

Yaya Üst Geçitlerinin 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Analiz ve Tasarımları

Mohammad Yatim SAMİM¹ ORCID 0000-0002-1673-280X
Beytullah TEMEL^{*1} ORCID 0000-0002-1673-280X

¹Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Geliş tarihi: 20.01.2023 Kabul tarihi: 28.03.2023

Atıf şekli/ How to cite: SAMİM, M.Y., TEMEL, B., (2023). Yaya Üst Geçitlerinin 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Analiz ve Tasarımları. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 38(1), 143-156.

Öz

Bu çalışmada, biri kafes sistemli diğeri kemer askılı olmak üzere iki adet yaya üst geçidinin Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY-2018)'e göre analiz ve tasarımları yapılmıştır. Yaya üst geçitlerinin boyutlandırılmasında, Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik 2016 (2016-ÇYTHYE) kullanılmıştır. Üst geçitlerin deprem analizleri Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılmıştır. Her iki yapının modellenmesi ve yapısal analizlerinde SAP2000 paket programından faydalanılmıştır. Yapı tasarımları için Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım (YDKT) ve Güvenlik Katsayıları ile Tasarım (GKT) ilkelerine göre yük birleşimleri oluşturulmuş ve boyutlandırmaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yaya üst geçitleri, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018, Yük ve dayanım katsayıları ile tasarım, Güvenlik katsayıları ile tasarım

Analysis and Design of Pedestrian Bridges According to Relevant Earthquake Regulations

Abstract

This study includes the analysis and design of half-through arch and truss pedestrian 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 used. In the earthquake analysis of the pedestrian bridges, the model superposition method is utilized. The modeling and structural analysis of two structures is done by using the SAP2000 package program. The structures' sizing is accomplished according to the load combinations based on Design with Load and Capacity Coefficients and Design with Safety Coefficients Principles.

Keywords: Pedestrian bridge, Turkish Building Earthquake Code 2018, Design with load and capacity coefficients, Design with safety coefficients

*Sorumlu yazar (Corresponding Author): Beytullah TEMEL, btemel@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Literatür araştırması yapıldığında, çoğunlukla çok katlı çelik bina modellerinin deprem analizlerinde Eşdeğer Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme Yöntemlerinin uygulamaları görülmektedir.

Çakmalı [1] yüksek lisans tez çalışmasında, 42 katlı çelik bir binanın Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY-2018) ve Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik 2016 (2016-ÇYTHYE) yönetmeliklerine göre tasarımı ve gerekli kontrollerini araştırmıştır.

Asfuroğlu [2] yüksek lisans tez çalışmasında, yapı sistemlerinin 2018 yılında güncellenen 2016-ÇYTHYE, TBDY-2018 ve Eurocode yönetmeliklerine göre doğrusal ve doğrusal olmayan davranışlarını araştırmıştır.

Danish [3] yüksek lisans tez çalışmasında, TBDY-2018 esasları göz önüne alınarak; çok katlı çelik yapılarda doğrusal analiz yöntemlerinden Mod Birleştirme Yöntemi ve Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanarak merkezi çelik çaprazlı yapının dinamik karakteristiklerine etkisini araştırmıştır.

Ünal [4] tez çalışmasında, çelik yapı tasarımında 2016-ÇYTHYE yönetmeliği ile TS-648 standardında belirtilen hesap esasları dikkate alınarak 2018 yılından önce yapılmış üst geçitlerin uygunluğunu araştırmıştır

Tütüncü [5] yüksek lisans tez çalışmasında, çok katlı bir çelik binanın TBDY-2018'e göre tasarımını ele almıştır. Ele alınan örnek 10 katlı olup, boyuna yönde süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çaprazlı çerçevelerden, enine yönde ise süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çerçeve sistemlerden oluşturulmuştur. 10 katlı bina, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre SAP2000 sonlu elemanlar programı ile analiz edilmiş, YDKT'ye göre tasarımı yapılmıştır.

Öz [6] yüksek lisans tez çalışmasında, süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçevelerden

oluşan 5 katlı bina ile süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çerçevelerden oluşan 5 katlı bir bina ele alınmış olup, bu binaların YDKT ve GKT ilkelerine göre tasarımları yapılmıştır. Bina analizleri SAP2000 programı yardımıyla yapılmıştır.

Uz [7] yüksek lisans tez çalışmasında, çok katlı bir çelik yapının TBDY-2018 ve 2016-ÇYTHYE yönetmelikleri kullanılarak analiz ve tasarımları yapılmıştır. Çalışmada, 5 katlı ve 13 katlı moment aktaran, X çapraz sistemli ve V çapraz sistemli binalar ele alınmış olup, binaların performansları incelenmiştir. Bu sistemlerin analizleri ETABS programı yardımıyla yapılmıştır.

Yıldızhan Sağer [8] yüksek lisans tez çalışmasında, moment aktaran ve merkezi çaprazlı çok katlı çelik binaların TBDY-2018'e göre analiz ve tasarımlarını araştırmıştır.

Gündüz [9] yüksek lisans tez çalışmasında, esas yapısı ön germeli prefabrik kirişlere oturan çift hatlı bir hızlı demiryolu köprüsü düşey yükler, trafik yükleri ve deprem yükleri altında analiz edilerek boyutlandırılmış ve gerekli kesit hesapları ve projelendirilmesini yapmıştır.

Güncel yönetmelikler çerçevesinde hazırlanan mevcut literatürde çoğunlukla, çok katlı çelik bina modellerinin deprem analizlerinde genel olarak Eşdeğer Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme Yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Yazarların bilgisine göre, yaya üst geçit köprülerinin deprem analiz ve tasarımı ile ilgili Türkiye'de yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, biri kafes sistem, diğeri kemer askılı olmak üzere iki adet yaya üst geçidi 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY-2018)'e göre analiz ve tasarımları yapılmıştır. Yaya üst geçitlerinin Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik 2016 (2016-ÇYTHYE) ve TBDY-2018 kullanılarak taşıyıcı sistem elemanları boyutlandırılmıştır. Deprem spektrumunun

belirlenmesinde TBDY-2018 yönetmeliği kullanılmıştır.

Ele alınan yapıların, Konya ili 37.500437° enlem ve 34.044326° boylamında inşa edildiği varsayılmış; yerel zemin sınıfı ise ZD olarak seçilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Sistem Malzemeleri

Bu çalışmada ele alınan uygulamalarda; yaya üst geçitlerinin kiriş ve kolonları için HEA kesitli profiller, çaprazlar için boru kesitli profiller kullanılmıştır. Kolon ve kirişlerin malzemesi için S275 çelik sınıfının akma gerilmesi $F_y = 275$ Mpa ve çekme mukavemeti $F_u = 430$ Mpa değerindedir. Çaprazların malzemesi ise, S235 çelik sınıfında olup, bunun karakteristik akma gerilmesi $F_y=235$ Mpa ve çekme mukavemeti $F_u = 360$ Mpa'dır. Birleşimlerde 8,8D kalitesinde yüksek dayanımlı bulon sınıfı seçilmiştir. Kaynak malzemesi için E550 Mpa mukavemetinde kaynak sınıfı seçilmiştir.

Kiriş, kolon, diyagonal, dikme ve çapraz elemanlarından oluşan üst geçit ana taşıyıcıları için kesitleri HEA olan, uzunlukları doğrultusunda düzlem çerçeve sistemler oluşturulmuştur. Kolonlar, temele ankastre olarak mesnetlenmiştir.

2.2. Yükler ve Kullanılan Standartlar

Yapı elemanlarının tasarımında karakteristik yük değerleri olarak TS-498 standardından yararlanılmıştır. Kar yükü hesabı TS EN 1991-1-3 ve rüzgâr yükü hesabı TS EN 1991-1-4 yönetmeliklerine göre yapılmıştır. Deprem yüklerinin hesabı ve karakteristik değerlerin belirlenmesi TBDY-2018 yönetmeliğinin ilgili maddelerine göre yapılmıştır.

2.3. Yük Birleşimleri

Hareketli ve sabit yükler ile deprem ve rüzgâr yüklerinin belirlenmesi ve bu yükler için yük

birleşimleri, 2016-ÇYTHYE yönetmeliği 5.3.1 maddesine göre ve TBDY-2018 yönetmeliği 4.4 ve 9.2.5 maddelerine gerçekleştirilmiştir. Yaya üst geçitlerinin tasarımları, her iki yönetmelikte de belirtilen, YDKT ve GKT ilkelerine göre yapılmıştır.

YDKT'ye göre Yük Birleşimleri

- (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) $0.9G+1.0E$

GKT'ye Göre Yük Birleşimleri

- (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) $0.6G + 0.7E$
- şeklindedir.

2.4. Yapısal Analiz ve Tasarım

Bu çalışmada ele alınan yaya üst geçitlerinin analiz ve tasarımında TBDY-2018 yönetmeliği, boyutlandırılmasında 2016- ÇYTHYE yönetmelik esasları dikkate alınmıştır. Yaya üst geçitlerin tasarımları, her iki yönetmelikte de belirtilen YDKT ve GKT ilkeleri için yük birleşimlerine göre yapılmıştır. Yapı analiz ve tasarımları, SAP2000 sonlu elemanlar programı ile yapılmıştır.

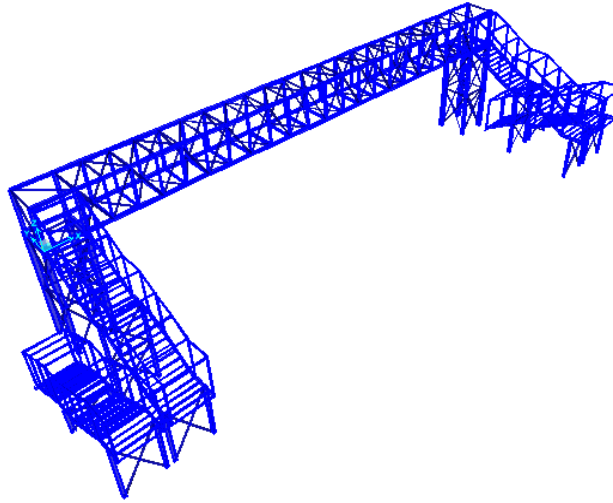
3. SAYISAL UYGULAMALAR

Bu bölümde, iki örnek uygulamanın analiz ve tasarımları yapılmıştır.

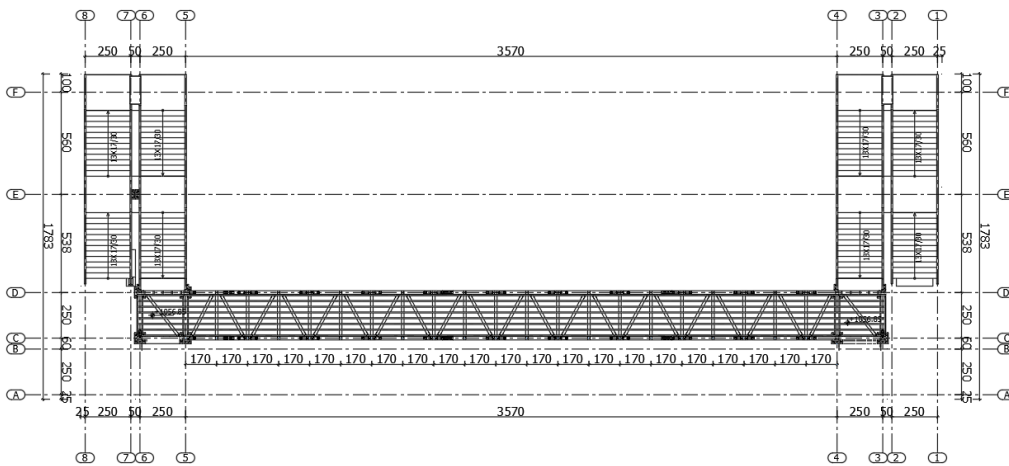
Uygulama 1: Kafes Kiriş Taşıyıcı Sistemli Yaya Üst Geçit Örneği

Yaya üst geçidi, iki hatlı demiryolu üzerinde bir kafes kiriş sistemi şeklinde 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 başlıklarında HEA20, kolonlarda HEA300, dikmelerde HEA140 kesitli elemanlar, diyagonal ve çaprazlarda ise, $\phi 139,7 \times 5$ çapında borular kullanılmıştır. Diyagonal ve çaprazlar üst geçitte uçlardan mafsalsı olarak bağlanmıştır. Kiriş ve kolonların bağlantı noktaları bir tarafta sabit ve diğer tarafta kayıcı olarak mesnetlenmiştir. Şekil 1'de üst geçide ait üç boyutlu SAP2000 modeli, Şekil 2'de üst geçit planı yer almaktadır. Kolon, kiriş ve dikmeler için S275; çapraz ve diyagonal profilleri için S235 çelik malzemesi seçilmiştir.



Şekil 1. Üst geçidin üç boyutlu Sap2000 modeli



Şekil 2. Üst geçit planı

Sabit ve hareketli yükler

Konya ilinde bulunan kafes kirişli yaya üst geçidin rüzgâr yükü hesabında TS EN 1991-1-4 standardı ve kar yükü hesabında ise, TS EN-1991-1-3 kullanılmıştır (Çizelge 1). TS EN 1991-1-4 yönetmeliğine göre yaya üst geçit olarak modellenen yapıya etkiyen rüzgâr kuvveti Çizelge 2’de verilmiştir.

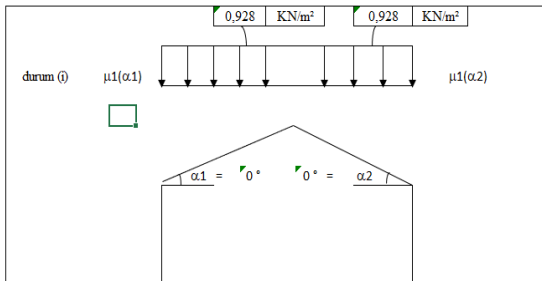
Çizelge 1. Sabit ve hareketli yük değerleri

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 in-
G ₄ -Kaplama (3/4 baklavalı saç) yükü	0,027 ton in 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.

Çizelge 2. Rüzgâr yükü $w(z)$ {kN/m²}

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

TS EN 1991-1-3 yönetmeliğine göre yaya üst geçit olarak modellenen yapıya ait üst geçide etkiyen toplam kar yükü değerleri Şekil 3’de gösterilmiştir.



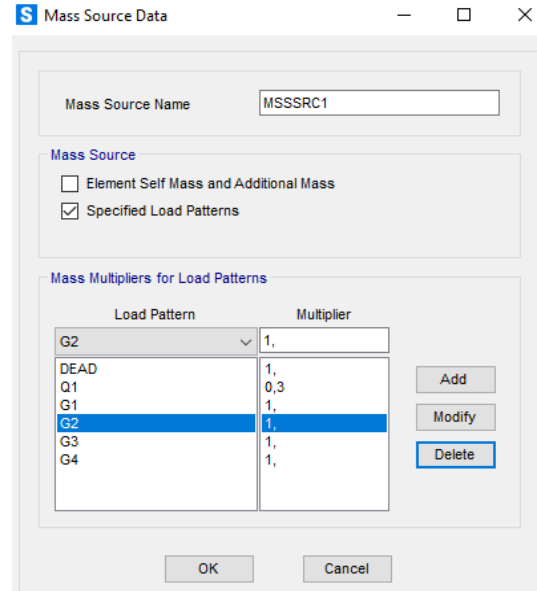
Şekil 3. Üst geçit kar yüklemesi

Deprem yükleri

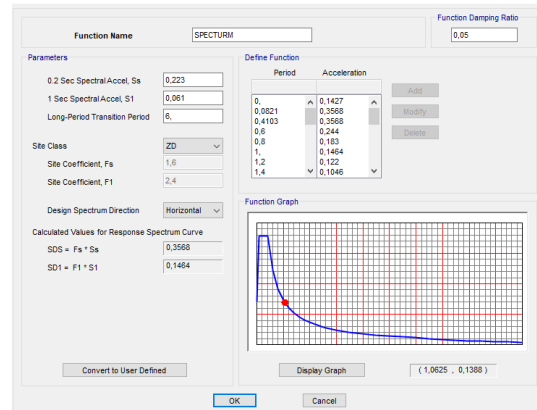
Deprem spektrumu parametreleri (Şekil 4-7) SAP2000 programında TBDY-2018’e göre belirlenmiştir. Yapının bulunduğu yerdeki zemin sınıfı için ZD, Bina önem katsayısı için 1, taşıyıcı sistem davranış katsayısı R= 4 seçilmiştir.

$$\text{Çarpan değeri} = A_0 * I * g / R = 1 * 9,81 / 4 = 2,4525$$

Burada A₀ değeri SAP2000 programı tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır.

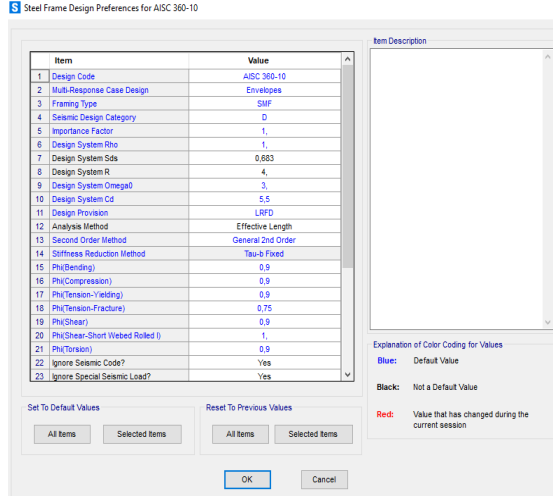


Şekil 4. Kütle kaynağı

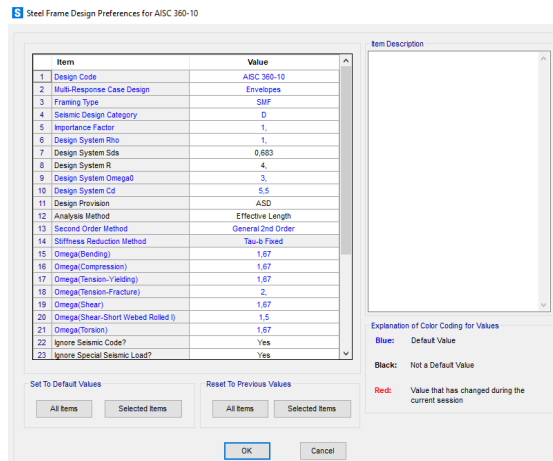


Şekil 5. Tepki spektrumu

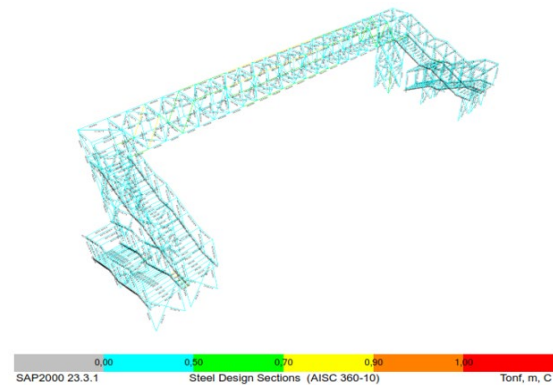
Yaya Üst Geçitlerinin 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Analiz ve Tasarımları



Şekil 6. YDKT için tasarım kodu parametreleri

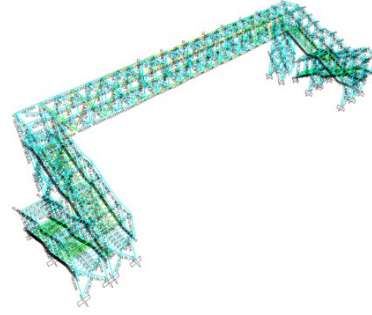


Şekil 7. GKT için tasarım kodu parametreleri



Şekil 8. YDKT'ye göre analiz sonuçları

Bu örnekte YDKT'ye göre açıklık ve mesnet bölgesindeki elemanlar maksimum yüklere maruz kalmış olup, bu elemanların taşıma kapasiteleri (0,70 -0,90) aralığındadır (Şekil 8).

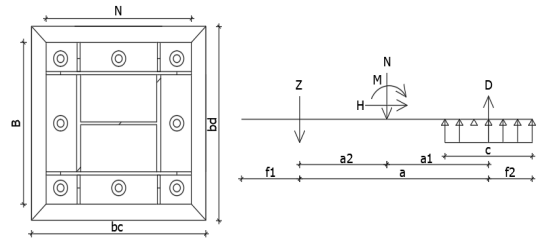


Şekil 9. GKT'ye göre analiz sonuçları

Bu örnekte GKT'ye göre açıklık ve mesnet bölgesindeki elemanlar maksimum yüklere maruz kalmış olup, bu elemanların taşıma kapasiteleri (0,70 -0,90) aralığındadır (Şekil 9).

YDKT için taban birleşim hesabı (Şekil 10)

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



Şekil 10. Taban birleşim plan ve kesiti

Yönetmelik madde 13.7 uyarınca maksimum basınç ve çekme kuvvetleri ile beton ezilme dayanımları aşağıda verilmiştir.

Taban levhası alanı ve beton yüzeyi alanı:

$$A_1 = 500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} = 250000 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 600 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} = 360000 \text{ mm}^2$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tasarım ezilme dayanımı:

$c = 0,65$ (Yönetmelik Bölüm 12.7.2.1)

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

$$\text{MaxD}/P_p = 571,67 / 4972,50 = 0,115 < 1 \text{ ise } \checkmark$$

Taban levhası kontrolü

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

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

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

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

$$t = 25 \text{ mm} \quad (\text{Levha kalınlığı})$$

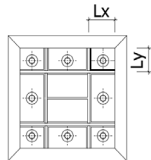
YDKT için taban gerilmesi (P)

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

$$P = (112,49 \text{ kNm} + 545 \text{ kN} \times 0,18 \text{ m}) / (0,125 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 0,388 \text{ m}) = 8865,40 \text{ kN/m}^2$$

$$L_x = 140,00 \text{ mm} \quad L_y = 125,00 \text{ mm} \quad (\text{Şekil 11.})$$

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



Şekil 11. L_x ve L_y plan boyutları

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

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

$$= 155,14 \text{ kN}$$

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

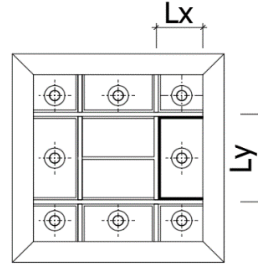
$$M_{mxm} = 155,14 \text{ kN} / 37,00 = 4,19 \text{ kNmm}$$

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

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

$$L_y = 250,00 \text{ mm} \quad L_x = 140,00 \text{ mm} \quad (\text{Şekil 12})$$

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



Şekil 12. L_x ve L_y plan boyutları

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

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

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

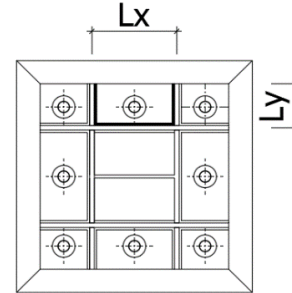
$$M_{mxm} = 310,29 \text{ kN} / 34,20 = 9,07 \text{ kNmm}$$

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

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

$$L_y = 125,00 \text{ mm} \quad L_x = 218,00 \text{ mm} \quad (\text{Şekil 13})$$

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



Şekil 13. L_x ve L_y plan boyutları

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

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

$$= 241,58 \text{ kN}$$

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

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

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

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

$$\begin{aligned} M_u(\max) &= 20,01 \text{ kNm} \\ \theta &= 0,90 \text{ (Yönetmelik Bölüm 8.1.2)} \\ M_d &= 0,90 \times 0,0286 \text{ kNm} = 0,0257 \text{ kNm} \\ M_{u\max}/M_d &= 0,020 / 0,0257 = 0,77 < 1 \text{ ise } \checkmark \end{aligned}$$

Ankraj bulonlarının tahkiki

$$\begin{aligned} \text{Cıvata: } &8.8D \text{ Kalitesinde} \\ \text{Ø} &= 24 \text{ mm (Ankraj çapı)} \\ L &= 600 \text{ mm (Ankraj boyu)} \\ n &= 3 \text{ (Bir sıradaki ankraj sayısı)} \\ F_{ub} &= 800 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulon malzemesinin} \\ &\text{ karakterisitik çekme dayanımı)} \\ F_{nv} &= 0,450 F_{ub} = 360 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun karakteristik} \\ &\text{ kayma dayanımı)} \\ F_{nv} &= 0,750 F_{ub} = 600 \text{ N/mm}^2 \text{ (Bulonun} \\ &\text{ karakteristik kayma dayanımı)} \end{aligned}$$

Başlık bulon karakteristik çekme dayanımı

$$\begin{aligned} A_b &= \pi \cdot d^2 / 4 = \pi \times 24^2 / 4 = 452,4 \text{ mm}^2 \text{ (Bulon kesit} \\ &\text{ alanı)} \\ R_{nt} &= n \cdot F_{nv} \cdot A_b = 3 \times 600 \times 452,4 = 814,30 \text{ kN} \\ \text{YDKT için Tasarım ezilme dayanımı} \\ \phi &= 0,75 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)} \\ R_d &= \phi R_n = 0,75 \times 814,30 \text{ kN} = 611,73 \text{ kN} \\ \max Z / R_d &= 26,49 / 611,73 = 0,04 < 1 \text{ ise } \checkmark \end{aligned}$$

HEA-300 için kolon kesit özellikleri

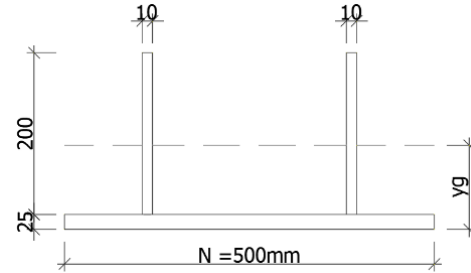
$$\begin{aligned} d &= 290 \text{ mm (Profil yüksekliği)} \quad t_f = 14 \text{ mm} \\ b_f &= 300 \text{ mm (Profil genişliği)} \quad t_w = 8,5 \text{ mm} \\ h-2d &= 208 \text{ mm (Profil gövde yüksekliği)} \\ F_y &= 275 \text{ N/mm}^2 \text{ (Profile akma gerilmesi)} \\ F_u &= 430 \text{ N/mm}^2 \text{ (Profile çekme gerilmesi)} \end{aligned}$$

Guse levhası yüksekliğinin hesabı (Şekil 14.)

$$\begin{aligned} F_E &= 550 \text{ N/mm}^2 \text{ (Kaynak metali karakteristik} \\ &\text{ çekme dayanımı)} \\ \text{Köşe kaynağın etkin kalınlığı (a) (Yönetmelik} \\ &13.2.2.2 \text{ uyarınca)} \\ a_{\min} &= 3,5 \text{ mm} \\ a &= 4 \text{ mm seçildi } > 3,5 \text{ mm uygun.} \\ t \leq 6 \text{ mm ise } a_{\max} &= 0,7 t \text{ olmalı} \\ t > 6 \text{ mm ise } a_{\max} &= 0,7 (t-2) \text{ olmalı} \\ t &= 10 \text{ mm seçildi (Guse levhası kalınlığı)} \\ L &= 200 \text{ mm seçildi (Guse levhası yüksekliği)} \\ t &= 10 \text{ mm } > 6 \text{ mm} \\ a_{\max} &= 5,6 \text{ mm (} a_{\max} = 0,7 (t-2)) \\ a &= 4 \text{ mm } < 5,6 \text{ mm uygun.} \\ \text{Köşe kaynağın etkin uzunluğu,} \end{aligned}$$

Le (Yönetmelik 13.2.2 Uyarınca)

$$\begin{aligned} L_e &= 200 \text{ mm} - 2 \times 4 \text{ mm} = 192 \text{ mm} \\ L_{e\min} &= 40 \text{ mm (} L_{e\min} = \max(6 a; 40)) \\ L_{e\min} &= 40 \text{ mm } < 192 \text{ mm uygun} \\ L \leq 150 a \text{ için } L_e &= L \\ 150 a < L \leq 400 a \text{ için } L_e &= b \cdot L \\ 400 a < L \text{ için } L_e &= 250 a \\ \beta &= 1,2 - 0,0014 \times L / a \leq 1 \text{ olmalı} \\ \beta &= 1,2 - 0,0014 \times 192 / 4 = 1,13 \\ \text{Seçilen } \beta &= 1 \\ 150 a &= 150 \times 4 \text{ mm} = 600 \text{ mm} \\ 400 a &= 400 \times 4 \text{ mm} = 1600 \text{ mm} \\ L_e &= L = 192 \text{ mm } L \leq 150 a \\ \text{Köşe kaynak etkin alanı } A_{we} \\ A_{we} &= \sum a \cdot L_e = 2 \times 4 \times 192 = 1536 \text{ mm}^2 \\ \text{Kaynak metali karakteristik dayanımı} \\ F_E &= 550 \text{ N/mm}^2 \\ F_{nw} &= 0,6 \times 550 \text{ N/mm}^2 = 330 \text{ N/mm}^2 \\ R_{nw} &= 1536 \text{ mm}^2 \times 330 \text{ N/mm}^2 = 506,88 \text{ kN} \\ \text{YDKT için bir başlığa gelen kuvvet} \\ P_u &= (545 \text{ kN} / 4) + 112,49 \text{ kNm} / (2 \times 0,290 \text{ m}) \\ &= 330,24 \text{ kN} \\ \text{Tasarım Ezilme Dayanımı} \\ \phi &= 0,75 \text{ (Yönetmelik Bölüm 7.2.2)} \\ R_d &= \phi R_n = 0,75 \times 506,88 \text{ kN} = 380,16 \text{ kN} \\ P_u / R_d &= 330,24 \text{ kN} / 380,16 \text{ kN} = 0,87 < 1 \text{ ise } \checkmark \end{aligned}$$



Şekil 14. A-A kesiti

$$\begin{aligned} y_g &= \text{A-A Kesitin ağırlık merkezi,} \\ I_x &= \text{A-A Kesitin atalet momenti,} \\ W_x &= \text{A-A Kesitin mukavemet momenti olmak} \\ &\text{ üzere} \\ \text{Sırasıyla,} \\ y_g &= (500 \times 25 \times 12,5 + 2 \times 200 \times 10 \times 125) / (500 \times \\ &25 + 2 \times 200 \times 10) = 39,77 \text{ mm} \\ I_x &= (2 \times 10 \times 200^3 / 12 + 2 \times 200 \times 10 \times 85,2^2 + 500 \times \\ &25^3 / 12 + 500 \times 25 \times 27,3^2) \\ I_x &= 52336647,73 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

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

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

YDKT için kontroller

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

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

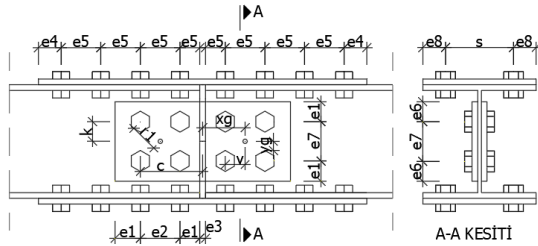
$$M_u = 26,49 \text{ kN} \times (500 \text{ mm}/2 - 290 \text{ mm}/2 - 125 \text{ mm}/2) = 1,46 \text{ kNm}$$

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

$$M_g = 0,90 \times 124,32 \text{ kNm} = 111,89 \text{ kNm}$$

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

Kiriş-kiriş birleşim hesabı



Şekil 15. Kiriş-kiriş birleşim detayı

Gövde bulonları aralık ve kenara mesafeleri

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

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

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

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

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

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

Cıvata: 8.8D Kalitesinde

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

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

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

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

Başlık Bulonları Aralık ve Kenara Mesafeleri

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

$$n_3 = 2 \quad (\text{Başlık bulon sırası})$$

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

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

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

Cıvata: 8.8D Kalitesinde

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

$$e_5 \geq 3 \varnothing \quad (\text{Bulon aralığı})$$

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

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

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

HEA-200 için kiriş kesit özellikleri

$$d = 190 \text{ mm} \quad (\text{Profil yüksekliği})$$

$$t_f = 10 \text{ mm} \quad (\text{Profil başlık kalınlığı})$$

$$b_f = 200 \text{ mm} \quad (\text{Profil genişliği})$$

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

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

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

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

Başlık ve gövde levhası kesit tahkiki

Ezilme dayanımı için bulon delik çapı

$$d_h = 18 \text{ mm} \quad (\text{Yönetmelik Tablo 13.8 Uyarınca})$$

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

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

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

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

$$1968 \text{ mm}^2 > 1640 \text{ mm}^2 \text{ uygun}$$

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

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

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

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

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

$$2600 \text{ mm}^2 > 1380 \text{ mm}^2 \text{ ise uygun}$$

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

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

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

$$I_{\text{başlık ek}} = 2 \cdot (200 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} (101 \text{ mm})^2)$$

$$I_{\text{başlık ek}} = 48964800 \text{ mm}^4$$

$$I_{\text{gövde ek}} = 2 \left(t_1 \cdot \frac{B_1^3}{12} \right)$$

$$I_{\text{gövde ek}} = \left(10 \text{ mm} \times \frac{130 \text{ mm}^3}{12} \right) = 3661666 \text{ mm}^4$$

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 karakteristik 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

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

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

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

$(Z_{başlık} = M_{başlık} / d)$

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

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

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 \checkmark

Gövde bulonlarının tahkiki

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

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

Bulon (8.8D Kalitesinde)

$\phi = 16 \text{ mm}$ (Bulon çapı)

$n_{sp} = 2$ (Kayma düzlemi sayısı)

$n = 4$ (Bulon sayısı)

$F_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$

(Bulon malzemesinin karakteristik 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)

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

Gövde bulonları polar atalet momentleri

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

$x_g = 70 \text{ mm}$

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

$r_1 = \sqrt{(\frac{e_2}{2})^2 + (\frac{e_7}{2})^2} = \sqrt{(\frac{70 \text{ mm}}{2})^2 + (\frac{60 \text{ mm}}{2})^2}$

$r_1 = 46,098 \text{ mm}$

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

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

$c = 105 \text{ mm}$

YDKT için kontroller

$K = 30 \text{ mm}$

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

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

$M_{gövde} = 0,56 \text{ kNm}$

$(P_{1x} = M_g \cdot K / J_p)$

$P_{1x} = 0,56 \text{ kNm} \times 0,3 \text{ m} / 8500 \text{ mm}^2 = 1,99 \text{ kN}$

$M = 4$ Gövdede Bulon Sayısı

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

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

$P_{1y} = 2,96 \text{ kN}$

$P_1 = \sqrt{(P_x)^2 + (P_y)^2}$

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

En dış gövde bulon karakteristik kesme kuvveti dayanımı

$R_{nt} = 1 \times 2 \times 360 \text{ N/mm}^2 \times 201,06 \text{ mm}^2$

$R_{nt} = 144,76 \text{ kN}$ ($R_{nt} = n \cdot n_{sp} \cdot F_{nv} \cdot A_b$)

Birleşimin Tasarım Dayanımı

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

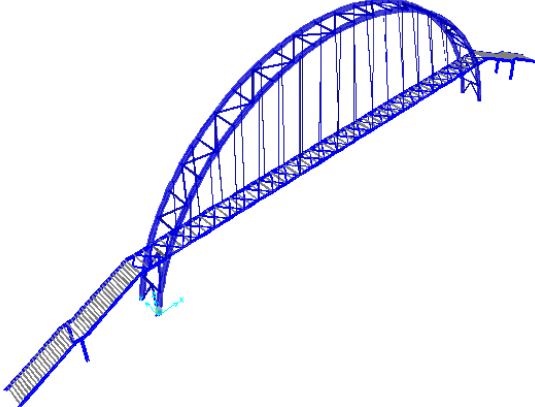
$R_d = \phi R_n = 0,75 \times 144,76 \text{ kN} = 108,57 \text{ kN}$

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

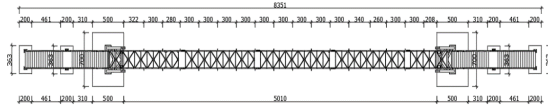
Uygulama 2: Kemer Askılı Yaya Üst Geçit Örneği

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 köprünün üst geçidin asfalt kotu üstünden kirişi alt başlığına kadar yüksekliği 6,4 m, açıklığı 55 m ve genişliği 3m'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 16'de üst geçit ait 3 boyutlu SAP2000 modeli, Şekil 17'de üst geçit planı, yer almaktadır. Kolon, kiriş ve dikmeler için

S275; çapraz profilleri için S235 çelik malzemesi seçilmiştir.



Şekil 16. Üst geçidin üç boyutlu Sap2000 modeli



Şekil 17. üst geçit planı

Sabit ve hareketli yükler

Çizelge 3. Sabit ve hareketli yük değerleri

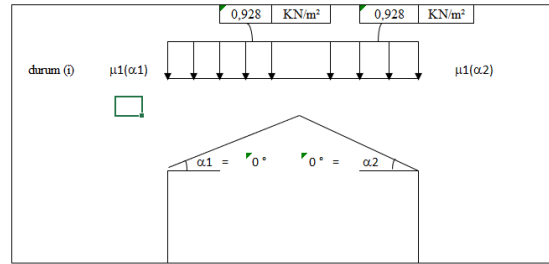
Üstgeçit zati yükü	Program tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır.
Kaplama birim hacim ağırlığı	2,400 ton/m ³
G ₂ -Korkuluk yükü	0,05 ton /m
G ₃ -Çatı kaplama (Polikarbonat yükü)	0,005 ton in-
G ₄ -Kaplama (3/4 baklavalı saç) yükü	0,027 ton in ²
Q ₁ -Üstgeçit hareketli yükü	0,500 ton/m ²
S-Çatı kar yükü	Yeni kar yönetmeliğine göre hesaplanmıştır.
W-Rüzgar yükü	Yeni rüzgar yönetmeliğine göre hesaplanmıştır.

Konya ilinde bulunan kemer askılı yaya üst geçit tasarımı için rüzgar yüklerinin belirlenmesinde TS EN 1991-1-4 ve kar yükünde ise TS EN 1991-1-3 standartları kullanılmıştır (Çizelge 3). TS EN 1991-1-4 standardına göre kemer askılı yaya üst geçit olarak kullanılan yapıya etkiyen toplam rüzgâr kuvveti değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Rüzgar yükü $w(z)$ {kN/m²}

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

TS EN 1991-1-3 standardına göre kemer askılı yaya üst geçit olarak kullanılan yapıya ait üst geçide etkiyen toplam kar kuvveti değerleri Şekil 18'de verilmiştir.



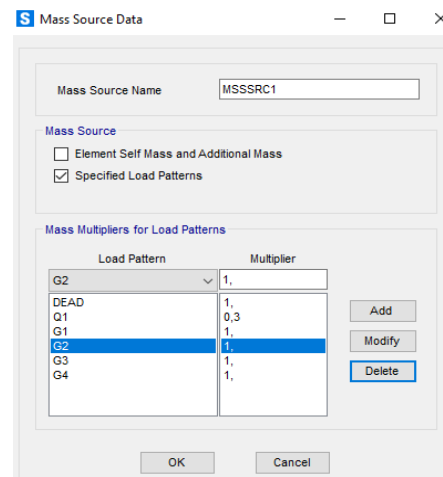
Şekil 18. Üst geçit kar yüklemesi

Deprem yükleri

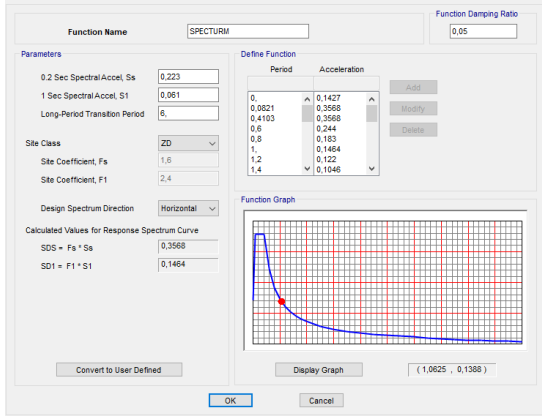
Deprem spektrumu parametreleri (Şekil 19.-22.) SAP2000 programında TBDY-2018'e göre belirlenmiştir. Yapının bulunduğu yerdeki zemin sınıfı için ZD, Bina önem katsayısı için 1, taşıyıcı sistem davranış katsayısı R= 4 seçilmiştir.

$$\text{Çarpan değeri} = A_0 * I * g / R = 1 \times 9,81 / 4 = 2,4525$$

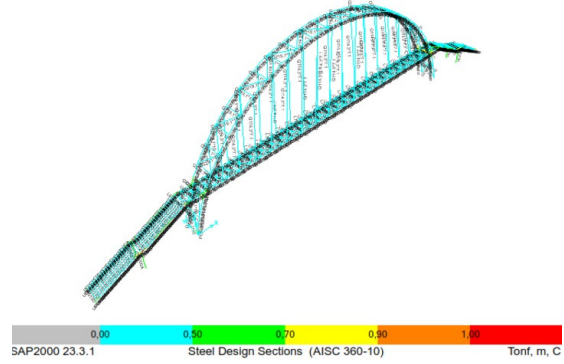
Burada A_0 değeri SAP2000 programı tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır.



Şekil 19. Kütle kaynağı

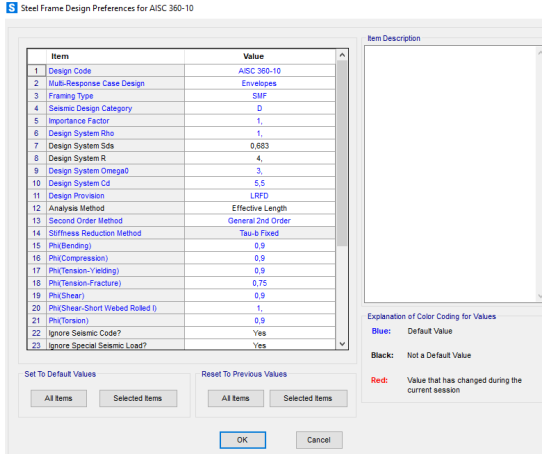


Şekil 20. Tepki spektrumu

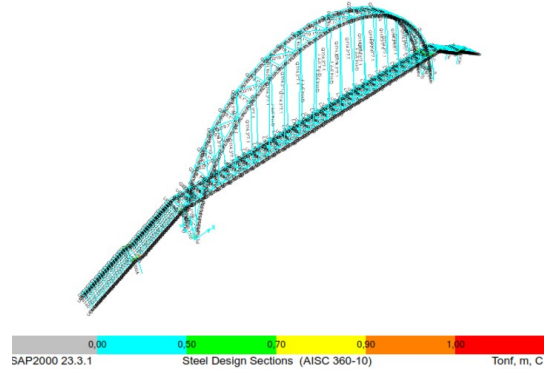


Şekil 23. YDKT'ye göre analiz sonuçları

Bu örnekte YDKT'ye göre açıklık ve mesnet bölgesindeki elemanlar maksimum yüklere maruz kalmış olup, bu elemanların taşıma kapasiteleri (0,70 -0,90) aralığındadır (Şekil 23).

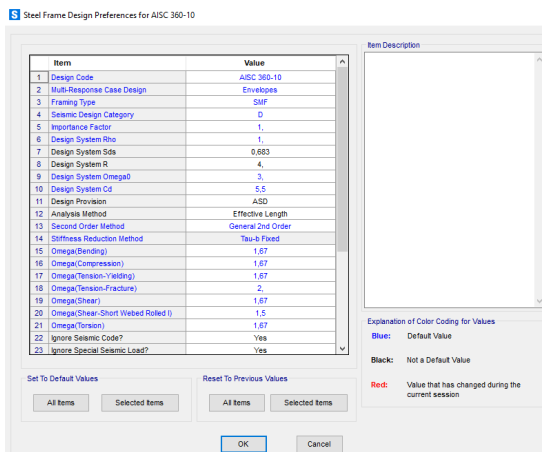


Şekil 21. YDKT için tasarım kodu parametreleri



Şekil 24. GKT'ye göre analiz sonuçları

Bu örnekte GKT'ye göre açıklık ve mesnet bölgesindeki elemanlar maksimum yüklere maruz kalmış olup, bu elemanların taşıma kapasiteleri (0,70-0,90) aralığındadır (Şekil 24.).



Şekil 22. GKT için tasarım kodu parametreleri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada; biri kafes sistem, diğeri kemer askılı olmak üzere iki adet yaya üst geçidi projesinin 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre analiz ve tasarımları yapılmıştır. Ele alınan yapılar, Konya ili 37.500437° enlem ve 34.044326° boylamında inşa edildiği varsayılmış; yerel zemin sınıfı ise ZD olarak seçilmiştir.

Sonuçların karşılaştırılabilmesi açısından, zemin parametrelerinin tüm örneklerde aynı olduğu düşünülmüştür.

Kafes kiriş modelinin 40 metre boyunda 2,5 metre eninde olup, x yönünde kolonlar üstünde 2,5 metre aralıklarla ve açıklık 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. Kafes 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.

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.

Bu çalışmada yapılan karşılaştırmalı analiz ve tasarımlardan görülmektedir ki, GKT ve YDKT ilkelerinden herhangi birinin seçilmesi yeterli olmaktadır.

5. TEŞEKKÜR

Askılı kemer üst geçit uygulama paftalarını Karayolları 5. Bölge Müdürlüğü'nden temin eden İnş. Yük. Müh. Murat BOZKURT'a ve Karayolları Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

1. Aktaş, A.Y., 2019. Çelik Yapılarda Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım (YDKT) ve Güvenlik Katsayıları ile Tasarım (GKT) Yaklaşımlarının Değerlendirilip Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 105.
2. Asfuroğlu, S., 2018. Çok Katlı Çelik Binaların İtme Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 142.
3. Aydınoglu, M.N., Özer, E., Celep, Z., Özyayın, K., 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. 143.
4. Celep, Z., Kumbasar, N., 2004. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı. İstanbul Teknik Üniversitesi Profesörleri, İstanbul, xvi+700.
5. Çakmalı, C., 2019. Çelik Yüksek Bir Bina'nın TBDY-2018'e Göre Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 121.
6. 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, 122.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. SAP2000 V22, 2021. Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
 11. 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, 448.
 12. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) Eğitim El Kitabı, Ankara, Z-I-3/24.
 13. TS 498, 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
 14. TS EN 1991-1-3, 2007. Yapılar Üzerindeki Etkiler- Bölüm 1-3: Genel Etkiler-Kar Yükleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
 15. TS EN 1991-1-4, 2007. Yapılar Üzerindeki Etkiler- Bölüm 1-4: Genel Etkiler Rüzgar Etkileri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
 16. 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, 179.
 17. 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.
 18. Ünal, A., 2021. Farklı Yöntemlerle Üretilmiş Çelik Yaya Üst Geçitlerinin ÇYTHYE-2018'e Göre Uygunluğunun Araştırılması; Ankara İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 169.
 19. Üstün, Ç., 2019. Çelik Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Mevcut Bir Binanın Güncellenen Yönetmelikler Altında Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 83.
 20. Yılmaz, M., 2018. Türkiye'deki Çelik Demiryolu Köprülerinin Deprem Etkisi Altında Olasılıksal Yöntemler Yardımı ile İncelenmesi. Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 190.
 21. Yıldızhan Sağer, B., 2021. Moment Aktaran ve Merkezi Çaprazlı Çok Katlı Çelik Yapıların 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 190.
 22. Yorgun, C., Topkaya, C., Vatansver, C., 2017. Çelik Yapıların Tasarım, Hesap Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik Hakkında Eğitim Ders Notları, T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü, Ankara, 472.