ideCAD Çelik 8
ideCAD Çelik Kullanılarak AISC 360-10 ve Yeni Türk Çelik Yönetmeliği ile Kompozit Kirişlerin Tasarımı

Hazırlayan: Oğuzcan HADİM

www.idecad.com.tr

ideCAD Çelik 8 Kullanılarak AISC 360-10 ve Yeni Türk Çelik Yönetmeliği ile Kompozit Kirişlerin Tasarımı Webinar Sunumu

Konu Başlıkları

I. Kompozit Döşemelere Giriş
II. Eğilme Momenti Dayanımı
III. Sehim
IV. Örnek

Kompozit Döşemelere Giriş

ANSI/AISC 360-10
An American National Standard

Specification for Structural Steel Buildings

June 22, 2010

Supersedes the
Specification for Structural Steel Buildings
dated March 9, 2005
and all previous versions of this specification

Approved by the AISC Committee on Specifications

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION
One East Wacker Drive, Suite 700
Chicago, Illinois 60601-1802

ÇELİK YAPILARIN TASARIM, HESAP VE YAPIM ESASLARI

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1 GENEL ESASLAR

1.1 Kapsam
1.2 İlkeler
1.3 İlgili Standart ve Yönetmelikler
1.3.1 Genel
1.3.2 Sıcak Haddelenmiş Kaynaklanabilir Yapısal Çelik
1.3.3 Yapısal Çelik Boru ve Kutu Profiller
1.3.4 Yapısal Çelik Elemanların Şekil ve Boyutları
1.3.5 Bulonlar, Somunlar ve Pullar
1.3.6 Kaynak Malzemesi ve Kaynak
1.3.7 Başlıklı Çelik Ankrajlar ve Kaynak
1.3.8 Yangına Karşı Koruma

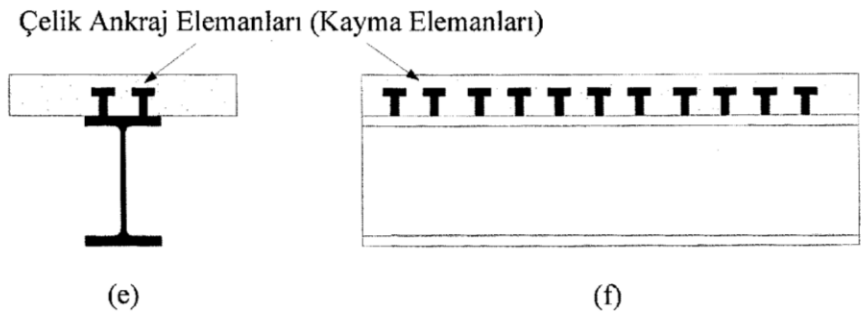
BÖLÜM 2 MALZEME

2.1 Yapısal Çelik
2.1.1 Malzeme Özellikleri
2.1.2 Tokluk
2.2 Bulonlar, Somunlar, Pullar ve Perçinler
2.3 Ankraj Çubukları
2.4 Kaynak Malzemesi
2.5 Başlıklı Çelik Ankrajlar

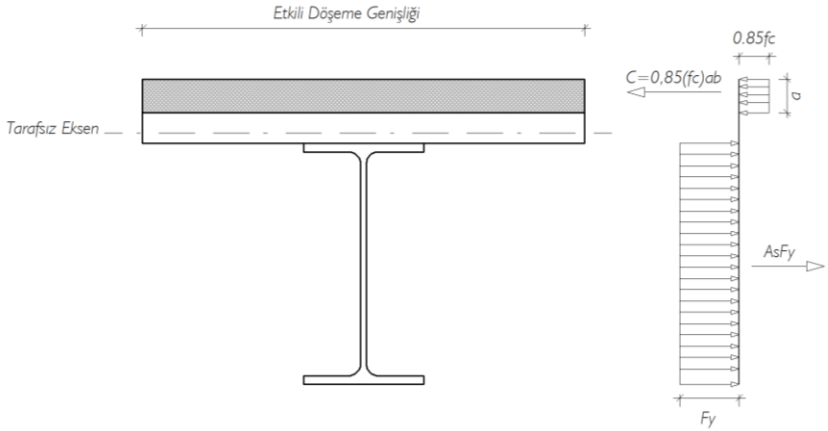
BÖLÜM 3 İMALAT VE MONTAJ

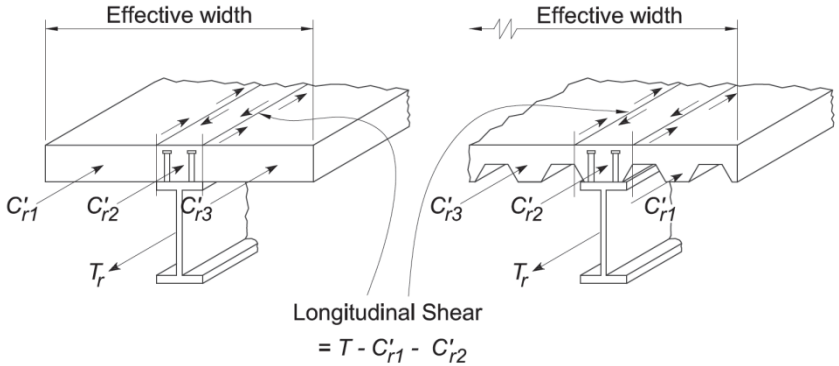
3.1 Genel
3.2 Hesap Raporu ve Uygulama Projelerine İlişkin Kurallar
3.2.1 Proje Hesap Raporu
3.2.2 Uygulama Projesi Çizimlerine İlişkin Kurallar
3.3 İmalat
3.3.1 Kaynaklı Yapım
3.3.2 Bulonlu Yapım
3.3.3 Basınç Etkisindeki Düğüm Noktaları
3.3.4 Kolon Ayaklarının Hazırlığı
3.3.5 Ankraj Bulonları İçin Delik Hazırlığı
3.3.6 Tahliye Delikleri

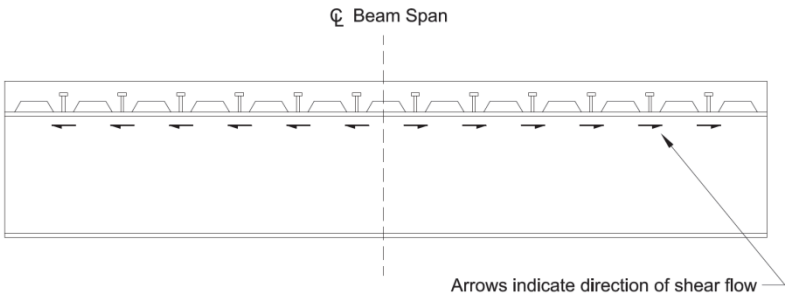
Kompozit Döşemelere Giriş



Şekil 12.1 – Tipik kompozit elemanlar







Kompozit Döşemelere Giriş

- Malzeme Bilgileri

  ideCAD Çelik 8 de kompozit döşeme tanımlanırken,

  - Döşeme için kullanılacak beton sınıfı ve tali kirişlerin çelik sınıfı
  - Tali kirişler arasındaki mesafe ve tali kiriş açıklığı
  - Döşemenin tipi (trapez saçlı kompozit döşeme ya da kompozit yekpare döşeme)
  - Kayma çivisi çapı, yüksekliği, çekme dayanımı, aralığı
  - Döşeme yükleri

Eğilme Momenti Dayanımı

- Beton Döşeme Etkin Genişliği, b_{eff}

TÇY 2016 bölüm 21.4.1.1 de tanımlandığı gibi kompozit döşeme etkin genişliği, kirişin her iki yanında tanımlanan etkin genişliklerin toplamı ile belirlenir. Her bir etkin genişlik, aşağıda tanımlanan uzaklıklardan küçüğü olarak alınacaktır,

- Kiriş açıklığının 1/8 i,
- Kiriş enkesitinin düşey ekseninden komşu kiriş enkesitinin düşey eksenine olan uzaklığın yarısı
- Kiriş enkesitinin düşey ekseninden betonarme döşemenin serbest kenarına olan uzaklık.

1a. Effective Width

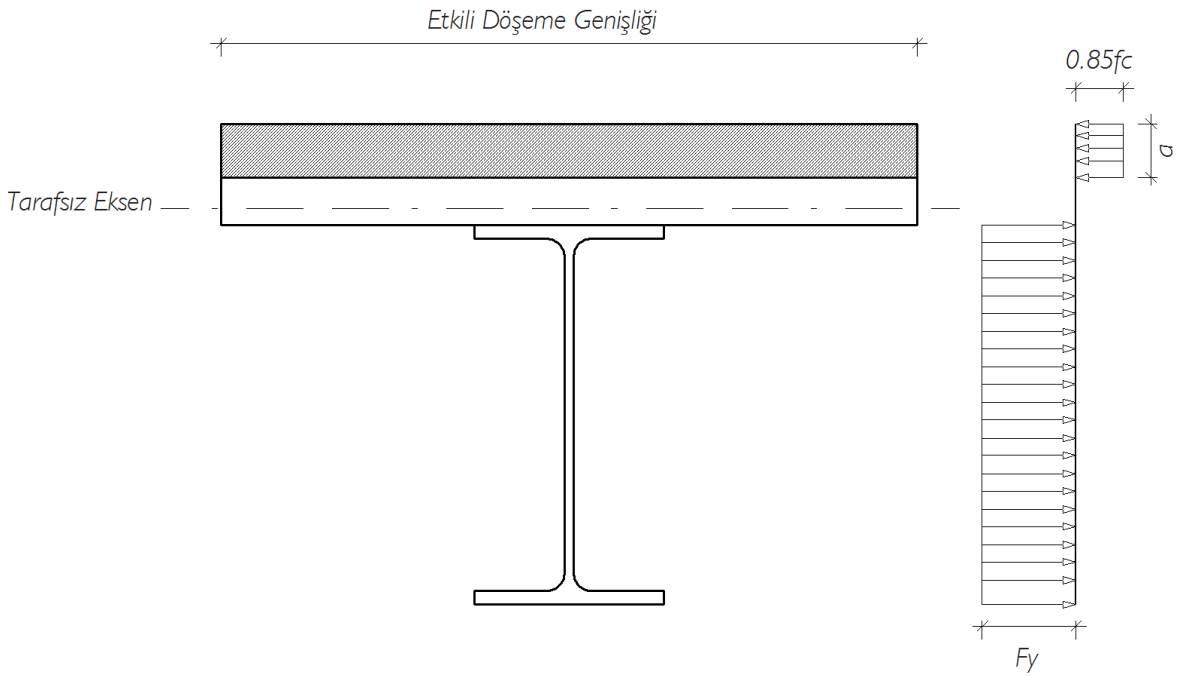
The *effective width* of the concrete slab shall be the sum of the effective widths for each side of the *beam* centerline, each of which shall not exceed:

(1) one-eighth of the beam span, center-to-center of supports;
(2) one-half the distance to the centerline of the adjacent beam; or
(3) the distance to the edge of the slab.

Eğilme Momenti Dayanımı

- Plastik Gerilme Dağılımı

Karakteristik eğilme momenti dayanımı, M_n , TÇY bölüm 12.4.2.1 ve AICS 360-10 I3.2a 'ya göre kompozit kesitte plastik gerilme dağılımı yöntemi ile belirleniyor.



Eğilme Momenti Dayanımı

- Betonarme Döşemenin Basınç Kuvveti Dayanımı

Betonarme döşemedeki basınç kuvveti, C, değeri, AISC 360-10 ve TÇY 'e göre 3 koşul dikkate alınarak hesaplanmalıdır.

Burada, betonarme döşemedeki basınç kuvveti, C, **Denk.(12.20a)**, **Denk.(12.20b)** ve **Denk. (12.20c)** ile belirlenen değerlerin en küçüğü olarak alınacaktır.

$$C = F_y A_s \qquad \textbf{(12.20a)}$$

$$C = 0.85 f_{ck} A_c \qquad \textbf{(12.20b)}$$

$$C = \sum Q_n \qquad \textbf{(12.20c)}$$

(a) Concrete crushing

$$V' = 0.85 f_c' A_c \qquad \text{(I3-1a)}$$

(b) Tensile yielding of the steel section

$$V' = F_y A_s \qquad \text{(I3-1b)}$$

(c) Shear strength of steel headed stud or steel channel anchors

$$V' = \Sigma Q_n \qquad \text{(I3-1c)}$$

Eğilme Momenti Dayanımı

- Stud Çivilerinin Kayma Dayanımı,

  Beton içine gömülü, başlıklı bir çelik ankrajın karakteristik kayma dayanımı AISC ve TÇY ne göre aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

2a. Strength of Steel Headed Stud Anchors

The *nominal shear strength* of one steel headed stud anchor embedded in a solid concrete slab or in a composite slab with decking shall be determined as follows:

$$Q_n = 0.5 A_{sa} \sqrt{f_c' E_c} \leq R_g R_p A_{sa} F_u \qquad \text{(I8-1)}$$

12.8.2.1 – Başlıklı Çelik Ankrajların Dayanımı

Beton içine gömülü, başlıklı bir çelik ankrajın karakteristik kayma dayanımı **Denk.(12.35)** ile hesaplanacaktır.

$$Q_n = 0.5 A_{sa} \sqrt{f_{ck} E_c} \leq R_g R_p A_{sa} F_u \qquad \textbf{(12.35)}$$

Buradaki terimler aşağıda açıklanmıştır.

A_{sa} : Başlıklı çelik ankrajın enkesit alanı.

E_c : Beton elastisite modülü, (**Denk.12.1**).

f_{ck} : Beton karakteristik basınç dayanımı.

F_u : Başlıklı çelik ankraj malzemesinin karakteristik çekme dayanımı.

R_g : Bir katsayı.

Eğilme Momenti Dayanımı

- Kompozitlik Oranı, PCC

Pozitik eğilme momentinin maksimum ve sıfır olduğu noktalar arasındaki ankraj elemanlarının kayma dayanımları toplamının, ΣQ_n ,betonarme döşemedeki basınç kuvvetine, C, oranıdır.

$$C = F_y A_s \qquad \textbf{(12.20a)}$$

$$C = 0.85 f_{ck} A_c \qquad \textbf{(12.20b)}$$

Eğilme Momenti Dayanımı

- Beton Basınç Bloğunun Derinliği

Beton basınç bloğunun derinliği AISC ve TÇY ye göre aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

Beton basınç bloğunun derinliği, **Denk.(12.19)** ile hesaplanacaktır.

$$a = \frac{C}{0.85 f_{ck} b} \qquad \textbf{(12.19)}$$

The depth of the compression block is

$$a = \frac{C}{0.85 f_c' b} \qquad \text{(C-I3-9)}$$

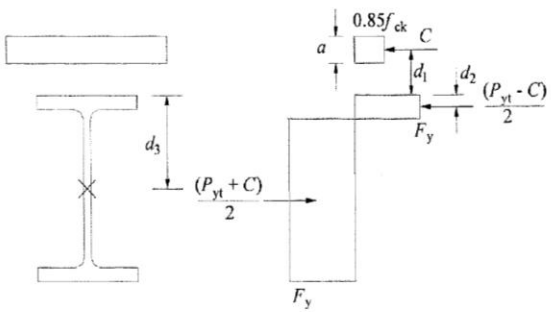
Eğilme Momenti Dayanımı

- Tasarım Eğilme Momenti Dayanımı

Kompozit kirişler için tasarım eğilme momenti dayanımı ASD(GKT) ve LRFD(YDKT) ye göre,

$M_c = Mn/\Omega$ ASD(GKT)

$M_c = \phi Mn$ LRFD(YDKT)



Şekil 12.2 – Kompozit kirişte pozitif eğilme momenti için genel plastik gerilme yayılışı

Şekil 12.2 de genel olarak verilen plastik gerilme yayılışı gözönüne alınarak, *plastik tarafsız eksenin* beton döşemede veya çelik enkesitin başlık veya gövdesi içinde olması durumlarına göre, karakteristik eğilme momenti dayanımı, M_n, **Denk.(12.18)** ile belirlenir.

$$M_n = C(d_1 + d_2) + P_{yt}(d_3 - d_2) \qquad \textbf{(12.18)}$$

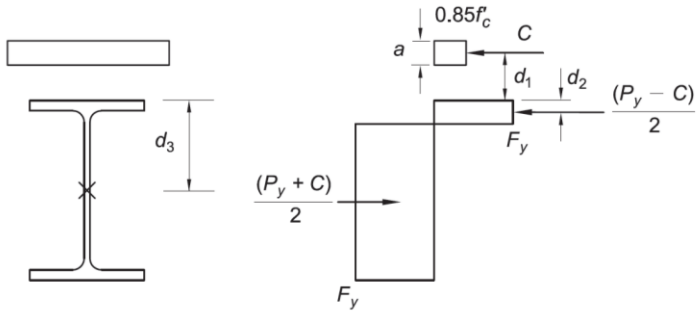


Fig. C-I3.3. Plastic stress distribution for positive moment in composite beams.

$$M_n = C(d_1 + d_2) + P_y(d_3 - d_2) \qquad \text{(C-I3-10)}$$

Eğilme Momenti Dayanımı

- **İnşaat Aşaması Hesabı**

  Yapım aşamasında yükler tasarımda göz önüne alınmaktadır. Yapım aşamasında geçici destekler kullanılmadığında tüm yükler sadece çelik enkesit tarafından taşındığı için eğilme momenti dayanımı kompozit enkesit dikkate alınmaksızın yapılmalıdır.

(a) $L_b \le L_p$ ise bu sınır durumun gözönüne alınmasına gerek yoktur.

Akma sınır durumu için karakteristik eğilme momenti dayanımı, M_n, **Denk.(9.2)** ile hesaplanacaktır.

$$M_n = M_p = F_y W_{px} \qquad \textbf{(9.2)}$$

Buradaki terimler aşağıda açıklanmıştır.

M_n : Karakteristik eğilme momenti dayanımı.

M_p : Plastik eğilme momenti.

F_y : Karakteristik akma gerilmesi.

W_{px} : x-ekseni etrafında plastik mukavemet momenti.

(b) $L_p < L_b \le L_r$ olması durumunda karakteristik eğilme momenti dayanımı, M_n, **Denk.(9.3)** ile hesaplanacaktır.

$$M_n = C_b\left[M_p - (M_p - 0.7F_yW_{ex})\left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right)\right] \le M_p \qquad \textbf{(9.3)}$$

(c) $L_b > L_r$ olması durumunda karakteristik eğilme momenti dayanımı, M_n, **Denk.(9.4)** ile belirlenecektir.

$$M_n = F_{cr}W_{ex} \le M_p \qquad \textbf{(9.4)}$$

Kritik gerilme, F_{cr}, **Denk.(9.5)** ile hesaplanacaktır.

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{i_{ts}}\right)^2} \qquad \textbf{(9.5)}$$

Sehim

- Atalet Momenti,

AISC 360-10 da C-I3-1 formülüne göre alt sınır atalet momenti (lower bound moment of inertia) değeri kullanılarak sehim hesaplanmaktadır

$$I_{LB} = I_s + A_s(Y_{ENA} - d_3)^2 + (\Sigma Q_n / F_y)(2d_3 + d_1 - Y_{ENA})^2 \qquad \text{(C-I3-1)}$$

where

A_s = area of steel cross section, in.^{2} (mm^2)

d_1 = distance from the compression force in the concrete to the top of the steel section, in. (mm)

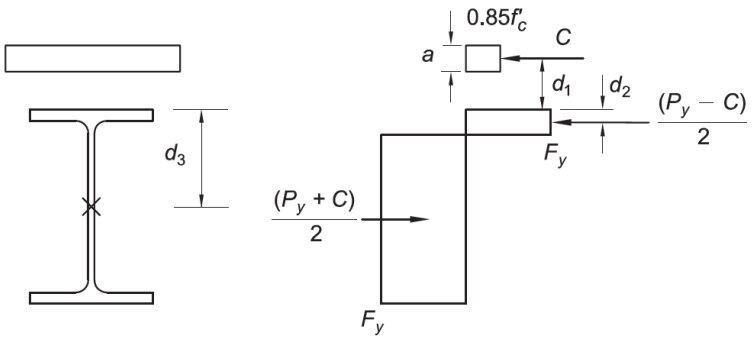
d_3 = distance from the resultant steel tension force for full section tension yield to the top of the steel, in. (mm)

I_{LB} = lower bound moment of inertia, in.^{4} (mm^4)

I_s = moment of inertia for the structural steel section, in.^{4} (mm^4)

ΣQ_n = sum of the nominal strengths of steel anchors between the point of maximum positive moment and the point of zero moment to either side, kips (kN)

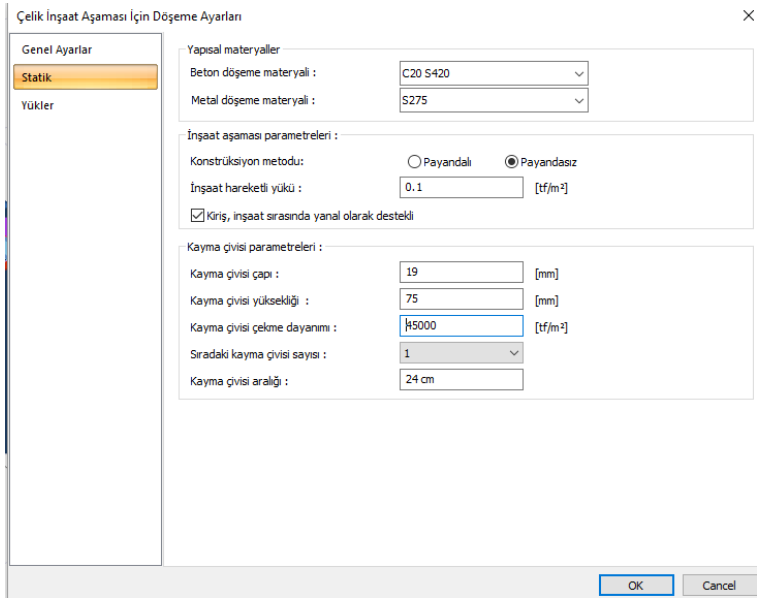
$$Y_{ENA} = [A_s d_3 + (\Sigma Q_n/F_y)(2d_3 + d_1)]/[A_s + (\Sigma Q_n/F_y)], \text{ in. (mm)} \qquad \text{(C-I3-2)}$$

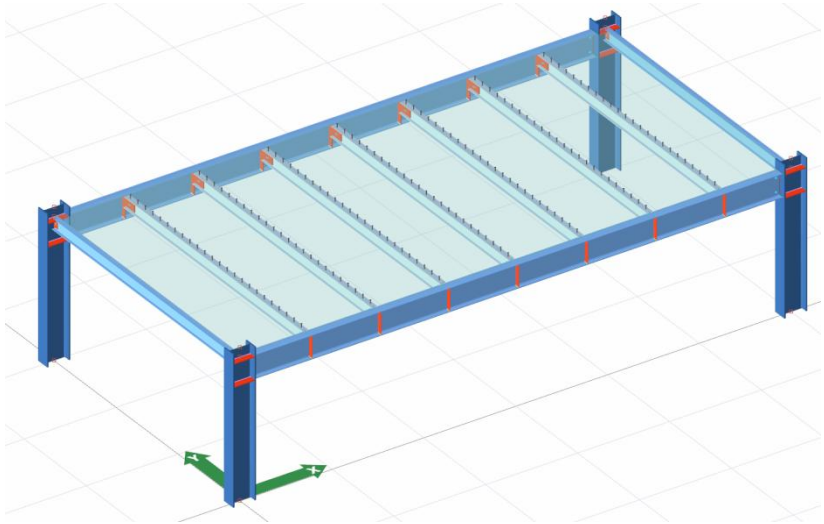


Kompozit Döşeme Örnek

- Örnek 1

d_y=6m açıklıklığında, tali kirişler arası mesafe t_x150 cm, beton döşeme C20, çelik S275, kayma çivisi çapı 19mm, kayma çivisi çekme dayanımı 45000 tf/m^2 , kayma çivisi aralığı 24 cm, döşeme kalınlığı 10 cm olan kompozit döşemenin hesabı.





Kompozit Döşeme Örnek

- Beton Döşeme Etkin Genişliği, b_{eff}

  b_{eff} =min(d_y/4 = 600/4 =1500 mm, t_x = 1500mm) = 1500 mm

- Betonarme Döşemenin Basınç Kuvveti Dayanımı, C

  C = min(F_yxAs , 0,85xf_cxA_c , ΣQ_n) = 1075,78

  F_y x As = 275 x 3911,924 x 0,001 = 1075,78 kN

  0,85 x f_c x A_c =0,85 x 20 x 1500 x 100 x 0,001 = 2550 kN

  ΣQ_n = Rg x Rp x Asa x Fu = 1 x 0,6 x (Π x 19^2 /4) x 441,299 x 0,001 x 15 = 1126,089 kN

- Beton Basınç Bloğunun Derinliği, a

  a = C / (0,85x f_c x b) =1075,78 / (0,85 x 1500) = 42,187 mm

- Tasarım Eğilme Momenti Dayanımı (LRFD)

  Mu =0,9 x F_y x As x y = 1075,78 x (240/2 + 100 - 42,187/2) = 192,580 kNm

- İnşaat Aşaması Hesabı

  Mu =0,9 x F_y x W_{px} = 0,9 x 275 x 366800 = 90,783 kNm

BİZE ULAŞIN

- Telefon ve internet aracılıyla teknik destek
- Program eğitimleri ve kullanıcı seminerleri
- Yardım menüleri ve kullanım kitapları
- Kullanıcı forumu
- Web üzerinden program güncelleme imkanı

Web sitesi: http://www.idecad.com.tr
Kullanıcı forum sitesi: http://www.idecadsupport.com/forum/
Bilgi: ideyapi@ideyapi.com.tr
Satış: satis@ideyapi.com.tr
Teknik destek: destek@ideyapi.com.tr

Şimdi siz de ideCAD® ailesiyle tanışın, planlarınızı gerçeğe dönüştürme fırsatını yakalayın.