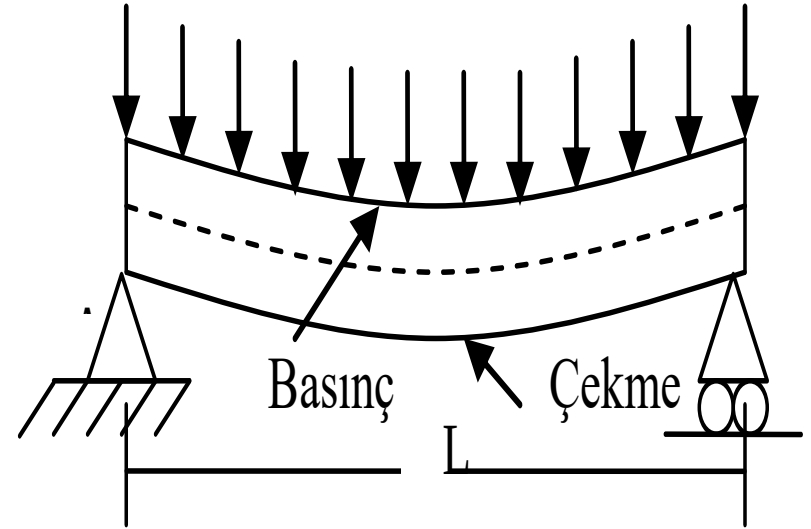
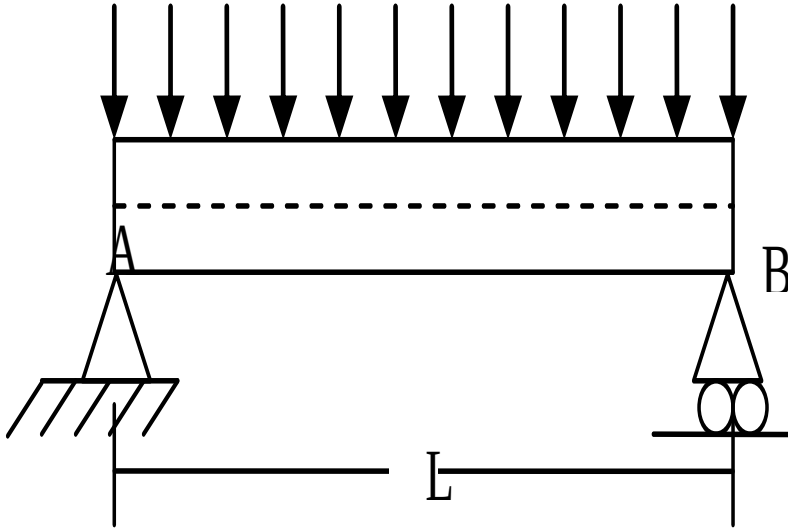


KİRİŞLER

3.5. Kirişlerin Eğilme, Kesme ve Sarkı Yönünden Kontrolü

- Yük etkisi altında kalan bir kiriş

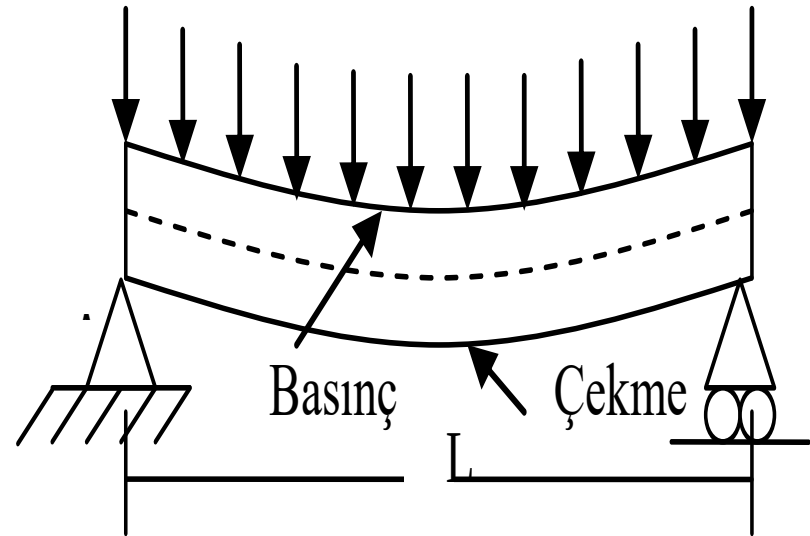
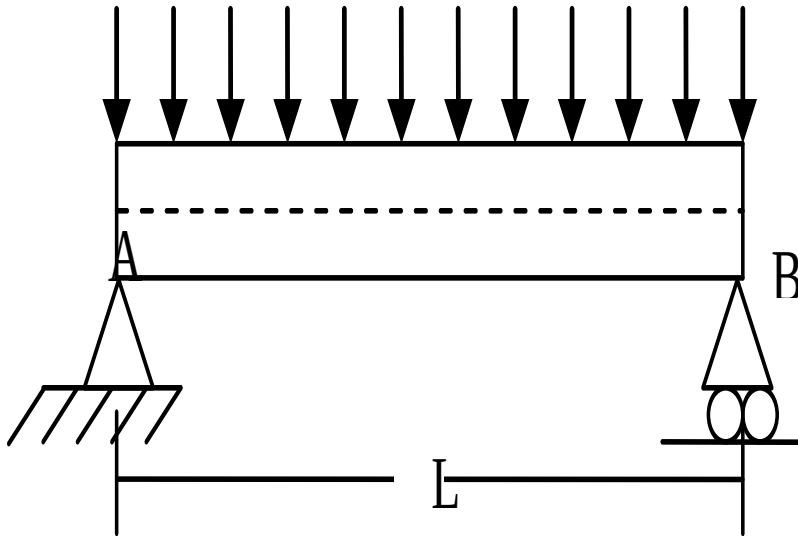


- Üzerine yük geldiği zaman, yük etkisi altında üst yüzeyi konkav alt yüzeyi ise konveks olma eğiliminde

KİRİŞLER

3.5. Kirişlerin Eğilme, Kesme ve Sarkı Yönünden Kontrolü

- Kirişin üst yüzeyinde ve mesnetlerde basınç gerilmeleri, alt yüzeyinde ise çekme gerilmeleri
- Bu nedenle kirişin üst yüzeyindeki lifler basınca maruz kaldığından kısalma eğiliminde, alt yüzeyindeki lifler ise çekmeye maruz kaldığından uzama eğiliminde olması
- Ortadaki bir grup liflerin boyunda bir değişme olmaz.



KİRİŞLER

3.5. Kirişlerin Eğilme, Kesme ve Sarkı Yönünden Kontrolü

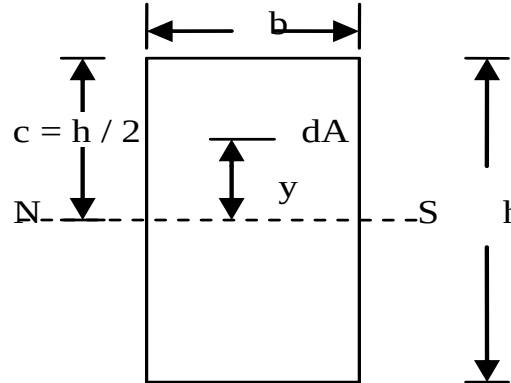
- Kirişte üst kısımdaki liflerin basınca, alt kısımdaki liflerin de çekmeye maruz kaldığı, ortadaki liflerin ise hiçbir gerilmeye maruz kalmadığı bir düzlem düşünülürse, bu düzleme **tarafsız düzlem** denir.
- Tarafsız düzlem kesit üzerinde bir hat halinde görünecektir. Bu hatta **tarafsız eksen** denir.
- Tarafsız eksen kesitlerin sentroidinden geçer.
- Yani kirişin üst ve alt yüzeyleri arasında eğilme esnasında hiçbir gerilmeye maruz kalmayan, gerilmenin sıfır olduğu eğrisel yüzeye **tarafsız yüzey**,
- Bu yüzey üzerinde ve kiriş kesiti ağırlık merkezlerini birleştiren doğruya **tarafsız eksen** denir.

KİRİŞLER

3.5. Kirişlerin Eğilme, Kesme ve Sarkı Yönünden Kontrolü

Atalet Momenti:

- Geniřlięi b ve derinliği h olan bir dikdörtgen kesitte tarafsız eksenden y mesafede küçük bir dA alanı göz önüne alınsın



- Bu alanın tarafsız eksenden olan mesafesinin karesi ile çarpımı dAy^2 olur.
- Bu elemanter alan son derece küçük ise, alanda sonsuz dA vardır.
- Bu alanların tarafsız eksene olan maksimum uzaklığı $h/2$ dir.

KİRİŞLER

3.5. Kirişlerin Eğilme, Kesme ve Sarkı Yönünden Kontrolü

Atalet Momenti:

- Elemanter alanların, tarafsız eksenenden olan uzaklıklarının kareleri ile çarpımı atalet momentini verir ve I harfi ile gösterilir.
- Kullanılan birim cm ise, atalet momentinin boyutu cm^4 dür. Bu durumda dikdörtgen kesitin tarafsız eksene göre atalet momentini:

$$I = b \cdot h^3 / 12$$

KİRİŞLER

3.5.1. Kirişlerin eğilme yönünden kontrolü

$$M_M = \sigma_{em} * Z$$

$$M_M = \sigma_{em} * (I / c)$$

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^3 / 12 / (h / 2))$$

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6)$$

$$\mathbf{M_M} \geq \mathbf{M_D} \text{ ve } h \leq 1.4 * b \quad \text{olmalıdır.}$$

Eşitliklerde;

M_M : Mukavemet momenti (kiriş kesitinde oluşan eğilme gerilmelerinin toplamı)

M_D : Kirişin maksimum eğilme momenti

Z : Kesit modülü

I : Atalet momenti

σ_{em} : Emniyet gerilmesi

KİRİŞLER

3.5.2. Kirişlerin kayma yönünden kontrolü

$\tau_{yk} = 1.5 * (T / A)$ Yatay kayma (*Dikdörtgen kesit için*)

$\tau_{yk} < \tau_{yk-em}$ olmalıdır.

$\tau_{dk} = (T / A)$ Düşey kayma (*Dikdörtgen kesit için*)

$\tau_{dk} < \tau_{dk-em}$ olmalıdır.

Eşitliklerde;

τ_{yk} : Yatay kayma (kesme) gerilmesi

τ_{dk} : Düşey kayma (kesme) gerilmesi

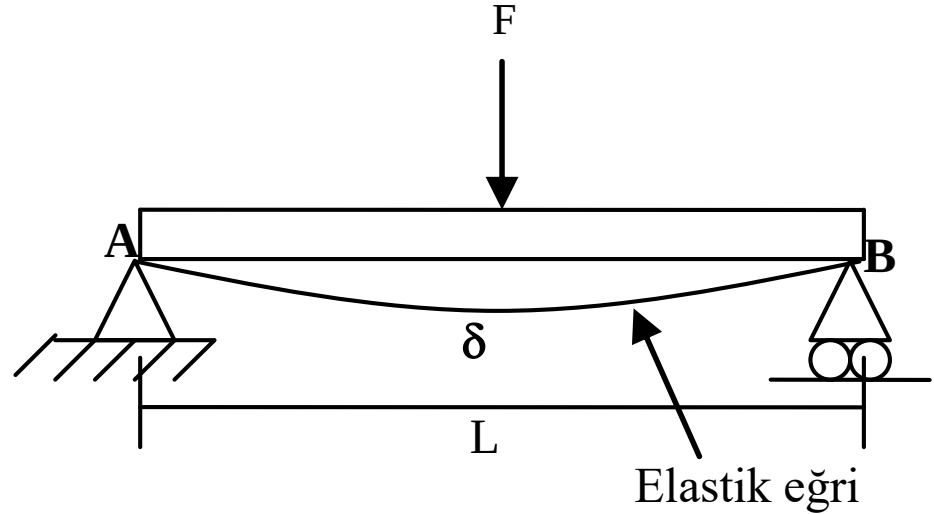
T : Maksimum kesme kuvveti

A : Kesit alanı

KİRİŞLER

3.5.3. Kirişlerin sarkı (defleksiyon) yönünden kontrolü

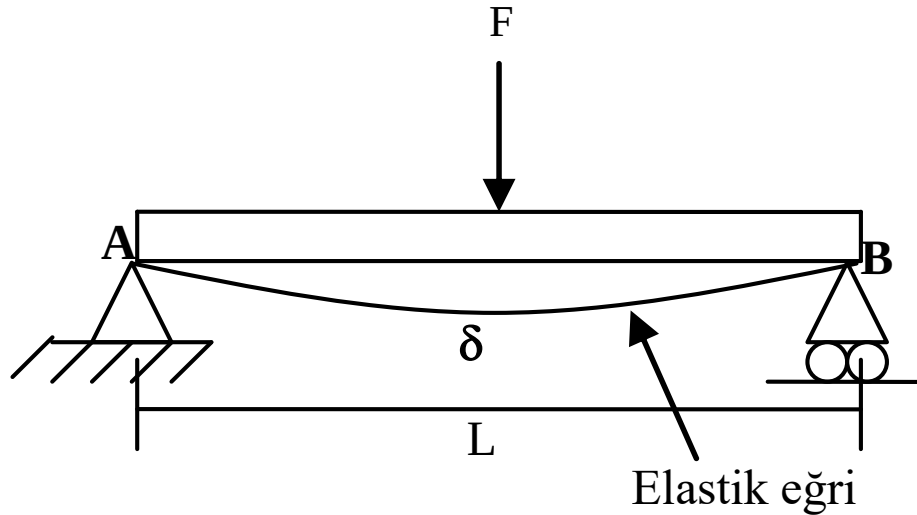
- Kirişler yük etkisi altında eğilir yada şekil değiştirir.
- Kirişin üzerine gelen yükün etkisi altında eğilmesi esnasında tarafsız yüzey üzerindeki bir noktanın düşey doğrultuda aldığı mesafe “sarkı” olarak tanımlanır.
- Tarafsız düzlemin düşey düzlem üzerindeki izdüşümüne de “elastik eğri” denir.



KİRİŞLER

3.5.3. Kirişlerin sarkı (defleksiyon) yönünden kontrolü

- Uygulamada ortaya çıkan sarkının genellikle kiriş açıklığının 1/200 ile 1/400 arasında olması istenir.



Yük etkisi altında oluşan sarkı (δ) ve izin verilen sarkı (sarkı limiti) (Δ) kiriş tipi ve yük durumuna göre hesaplanır.

$\delta \leq \Delta$ olmalıdır.

KİRİŞLER

Örnek 3.15. Dikdörtgen kesitli bir kiriş $M_M = 4\text{tm}$ 'lik bir eğilme momenti taşıyacaktır. $\sigma_{em} = 100 \text{ kg/cm}^2$ olduğuna göre kirişin kesitini belirleyiniz.

Çözüm:

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6) \text{ ve } h \leq 1,4 * b \text{ olmalıdır.}$$

Bu durumda

$$400000 \text{ kg.cm} = 100 \text{ kg/cm}^2 * (b * (1,4 * b)^2 / 6)$$

$$b^3 = (400000 \text{ kg.cm} * 6) / (1,96 * 100 \text{ kg/cm}^2)$$

$$b = 23,05 \text{ cm}$$

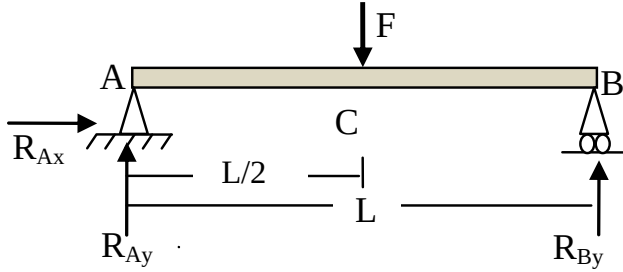
$$h = 1,4 * b \text{ ise}$$

$$h = 1,4 * 23,05 \text{ cm} = 32,26 \text{ cm}$$

Bu durumda kiriş kesiti: 24cm x 33cm olarak bulunur.

KİRİŞLER

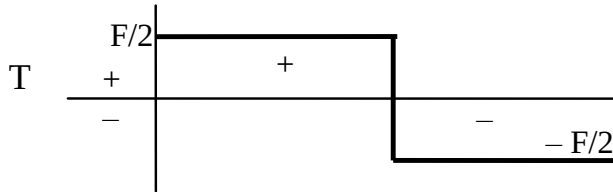
Basit Kiriş - Tekil Yük



Mesnet reaksiyonları

$$R_{Ax} = 0$$

$$R_{Ay} = R_{By} = F / 2$$



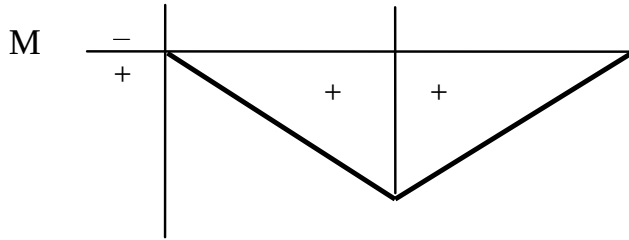
Kesme kuvveti diyagramı

$$T = R_{Ay} - F = 0$$

$$x = 0 \text{ için } T = F / 2$$

$$x = L/2 \text{ için } T = 0$$

$$x = L \text{ için } T = F/2 - F \text{ ve } T = -F/2$$



Eğilme momenti diyagramı

$$M = R_{Ay} * x = F / 2 * x$$

$$x = 0 \text{ için } M = 0$$

$$x = L/2 \text{ için } M = F * L / 4$$

$$x = L \text{ için } M = 0$$

KİRİŞLER

Basit Kiriş – Tekil Yük

Eğilme yönünden

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6) \quad \text{ve} \quad MD = F * L / 4$$
$$h \leq 1,4 * b \quad \text{ve} \quad M_M \geq M_D \quad \text{olmalıdır.}$$

Yatay ve düşey kayma yönünden

$$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A) \quad \text{Yatay kayma (Dikdörtgen kesit için)}$$

$$\tau_{yk} = 1,5 * [T / (b * h)] \quad (T = F / 2)$$

$$\tau_{dk} = (T / A)$$

$$\tau_{dk} = T / (b * h) \quad \text{Düşey kayma (Dikdörtgen kesit için)}$$

Sarkı (sehim) yönünden

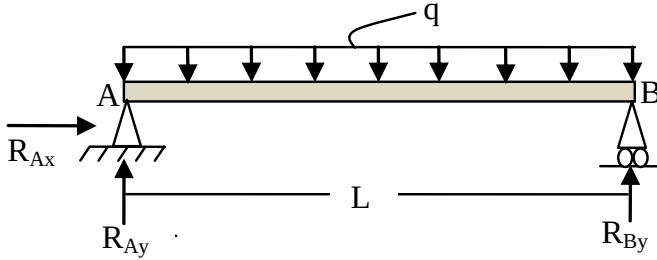
$$\text{Yük etkisi altında oluşan sarkı: } \delta = (F * L^3) / (48 * E * I)$$

$$\text{İzin verilen sarkı (sarkı limiti): } \Delta = (1 / 375) * L$$

$$\delta \leq \Delta \quad \text{olmalıdır.} \quad I = (bh^3 / 12) \quad E = \text{Elastisite modülü}$$

KİRİŞLER

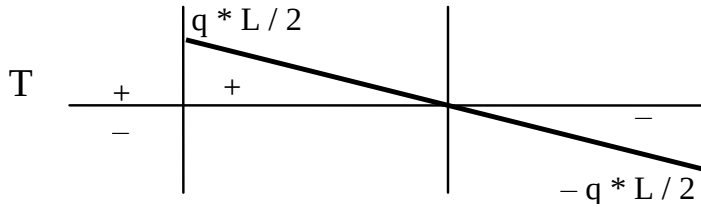
Basit Kiriş - Yayılı Yük



Mesnet Reaksiyonları

$$R_{Ax} = 0$$

$$R_{Ay} = R_{By} = q * L / 2$$



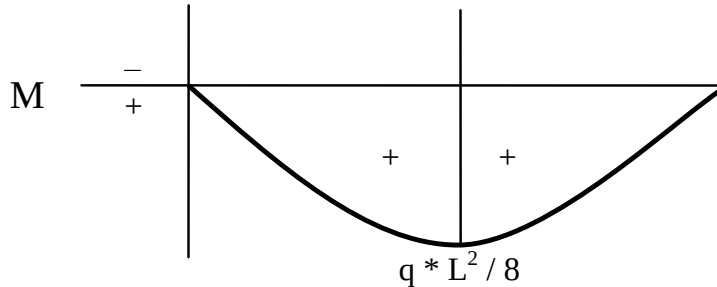
Kesme Kuvveti Diyagramı

$$T = (q * L / 2) - q * x$$

$$x = 0 \text{ için } T = q * L / 2$$

$$x = L/2 \text{ için } T = 0$$

$$x = L \text{ için } T = -q * L / 2$$



Eğilme Momenti Diyagramı

$$M = R_{Ay} * x - q * x * (x/2)$$

$$x = 0 \text{ için } M = 0$$

$$x = L/2 \text{ için } M = q * L^2 / 8$$

$$x = L \text{ için } M = 0$$

KİRİŞLER

Basit Kiriş – Yayılı Yük

Eğilme yönünden

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6)$$

ve

$$M_D = q * L^2 / 8$$

$$h \leq 1,4 b$$

ve

$$M_M \geq M_D \quad \text{olmalıdır.}$$

Yatay ve düşey kayma yönünden

$$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A)$$

Yatay kayma (Dikdörtgen kesit için)

$$\tau_{yk} = 1,5 * [T / (b * h)]$$

$$(T = q * L / 2)$$

$$\tau_{dk} = (T / A)$$

Düşey kayma (Dikdörtgen kesit için)

$$\tau_{dk} = T / (b * h)$$

Sarkı (sehim) yönünden

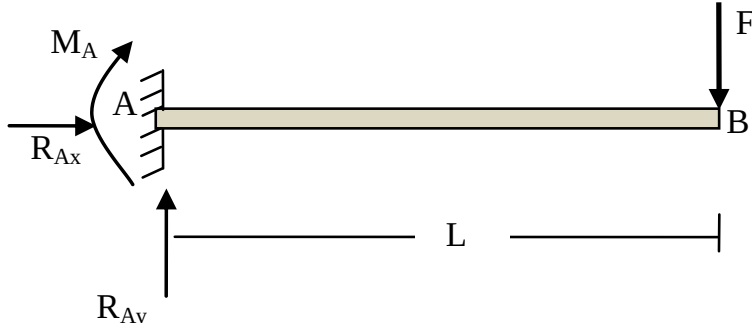
$$\text{Yük etkisi altında oluşan sarkı : } \delta = (5 * q * L^4) / (384 * E * I)$$

$$\text{İzin verilen sarkı (sarkı limiti) : } \Delta = (1 / 375) * L$$

$$\delta \leq \Delta \quad \text{olmalıdır.} \quad I = (bh^3 / 12) \quad E = \text{Elastisite modülü}$$

KİRİŞLER

Konsol (Ankastre) Kiriş – Tekil Yük

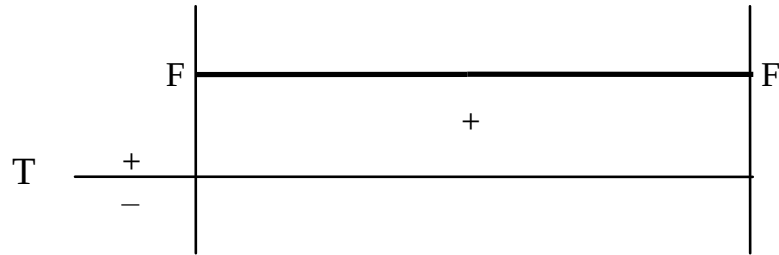


Mesnet Reaksiyonları

$$R_{Ax} = 0$$

$$R_{Ay} = F$$

$$M_A = -F * L$$



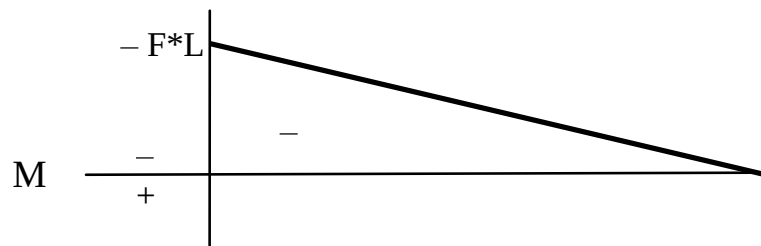
Kesme Kuvveti Diyagramı

$$T = R_{Ay} = F$$

$$x = 0 \text{ için } T = F$$

$$x = L/2 \text{ için } T = F$$

$$x = L \text{ için } T = F$$



Eğilme Momenti Diyagramı

$$M = F * x - F * L$$

$$x = 0 \text{ için } M = -F * L$$

$$x = L \text{ için } M = 0$$

KİRİŞLER

Konsol Kiriş – Tekil Yük

Eğilme yönünden

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6) \quad \text{ve} \quad M_D = F * L$$
$$h \leq 1,4 * b \quad \text{ve} \quad M_M \geq M_D \quad \text{olmalıdır.}$$

Yatay ve düşey kayma yönünden

$$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A) \quad \text{Yatay kayma (Dikdörtgen kesit için)}$$
$$\tau_{yk} = 1,5 * [T / (b * h)] \quad (T = F)$$
$$\tau_{dk} = (T / A) \quad \text{Düşey kayma (Dikdörtgen kesit için)}$$
$$\tau_{dk} = T / (b * h)$$

Sarkı (sehim) yönünden

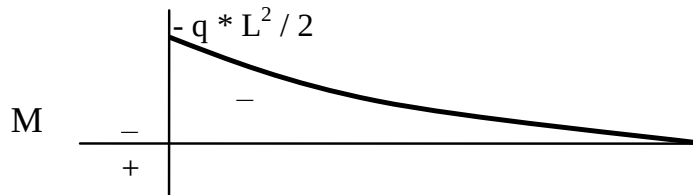
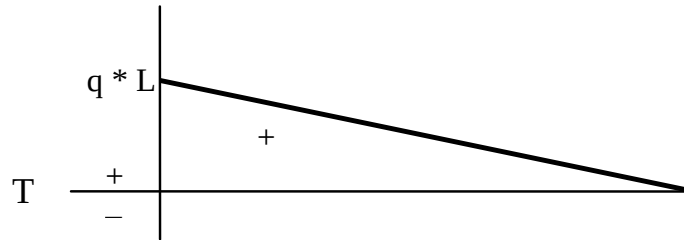
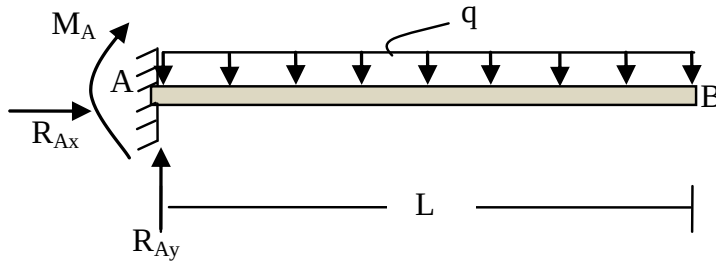
Yük etkisi altında oluşan sarkı : $\delta = (F * L^3) / (3 * E * I)$

İzin verilen sarkı (sarkı limiti) : $\Delta = (1 / 200) * L$

$\delta \leq \Delta$ olmalıdır. $I = (bh^3 / 12)$ $E = \text{Elastisite modülü}$

KİRİŞLER

Konsol (Ankastre) Kiriş – Yayılı Yük



Mesnet Reaksiyonları

$$R_{Ax} = 0$$

$$R_{Ay} = q * L$$

$$M_A = - q * L^2 / 2$$

Kesme Kuvveti Diyagramı

$$T = q * L - q * x$$

$$x = 0 \text{ için } T = q * L$$

$$x = L \text{ için } T = 0$$

Eğilme Momenti Diyagramı

$$M = (- q * x / 2) + (q * L * x) - (q * L^2 / 2)$$

$$x = 0 \text{ için } M = - q * L^2 / 2$$

$$x = L \text{ için } M = 0$$

KİRİŞLER

Konsol Kiriş – Yayılı Yük

Eğilme yönünden

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6) \quad ve$$

$$h \leq 1,4 * b$$

ve

$$M_D = q * L^2 / 2$$

$$M_M \geq M_D \quad olmalıdır.$$

Yatay ve düşey kayma yönünden

$$\tau_{yk} = 1,5 * [T / A]$$

Yatay kayma (Dikdörtgen kesit için)

$$\tau_{yk} = 1,5 * [T / (b * h)]$$

$$(T = q * L)$$

$$\tau_{dk} = (T / A)$$

Düşey kayma (Dikdörtgen kesit için)

$$\tau_{dk} = T / (b * h)$$

Sarkı (sehim) yönünden

$$\text{Yük etkisi altında oluşan sarkı : } \delta = (q * L^4) / (8 * E * I)$$

$$\text{İzin verilen sarkı (sarkı limiti) : } \Delta = (1 / 250) * L$$

$$\delta \leq \Delta \quad olmalıdır. \quad I = (b * h^3 / 12) \quad E = \text{Elastisite modülü}$$

KİRİŞLER

Örnek 3.16. Şekildeki gibi $F = 600\text{kg}$ tekil yükle yüklenmiş basit kirişin:

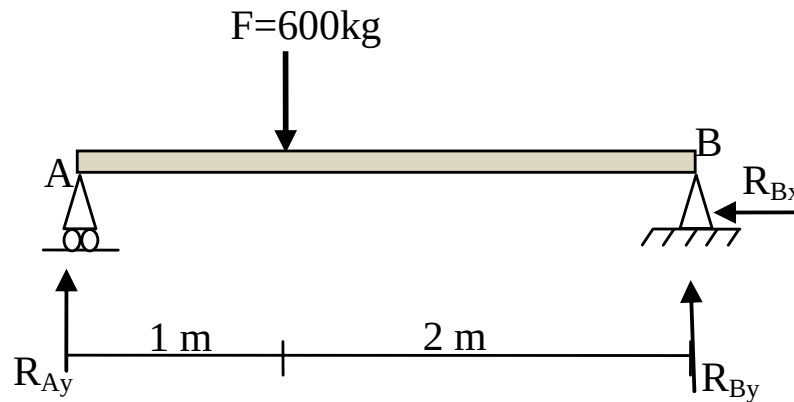
a) Reaksiyon kuvvetlerini hesaplayarak kesme kuvveti (T) ve eğilme momenti (M) diyagramlarını çiziniz.

b) Kirişi eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projeleyiniz ve belirlenen kesiti yatay kayma ve sarkı yönünden kontrol ediniz.

Verilenler:

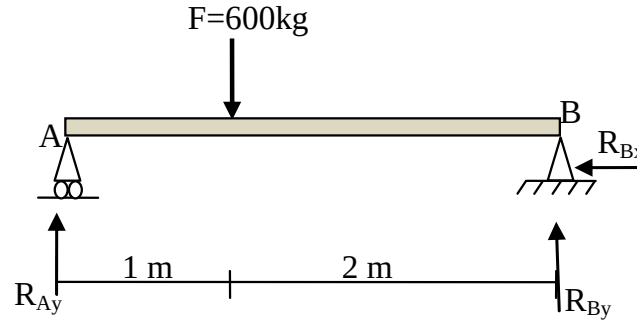
$$\delta = 1/48 * (F * L^3)/(E * I), \quad \Delta = (1/375) * L, \quad \sigma_{eğ-em} = 90 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\tau_{yk-em} = 7 \text{ kg/cm}^2, \quad E = 105 \text{ kg/cm}^2, \quad \tau_{dk-em} = 40 \text{ kg/cm}^2$$



Örnek 3.16. (devamı)

a) Reaksiyon kuvvetleri ve kesme kuvveti (T) ve eğilme momenti (M) diyagramlarının belirlenmesi.



Mesnet Reaksiyonları

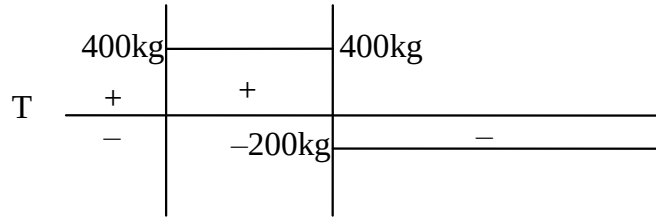
$$+\circlearrowleft \Sigma M_A = 0 \text{ ise}$$

$$(R_{Ay} * 0) + (600\text{kg} * 1\text{m}) - (R_{By} * 3\text{m}) = 0$$

$$R_{By} = 600\text{kg} / 3\text{m} = 200\text{kg}$$

$$+\rightarrow \Sigma F_x = 0 \text{ ise } R_{Bx} = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0 \text{ ise } R_{Ay} - 600\text{kg} + 200\text{kg} = 0 \quad R_{Ay} = 400\text{kg}$$



Kesme Kuvveti Diyagramı

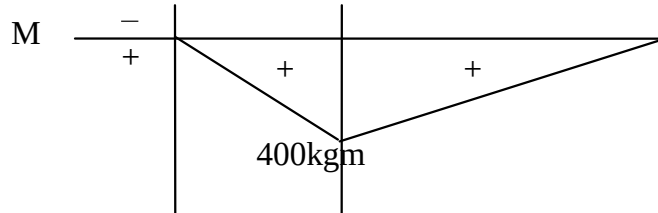
$$T = R_{Ay} = 400\text{kg}$$

$$x = 0 \text{ ve } 1\text{m için } T = 400\text{kg}$$

$$T = R_{Ay} - F$$

$$T = 400\text{kg} - 600\text{kg} = -200\text{kg}$$

$$x = 1\text{m ve } 3\text{m için } T = -200\text{kg}$$



Eğilme Momenti Diyagramı

$$M = R_{Ay} * x = 400\text{kg} * x$$

$$x = 0 \text{ için } M = 0$$

$$x = 1\text{m için } M = 400\text{kgm}$$

$$M = 400\text{kg} * x - 600\text{kg} * (x - 1\text{m})$$

$$x = 3\text{m için } M = 0$$

Örnek 3.16.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Eğilme yönünden kontrol

$M_D = 400 \text{ kgm}$ (kirişin maksimum eğilme momenti)

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6)$$

$M_M \geq M_D$ ve $h \leq 1,4 * b$ ise

$$40000 \text{ kg.cm} = 90 \text{ kg/cm}^2 * [b * (1,4 * b)^2 / 6]$$

$$b^3 = (40000 \text{ kg.cm} * 6) / (1,96 * 90 \text{ kg/cm}^2) \text{ ise } b = 11,08 \text{ cm}$$

$$h = 1,4 * b \text{ ise } h = 1,4 * 11,08 \text{ cm} = 15,51 \text{ cm}$$

Kiriş kesiti $12 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$ olmalıdır.

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6) = 90 \text{ kg/cm}^2 * [(12 \text{ cm} * (16 \text{ cm})^2 / 6)] = 46080 \text{ kg.cm}$$

$$M_M = 460,8 \text{ kgm} > M_D = 400 \text{ kgm}$$

(seçilen kesit eğilme yönünden emniyetlidir)

Örnek 3.16.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Yatay ve düşey kayma yönünden

$$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A) = 1,5 * [T / (b * h)]$$

$$\tau_{yk} = 1,5 * [400kg / (12cm * 16cm)] = 3,13 kg/cm^2 \text{ (Yatay kayma)}$$

$$\tau_{yk} = 3,13 kg/cm^2 < \tau_{yk-em} = 7 kg/cm^2$$

(yatay kayma yönünden emniyetlidir)

$$\tau_{dk} = (T / A) = T / (b * h)$$

$$\tau_{dk} = 400kg / (12cm * 16cm) = 2,08 kg/cm^2 \text{ (Düşey kayma)}$$

$$\tau_{dk} = 2,08 kg/cm^2 < \tau_{dk-em} = 40 kg/cm^2$$

(düşey kayma yönünden emniyetlidir)

Örnek 3.16.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Sarkı (sehim) yönünden

Yük etkisi altında oluşan sarkı

$$\delta = (1/48) * (F * L^3) / (E * I)$$

$$\delta = (1/48) * [600kg * (300cm)^3] / [105kg/cm^2 * (12cm * (16cm)^3 / 12)]$$

$$\delta = 0,82 \text{ cm}$$

İzin verilen sarkı (sarkı limiti)

$$\Delta = (1 / 375) * L = (1 / 375) * 300cm = 0,80 \text{ cm}$$

$$\delta = 0,82cm > \Delta = 0,80cm \text{ (sarkı yönünden emniyetsizdir)}$$

KİRİŞLER

Örnek 3.17. Şekildeki gibi $q = 1 \text{ t/m}$ yayılı yükü yüklenmiş basit kirişin:

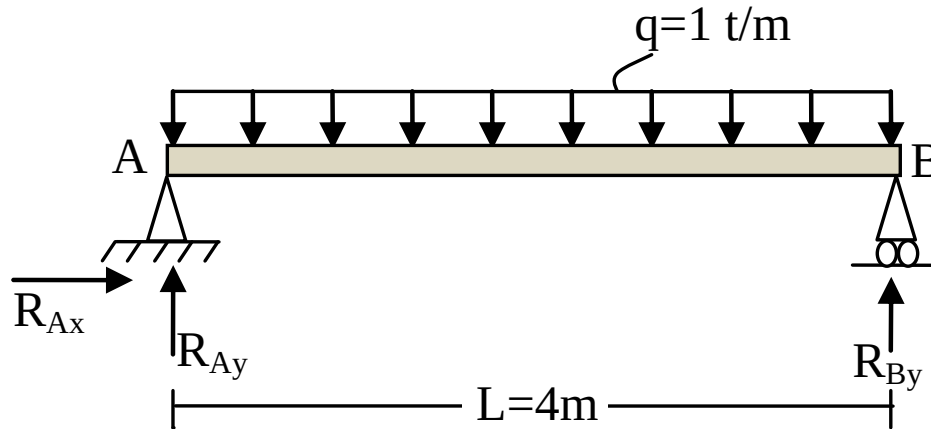
a) Reaksiyon kuvvetlerini hesaplayarak kesme kuvveti (T) ve eğilme momenti (M) diyagramlarını çizin.

b) Kirişi eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projeleyiniz ve belirlenen kesiti yatay kayma ve sarkı yönünden kontrol ediniz.

Verilenler:

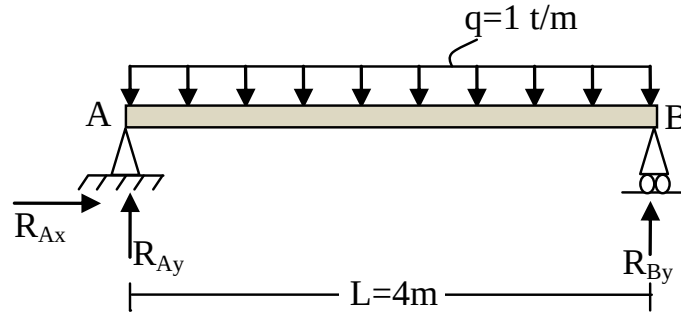
$$\delta = (5/384) * (q * L^4)/(E * I), \quad \Delta = (1/375) * L, \quad \sigma_{eğ-em} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{yk-em} = 7 \text{ kg/cm}^2, \quad E = 105 \text{ kg/cm}^2, \quad \tau_{dk-em} = 40 \text{ kg/cm}^2$$



Örnek 3.17. (devamı)

a) Reaksiyon kuvvetleri ve kesme kuvveti (T) ve eğilme momenti (M) diyagramları



Mesnet Reaksiyonları

$$+\circlearrowleft \Sigma M = 0 \text{ ise}$$

$$(R_{Ay} * 0) + [1t/m * 4m * (4m/2)] - (R_{By} * 4m) = 0$$

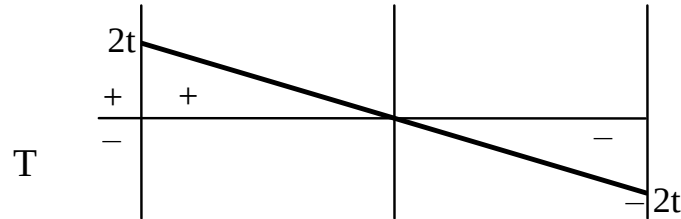
$$R_{By} = 2t$$

$$+\rightarrow \Sigma F_x = 0 \text{ ise } R_{Ax} = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0 \text{ ise}$$

$$R_{Ay} - 1t/m * 4m + 2t = 0$$

$$R_{Ay} = 2t$$



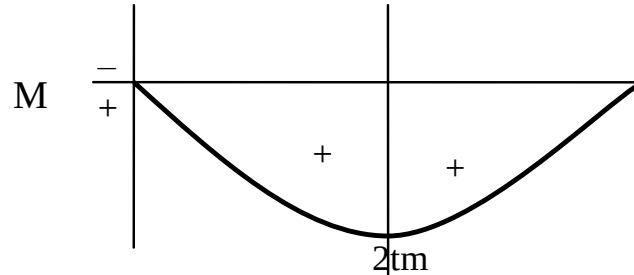
Kesme Kuvveti Diyagramı

$$T = 2t - 1t/m * x$$

$$x = 0 \text{ için } T = 2t$$

$$x = 2m \text{ için } T = 0$$

$$x = 4m \text{ için } T = -2t$$



Eğilme Momenti Diyagramı

$$M = 2t * x - 0,5t/m * x^2$$

$$x = 0 \text{ için } M = 0$$

$$x = 2m \text{ için } M = 2tm$$

$$x = 4m \text{ için } M = 0$$

Örnek 3.17.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Eğilme yönünden kontrol

$M_D = 2 \text{ tm}$ (kirişin maksimum eğilme momenti)

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6)$$

$M_M \geq M_D$ ve $h \leq 1,4 * b$ ise

$$200000 \text{ kg.cm} = 100 \text{ kg/cm}^2 * [b * (1,4 * b)^2 / 6]$$

$$b^3 = (200000 \text{ kg.cm} * 6) / (1,96 * 100 \text{ kg/cm}^2) \text{ ise } b = 18,30 \text{ cm}$$

$$h = 1,4 * b \text{ ise } h = 1,4 * 18,30 \text{ cm} = 25,62 \text{ cm}$$

Kiriş kesiti 19cm * 26cm olmalıdır.

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6) = 100 \text{ kg/cm}^2 * [(19 \text{ cm} * (26 \text{ cm})^2 / 6)] = 214067 \text{ kg.cm}$$

$$M_M = 2,14 \text{ tm} > M_D = 2 \text{ tm} (\text{seçilen kesit eğilme yönünden emniyetlidir})$$

Örnek 3.17.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Yatay ve düşey kayma yönünden

$$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A) = 1,5 * [T / (b * h)]$$

$$\tau_{yk} = 1,5 * [2000kg / (19cm * 26cm)] = 6,07 kg/cm^2 \quad (\text{Yatay kayma})$$

$$\tau_{yk} = 6,07 kg/cm^2 < \tau_{yk-em} = 7 kg/cm^2$$

(yatay kayma yönünden emniyetlidir)

$$\tau_{dk} = (T / A) = T / (b * h)$$

$$\tau_{dk} = 2000kg / (19cm * 26cm) = 4,05 kg/cm^2 \quad (\text{Düşey kayma})$$

$$\tau_{dk} = 4,05 kg/cm^2 < \tau_{dk-em} = 40 kg/cm^2$$

(düşey kayma yönünden emniyetlidir)

Örnek 3.17.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Sarkı (sehim) yönünden

Yük etkisi altında oluşan sarkı

$$\delta = (5 / 384) * (q * L^4) / (E * I)$$

$$\delta = (5/384) * [10kg/cm * (400cm)^4] / [105kg/cm^2 * (19cm * (26cm)^3 / 12)]$$

$$\delta = 1,20 \text{ cm}$$

İzin verilen sarkı (sarkı limiti)

$$\Delta = (1 / 375) * L = (1 / 375) * 400cm = 1,07 \text{ cm}$$

$$\delta = 1,20cm > \Delta = 1,07cm \text{ (sarkı yönünden emniyetsizdir)}$$

KİRİŞLER

Örnek 3.18. Şekildeki gibi $F = 2t$ tekil yükle yüklenmiş konsol kirişin:

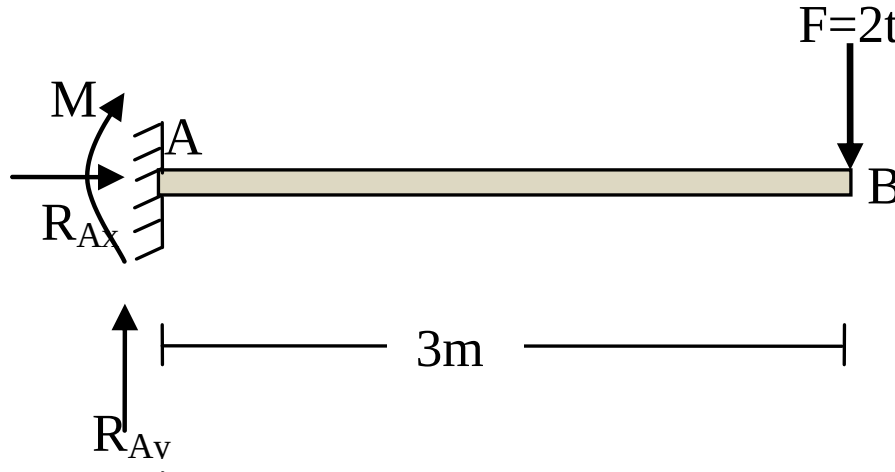
a) Reaksiyon kuvvetlerini hesaplayarak kesme kuvveti (T) ve eğilme momenti (M) diyagramlarını çiziniz.

b) Kirişi eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projeleyiniz ve belirlenen kesiti yatay kayma ve sarkı yönünden kontrol ediniz.

Verilenler:

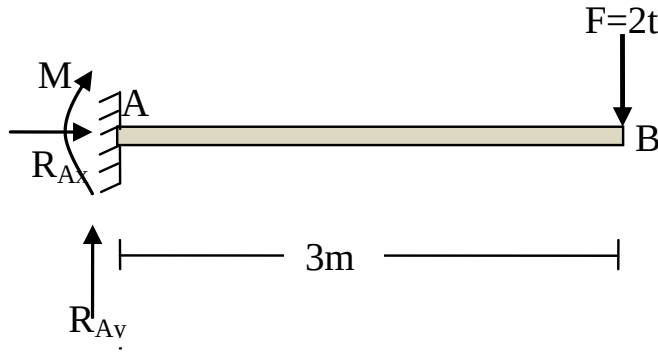
$$\delta = (1/3) * (F * L^3)/(E * I), \quad \Delta = (1/200) * L, \quad \sigma_{eğ-em} = 90 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\tau_{yk-em} = 6 \text{ kg/cm}^2, \quad E = 105 \text{ kg/cm}^2, \quad \tau_{dk-em} = 20 \text{ kg/cm}^2$$



Örnek 3.18. (devamı)

a) Reaksiyon kuvvetleri ve kesme kuvveti (T) ve eğilme momenti (M) diyagramları



Mesnet Reaksiyonları

$$+\curvearrowright \Sigma M = 0 \text{ ise}$$

$$M_A + (R_{Ay} * 0) + (2t * 3m) = 0$$

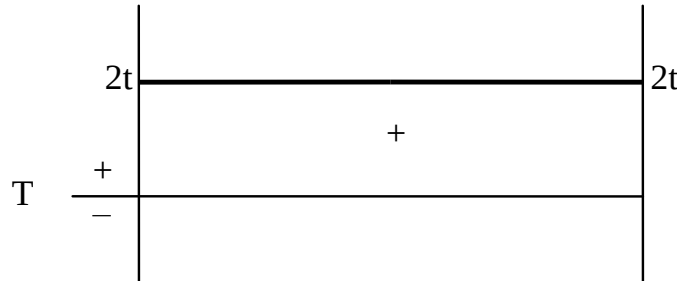
$$M_A = -6 \text{ tm}$$

$$+\rightarrow \Sigma F_x = 0 \text{ ise}$$

$$R_{Ax} = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0 \text{ ise } R_{Ay} - 2t = 0$$

$$R_{Ay} = 2t$$

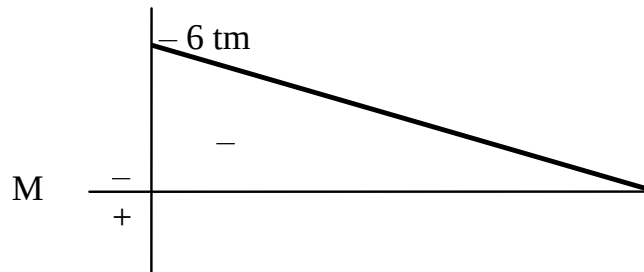


Kesme Kuvveti Diyagramı

$$T = R_{Ay} = 2t$$

$$x = 0 \text{ için } T = 2t$$

$$x = 3 \text{ için } T = 2t$$



Eğilme Momenti Diyagramı

$$M = 2t * x - 6tm$$

$$x = 0 \text{ için } M = -6tm$$

$$x = 3 \text{ için } M = 0$$

Örnek 3.18.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Eğilme yönünden kontrol

$M_D = 6 \text{ tm}$ (kirişin maksimum eğilme momenti)

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6)$$

$M_M \geq M_D$ ve $h \leq 1,4 * b$ ise

$$600000 \text{ kg.cm} = 90 \text{ kg/cm}^2 * [b * (1,4 * b)^2 / 6]$$

$$b^3 = (600000 \text{ kg.cm} * 6) / (1,96 * 90 \text{ kg/cm}^2) \text{ ise } b = 27,33 \text{ cm}$$

$$h = 1,4 * b \text{ ise } h = 1,4 * 27,33 \text{ cm} = 38,26 \text{ cm}$$

Kiriş kesiti $28 \text{ cm} * 39 \text{ cm}$ olmalıdır.

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6) = 90 \text{ kg/cm}^2 * [(28 \text{ cm} * (39 \text{ cm})^2 / 6] = 638820 \text{ kg.cm}$$

$$M_M = 6,39 \text{ tm} > M_D = 6 \text{ tm} \text{ (seçilen kesit eğilme yönünden emniyetlidir)}$$

Örnek 3.18.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Yatay ve düşey kayma yönünden

$$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A) = 1,5 * [T / (b * h)]$$

$$\tau_{yk} = 1,5 * [2000kg / (28cm * 39cm)] = 2,75 kg/cm^2 \text{ (Yatay kayma)}$$

$$\tau_{yk} = 2,75 kg/cm^2 < \tau_{yk-em} = 6 kg/cm^2$$

(yatay kayma yönünden emniyetlidir)

$$\tau_{dk} = (T / A) = T / (b * h)$$

$$\tau_{dk} = 2000kg / (28cm * 39cm) = 1,83 kg/cm^2 \text{ (Düşey kayma)}$$

$$\tau_{dk} = 1,83 kg/cm^2 < \tau_{yk-em} = 20 kg/cm^2$$

(düşey kayma yönünden emniyetlidir)

Örnek 3.18.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Sarkı (sehim) yönünden

Yük etkisi altında oluşan sarkı

$$\delta = (1 / 3) * (F * L^3) / (E * I)$$

$$\delta = (1/3) * [2000kg * (300cm)^3] / [105kg/cm^2 * (28cm * (39cm)^3 / 12)]$$

$$\delta = 1,30 \text{ cm}$$

İzin verilen sarkı (sarkı limiti)

$$\Delta = (1 / 200) * L = (1 / 200) * 300cm = 1,50 \text{ cm}$$

$$\delta = 1,30cm < \Delta = 1,50cm(\text{sarkı yönünden emniyetlidir})$$

KİRİŞLER

Örnek 3.19. Şekildeki gibi $q = 1\text{t/m}$ yayılı yükü yüklenmiş konsol kirişin:

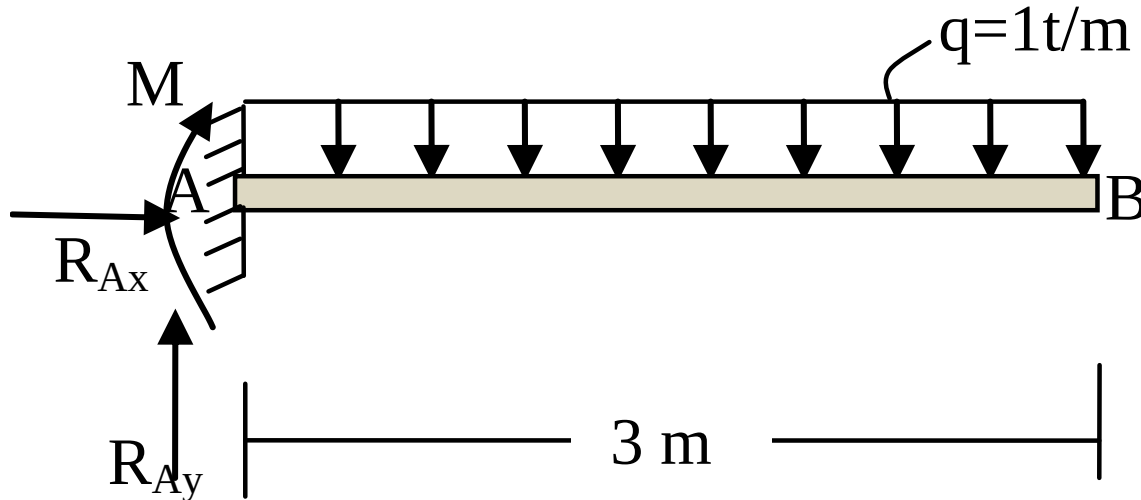
a) Reaksiyon kuvvetlerini hesaplayarak kesme kuvveti (T) ve eğilme momenti (M) diyagramlarını çiziniz.

b) Kirişi eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projeleyiniz ve belirlenen kesiti yatay kayma ve sarkı yönünden kontrol ediniz.

Verilenler:

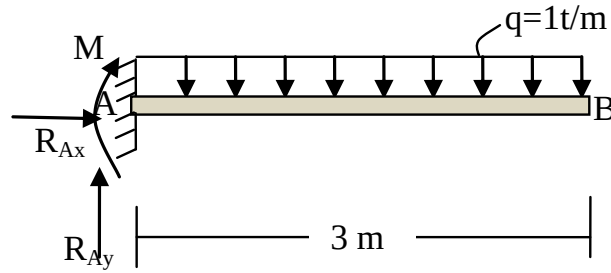
$$\delta = (1/8) * (F * L^4 / (E * I)), \quad \Delta = (1/250) * L, \quad \sigma_{eğ-em} = 90 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\tau_{yk-em} = 8 \text{ kg/cm}^2, \quad E = 105 \text{ kg/cm}^2, \quad \tau_{dk-em} = 25 \text{ kg/cm}^2$$



Örnek 3.19. (devamı)

a) Reaksiyon kuvvetleri ve kesme kuvveti (T) ve eğilme momenti (M) diyagramları



Mesnet Reaksiyonları

$$+\circlearrowleft \Sigma M = 0 \text{ ise}$$

$$M_A = -q * L^2 / 2 = -2t/m * 3^2 / 2$$

$$M_A = -4,5 \text{ tm}$$

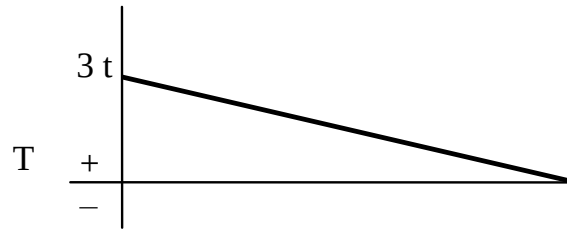
$$+\rightarrow \Sigma F_x = 0 \text{ ise}$$

$$R_{Ax} = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0 \text{ ise}$$

$$R_{Ay} = 1t/m * 3m$$

$$R_{Ay} = 3 \text{ t}$$

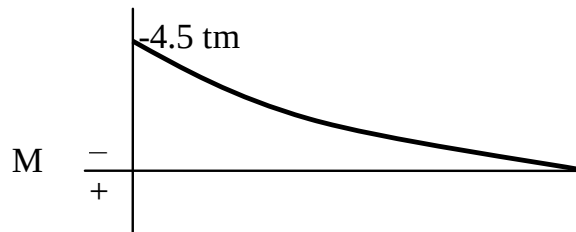


Kesme Kuvveti Diyagramı

$$T = 3t - (1t/m * x)$$

$$x = 0 \text{ için } T = 3 \text{ t}$$

$$x = 3 \text{ için } T = 0$$



Eğilme Momenti Diyagramı

$$M = -4,5tm + 3t * x - (1t/m * x^2 / 2)$$

$$x = 0 \text{ için } M = -4,5 \text{ tm}$$

$$x = 3 \text{ için } M = 0$$

Örnek 3.19.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Eğilme yönünden kontrol

$M_D = 4,5 \text{ tm}$ (kirişin maksimum eğilme momenti)

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6)$$

$M_M \geq M_D$ ve $h \leq 1,4 * b$ ise

$$450000 \text{ kg.cm} = 90 \text{ kg/cm}^2 * [b * (1,4 * b)^2 / 6]$$

$$b^3 = (450000 \text{ kg.cm} * 6) / (1,96 * 90 \text{ kg/cm}^2) \text{ ise } b = 24,83 \text{ cm}$$

$$h = 1,4 * b \text{ ise } h = 1,4 * 24,83 \text{ cm} = 34,76 \text{ cm}$$

Kiriş kesiti $25 \text{ cm} * 35 \text{ cm}$ olmalıdır.

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6) = 90 \text{ kg/cm}^2 * [(25 \text{ cm} * (35 \text{ cm})^2 / 6] = 459375 \text{ kg.cm}$$

$$M_M = 4,59 \text{ tm} > M_D = 4,5 \text{ tm} (\text{seçilen kesit eğilme yönünden emniyetlidir})$$

Örnek 3.19.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Yatay ve düşey kayma yönünden

$$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A) = 1,5 * [T / (b * h)]$$

$$\tau_{yk} = 1,5 * [3000kg / (25cm * 35cm)] = 5,14 kg/cm^2 \text{ (Yatay kayma)}$$

$$\tau_{yk} = 5,14 kg/cm^2 < \tau_{yk-em} = 8 kg/cm^2$$

(yatay kayma yönünden emniyetlidir)

$$\tau_{dk} = (T / A) = T / (b * h)$$

$$\tau_{dk} = 3000kg / (25cm * 35cm) = 3,43 kg/cm^2 \text{ (Düşey kayma)}$$

$$\tau_{dk} = 3,43 kg/cm^2 < \tau_{dk-em} = 25 kg/cm^2$$

(düşey kayma yönünden emniyetlidir)

Örnek 3.19.

(devamı)

b) Kirişin eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelenmesi ve belirlenen kesitin yatay ve düşey kayma ve sarkı yönünden kontrolü

Sarkı (sehim) yönünden

Yük etkisi altında oluşan sarkı

$$\delta = (1 / 8) * (q * L^4) / (E * I)$$

$$\delta = (1 / 8) * [10kg/cm * (300cm)^4] / [105kg/cm^2 * (25cm * (35cm)^3 / 12)]$$

$$\delta = 1,13 \text{ cm}$$

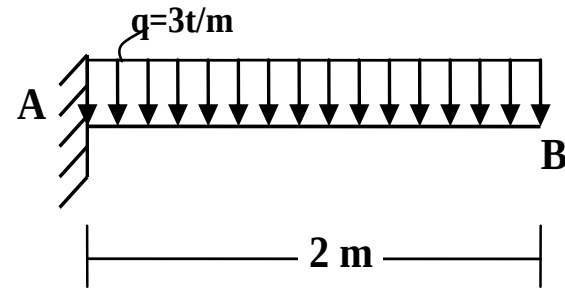
İzin verilen sarkı (sarkı limiti)

$$\Delta = (1 / 250) * L = (1 / 250) * 300cm$$

$$\Delta = 1,20 \text{ cm}$$

$$\delta = 1,13cm < \Delta = 1,20cm(\text{sarkı yönünden emniyetlidir})$$

Şekildeki gibi yüklenmiş konsol kirişi eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelleyiniz ve belirlenen kesitin eğilme, kayma (yatay ve düşey) ve sarkı yönünden kontrolünü yapınız (35 puan)

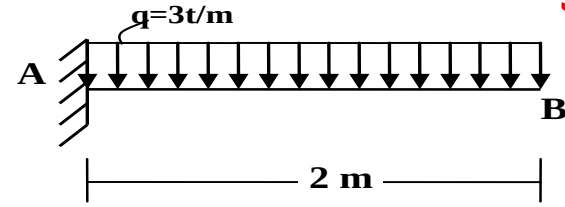


Formüller:

$M_M = \sigma_{eğ-em} * (b * h^2 / 6)$	$\Delta = (L / 250)$	$M_D = q * L^2 / 2$	$T = q * L$
$\delta = (q * L^4) / (8 * E * I)$	$h \leq 1,4 * b$	$\sigma_{eğ-em} = 80 \text{ kg/cm}^2$	$E = 10^5 \text{ kg/cm}^2$
$M_M \geq M_D$	$I = (b * h^3 / 12)$	$\tau_{dk-em} = 25 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{yk-em} = 7 \text{ kg/cm}^2$
$\tau_{dk} = (T / A)$	$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A)$		

Verilenler:

Şekildeki gibi yüklenmiş konsol kirişi eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelendiriniz ve belirlenen kesitin eğilme, kayma (yatay ve düşey) ve sarkı yönünden kontrolünü yapınız (35 puan)

**Formüller:**

$M_M = \sigma_{eğ-em} * (b * h^2 / 6)$	$\Delta = (L / 250)$	$M_D = q * L^2 / 2$	$T = q * L$
$\delta = (q * L^4) / (8 * E * I)$	$h \leq 1,4 * b$	$\sigma_{eğ-em} = 80 \text{ kg/cm}^2$	$E = 10^5 \text{ kg/cm}^2$
$M_M \geq M_D$	$I = (b * h^3 / 12)$	$\tau_{dk-em} = 25 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{yk-em} = 7 \text{ kg/cm}^2$
$\tau_{dk} = (T / A)$	$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A)$		

Verilenler:**Dikdörtgen kesitli projelendirme**

$$M_D = q * L^2 / 2 = 3t/m * (2m)^2 / 2 = 6 \text{ tm} = 600000 \text{ kgcm (kirişin maksimum eğilme momenti)}$$

$$M_M \geq M_D \quad \text{ve} \quad h \leq 1,4 * b \text{ ise}$$

$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6)$$

$$600000 \text{ kg.cm} = 80 \text{ kg/cm}^2 * [b * (1,4 * b)^2 / 6]$$

$$b^3 = (600000 \text{ kg.cm} * 6) / (1,96 * 80 \text{ kg/cm}^2) \quad \text{ise } b = 28,42 \text{ cm}$$

$$h = 1,4 * b \quad \text{ise } h = 1,4 * 28,42 \text{ cm} = 39,79 \text{ cm}$$

Eğilme yönünden emniyetli olabilmesi için **kiriş kesiti 29cm * 40cm olmalıdır.**

Eğilme yönünden kontrol

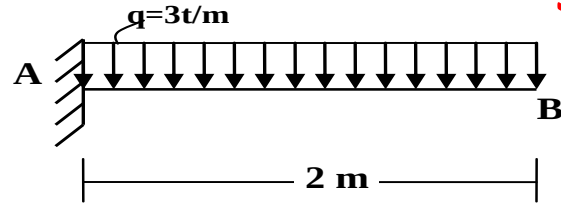
$$M_M = \sigma_{em} * (b * h^2 / 6)$$

$$M_M = 80 \text{ kg/cm}^2 * (29 \text{ cm} * (40 \text{ cm})^2 / 6]$$

$$M_M = 618666 \text{ kg.cm}$$

$M_M = 618666 \text{ t.m} > M_D = 600000 \text{ t.m}$ olduğundan seçilen kesit eğilme yönünden emniyetlidir.

Şekildeki gibi yüklenmiş konsol kirişi eğilme yönünden dikdörtgen kesitli olarak projelendiriniz ve belirlenen kesitin eğilme, kayma (yatay ve düşey) ve sarkı yönünden kontrolünü yapınız (35 puan)

**Formüller:**

$M_M = \sigma_{eğ-em} * (b * h^2 / 6)$	$\Delta = (L / 250)$	$M_D = q * L^2 / 2$	$T = q * L$
$\delta = (q * L^4) / (8 * E * I)$	$h \leq 1,4 * b$	$\sigma_{eğ-em} = 80 \text{ kg/cm}^2$	$E = 10^5 \text{ kg/cm}^2$
$M_M \geq M_D$	$I = (b * h^3 / 12)$	$\tau_{dk-em} = 25 \text{ kg/cm}^2$	$\tau_{yk-em} = 7 \text{ kg/cm}^2$
$\tau_{dk} = (T / A)$	$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A)$		

Verilenler:**Düşey kayma yönünden**

$$\tau_{dk} = (T / A)$$

$$\tau_{dk} = T / (b * h)$$

$$\tau_{dk} = 6000 \text{ kg} / (29 \text{ cm} * 40 \text{ cm}) = 5,17 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Düşey kayma})$$

$$\tau_{dk} = 5,17 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{dk-em} = 25 \text{ kg/cm}^2 \text{ olduğundan düşey kayma yönünden emniyetlidir.}$$

Yatay kayma yönünden

$$\tau_{yk} = 1,5 * (T / A)$$

$$\tau_{yk} = 1,5 * [T / (b * h)]$$

$$\tau_{yk} = 1,5 * [6000 \text{ kg} / (29 \text{ cm} * 40 \text{ cm})] = 7,76 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Yatay kayma})$$

$$\tau_{yk} = 7,76 \text{ kg/cm}^2 > \tau_{yk-em} = 7 \text{ kg/cm}^2 \text{ olduğundan yatay kayma yönünden emniyetli değildir.}$$

Sarkı (sehim) yönünden

Yük etkisi altında oluşan sarkı

$$\delta = (q * L^4) / (8 * E * I)$$

$$\delta = [30 \text{ kg/cm} * (200 \text{ cm})^4] / [8 * 10^5 \text{ kg/cm}^2 * (29 \text{ cm} * (40 \text{ cm})^3 / 12)]$$

$$\delta = 0,39 \text{ cm}$$

İzin verilen sarkı (sarkı limiti)

$$\Delta = (L / 250)$$

$$\Delta = (200 \text{ cm} / 250)$$

$$\Delta = 0,80 \text{ cm}$$

$$\delta = 0,39 \text{ cm} < \Delta = 0,80 \text{ cm}$$

olduğundan sarkı yönünden emniyetlidir.