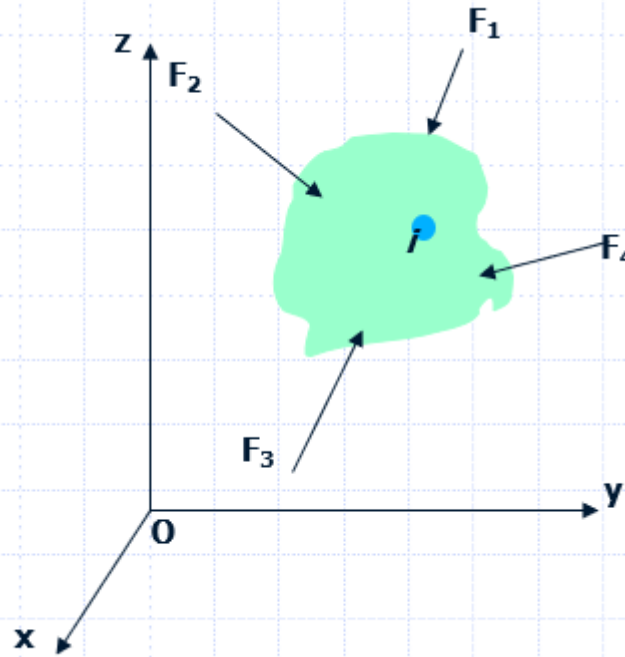


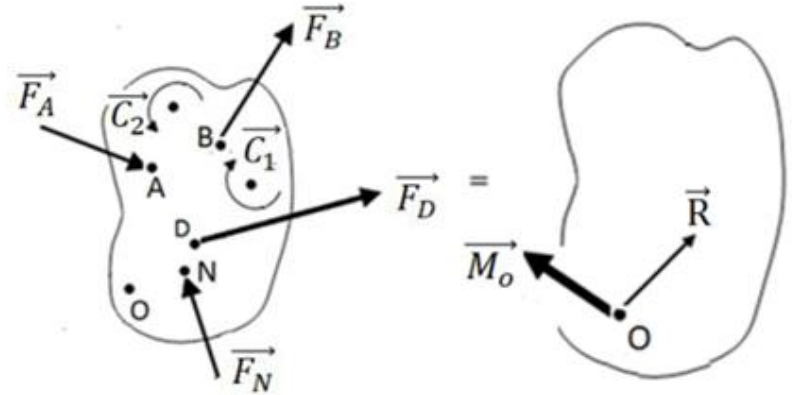
# BÖLÜM 4

## RİJİT CİSİMLERİN DENGESİ



# Denge Şartı

- Dış yüklerin etkisine maruz bir katı cisim veya sistemin hareketsiz halde yani dengede kalabilmesi; ancak bileşke kuvvetin ( $\vec{R}$ ) ve bir noktaya (veya bir eksene) göre bileşke momentin ( $\vec{M}$ ) sıfır olmasıyla mümkündür.
- Denge Problemleri, **vektörel** çözümle yapılacaktır bu 2 denklem kullanılır ve bilinmeyen kuvvetler bulunur.
- Genellikle 3 boyutlu problemler için vektörel çözüm tercih edilir.



$$\begin{aligned} \vec{R} &= 0 \\ \vec{M}_O &= 0 \end{aligned} \quad \text{Denge Şartı}$$

$$\vec{R} = \sum F_x \vec{j} + \sum F_y \vec{j} + \sum F_z \vec{k} \quad \rightarrow \quad \sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0, \quad \sum F_z = 0$$

$$\vec{M}_O = \sum M_x \vec{i} + \sum M_y \vec{j} + \sum M_z \vec{k} \quad \rightarrow \quad \sum M_x = 0, \quad \sum M_y = 0, \quad \sum M_z = 0$$

# Denge Denklemleri ve Çözüm Tercihleri

	<b>Skaler Çözüm</b> <i>(2boyutlu problemlerde tercih edilir).</i>	<b>Vektörel Çözüm</b> <i>(3 Boyutlu problemlerde tercih edilir).</i>
<b>2 Boyutlu (Düzlem) Problemler</b>	<b>3 tane Bağımsız Skaler Denklem</b> $\sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \sum M_z = 0$	<b>2 tane Bağımsız Vektörel Denklem</b> $\vec{R} = 0,$ $\vec{M} = 0 \quad (*)$
<b>3 Boyutlu (Uzay) Problemler</b>	<b>6 tane Bağımsız Skaler Denklem</b> $\sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \sum F_z = 0$ $\sum M_x = 0, \sum M_y = 0, \sum M_z = 0$	<b>(*) Moment bir nokta veya eksene göre alınabilir ve sıfıra eşitlenir.</b>

**İZOSTATİK DURUM**

Eğer bilinmeyen sayısı üçten fazla ise, sadece yukarıdaki denklemleri kullanarak çözüm mümkün değildir ve yapı statik olarak belirsizdir.

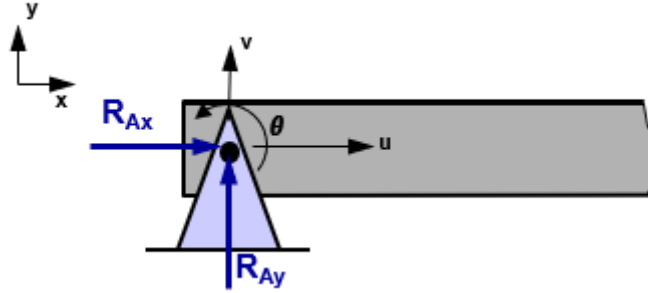
## HİPERSTATİK DURUM

Bu tip problemler, elastik cisim mekaniğinde cisimlerin şekil değiştirmelerine bağlı bilinmeyen sayısı kadar yeni denklem yazılabilirse bilinmeyen tepkiler bulunabilir.

İki boyutlu yapılarda üçten az mesnet reaksiyonu varsa bunlar **eksik bağlı** yapılardır. Yapı rijit cisim olarak hareket eder. Bir cisim üç yada daha çok noktadan bağlı olmasına rağmen yukarıdaki denklemlerden birini sağlamıyorsa böyle sistemlere **yetersiz bağlı** sistemler denir.

# MESNETLER VE MESNET REAKSİYONLARI

## Sabit Mesnet



Tek noktada sabitlenmiş mesnetler yatay ve düşeyde iki reaksiyon verir dolayısıyla iki yönde cismin hareketine engel olur. Fakat dönmeyi sağlar.

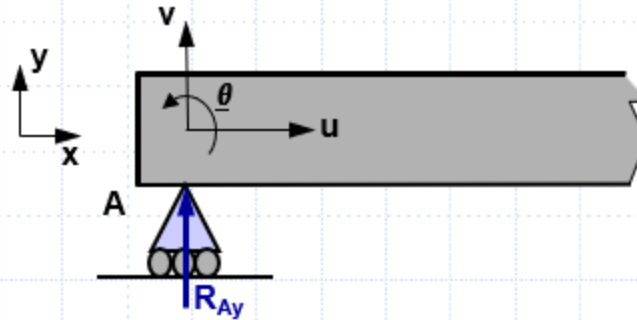
x ve y yönünde yer değiştirmeler sıfıra eşitken, x ve v yönünde reaksiyon kuvvetleri  $R_{Ax}$  ve  $R_{Ay}$  meydana gelir.

$\theta \neq 0$  olduğunda MA oluşmaz



## ***Kayar Mesnet***

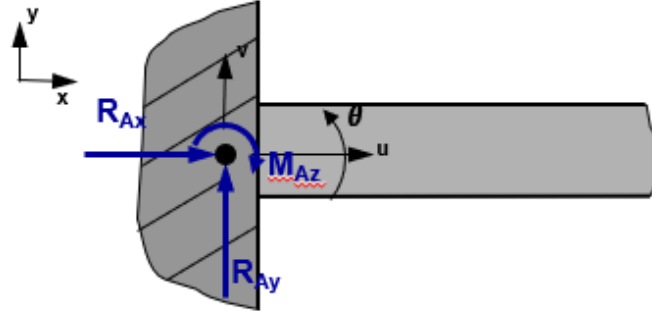
Sadece bilinmeyen bir reaksiyon sağlar ve hareket yönüne pozitif bir açı ile etki eder. Böylece kayıcı mesnetler, bir doğrultuda lineer harekete ve dönmeye müsaade ederler.



y yönünde deplasman yoktur yani sıfırdır ama y yönünde bir tepki kuvveti  $R_{Ay}$  meydana gelir.

$\theta \neq 0$  olduğunda MA oluşmaz

## Ankastre (Konsol) Mesnet



Yönü ve şiddeti bilinmeyen iki reaksiyon ve momenti sağlar (toplam üç bilinmeyen). Böyle bir mesnet iki doğrultuda lineer hareketi ve bir eksen etrafında dönmeyi engeller.

Burada ise  $x=y=\theta=0$ ' dir.

$R_{Ax} \neq R_{Ay} \neq M_{Az}$  olmaktadır.



# ***TABLÖLAR***

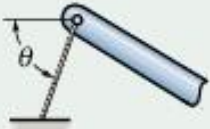
# İki Boyutlu Cisimler İçin Mesnet ve Bağ Tepkileri

## Bağlantı Tipi

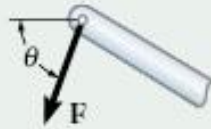
## Reaksiyon

## Bilinmeyen Sayısı

(1)

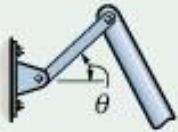


Kablo

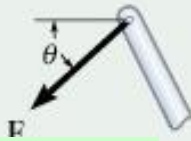


Bir bilinmeyen. Reaksiyon kuvveti çekme kuvvetidir ve bu kuvvet bağlı bulunduğu elemandan itibaren kablo doğrultusundadır.

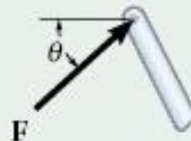
(2)



Ağırlıksız bağlantı çubuğu



veya

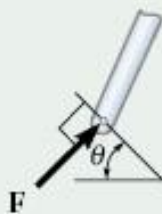


Bir bilinmeyen. Reaksiyon, kuvvettir ve bu kuvvet bağlantı çubuğu boyunca etki eder.

(3)



Kayıcı Mafsalsal

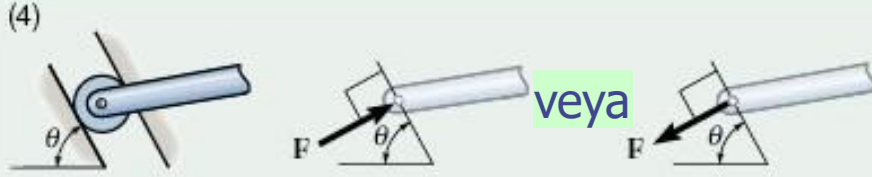


Bir bilinmeyen. Reaksiyon, kuvvettir ve bu kuvvet temas noktasındaki yüzeye dik olarak etki eder.

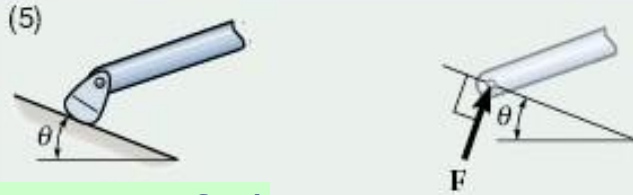
## Bağlantı Tipi

## Reaksiyon

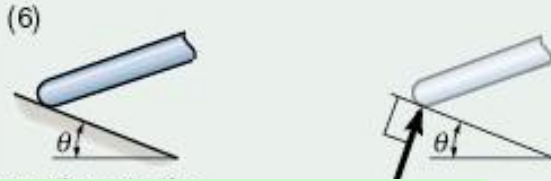
## Bilinmeyen Sayısı



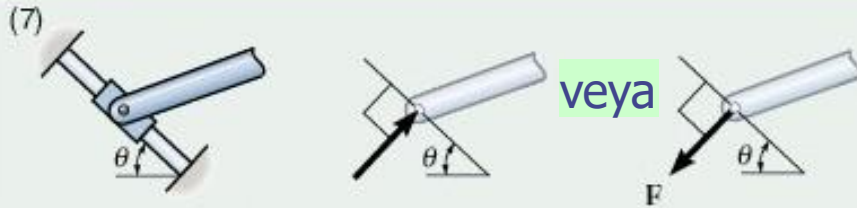
Kayıcı Mafsal



Kayıcı Mafsal



Pürüzsüz Temas Yüzeyi



Düz çubuk üzerindeki bileziğe bağlı mafsal

Bir bilinmeyen. Reaksiyon, kuvvettir ve bu kuvvet yarığa dik olarak etki eder.

Bir bilinmeyen. Reaksiyon, kuvvettir ve bu kuvvet temas noktasındaki yüzeye dik olarak etki eder.

Bir bilinmeyen. Reaksiyon, kuvvettir ve bu kuvvet temas noktasındaki yüzeye dik olarak etki eder.

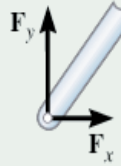
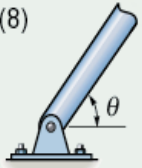
Bir bilinmeyen. Reaksiyon, kuvvettir ve bu kuvvet çubuğa dik olarak etki eder.

## Bağlantı Tipi

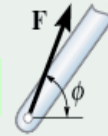
## Reaksiyon

## Bilinmeyen Sayısı

(8)



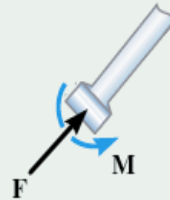
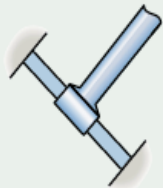
veya



Mafsal

İki bilinmeyen. Reaksiyonlar, iki kuvvet bileşeni veya  $\phi$  doğrultusundaki bir bileşke kuvvettir. ( $\phi$  ve  $\theta$  açısı 2. bağlantı tipindeki gibi olmadıkça birbirine eşit olmak zorunda değildir.

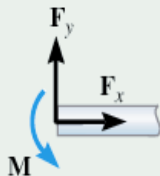
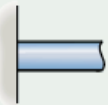
(9)



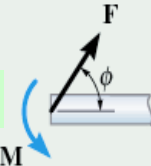
Düz bir çubuk üzerinde bileziğe ankastre bağlantı

İki bilinmeyen. Reaksiyonlar, kuvvet ve momenttir, ve çubuğa dik olarak etki eder.

(10)



veya



Ankastre mesnet

Üç bilinmeyen. Reaksiyonlar, iki kuvvet bileşeni ve momenttir. Veya  $\phi$  doğrultusunda bir bileşke kuvvet ve momenttir.

# Üç Boyutlu Cisimler İçin Mesnet ve Bağ Tepkileri

**Bağlantı Tipi**

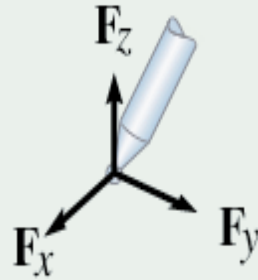
**Reaksiyon**

**Bilinmeyen Sayısı**

(1)



Küresel Mafsal

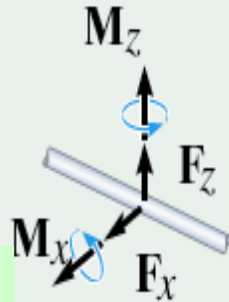


Üç bilinmeyen. Reaksiyonlar, üç kuvvet bileşenidir.

(2)



Radyal Yük taşıyan Yatak



Dört bilinmeyen. Reaksiyonlar, iki kuvvet ve iki de momenttir.

## Bağlantı Tipi

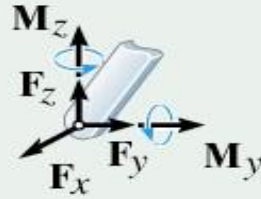
## Reaksiyon

## Bilinmeyen Sayısı

(3)



Döner mafsal

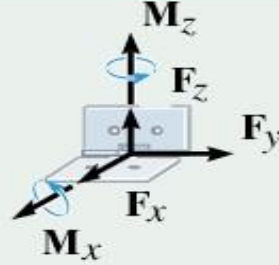


Beş bilinmeyen. Reaksiyonlar, üç kuvvet ve iki de momenttir.

(4)



Menteşe

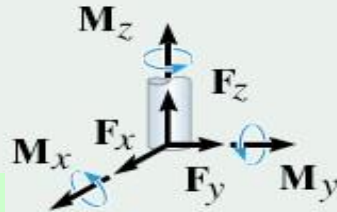


Beş bilinmeyen. Reaksiyonlar, üç kuvvet ve iki de momenttir.

(5)

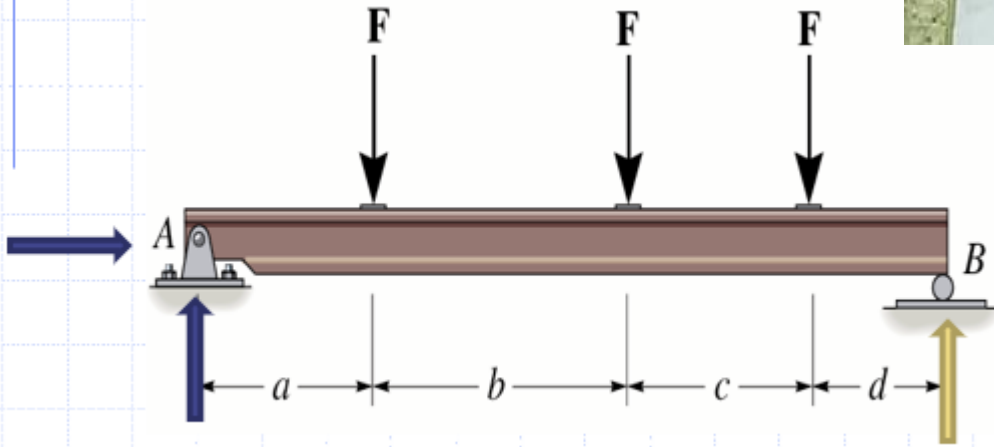


Ankastre mesnet



Altı bilinmeyen. Reaksiyonlar, üç kuvvet ve üç de momenttir.

# *Mesnet Reaksiyonları Birden Fazla Olur mu!*



Kayar ve Sabit Mesnet'in Birlikte Uygulanması

# ÜÇ YERDEN SABİTLENMİŞ DÜZLEM YAPILAR

Eğer yapı üç noktadan sabitlenmiş ise (menteşe gibi) bir parçası diğer parçanın dönmesinden bağımsız olarak şekilde pim etrafında dönebiliyorsa, özel bir denge eşitliği yazılabilir; çünkü pin etrafındaki bütün kuvvetlerin **momentleri toplamı sıfır** olmalıdır.

Bu mesnet reaksiyonunun bilinmeyen bir bileşeninin belirlenmesini sağlar.



Üç yerden sabitlenmiş kavisli yapı.

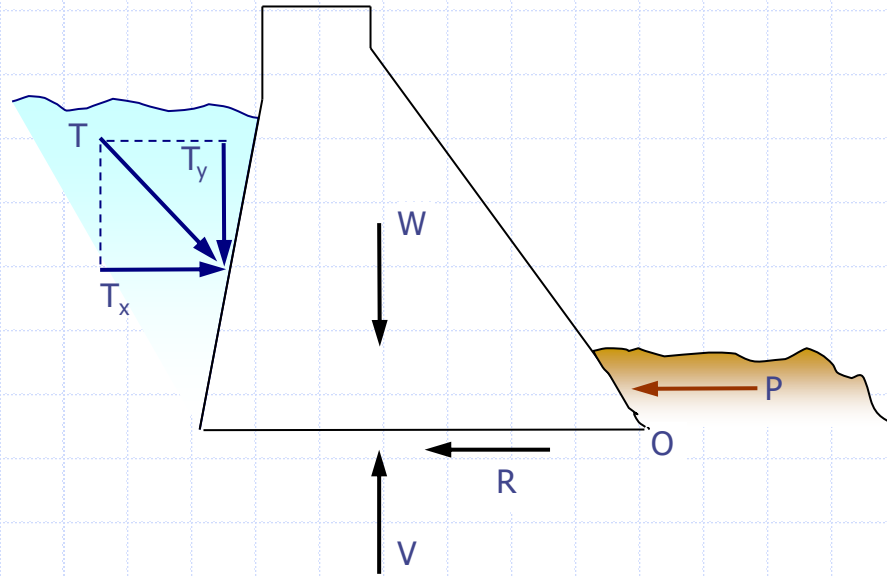
# Uzay Yapılar

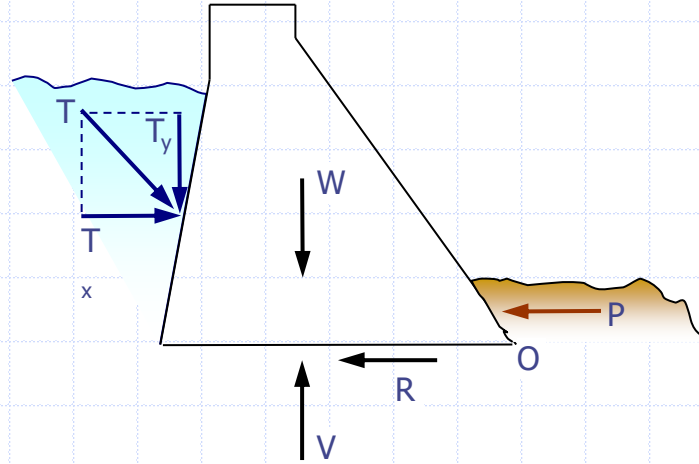
1.  $\Sigma F_x = 0$ : *X yönündeki kuvvetlerin toplamı sıfıra eşittir.*
2.  $\Sigma F_y = 0$ : *Y yönündeki kuvvetlerin toplamı sıfıra eşittir.*
3.  $\Sigma F_z = 0$ : *Z yönündeki kuvvetlerin toplamı sıfıra eşittir.*

1.  $\Sigma M_x = 0$ : *X eksenini etrafındaki momentlerin toplamı sıfıra eşittir.*
2.  $\Sigma M_y = 0$ : *Y eksenini etrafındaki momentlerin toplamı sıfıra eşittir.*
3.  $\Sigma M_z = 0$ : *Z eksenini etrafındaki momentlerin toplamı sıfıra eşittir.*

# Büyük Yapılar

Yapının, barajda görüldüğü gibi dengeyi sağlaması kendi ağırlığına bağlıdır. Böylece, denge için,



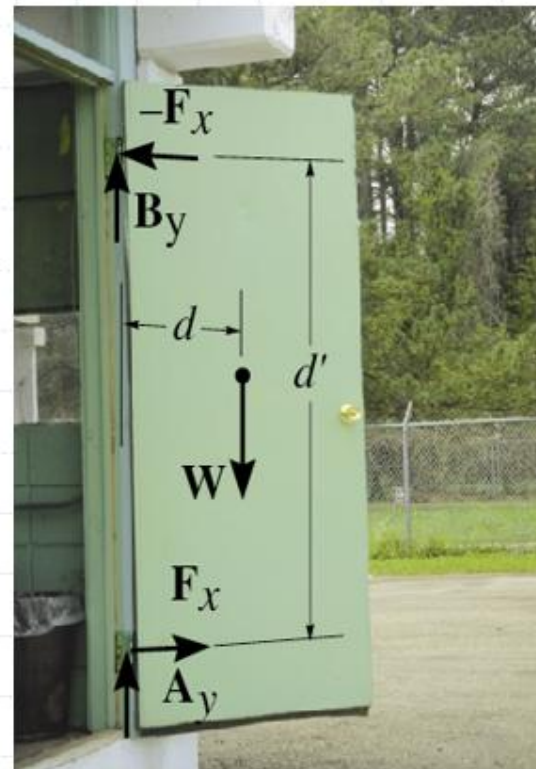
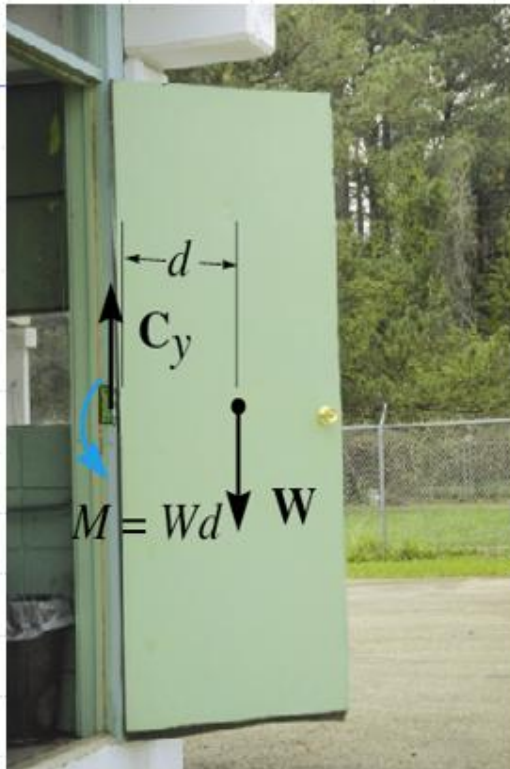


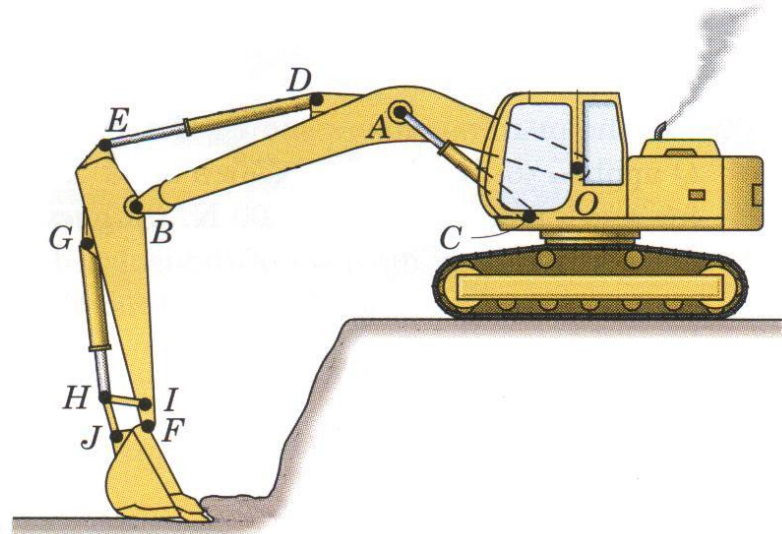
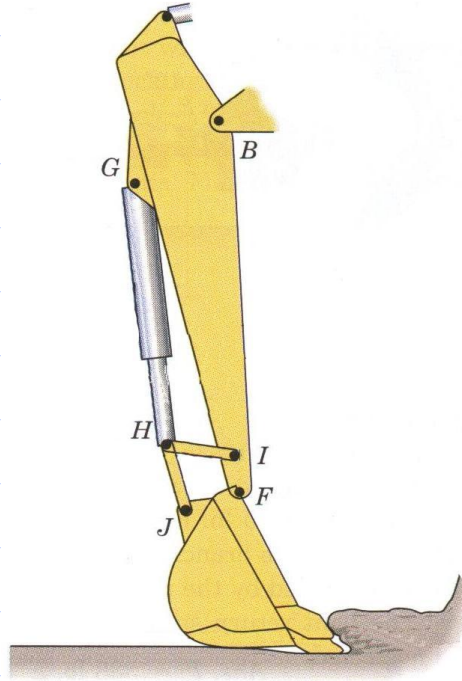
$\Sigma F_y = 0$ : Yapının ağırlığının ( $W$ ) ve yükün ( $T$ ) dikey bileşenleri ( $T_y$ ) yapının altındaki dikey yukarı yöndeki yer tepkisi ( $V$ ) ile dengelenmelidir.

$\Sigma F_x = 0$ : Yükün ( $T$ ) yatay bileşeninden ( $T_x$ ) kaynaklanan doğrusal yöndeki kayma eğilimi, yükün arkasındaki tepki kuvveti ( $P$ ) ve/veya yer ile yapı arasındaki sürtünme kuvveti ( $R$ ) tarafından engellenmelidir.

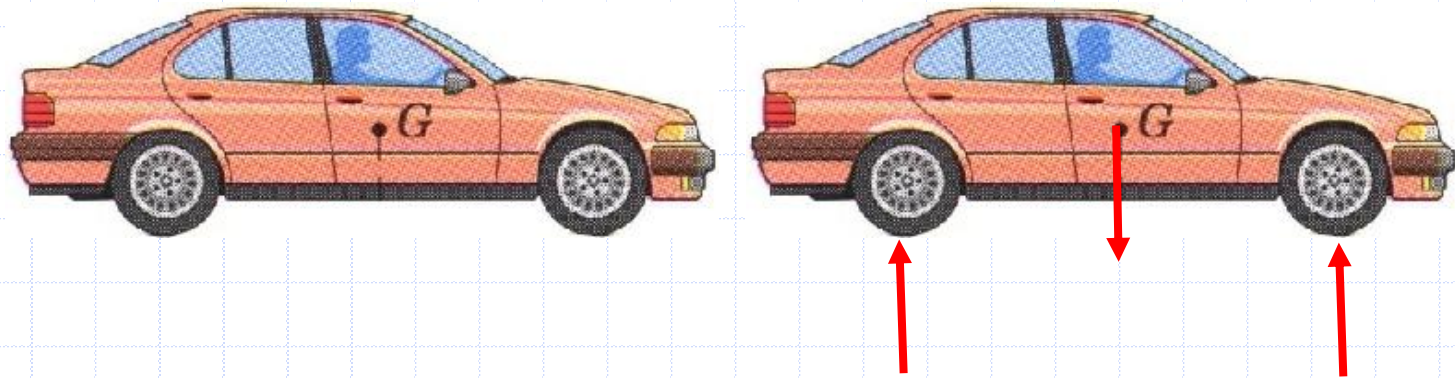
$\Sigma M_o = 0$ : Dönme merkezi ( $O$ ) etrafında yükten kaynaklanan döndürme momenti aynı noktada kendi ağırlığından kaynaklanan yenilenme momenti tarafından dengelenmelidir.

Kütle yapısı döndürmeye karşı güvenlik faktörünü sağlamak için ağırlığı denge için minimum gerekli ağırlıktan daha büyük olacak şekilde dizayn edilmiştir.

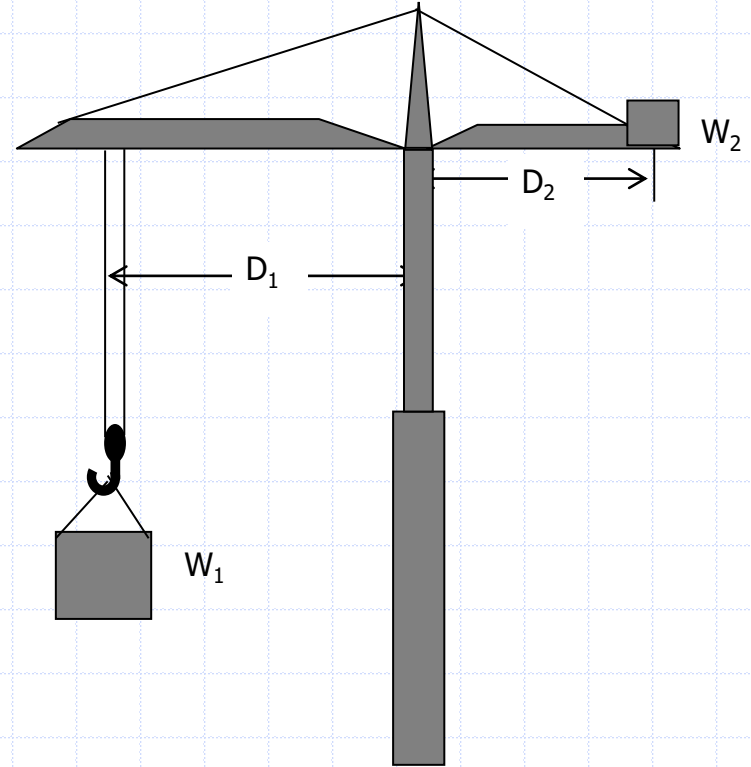




Bir kepçenin çalışması esnasında meydana gelen tepki kuvvetleri

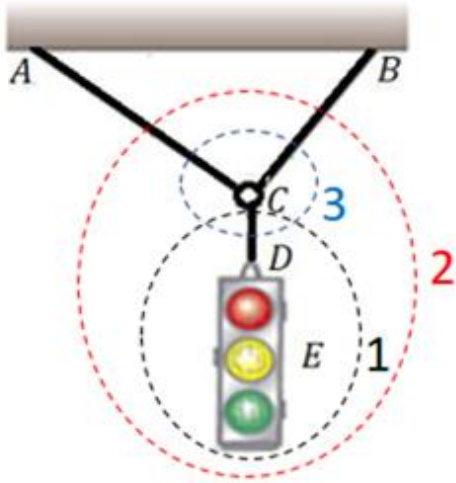


Arabanın dengesi

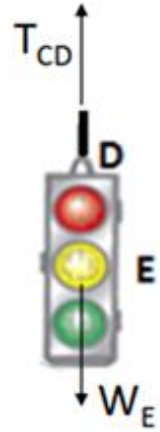


Vinç'te denge sistemi

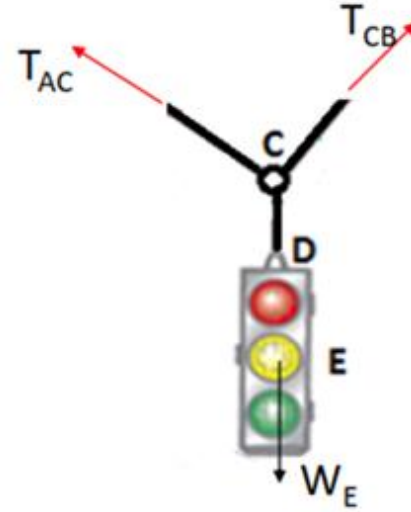
# Serbest Cisim Diyagramı (SCD)



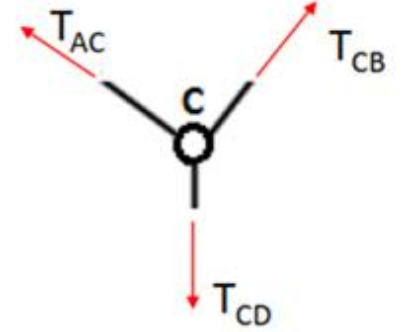
SCD-1



SCD-2

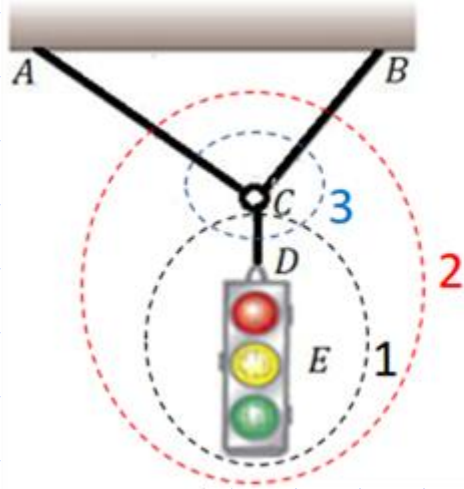


SCD-3

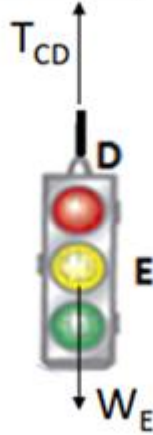


- Cisim izole edilirken, temasın kesildiği her bir kısmında mutlaka kuvvet gösterilir.
- İzole edilmediği temas noktalarında ise kuvvet gösterilmez.
- Her bir SCD da tüm kuvvetler birbirini dengeler ve dolayısıyla her bir SCD için denge denklemleri uygulanabilir.

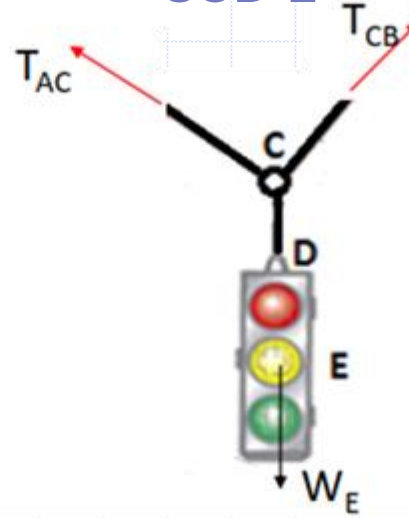
# Serbest Cisim Diyagramı (SCD)



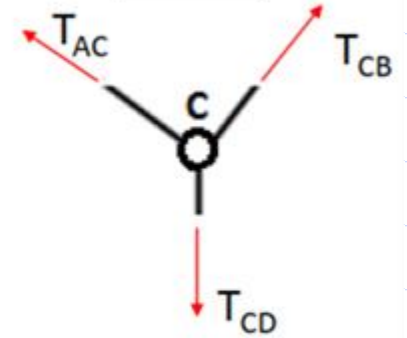
SCD-1



SCD-2



SCD-3



**Soru\_1:** SCD 2 de,  $T_{CD}$  kuvveti niçin gösterilmemiştir?

**Soru\_2:** SCD-1 ve SCD-3 de  $T_{CD}$  kuvvetlerinin yönleri niçin birbirlerine göre zıttır?

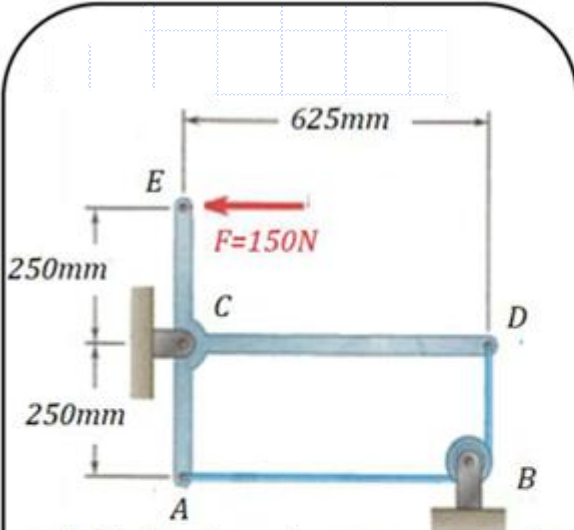
**C1:** Çünkü 2 no'lu izolasyonda  $T_{CD}$  kuvvetinin çıktığı CD ipi kesilmemiştir.

**C2:** SCD-1 de, trafik ışığına CD ipinden gelen kuvvet; SCD-3 de ise CD ipine trafik ışığından gelen kuvvet çizilmiştir. Etki-tepki prensibine göre bunlar eşit şiddette ve zıt yönde olmalıdır.



- Dengesi incelenecek sistemin veya cismin serbest cisim diyagramı (SCD) çizilir.
- Statik denge denklemleri yazılır ve bilinmeyen kuvvetler bu denklemlerden bulunur.

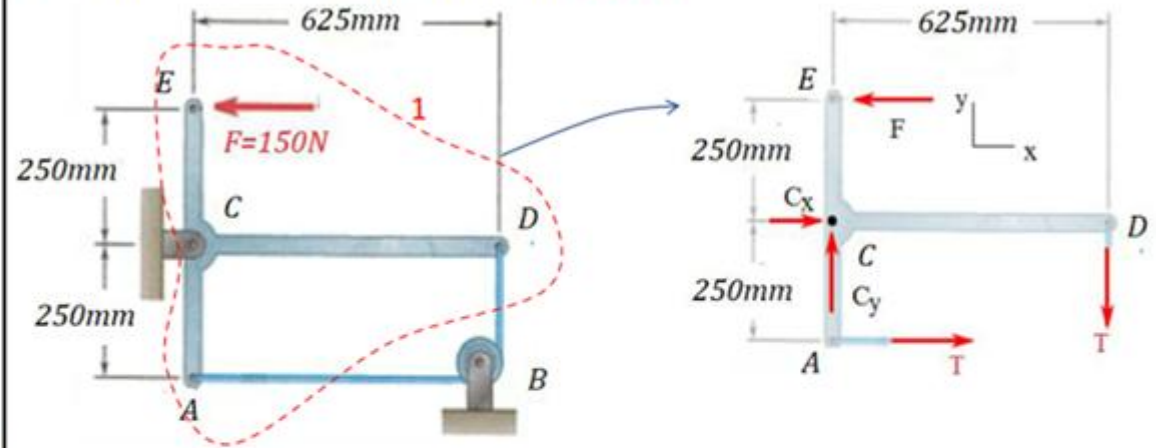
## Örnek



Şekildeki hareketsiz sistemde, sürtünmesiz B makarasından geçirilen kabloda ve C bağlantısında ortaya çıkan kuvvetleri bulunuz.

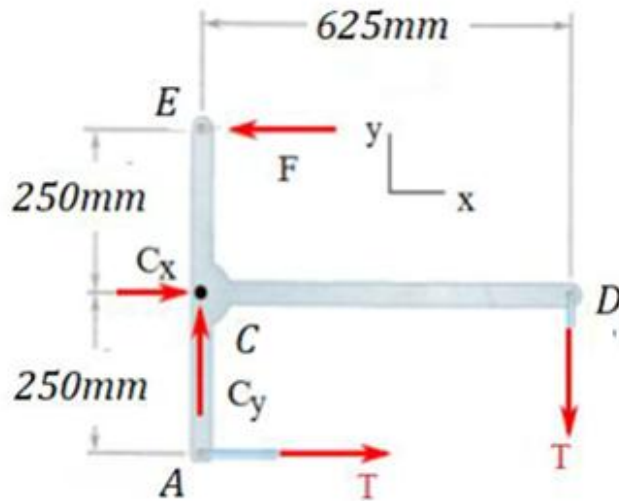
Çözüm:

### 1.Adım : Serbest Cisim Diyagramı SCD-1



- 1 nolu İzolasyonda kablounun AB ve BD kısımlarının her ikisi birden hayali olarak kesildiği için 2 tane T kuvveti oluşacaktır.
- C sabit mafsall olduğundan her iki yönde tepki kuvveti oluşur. Tek Kablo olduğu için tüm kısımlarında aynı çeki kuvveti ( T ) oluşur. (Makarada sürtünme olsaydı kısımlara göre T değişirdi.)

## Çözüm



**2.Adım:** Denge Denklemlerinden kuvvet hesapları

$$\sum M_C = 0 \Rightarrow T \cdot (250) - T \cdot (625) + F(250) = 0$$
$$\rightarrow -T \cdot (375) + 150(250) = 0$$

$$T = 100 \text{ N}$$

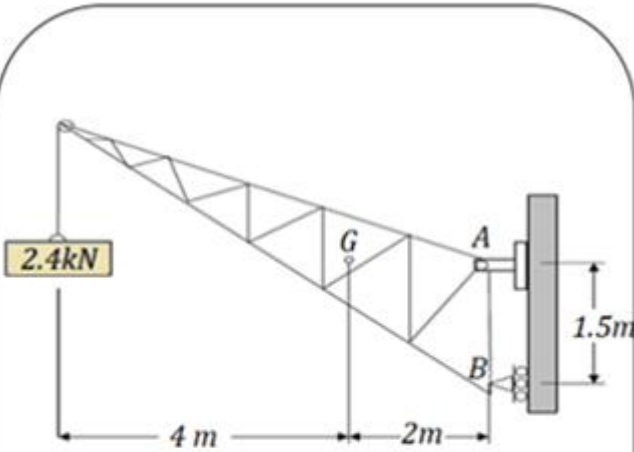
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow C_x + T - F = 0 \rightarrow C_x + 100 - 150 = 0$$

$$C_x = 50 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow -T + C_y = 0 \quad C_y = 100 \text{ N}$$

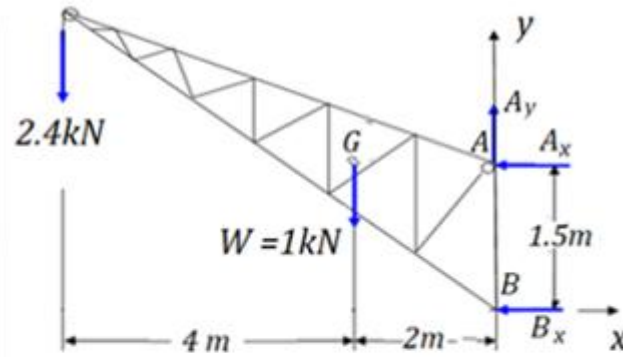
$$C = \sqrt{(50)^2 + (100)^2} = 111.8 \text{ N}$$

## Örnek



1kN ağırlığındaki bir sabit vinç 2.4 kN ağırlıktaki bir cismi kaldırmakta kullanılıyor. Vinç A da sabit B de kayıcı mafsall ile mesnetlenmiştir. Vincin kütle merkezi G noktasıdır. A ve B mesnetlerindeki tepkileri bulunuz.

**1. Adım:** Vinci bağlantılardan izole ederek SCD sini çizelim



B deki bağlantı kayıcı mafsall olduğu için y ekseninde harekete izin verir ve y doğrultusunda kuvvet taşıyamaz. Bundan dolayı B mesnetinde, sadece x ekseninde doğrultusunda tepki kuvveti ortaya çıkar.

Dönmeye de izin verdikleri için A ve B de tepki momentleri oluşmaz.

**2. Adım:** Denge Denklemlerinden Kuvvet Hesaplamaları:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow -A_x - B_x = 0$$

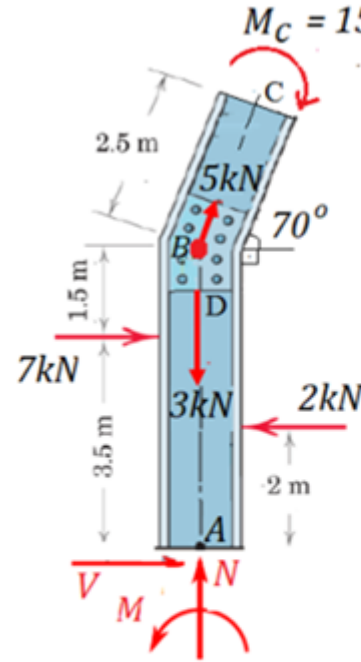
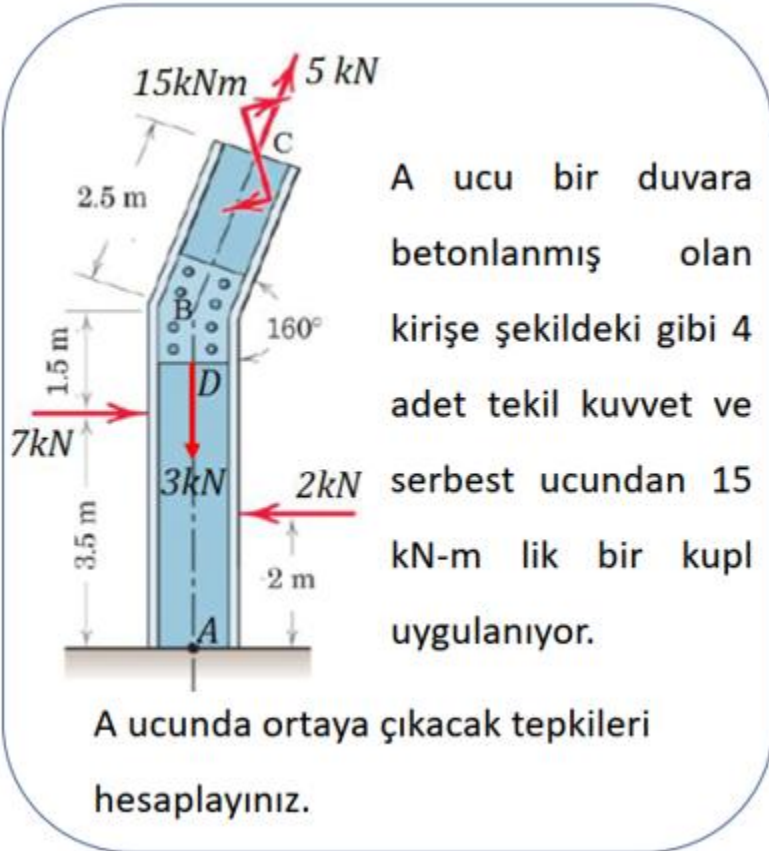
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow A_y - 1 - 2.4 = 0$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow -B_x \times 1.5 + 1 \times 2 + 2.4 \times 6 = 0$$

$$\left. \begin{array}{l} A_x = -10.93 \text{ kN} \\ B_x = 10.93 \text{ kN} \\ A_y = 3.4 \text{ kN} \end{array} \right\}$$

$$R_A = \sqrt{(-10.93)^2 + (3.4)^2} = 11.44 \text{ kN}$$

## Örnek

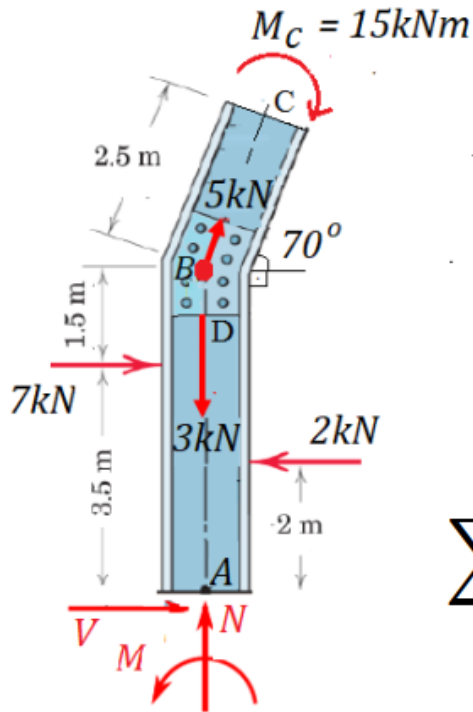


### 1.Adım : Kirişin Serbest Cisim Diyagramı (SCD)

A noktasındaki ankastre bağlantıdan kirişi izole ederek SCD sini çizdik. Bu sırada aynı anda C noktasındaki 5kN luk uçtaki kuvveti kendi hattı üzerinde B noktasına kaydırdık. C ucundaki 15kNm lik yük, kuvvet çifti (kipli) olup, sadece döndürme momenti etkisi ( $M_c$ ) vardır.

A noktası ankastre uçtur. Hiçbir yönde dönmeye ve ötelenmeye izin vermez. Bu sebeple x ve y doğrultularında tepki kuvvetleri (N, V) ve ayrıca z yönünde tepki momenti (M) oluşur.

## Çözüm



### 2.Adım: Denge Denklemleri ve Kuvvet Hesapları

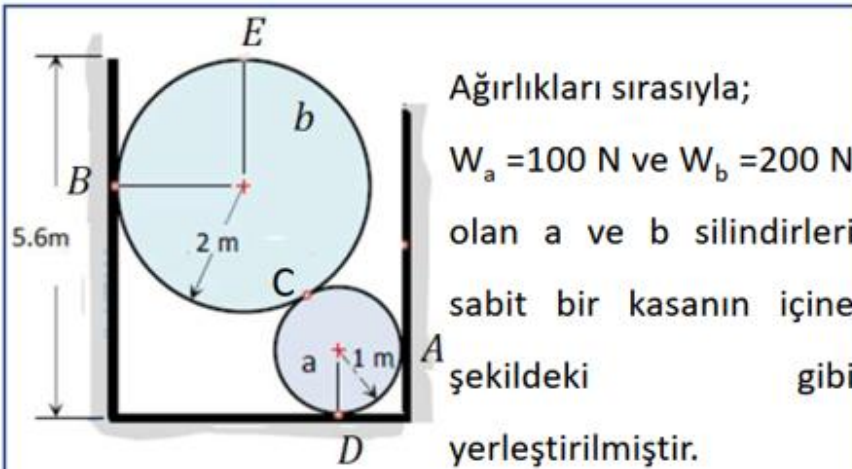
$$\sum F_x = 0 \longrightarrow V + 7 - 2 + 5\cos 70^\circ = 0 \rightarrow V = 6.71 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \longrightarrow N + 5\sin 70^\circ - 3 = 0 \rightarrow N = -1.7 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0 \longrightarrow M - 15 - 5\cos 70^\circ (1.5 + 3.5) - 7 \times 3.5 + 2 \times 2 = 0$$

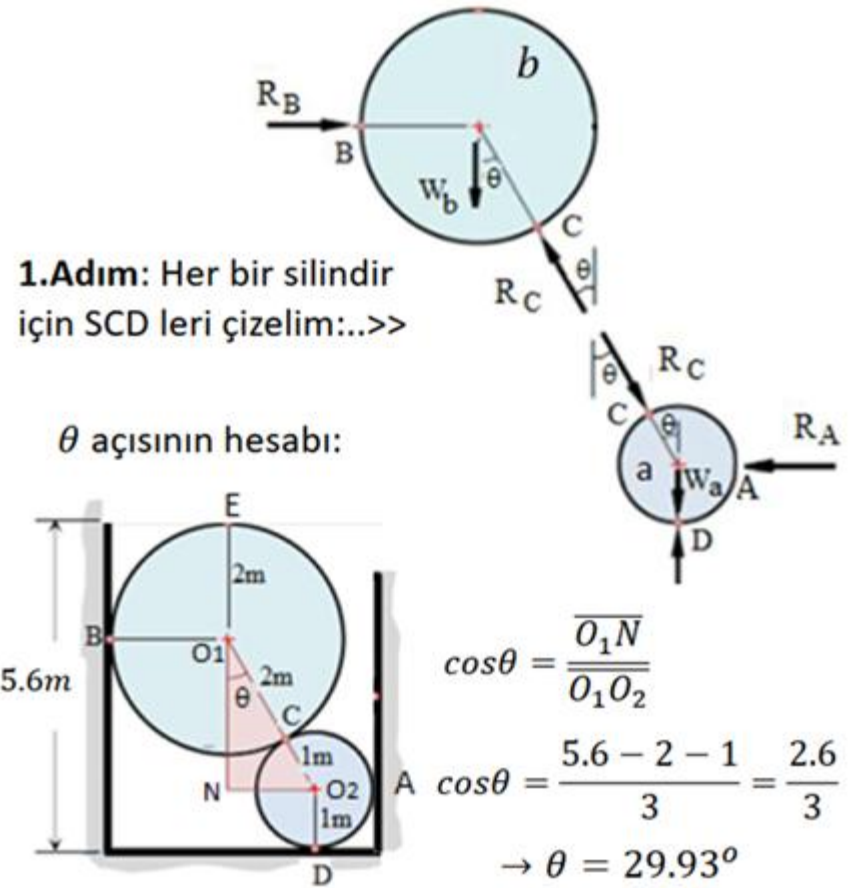
$$\rightarrow M = 44.05 \text{ kN.m}$$

## Örnek

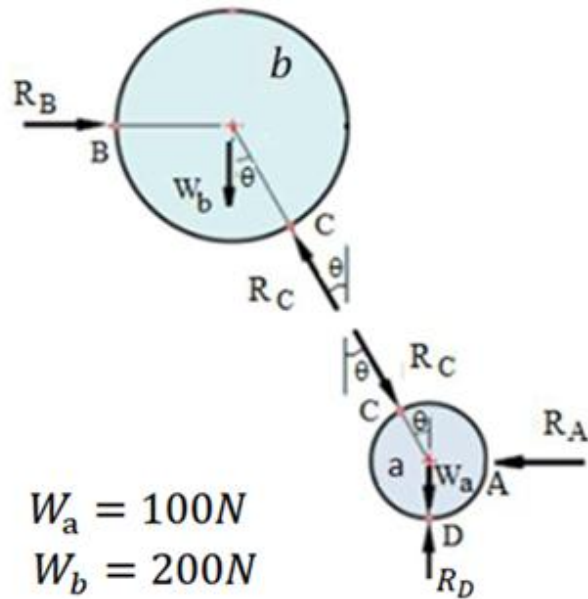


Sürtünmeleri ihmal ederek,

- Silindirlerin birbirlerine uyguladıkları C temas noktasındaki tepki kuvvetini,
- Zemin (B) ve yanal duvarlar (A, D) dan silindirlere gelen tepki kuvvetlerini hesaplayınız.



## Çözüm



$$W_a = 100\text{ N}$$

$$W_b = 200\text{ N}$$

$$\rightarrow \theta = 29.93^\circ$$

(daha önce hesaplandı)

### 2.Adım: Denge Denklemleri

b silindirinin dengesinden;

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_C \cdot \cos\theta - W_b = 0$$

$$R_C = 230.77\text{ N}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -R_C \cdot \sin\theta + R_B = 0$$

$$R_B = 115.14\text{ N}$$

a silindirinin dengesinden;

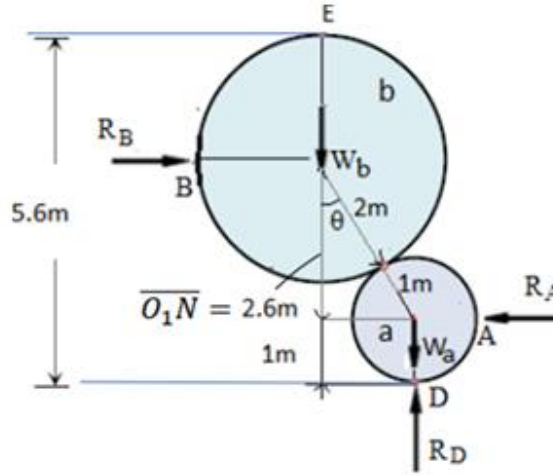
$$\sum F_x = 0 \rightarrow -R_A + R_C \cdot \sin\theta = 0$$

$$R_A = 115.14\text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_D - W_a - R_C \cdot \cos\theta = 0 \quad R_D = 300\text{ N}$$

## Peki tüm sistemin dengesinden ÇÖZEBİLİRMIYİZ

**1.Adım**  
Tüm sistemin  
SCD si:



Dikkat ederseniz, sistem duvardan ve zeminden izole edilmiştir (yani teması kesilmiştir). Silindirler arayüzlerinden izole edilmediğinden, C noktasında hiçbir kuvvet gösterilmemiştir. (Çünkü izole edilmemiş kısımlardaki kuvvetler sistemin iç kuvveti olarak kalır.) Ancak, önceki sayfalarda, her silindir diğer silindirden de izole edildiğinden,  $R_c$  kuvveti her birinin SCD'sine uygulanmıştır.

**2.Adım**  
Denge  
Denklemleri:

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_D - W_b - W_a = 0 \rightarrow R_D - 200 - 100 = 0 \rightarrow R_D = 300N$$

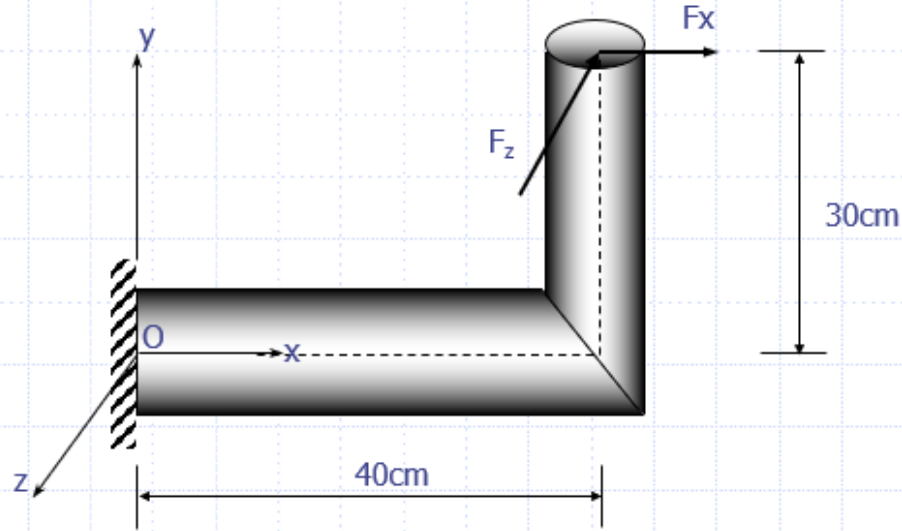
$$\sum M_A = 0 \rightarrow -R_B \times 2.6 + W_b \times (3 \times \sin \theta + 1) + W_a \times 1 - R_D \times 1 = 0$$

$$= -R_B \times 2.6 + 200 \times [3 \times \sin(29.93^\circ) + 1] + 100 \times 1 - 300 \times 1 = 0 \rightarrow R_B = 115.14kN$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow R_A - R_B = 0 \rightarrow R_A = R_B \rightarrow R_A = 115.14kN$$

# ***ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER***

## Örnek



O' da doğacak mesnet reaksiyonlarını hesaplayınız.

$$F_x = 500 \text{ N}$$

$$F_z = 600 \text{ N}$$

## Çözüm

$$M = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 40 & 30 & 0 \\ 500 & 0 & -600 \end{vmatrix}$$

$$M_o = i(-18000 - 0) - j(-24000 - 0) + k(0 - 15000)$$

$$M_o = -18000i + 24000j - 15000k \Rightarrow$$

$$M_{ox} = -18000 \text{ Ncm}$$

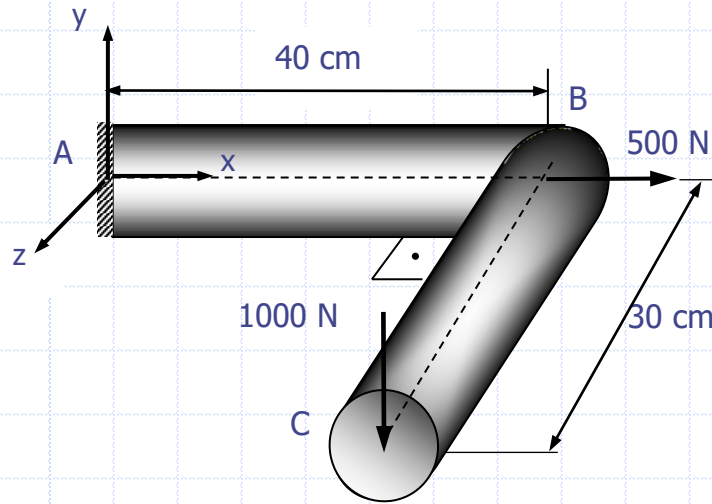
$$M_{oy} = 24000 \text{ Ncm}$$

$$M_{oz} = -15000 \text{ Ncm}$$

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow O_x = 500 \text{ N}$$

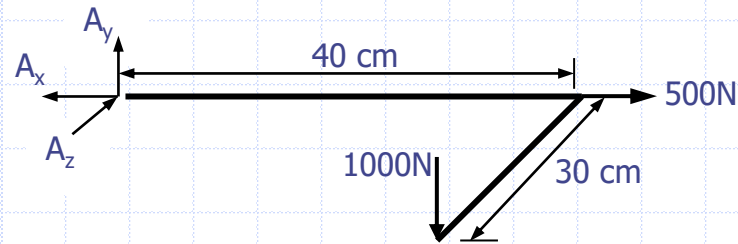
$$\Sigma F_z = 0 \Rightarrow O_z = 600 \text{ N}$$

## Örnek



$A$ 'da doğacak mesnet reaksiyonlarını hesaplayınız.

## Çözüm



$$\sum F_x = 0$$

$$-A_x + 500 = 0$$

$$A_x = 500 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$A_y - 1000 = 0$$

$$A_y = 1000 \text{ N}$$

$$\sum F_z = 0$$

$$A_z = 0$$

$$\sum M_x = 0$$

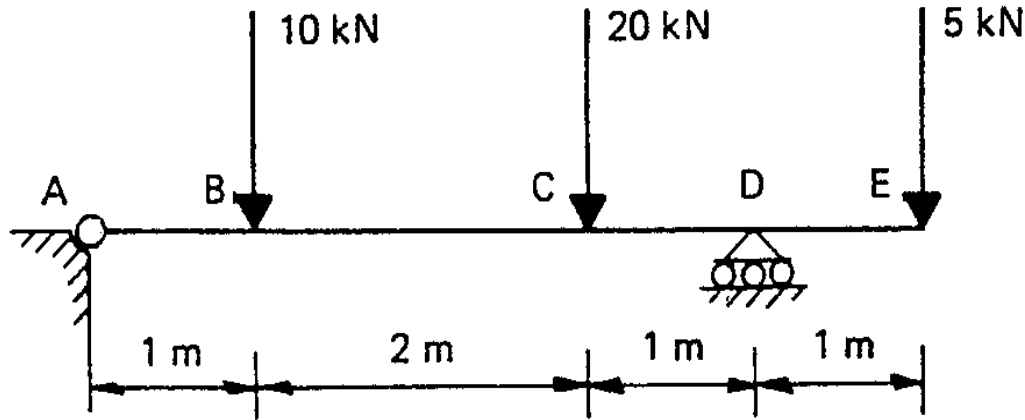
$$M_x = 1000 \cdot 30 = 30000 \text{ Ncm}$$

$$\sum M_z = 0$$

$$M_z = 1000 \cdot 40 = -40000 \text{ Ncm}$$

## Örnek

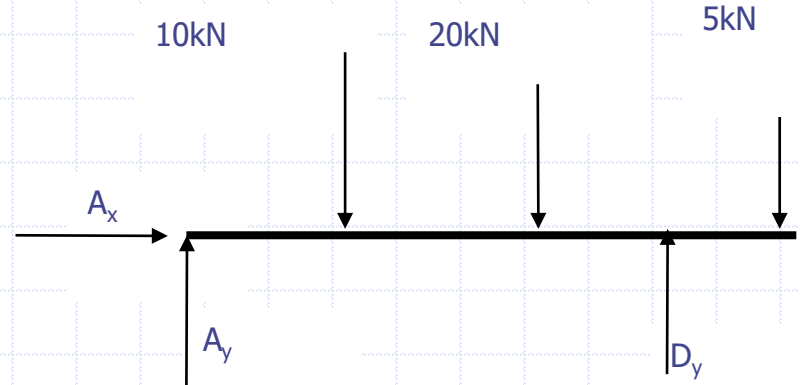
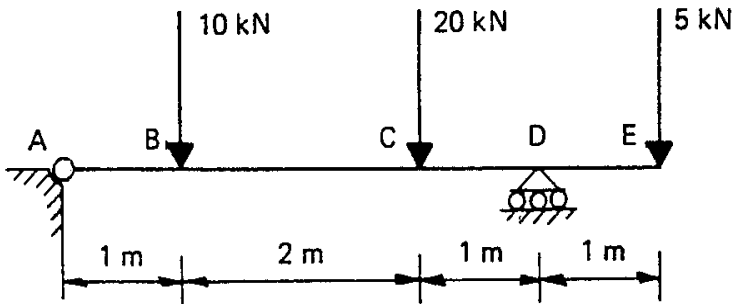
ABCDE kirişini A noktasından sabit bir mesnet ve D noktasında kayıcı bir mesnetle şekilde görüldüğü gibi mesnetlenmiştir. Üç noktadan kuvvetler etki etmektedir. Reaksiyon kuvvetlerini belirleyiniz.



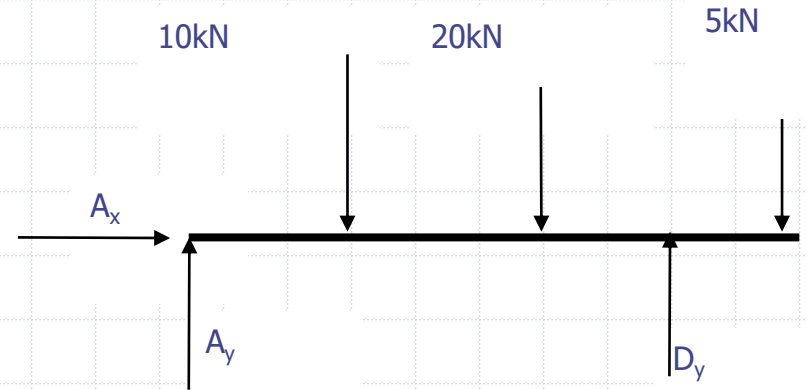
## Çözüm

A da ve gibi iki reaksiyon kuvveti ve D de dikey olarak etkiyen sadece tek bir reaksiyon kuvveti vardır.

Bu reaksiyonlar serbest kuvvet diyagramında gösterilmiştir. Sadece üç bilinmeyen vardır; buradan sistem statik olarak belirlidir ve bilinmeyenler belirlenebilir.



Serbest kuvvet diyagramı



Yatay yük yoktur; bundan dolayı;

$$\sum F_x = 0 \text{ ise } A_x = 0$$

$D_y$ 'yi belirlemek için A etrafında momentler alınır;

$$(\sum M_A = 0)$$

$$-(10 \times 1) - (20 \times 3) - (5 \times 5) + (D_y \times 4) = 0$$

$$\mathbf{D_y = +23.75 \text{ kN}}$$

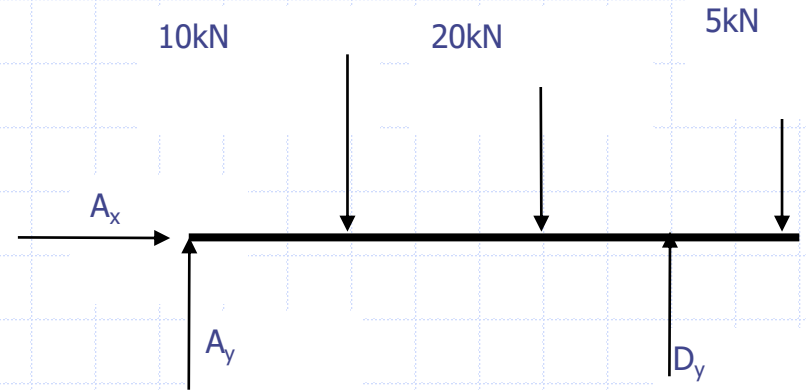
$A_y$ 'yi belirlemek için

$$(\sum F_y = 0)$$

$$+A_y + D_y - 10 - 20 - 5 = 0$$

$$+A_y + (23.75) - 35 = 0$$

$$A_y = +11.25 \text{ kN}$$



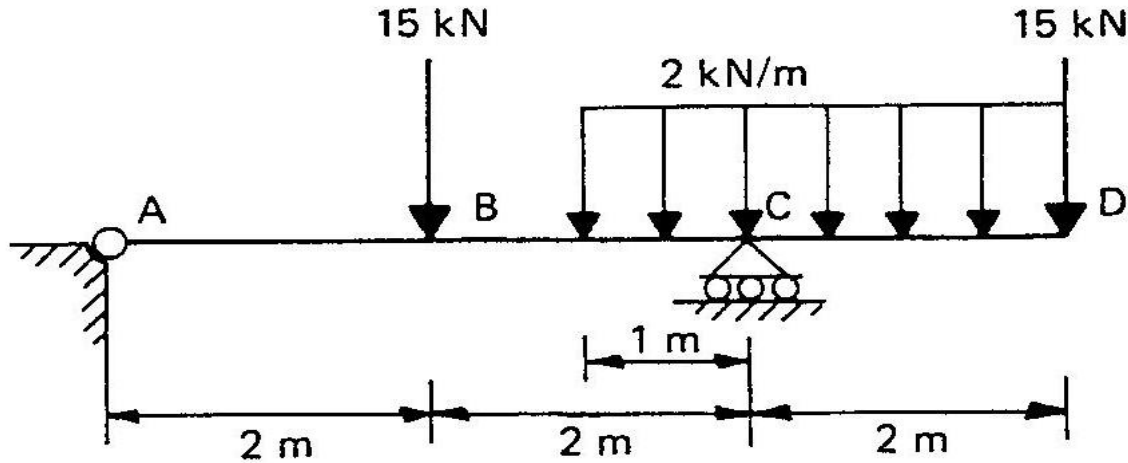
D etrafında alınan momentler kontrol edilir:

$$\sum M_D = +(A_y \times 4) - (10 \times 3) - (20 \times 1) + (5 \times 1)$$

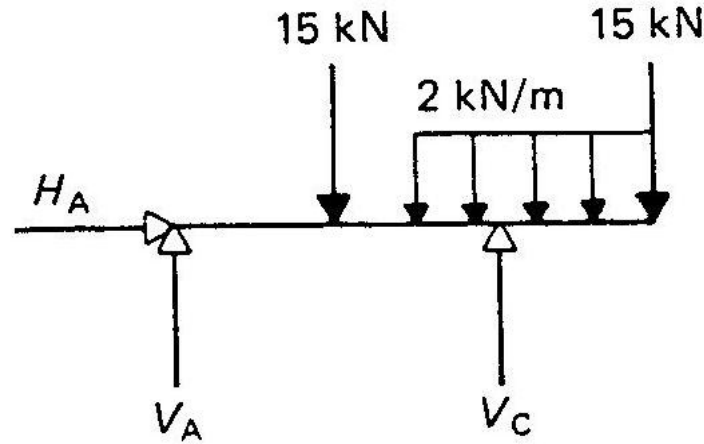
$$= +(+11.25 \times 4) - 45 = 45 - 45 = 0$$

## Örnek

ABCD kirişi A'da sabit bir mesnede ve C'de kayıcı bir mesnede sahiptir. Şekilde gösterildiği gibi, kiriş, her biri 15 kN olan iki tekil yük ve 2 kN/m lineer yayılı olan yüke maruzdur. Reaksiyonları belirleyiniz.



## Çözüm

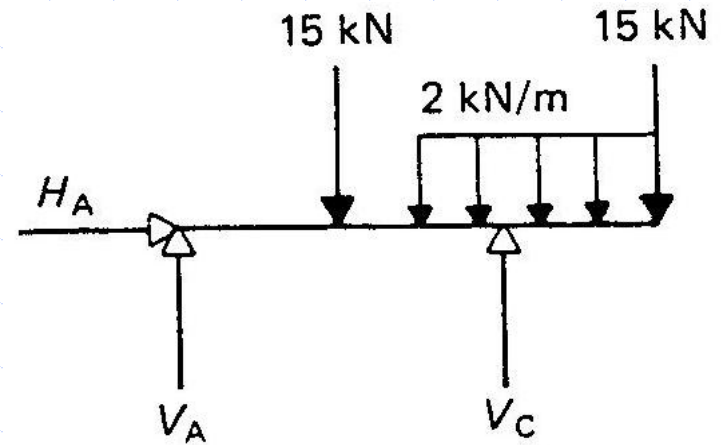


$\sum F_x = 0$  ise  $A_x = 0$  yatayda yük yoktur

**$C_y$ 'yi belirleyelim;**

A etrafındaki momentleri alalım, yayılı yükün momenti,

$(2 \times 3 = 6 \text{ kN}) \times (4.5 \text{ m})$  dir.



$$(\sum M_A = 0)$$

$$(15 \times 2) + (C_y \times 4) - (2 \times 3 \times 4,5) - (15 \times 6) = 0$$

$$C_y = +36.75 \text{ kN}$$

**Ay'yı belirleyelim;**

$$(\sum F_y = 0)$$

$$+ A_y - 15 + C_y - (2 \times 3) - 15 = 0$$

$$+ A_y - 15 + (+36.75) - 6 - 15 = 0$$

$$A_y = -0.75 \text{ kN}$$