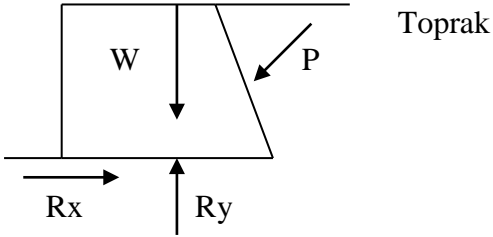


Mühendislik Statiği

Kuvvet; bir cismin diğer bir cisim üzerindeki etkisini gösterir. Kuvvetin, şiddeti, tatbik noktası, doğrultusu ve yönü vardır.



$$F = m \cdot a \quad m = \text{kütle}, \quad a = \text{ivme} \quad \text{Newton mekaniği}$$

$$\text{Kütle} = \text{kg}, \quad \text{Uzunluk} = \text{m} \quad \text{Zaman} = \text{s (saniye)} \quad \text{Kuvvet} = \text{Kg.m/sn}^2$$

Kuvvetin yönü genellikle yatay eksenle yapmış olduğu açı ile ifade edilir. Kuvvetin şiddeti ise belirli bir ölçekte belirlenmiş çizgi ile ifade edilir.

$$F = 1 \text{ Kg m/sn}^2 \longrightarrow 1 \text{ Newton} = 1 \text{ N}$$

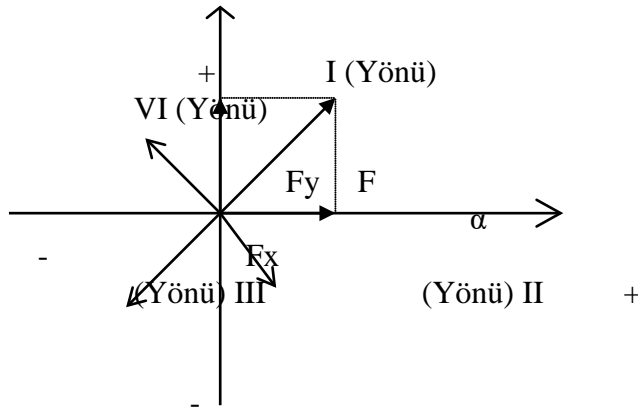
$$\text{Yerçekimi ivmesi} \longrightarrow F = 9.81 \text{ Kg m/sn}^2 = 9.81 \text{ N} = \text{Kg F} = \text{Kg kuvvet.}$$

$$1 \text{ Kg kuvvet} = 1 \text{ Kg F} = 9.81 \text{ N} = 1 \text{ Kg} .$$

Kuvvet Sistemleri

Kuvvet sistemi, iki ya da daha fazla kuvvetin bir cismin yada birbirleriyle ilgili cisimler grubu üzerinde etki yaptığı bir düzlemdir. Kuvvet sistemini teşkil eden bütün kuvvetler aynı düzlem üzerinde bulunurlar.

Bir kuvvetler sisteminin herhangi bir cisim üzerine etkisinde genellikle bileşenleri ile ifade edilir.



Kuvvetin doğrultusu = $\text{tg } \alpha = F_y/F_x$

Yatay ve Düşey Bileşenleri

$$F_x = F \cos \alpha$$

$$F_y = F \sin \alpha$$

Kuvvetin Şiddeti $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

Eğer n sayıda kuvvet varsa kuvvetler öncelikle düşey ve yatay bileşenlerine ayrılır Aynı yöndekiler toplanır, farklı yönde olanlar ise birbirinden çıkarılırlar.

Kuvvet sisteminde $\longrightarrow 0 = \longrightarrow$ Denge
 $0 \neq \longrightarrow$ Denge de değil

Bileşkenin bulunuşu

1. x Bileşeninin bulunması $R_x = \sum_{i=1}^n F_{xi}$

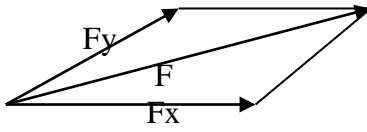
2. y Bileşeninin bulunması $R_y = \sum_{i=1}^n F_{yi}$

3. Bileşke kuvvetin bulunması $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$ Doğrultusu $\text{Tan } \alpha = R_y/R_x$

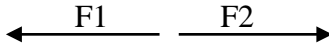
Bir yapıya birden fazla kuvvet etki etmektedir.

Mekaniğin temel aksiyomları “teorik olarak ispatlanmamıştır”

1. Paralel kenar kuralı: 2 kuvvetin bileşkesi (Bir noktaya etki eden) kenarları bu kuvvetler olan paralel kenarın köşegenine eşittir.

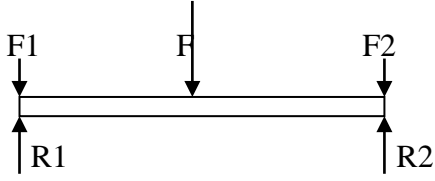


2. İki kuvvetin denge şartı



İki kuvvetin şiddetleri ve doğrultuları aynı yönleri ters ise denge oluşmaktadır.

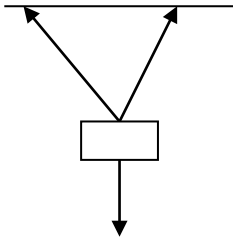
3. Herhangi bir kuvvet sistemine denge durumunda kuvvetler eklenip çıkarılabilir denge durumu değişmez.
4. Denge durumunda etki kuvvetleri ile tepki kuvvetleri birbirine denktir.



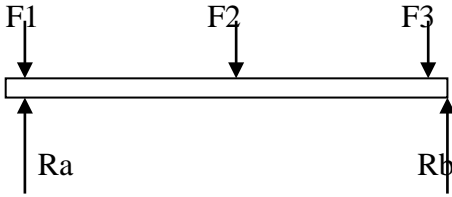
Kuvvet sisteminde 2 ya da daha çok kuvvet sistemi etkilemektedir. Bu sistemler ya uzaysal olur ya da düzlemsel olabilir. (x,y) ya da (x,y, z)

Düzlemsel Kuvvet sistemleri

a. Ortak kesim noktası olan kuvvet sistemleri



b. Paralel Kuvvet Sistemi

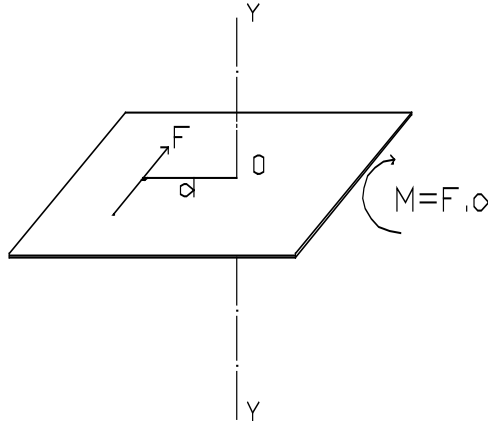


c. Ortak kesim Noktası Olmayan Kuvvet Sistemleri

Kuvvetin Momenti:

Bir kuvvetin bir eksen ya da doğruya göre momenti, onun söz konusu eksene göre döndürme ya da bükme gücünün bir ölçüsüdür. Her hangi bir kuvvetin momenti kuvvet ile kuvvet kolunun çarpımına eşittir. Kuvvet kg ve kuvvet kolu m olarak ifade edilirse momentin birimi kilogram metre olarak (kgm) ifade edilir. Ton ve cm olarak ifade edilirse ton cm olarak alınır. Her iki ifade birimi de kullanılabilir.

$$M_o = F \cdot d \quad F = \text{kuvvet} \quad d = \text{kuvvet kolu}$$



Şekil: Bir kuvvetin momenti

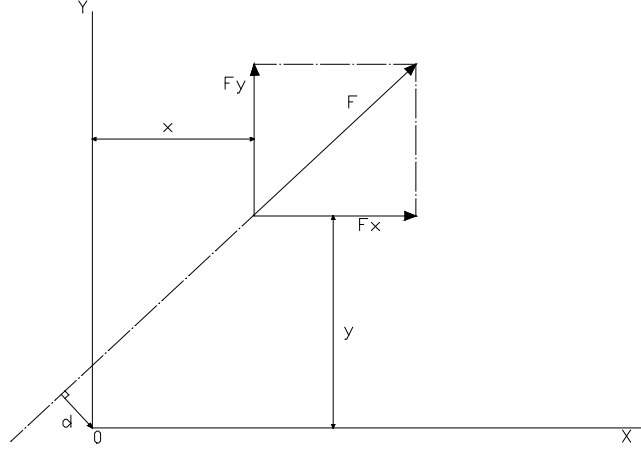
Bir kuvvetin herhangi bir eksene göre momenti iki farklı doğrultuda olabileceğinden, dönme yönünün belirlenmesinde uygulamalarda, saat ibresi yönü pozitif, aksi yön ise negatif olarak ifade edilmektedir.

Her hangi bir kuvvet sisteminin momentinin değerlendirilmesinde Fransız matematikçi Varignon ortaya koyduğu teoreme: her hangi bir kuvvetin belirli bir eksene göre olan momenti, bu kuvvetin bileşenlerinin aynı eksene göre cebirsel toplamına eşittir olarak ifade edilmiştir.

$$M_o = F \cdot d = F_x \cdot y - F_y \cdot x$$

Herhangi bir kuvvetin içinde bulunduğu düzleme dikey olan bir eksene göre momenti, kuvvet ve eksenden kuvvetin tesir çizgisine olan dikme ayağının

(kuvvet kolu) çarpımı olarak tanımlanır. Aşağıdaki şekilde şekilde F kuvvetinin yatay düzleme dik Y eksenine göre momenti $M = F \cdot d$ dir. Eşitlikte d mesafesi genellikle kuvvet kolu olarak tanımlanmaktadır. Kuvvet kg ve kuvvet kolu da m olarak ifade edilirse kg m, ya da ton cm olarak ifade edilmektedir.



Şekil : Varignon teoreminin uygulanması

Eğer sistemde n kuvvet varsa,

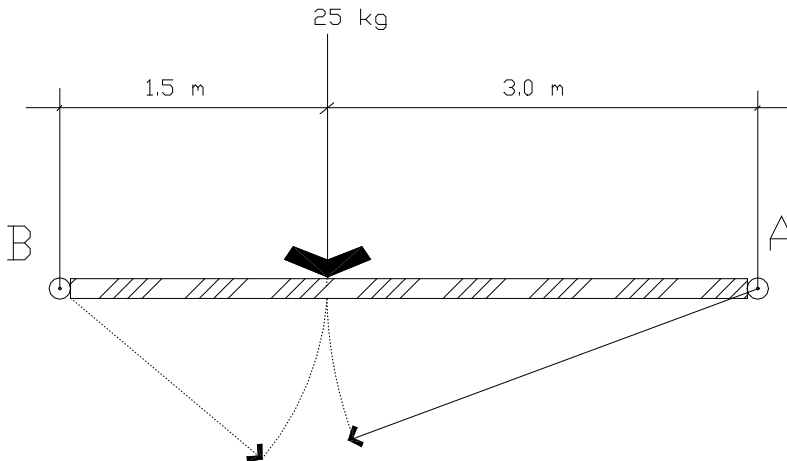
$$\sum M_o = \sum_{i=1}^n F_i \cdot x \cdot d$$

$$\sum M_o = \sum_{i=1}^n (F_{ix} \cdot y - F_{iy} \cdot x)$$

Bir kuvvetin herhangi bir eksene göre momenti her iki doğrultuda da olabileceğinden belli bir kurala uyulması gerekmektedir. Genellikle saat ibresi yönü (+) tersi ise (-) olarak kabul edilmektedir.

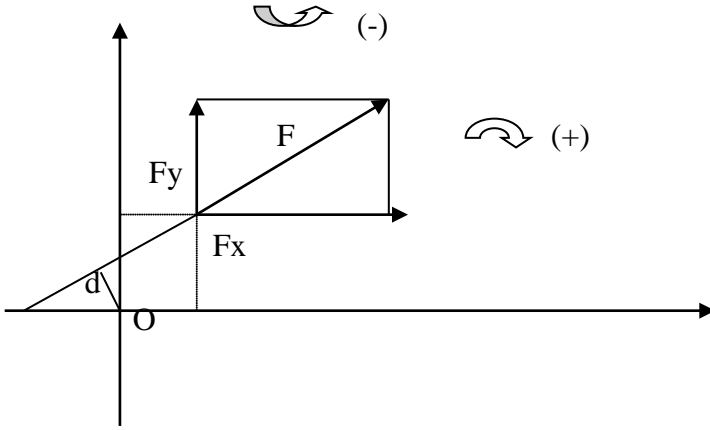
Bunları bir örnekte açıklarsak. Aşağıda verilen kuvvetler sistemine göre; A eksenini etrafında hareket ettiren kuvvetin momenti;
 $M_A = f \cdot L = 25 \text{ kg} \cdot 3.0 \text{ m} = 75 \text{ kgm. dir.}$

B eksenini etrafında hareket ettirmeye çalışan kuvvetin momenti ise,
 $M_B = f \cdot L = 25 \text{ kg} \cdot 1.5 \text{ m} = 37.5 \text{ kgm}$ olarak hesaplanabilir.



Eğer herhangi bir cisme n sayıda ($F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$) kuvvet etki ediyorsa. Her bir kuvvet dikdörtgen bileşenlerine ayrılabilir için ($F_{x1}, F_{x2}, F_{x3}, \dots, F_{xn}, F_{y1}, F_{y2}, \dots, F_{yn}$) bu kuvvetlerin koordinat sisteminin orijininin (O) geçen bir eksene göre momenti.

Eğer her hangi bir cisme n sayıda kuvvet etki ediyorsa ($F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$), herbir kuvvet bileşenlerine ayrılabilir için ($F_{x1}-F_{y1}, F_{x2}-F_{y2}, \dots, F_{xn}-F_{yn}$) bu kuvvetlerin koordinat sisteminin orijininin (O) geçen bir eksene göre momenti:



$$M_o = F \cdot d = F_x \cdot y - F_y \cdot x \quad (\text{Varignon kanunu})$$

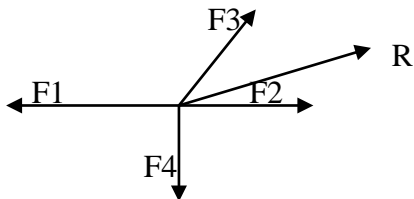
Eğer sistemde n sayıda kuvvet varsa:

$$M_o = R \cdot D = \sum_{i=1}^n F_i \cdot d_i = \sum_{i=1}^n (F_{xi} \cdot y_i - F_{yi} \cdot x_i)$$

Kuvvet Sistemlerinin Bileşkesi

1. Ortak Kesim Noktası Olan Kuvvet Sistemleri

Kuvvet sisteminin bileşkesi kuvvetlerin kesim noktasından geçer.



$$R_x (\text{bileşke}) = \sum F_x$$

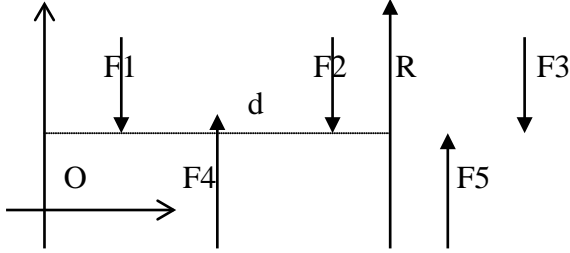
$$R_y = \sum F_y$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$\text{Doğrultusu} \quad \tan \delta = R_y/R_x$$

2. Paralel Kuvvet Sisteminin Bileşkesi

Kuvvet sisteminin bileşkesi kuvvet sistemine paraleldir.



$$R_x = \sum F_x = 0$$

$$R_y = \sum F_y$$

$$R = \sqrt{0 + R_y^2}$$

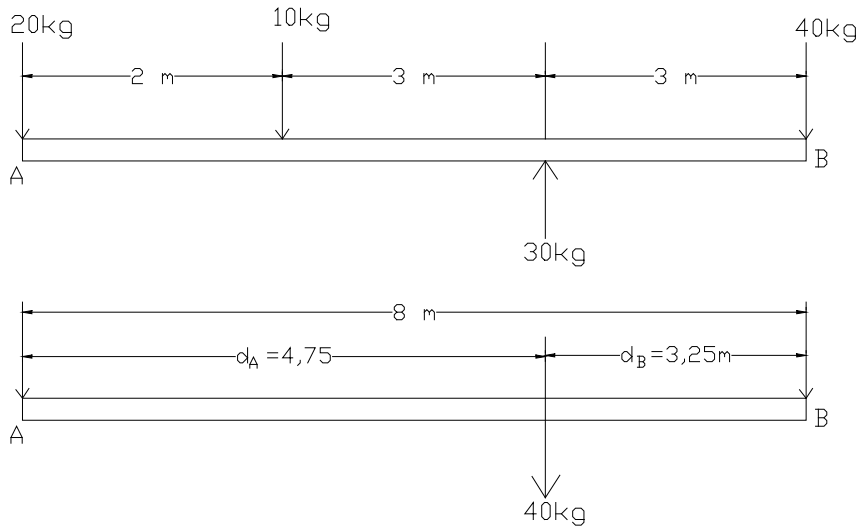
$$\bullet \longrightarrow R = \sum F$$

Koordinat sisteminin y eksenine kuvvet sistemine paraleldir.

$$R \cdot d = \sum M_o$$

$$d = \sum M_o/R$$

Örnek: Şekilde verilen paralel kuvvet sisteminde bileşke kuvvetin şiddeti ve pozisyonu nedir?



Çözüm:

Bileşke kuvvetin şiddeti:

$$R = \Sigma F \quad R = - 20 - 10 + 30 - 40$$

$$R = - 40 \text{ kg} \downarrow$$

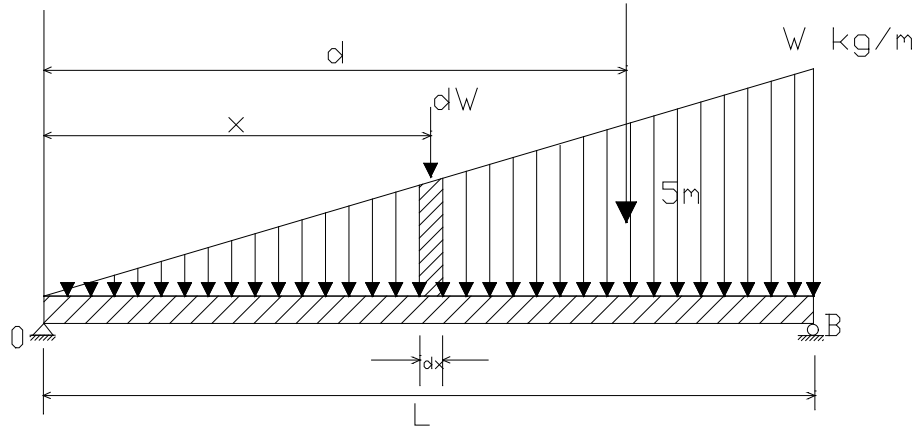
Bileşke kuvvetin pozisyonu : Varignon teoreminin uygulanmasıyla,

$$M_R = \Sigma M_A = R \cdot d$$

$$190 + \Sigma M_A = 10 \times 2 - 30 \times 5 + 40 \times 8 = 40 d_A$$

$$190 = 40 d_A \quad d_A = 190 / 40 = 4.75 \text{ m}$$

Örnek : Açıklığı L olan bir kiriş sağ ucunda 0 kg/m sol ucunda W kg/m ye doğru orantılı bir biçimde artmaktadır Bileşke kuvvetin şiddeti ve pozisyonu nedir?



Şekil

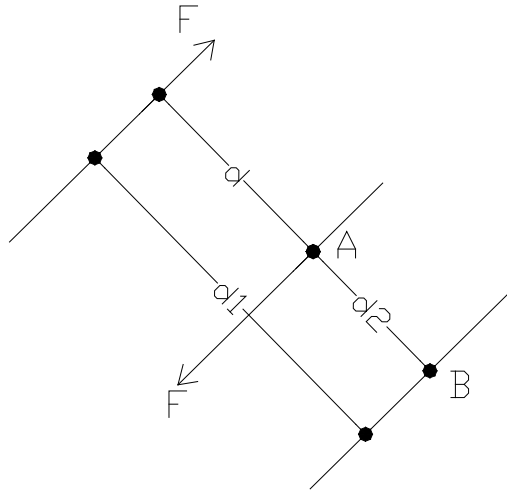
Şekilde görülen üçgen yükün toplam ağırlığı W, dW yüklerinin bileşkesidir. Her bir diferansiyel dW yükünün değeri, y kg/m şiddeti ile dx mesafesinin çarpımına eşittir.

$$\text{Buna göre } R = WL / 2$$

$$d = 2/3 L \text{ dir.}$$

Kuvvet Çiftinin Momenti

Bazı durumlarda bir kuvvet sisteminin bileşkesi sifıra eşdeğer olmasına karşın, bir bileşke moment ortaya çıkabilir. Böyle bir durum ancak, bir kuvvet çifti söz konusu olduğu zaman ortaya çıkar. Şiddetleri aynı, tesir çizgileri paralel ve yönleri ters iki kuvvete kuvvet çifti ya da eşlenik denir.



Burada kuvvetlerin cebirsel toplamı sıfır olmasına karşın sistemin A noktasına göre momenti sıfır değildir. Bu nedenle bu kuvvet sisteminin etkisi sıfır olamayacaktır. Bu iki kuvvet cisme doğrusel bir hareket vermez ancak bulunduğu yerde döndürmeye çalışır.

Burada

$$\curvearrowright + \sum M_A = F \cdot d$$

$$\curvearrowright + \sum M_B = F (d_1 - d_2) = F \times d$$

Bir kuvvet çiftinin momenti (C) kuvvet çiftini oluşturan kuvvetlerden birisi ile kuvvet çiftinin tesir çizgileri arasındaki düşey mesafenin çarpımına eşittir. $C = F \times d$

Ortak Kesim Noktası Olmayan Kuvvet Sistemi

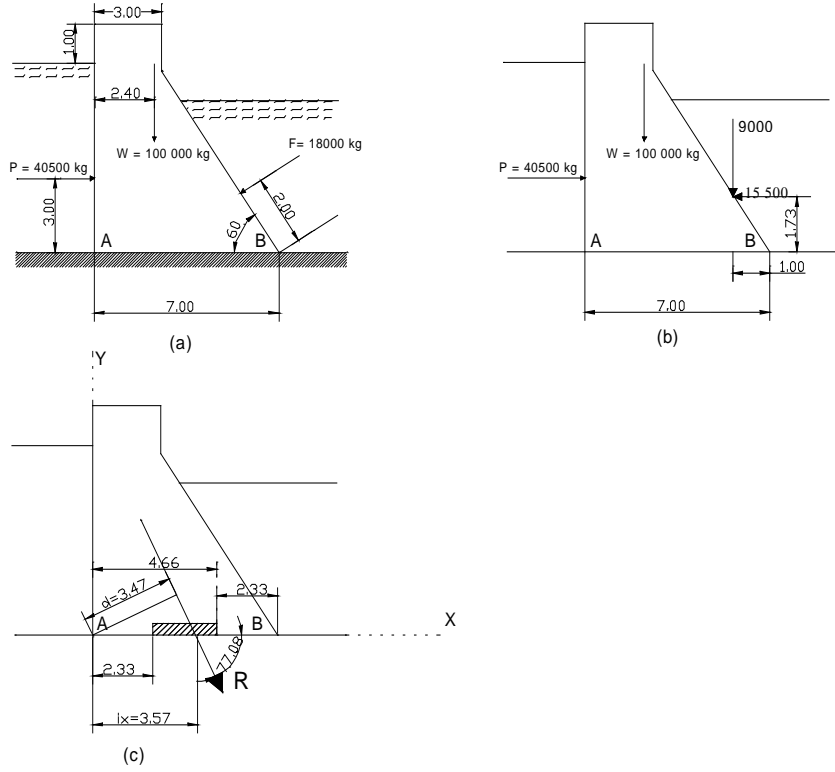
$$R_x = \sum F_x \quad R_y = \sum F_y$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad \text{Doğrultusu} = \tan \delta = R_y/R_x$$

$$R \cdot d = \sum M_o \quad \bullet \longrightarrow \quad d = \sum M_o / R$$

Aşağıdaki şekilde bende etki yapan kuvvet sistemi

- Kuvvet sisteminin bileşkesini
- Bendin AB tabanını kestiği nokta (Kuvvetin pozisyonu)



Önce sistemdeki her kuvvetin X ve Y bileşenlerinin hesaplanması gerekmektedir.

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ$$

$$F_x = 18\,000 \times \cos 30^\circ = 15\,500 = 15.5 \text{ ton}$$

$$F_y = F \cdot \sin 30^\circ$$

$$F_y = 18\,000 \times \sin 30^\circ = 9\,000 = 9 \text{ ton}$$

$$R_x = \sum F_x$$

$$R_x = 40\,500 - 15\,500 = 25\,000 = 25 \text{ ton}$$

$$R_y = \sum F_y$$

$$R_y = -100\,000 - 9\,000 = -109\,000 = -109 \text{ ton}$$

$$\curvearrowright + \sum M_A = 40.5 \times 3 + 100 \times 2.4 + 6 \times 9 - 15.5 \times 1.73 =$$

$$= 121.5 + 240 + 54 - 26.8$$

$$= 388.7 \text{ t.m}$$

$$R = \sqrt{(R_x)^2 + (R_y)^2} = \sqrt{(25)^2 + (109)^2}$$

$$= \sqrt{625 + 11881} = \sqrt{12506} = 112 \text{ ton}$$

$$\tan \alpha = 109 / 25 = 4.36 \quad \alpha = 77^\circ 08'$$

$$M_R = R \cdot d = \sum M_A$$

$$112 \times d = 388.7$$

$$d = 388.7 / 112 = 3.47 \text{ m}$$

$$M_R = (\sum R_y) \cdot i_x = \sum M_A$$

$$109 \times i_x = 388.7$$

$$i_x = 388.7 / 109 = 3.57 \text{ m (A}$$

noktasının sağı)

$$M_R = (\sum R_x) \cdot i_y = \sum M_A$$

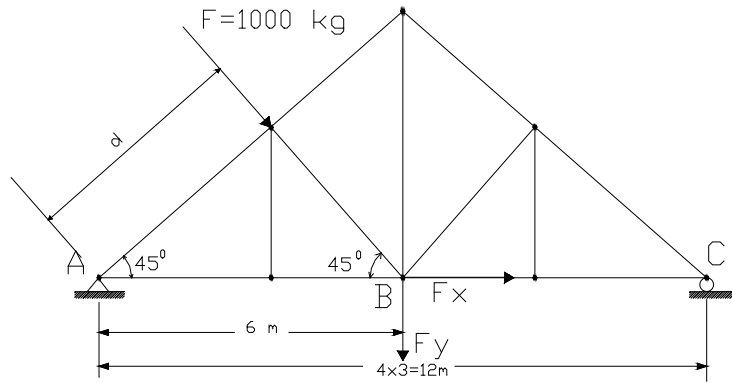
$$25 \times i_y = 388.7$$

$$i_y = 15.5 \text{ m (A noktasının altı)}$$

$$7 \times 1/3 = 2.33 \text{ m} < i_x = 3.57 < 2 \times 2/3 = 4.66$$

Bu nedenle bileşke kuvvet R ; bendin tabanının orta 1/3 ünün içerisinde geçtiğinden proje statik bakımdan elverişlidir.

Örnek : Verilen şekildeki F kuvvetinin A mesnedine göre momenti.



Çözüm: F kuvveti tesir çizgisi üzerinden B noktasına kadar kaydırılır burada Fx ve Fy bileşenlerine ayrılabilir.

$$F_x = F \cdot \cos \alpha \quad F_x = 1000 \cdot \cos 45^\circ = 707 \text{ kg} \rightarrow$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha \quad F_y = 1000 \cdot \sin 45^\circ = -707 \text{ kg} \downarrow$$



$$+ M_A = F \cdot d = F_x \cdot y + F_y \cdot x = 707 \cdot 0 + 707 \cdot 6 = 4242 \text{ kg-m}$$

Paralel Kuvvetlerin Bileşkesi

Paralel kuvvetler sisteminde, sistemi oluşturan bütün kuvvetler birbirlerine paraleldirler

Sonuç olarak $\sum F_x = 0$ ve $\sum F_y = \sum F$ elde edilir Burada $\sum F$, paralel kuvvetlerin

cebirsel toplamına eşittir. Bileşke kuvvet $R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$

olduğundan bu değerler yerine $R = \sum F$ elde edilir.

Bileşke kuvvetin tesir çizgisi sistemi oluşturan kuvvetlere paraleldir. Bileşke kuvvet R nin kuvvet kolu (d) ve kuvvet sisteminin moment toplamı $\sum M_o$ ile ifade edilirse

$$R \cdot d = \sum M_o \text{ elde edilir.}$$

Mesnet Tepkileri

Yapılar ya da yapıları oluşturan etmenlerin büyük bir çoğunluğu kısmen ya da tamamen birbirlerine ya da zemine bağlanırlar. Yapı elemanlarının serbest hareketini engelleyen objeler mesnetlerdir.

Mesnetler kuvvetlerin karakteristikleri yönünden üç ana grupta toplanırlar.

1. Doğrultusu belirli bir tepki veren mesnetler.

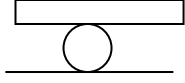
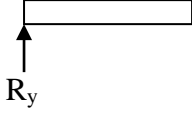
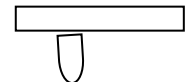
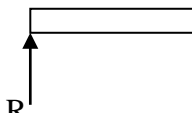
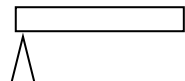
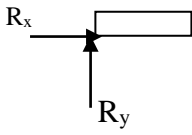
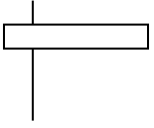
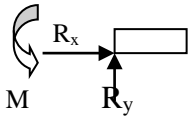
Bu gruba giren mesnetler ancak tek doğrultuda harekete engel olabilirler. Mesnet tepkisi tek bilinmeyenli olup o da kuvvetin R_y şiddetidir.

2. Doğrultusu belli olmayan bir tepki kuvveti veren mesnetler.

Bu gruptaki mesnetler, cismin her doğrultuda hareketine engel olurlarsa da, cismin mesnet etrafında dönmesini önleyemedikleri için moment taşıyamazlar. İki bilinmeyen tepki bileşeni vardır (R_x ve R_y). Bunlar mafsallı mesnetlerdir.

3. Bir kuvvet ve kuvvet çifti veren mesnetler

Bu gruptaki mesnetlerin en tipik örneği sabit (ankastre) mesnetlerdir. Sabit mesnetler üç bilinmeyenli tepki verirler.

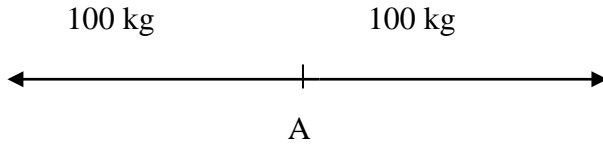
Mesnet Tipi	Sembol	Tepki Kuvveti Bileşenleri	Bilinmeyen Sayı
Makaralı			1
Salıncaklı			1
Mafsallı			2
Sabit (Ankastre)			3

Kuvvetler Sisteminin Dengesi

Bir yapının sağlamlığı, onun tüm elemanlarının denge içerisinde olması ile mümkündür. Yapılarda dengenin olabilmesi için herhangi bir noktaya göre tüm momentlerin toplamının “0” olması gerekmektedir. Bu ilke denge yasası olarak ifade edilir.

Ortak bir kesim noktası olan kuvvet sistemlerinde denge durumunda sistemin bileşkesi sıfıra eşit olduğu takdirde, nokta denge halindedir. Üzerinde iki kuvvetin

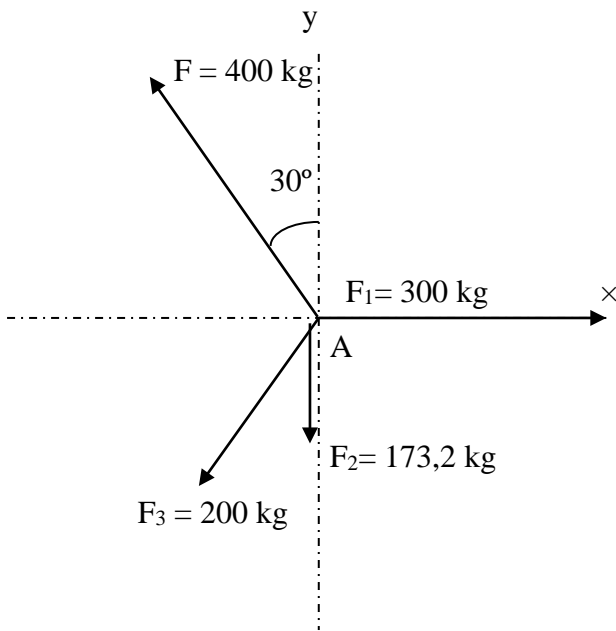
etki yaptığı bir nokta eğer bu kuvvetler aynı şiddet, doğrultusu ters yönde ise denge durumunda olacaktır. Şekilde A noktasında bileşke 0 olduğu için denge durumundadır.



Denge şartının analitik olarak ifadesi için ortak kuvvet sistemlerinin bileşkesi (R) nin R_x ve R_y bileşenlerinin ayrı ayrı sıfıra eşit olduğunun gösterilmesi zorunludur. Herhangi bir kuvvetin bileşenleri ayrı ayrı sıfıra eşitse, kuvvetin kendisinde sıfıra da eşittir. R_x bileşeni verilen bütün kuvvetlerin F_x , R_y bileşeni de bütün kuvvetlerin F_y bileşenler toplamına eşittir. Bu nedenle gerekli şart şu şekilde yazılabilir.

$$\Sigma = F_x = 0$$

$$\Sigma = F_y = 0$$



Örnek Yukarıda verilen ortak kesim noktası olan kuvvet sisteminde ;
Kuvvet sisteminin dengede olup olmadığını bulunuz.

$$\begin{aligned}\Sigma F_x = 0 \quad \Sigma F_x &= 300 - 200 \sin 30^\circ - 400 \sin 30^\circ \\ &= 300 - 100 - 200 = 0\end{aligned}$$

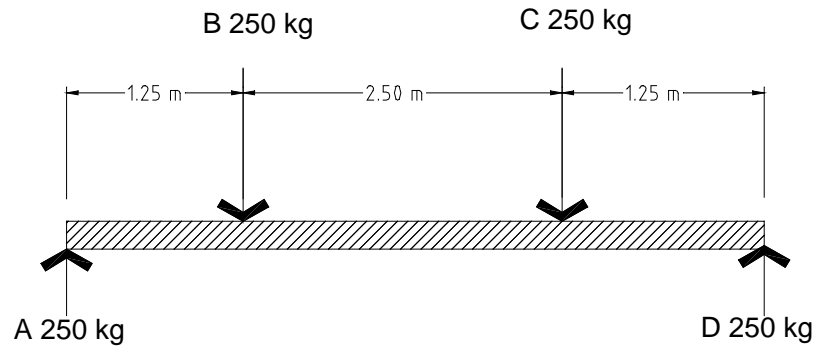
$$\begin{aligned}\Sigma F_y = 0 \quad \Sigma F_y &= 173,2 - 200 \cos 30^\circ + 400 \cos 30^\circ \\ &= -173,2 - 173,2 + 346,4 = 0\end{aligned}$$

Bu nedenle kuvvet sistemi A noktasında denge halindedir.

Moment yönünden denge şartı

Denge şartının moment toplamı şeklinde ifade edilmesinin en büyük avantajı; herhangi bir kuvvetin, tesir çizgisi üzerindeki bir noktaya göre momentinin alınması ile söz konusu kuvvetin elimine edilebilmesidir.

Bir kuvvetler sisteminin moment etkisi, bu sistemin bileşkesinin momentine eşit olduğundan ($\Sigma M = R.d$) aşağıda verilen şartlarda kuvvetler sisteminin moment toplamına eşittir.



Yukarıdaki şekilde 5 m lik bir kiriş üzerinde her biri 250 kg lık iki tekil kuvvet uygulanmaktadır A noktası momentin merkezi olarak kabul edilirse.

A-B kuvvet kolu için moment : $250 \text{ kg} \times 1.25 \text{ m} = 312.5 \text{ kg-m}$

A-C kuvvet kolu için moment : $250 \text{ kg} \times 3.75 \text{ m} = 937.5 \text{ kg-m}$

D noktasındaki mesnet ya da zıt yöndeki kuvvet, kiriş üzerinde uygulanan toplam kuvvetin yarısına eşittir. O halde, A- D için moment

$250 \text{ kg} \times 5 \text{ m} = 1250 \text{ kg-m}$ dir

Yönlerine göre moment toplamları eşitlendiğinde

$(+312.5 \text{ kg-m}) + (+ 937.5 \text{ kg-m}) + (-1250 \text{ kg-m}) = 0$ olarak bulunmaktadır.

Toplam moment “0” olduğuna göre sistem dengededir. Sistemde moment merkezi değiştirilse de yine toplamlar “0” olarak çıkacaktır.

Paralel Kuvvetlerin Dengesi:

Paralel kuvvet sistemlerinde denge durumu bileşke kuvvetin sıfır olması için gerekli şartlardan çıkarılabilir. Daha önce paralel kuvvet sisteminin denge şartı için;

$$R = \Sigma F$$

$$R \cdot d = \Sigma M \text{ belirtilmiştir.}$$

Ayrıca denge durumunda bileşke “0” olduğundan,

$$\Sigma F = 0$$

$\Sigma M = 0$ olması gerekir. Buna göre paralel kuvvet sistemlerinde denge şartı

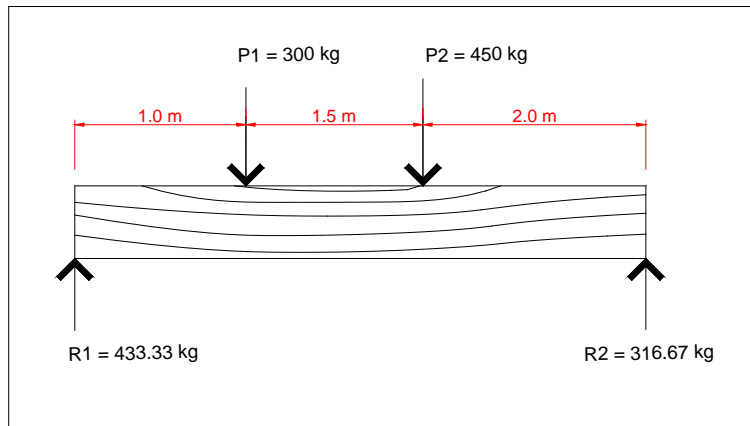
için,

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\Sigma M_B = 0$$

Yapısal bir sistem üzerinde bir kuvvet uygulandığında, sistem dengede kaldığı sürece uygulanan kuvvete eşit miktarda karşı tepki (mesnet tepkisi) oluşacaktır.

Aşağıda şekildeki kirişe farklı şiddetle iki kuvvet uygulandığında tepkiler;



Kiriş üzerinde R1 olarak tanımlanan mesnetten 1.0 m uzaklıkta 300 kg, 2.5 m uzaklıkta 450 kg olmak üzere iki kuvvet uygulanmıştır. Kuvvet sisteminin dengede olabilmesi için momentlerin toplamının sıfıra eşit olması gerektiği bilindiğine göre her mesnedin ortaya koyabileceği tepkinin hesaplanması mümkün olabilmektedir. R1 noktasına göre tüm kuvvetlerin momenti alınıp sıfıra eşitlenirse;

$$O = (+ 1.0 \text{ m} \times 300 \text{ kg}) + (+ 2.5 \text{ m} \times 450 \text{ kg}) + (- 4.5 \text{ m} \times R_2)$$

Burada, R_2 'nin yönü P_1 ve P_2 n,n yönüne karşıttır. Bu nedenle, P_1 ve P_2 pozitif iken R_2 nin negatif olarak kabul edilmiştir. Förmül daha açık bir hale getirilirse;

$$4.5 \text{ m} \times R_2 = (1.0 \text{ m} \times 300 \text{ kg}) + (2.5 \text{ m} \times 450 \text{ kg})$$

$$R_2 = (300 \text{ kgm} + 1125 \text{ kgm}) / 4.5 \text{ m}$$

$$R_2 = 1425 \text{ kgm} / 4.5 \text{ m} = 326.67 \text{ olarak bulunur.}$$

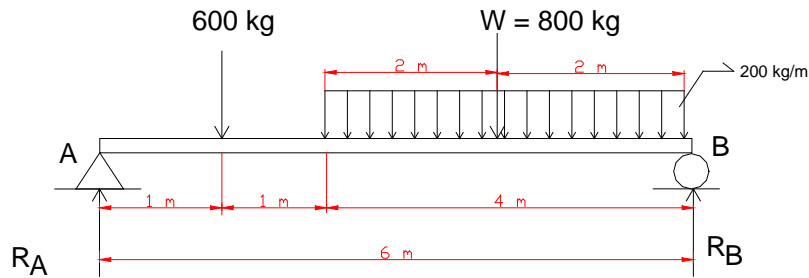
R_1 deki mesnet tepkisini hesaplayabilmek için R_2 noktasına göre tüm kuvvetlerin momenti alınıp, sıfıra eşitlenirse:

$$0 = (+ 2.0 \text{ m} \times 450 \text{ kg} + \text{kg}) + (3.5 \text{ m} \times 300 \text{ kg}) + (-4.5 \text{ m} \times R_1)$$

$$4.5 \text{ m} \times R_1 = (2.0 \text{ m} \times 450 \text{ kg}) + (3.5 \text{ m} \times 300 \text{ kg})$$

$$R_1 = (900 \text{ kgm} + 1050 \text{ kgm}) / 4.5 \text{ m}$$

$$R_1 = 1950 \text{ kgm} / 4.5 \text{ m} = 433.33 \text{ kg olarak hesaplanır.}$$



Yukarıdaki şekildeki kirişte mesnet tepkilerini bulunuz?

Öncelikle düzgün yayılı yük olan 200 kg /m den W hesaplanır.

$W = 4 \text{ m} \times 200 \text{ kg/m} = 800 \text{ kg}$ dır.

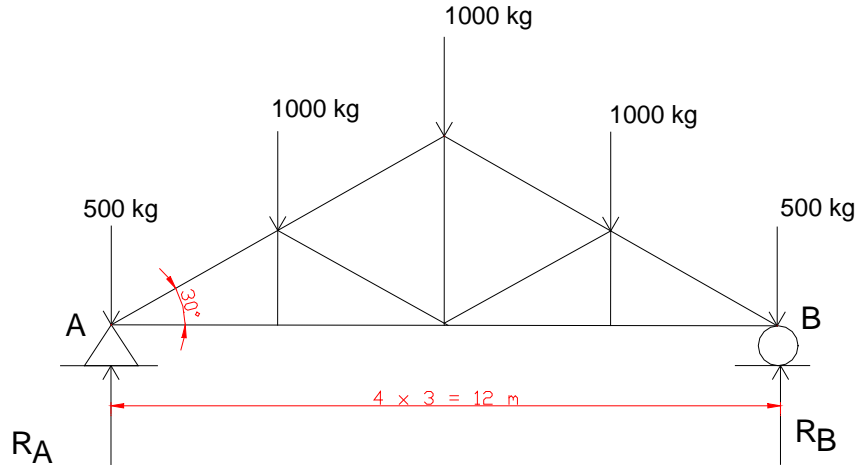
$$1. \curvearrowright \Sigma M_A = 0 \quad 600 \times 1 + 800 \times 4 - R_B \times 6 = 0$$

$$R_B = 3800 / 6 = 633 \text{ kg} \uparrow$$

$$2. \curvearrowright \Sigma M_B = 0 \quad R_A \times 6 - 800 \times 2 - 600 \times 5 = 0$$

$$R_A = 4600 / 6 = 767 \text{ kg} \uparrow$$

$$3. \text{Kontrol : } \Sigma F_y = 0 \quad 767 - 600 - 800 + 633 = 0 \text{ dır.}$$



Çözüm :

$$1. \curvearrowright + \Sigma M_A = 0 \quad 1000 \times 3 + 1000 \times 6 + 1000 \times 9 + 500 \times 12 - R_B \times 12 = 0$$

$$R_B = 24000 / 12 = 2000 \text{ kg} \uparrow$$

$$2. \curvearrowright + \Sigma M_B = 0 \quad R_A \times 12 - 1000 \times 3 - 1000 \times 6 - 1000 \times 9 - 500 \times 12 = 0$$

$$R_A = 24000 / 12 = 2000 \text{ kg} \uparrow$$

$$3. \text{Kontrol : } \Sigma F_y = 0 \quad 2000 - 500 - 1000 - 1000 - 1000 - 500 + 2000 = 0$$