

STATİK (1. Hafta)

Giriş

Mühendislik öğrencilerine genellikle ilk yıllarda verilen temel derslerin başında gelir. Sabit sistemler üzerindeki kuvvet ve momentleri inceleyen bir bilim dalıdır. Kendisinden sonra gelecek olan Mukavemet derslerinin temelini teşkil eder. İncelenecek olan Temel başlıklar *Kuvvet ve Denge, Ağırlık Merkezleri, Taşıyıcı Sistemler, Mesnet ve Tepkileri, Kafes Sistemleri, Kablolar, Sürtünme ve Atalet Momentidir.*

TEMEL KAVRAMLAR

Mekanik: Cisimlerin hareket ve dengelerini inceleyen bir bilimdir. Başlıca üç kısma ayrılır.

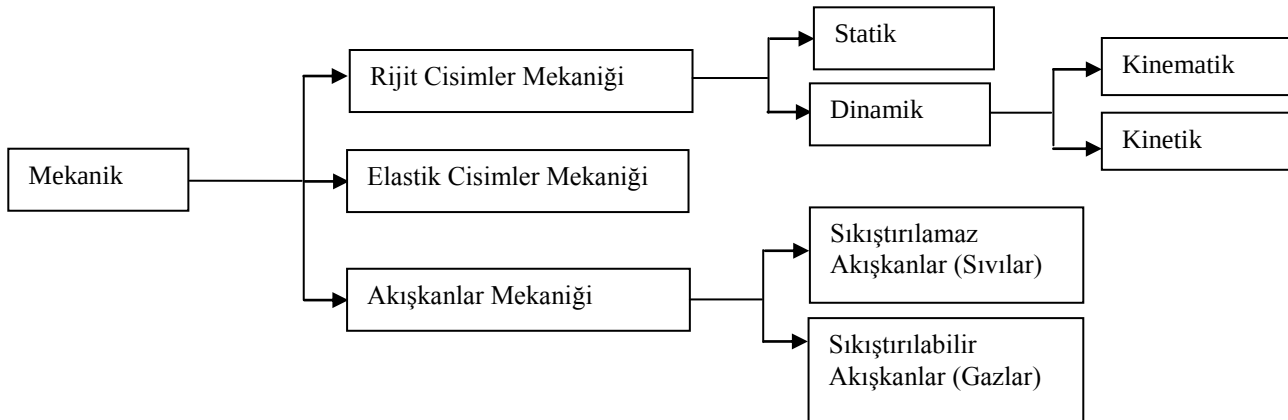
- a) Rijit Cisimler (esnemeyen) Mekaniği
- b) Elastik Cisimler Mekaniği
- c) Akışkanlar Mekaniği

Rijit Cisimler Mekaniği: Rijit cisimler mekaniği temel olarak iki kısma ayrılır.

- a) Statik
- b) Dinamik

Statik: Denge halinde bulunan sabit durağan sistemlerin üzerindeki kuvvet ve momentleri inceler. Sistem hareket halinde olsa bile üzerinde ivme değerleri yoktur. İvmenin olmadığı yerde atalet kuvvetleri olmayacağından sistem statik kuralları ile incelenir.

Dinamik: Hareket halinde bulunan sistemlerin üzerindeki kuvvet ve momentleri inceler. Hareket halindeki cisimlerin hızlanma, yavaşlama ve yön değiştirme gibi durumlarda ivmeler meydana gelir. İvmenin olduğu yerde normal iç ve dış kuvvetlerin yanında bir de atalet kuvvetleri eklenir. Dinamik tüm bu kuvvetleri birlikte ele alan bir bilim dalıdır.



Şekil. Mekaniğin alt dalları.

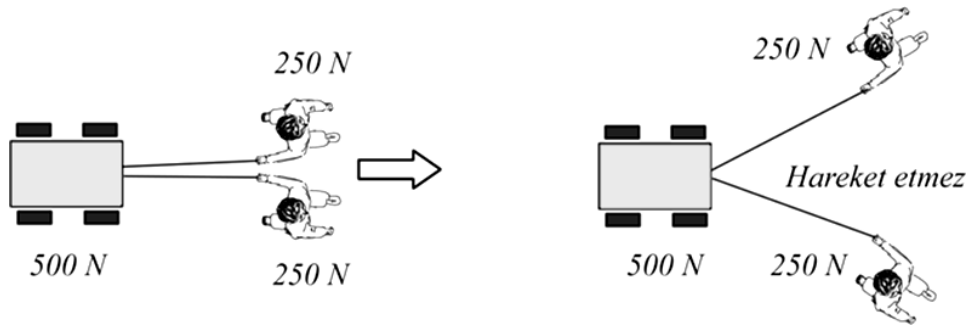
Rijit Cisim: Dış etkilerle şeklini değiştirmeyen, yani esnemeyen cisimdir. Gerçekte doğadaki tüm cisimler azda olsa esner, şekil değiştirir. Bu durum mekanikte ideal olarak kullanılan bir kavramdır.

Maddesel Nokta: Cismin kütesinin bir noktada toplandığı varsayılarak işlem yapılan cisimlerdir. Cisim nokta şeklinde kabul edildiğinden cismin dönme etkileri dışarıda tutulup sadece doğrusal ve dairesel hareketleri incelenmiş olur.

Kuvvet: Bir cismin diğerine etkisi olarak tanımlanabilir. Kuvveti belirlemek için sadece şiddetinin bilinmesi yeterli değildir. Yönünün bilinmesi gerekir. Bu nedenle kuvvet bir vektörel büyüklüktür. Kuvvetin birimi N (Newton) dur. Kilogram cinsinden ifade edilirken mutlaka Kilogram Kuvvet (kgf) şeklinde ifade edilmelidir. Tek başına kg (kilogram) kütle birimidir. 1kgf = 9.81 N dur. Kilogram yaklaşık olarak Newton'nun 10 katı büyüklüğündedir.

Vektörel Büyüklük: Şiddeti ve yönü bilinen büyüklüklere Vektör yada Vektörel Büyüklük denir. $\vec{F}$ şeklinde üzerinde okla birlikte sembolize edilir. F büyüklüğü ile $\vec{F}$ aynı şey değildir. Birincisi sadece içerisinde bir şiddeti gösteren bir değer barındırır. Örneğin 150 N gibi. Diğeri ise hem şiddeti hemde bir yönü barındırır. Örneğin 150 N ve 30° açısı ile uygulanmaktadır şeklinde bir anlam ifade eder.

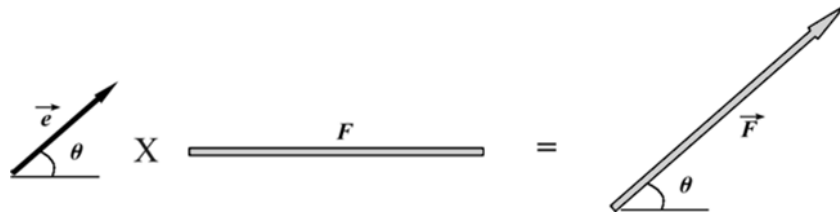
Şekildeki gibi bir cismi eşit kuvvetdeki iki kişi aynı yöne doğru çektiğinde hareket ettirebilmektedir. Fakat yönleri açıldığında etkileri azalmakta ve cismin hareketi imkansız hale gelmektedir. Buradan anlaşılan; kişilerin uyguladığı kuvvet değişmese bile yönleri değiştiği zaman kuvvetlerin yapacağı etki değişmektedir. Buradan kuvvetin vektörel bir kavram olduğu sadece büyüklüğünü vermenin etkisini anlamak açısından yetmeyeceği yönünde bilmek gerektiği ortaya çıkar.



Şekil. Kuvvetin vektörel olması nedeniyle farklı açılarda gösterdiği etkiler.

Birim vektör boyu 1 birim olan vektördür. Herhangi bir scalar değer (sadece şiddeti gösteren değer) birim vektörle çarpılırsa normal bir vektör haline gelmiş olur.

$$\vec{e} \cdot F = \vec{F}$$



Şekil. Birim vektör ile skalar bir sayının çarpımı şiddeti artmış bir vektör verir.

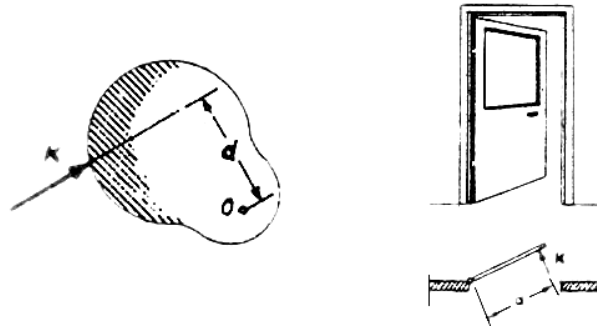
Doğrultu ve Yön: Kuvvetin üzerinde bulunduğu sonsuz çizgi doğrultuyu ifade eder. Yönü ise bu çizgi üzerinde hangi tarafa baktığını gösterir.



Moment: Bir cisme etki eden kuvvet, cismin üzerinde bir noktanın sabitlenmesi ile o cismi döndürmeye çalışır. Kuvvetin oluşturduğu döndürme etkisine Moment denir. Kuvvetin büyüklüğüne ve dik mesafenin uzaklığına bağlı olarak değişir.

$$M = F \times d$$

Birimi Nm dir. Kuvvet ve uzaklık farklı birimler alınarak değişik birimler şeklinde ifade edilebilir. Genellikle saat yönünde döndürenler (-) tersi yönde döndürenler (+) alınır.

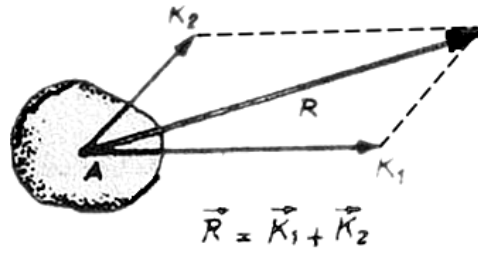


Şekil. Moment kuvvet ile dönme merkezine olan dik uzaklığın çarpımıdır.

STATİĞİN TEMEL İLKELERİ

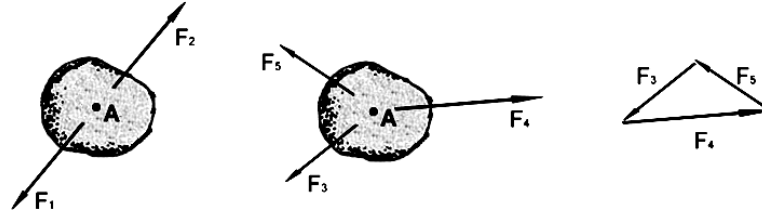
Statığın dayandığı temel bazı ilkeler vardır. Bunlar;

1. **Paralel Kenar İlkesi:** Bir rijit cisme etki eden bir kuvvet aynı etkiyi gösterecek iki kuvvete ayrılabilir. Yada iki kuvvetin etkisi tek bir kuvvet ile gösterilebilir. Bunun için şekildeki gibi paralel kenar kullanılarak işlemleri yapılabilir. Burada R bileşke kuvvet, F1 ve F2 ise Bileşen kuvvetler olarak adlandırılır.



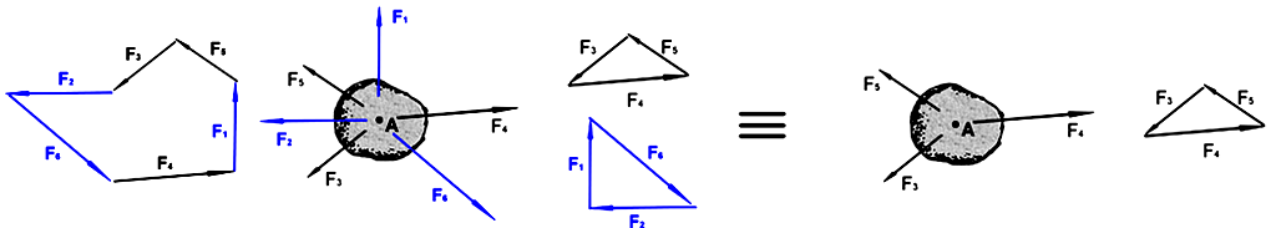
Şekil. Bileşkenin paralel kenar ilkesi ile bulunması.

2. **Denge İlkesi:** Bir rijit cisme sadece iki kuvvet etki ediyorsa, denge için bu iki kuvvetin büyüklükleri aynı ve yönleri ters olmalıdır. Bir çok kuvvet etki ediyorsa bu kuvvetlerin vektörel toplamı sıfır olmalıdır. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$



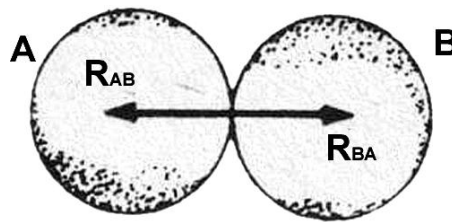
Şekil. Cismin üzerindeki kuvvetlerin dengesi.

3. **Süperpozisyon İlkesi:** Bir rijit cisim bir çok kuvvetin etkisi altında dengede ise, bu kuvvetlerin arasından dengede olan bir grup kuvvetin çıkarılması yada denge halindeki bir grup kuvvetin eklenmesi dengeyi bozmayacaktır.



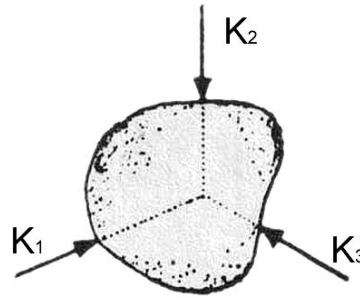
Şekil. Süperpozisyon ilkesi. Denge halindeki cismin üzerinden çıkarılan denge halindeki kuvvetler dengeyi bozmaz.

4. **Etki-Tepki İlkesi:** Birbirine dayalı iki cismin dayandıkları noktada kuvvetlerin doğrultuları ve şiddetleri aynı fakat yönleri terstir.



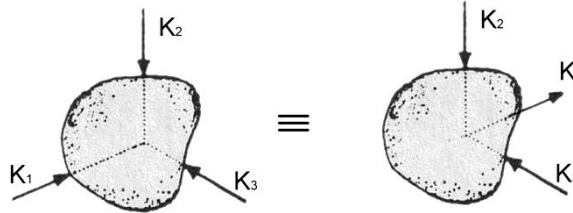
Şekil. Etki-tepki prensibi.

5. **Kuvvetlerin Dengesi:** Bir cismin üzerindeki kuvvetlerin dengede olabilmesi için kuvvetlerin doğrultularının aynı noktada kesişmesi gerekir.



Şekil. Kuvvetlerin dengesi.

6. **Kuvvetlerin kaydırılması:** Bir cismin üzerindeki kuvvetlerin yönü ve şiddeti değiştirilmemek şartı ile kaydırılabilir.



Şekil. Kuvvetler yönü ve doğrultusu değişmediği müddetçe kaydırılabilir.

KUVVET VE DENGE

Statik, bir cisme etki eden kuvvet ve momentler ile uğraşır. Bu kuvvetler düzlemsel (2 boyutlu) yada uzaysal (3 boyutlu) kuvvetler olabilir. Kuvvetlerin bileşkesini bulma, bileşenlere ayırma, denge durumunu belirleme başlıca problemlerdir. Problemlerin çözümünde Analitik (sayısal) ve Grafik yöntemler uygulanabilir. Bu derste analitik yöntemler tercih edilecektir.

Bileşke Kuvvetin Bulunması

Analitik Yöntem: Bunun için öncelikle kuvvetler x ve y doğrultularında bileşenlere ayrılır.. Daha sonra x eksenini doğrultusunda olanları kendi arasında ve y doğrultusunda olanlarda kendi arasında toplanır. Ardından iki kuvvete düşürdükten sonra bunların hipotenüs teorimi ile bileşkesi alınır.

$$F_{xi} = F_i \cdot \cos \theta_i$$

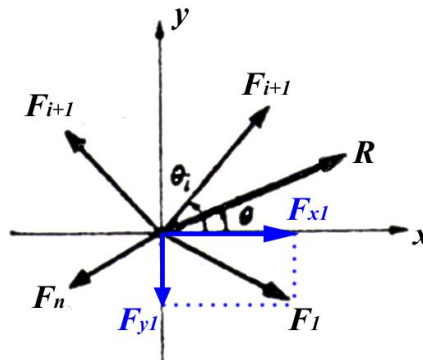
$$F_{yi} = F_i \cdot \sin \theta_i$$

$$R_x = \sum X \Rightarrow R_x = F_1 \cdot \cos \theta_1 + F_2 \cdot \cos \theta_2 + \dots$$

$$R_y = \sum Y \Rightarrow R_y = F_1 \cdot \sin \theta_1 + F_2 \cdot \sin \theta_2 + \dots$$

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

(NOT: Buradaki formüller 2 eksen için verilmiştir. Aynı formüllere z eksenini de eklenirse 3 eksen (uzaysal) durumlar için hesaplama yapılmış olur.)

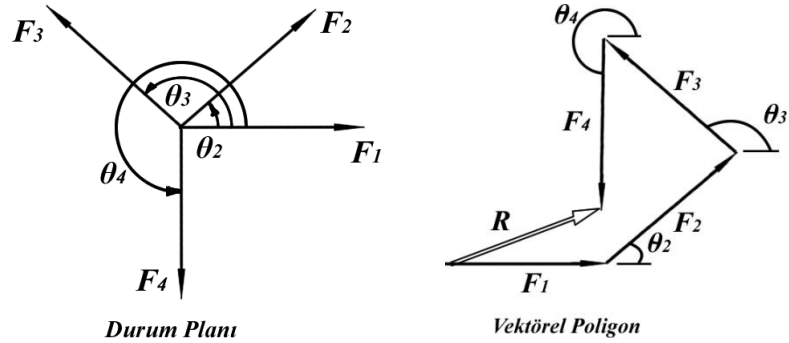


Şekil. Bileşke kuvveti bulurken bileşenleri x ve y eksenleri üzerinde toplanması.

Bileşke kuvvetin x-ekseni ile yaptığı açı şu şekilde olacaktır.

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x}$$

Grafik Yöntem: Şekildeki gibi kuvvetler uç uca eklendiğinde bir döngü oluşturacaktır. Başlangıç noktasını bitiş noktasına bağlayan vektör Bileşke kuvveti oluşturur. Kuvvetler ölçeklenerek cetvelle çizilir. Bulunan bileşke kuvvetin boyu tekrar ölçekle çarpılarak gerçek değeri bulunabilir.



Şekil. Bileşkeyi grafik yöntemi ile bulurken kullanılan vektörel poligon

Bileşenlere Ayırma

Bileşke kuvvetin bileşenleri daha çok x ve y ekseninde açılar kullanılarak bileşenlere ayrılır. Çoğunlukla bileşenlerden birisi bilinir. Diğerinin ise doğrultusu verilir ve buna göre bileşenlerin bulunması istenir.

Denge Durumu

Cismin üzerindeki kuvvetler altında dengesi iki durumda incelenebilir.

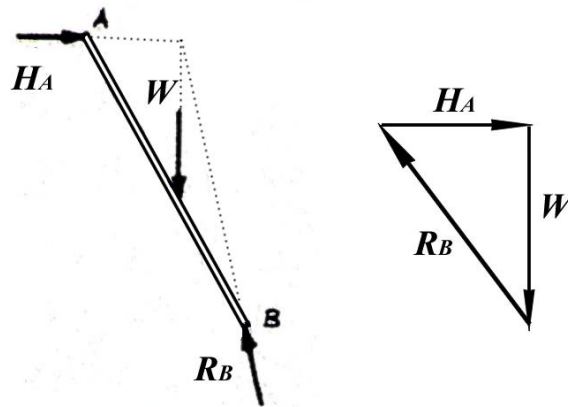
a) Doğrultuları Bir Noktada Kesişen Kuvvetler: Bir noktada kesişen kuvvetlerin dengede olabilmesi için bileşke kuvvetin sıfır olması gerekli ve yeterlidir.

Bileşke kuvvet sıfır olacağından grafiksel olarak kuvvetlerin uç uca eklenerek oluşturulan çokgenin kapalı olması zorunludur. Analitik olarak ise aşağıdaki iki şartı sağlamalıdır. X eksenindeki bileşenlerin toplamı sıfır ve Y eksenindeki bileşenlerin toplamı sıfır olmalıdır.

$$\sum X = 0$$

$$\sum Y = 0$$

(Not: 3 eksenli işlem yapılıyorsa bu formüllere $\sum Z = 0$ de eklenir)



Şekil. Doğrultuları bir noktada birleşen kuvvetlerin dengesi için bileşke kuvvet sıfır olmalıdır.

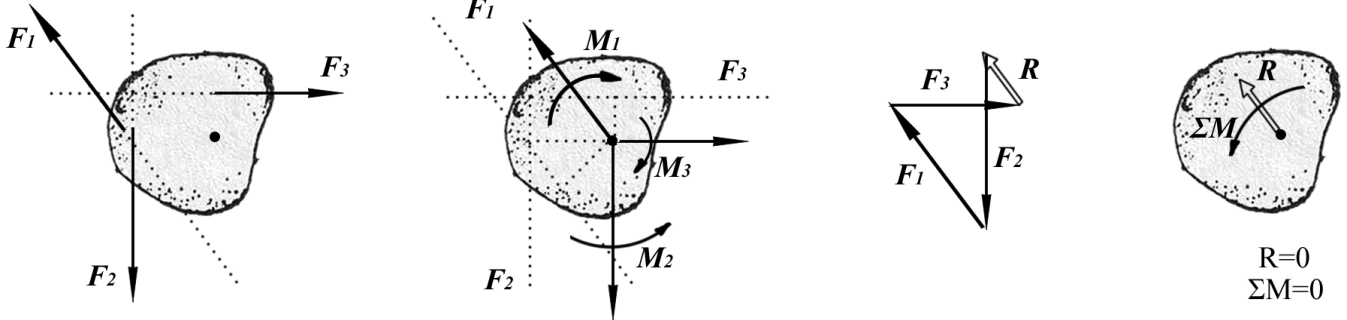
b) Doğrultuları Bir Noktada Kesişmeyen Kuvvetler: Doğrultuları farklı yönlerdeki kuvvetler ortak bir noktaya taşınarak birleştirilirse ortaya hem bir bileşke kuvvet hemde bir moment çıkar. Denge için kuvvetlerin bileşkesi sıfır yapılsa bile moment cismi hala döndürmeye çalışacaktır. Bu durumda denge için gerekli şart hem kuvvetlerin toplamının sıfır hemde momentlerin toplamının sıfır olması gerekir.

$$\sum X = 0$$

$$\sum Y = 0$$

$$\sum M = 0$$

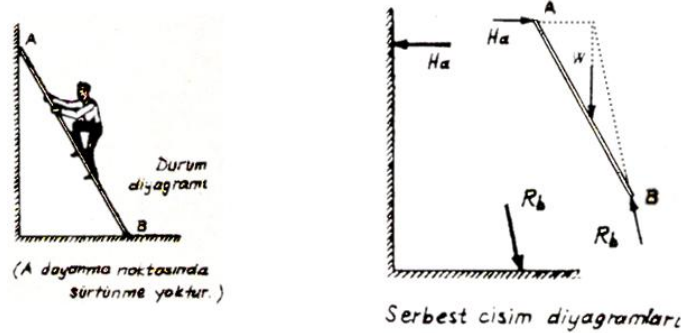
(Not: 3 eksen için tüm eksenlerdeki kuvvet ve momentlerin toplamı sıfır olmalıdır.)



Şekil. Genel olarak bir cismin dengede olması için üzerindeki tüm kuvvet ve momentlerin toplamı sıfır olmalıdır.

Serbest Cisim Diyagramının Çizimi: Problem çözümünde serbest cisim diyagramının çizimi büyük önem taşır. Bunun için şu adımlar takip edilir.

- Cisimler temas noktalarından birbirinden ayrılır.
- Herbir cisme etki eden kuvvetler, yönlerine dikkat edilerek gösterilir. Eğer kuvvetin yönü bilinmiyorsa tahmini bir yön alınır. Çıkan sonuç pozitif olursa alınan yön doğrudur. Negatif olursa alınan yönün gerçekte tersi yönde olduğunu gösterir.
- Herbir cisim üzerindeki kuvvetlerin durumuna göre istenen hesaplar yapılır.



Şekil. Problem çözümünde serbest cisim diyagramlarının gösterimi.

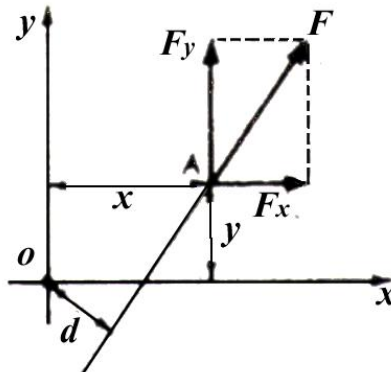
Momentin Hesaplanması

Moment cisme uygulanan kuvvet ile hangi noktaya göre hesaplanacaksa o noktaya olan dik uzaklığın çarpımı ile bulunur

$$M = F \cdot d$$

Kuvvetin momentinin eşitini x ve y eksenleri üzerindeki bileşenleri cinsinden yazarken şu şekilde ifade edebiliriz.

$$M = F \cdot d = F_x \cdot y + F_y \cdot x$$



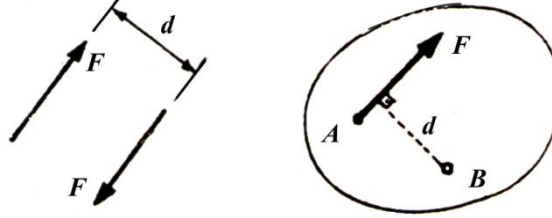
Şekil. Kuvvetin momentini hesaplarken x ve y eksenindeki bileşenlerinin kullanılması.

Varignon Teoremi: Bir kuvvetin bir noktaya göre momenti, bu kuvvetin bileşenlerinin aynı noktaya göre momentlerinin cebrik toplamına eşittir.

$$M = R \cdot d = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + F_2 \cdot d_3 + \dots F_n \cdot d_n$$

Kuvvet Çifti

Doğrultuları paralel ve yönleri ters olan aynı şiddetdeki kuvvet sistemine Kuvvet Çifti denir. Kuvvet çifti etki ettiği sistemi döndürmeye çalışır. Yani moment etkisi yapar. Kuvvet çiftinin momenti, kuvvetlerden birinin momenti ile aralarındaki mesafenin çarpımına eşittir.



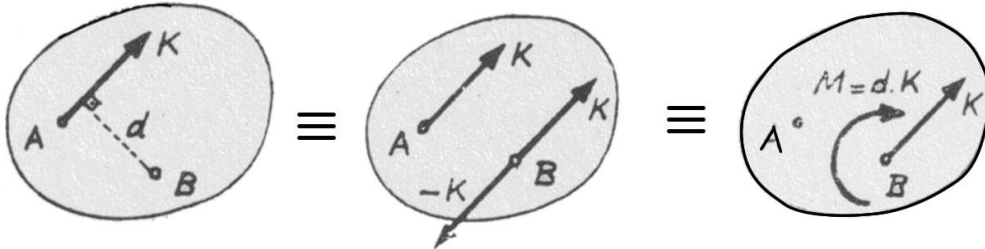
Şekil. Kuvvet çifti cisim üzerinde moment etkisi yapar

Kuvvet çifti düzlemde istenilen yere taşınabilir. İki veya daha fazla kuvvet çiftinin etkisi bunların cebirsel toplamına eşittir.

Bir Kuvvetin Başka Bir Noktaya Taşınması

Bir kuvvetin aynı doğrultu üzerinde (tesir çizgisi üzerinde) kaydırılabilmesi sonucu değiştirmiyordu. Kuvvetin bu çizgiden farklı bir noktaya taşınması, taşındığı noktada aynı şiddet ve doğrultuda yine bir kuvvet ve taşındığı dik mesafe kadar bir moment etkisi ortaya çıkarır.

Bunu şu şekilde izah edebiliriz. A noktasında bir F kuvveti olsun. Bu kuvvet B noktasına taşınmak istensin. B noktasına +F ve -F kuvvetinin eklenmesi sonucu değiştirmez (Süperpozisyon prensibi). A noktasındaki +F kuvveti ile B noktasındaki -F kuvveti kuvvet çifti oluşturur ve buda moment etkisi yapar. Kuvvet çiftinin moment etkisi cisim üzerinde her noktaya taşınabilir. B noktasındaki diğer F kuvveti ve Bu moment taşıyan kuvvetin eşit etkisini oluşturur.



Şekil. Bir kuvvetin başka bir noktaya taşınması.

Uzayda Paralel Kuvvetler

Şekildeki gibi z eksenini doğrultusunda paralel kuvvetlerin bileşkesi bu kuvvetlerin cebirsel toplamıdır.

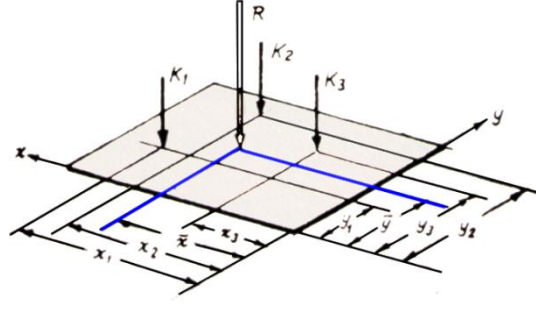
$$R = \sum F_i = F_1 + F_2 + F_3 + \dots F_n$$

Bileşkenin uygulama noktası Varignon Teoremi ile bulunabilir. Yani “bir kuvvetin bir noktaya göre momenti, bu kuvvetin bileşenlerinin aynı noktaya göre momentlerinin cebrik toplamına eşittir” ilkesi ile bulabiliriz. Buna göre;

$$R \cdot x = F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 + F_3 \cdot x_3$$

$$x = \sum F_i \cdot x_i / R$$

$$y = \sum F_i \cdot y_i / R$$

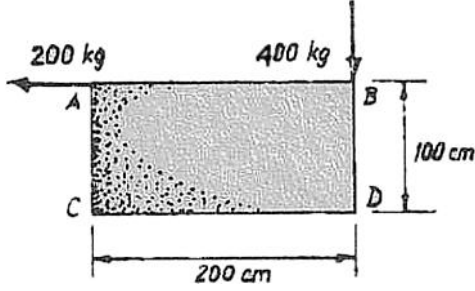


Şekil. Uzayda paralel kuvvetlerin bileşkesinin bulunması.

ÇÖZÜMLÜ PROBLEMLER

Örnek 1.

Şekildeki dikdörtgen levhanın dengesi için DC kenarının neresine hangi doğrultu ve yönde bir kuvvet etki ettirilmelidir.



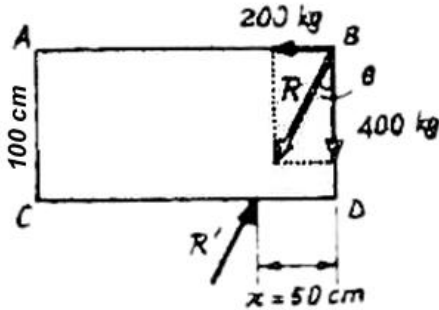
Çözüm:

Levhaya etki eden iki kuvvetin bileşkesine eşit, doğrultusu aynı, fakat yönü ters olan bir kuvvet dengeli sağlayacaktır.

Bileşke kuvveti bulalım.

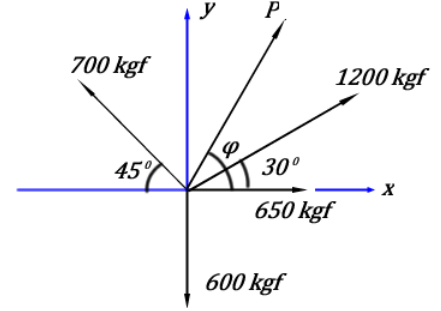
$$R = R' = \sqrt{400^2 + 200^2} = 447,2 \text{ kgf}$$

$$\tan \theta = \frac{200}{400} = \frac{x}{100} \Rightarrow x = 50 \text{ cm}$$



Örnek 2

Şekilde verilen kuvvetlerin dengede olabilmesi için P kuvveti ve ϕ açısı ne olmalıdır.



Çözüm:

Bir noktada kesişen kuvvetlerin statik olarak dengede olması için $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ olmalıdır. Moment dengesi burada söz konusu değildir (ortak noktada birleşiyorlar). Ayrıca vektörel poligon oluşturulduğunda kapalı bir döngü oluşmalıdır. Yani bileşke vektör sıfır çıkmalıdır.

$$\sum F_x = 0 (\rightarrow)$$

$$650 + 1200 \cdot \cos 30^\circ + P \cdot \cos \phi - 700 \cdot \cos 45^\circ = 0$$

$$1194,3 + P \cdot \cos \phi = 0$$

$$\sum F_y = 0 (\uparrow)$$

$$1200 \cdot \sin 30^\circ + P \cdot \sin \phi + 700 \cdot \sin 45^\circ - 600 = 0$$

$$494,9 + P \cdot \sin \phi = 0$$

$$P \cdot \sin \phi = -494,9 \quad (\text{Dik üçgenin karşı kenarı olur})$$

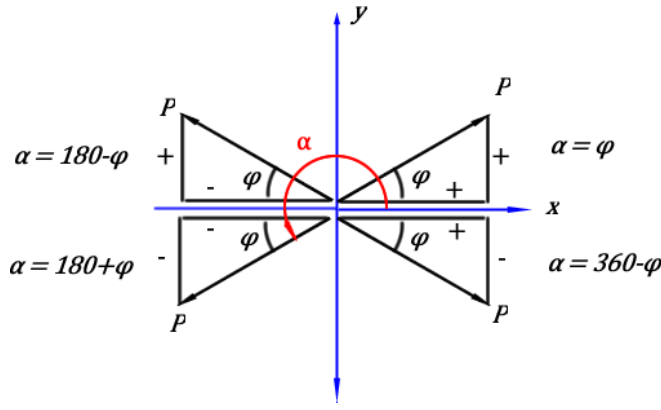
$$P \cdot \cos \phi = -1194,3 \quad (\text{Dik üçgenin komşu kenarı olur})$$

$$P = \sqrt{(-494,9)^2 + (-1194,3)^2} = 1292,77 \text{ kgf}$$

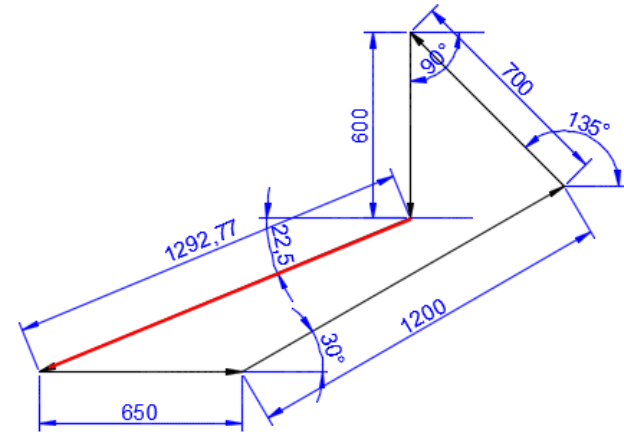
$$\frac{P \cdot \sin \phi}{P \cdot \cos \phi} = \frac{-494,9}{-1194,3} = \tan \phi \Rightarrow$$

$$\phi = 22,5^\circ \Rightarrow (3. \text{ bölge}) = \phi = 180^\circ + 22,5^\circ = 202,5^\circ$$

Dikkat: Burada Tanjantın işaretlerine bakılırsa 3. Bölgede olduğu anlaşılır. Bu durumda açının üzerine 180° daha eklenir ve P kuvvetinin açısının $202,5^\circ$ olduğu görülür. Şekilde gösterilen yönden farklı olduğu anlaşılıyor. İşaret için pay ve paydanın işaretlerine bakılır. Aşağıdaki şekilde tanjantın işaretlerine bakarak x den itibaren açısının nasıl belirleneceği gösterilmiştir.

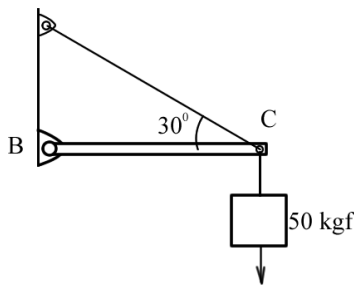


Kuvvetleri vektörel poligon üzerinde gösterelim. AutoCad gibi paket program kullanarak vektörleri boy ve açısında ölçekli olarak çizelim. Dikkat edilirse poligonun kapatılması için son eklenen vektör Bileşke vektör olmaktadır. Poligon kapatılırsa (başlanılan noktaya dönülürse) sistem dengede demektir.

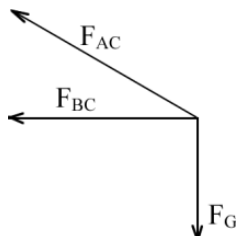


Örnek 3

Şekildeki gibi 50 kgf ağırlığındaki bir cisim, yatayla 30° lik açı yapan bir AC ipi ve yatay duran bir BC çubuğunun ucuna asılmıştır. İpte ve çubukta oluşan kuvvetlerin şiddetini ve yönlerini bulunuz. BC çubuğu ağırlıksız kabul edilecek.



İp, çubuk ve ağırlık kuvvetleri C noktasında kesismektedir. Buna göre sadece $\Sigma F_x=0$ ve $\Sigma F_y=0$ nin hesaplanması yeterlidir. Kuvvetler bir noktada kesismeseydi, $\Sigma M=0$ de hesaplanmalıydı.



$$\Sigma F_x=0 (\rightarrow+) -F_{AC} \cos 30 - F_{BC}=0$$

$$\Sigma F_y=0 (\uparrow+) F_{AC} \sin 30 - F_G=0$$

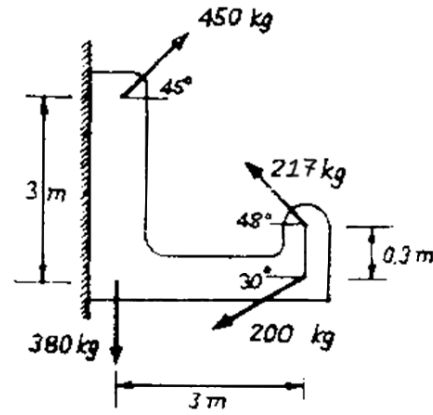
$$F_{AC} \sin 30 - 50 \text{ kgf} = 0 \Rightarrow F_{AC} = 100 \text{ kgf}$$

$$-100 \cos 30 - F_{BC} = 0 \Rightarrow F_{BC} = -86,6 \text{ kgf olur.}$$

Not: Burada F_{BC} sonucunun eksi çıkması şekilde gösterilen yönün yanlış olduğunu, çubuğun tersi yönde kuvvet uyguladığını gösterir. Bu tür durumlar için genel olarak şunu söyleyebiliriz. Soruları çözerken baştan pozitif yönler belirlenir. Yönü bilinmeyen kuvvetler rastgele alınır ve belirlenen yönler göre işaretleri konur. Eğer sonuç pozitif çıkarsa alınan yön doğru demektir. Çıkan sonuç negatif olursa alınan yön yanlış anlamı çıkar.

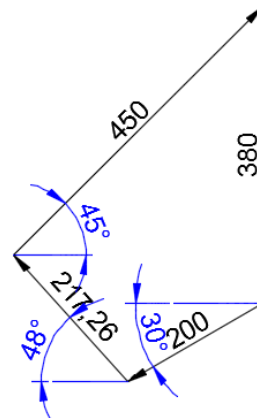
Örnek 4

Şekildeki askı üzerindeki kuvvetlerin denge halinde olup olmadığını bulunuz. Değilse denge için hangi kuvvetlere ihtiyaç vardır.



Kuvvetlerin doğrultusu incelendiğinde hepsi bir noktada buluşmamaktadır. Bu durumda vektörel poligon kapalı olsa bile yeterli olmayacaktır, ve cismi döndürmeye çalışan moment kalacaktır.

Önce vektörel poligonu bir inceleyelim. Bunun için cetvelle yada bir çizim programı kullanarak ölçekli olarak poligonu çizelim.



Gördüğümüz gibi poligon kapalıdır. Buna göre cismin üzerindeki kuvvetlerin bileşkesi sıfırdır, fakat momentler sıfır olmayabilir. Yani $\Sigma F_x=0$ ve $\Sigma F_y=0$ dir, fakat $\Sigma M \neq 0$ olup olmadığı belli değildir.

Şimdi sayısal olarak çözelim. Moment dengesi için bir noktayı referans almalıyız. Denge için referans aldığımız nokta üzerindeki kuvvet ve momentleri bulacağız. Referans noktası olarak sol alt köşe üzerinde bulunan "O" noktasını alalım ve bu nokta üzerindeki kuvvet ve momentlerin denge denklemini yazalım.

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow +$$

$$F_x + 450 \cdot \cos 45^\circ - 217 \cdot \cos 48^\circ - 200 \cdot \cos 30^\circ = 0$$

$$F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \uparrow +$$

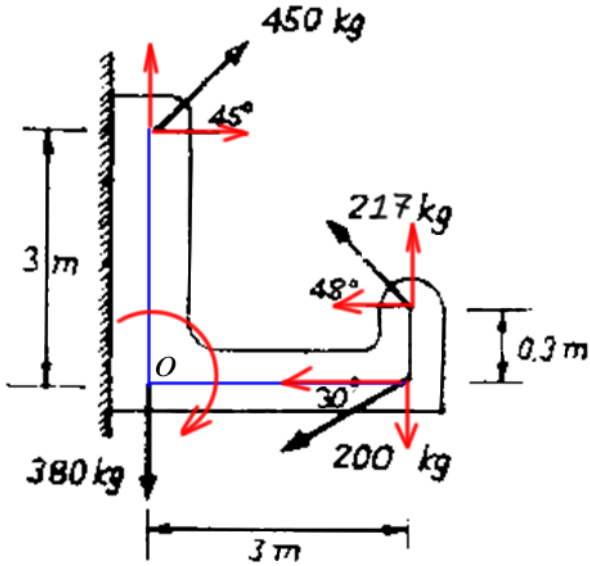
$$F_y + 450 \cdot \sin 45^\circ + 217 \cdot \sin 48^\circ - 200 \cdot \sin 30^\circ - 380 = 0$$

$$F_y = 0$$

$$\Sigma M_O = 0 \quad (\curvearrowright +)$$

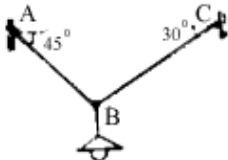
$$\Sigma M_O + 450 \cdot \cos 45^\circ \cdot 3 - 217 \cdot \cos 48^\circ \cdot 0,3 - 217 \cdot \sin 48^\circ \cdot 3 + 200 \cdot \sin 30^\circ \cdot 3 = 0$$

$$\Sigma M_O = 727,24 \text{ kgm.}$$



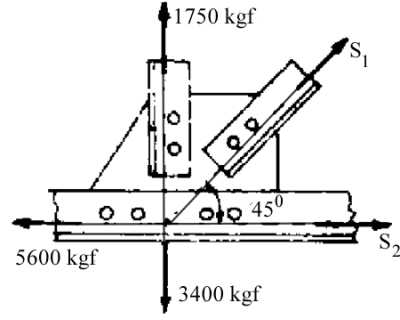
SINAVA HAZIRLIK SORULARI

Soru 1. 30 kgf ağırlığındaki bir lamba, yatayla 45° ve 30° lik açılar yapan AB ve BC ipleri vasıtasıyla A ve C noktalarına asılmıştır. AB ve BC iplerinde oluşacak kuvvetlerin yön ve şiddetlerini bulunuz.



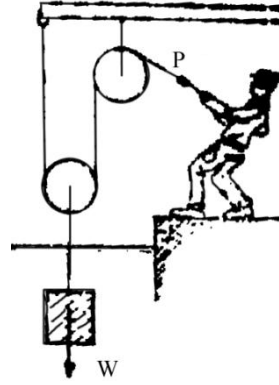
$$\text{Cevap: } S_{BC} = 21,96 \text{ kgf } S_{AB} = 26,90 \text{ kgf}$$

Soru 2. Şekilde bir kafes sistemine ait düğüm noktası verilmiştir. Düğüm noktası dengede olduğuna göre bilinmeyen S_1 ve S_2 çubuk kuvvetlerini bulunuz.



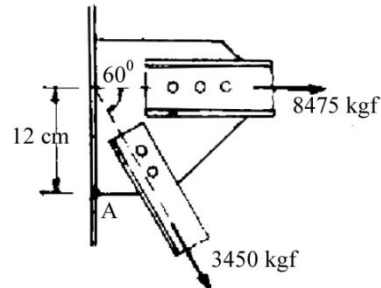
$$\text{Cevap: } S_1 = 2333,8 \text{ kgf, } S_2 = 3950,0 \text{ kgf}$$

Soru 3. Şekildeki gibi ağırlığı 300 kgf ve hacmi 90 dm^3 olan bir sandık denize düşmüştür. Denizden çıkarmak için sürtünmesiz çift makaralı bir sistem kullanılacaktır. Sandık su içerisindeyken ve sudan çıktıktan sonra uygulanması gereken kuvveti bulunuz. (Deniz suyu yoğunluğu $\gamma = 1,05 \text{ kgf/dm}^3$ dür).



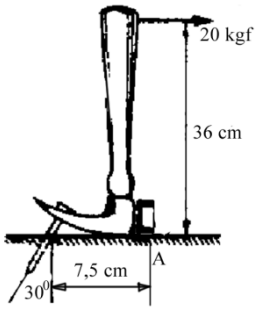
$$\text{Cevap: } P = 108 \text{ kgf, } 150 \text{ kgf}$$

Soru 4. Şekilde bir çelik konstrüksiyonun bağlantı noktasına bağlı iki kirişe gelen kuvvetler gösterilmiştir. Plakanın A noktasına gelen moment kaç ton-metre dir?



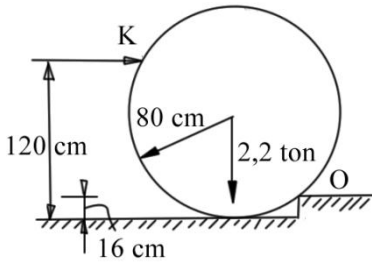
$$\text{Cevap: } 1,224 \text{ tm}$$

Soru 5. Şekilde görülen çekiçle çiviye sökerken 20 kgf uygulanıyor. Çivi tahtadan çıkarken eksenini doğrultusunda ne kadar kuvvet uygulanıyordur.



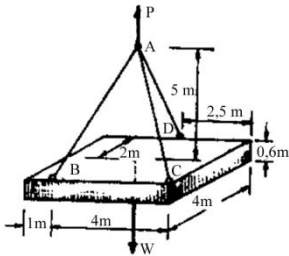
Cevap: 110,8 kgf

Soru 6. Şekildeki gibi 2,2 tonluk silindir şeklindeki bir mermer 16 cm yüksekliğinde bir basamak üzerine insan gücüyle çıkarılacaktır. Bir insanın 50 kgf uygulayabileceğini varsayarsak yaklaşık kaç kişiye ihtiyaç vardır.



Cevap: K noktasında 1,01 ton, yaklaşık 20 kişi.

Soru 7. Yoğunluğu 2,4 t/m³ olan bir mermer blok, şekildeki gibi 3 tane halat ile kaldırılacaktır. Halatlara gelen kuvvetleri ton cinsinden bulunuz.



Cevap: $S_{AB}=6,10$ t, $S_{AC}=10$ t, $S_{AD}=15,44$ t