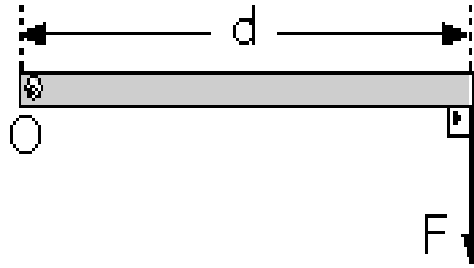
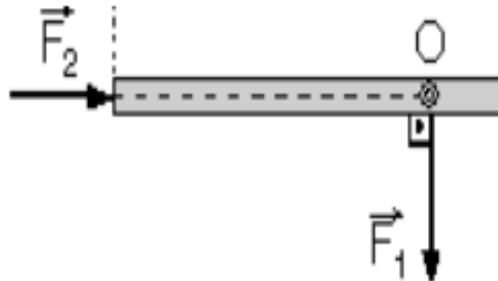


## MOMENT-DENGE

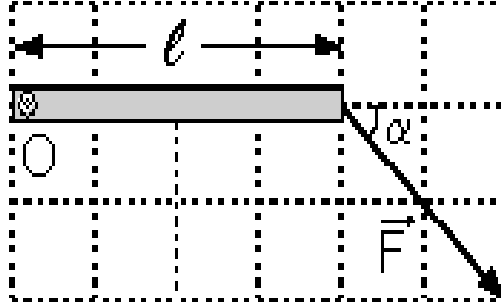
- Bir kuvvetin bir cisim üzerinde yarattığı döndürme etkisine **moment** denir.
  - Bir kuvvetin bir noktaya göre momentinin büyüklüğü, kuvvetle o noktaya olan dik uzaklığının çarpımıdır.
  - Moment vektörel bir büyüklüktür.
  - "M" sembolü ile gösterilir.
  - Kuvvet ile kuvvet kolunun oluşturduğu düzleme diktir.
- ✓ Şekildeki çubuk, O noktasından sabitlenmiş olup, O'dan geçen dik eksen etrafında dönebilmektedir.



- ✓  $F$  kuvvetinin  $O$  noktasına göre momentini  $M = F \cdot d$  bağıntısıyla hesaplanır.  $O$  noktasından sabitlenmiş çubuğa,  $F_1$  ve  $F_2$  kuvvetleri uygulandığında, kuvvetlerin etkime doğrultusu şekildeki gibi  $O$  noktasından geçiyorsa; bu kuvvetlerin döndürücü etkisi yoktur. Yani  $F_1$  ve  $F_2$  kuvvetlerinin  $O$  noktasına göre *momentleri sıfırdır*.

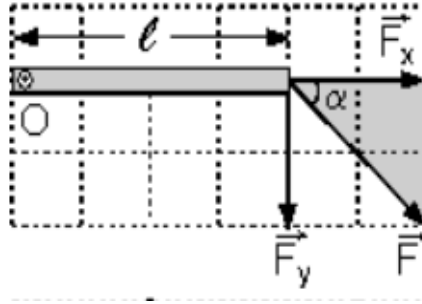


- ❖ O noktasından sabitlenmiş çubuğa F kuvveti şekildeki gibi uygulanırsa, kuvvetin O noktasına göre momenti iki yoldan bulunur.



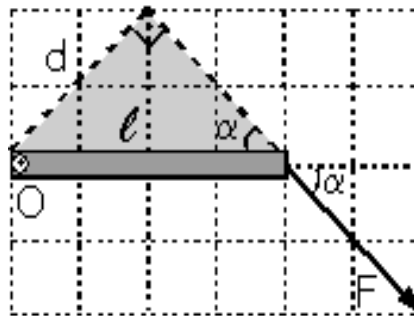
### I. Yol

$F_x$  bileşeninin momenti sıfırdır.  $F_y$  bileşeni çubuğa dik olduğundan O noktasına göre momenti,  $M=F_y \cdot l$  olur. ( $F_y = F \cdot \sin \alpha$ 'dır.)



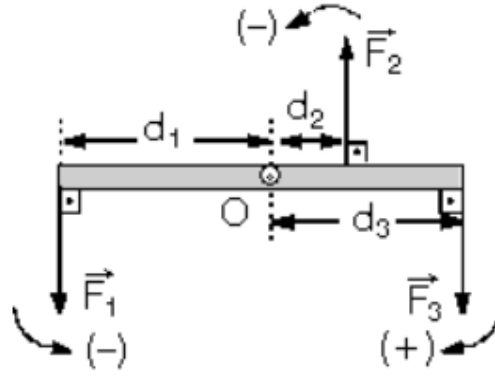
### II.Yol

F kuvvetinin O noktasına göre momenti bulunurken dik uzaklık olarak, kuvvetin etkiye doğrultusuna dönme noktasından çizilen dik uzaklık kullanılır. O'ya göre moment  $M = F \cdot d$ 'dir.



## Bileşke Moment

- Ağırlığı önemsiz aşağıdaki şekildeki çubuk O noktasından sabitlenmiştir.
- $F_1$ ,  $F_2$  ve  $F_3$  kuvvetlerinin O noktasına göre bileşke momentini bulmak için önce kuvvetlerin çubuğa hangi yönde döndürücü etki yaptıkları tespit edilir.
- Herhangi bir yön (+), zıt yön ise (-) seçilir.
- $F_1$  ve  $F_2$  kuvvetleri çubuğu O noktasına göre (-) kabul edilen yönde döndürücü etki yaparken,  $F_3$  kuvveti (+) yönde döndürücü hareket yapar.
- noktasına göre kuvvetlerin toplam momenti, kuvvetlerin ayrı ayrı momentlerinin cebirsel toplamına eşittir.
- $SM = F_3 \cdot d_3 - (F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2)$

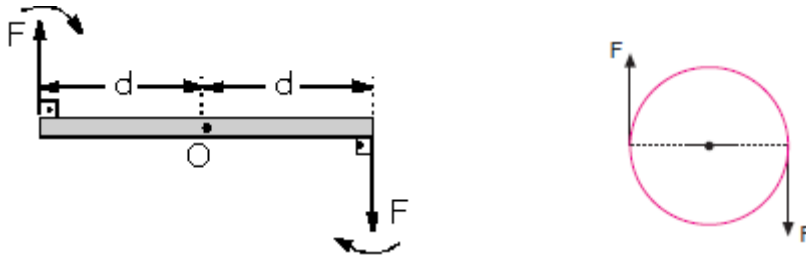


Sonucun sıfır çıkması yani bileşke momentin sıfır olması çubuğun dengede kalması demektir. Bu durumda çubuk duruyor ya da sabit hızla dönüyordur.

## Kuvvet Çifti

2d uzunluğundaki çubuk O noktasından geçen dik eksen etrafında dönebilmektedir. Aynı düzlemde, eşit büyüklükteki kuvvetler şekildeki gibi zıt yönlü uygulandıklarında çubuk ok yönünde döner. Bu sisteme kuvvet çifti denir.

Kuvvet çiftinin denge noktası yoktur. Çubuk  $2F \cdot d$  kadarlık toplam momentle döner. Arabanın direksiyonu çevrilirken, musluklar açılıp kapanırken, anahtar döndürülürken kuvvet çifti uygulanır.



## **Denge**

Üzerine kuvvet etkiyen bir cismin ya da sistemin kesin olarak dengede kalabilmesi için iki şartın gerçekleşmesi gerekir.

### **Dengenin 1. Şartı**

Bir cismin dengede kalabilmesi için üzerine etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır.

$SF=0 \Rightarrow SF_x=0, SF_y=0$  olmalıdır.

### **Dengenin 2. Şartı**

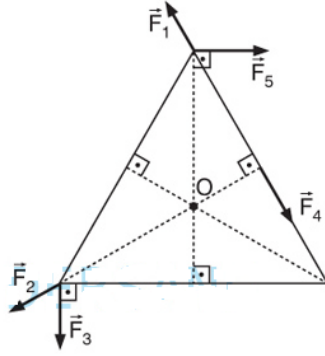
Bir cismin dengede kalabilmesi için üzerine etkiyen kuvvetlerin dönme noktasına ya da eksenine göre momentinin toplamı sıfır olmalıdır.

$SM=0$  olmalıdır.

Eğer bir sistemin dengede olduğu söyleniyorsa, yukarıdaki iki şartın sağlandığı söyleniyor demektir.

### Örnek:

Düşey düzlemde olan şekildeki türdeş, düzgün eşkenar üçgen levha, O noktasından geçen, kendi düzlemine dik eksen çevresinde kolaylıkla dönebilmektedir. Bu levha kendi düzlemi içindeki  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$ ,  $\vec{F}_4$ ,  $\vec{F}_5$  kuvvetlerinin etkisinde dengededir.



**Bu kuvvetlerden hangisi kaldırılırsa levhanın dengesi bozulmaz?**

- A)  $\vec{F}_1$     B)  $\vec{F}_2$     C)  $\vec{F}_3$     D)  $\vec{F}_4$     E)  $\vec{F}_5$

### Çözüm:

Levhanın dengesinin bozulmaması için, O ya göre momenti sıfır olan kuvvet kaldırılmalıdır.  $\vec{F}_2$  kuvvetinin uygulama doğrultusu O noktasından geçtiği için d uzaklığı sıfırdır.

Dolayısıyla,  $M = F_2 \cdot d$  bağıntısından moment sıfır olur.

O halde  $\vec{F}_2$  kuvveti kaldırılırsa levhanın denge durumu değişmez.

*Cevap - B*