

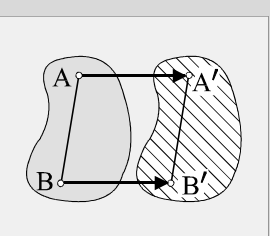
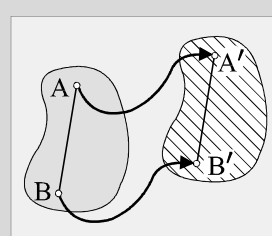
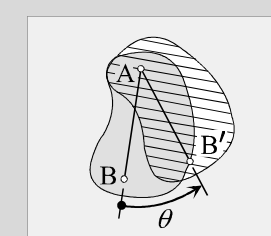
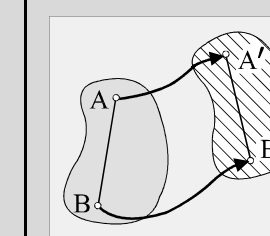
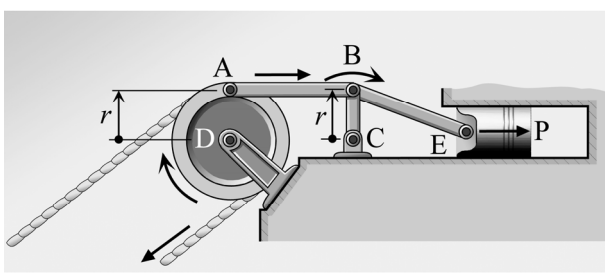
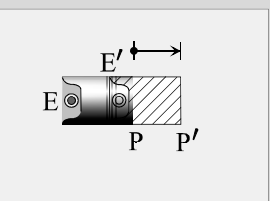
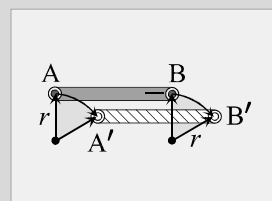
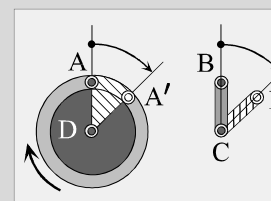
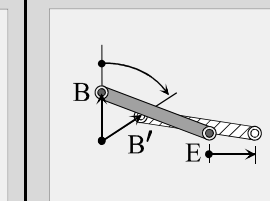
### 9.1 KONUYA BAKIŞ

Eğer rijit cismin tüm noktaları belli bir düzleme paralel kalacak biçimde hareket ediyorsa, ortada düzlemsel bir hareket vardır. Bu durumda hareket düzlemine dik bir doğru üstündeki cisim noktalarının hızları aynıdır.

Kolaylık nedeniyle genellikle cismi bir *levha* gibi düşüneceğiz ve *levha düzlemi* ile onun *ağırlık merkezinin hareket düzlemi* içinde olduğu durumları ele alacağız. Bu basitleştirme bile dinamik problemleri içinde çok fazla sayıda sınıflandırma barındırır. Düzlemsel hareket öncelikle Çizelge 9.1 de görüldüğü gibi üç sınıfa ayrılır. Bunlar:

- **Ötelenme:** Bu durumda rijit cisim üstündeki herhangi iki nokta arasında çizilmiş olan bir çizgi hareket sırasında kendisine paralel kalır (Bakınız Çizelge 9.1).
- **Sabit Bir Eksen Etrafında Dönme:** Bu durumda dönme ekseninden radyal doğrultuda çizilecek doğruların üstünde yer alan tüm noktalar bu eksen etrafında kendi dairesel hareketlerini yaparlarken, sadece dönme eksenini üstündeki noktalar oldukları yerde dönerler (Bakınız Çizelge 9.1).
- **Genel Düzlemsel Hareket:** Bu durumda cisim Çizelge 9.1 de görüldüğü gibi rijit cisim üstündeki herhangi iki nokta arasında çizilmiş olan bir çizgi hem ötelenme hem de dönme hareketini birlikte yapar. *Cismin dönme hareketini gerçekleştirdiği eksen, ötelenmenin meydana geldiği düzleme diktir.*

ÇİZELGE 9.1 Rijit cismin düzlemsel hareketi

Ötelenme		Sabit bir eksen etrafında dönme	Genel hareket (ötelenme ve dönme)
Doğrusal yörünge	Eğrisel yörünge		
			
<b>Rijit cismin çeşitli düzlemsel hareketleri için örnekler</b>			
			
			
Pistonun yatayda ötelenmesi	AB kolunun eğrisel yörüngede ötelenmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diskin sabit D noktası etrafında dönmesi</li> <li>BC kolunun sabit C noktası etrafında dönmesi</li> </ul>	BE kolunun genel hareketi (hem ötelenme, hem dönme)

**Hız:** Sabit  $O(X, Y)$  takımına göre öteleme hareketi yapan A ve B noktaları için *mutlak hızlar*  $\mathbf{v}_A \nearrow \mathbf{v}_B$  olur. O nedenle  $\mathbf{r}_{B/A} = \text{sabit}$  kalır ve B noktasının A noktasına göre *bağlı hızı*,

$$\mathbf{v}_{B/A} = \frac{d\mathbf{r}_{B/A}}{dt} = \mathbf{0} \quad (9.4)$$

olur. Şu halde (9.3) ün zamana göre türevinden

$$\mathbf{v}_B = \mathbf{v}_A \quad (9.5)$$

elde edilir. Buna göre, *ötelenme hareketi yapan cisimde her noktanın hızı aynıdır*.

**İvme:** (9.5) in zamana göre türevini hesaplırsak,

$$\mathbf{a}_B = \mathbf{a}_A \quad (9.6)$$

bulunur. Aynı hız için yapılan değerlendirme ivme için de geçerlidir. Şöyle ki; *ötelenmekte olan bir cisimde her nokta aynı sabit ivmeyle hareket eder*.

#### 9.4 SABİT BİR EKSEN ETRAFINDA DÖNME

Rijit cismin sabit bir eksen etrafında dönüşü bir *açısız hareket* olup, bunu ifade etmek için iki koordinat parametresi kullanılır. Bunlar:

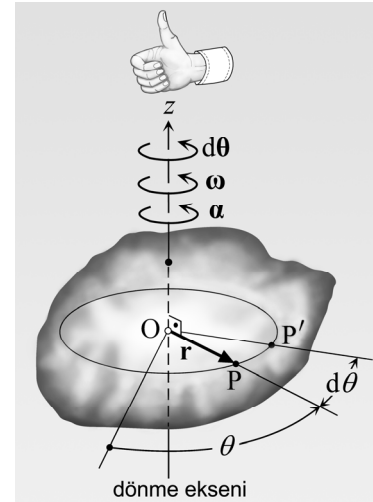
$r$  : Radyal koordinat. Birimi uzunluk boyutundadır  
 $\theta$  : Açısız koordinat. Radyal koordinat  $r$  nin bir nokta etrafındaki dönüş hareketi ölçen açı. Birimi radyandır.

**AÇISAL HAREKET:** Şekil 9.3a daki rijit cisim O noktasından geçen düşey eksen etrafında dönmektedir. Dönme eksenine dik doğrultuda ve O noktasından  $r$  kadar ötede cisim içinde bir P noktası belirleyelim. Cisim  $d\theta$  kadar döndüğünde P noktası  $r$  yarıçaplı dairenin kenarında P' noktasına gidecektir. P noktasının dönme eksenine dik bir düzlemde yaptığı dairesel hareketi ifade etmek için cismin *açısız hızı*  $\omega$  ile *açısız ivmesi*  $\alpha$  dan yararlanılır. Şekil 9.3b deki açısız hareket incelenirken kullanılan bağıntıları hatırlayalım.  $\omega$  ve  $\alpha$  vektörlerinin şiddetleri,

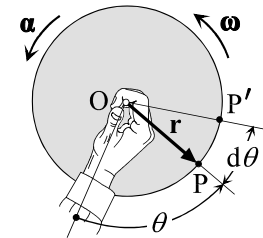
$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \quad \Rightarrow \quad \omega = \dot{\theta} \quad (9.7)$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad \Rightarrow \quad \alpha = \dot{\omega} = \ddot{\theta} \quad (9.8)$$

dir. Düzlemsel harekette  $\omega$  ve  $\alpha$  vektörlerinin *doğrultuları* ile dönme eksenini üst üstedir. Yalnız  $\alpha$  nin *yönü*  $\omega$  nin artışına ya da azalışına göre



(a)



(b)

Şekil 9.3