



**SAĞLIK BİLİMLERİ  
FAKÜLTESİ**

**ORTEZ VE PROTEZ BÖLÜMÜ**


***OPZ105-Fizik***

*Öğr. Gör. Dr. Zeynep YÜKSEL*

**İKİ BOYUTTA HAREKET**

***OPZ105-Fizik***

*Hafta-5*

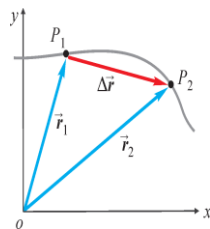
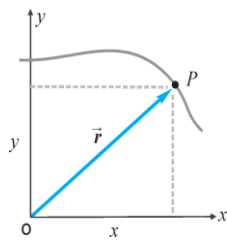


# Konu İçeriği

1. Konum ve Yer değiştirme Vektörleri
2. Hız ve İvme Vektörleri
3. İki Boyutta Sabit İvmeli Hareket
4. Eğik Atış Hareketi



## Konum ve Yerdeğiştirme Vektörleri



- **Konum vektörü ( $\vec{r}$ ):**  
Orijinden cismin bulunduğu yere çizilen vektördür.
- $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$
- **Yerdeğiştirme vektörü ( $\Delta\vec{r}$ ):**  $t_1$  anında  $\vec{r}_1$  konumunda bulunan bir cisim, daha sonraki bir  $t_2$  anında  $\vec{r}_2$  konumunda bulunuyorsa,

$$\Delta r = r_2 - r_1 = (x_2 - x_1)\hat{i} + (y_2 - y_1)\hat{j} = \Delta x\hat{i} - \Delta y\hat{j}$$



# Hız ve İvme Vektörleri

## Hız vektörü ( $\vec{v}$ )

Cismin birim zamanda yerdeğiştirme vektörüdür.

## Ortalama Hız vektörü ( $\vec{v}_{ort}$ )

Cismin  $t_1$  anındaki konumu  $\vec{r}_1$  ve daha sonraki bir  $t_2$  anındaki konumu  $\vec{r}_2$  ise,

$$v_{ort} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

$$v_{ort} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{r_2 \hat{i} - r_1 \hat{j}}{t_2 - t_1} = \frac{(x_2 \hat{i} + y_2 \hat{j}) - (x_1 \hat{i} + y_1 \hat{j})}{t_2 - t_1}$$

$$\frac{(x_2 - x_1)}{t_2 - t_1} \hat{i} + \frac{(y_2 - y_1)}{t_2 - t_1} \hat{j} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \hat{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t} \hat{j} = \Delta v_x \hat{i} + \Delta v_y \hat{j}$$



# Hız ve İvme Vektörleri

## Ani Hız vektörü ( $\vec{v}$ )

Ortalama hız vektörünün limit vektörüdür.

$$v_{ani} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt} \hat{i} + \frac{dy}{dt} \hat{j} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$$

## Hızın yönü nedir?

Hız vektörünün şiddeti ve yönü:

$$v = |\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}, \quad \tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$$

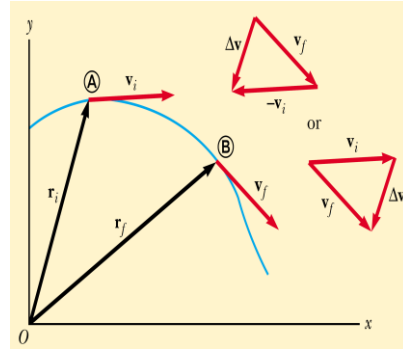


## Hız ve İvme Vektörleri

Bir parçacık A konumundan B konumuna hareket etmektedir. Parçacığın hız vektörü  $v_i$ 'den  $v_s$ 'ye değişir.

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_s - \vec{v}_i$$

O halde, iki boyutlu harekette, hız vektörü daima yörüngeye teğet ve hareket yönündedir.



## Hız ve İvme Vektörleri

### İvme vektörü ( $\vec{a}$ )

Hız vektörünün birim zamanda değişim vektörüdür.

### Ani İvme Vektörü ( $\vec{a}$ )

Ortalama ivme vektörünün limitidir.

$$a_{ani} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt} \hat{i} + \frac{dv_y}{dt} \hat{j} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$$

### İvme Vektörünün Yönü Nedir?

Hız konumun türevi olduğu için, ivme de konumun ikinci türevi olur:

$$a = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

$$a = |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}, \quad \tan\theta = \frac{a_y}{a_x}$$

İvme vektörünün yönü, herhangi bir yönde olabilir, yörüngeye teğet olmak zorunda değildir.



Hıza paralel ivme, sürati değiştirir:

Hıza dik ivme hareketin yönünü değiştirir:

hıza dik ivme

$\Delta t$  aralığı süresince hızdaki değişim

## Bir Boyutta ve İki Boyutta Hareketlerin Karşılaştırılması

	Bir Boyutta Hareket	İki Boyutta Hareket
Yerdeğiştirme	$\Delta x = x_s - x_i$	$\Delta r = r_s - r_i = (x_s - x_i)\hat{i} + (y_s - y_i)\hat{j} = \Delta x\hat{i} - \Delta y\hat{j}$
Hız	$v_{ort} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$v_{ort} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{\Delta x\hat{i} - \Delta y\hat{j}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}\hat{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\hat{j} = \Delta v_x\hat{i} + \Delta v_y\hat{j}$
İvme	$a_{ort} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$a_{ort} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta v_x\hat{i} - \Delta v_y\hat{j}}{\Delta t} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}\hat{i} + \frac{\Delta v_y}{\Delta t}\hat{j} = \Delta a_x\hat{i} + \Delta a_y\hat{j}$

## Örnek Sorular

**Örnek 1:** Bir motorsikletli motorunu 20 m/s hızla 3 dk güneye sürer, sonra batıya döner ve 2 dk, 25 m/s hızla yol alır ve son olarak da 30 m/s hızla 1 dk kuzeybatıya doğru gider. Bu 6 dk'lık seyahat için (a) motorsikletlinin net vektörel yerdeğiştirmesini (b) motorsikletlinin ortalama hızının büyüklüğünü ve (c) ortalama hızını bulunuz.

a)  $\vec{r} = \vec{v} \cdot t$

$$\vec{r}_1 = 20 \cdot 3.60 = 3600 \text{ m } (-j) \text{ güneye}$$

$$\vec{r}_2 = 25 \cdot 2.60 = 3000 \text{ m } (-i) \text{ batıya}$$

$$\begin{aligned} \vec{r}_3 &= x_3 i + y_3 j = 30 \cdot \sin 45 \cdot 1.60 (-i) + 30 \cdot \cos 45 \cdot 1.60 (j) \\ &= -1273 i + 1273 j \end{aligned}$$

$$R = \vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \vec{r}_3 = -3600 j - 3000 i - 1273 i + 1273 j = -4273 i - 2327 j$$



## Örnek Sorular

$$b) R = |\vec{R}| = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(-4273)^2 + (-2327)^2} = 4865 \text{ m}$$

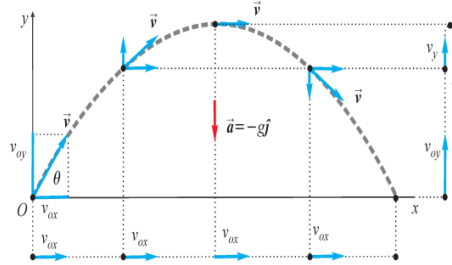
$$v = \frac{\Delta R}{\Delta t} = \frac{4865}{6.60} = 13.5 \text{ m/s}$$

$$c) v_{ort} = \frac{\Delta \vec{R}}{\Delta t} = \frac{-4273 i - 2327 j}{6.60} = -11.87 i - 6.46 j$$



## Eğik Atış Hareketi

İki boyutta sabit ivmeli harekete en güzel örnek eğik atış problemidir. Serbest düşme bir boyutta olmasına rağmen eğik atış iki boyutta gerçekleşmektedir.

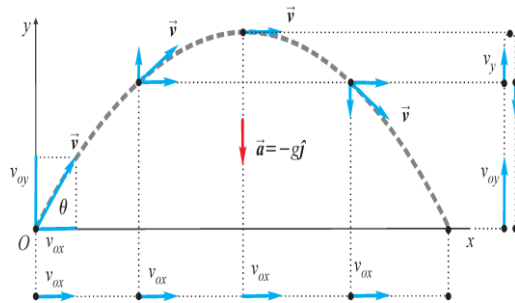


Eğik atış hareketinde iki kabul yapılır;

1.  $g$  yerçekimi ivmesi hareket süresince sabit ve aşağıya doğrudur.
2. Hava direncinin etkisi ihmal edilmektedir.



## Eğik Atış Hareketi



Eğik atış problemini **y-ekseni** boyunca **sabit ivmeli** hareket ( $a_y = -g$ ) ve **x-ekseni** boyunca ise **sabit hızlı** (ivmenin sıfır olduğu  $a_x = 0$ ) bir boyutlu iki hareketin bileşkesi olarak düşünülür.

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta$$

$$x = v_0 \cos \theta t$$

$$y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2$$



## Eğik Atış Hareketi

Uçuş süresi ( $t_{\text{uçuş}}$ )

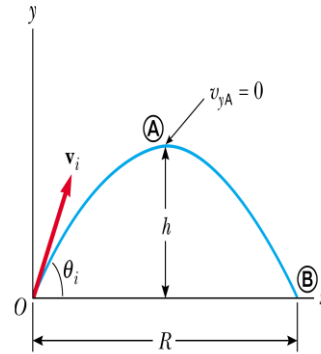
$$t_{\text{uçuş}} = \frac{2v_i \cdot \sin \theta_i}{g}$$

Maksimum yükseklik

$$h_{\text{max}} = \frac{v_i^2 \sin^2 \theta_i}{2g}$$

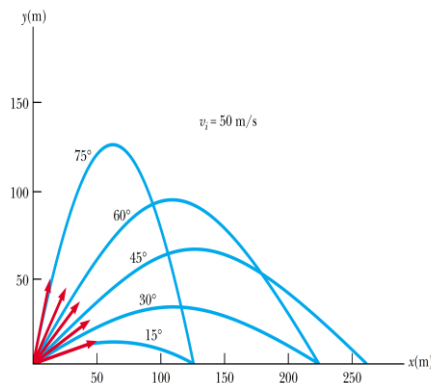
Menzil

$$R = \frac{v_i^2 \sin 2\theta_i}{g}$$



## Örnek Sorular

**Soru 1:** Aynı ilk hızla atılan cisimlerin aldığı yollar gösterilmektedir. Sizce uçuş sürelerini nasıl sıralayabiliriz?





## Örnek Sorular

$$t_{uçuş} = 2 \frac{v_i \sin \theta_i}{g} = \frac{2 \cdot 50}{10} \sin \theta_i = 10 \cdot \sin \theta_i$$

Buna göre ilk hız ve yerçekimi ivmesi hepsinde aynı olduğuna göre t süresi açıya göre değişecektir.

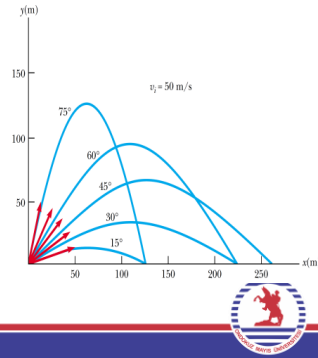
$$t(75) = 10 \cdot \sin 75 = 10 \cdot 0,97 = 9,7 \text{ s}$$

$$t(60) = 10 \cdot \sin 60 = 10 \cdot 0,87 = 8,7 \text{ s}$$

$$t(45) = 10 \cdot \sin 45 = 10 \cdot 0,71 = 7,1 \text{ s}$$

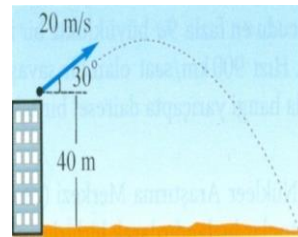
$$t(30) = 10 \cdot \sin 30 = 10 \cdot 0,50 = 5,0 \text{ s}$$

$$t(15) = 10 \cdot \sin 15 = 10 \cdot 0,26 = 2,6 \text{ s}$$



## Örnek Sorular

**Soru 2:** Yerden 40 m yükseklikteki bir binanın çatısından bir top 20 m/s hızla ve yatayla 30° açı altında atılıyor. (a) Topun uçuş süresi ne kadardır? (b) Binadan ne kadar uzağa düşer? (c) Top yere çarpmadan önce hız bileşenleri ne kadardır?



## Örnek Sorular

$$y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2$$

Referans noktasını binanın tepesini alırsak,

$$-40 = 20 \times \sin 30^\circ t - \frac{1}{2} 10 t^2 \quad 5t^2 - 10t - 40 = 0 \quad t^2 - 2t - 8 = 0$$

İkinci derece denklemim kökleri  $t_1 = 4s$   $t_2 = -2s$  anlamlı olan  $t = 4s$  dir.

$$(b) x = v_0 \cos \theta t \quad x = 20 \times \cos 30^\circ \times 4 = 69,28m$$

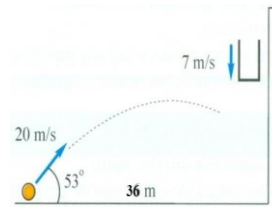
$$(c) v_x = v_0 \cos \theta = 20 \times \cos 30^\circ = 20 \times 0,866 = 17,32m/s$$

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt = 20 \times \sin 30^\circ - 10 \times 4 = 20 \times 0,5 - 40 = -30m/s$$



## Örnek Sorular

**Soru 3:** Bir binanın dış duvarındaki asansör sabit 7m/s hızla aşağı inmektedir. Asansör h yüksekliğinden geçerken yerde binadan 36m uzaklıkta bir çocuk elinde taşı 20m/s ilk hızı ve 53° açıyla asansöre doğru atıyor. Topun asansöre isabet etmesi için taş atıldığında asansör hangi h yüksekliğinde olmalıdır? Topun uçuş süresi ne kadardır?



$$y = 20 \times \sin 53^\circ t - \frac{1}{2} 10 t^2 \quad y = 16t - 5t^2$$

$$36 = 20 \times \cos 53^\circ t \quad t = 3s$$

$$y = 16 \times 3 - 5 \times 3^2 = 3m$$

$$y_{as} = v_{as} \times t = 7 \times 3 = 21m \quad h = y + y_{as} = 3 + 21 = 24m$$



## Örnek Sorular

**Soru 4:**Aşağıdakilerden hangisi muhtemelen ivmelenir?

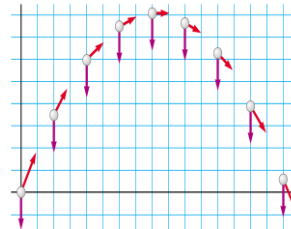
- (a) Sabit bir süratle hareket eden bir nesne
- (b) Sabit hızla hareket eden bir nesne
- (c) Bir eğri boyunca hareket eden bir nesne.



## Örnek Sorular

- Eğik olarak fırlatılan bir mermi parabolik yörüngesinde hareket ederken, merminin hızı ve ivme vektörleri yol boyunca hangi noktada birbirine diktir hangi noktada birbirine paraleldir?

- (a) Hiçbir yerde
- (b) En yüksek noktada
- (c) Fırlatma noktasında



# Teşekkürler

