

BİR BOYUTLU HAREKET

FİZİK I

Bir Boyutlu Hareket?

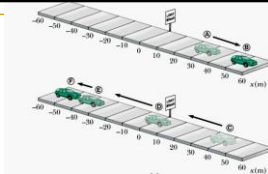
- 1 boyut (doğru)
- 2 boyut (düzlem)
- 3 boyut (hacim)
- 0 boyut (nokta)

Bu bölümde sadece bir doğru boyunca harekete bakacağız (bir boyutlu).

Hareket ileri olabilir (pozitif yerdeğiştirme) veya geri olabilir (negatif yerdeğiştirme)

Yerdeğiştirme ve

Alınan toplam yol



Bir parçacığın **yerdeğiştirmesi**: son konumu ile ilk konumu arasındaki değişimdir :

$$\Delta x \equiv x_2 - x_1$$

x_2 son konum
 x_1 ilk konum

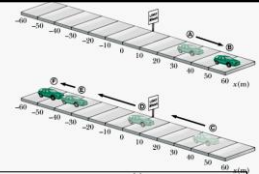
Yerdeğiştirme ile gidilen yolu karıştırmayın.

Örnek: 40 km koşan bir maraton koşucusunun aldığı yol 40 km dir ancak yerdeğiştirmesi, koşu sonunda başladığı noktaya geldiği için sıfırdır.

Yerdeğiştirme bir vektördür: Hem büyüklüğü hem de yönü vardır!!

Toplam alınan yol bir skalerdir: Sadece büyüklüğü vardır.

Hız ve Sürat



Bir parçacığın **ortalama hızı**:

$$v_x \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

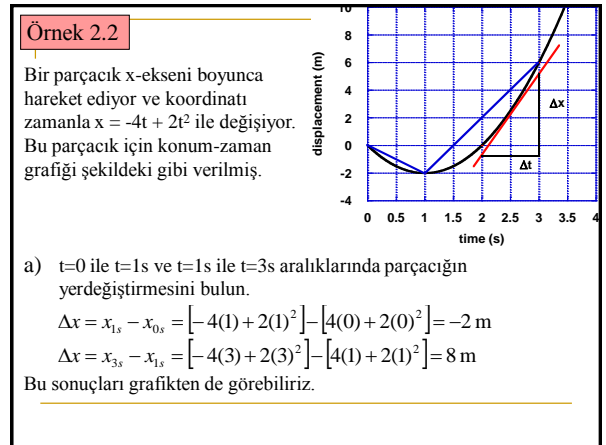
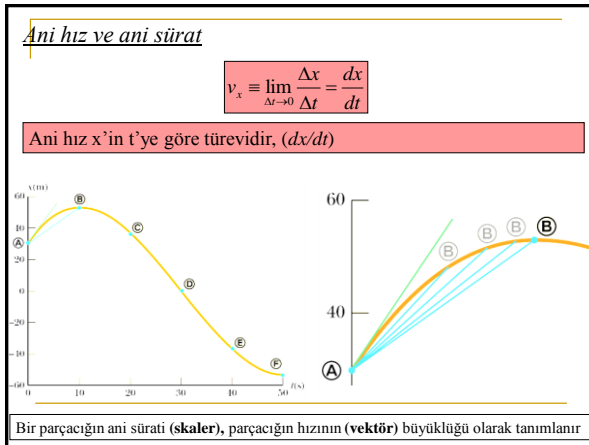
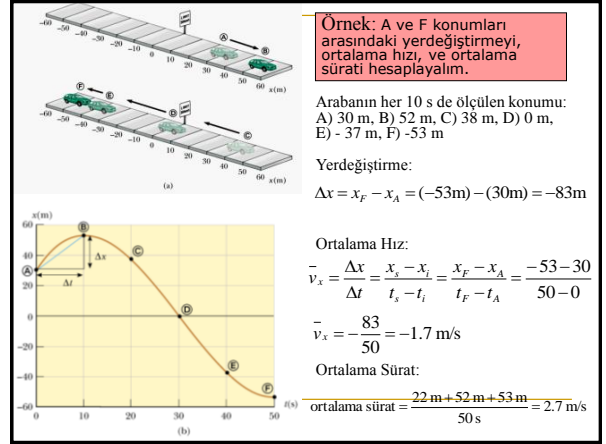
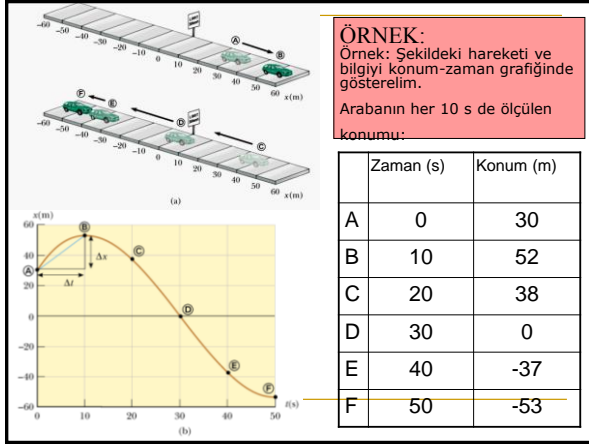
Δx : parçacığın yerdeğiştirmesi
 Δt : yerdeğiştirme süresi

Bir parçacığın **ortalama sürati**:

$$\text{Ortalama sürat} = \frac{\text{toplam yol}}{\text{toplam zaman}}$$

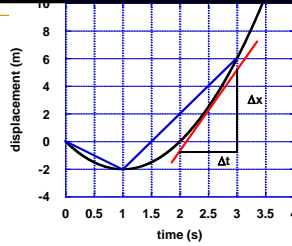
Hız bir vektör'dür: Hem büyüklüğü hem de yönü vardır!!

Sürat bir skaler'dir: Sadece büyüklüğü vardır.



Örnek 2.2

Bir parçacık x-ekseni boyunca hareket ediyor ve koordinatı zamanla $x = -4t + 2t^2$ ile değişiyor. Bu parçacık için konum-zaman grafiği şekildeki gibi verilmiş.



b) Bu iki zaman aralığındaki ortalama hızı hesaplayın.

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-2 - 0}{1 - 0} = -2 \text{ m/s} \quad \bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6 - (-2)}{3 - 1} = 4 \text{ m/s}$$

Bunlar noktaları birleştiren doğruların eğim değerleridir.

c) $t=2.5$ s de parçacığın ani hızını bulun.

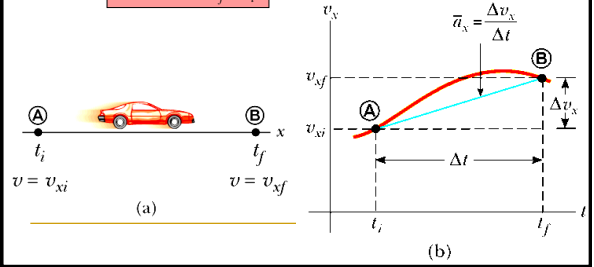
2.5nci saniyedeki eğim yani kırmızı çizginin eğimi bulunursa 6 m/s dir.

Ya da; $\frac{dx}{dt} = -4 + 4t = -4 + 4(2.5) = -4 + 10 = 6 \text{ m/s}$

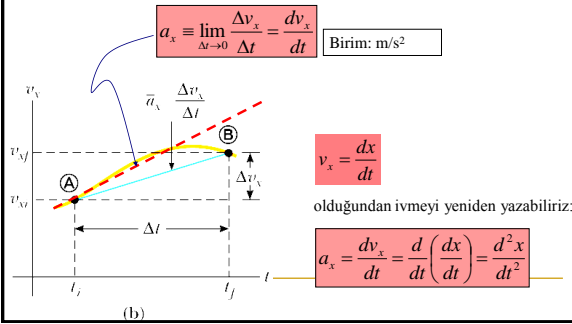
İvme

Bir parçacığın hızı zamanla değişiyorsa ivmeli hareket yapıyor deriz. Bir parçacığı ortalama ivmesi; parçacığın hızındaki değişimin bu değişimde geçen Δt zaman aralığına oranı olarak tanımlanır

$$\bar{a}_x \equiv \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t_f - t_i}$$



Ani ivme; herhangi bir andaki ivmedir ve ortalama ivmenin Δt sifira yaklaşırken limiti olarak tanımlanır. Türev tanımına göre; ani ivme hızın zamana göre türevidir. Bu ise hız-zaman grafiğinde istenen noktadaki eğime karşılık gelir.



ÖRNEK: x eksenı boyunca hareket eden bir parçacığın hızı $v_x = (40 - 5t^2)$ m/s ifadesine göre zamanla değişmektedir.

- a) $t=0$ ile $t=2$ s zaman aralığındaki ortalama ivmeyi bulun.
b) $t=2$ s deki (ani) ivmeyi bulun.

ÇÖZÜM:

- a) $t_i=0$, $t_s=2$ s;

$$v_{xi} = (40 - 5t_i^2) = 40 - 5(0)^2 = 40 \text{ m/s}$$

$$v_{xs} = (40 - 5t_s^2) = 40 - 5(2)^2 = 20 \text{ m/s}$$

$$\bar{a}_x = \frac{v_{xs} - v_{xi}}{t_s - t_i} = \frac{20 - 40}{2 - 0} = -10 \text{ m/s}^2$$

ÖRNEK: x eksenli boyunca hareket eden bir parçacığın hızı $v_x=(40-5t^2)$ m/s ifadesine göre zamanla değişmektedir.

- a) $t=0$ ile $t=2$ s zaman aralığındaki ortalama ivmeyi bulun.
b) $t=2$ s deki (ani) ivmeyi bulun.

ÇÖZÜM: b)

$$v_{xi} = (40 - 5t^2) \quad (t \text{ anındaki hız})$$

$$v_{xs} = 40 - 5(t + \Delta t)^2 = 40 - 5t^2 - 10t \Delta t - 5(\Delta t)^2 \quad (t + \Delta t \text{ anında hız})$$

Δt zaman aralığında hızdaki değişim;

$$\Delta v_x = v_{xs} - v_{xi} = [-10t \Delta t - 5(\Delta t)^2]$$

Herhangi bir t anındaki ivme;

$$a_x \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (-10t - 5\Delta t) = -10t$$

$$a_x = (-10)(2) = -20 \text{ m/s}^2 \quad (t=2 \text{ s de ivme})$$

Ya da daha kısaca

$$v_x = 40 - 5t^2$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = -10t$$

$t = 2 \text{ s de};$
 $a_x = -20 \text{ m/s}^2$
olur.

BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

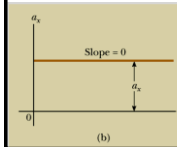
İvme sabitse ortalama ivme ani ivmeye eşit olur.

$$\bar{a}_x = \frac{v_{xs} - v_{xi}}{t_s - t_i} \quad \text{de} \quad \bar{a}_x = a_x \quad \text{ve} \quad t_i = 0 \quad \text{için} \quad a_x = \frac{v_{xs} - v_{xi}}{t}$$

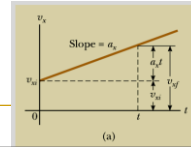
$$v_{xs} = v_{xi} + a_x t \quad (a_x : \text{sabit})$$

8

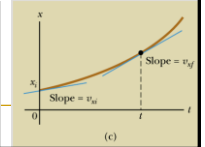
İvme-zaman grafiği



Hız-zaman grafiği



Konum-zaman grafiği



$$v_{xs} = v_{xi} + a_x t \quad (a_x : \text{sabit})$$

8

Sabit ivmeli hareket için ortalama hız;

$$\bar{v}_x = \frac{v_{xi} + v_{xs}}{2}$$

9

Hız ve zamana göre yerdeğiştirme; $t_i=0$ ve $\Delta t=t$

$$\text{olarak} \quad \bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{den} \quad x_s - x_i = \bar{v}_x t = \frac{1}{2}(v_{xi} + v_{xs})t$$

10

$$8' \text{ i } 10' \text{ da yazarsak} \quad x_s - x_i = \frac{1}{2}(v_{xi} + v_{xi} + a_x t)t$$

$$x_s - x_i = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

11

Doğrulamasını bu denklemin t ye göre türevini alırsak 8'i elde ederiz;

$$v_{xs} = \frac{dx_s}{dt} = \frac{d}{dt} (v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2) = v_{xi} + a_x t$$

Buradan t 'yi çıkar ve 10'da yazarsak

$$x_s - x_i = \frac{1}{2}(v_{xi} + v_{xs}) \left(\frac{v_{xs} - v_{xi}}{a_x} \right) = \left(\frac{v_{xs}^2 - v_{xi}^2}{2a_x} \right)$$

Buradan v_{xs}^2 'yi çıkararak sabit ivme için zamansız hız formülünü elde ederiz:

$$v_{xs}^2 = v_{xi}^2 + 2a_x(x_s - x_i)$$

12

İvme sıfır ($a_x=0$) ise 8 ve 10 eşitliklerinden;

$$v_{xs} = v_{xi} = v_x$$

$$x_s - x_i = v_x t$$

ÖZET: Sabit ivmeli bir boyutlu (doğrusal) hareket denklemleri:

Hız (zamana bağlı)

$$v_{xs} = v_{xi} + a_x t \quad (a_x : \text{sabit})$$

8

Yerdeğiştirme

$$x_s - x_i = v_{xi} t = \frac{1}{2}(v_{xi} + v_{xs})t$$

10

Yerdeğiştirme

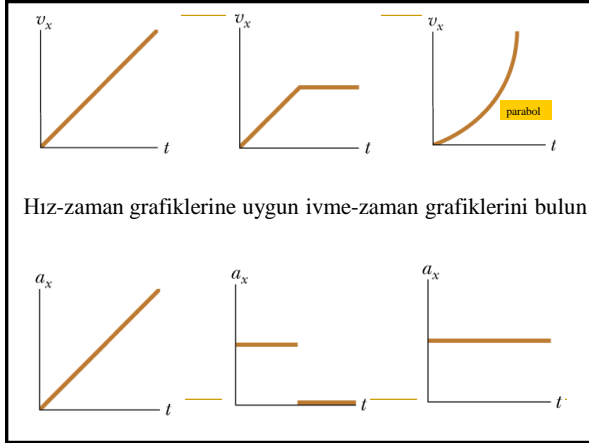
$$x_s - x_i = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

11

Hız (yerdeğiştirmeye bağlı)

$$v_{xs}^2 = v_{xi}^2 + 2a_x(x_s - x_i)$$

12



ÖRNEK

Bir polis arabasını gördüğünüzde, arabanızın hızını sabit bir ivme altında 100 km/saat'ten 80 km/saat'e 88 m lik bir yerdeğiştirme sırasında frenle azaltıyorsunuz.

(a) ivmeniz nedir?

(b) yavaşlamanız ne kadar sürdü?

(12) denk. den ivmeyi ve (8) denk. den zamanı bulunur.

$$v_{xs}^2 = v_{xi}^2 + 2a_x(x_s - x_i) \Rightarrow a = 1.6 \text{ m/s}^2$$

$$v_{xs} = v_{xi} + a_x t \quad (a_x : \text{sabit}) \Rightarrow t = 3.5 \text{ s.}$$

Problem:

1. Donmuş bir göl üzerinde kayan hokey diski 200 m gittikten sonra duruyor. Diskin hızı 3 m/s ise a) ivme sabit kabul edildiğinde diskin ivmesi nedir? b) disk ne kadar süre hareket halindedir? c) 150 m yol aldıktan sonra hızı nedir?

SERBEST DÜŞEN CİSİMLER

Serbest düşen cisim başlangıçtaki hareketi ne olursa olsun sadece yerçekimi etkisiyle düşen cisimdir.

Hava direnci yoksa, aynı anda aynı yükseklikten bırakılan tüm cisimler aynı anda yere düşerler.

Serbest düşme (yerçekimi) ivmesinin büyüklüğü: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ dir.

ÖRNEK:

Yükseklığı 50 m olan bir binanın tepesinden yukarı doğru düşey olarak 20 m/s ilk hızla bir taş atılıyor ve taş yere düşüyor. Taşın atıldığı A noktasında $t=0$ seçerek

- Taşın maksimum yüksekliğe ulaştığı zamanı
- Maksimum yüksekliği
- Taşın atıldığı noktaya geri dönüş zamanını
- Taşın bu andaki hızını
- $T=5$ s deki taşın hızını ve konumunu
- Taşın yere çarptığı andaki hızını
- Taşın havada geçirdiği toplam süreyi bulunuz.

ÇÖZÜM:

Yükseklığı 50 m olan bir binanın tepesinden yukarı doğru düşey olarak 20 m/s ilk hızla bir taş atılıyor ve taş yere düşüyor. Taşın atıldığı A noktasında $t=0$ seçerek

- Taşın maksimum yüksekliğe ulaştığı zamanı

$v_{y1} = 20 \text{ m/s}$ (A'daki hız)

$v_{y2} = 0 \text{ m/s}$ (B'de duruyor)

$a_y = g = -9.8 \text{ m/s}^2$ (yukarı hareket)

$v_{xy} = v_{xi} + a_x t$ (8'den)

$0 = 20 + (-9.8)t$

$t = 2.04 \text{ s}$

ÇÖZÜM:

Yükseklığı 50 m olan bir binanın tepesinden yukarı doğru düşey olarak 20 m/s ilk hızla bir taş atılıyor ve taş yere düşüyor. Taşın atıldığı A noktasında $t=0$ seçerek

- Maksimum yüksekliği

$y_i = y_A = 0; \quad v_{yA} = 20 \text{ m/s}$

$t = 2.04 \text{ s}; \quad a_y = g = -9.8 \text{ m/s}^2$

$y_B = ?$

$x_s - x_i = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$ **Deklem 11 den**

$y_{maks} = y_B = v_{yA} t + \frac{1}{2} a_y t^2$

$y_B = (20)(2.04) + \frac{1}{2}(-9.8)(2.04)^2$

$y_B = 20.4 \text{ m}$

ÇÖZÜM:

Yükseklığı 50 m olan bir binanın tepesinden yukarı doğru düşey olarak 20 m/s ilk hızla bir taş atılıyor ve taş yere düşüyor. Taşın atıldığı A noktasında $t=0$ seçerek

- Taşın atıldığı noktaya geri dönüş zamanını

A-B çıkış süresi B-C iniş süresine Eşittir. Yani 4.08 s olur.

$y_s = y_C = 0; \quad y_i = y_A = 0; \quad t = ?$

11 denkleminde

$y_C - y_A = v_{yA} t + \frac{1}{2} a_y t^2 = 0 = 20t - 4.9t^2$

$t(20) - 4.9t = 0$ İki çözüm var. $t=0$ taşın harekete başladığı anı verir. Diğeri:

$t = \frac{20}{4.9} = 4.08 \text{ s}$

$t_B = 2.04 \text{ s}$
 $y_B = 20.4 \text{ m}$
 $v_{yB} = 0$
 $t_C = 4.08 \text{ s}$
 $y_C = 0$
 $v_{yC} = -20.0 \text{ m/s}$

Yüksekliği 50 m olan bir binanın tepesinden yukarı doğru düşey olarak 20 m/s ilk hızla bir taş atılıyor ve taş yere düşüyor. Taşın atıldığı A noktasında $t=0$ seçerek

A ve C noktalarında hızlar aynı ama zıt yönlüdür. C de bulunan t değerini 8'de yerine koyarsak;

$$v_{xs} = v_{xi} + a_x t$$

$$v_{yC} = v_{yA} + a_y t = 20 + (-9.80)(4.08)$$

$$v_{yC} = -20 \text{ m/s}$$

$t_B = 2.04 \text{ s}$
 $y_B = 20.4 \text{ m}$
 $v_{yB} = 0$
 $t_C = 4.08 \text{ s}$
 $y_C = 0$
 $v_{yC} = -20.0 \text{ m/s}$

Yüksekliği 50 m olan bir binanın tepesinden yukarı doğru düşey olarak 20 m/s ilk hızla bir taş atılıyor ve taş yere düşüyor. Taşın atıldığı A noktasında $t=0$ seçerek

e) $t=5 \text{ s}$ deki taşın hızını ve konumunu

$$v_{yD} = ?; \quad y_D = ? \quad t = 5 \text{ s}$$

Bunun için B den ilk hızsız D ye düşüşe bakalım;

$$v_{yD} = v_{yB} + a_y t = 0 + (-9.80)(5 - 2.04) = -29 \text{ m/s}$$

Hareketi A'dan D'ye inceleyerek sonuç ayırır;

$$v_{yD} = v_{yA} + a_y t = 20 + (-9.80)(5) = -29 \text{ m/s}$$

$$y_D = y_C + v_{yC} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$= 0 + (-20)(5 - 4.08) + \frac{1}{2} (-9.80)(5 - 4.80)^2$$

$$y_D = -22.5 \text{ m}$$

$t_B = 2.04 \text{ s}$
 $y_B = 20.4 \text{ m}$
 $v_{yB} = 0$
 $t_C = 4.08 \text{ s}$
 $y_C = 0$
 $v_{yC} = -20.0 \text{ m/s}$

Yüksekliği 50 m olan bir binanın tepesinden yukarı doğru düşey olarak 20 m/s ilk hızla bir taş atılıyor ve taş yere düşüyor. Taşın atıldığı A noktasında $t=0$ seçerek

f) Taşın yere çarptığı andaki hızını

$$v_{yE} = ?; \quad y_B = 20.4 \text{ m} \quad y_E = -50 \text{ m}$$

12 denklemden $v_{ys}^2 = v_{yi}^2 + 2a_y(x_s - x_i)$

$$v_{yE}^2 = v_{yB}^2 + 2g(y_E - y_B)$$

$$v_{yE}^2 = 0 + 2(-9.80)(-50 - 20.4)$$

$$v_{yE}^2 = 2(-9.80)(-70.4)$$

$$v_{yE} = -37.1 \text{ m/s} \quad (-\text{aşağı yöndür})$$

$t_B = 2.04 \text{ s}$
 $y_B = 20.4 \text{ m}$
 $v_{yB} = 0$
 $t_C = 4.08 \text{ s}$
 $y_C = 0$
 $v_{yC} = -20.0 \text{ m/s}$

Yüksekliği 50 m olan bir binanın tepesinden yukarı doğru düşey olarak 20 m/s ilk hızla bir taş atılıyor ve taş yere düşüyor. Taşın atıldığı A noktasında $t=0$ seçerek

g) Taşın havada geçirdiği toplam süreyi bulunuz.

$$v_{yA} = 20 \text{ m/s}; \quad t = ?$$

$$v_{yE} = v_{yA} + gt = 20 + (-9.80)t$$

$$t = \frac{-37.1 - 20}{-9.80}$$

$$t = 5.83 \text{ s}$$