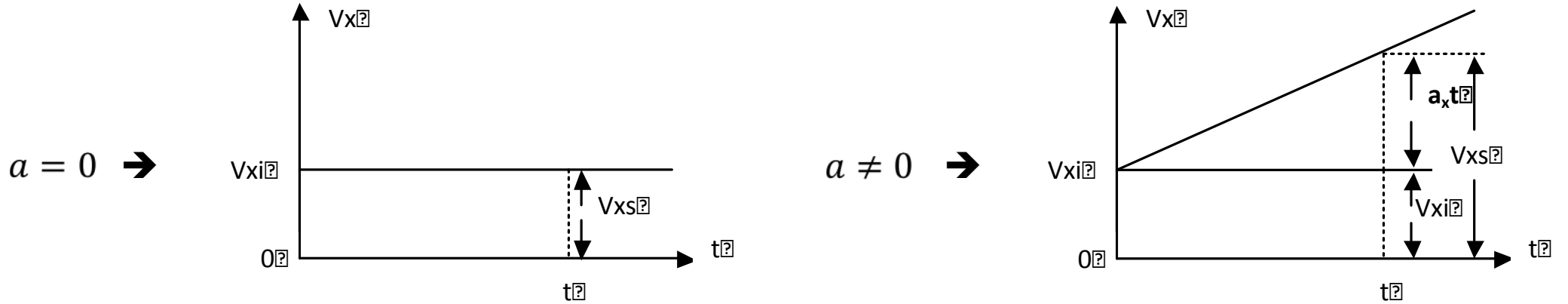


## Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket

- Bir boyutlu hareketin basit bir tipi, ivmenin sabit olduğu durumdur.
- İvme sabit olduğundan ortalama ivme ani ivmeye eşittir.
- Bu tür harekette hız hareketin başından sonuna kadar aynı oranda artar (veya azalır).



Bir boyutta sabit ivmeli hareket yapan bir cismin hareketine ilişkin  $a$ ,  $v$ ,  $t$ ,  $x$  niceliklerini veren ifadeleri türetirsek:

$$a = \frac{v_s - v_i}{t_s - t_i}$$

$t_i=0$  alırsak ( zaman başlangıcını herhangi bir değer alabiliriz bu hesaplamaları etkilemez). Bu durumda ivme tanımımız  $a = \frac{v_s - v_0}{t}$  şeklinde sadeleşebilir. Denklemi biraz düzenleyelim.

$$v_s = v_0 + at \quad (1)$$

Benzer şekilde ortalama hız tanımımız;

$$\bar{v} = \frac{x_s - x_i}{t} \text{ ilk ve son hızlar biliniyorsa bu denklem } \bar{v} = \frac{v_0 + v_s}{2} \text{ şeklinde ifade edilebilir.}$$

$x_s - x_i$  çekilip son verilen iki denklem düzenlenirse;

$$x_s - x_i = \bar{v}t \quad \vee \quad x_s - x_i = \frac{1}{2}(v_0 + v_s)t \quad (2)$$

Şimdi 1. Eşitliği 2. Eşitlikte yerine yazarsak

$$x_s - x_i = \frac{1}{2}(v_0 + v_0 + at)t \quad (3)$$

(1) ve (4) numaralı denklemler sabit ivmeli, bir boyutlu hareketle ilgili herhangi bir problemi çözmek için kullanabileceğimiz kinematik ifadelerdir.

Zaman içermeyen eşitlik elde etmek için 1. Denklemden zamanı bulup ikinci denklemde yerine koyarsak

$$t = \frac{v_s - v_i}{a}, \quad x_s - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v_s)\left(\frac{v_s - v_0}{a}\right) = \frac{v_s^2 - v_0^2}{2a} \quad (4)$$
$$v_s^2 = v_0^2 + 2a(x_s - x_i)$$

**Örnek:** Bir jet, uçak gemisine 74 m/s hızla iniyor ve 2 saniye içinde duruyor.

a) uçağın ivmesi nedir?

b) Bu süre içinde uçağın yer değiştirmesi nedir?

**Çözüm :**

$$a) \quad a = \frac{v_s - v_i}{t} = \frac{0 - 74 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 37 \text{ m/s}^2$$

Sabit ivmeli harekette hız değerinde sürekli bir artış söz konusudur.  
Bu artış miktarı da birim zamanda ivmenin büyüklüğü kadardır.

$$b) \quad x_s - x_0 = (v_0 + v_s)t = \frac{1}{2}(74 \text{ m/s} + 0) \cdot 2 \text{ s} = 74 \text{ m} \quad \text{olarak bulunur.}$$

**Örnek:** Bir parçacık  $x(t) = 2 + 3t - t^2$  denkleminde hareket ediyorsa,  $t=3\text{s}$ 'de parçacığın konumunu, hızını ve ivmesini bulunuz.

**Çözüm :**

$$\text{Konum} \rightarrow x(3) = 2 + 3 \cdot 3 - 3^2 = 2 \text{ m}$$

$$\text{Hız} \rightarrow V(t) = \frac{dx(t)}{dt} = 3 - 2t ; \quad V(3) = 3 - 3 \cdot 2 = -3 \text{ m/s}$$

$$\text{İvme} \rightarrow a = \frac{dV(t)}{dt} = -2 \text{ m/s}^2$$

**Örnek:** Bir araç 8.5s'de 40m yol alarak düzgün yavaşlıyor ve hızını 2.8m/s'ye düşürüyor. Bu aracın ilk hızını ve ivmesini bulun.

**Çözüm :**

$$\text{İlk Hız} \rightarrow x_s - x_i = \frac{1}{2}(V_s + V_i)t \quad ; \quad 40 = \frac{1}{2}(2.8 + V_i)8.5 \quad \rightarrow \quad V_i = 6.6 \text{ m/s}$$

$$\text{İvme} \rightarrow V_s = V_0 + at \quad ; \quad 2.8 = 6.6 + a \cdot 8.5 \quad \rightarrow \quad a = -0.45 \text{ m/s}^2$$

**Örnek:** Bir sürücü, yolu kapatan bir ağacı gördüğü anda frene basar ve  $-5.6 \text{ m/s}^2$ 'lik ivme ile 4.2 s'de 62.4 m yol alarak cisme çarpar. Çarpma hızını hesaplayın.

**Çözüm :**

$$x_s - x_i = V_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$V_s = V_i + at$$

$$62.4 = V_i 4.2 + \frac{1}{2} (-5.6)(4.2)^2$$

$$V_s = 26.6 + (-5.6)4.2$$

$$V_s = 3.08 \text{ m/s}$$

$$V_i = 26.6 \text{ m/s}$$

## Serbest Düşme

$$g = 9,80 \text{ m/s}^2$$

- Bir boyutta gerçekleşen sabit ivmeli harekete en güzel örnek serbest düşmedir.
- Belli bir yükseklikten serbest bırakılan bütün cisimler hava sürtünmesi ihmal edilirse, sabit bir ivme ile yere doğru düşerler.
- Yerin kütle çekim kuvvetinden kaynaklanan bu ivmeye yerçekimi ivmesi adı verilir ve **g** sembolü ile gösterilir.
- Yer yüzeyinin farklı yerlerinde küçük farklılıklar gösterse de yerçekimi ivmesi yaklaşık olarak  $9,80 \text{ m/s}^2$  dir ve her zaman yerin merkezine doğrudur.

**Örnek:** 200 m yükseklikte bulunan durgun haldeki cisim serbest düşmeye bırakılıyor. Bu cismin 2 saniye sonraki hızı;

- Dünyada
- Ayda nedir? (Aydaki kütle çekim ivmesi yerin 1/6'sı kadardır)

**Çözüm:**

$$\text{a. } a_d = g = \frac{v_s - v_i}{t} \quad 9,8 \text{ m/s}^2 = \frac{v_0 - 0 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} \quad v_0 = 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ s}$$

$$v_0 = 19,6 \text{ m/s} \text{ bulunur.}$$

$$\text{b. } a_a = \frac{g}{6} = \frac{v_s - v_i}{t} \quad 1,63 \text{ m/s}^2 = \frac{v_0 - 0 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} \quad v_0 = 3,26 \text{ m/s} \text{ bulunur.}$$

→ Düşey doğrultuyu y eksenini olarak alacağız ve yukarı yöne pozitif y eksenini diyeceğiz.

→ Pozitif y eksenini yukarı doğru olduğundan, yerçekimi ivmesinin işareti negatif olacaktır (aşağıya doğru).

→ Koordinatlarımızı bu şekilde seçtiğimizde tek boyutta sabit ivmeli hareket için türettiğimiz kinematik denklemlerine yeniden yandaki şekilde yazabiliriz.

$$a = -g$$

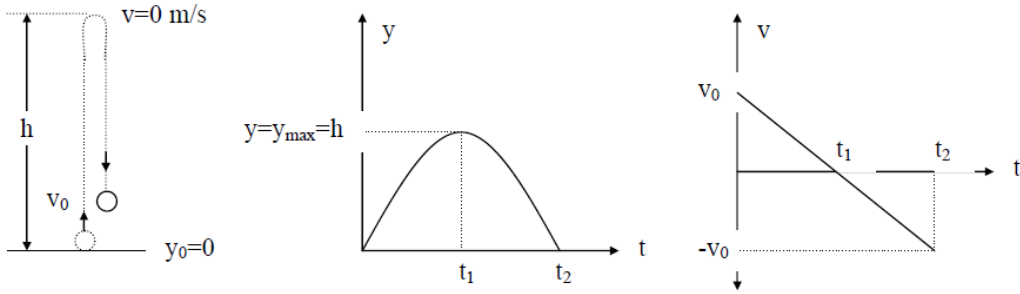
$$v = v_0 - gt$$

$$y - y_0 = \frac{1}{2}(v + v_0)t$$

$$y - y_0 = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2g(y - y_0)$$

Şimdi yukarı doğru düşey olarak fırlatılan bir cismin hareketini inceleyelim.



Maksimum yüksekliğe çıkma zamanı  $g = \frac{v - v_0}{t_1}$

Tepe noktasında hız ( $v=0$ ) sıfır olacağından  $g = \frac{v_0}{t_1}$  ve buradan  $t_1 = \frac{v_0}{g}$  olur.

Çıkış ve iniş süreleri eşit olacağından cismin toplam havada kalma süresi  $t(2), t_2 = 2t_1$ 'e eşit olacaktır. Dolayısı ile;  $t_2 = \frac{2v_0}{g}$  bulunur.

Maksimum yükseklik  $v^2 = v_0^2 - 2g(y - y_0)$  ifadesinden  $y_0 = 0$  ve tepede  $v = 0$  olacağından

$$v^2 = v_0^2 - 2gy_{\max} \text{ ve } y_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} \text{ bulunur.}$$

**Ornek:** Bir silah ateşlendiğinde mermi düşey ve yukarı doğrultuda 200m/s lik hızla namlu ucundan çıkmıştır.

- Merminin maksimum yüksekliğe ulaşması için geçen zamanı,
- Maksimum yüksekliği,
- Merminin namlu ucundan çıktığı seviyeye geri dönmesi için geçen zamanı,
- Merminin bu andaki hızını,
- $t=5$ . saniyede merminin hızını bulunuz.

**Çözüm:**

- $v = v_0 - gt = 0$  ise  $(200m/s) - (9,8m/s^2).t_1 = 0$  Buradan  $t_1 = 20,4s$  bulunur.
- $y = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$  ise  $y_{max} = (200m/s).(20,4s) - (\frac{1}{2}).(9,8m/s^2).(20,4s)^2 @ 2040m$
- $t_2 = 2.t_1 = 2.20,4s = 40,8s$
- $v = v_0 - gt$  ise  $v = (200m/s) - (9,8m/s^2).(40,8) @ -200m/s$
- $v = v_0 - gt$ ,  $v = (200m/s) - (9,8m/s^2).(5s) @ 151m/s$  hıza sahip olacak