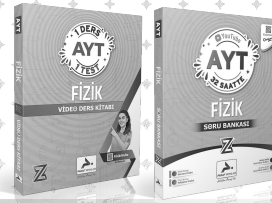




ÜNİTE 1



bölüm 4

KUVVET VE HAREKET

Sabit İvmeli Hareket

SABİT İVMELİ DOĞRUSAL HAREKET

- h Bir cismin bir referans noktasına göre zamanla yer değiştirmesi-ne **hareket** denir.
- h Bir cismin ya da hareketlinin bulunduğu noktanın belirli bir referans noktasına göre yönlü uzaklığına **konum** (Δx) denir. Vektörel bir büyüklüktür. SI'daki birimi metredir (m).
- h Bir cismin ilk konumu ile son konumu arasındaki yönlü uzaklığa **yer değiştirme** ($D\Delta x$) denir. Vektörel bir büyüklüktür. SI'daki birimi metredir (m).
- h Bir cismin birim zamandaki yer değiştirmesine **hız** (Δv) denir. Vektörel bir büyüklüktür. SI'daki birimi metre/saniye'dir

$$\Delta v = \frac{D\Delta x}{Dt}$$

- h Bir cismin ilk konumundan son konumuna giderken izlediği yörünge-nin uzunluğuna **alınan yol** (x) denir. Skaler bir büyüklüktür. SI'daki birimi metredir (m).
- h Bir cismin birim zamanda aldığı yola **sürat** (v) denir. Skaler bir büyüklüktür. SI'daki birimi metre/saniye'dir.

$$x = v \cdot t$$

- L Otomobillerin kadrantlarının gösterdiği değer otomobilin o an-daki süratidir.
- h Bir cismin birim zamandaki hız değişimine **ivme** (Δa) denir. Vektörel bir büyüklüktür. SI'daki birimi metre/(saniye)² dir.

NOT

- h Toplam yer değiştirmenin ($D\Delta x$) toplam geçen zamana (Dt) oranı ortalama hızı verir.

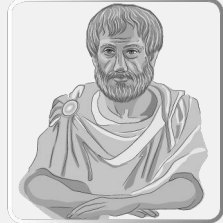
$$\Delta v_{\text{ort}} = \frac{D\Delta x}{Dt}$$

- h Toplam alınan yolun (x) toplam geçen zamana (Dt) oranı ortalama süratı verir.

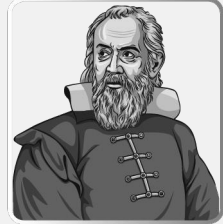
$$v_{\text{ort}} = \frac{x}{Dt}$$

Tarihsel Süreç

- h Aristo, cisimlerin doğal olarak hareketsiz kalacağını, hareketin devam etmesi için sürekli bir kuvvetin gerekli olduğunu öne sürdü.



- h Galileo, eğik düzlem deneyleriyle ivmeyi inceleyerek hareketin matematiksel tanımlamalarını yaptı. Cisimlerin sabit ivmeli harekette hızlarının sürekli artacağını söyledi.



NOT

- h Bir grafiğin dik ekseninin yatay eksenine oranına eğim denir. Grafiğin eğimleri ile ilgili aşağıdaki bilgiler, grafikleri değerlendirmede yardımcı olur.



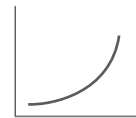
Eğim sıfır



Pozitif sabit eğim



Negatif sabit eğim



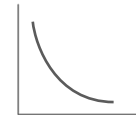
Pozitif artan eğim



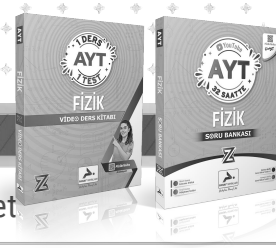
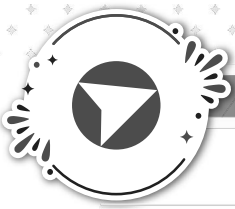
Pozitif azalan eğim



Negatif artan eğim



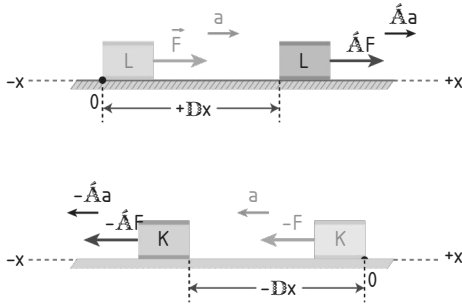
Negatif azalan eğim



Sabit İvmeli Hareket

DÜZGÜN HIZLANAN DOĞRUSAL HAREKET

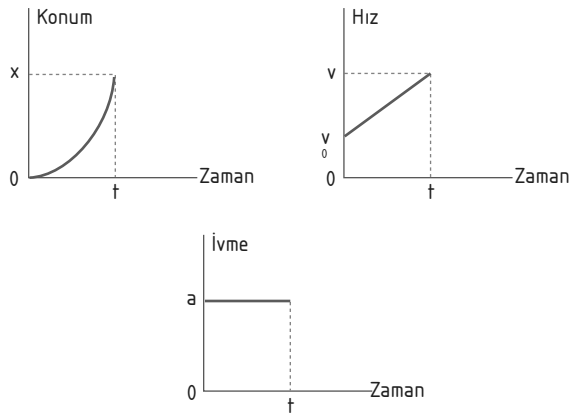
- h Doğrusal bir yörüngede hızının büyüklüğü düzgün olarak artan cismin hareketine **düzgün hızlanan doğrusal hareket** denir. Bu hareketi yapan cismin ivmesinin büyüklüğü sabittir.
- h Cismin ivmeli hareket etmesine neden olan etki net kuvettir. Cismin hareketine ait ivme vektörü, cisme etki eden net kuvvet ile daima aynı yöndedir.



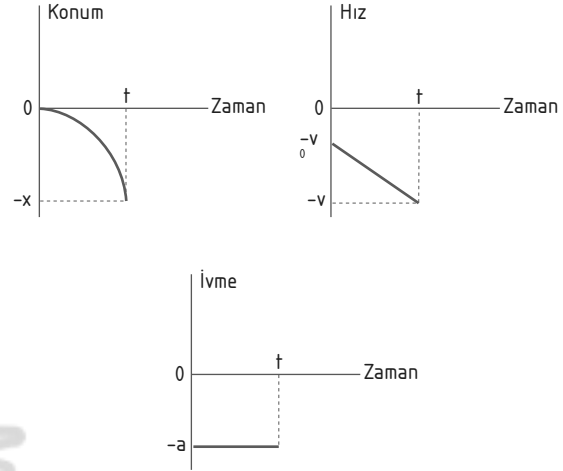
- L Cisme etki eden net kuvvetin büyüklüğü sabit ise ivmenin büyüklüğü de sabittir. Bu da cismin hızının büyüklüğünün düzgün olarak arttığı anlamına gelir.

- h Düzgün hızlanan hareket yapan bir cismin hız vektörü ile ivme vektörü daima aynı yöndedir.
- L Cisim pozitif yönde hızlanan hareket yapıyorsa ivmesi pozitif yöndedir.
- L Cisim negatif yönde hızlanan hareket yapıyorsa ivmesi negatif yöndedir.

- h $t = 0$ anında, $x = 0$ konumundan v_0 ilk hızı ile harekete başlan ve a ivmesi ile hızını "+" yönde düzgün olarak artıran cismin konum - zaman, hız - zaman ve ivme - zaman grafikleri şekilde gibidir.

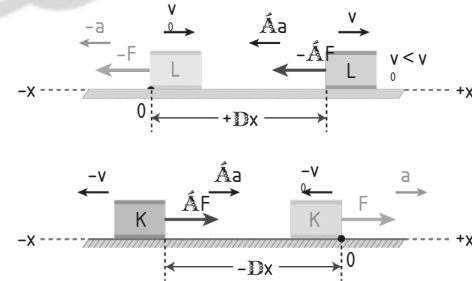


- h $t = 0$ anında, $x = 0$ konumundan v_0 ilk hızı ile harekete başlan ve $-a$ ivmesi ile hızını "-" yönde düzgün olarak artıran cismin konum - zaman, hız - zaman ve ivme - zaman grafikleri şekilde gibidir.



DÜZGÜN YAVAŞLAYAN DOĞRUSAL HAREKET

- h Doğrusal bir yörüngede hızının büyüklüğü düzgün olarak azalan cismin hareketine **düzgün yavaşlayan doğrusal hareket** denir.
- h Yavaşlamakta olan cisme etki eden net kuvvet ya da ivme vektörünün yönü, cismin yer değiştirme ya da hız vektörüne zıt yöndedir.



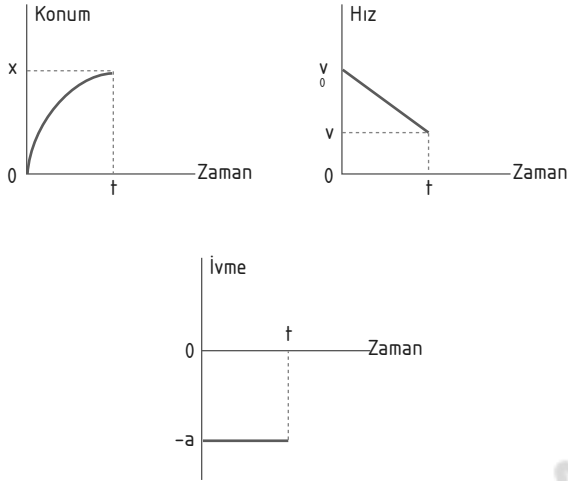
- L Cisme etki eden net kuvvetin büyüklüğü sabit ise ivmenin büyüklüğü de sabittir. Bu da cismin hızının büyüklüğünün düzgün olarak azaldığı anlamına gelir.

- h Düzgün yavaşlayan hareket yapan bir cismin hız vektörü ile ivme vektörü daima zıt yöndedir.
- L Cisim pozitif yönde yavaşlayan hareket yapıyorsa ivmesi negatif yöndedir.
- L Cisim negatif yönde yavaşlayan hareket yapıyorsa ivmesi pozitif yöndedir.

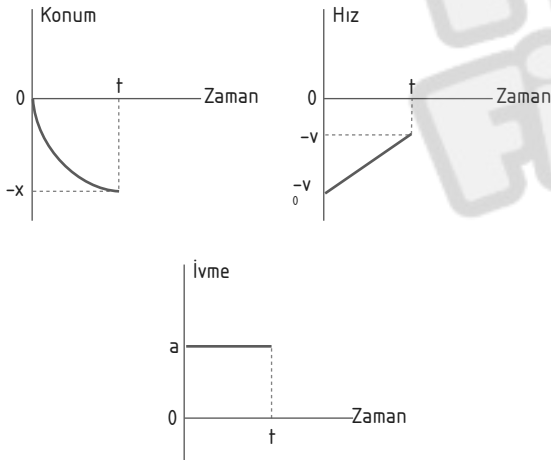


Sabit İvmeli Hareket

- h $t = 0$ anında, $x = 0$ konumundan v_0 ilk hızı ile harekete başlar ve $-a$ ivmesi ile hızını “+” yönde düzgün olarak azaltan cismin konum - zaman, hız - zaman ve ivme - zaman grafikleri şekildedir.

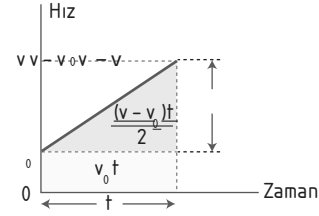


- h $t = 0$ anında, $x = 0$ konumundan $-v_0$ ilk hızı ile harekete başlayan ve a ivmesi ile “-” yönde düzgün olarak yavaşlayan cismin konum - zaman, hız - zaman ve ivme - zaman grafikleri şekildedir.



SABİT İVMELİ HAREKET FORMÜLLERİ

- h Sabit ivmeli hareket için kullanılan üç temel formül vardır.
- h Bu formüllerden ikisi hız - zaman grafiğinin eğimi ve alanı kullanılarak aşağıdaki gibi elde edilebilir.



$$\text{Eğim} = \text{İvme} (a) = \frac{(v - v_0)}{t} \quad v = v_0 + at$$

$$\text{Alan} = \text{Yer değiştirme} (Dx) = v_0 t + \frac{(v - v_0)t}{2}$$

$$(v - v_0) = at \text{ olduğundan;}$$

$$Dx = v_0 t + \frac{at \cdot t}{2} = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

- L İlk hızı v_0 olan ve a ivmesi ile hızlanan cismin t süre sonraki hızını (v) ve yer değiştirmesini (Dx) veren matematiksel model aşağıdaki gibidir.

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$Dx = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

- h İki formülün zaman içermeyecek şekilde birleştirilmesi ile elde edilen formül, zamansız hız formülü olarak bilinir.

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot Dx$$

Örnek

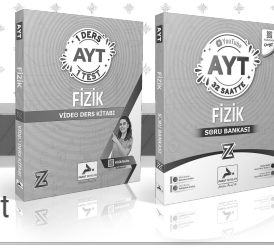
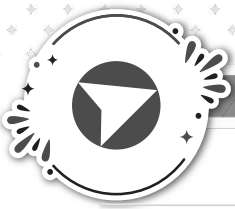
Doğrusal yolda 12 m/s hızla hareket etmekte olan bir otomobil sabit 4 m/s² büyüklüğündeki ivmeyle hızlanarak t sürede hızını 20 m/s'ye çıkarıyor ve x kadar yer değiştiriyor.

Buna göre, t ve x aşağıdakilerin hangisinde bir arada doğru olarak verilmiştir?

	t (s)	x (m)
A)	2	16
B)	2	32
C)	2	72
D)	4	16
E)	4	32

NOT

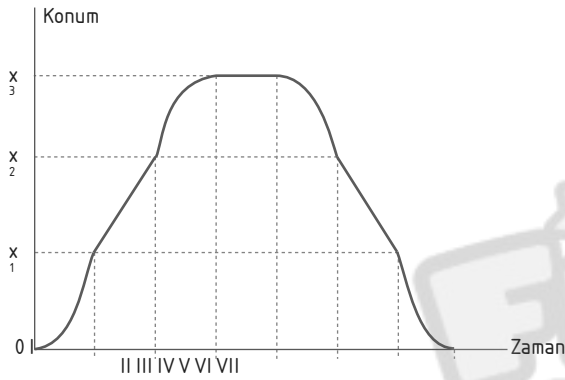
- h Harekete ait grafiklerin eğimleri ve alanları fiziksel bir anlamı sahip olabilir. Buna göre;
- L Konum - zaman grafiğinin eğimi hızı verir.
 - L Hız - zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir.
 - L Hız - zaman grafiğinin alanı yer değişimini verir.
 - L İvme - zaman grafiğinin alanı hızdaki değişimi verir.



Sabit İvmeli Hareket

KONUM - ZAMAN GRAFİKLERİNİN ÖZELLİKLERİ

- h Konum - zaman grafiğinin eğimi hızı verir.
- L Eğim pozitif ve sabit ise cisim "+" yönde sabit hızlı, negatif ve sabit ise cisim "-" yönde sabit hızlı hareket yapar.
 - L Eğim pozitif artan ise cisim "+" yönde hızlanan, pozitif azalan ise cisim "+" yönde yavaşlayan hareket yapar.
 - L Eğim negatif artan ise cisim "-" yönde hızlanan, negatif azalan ise cisim "-" yönde yavaşlayan hareket yapar.
- h Buna göre aşağıda konum - zaman grafiği verilen hareketli;



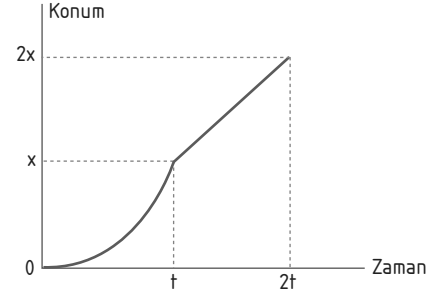
- L I aralığında eğim pozitif yönde ve arttığı için "+" yönde hızlanan hareket,
- L II aralığında eğim pozitif yönde ve sabit olduğu için "+" yön-de sabit hızlı hareket,
- L III aralığında eğim pozitif yönde ve azaldığı için "+" yönde yavaşlayan hareket,
- L IV aralığında durmaktadır. Çünkü grafiğin eğimi sıfırdır.
- L V aralığında eğim negatif yönde ve arttığı için "-" yönde hızlanan hareket,
- L VI aralığında eğim negatif yönde ve sabit olduğu için "-" yön-de sabit hızlı hareket,
- L VII aralığında grafiğin eğimi negatif yönde ve azaldığı için "-" yönde yavaşlayan hareket yapmaktadır.

NOT

- h Konum - zaman grafiğinin alanı fiziksel bir anlama sahip değildir.

Örnek

Doğrusal hareket eden bir aracın konum - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre araçla ilgili,

- I. $t = 0$ anında hızı sıfırdır.
- II. $0 - t$ aralığında hız vektörü ile ivme vektörü aynı yöndedir.
- III. $t - 2t$ zaman aralığında ivmesi sıfırdır.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

Örnek

Doğrusal yolda, 3 s süresince 10 m/s^2 lik ivme büyüklüğü ile düzgün hızlanan hareket yapan bir aracın ilk hızının büyüklüğü 20 m/s 'dir.

Buna göre araçla ilgili,

- I. İlk saniye içinde 25 m yer değiştirir.
- II. Son hızının büyüklüğü 30 m/s 'dir.
- III. Ortalama hızının büyüklüğü 35 m/s 'dir.

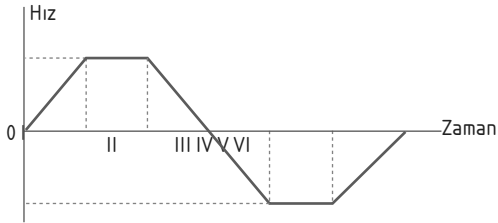
yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III



HIZ - ZAMAN GRAFİKLERİNİN ÖZELLİKLERİ

- h Hız - zaman grafiğinden hareketlinin herhangi bir andaki hareket yönü belirlenebilir. Grafikte "hız"ın ve "alan"ın işareti hareket yö-nünü belirler. Hızın işaret değiştirdiği yerde cisim yön değiştirir.
- L Hız - zaman grafiğinde grafik parçaları ile zaman eksenini ara-sında kalan alan hareketlinin yer değiştirmesini verir.
- L Hız - zaman grafiğinde grafik parçalarının eğimi hareketlinin ivmesini verir.
- h Hız - zaman grafiği aşağıdaki verilen hareketli;



- L I aralığında "+" yönde hızlanan,
- L II aralığında "+" yönde sabit hızlı,
- L III aralığında "+" yönde yavaşlayan,
- L IV aralığında "-" yönde hızlanan,
- L V aralığında "-" yönde sabit hızlı,
- L VI aralığında "-" yönde yavaşlayan hareket yapmaktadır.

Örnek

Doğrusal yolda hareket eden bir yolcu otobüsü, durgun halden ha-rekete başlayarak ilk t sürede düzgün hızlanan hareket, ikinci t süre-de sabit hızlı hareket, üçüncü t sürede de düzgün yavaşlayan hare-ket yaparak duruyor.

Buna göre otobüsün,

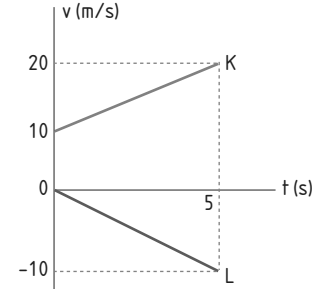
- I. İlk t süredeki yer değiştirmesi üçüncü t süredetine eşittir.
- II. İlk t süredeki ivmesi üçüncü t süredetine eşittir.
- III. İkinci t süredeki yer değiştirmesi ilk t süredekinden büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

Örnek

Doğrusal bir yolda hareket eden ve başlangıçta yan yana olan K ve L araçlarının hız - zaman grafikleri şekildeki gibidir.



Buna göre K ve L ile ilgili,

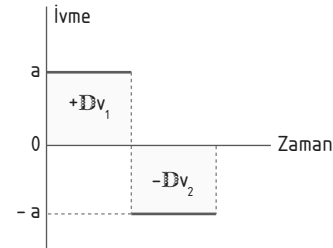
- I. İvmelerinin büyüklükleri eşittir.
- II. $t = 5$ s anında aralarındaki uzaklık 100 m'dir.
- III. Ortalama hızlarının büyüklükleri eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

İVME - ZAMAN GRAFİKLERİNİN ÖZELLİKLERİ

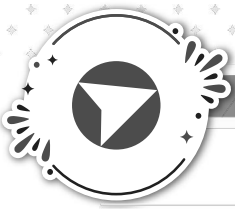
- h İvme - zaman grafiğinde grafik parçaları ile zaman eksenini arasın-da kalan alan hız değişimini (Δv) verir.



$$\Delta v = \Delta v_1 - \Delta v_2$$

- h Zaman ekseninin üstünde kalan alanlar "+", altında kalan alanlar "-" alınır. Toplam hız değişimi alanların cebirsel toplamına eşittir.
- h İlk hızı v_0 olan bir aracın son hızı v 'yi bulmak için grafikten elde edilen hız değişimi Δv ile ilk hız toplanır.

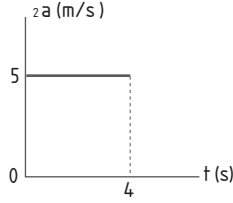
$$v = v_0 + \Delta v$$



Sabit İvmeli Hareket

Örnek

Doğrusal hareket eden bir aracın ivme - zaman grafiği şekilde gibidir.



Buna göre araç ile ilgili,

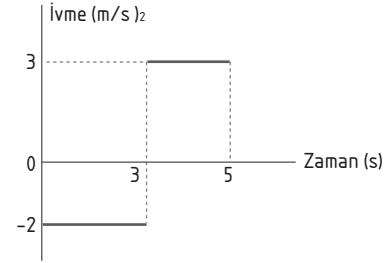
- I. Düzgün hızlanan hareket yapmaktadır.
- II. 40 m yer değiştirmiştir.
- III. Hızındaki değişim 20 m/s'dir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

Örnek

Doğrusal yörüngede hareket eden ve ilk hızı sıfır olan bir aracın ivme - zaman grafiği şekilde gibidir.



Buna göre araç,

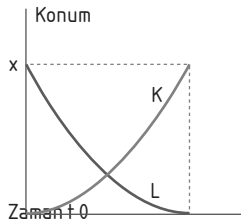
- I. $t = 5$ s anında durmuştur.
- II. 0 - 3 s aralığı ile 3 - 5 s aralığında eşit yollar almıştır.
- III. $t = 3$ anında yön değiştirmiştir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

Örnek

Doğrusal yolda sabit ivmeli hareket yapan K ve L araçlarının konum - zaman grafiği şekilde gibidir.



K'nin ilk hızı sıfır olduğuna göre,

- I. L'nin son hızı sıfırdır.
- II. Yer değiştirmelerinin büyüklükleri eşittir.
- III. İvmeleri eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

GÜNLÜK HAYAT VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ

- h Yeni üretilen performans amaçlı arabaların sıfırdan 100 km/h hıza ulaşma sürelerinin hesaplanmasında hareket denklemlerinden faydalanılır.
- h Arabaların yolcular için güvenli oldukları kadar yayalar için de güvenli olması gerekmektedir. Bu nedenle frene basıldıktan sonra kaç saniyede ve kaç metre yol alarak durdukları önemlidir. Bu hesaplamaların yapılmasında hareket denklemleri kullanılır.
- h İvmeli hareketin çeşitli etkilerini günlük hayatta gözlemleyebiliriz. Örneğin asansör yukarı veya aşağı hareket etmeye başladığında, kapılar kapandıktan hemen sonra kısa bir süre sabit bir ivme yaşanır. Bu süre zarfında, kendinizi daha hafif veya daha ağır hissedersiniz. Asansör sabit bir hıza ulaştığında bu his kaybolur. Asansör durmadan önce tekrar sabit bir ivme ile yavaşlar.