

DOĞRUSAL ve BAĞIL HAREKET

Hareket

Maddelerin zamanla yer değiştirmesine **hareket** denir. Fakat cisimlerin nereye göre yer değiştirdiği ve nereye göre hareket ettiği belirtilmelidir. Örneğin at üstünde giden bir yolcu ata göre yer değiştirmiyor, fakat yerde duran sabit bir noktaya göre yer değiştiriyordur.

Yörünge

Bir cismin hareketi sırasında izlediği yolun şekline yörünge denir. İzlenen yolun şekli doğrusal ise bu harekete doğrusal hareket denir. Daire ise, dairesel hareket denir.

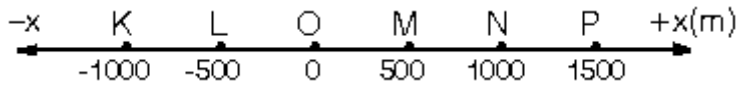
Konum

Bir cismin, seçilen bir başlangıç noktasına olan vektörel uzaklığına **konum** denir. Bir araç nasıl hareket ederse etsin en son durduğu noktadaki konumu, o noktanın seçilen başlangıç noktasına olan vektörel uzaklığıdır. Bir araç dönüp dolaşip ilk bulunduğu noktaya gelirse, konumu sıfır olur.

Yer Değiştirme

Bir cismin iki konumu arasındaki vektörel uzaklıktır. Başka bir ifadeyle son konum (x_2) ile ilk konum

(x_1) arasındaki vektörel farktır ve son konumdan ilk konumun vektörel olarak çıkarılmasıyla bulunur. Bu işlem, $\Delta x = x_2 - x_1$ şeklinde gösterilir.



Şekildeki doğrusal yolun O noktası başlangıç noktası olarak seçilirse, P noktasında duran bir aracın konumu + 1500 metredir. K de duranın konumu ise - 1000 metredir.

N noktasından L noktasına gelen bir araç,

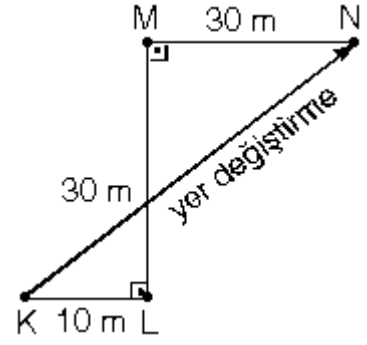
$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta x = - 500 - (+ 1000) = - 1500 \text{ m}$$

(-) yönde 1500 metre yer değiştirmiştir.

Eğer ilk konum başlangıç noktası olursa, konum ile yer değiştirme eşit olur.

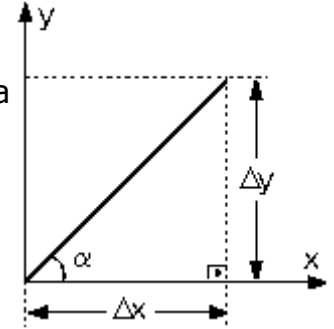
Yatay bir yolda K noktasından harekete geçen araç L, M, N yolunu izleyerek N de duruyor. Bu araç KN noktaları arasında, toplam 70 m yol almasına rağmen 50 m yer değiştirmiştir. Şekil incelenirse KN arasındaki vektörel uzaklık Pisagor bağıntısından 50 m olur.



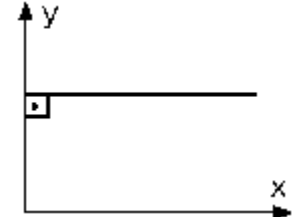
Eğim

Hareket konusunun iyi anlaşılması için eğim kavramının iyi bilinmesi gerekir. Bir doğrunun yatayla yaptığı açının tanjantı o doğrunun eğimine eşittir.

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{\text{Karşı dik kenar}}{\text{Komşu dik kenar}}$$

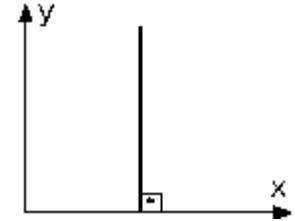


Ayrıca eğim dikliğin bir ölçüsüdür. Diklik artıyorsa eğim artıyor, diklik azalıyorsa eğim azalıyor, diklik sabit ise, eğim de sabittir.

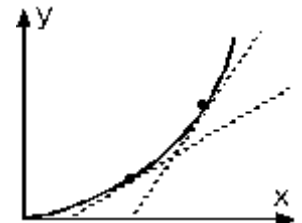


Şekildeki gibi yatay doğruların eğimi sıfırdır.

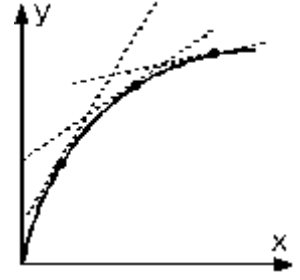
Düşey doğruların eğimi tanımsızdır. Çünkü tana değerine göre bir sayının sıfıra oranı tanımsızdır.



Bir parabolün eğiminden bahsedilemez. Ancak parabole teğetler çizilerek teğetin eğimine bakılır. Şekildeki parabolün eğimi artıyordur.

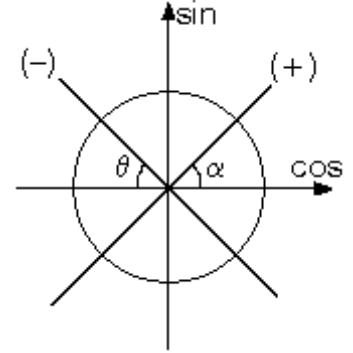


Şekildeki parabolün eğimi ise azalıyor. Çünkü parabole çizilen teğetlerin eğimleri azalmaktadır.



Birim çemberdeki sinüs ve cosinüs değerlerin işaretinden faydalanılarak eğimin işareti bulunabilir.

Düşey eksene göre sağa yatık doğruların eğimi pozitif (+), sola yatık doğruların eğimi ise negatif (-) dir.



Hız

Bir cismin birim zamandaki yer değiştirme miktarına hız denir. Hız v sembolü ile gösterilir ve vektörel bir büyüklüktür. Hız,

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

şeklinde tanımlanır.

Hız birimi SI (MKS) birim sisteminde m/s dir. km/saat de hız birimi olarak kullanılabilir.

Hız vektörel büyüklük olduğundan, hızın işareti hareketin yönünü gösterir. Hız (+) işaretli ise araç (+) seçilen yönde, (-) işaretli ise, (-) seçilen yönde gidiyordur.

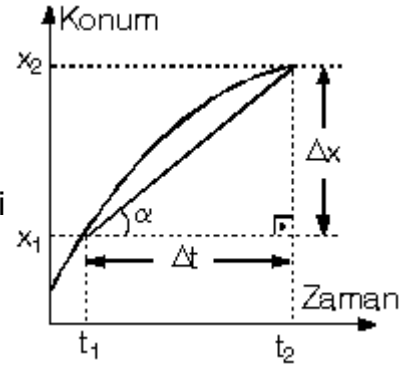
Ortalama Hız

Doğrusal yörüngede hareket eden bir cismin, toplam yer değiştirmesinin, bu yer değiştirme süresine oranı ortalama hıza eşittir. Ortalama hız,

$$v_{\text{ort}} = \frac{\sum \Delta x}{\sum \Delta t}$$

şeklinde tanımlanır.

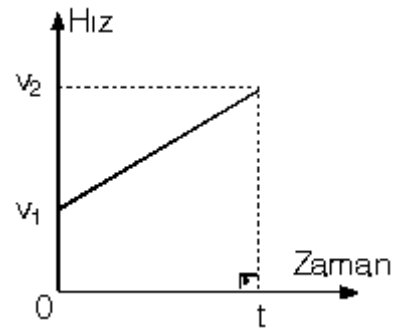
Şekildeki konum-zaman grafiğinde, aracın t_1 anındaki konumu x_1 , t_2 anındaki konumu x_2 ise, t_1 ile t_2 süreleri arasındaki ortalama hızı şekildeki doğrunun eğiminden bulunur.



Şekildeki hız-zaman grafiğinde t süresi içindeki ortalama hız

$$v_{\text{ort}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

hızların aritmetik ortalamasından bulunur. Bu durum yalnızca hızın düzgün değiştiği durumlarda geçerlidir.



Ani Hız

Hareket eden bir cismin herhangi bir andaki hızına ani hız ya da anlık hız denir.

Konum-zaman grafiğindeki herhangi bir anda yörüngeye çizilen teğetin eğimine eşittir.

İvme

Bir cismin birim zamandaki hız değişimine ivme denir. a sembolü ile gösterilir ve vektörel bir büyüklüktür. Cismin t_1 anındaki hızı v_1 , t_2 anındaki hızı v_2 ise, ivme;

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

şeklinde ifade edilir. Birimi m/s^2 dir.

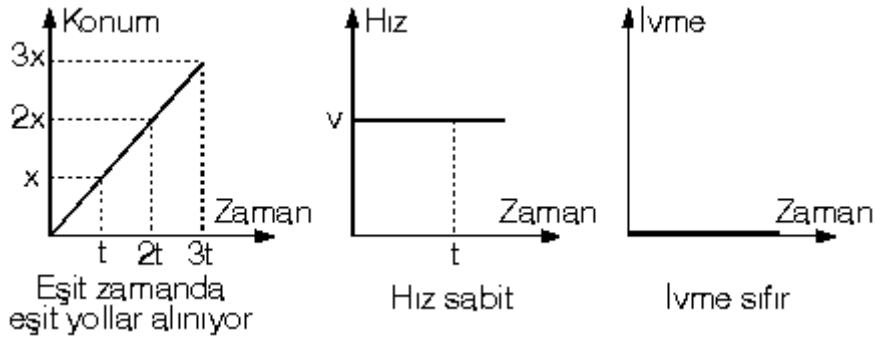
Hız değişimi yoksa, yani cismin hızı zamanla değişmiyorsa ivme sıfırdır.

İvmenin olması için mutlaka hızın değişmesi gerekir. Ayrıca ivme sabit ise hız her saniye ivme kadar artıyor ya da azalıyor. İvme sıfır ise, araç ya duruyor, ya da sabit hızla gidiyor.

Doğrusal Hareket Çeşitleri

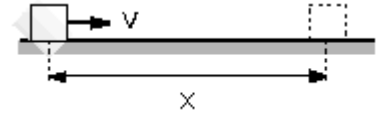
1. Düzgün Doğrusal Hareket

Doğrusal yolda hareket eden bir cisim, eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmelere sahipse bu harekete düzgün doğrusal hareket, sahip olduğu hız da sabit hız denir. Bu hareket tipinde hız sabittir. Dolayısıyla ivme sıfırdır.



Yukarıdaki grafikler, pozitif yönde hareket eden araca ait grafiklerdir. v sabit hızı ile düzgün doğrusal hareket yapan cismin aldığı yol

$$X = v \cdot t$$



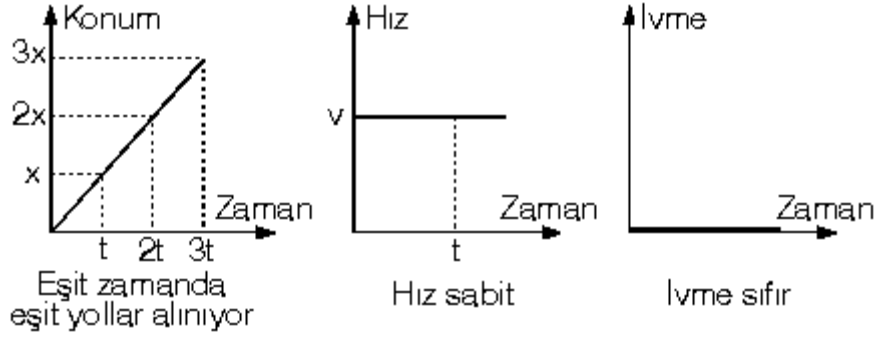
bağıntısı ile bulunur.

2. Düzgün Değişen Doğrusal Hareket

Doğrusal bir yolda hareket eden aracın hızı düzgün değişiyorsa bu harekete düzgün değişen doğrusal hareket denir. Bu harekette ivme sabit olduğundan sabit ivmeli harekette denilir. İvmenin sabit olması, aracın hızının her saniye ivme kadar artması ya da azalması demektir.

a. Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket

Bu hareket tipinde aracın hızı her saniye ivme kadar artıyordur. Pozitif yönde düzgün hızlanan araca ait grafikler aşağıdaki gibidir.

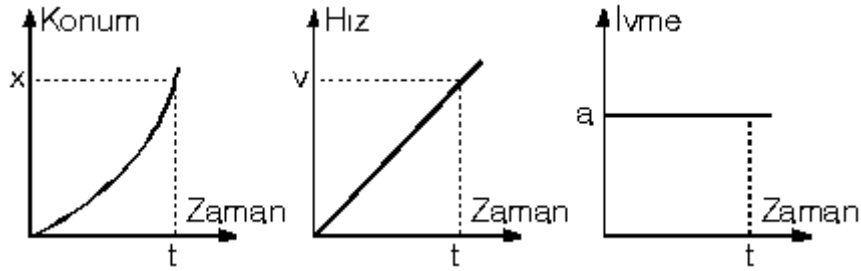


2. Düzgün Değişen Doğrusal Hareket

Doğrusal bir yolda hareket eden aracın hızı düzgün değişiyorsa bu harekete düzgün değişen doğrusal hareket denir. Bu harekette ivme sabit olduğundan sabit ivmeli harekette denilir. İvmenin sabit olması, aracın hızının her saniye ivme kadar artması ya da azalması demektir.

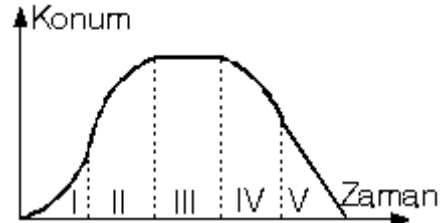
a. Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket

Bu hareket tipinde aracın hızı her saniye ivme kadar artıyordur. Pozitif yönde düzgün hızlanan araca ait grafikler aşağıdaki gibidir.



Konum – Zaman Grafiği

- Konum–zaman grafiğinde eğim hızı verir. Eğimin değişimi nasılsa, hızın değişimi de o şekilde olur. Ayrıca eğimin işareti hızın işaretini belirtir.



- Eğimin ve hızın işareti hareketin yönünü belirtir. Hızın işareti pozitif (+) ise, araç (+) yönde, negatif ise araç (-) yönde hareket ediyordur.

Şekildeki konum–zaman grafiğinde,

- I. aralıkta teğetin eğimi arttığı için hızda artıyordur. Eğimin işareti

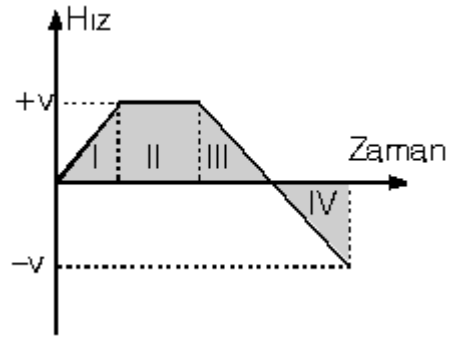
- (+) olduğundan (+) yönde hızlanan hareket yapıyordur.
- II. aralıkta eğimin işareti (+), büyüklüğü ise azaldığından, (+) yönde yavaşlayan hareket yapıyordur.
- III. aralıkta eğim sıfır olduğundan hız da sıfırdır. Yani araç duruyordur.
- IV. aralıkta eğim (-) yönde arttığı için hareket (-) yönde hızlanandır.
- V. aralıkta eğim sabit ve işareti (-) olduğundan araç (-) yönde sabit hızlı hareket yapıyordur.

Hız – Zaman Grafiği

- Hız–zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir. Eğimin değişimi ve işareti ivmenin değişimini ve işaretini verir.

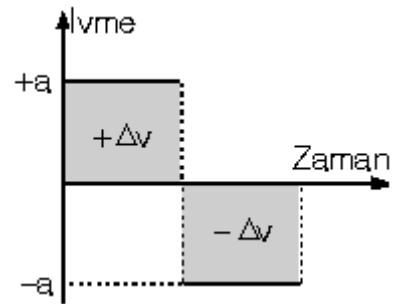
I. aralıkta eğim sabit ve işareti (+) olduğundan, ivme sabit ve işareti (+) dır. Benzer yorumu diğer aralıklar için de söyleyebiliriz.

- Grafik parçaları ile zaman eksenini arasında kalan alan yer değiştirmeyi verir.
- Zaman eksenini üzerinde kalan (+) alan pozitif yöndeki yer değiştirmeyi, altında kalan (-) alan ise, negatif yöndeki yer değiştirmeyi verir. Toplam yer değiştirme alanların cebirsel toplamından bulunur.
- Hızın işaret değiştirdiği yerde araç yön değiştiriyordur.



İvme – Zaman Grafiği

İvme-zaman grafiklerinin altında kalan alan hız değişimini verir. Toplam hız değişimi alanların cebirsel toplamından bulunur. Cismin ilk hızı v_0 , toplam hız değişimi Δv ise, son hız $v_s = v_0 + \Delta v$ eşitliğinden bulunur.



BAĞIL HAREKET

Bir cisim sabit bir noktaya göre zamanla yer değiştiriyorsa, bu cisim hareket ediyor demektir. Cismin hareketi sabit bir yere göre değilde başka hareketli bir cisme göre sorulursa durum değişir. Örneğin yan yana giden iki çocuk birbirlerine göre hareket etmezken, yerde duran sabit bir noktaya göre hareket ediyorlardır. Otobüs içinde koltukta oturan bir yolcu, otobüse göre hareket etmiyor fakat, yere göre, ya da başka hareketli bir cisme göre hareket ediyordur.

Buna göre, iki cismin birbirlerine göre, hareketine bağıl hareket, hızlarına da bağıl hız denir.

Bağıl hız, $V_{\text{bağıl}} = V_{\text{cisim}} - V_{\text{gözlemci}}$ bağıntısı ile bulunur.

V_{cisim} : Cismin yere göre hızıdır.

$V_{\text{gözlemci}}$: Gözlemcinin yere göre hızıdır.

Bir aracın yerdeki sabit noktaya göre hızına yere göre hız denir. Hız vektörel bir büyüklük olduğundan, işlemler vektör kurallarına göre yapılacaktır. Yukarıdaki bağıntıya göre, cismin hızı aynen alınıp, gözlemcinin hızı ters çevrilerek vektörel olarak toplanır. Bileşke vektörün büyüklüğü bağıl hızın büyüklüğünü, yönü ise bağıl hızın yönünü belirtir.

Tek Doğrultuda Bağıl Hız

Araçlar aynı doğrultuda hareket ediyorsa,

a. Aynı yönde giden araçların birbirlerine göre bağıl hızlarının büyüklüğü, iki aracın hızlarının farkına eşittir. Yön olarak, aracın birine göre (+) ise, diğerine göre (-) dir. Yani araçlardan biri diğerini pozitif kabul edilen yönde gittiğini görüyorsa, diğeride onun negatif yönde gittiğini görür.

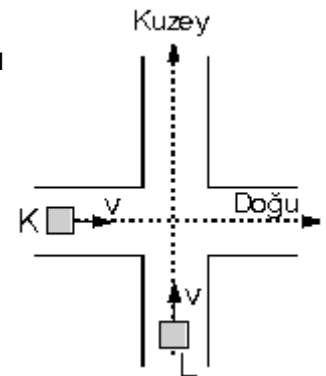
b. Zıt yönde giden araçların birbirlerine göre bağıl hızı, hızlarının toplamına eşittir. Bundan dolayı karşılıklı gelen araçlar birbirinin yanından geçerken çok hızlı geçiyormuş gibi görünürler.

İki Boyutta Bağıl Hız

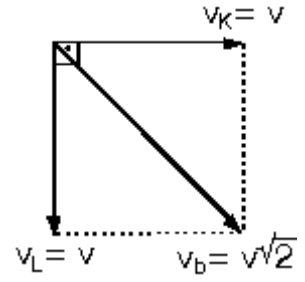
Doğuya doğru gitmekte olan K aracının sürücüsü, kuzeye doğru giden L aracının gerçek hareket yönünü ve hızını göremez. K nin L yi gördüğü hız bağıl hızdır.
Bağıl hız

ise, $\mathbf{v}_b = \mathbf{v}_{\text{cisim}} - \mathbf{v}_{\text{gözlemci}}$

bağıntısından bulunur.

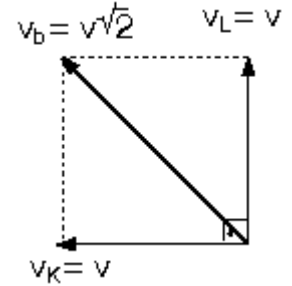


Örneğin her iki araç v hızı ile gidiyorsa, K nin L ye göre hızı denildiğinde, L gözlemci olur. Gözlenen K cisminin hızı aynen alınır, gözlemcinin hızı ters çevrilerek vektörel olarak toplanır. Hızların şiddetleri eşit ve aralarındaki açı 90° olduğundan bağıl hız $v\sqrt{2}$ çıkar.



L nin K ye göre hızı ise,

$v_b = v_L - v_K$ den, L nin hızı aynen alınır, K nin hızı ters çevrilerek toplanır. Hız vektörleri arasındaki açı 90° olduğundan bağıl hız $v\sqrt{2}$ olur.



Her iki araca göre bağıl hızlar eşit büyüklükte fakat zıt yönlüdür.

NEHİR PROBLEMLERİ

Nehir problemlerini, akıntı doğrultusunda ve akıntıya dik doğrultuda olmak üzere iki kısımda inceleyebiliriz.

1. Nehrin Akıntı Hızı Doğrultusunda Hareket

Düzgün ve sabit bir hızla akan nehirde, bir tahta parçası suya bırakılırsa, suyun hızına eşit bir hızla hareket eder. Eğer suda kayık, motor ve yüzen bir yüzücü varsa bunların iki tür hızı vardır.

a. Motorun Suyu Göre Hızı

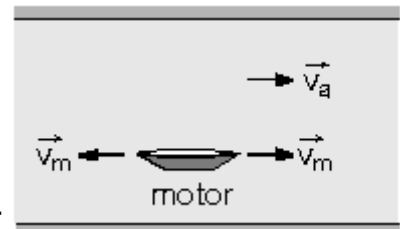
Durgun kabul edilen suda hareket eden motorun hızına suya göre hız denir.

b. Motorun Yere Göre Hızı

Suyun hızı ile, motorun suya göre hızının bileşkesine yere göre hız denir.

Akıntı hızının ırmağın her yerinde sabit ve v_a olduğu yerde, motor suya göre v_m hızı ile gidiyorsa, motorun yere göre hızı, aynı yönlü iseler,

$v_{yer} = v_{su} + v_m$ toplamından bulunur. Motorun hızı akıntıya zıt yönde ise, üç durum vardır. $v_{yer} = v_m + v_a$ bağıntısına göre,



1. $v_m > v_a$ ise, motor akıntıya zıt yönde gider.
2. $v_m = v_a$ ise, motor olduğu yerde kalır. Çünkü yere göre hızı sıfırdır.
3. $v_m < v_a$ ise, akıntı motoru sürükler ve motor akıntı yönünde hareket eder.

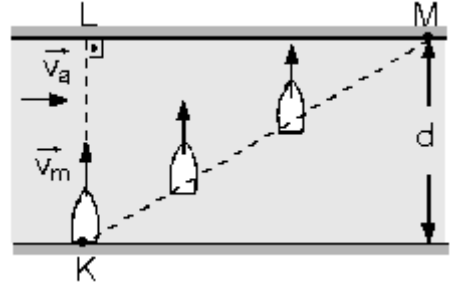
Bu tür sorularda, yere göre yer değiştirme miktarı

$$X = v \cdot t$$

bağıntısı ile hesaplanır.

2. Akıntıya Dik Doğrultuda Hareket

Akıntı hızının sabit ve v_a olduğu nehirde, motor suya göre v_m hızı ile akıntıya dik doğrultuda L noktasına yönelik harekete geçiyor.



Fakat L noktasına çıkamıyor. Akıntı yönünde de yol alarak M noktasından kıyıya ulaşıyor.

Motorun karşı kıyıya çıkma süresi ırmağın genişliğine ve motorun suya göre hızının akıntıya dik bileşenine bağlıdır. Karşı kıyıya çıkma süresi,

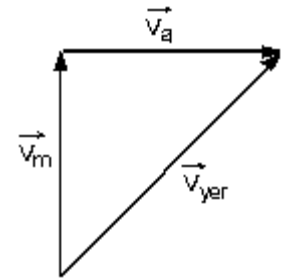
$$d = v_m \cdot t \text{ den bulunur.}$$

Kayığın yere göre hızı, akıntının v_a hızı ile motorun suya göre v_m hızının bileşkesine eşittir. $|KL|$, $|LM|$ ve $|KM|$ uzaklıklarını bulmak için bu doğrultulardaki hız ve t karşı kıyıya geçme süresi kullanılır.

$$|KL| = v_m \cdot t$$

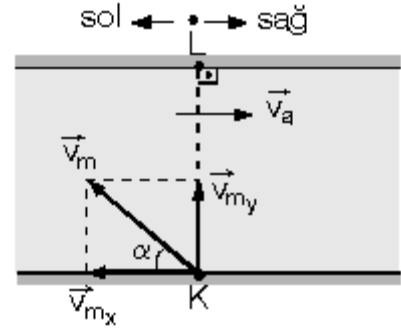
$$|LM| = v_a \cdot t$$

$$|KM| = v_{yer} \cdot t \text{ olur.}$$



Her üç değer bulunurken aynı t süresi alınır.

Motorun hız vektörü L noktasının soluna yönelik olursa, nereye çıkacağını bulmak için v_{mx} hız bileşeni ile v_a akıntı hızının büyüklüklerine bakılır.



1. $v_{mx} > v_a$ ise, L nin solundan kıyıya çıkar.
2. $v_{mx} = v_a$ ise, tam L noktasından kıyıya çıkar.
3. $v_{mx} < v_a$ ise, L nin sağından kıyıya çıkar.

- İrmaktaki yüzücü ya da motorun karşı kıyıya çıkma süresi, motorun sürat göre hızının akıntıya dik bileşeni ile ırmağın genişliğine bağlıdır. Akıntı hızının yönüne ve büyüklüğüne bağlı değildir.
- Motor ırmakta daima yere göre hız vektörü yönünde hareket eder.
- İrmaktaki iki motorun birbirlerine göre bağlı hızları ırmağın hızına bağlı değildir.