

# BASİT MAKİNELER

Makine; dendiğinde, dişlilerden, millerden ve daha birçok hareketli parçadan oluşmuş büyük cisimleri kaldırmaya, kırmaya yarayan karmaşık bir yapı aklımıza gelir.

Oysa bir işi yaparken daha az kas gücü kullanmak veya kuvvetin daha kolay uygulanmasını sağlayarak, işi daha kısa zamanda yapabilmek için ilk çağlardan beri bir takım düzeneklerden faydalanılmaktadır.

Günlük işlerimizi yaparken yapılan işin özelliğine göre çeşitli araçlar ve aletler kullanırız. Bu araçlar iş yapmamızı kolaylaştırır. Yük taşımak için kullanılan el arabası, kâğıt, kumaş kesmek için kullandığımız makas, sıcak cisimleri tutmak için maşa, bu araç ve aletlerden bazılarıdır.

Bir işi daha kolay yapabilmek için kullanılan düzeneklere **basit makineler** denir.

Basit makineler, kullanılan aletin bir noktasına, kullanıcı tarafından bir dış kuvvet uygulandığında, aletin başka bir noktasındaki cisme kuvvet uygulayan mekanik aygıtlardır.

Bu düzenekler kerpeten, kaldıraç, el arabası, palanga, makas, vida gibi araçlardır.

Basit makineler, uygulanan kuvvetin doğrultusunu, yönünü ve değerini değiştirerek günlük hayatta ki işleri yapmamızda bir takım kolaylıklar sağlarlar.

## Basit Makinelerin Genel Özellikleri

- ✓ Basit makine ile uygulanacak kuvvetten, hızdan veya yoldan kazanç sağlanabilir. Fakat aynı anda hem kuvvetten, hem hızdan, hem de yoldan kazanç sağlanamaz. Bunlardan birinden kazanç varsa, diğerlerinden de aynı oranda kayıp vardır.
- ✓ Hiç bir basit makinede işten ve enerjiden kazanç yoktur. Hatta sürtünme gibi nedenlerden dolayı kayıp vardır. Yalnızca bize iş yapmada kolaylık sağlarlar.
- ✓ Sürtünmenin olmadığı ideal basit makinelerde işten kayıp yoktur. Bu durumda makine tam kapasite ile çalışır. Yani verim %100 olur.
- ✓ Basit makinelerde moment ve iş prensipleri geçerlidir.

## Basit Makinelerde Verim

Bütün basit makinelerde sürtünme vardır. Sürtünme kuvvetinden dolayı enerji kaybı oluşur. İdeal bir basit makinede sürtünme olmadığı ve dolayısıyla enerji kaybı olmadığı kabul edilir. Bu durumda verim % 100 olur. Sürtünmenin ihmal edilmediği durumda bir basit makinenin verimi;

$$\text{Verim} = \frac{F}{F'}$$

ifadesinden bulunur.

F : Sistemi sürtünmesiz durumda dengeleyen kuvvet,

F' : Sistemi sürtümlü durumda dengeleyen kuvvettir.

Aynı zamanda bir basit makinenin verimi,

$$\text{Verim} = \frac{\text{alınan iş}}{\text{verilen iş}} = \frac{\text{alınan enerji}}{\text{verilen enerji}} = \frac{\text{yükün kazandığı enerji}}{\text{kuvvetin yaptığı iş}}$$

ifadesiyle de bulunur. Sürtünmesiz düzeneklerde yukarıdaki oranlar 1 dir. Yani verim %100 olur. Sürtümlü durumlarda bu oran 1 den küçük olur. Örneğin yukarıdaki ifadelerde bu oran 0,8 çıkarsa, bu basit makinenin verimi % 80 dir. Bu durumda sürtünmeden dolayı % 20 lik kayıp vardır.

## Kuvvet Kazancı

Basit makinelerde yükün kuvvete oranı basit makinenin kuvvet kazancını verir.

$$\text{Kuvvet kazancı} = \frac{\text{yük}}{\text{kuvvet}} = \frac{G}{F}$$

Yukarıdaki oran 1 den büyük ise kuvvetten kazanç, 1 den küçük ise kayıp vardır. Eğer bu oran 1 ise bu durumda kuvvetten kazanç yoktur. Bir basit makinede kuvvetten ne kadar kazanç varsa, yoldan da aynı oranda kayıp vardır.

## ÖRNEK 1:

Bir basit makine %100 verimli çalışırken ağırlığı G olan cismi 40 N luk kuvvetle dengede tutmaktadır.

Bu basit makine aynı cismi 50 N luk kuvvetle dengeleyecek olursa verimi yüzde kaç olur?

( %80 )

## ÖRNEK 2:

Bir basit makinede 80 N luk yük 40 N luk kuvvetle dengede tutuluyor. Sürtünmeler önemsiz olduğuna göre,

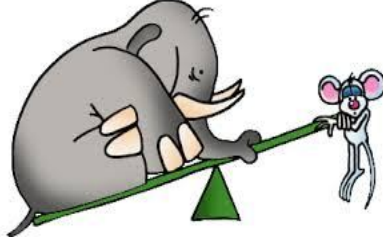
- a) Bu basit makinede kuvvet kazancı kaçtır?
- b) Bu basit makinede yol kaybı kaçtır?

( a) 2 b) 2 kat )

## KALDIRAÇLAR

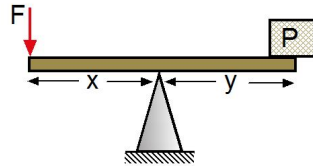
Bir destek noktası etrafında dönebilen sağlam yapılı çubuktan oluşan düzeneğe **kaldıraç** denir.

Kaldıracın etrafında döndüğü noktaya destek, kaldıraca uygulanan kuvvetin destek noktasına olan uzaklığına kuvvet kolu, kaldıraçla kaldırılacak yükün destek noktasına olan uzaklığına da yük kolu denir.



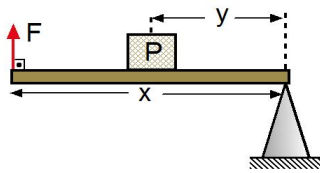
Desteğin yerine göre üç çeşit kaldıraç vardır. Çubukların ağırlıkları ihmal edilirse, F kuvvetinin büyüklüğü moment prensibinden bulunabilir.

✓ **Destek ortada ise;**



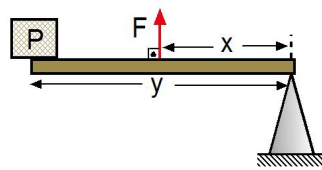
$$F \cdot x = P \cdot y$$

✓ **Yük ortada ise;** bu tip kaldıraçlarda kuvvetten kazanç, yoldan ise kayıp vardır.



$$F \cdot x = P \cdot y$$

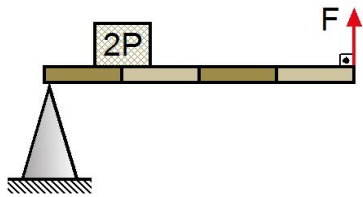
✓ **Kuvvet ortada ise;** bu tip düzeneelerde kuvvetten kayıp, yoldan ise kazanç vardır.



$$F \cdot x = P \cdot y$$

### ÖRNEK :

Ağırlığı 2P olan yük, P ağırlıklı ve eşit bölmeli türdeş çubuk üzerinde şekildeki gibi F kuvvetiyle dengelendiğine göre, F kuvvetinin büyüklüğü kaç P dir?



(1)

## MAKARALAR

Sabit bir eksen etrafında serbestçe dönebilen, evresinde ipin geçebilmesi için oluğu olan dairesel düzeneklere makara denir.

Makaralar günlük yaşamda birçok alanda görmek mümkündür.

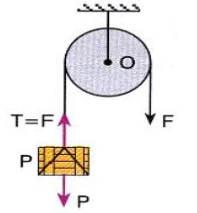


İnşaatlarda yüklerin taşınması, asansörlerin yukarı yada aşağı hareket ettirilmesi gibi işlerde makaralar kullanılabilir. Makaralı düzeneelerde cisimler üzerindeki işin daha kolay yapılması için uygulanan kuvvetin yönü ve şiddeti değiştirilebilir. Makaralar kullanılış şekline göre ikiye ayrılır.

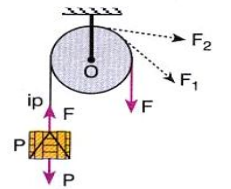
### 1. Sabit Makara

Merkezinden tavana asılan ve merkezi etrafında dönebilen şekildeki sürtünmesiz makaraya **sabit makara** denir.

P yükü F kuvveti ile şekildeki gibi dengelendiğinde, aynı ip üzerindeki gerilme kuvvetleri eşit olacağından,  $T = F$  dir. Yükün dengesinden,  $F = P$  dir.



Makara şekildeki gibi bir çubukla tavana asılıp farklı doğrultulardaki F, F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> kuvvetleri ile ayrı ayrı dengelendiğinde,  $F = F_1 = F_2 = P$  dir.



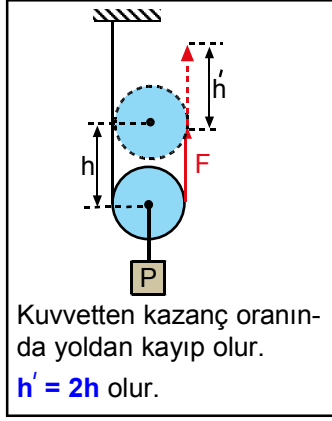
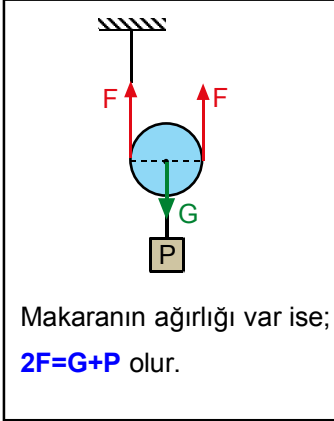
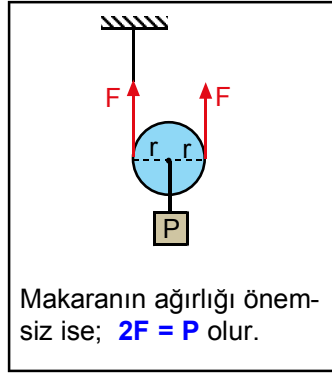
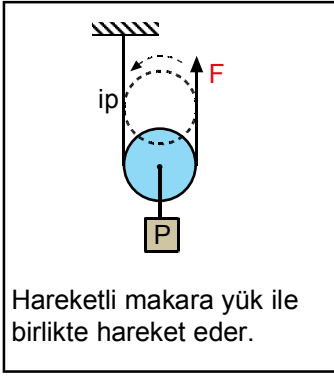
- Sabit makaralar kuvvetin yönünü değiştirmek için kullanılır.
- Bu makaralar kuvvetten kazanç sağlamaz.
- Uygulanan kuvvetin yönünü değiştirerek yükün kaldırılmasında büyük kolaylık sağlar.
- Yükü kaldırmak için yüke eşit bir kuvvet kullanılır.
- G yükünü h kadar kaldırmak için ipin ucunu h kadar çekmek gerekir.
- Sabit makaralarda kuvvet ve yoldan kazanç yoktur.

### 2. Hareketli Makara

Hareketli makaralar, yükün makaranın eksenine asıldığı sistemlerdir. İpin bir ucu tavana asılıp makaranın etrafından geçirildikten sonra diğer uca kuvvet uygulanarak yük kaldırılır. Bu sistemde yük ve makara birlikte yükselir veya alçalır.

Çevresinden geçen ip çekildiğinde hem dönebilen hem de yükselip alçalabilen makaralara **hareketli makara** denir.

Hareketli makaralar, sabit makaralarda olduğu gibi kuvvetin yönünde değişiklik meydana getimez.

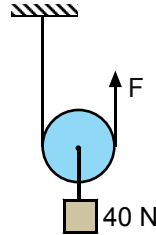


### ÖRNEK :

Şekildeki hareketli makarada, sistemi dengede tutmak için;

- Makara ağırlıksız ise F kuvveti kaç N dur?
- Makara ağırlığı 20 N ise F kuvveti kaç N dur?
- Makara ağırlıksız ise 40 N luk yükü 5 metre yükseltmek için kuvvetin uygulandığı ip kaç metre çekilmelidir?
- Makara ağırlığı 20 N ise, P yükünü 5 metre yükseltmek için kuvvetin uygulandığı ip kaç metre çekilmelidir?

( a) 20 N b) 30 N c) 10 m d) 10 m )

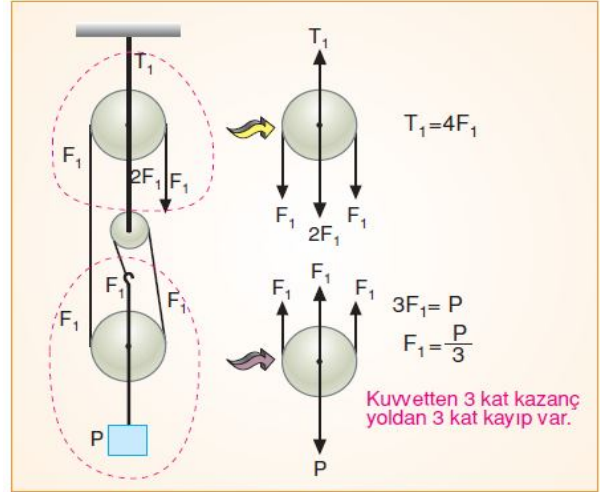
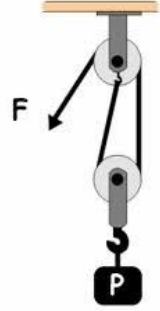


### Palangalar (Birleşik Makara Sistemleri)

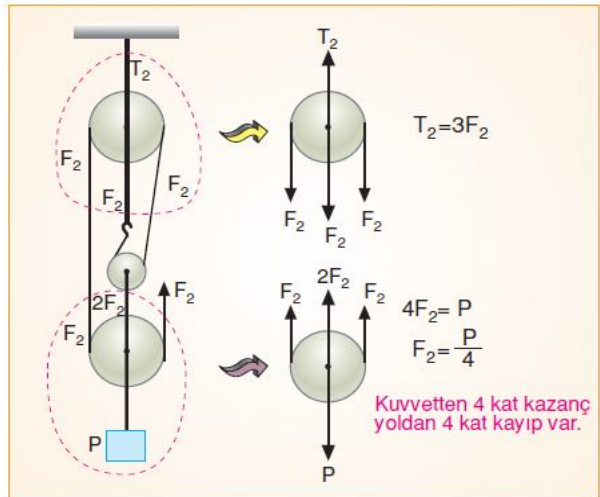
Hareketli ve sabit makara gruplarından oluşan sistemlere **palanga** denir.

Hareketli makaralarda yük uygulanan kuvvetin bir sınırı vardır. Oysa palangalar ile çok büyük kuvvetleri hareket ettirmek mümkündür.

Palangayı oluşturan makaraların sayısı ve kuvvetin uygulanış yönü kuvvet kazancını etkiler.



Makara ağırlıkları verildiğinde, sabit makaraların ağırlıkları  $T_1$  gerilme kuvveti ile dengelendiğinden kuvvete katkıları yoktur. Yalnızca hareketli makaralar dikkate alınır. Makaraların her birinin ağırlığı P ise, bu durumda  $F_1$  kuvvetinin büyüklüğü  $3F_1 = P + P$  eşitliği yazılabilir.

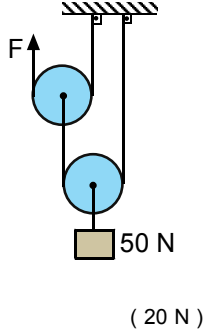


Makaraların ağırlıkları P yükünün yükseltme miktarını etkilemez. Ağırlıkları yokmuş gibi düşünülerek yükseltme miktarı bulunur.

**ÖRNEK 1:**

Sürtünmesi önemsiz ve herbirinin ağırlığı 10 N olan makaralarla kurulan şekildeki düzenekte 50 N ağırlığındaki yük dişey F kuvveti ile dengededir.

Buna göre, F kuvveti kaç N dur?

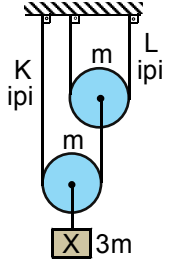


( 20 N )

**ÖRNEK 2:**

Şekildeki düzenekte X cisminin kütlesi 3m, makaraların her birinin kütlesi de m dir.

K, L iplerindeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla  $T_K$ ,  $T_L$  olduğuna göre,  $\frac{T_K}{T_L}$  oranı kaçtır?

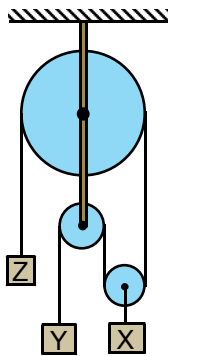


( 4/3 )

**ÖRNEK 3:**

Sürtünmesi ve ağırlığı önemsiz makaralarla kurulan şekildeki düzenekte X, Y ve Z cisimleri dengededir.

Buna göre, cisimlerin ağırlıklar  $P_X$ ,  $P_Y$  ve  $P_Z$  arasındaki ilişki nedir?



(  $P_X > P_Y = P_Z$  )

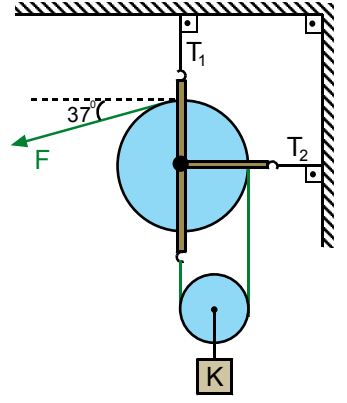
**ÖRNEK 4:**

Sürtünme ve makara ağırlıklarının önemsiz olduğu şekildeki sistemde 40 N luk K cismi F kuvveti ile dengededir.

Buna göre,

- a) F kuvveti kaç N dur?
- b)  $T_2$  ip gerilmesi kaç N dur?
- c)  $T_1$  ip gerilmesi kaç N dur?

(  $\sin 37^\circ = 0,6$  ;  $\cos 37^\circ = 0,8$  )



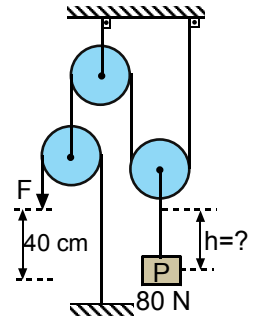
( a) 20 N b) 16 N c) 52 N )

**ÖRNEK 5:**

Ağırlığı 80 N olan yük, ağırlığı önemsiz makaralar ve F kuvvetiyle şekildeki gibi dengeleniyor.

İpin ucu F kuvvetiyle 40 cm aşağıya doğru çekildiğinde P yükü kaç cm yükselir?

( Sürtünme önemsizdir. )



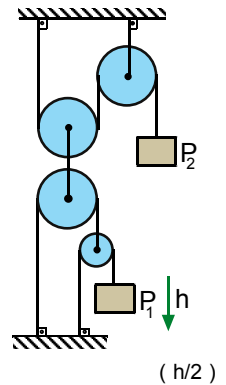
( 10 cm )

**ÖRNEK 6:**

$P_1$  ve  $P_2$  yükleri şekildeki düzenekte dengededir.

Buna göre,  $P_1$  yükü ok yönünde h kadar çekildiğinde  $P_2$  yükü kaç h yer değiştirir?

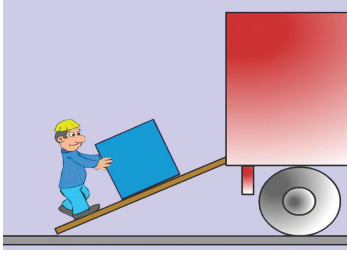
( Makara ağırlıkları ve sürtünmeler önemsizdir. )



( h/2 )

## EĞİK DÜZLEM

Ağır yükleri yüksek bir yere çıkarmada çok işe yarar. Kaldırıp kucağımıza almayacağımız bir sandığı kamyonun kasasına veya yüksek bir yere çıkarmak için, çıkarılacak yere eğimli olarak yaslanan düzgün bir kalasın üzerinden iterek çıkarmak çok daha kolaydır.



Ağır bir cismi daha küçük kuvvet uygulayarak belli bir yüksekliğe çıkarmaya yarayan eğimli yüzeylere **eğik düzlem** denir.

Şekildeki G yükünü sürtünmesiz eğik düzlemde dengede tutmak veya sabit hızla çekmek için gereken kuvvet;

$$F = G \cdot \sin \alpha$$

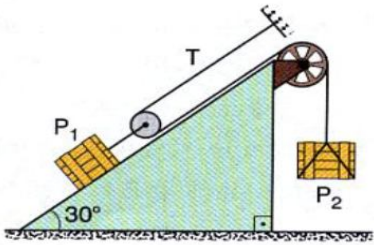
Eğik düzlemde  $\sin \alpha = \frac{h}{\ell}$  olduğundan,  $F = G \cdot \frac{h}{\ell}$

$$F \cdot \ell = G \cdot h \text{ yazılabilir.}$$

✓ Eğik düzlemde kuvvetten kazanç, yoldan kayıp vardır.

### ÖRNEK 1:

Sürtünmenin ve makara ağırlığının önemsiz olduğu sistemde,  $P_1$  ve  $P_2$  ağırlıklı cisimler eğik düzlem üzerinde şekildedeki gibi dengededir.



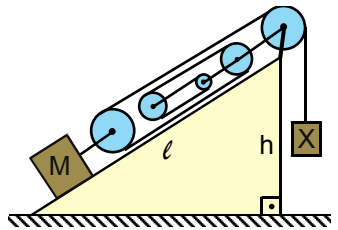
İpte oluşan gerilme kuvvetinin büyüklüğü T olduğuna göre;  $P_1$ ,  $P_2$  ve T arasındaki ilişki nedir?

$$(\sin 30^\circ = 0,5)$$

$$(P_1 > T = P_2)$$

### ÖRNEK 2:

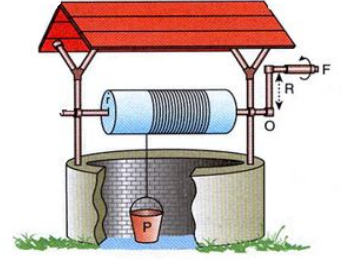
$\frac{h}{\ell} = \frac{1}{2}$  olan sürtünmesiz eğik düzlemdeki 400 kg lık M cismi, şekildedeki düzenek yardımıyla X cismi ile dengede tutulabildiğine göre, X cismi kaç kg'dır?



$$(40 \text{ kg})$$

## ÇIKRIK

Eksenleri aynı, yarıçapları farklı ve sabit bir eksen etrafında dönen silindirlere oluşan sisteme çıkıkrık denir.

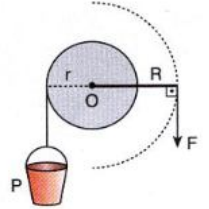


Çıkıkrık sistemi ile çalışan araçlar kuyulardan su çıkarmada, kol ile çalışan et kıyma makinesinde, el matkabında, araba direksiyonunda, kapı anahtarında kullanılır.

P yükü dengede ise; dönme eksenine göre moment alınır,

$$F \cdot R = P \cdot r$$

bağıntısı elde edilir.



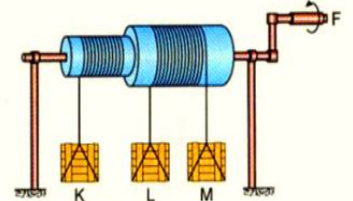
Kuvvet kolu 1 tam devir yaptığında P yükü silindir çevresi kadar yükselir. Kuvvet kolu n defa döndürüldüğünde P yükü,

$$h = n \cdot 2\pi r \text{ kadar yükselir.}$$

✓ Çıkıkrıkta kuvvetten kazanç, yoldan kayıp vardır.

### ÖRNEK 1:

K, L ve M cisimlerinin şekildedeki gibi asılı olduğu çıkıkrık F kuvveti ile bir kez döndürüldüğünde, cisimlerin yer değiştirme miktarları  $h_K$ ,  $h_L$  ve  $h_M$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

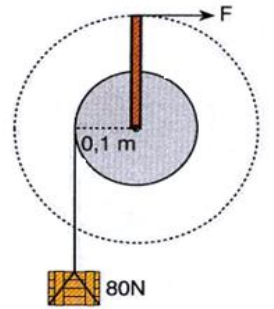


$$(h_L = h_M > h_K)$$

### ÖRNEK 2:

Yarıçapı 0,1 m olan çıkıkrık silindire sarılı ipe bağlı şekildedeki 80 N luk yükü, F kuvveti ile sabit hızlı olarak 30 m yükseltmek için, çıkıkrık kolu kaç tur döndürülmelidir?

$$(\pi = 3 \text{ alınız.})$$

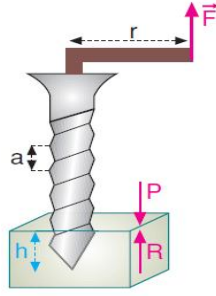


$$(50 \text{ tur})$$



## VİDA

Üzerinde eğimli dişler bulunan silindire **vida** denir. Vidaya F kuvveti uygulandığında bir tahta veya yüzey içerisinde yol alabilir. Bu durumda vidanın yüzeye uyguladığı kuvvet P dir. Vidanın yüzey içinde ilerlemesine karşı koyan R direnme kuvveti P ye eşit ve zıt yöndedir.



Vida 1 defa döndürüldüğünde vidanın yüzey içerisinde aldığı yola vida adımı (a) denir. Bu durumda F kuvveti ile R direnme kuvveti arasında,

$$F \cdot 2\pi r = R \cdot a = P \cdot a \quad \text{bağıntısı vardır.}$$

Vida 1 tam dönmeye kadar ilerler. n defa döndüğünde yüzey içerisinde aldığı h yolu;

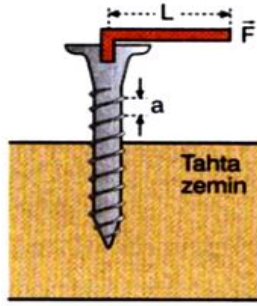
$$h = n \cdot a \quad \text{dır.}$$

- ✓ Vida da kuvvetten kazanç, yoldan kayıp vardır.
- ✓ Vidanın yüzey içerisinde aldığı yol, n tur sayısı sabit kalmak şartıyla yalnızca vida adımına bağlıdır.

### ÖRNEK 1:

Vida adımı, vida kol uzunluğunun  $\frac{1}{10}$  u olan bir vidayı, tahta zeminde ilerletmek için uygulanması gereken kuvvet 4 N olduğuna göre, zeminin gösterdiği direngen kuvvet kaç N olur?

( $\pi = 3$  alınız.)

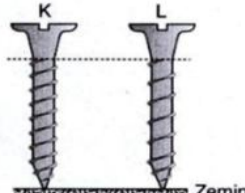


(240 N)

### ÖRNEK 2 :

Vida adımları sırasıyla a ve 2a olan K, L vidaları şekildeki gibidir.

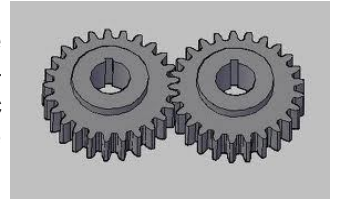
Tahta bir zeminde, K vidası n tur döndürüldüğünde  $\frac{h}{2}$  kadar ilerlediğine göre, L vidası 3n tur döndürüldüğünde kaç h ilerler?



(3h)

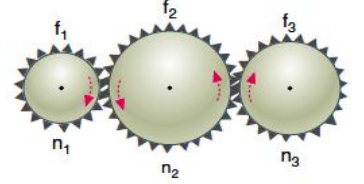
## DIŞLI ÇARKLAR

Dönme yönünü ve hızını değiştirebilen, gerektiğinde kuvvetten kazanç sağlayan basit makinelere denir.



### a) Zıt Yönlü Dişli Çarklar

Dişli çarkların diş sayısı (n) yarıçapları ile doğru orantılıdır. Fakat, dönme sayısı (f) diş sayısı ile ters orantılıdır.

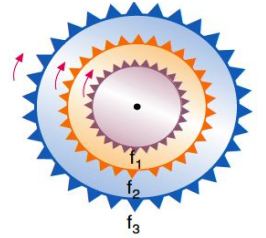


Şekildeki tüm dişliler, değmekte oldukları dişli ile ters yönde döner. Dişliler arasında;

$$n_1 \cdot f_1 = n_2 \cdot f_2 = n_3 \cdot f_3 \quad \text{bağıntısı yazılabilir.}$$

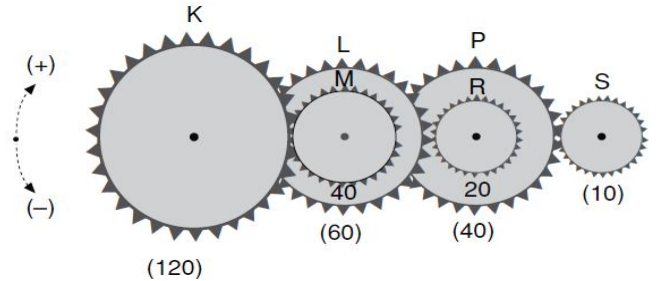
### b) Aynı Merkezli Dişli Çarklar

Şekildeki dişlilerin merkezleri çıkışacak şekilde birleştirildiğinde, her bir dişli aynı yönde ve aynı sayıda döner.



$$f_1 = f_2 = f_3$$

### ÖRNEK 1:



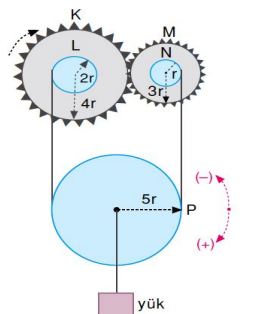
Şekildeki dişlilerin diş sayıları üzerinde verilmiştir.

K dişlisi (+) yönünde 2 defa dönerse, diğer dişliler hangi yönde kaç defa döner?

### ÖRNEK 2:

Şekildeki sistemde K dişlisi ile L kasnağı ve M dişlisi ile N kasnağı eş merkezlidir. K dişlisi ok yönünde 3 devir yaparsa,

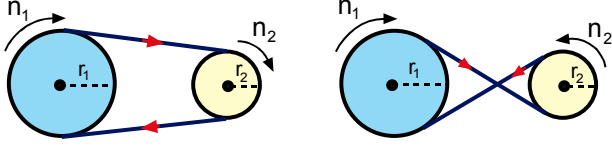
- P kasnağı hangi yönde ne kadar döner?
- Yük ne kadar yükselir?



( a ) + yönde 1/5 devir b)  $10\pi r$

## KASNAKLAR

Hareketi birbirine kayışlarla aktaran düzeneklere **kasnak** denir.

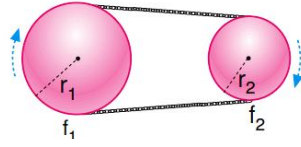


Kasnak üzerinde hareket eden kayış uzunlukları eşit olacaktır. Bu nedenle çizgisel hızları eşittir. Açısal hızları ise tur sayısı ile orantılıdır.

$$2\pi r_1 \cdot n_1 = 2\pi r_2 \cdot n_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

### a) Aynı Yönlü Kasnaklar

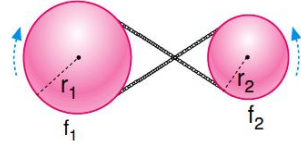
Şekildeki gibi düz bağlamada kasnaklar aynı yönde dönerler. Dönme sayıları ( $f$ ), yarıçapları ile ters orantılıdır.



$$r_1 \cdot f_1 = r_2 \cdot f_2$$

### b) Zıt Yönlü Kasnaklar

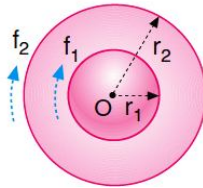
Şekildeki gibi bağlamada kasnakların dönme yönleri zıt olur. Dönme sayıları ( $f$ ), yarıçapları ile ters orantılıdır.



$$r_1 \cdot f_1 = r_2 \cdot f_2$$

### c) Aynı Merkezli Kasnaklar

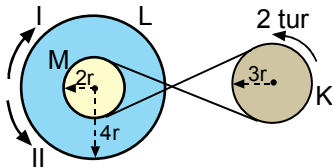
Şekildeki gibi O noktasından perçinlenmiş olup dönme yönleri ve sayıları aynıdır.



$$f_1 = f_2$$

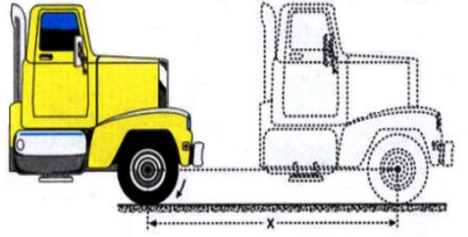
### ÖRNEK :

K kasnağı ok yönünde 2 tur döndürülürse, L kasnağı hangi yönde kaç tur döner?

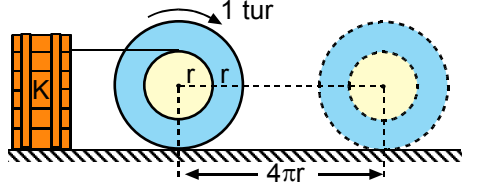


( I yönünde 3 tur )

✓ r yarıçaplı tekerlek ok yönünde 1 tur ilerlediğinde, yatayda aldığı X yolu tekerleğin çevre uzunluğu ( $2\pi r$ ) kadardır.



✓ 2r yarıçaplı kasnak dönerken çevresi ( $4\pi r$ ) kadar sağa doğru yol alır.



r yarıçaplı kasnak ise çevresi ( $2\pi r$ ) kadar ip sarar.

K cismi  $2\pi r + 4\pi r = 6\pi r$  kadar sağa doğru ilerler.