

## Motor Kayıpları

Elektrik motorlarında kayıplar üç grupta toplanabilirler. Bunlar:

**Sürtünme Kayıpları :  $P_{Fr}$  (W) :**

Döner, hareketli kısımların meydana getirdiği kayıplar. Bunların motor miline getirilen yüküle değişmediği kabul edilir, yani motorun yüklü çalışmasındaki sürtünme kayıpları boşta çalışmadaki sürtünme kayıplarına eşittir.

**Demir Kayıpları :  $P_{Fe}$  (W) :**

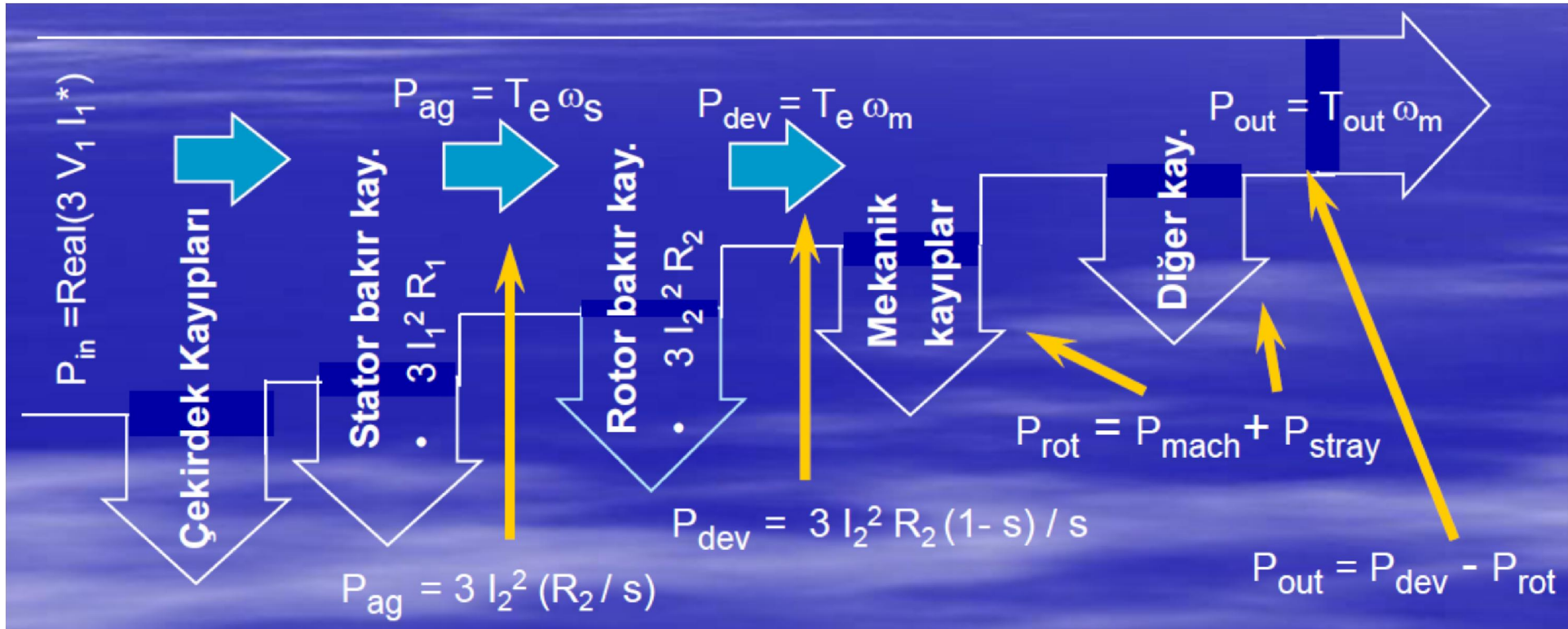
Motorun rotor ve stator saçları kayıplarıdır. Bunlarında motor yükü ile değişmediği kabul edilir.

**Bakır Kayıpları :  $P_{Cu}$  (W) :**

Motor sargılarının joule kaybıdır. Bu sargı dirençle ve şebekeden çekilen akımın karesiyle orantılı olduğundan (yani  $R I^2$ ) motor yükü ile değişir.

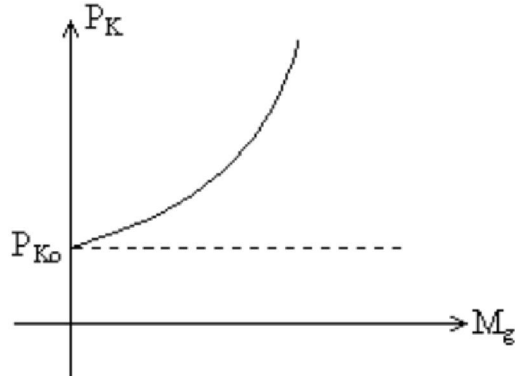
Her üç kayıpta ısı şeklinde açığa çıkar. Motorlarda ayrıca saç paketlerini mıknatıslamak için harcanan bir akım daha vardır ki mıknatıslama akımı diye adlandırılır. Fakat bu ısı şeklinde açığa çıkmaz.

## Asenkron Motorlarda Güç Akış Diyagramı



$$\begin{aligned} P_K &= P_{FR} + P_{Fe} + P_{Cu} \\ P_{Fr} &= P_{Fe} = P_{K_0} = \text{sabit} \\ P_{Cu} &= f(I^2) \end{aligned}$$

Pratikte  $P_{K_0}$  sabit kabul edilmesine rağmen gerçekte sadece sürtünme momenti  $P_{Fr}$  sabit kalır,  $P_{Fe}$  azda olsun yüke bağlı olarak değişir.



Verim ve kayıpları deneysel olarak bulmak için değişik yüklerde ( $M_Y$ ) devir sayısı sabit tutularak giriş gücü  $P_G$  (W) elektriksel olarak ölçülür,  $P_Ç$  (W) gücü  $M_Y$  momentini ölçerek

## Motor Giriş – Çıkış Büyüklükleri ve Ölçümleri

Motorlarda giriş büyüklükleri diye motorun bağlı olduğu şebekeden çektiği akım, gerilim ve güce denir. Akımlar ampermetre ile ölçülür ve birimleri (A) ile gösterilir. gerilimler ise Voltmetre ile ölçülür birimleri (V) ile gösterilir. Eğer motor doğru akım motoru ise giriş gücü

$$P_G = UI \text{ (DC Motor)}$$

den bulunabileceğinden  $P_G$  artık ölçmeye gerek yoktur. Fakat motor eğer bir alternatif akım motoru ise o zaman birde Wattmetre gereklidir. Böylece alternatif akımda motorun

Akımı Ampermetreyle,

Gerilimi Voltmetreyle,

Gücü Wattmetreyle

ölçülerek I, U, ve  $P_G$  bulunur.

Bunlardan güç faktörü

$$P_G = UI \text{ (1~AC Motor-omik yük)}$$

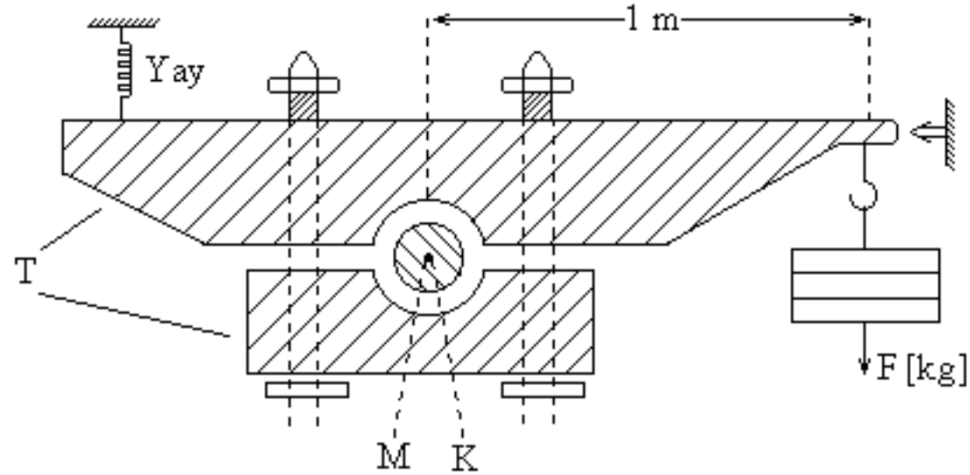
$$P_G = UI \cos \varphi \text{ (1~AC Motor)}$$

$$P_G = \sqrt{3}UI \cos \varphi \text{ (3~AC Motor)}$$

$$\cos \varphi = \frac{P_G}{\sqrt{3}UI}$$

olarak hesaplanır

Motorlarda çıkış büyüklüğü diye devir sayısı  $n$ , çıkış gücü  $P_C$  ve moment  $M_Y$  ye denir. Devir sayısı ya takometreyle sayısal olarak direk ölçülür yada stroboskopa ölçülür.  $M_Y$  momentini ise çeşitli mekanik düzeneklerle ölçülür. Örneğin : Şekil-17 deki prony freniyle eğer vidalar sıkıştırılırsa motor miline frenleyici bir kuvvet etki ettiririz ve bu kuvvetin meydana getirdiği moment  $M = Fl$  (Nm) den bulunur.



Şekil – 17 : Prony Freni

## Motorlarda Isınma ve Soğuma

Motorlarda kayıp ısının bir kısmı motorda birikirken diğer bir kısmı çevreye yayılır. Motorun sıcaklığını  $\Delta\theta$  kadar arttırmak için

C : Motorun ısı biriktirme kapasitesi, yani motorun sıcaklığını  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  yükseltmek için gerekli ısı miktarı olup birimi  $\text{K.Kal} / ^{\circ}\text{C}$  olmak üzere  $(C\Delta\theta)$  kadarlık bir ısı miktarı gereklidir. Diğer taraftan çevreye t kadarlık kısa bir sürede yayılan ısı  $A \Delta\theta t$  olup, burada

A : Motorun ısı yayma katsayısı, yani birim zamanda çevresindeki sıcaklığı  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  fark ettirmek için motorun yaydığı ısı olup birimi  $(\text{K.Kal} / \text{s. } ^{\circ}\text{C})$

$\theta$  : Motorun sıcaklığı. Birimi  $^{\circ}\text{C}$  Eğer t süresince üretilen ısı miktarı Q  $(\text{K.Kal/s})$   $Q \Delta t = c\theta + A \Delta\theta t$  olacağı açıktır. Eğer  $\Delta t \rightarrow dt$  alınırsa yukarıdaki denklemden  $Qdt = cd \theta + A \theta dt$

$$\frac{d\theta}{dt} \frac{c}{A} + \theta = \frac{Q}{A}$$

diferansiyel denklemi elde edilir ki buna motorun ısınma diferansiyel denklemi denir. Bu denklemin çözümü,  $t = 0$  anında motorun çevreye göre sıcaklığı  $\theta_0$  ise

$$\theta(t) = \frac{Q}{A} \left( 1 - e^{-\frac{A}{c}t} \right) + \theta_0 e^{-\frac{A}{c}t}$$

olup zamana göre değişimi Şekil 18 de çizilmiştir. Ohalde sürekli olarak çalışan bir motorun ısısı çevre sıcaklığından başlayarak exponansiyel olarak yükselir ve

$$\theta_s = \frac{Q}{A}$$

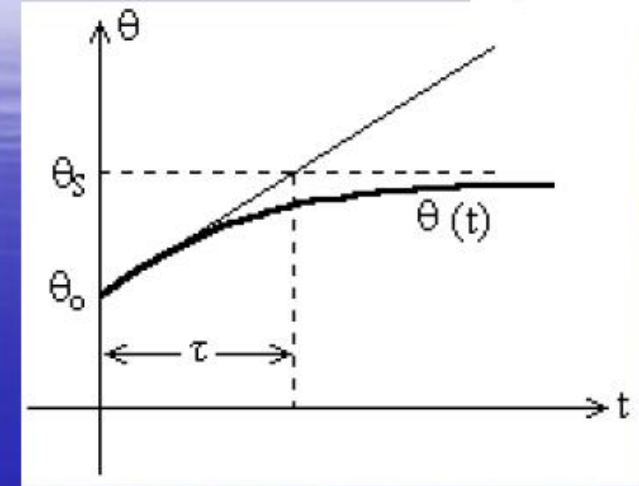
gibi sürekli bir değere varır. Bu yükselişin zaman sabiti  $\tau = \frac{c}{A}$  olup birimi saniyedir. Bu açık ve havalı motorlar için  $\tau = 20 - 30$  dakika kapalı motorlarda 1 veya 2 saat arasındadır.

Motor müsaade edilen ısınma sınırı (nominal ısınma)  $\theta_N$ 'e yaklaşık olarak zarfında erişir.

Motorlarda ısınma eğrilerine ilave olarak birde soğuma eğrileri vardır. Bu soğuma eğrisi yine ısınma diferansiyel denkleminde elde edilebilir, şöyleki çalışan bir motorda ısı yükselir ve motor durduğu an bu ısı düşmeye başlar. O halde motor  $t_b$  kadarlık bir süre çalışsın ve ısı  $\theta_b$  ye yükselsin tam  $t = t_b$  anında motor durursa ısınma diferansiyel denklemini

$$\frac{d\theta}{dt} \frac{c}{A} + \theta = 0$$

burada yine  $\tau = \frac{c}{A}$  dır.



Şekil – 18 : Motorun Isınma Eğrisi

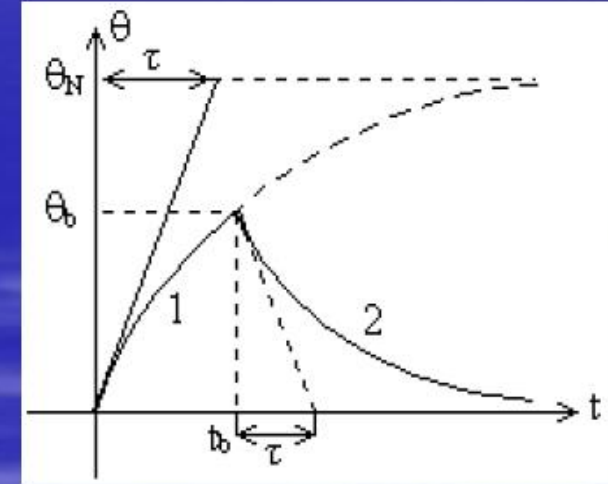
olur. Çünkü Q ısıyı meydana getiren kaynak artık yoktur. Böylece bu diferansiyel denklemin  $t = 0, \theta = \theta_b$  ilk değerleriyle çözümü

$$\theta(t) = \theta_b e^{-\frac{t}{\tau}}$$



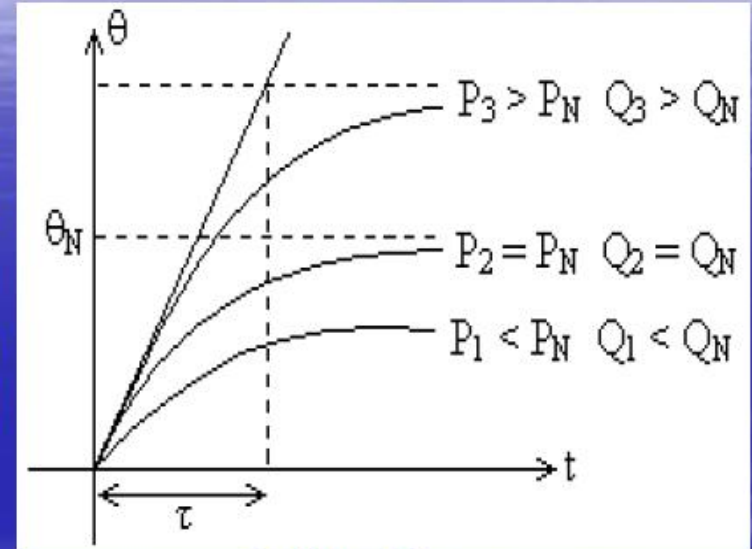
Eğer  $\theta = \theta_N$  e kadar ısınmamış bir motora ait ısınma ve soğuma eğrileri aynı eksen takımı üzerine çizilirse Şekil – 19 daki eğrileri elde ederiz. Dikkat edersek ısınma eğrisi alınırken çevre sıcaklığı referans sıcaklık olarak alındı. Onun için (1) eğrisi  $\theta_0$  gibi bir değerden değil sıfırdan başlar.

Dıştan zoraki soğutmalı motorlarda çalışma ve durma esnasındaki ısı yayma katsayısı  $A$  nın aynı kaldığı kabul edilirse Şekil – 19 da görüldüğü gibi ısınma eğrisinin zaman sabiti soğuma eğrisinin zaman sabitine eşit olur. Fakat kendi haline soğutmalı motorlarda durma süresince soğuma şartları daha kötü olduğundan  $A$  ısı yayma katsayısı daha küçüktür. Dolayısıyla soğuma eğrisinin zaman sabiti  $\tau_n$  den daha büyük olur.



Şekil – 19

Değişik motor yükleri için motordan çekilen güç dolayısıyla yayılan ısı miktarı  $Q$  farklı olacaktır fakat  $\tau$  zaman sabiti yalnız  $A$  ve  $c$  ye bağlı olduğu için değişik yük hallerinde hep aynıdır. Eğer motor gücü doğru olarak seçilirse müsaade edilen maksimum sıcaklık  $\theta_m$ , anma büyüklüklerine tekabül eden  $\theta_N$  ye eşit olur yani  $\theta_b = \theta_N = \theta_m$



Şekil - 20

Müsaade edilen maksimum sıcaklık  $\theta_m$  elektrik motorunun sargılarında kullanılan yalıtkanlara bağlıdır ve sayısal değerleri yalıtkanın sınıfına göre verilir. Bunlardan en önemli olan dört sınıf aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

**Tablo – 1 : Yalıtkan Maddelerin Sınıflandırılması**

Sınıfı	Yalıtkan Maddesi	$\theta_m(^{\circ})$
A	Pamuk ipliğinden yapılmış yalıtkan bantlar ipek iplik, kağıt, kağıt presbant, selüloz tabakalar, yağlarla doyurulmuş organik cisimler, çeşitli emayeler ve laklar, sentetik lastikler	105
B	Mika, asbest, cam yünü, her türlü cam mamülleri	130
C	Sert mika, porselen, kuarz gibi ateşe dayanıklı maddeler	>180
E	Sıcaklığa dayanıklı poliamit, poliüretan, reçineli maddeler	120

**Motorlarda sıcaklıklar şu üç yöntemden biriyle ölçülebilir.**

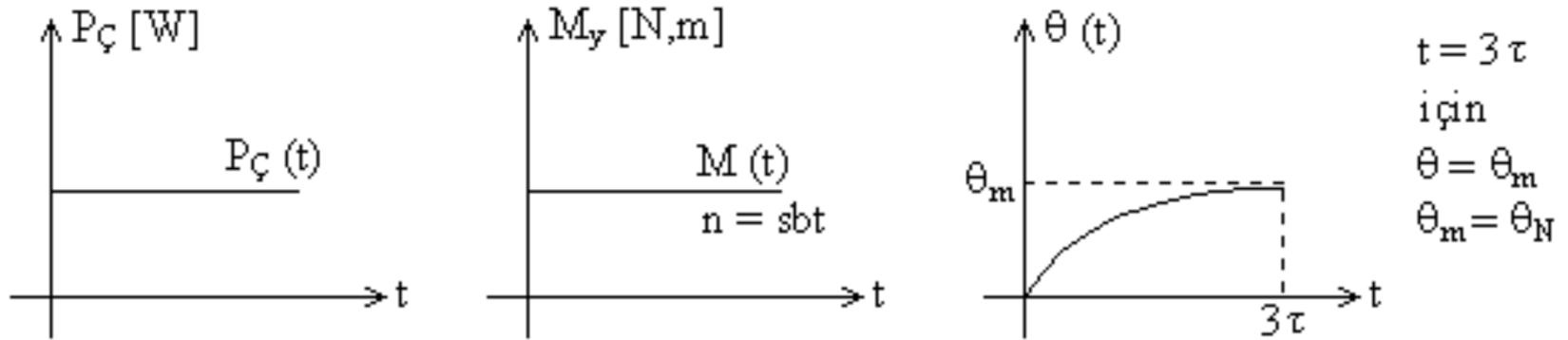
1. Termometre yöntemi
2. Direnç yöntemi
3. Termokuplar veya diğer sıcaklık algılayıcılarıyla

Her üç yöntemde de ölçmeye başlamadan önce ölçmenin yapılacağı çevrenin sıcaklığı  $\theta_0$ , °C olarak ölçülür. Son iki yöntem daha ziyade büyük güçlü motorlarda uygulanır.

## Elektrik Makinalarının Çalışma Şekilleri ve İlgili İşletme Diyagramları

### Sabit Yüklü Sürekli Çalışma :

Bu çalışma halinde motor ya sürekli olarak sabit bir  $P_{\text{ç}}$  ile yada motorun sıcaklığı  $\theta$ 'nın  $\theta_m$ 'ye erişecek kadar uzun bir süre sabit bir  $P_{\text{ç}}$  ile yüklenir.

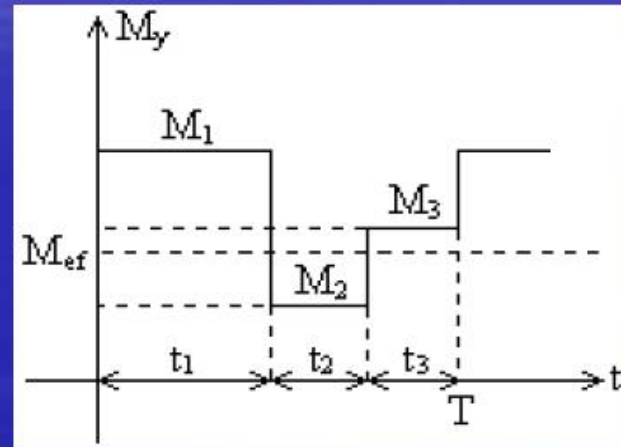
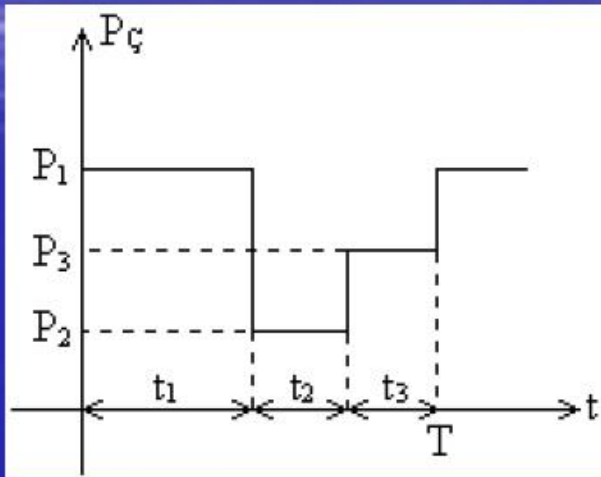


Şekil – 21 : Sürekli çalışmada sabit yükte çalışan bir motorun işletme ve ısınma diyagramları

Sürekli olarak çalışan vantilatör, aspiratör, yürüyen merdiven, pompa gibi sistemlerdeki çalışma şekli bu çalışma haline örnek olarak verilebilir.

## Değişik Yüklü Sürekli Çalışma :

Bu çalışma halinde yine motor sürekli olarak yükleniyor fakat değişik yüklerle motorun sıcaklığı yine müsaade edilen sıcaklık  $\theta_m$  na erişebiliyor.



$$(P_{ef})^2 = \frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

$$(M_{ef})^2 = \frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + M_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

Grafiklerdeki T, motorun yükünün periyodunu göstermekte olup  $t = T$  den sonra motor yine aynı yüklerle yükleniyor. Bu çalışma halinde karesel ortalama güç ve moment ifadesi şöyledir.

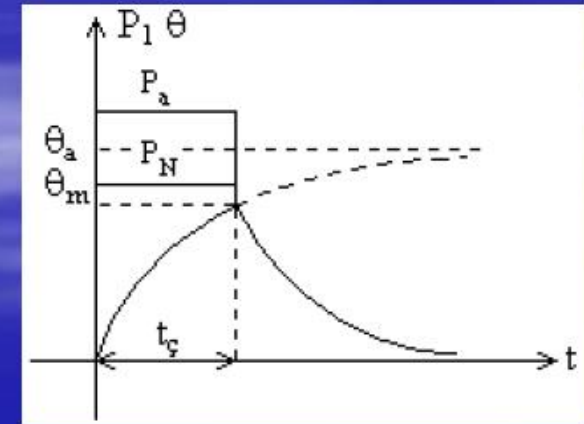
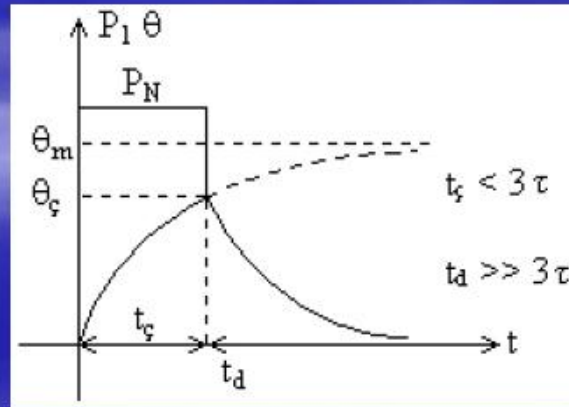
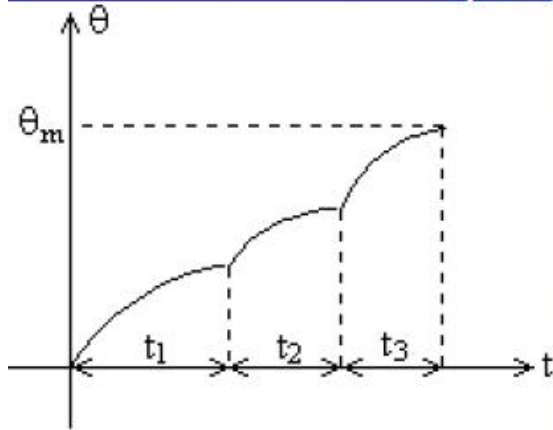
Şebekeden çekilen akımın zamana göre değişimi

$$(I_{ef})^2 = \frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + I_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}$$

## Kısa Süreli Çalışma :

Bu çalışma halinde motor anma gücüyle yüklense bile, motorun sıcaklığı müsaade dilen sıcaklığa erişmeden  $\theta_c$  gibi bir değerdeyken motor durur ve soğumaya başlar. Bu motorun verimsiz çalıştığını gösterir. Çünkü motoru müsaade edilen  $\theta_m$  sıcaklığına kadar yükleyebiliriz. O halde  $P_a$  öyle bir aşırı yük olsun ki ona tekabül eden sıcaklık  $t_c$  çalışma süresinde  $\theta_m$  ye erişsin. Bu çalışma halinde  $\frac{P_a}{P_N}$  ye aşırı yükleme katsayısı denir. Bu oran her makine için

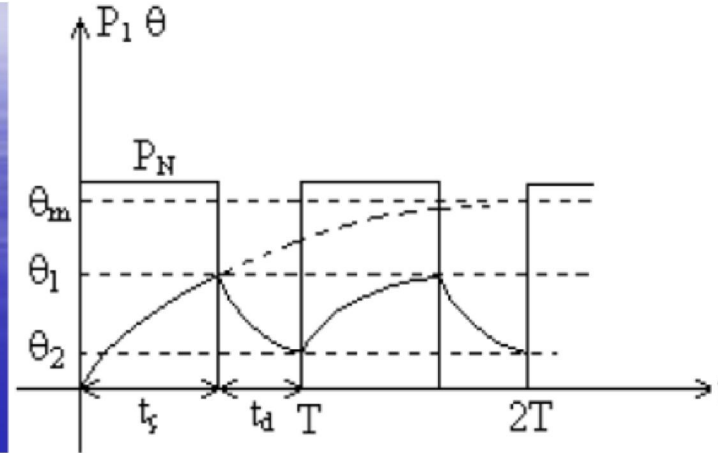
$\frac{P_a}{P_N} = f(t_c / \tau)$  şeklinde verilir. Baraj kapaklarının ve köprü yürütme motorlarının çalışması bu çalışma haline benzer şekilde çalışır.



## Kesintili Çalışma

Bu çalışma hali şöyle belirlenebilir.

$$t_c < 3\tau, \quad t_d < 3\tau$$



Eğer motor şekildeki gibi anma gücü  $P_N$  ile yüklenirse motor daha müsaade edilen sıcaklığa erişmeden motor durur ve soğumaya başlar. Fakat daha tam soğumadan motor tekrar çalışmaya başlar ve sıcaklığı yükselir. Böylece bir periyotluk  $T = t_c + t_d$  zamanından sonra ikinci çalışma başlar ve eğer ısınma sabiti  $\tau_h$  soğuma sabiti  $\tau_c$  eşit alınırsa motorun sıcaklığı zamanla yukarıda görüldüğü gibi değişir ve hiçbir zaman  $\theta_m$  ye varamaz. Bu da motorun arzu edilmeyen, düşük verimle çalışması demektir. O halde seçilen bu motor :

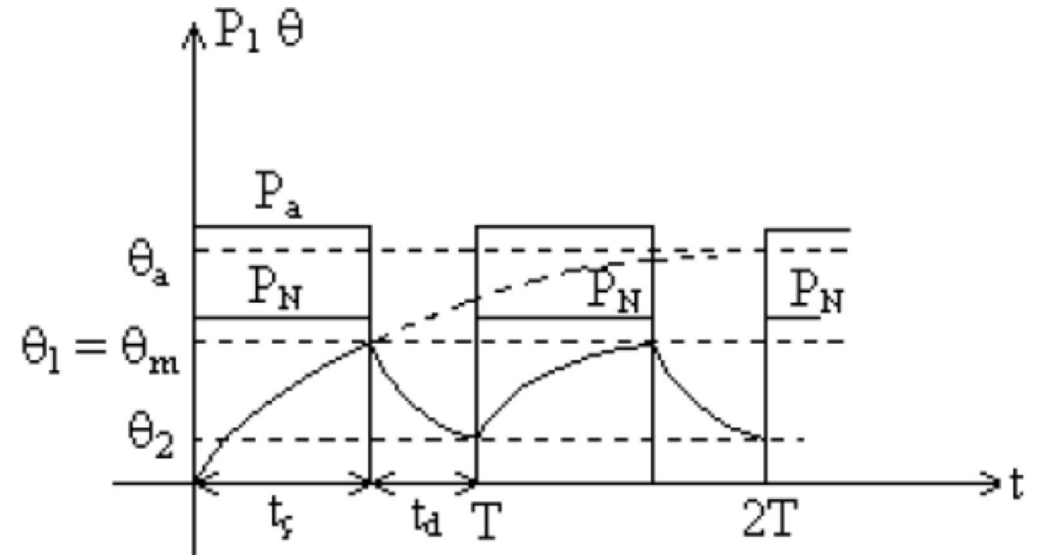
$$\theta = \theta_m$$

olacak şekilde  $P_a > P_N$  yüküyle yüklenirse motorun sargılarını tehlikeye sokmadan verimi artırılabilir.

$$\lambda = \frac{\tau_h}{\tau_c}$$

olmak üzere  $T$  gibi bir periyotluk zaman zarfındaki

$$\varepsilon = \frac{t_\varphi}{t_\varphi + \lambda t_d}$$



oranına bağıl çalışma süresi denir. Pratikte çoğu halde olduğu gibi eğer  $\tau_h = \tau_c$  ise bağıl çalışma süresi

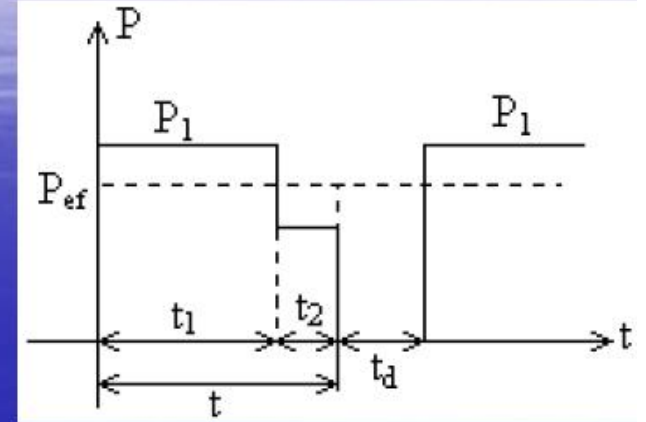
$$\varepsilon = \frac{t_\varphi}{t_\varphi + t_d}$$

olur. Daha genel şekliyle bağıl çalışma süresinin ifadesi

$$\varepsilon = \frac{\sum t_\varphi}{\sum t_\varphi + \sum t_d}$$



Eğer motor yukarıda gösterildiği gibi bir periyot içinde  $P_a$  sabit yüküyle kesintili olarak yüklü değilse Şekil'deki gibi değişen bir yükle yüklüyse bu değişken yük, daha evvel değişik yüklü sürekli çalışma halinde yapıldığı gibi karesel ortalamayla sabit yük  $P_{ef}$  ye indirgenir. Şekil için  $P_{ef}$  ve  $M_{ef}$



$$(P_{ef})^2 = \frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2}{t_1 + t_2} \quad \varepsilon = \frac{t_1 + t_2}{t_1 + t_2 + t_d}$$

$$(M_{ef})^2 = \frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2}{t_1 + t_2} \quad (I_{ef})^2 = \frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2}{t_1 + t_2}$$

$P_a$  gücüne tekabül eden güç kaybı  $P_{ka}$   
 ısı enerjisi  $Q_a$   
 $P_N$  gücüne tekabül eden güç kaybı  $P_{kN}$   
 ısı enerjisi  $Q_N$

$$\varepsilon = \frac{Q_N}{Q_a} = \frac{P_{kN}}{P_{ka}}$$

$P_k$  kayıpları şebekeden çekilen akımla orantılı olduğundan

$$\varepsilon = \frac{P_{kN}}{P_{ka}} = \frac{I_n^2}{I_a^2}$$

Yukardaki bağıntılardan hareketle

$$\varepsilon = \frac{I_N^2}{I_{ef}^2}$$

Şimdi iki farklı çalışma hali için

$$I_N^2 = \varepsilon I_{ef1}^2$$

$$I_N^2 = \varepsilon' I_{ef2}^2$$

olacağından

$$I_{ef2} = I_{ef1} \sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}}$$

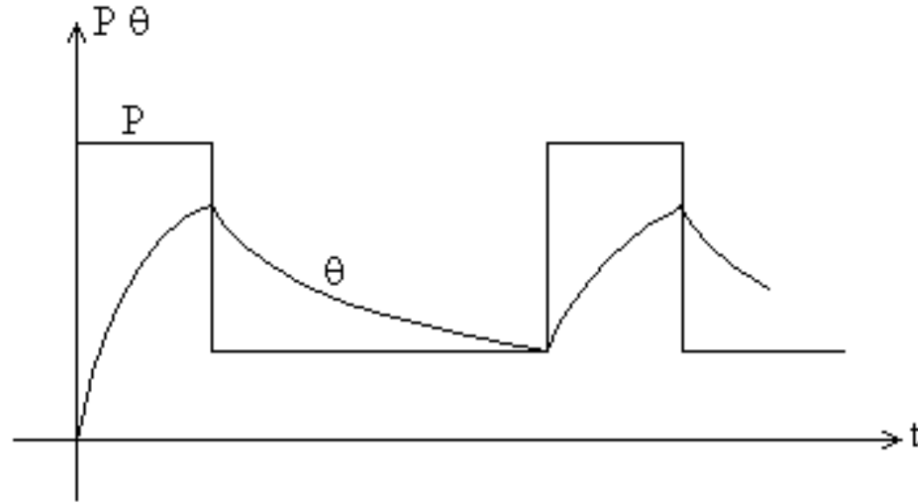
bağıntısı elde edilir. Eğer bir motorun momenti akımı ile orantılıysa bu son bağıntıdan

$$M_{ef2} = M_{ef1} \sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}}$$

Moment akımla orantılı değilse bu bağıntıda geçerli değildir.

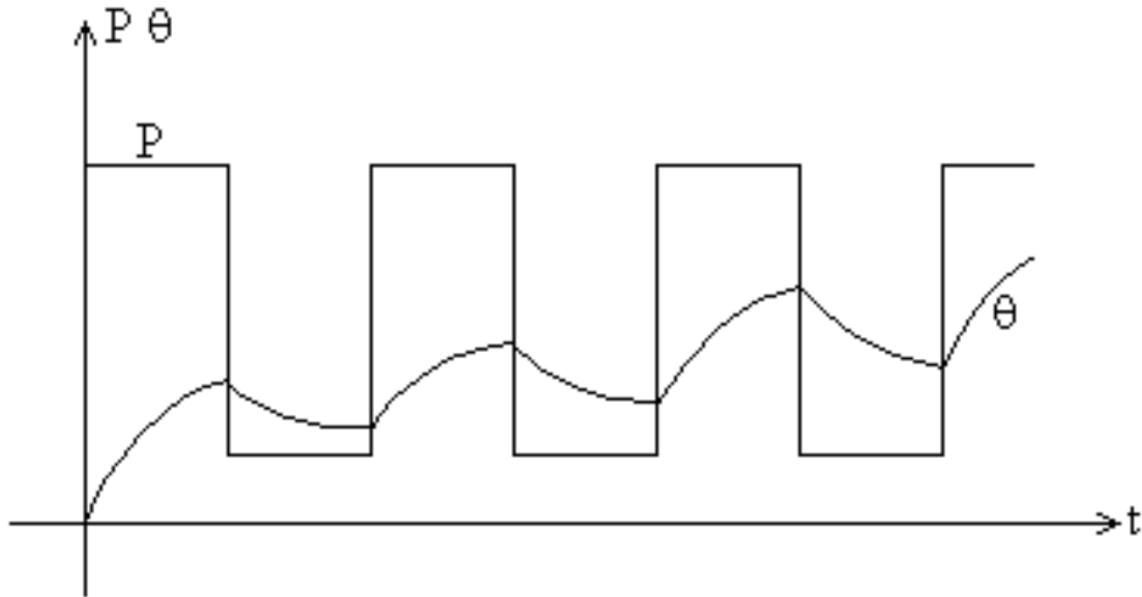
## Kısa Süreli Daimi Çalışma :

Kısa süreli çalışma durumunda motor bağlı olduğu şebekeden ayrılmaz, boşa çalışır. İlgili güç ve ısınma diyagramları Şekil'de verilmiştir.



## Kesintili Daimi Çalışma :

Burada da yine motor şebekeden ayrılmamakta bazen boşa çalıştırılmaktadır. Fakat karakteristik kesintili çalışma haline benzer özellik arz etmektedir. Takım tezgahları bu çalışma haline girmektedir.



## Motor Seçimi

### 1. Motor Çeşidinin Seçimi :

Motor çeşidini seçebilmek için tahrik edeceğimiz iş makinasının  $n = f(M_Y)$  karakteristiğinin bilinmesi gerekir. Eğer bu biliniyorsa kararlı çalışma şartını yerine getirebilecek  $n = f(M_m)$  karakteristikleri veren (Örneğin, bilezikli asenkron motor ile D.A. şönt motor) motorların hangisinin seçileceği iş yerinde bulunan elektrik şebekesine bağlıdır. Örneğin, A.A. şebeke varsa bilezikli asenkron motoru tercih edilir.

Sık sık duran, tekrar yol alan iş makinaları için sincap kafesli asenkron motorlar tercih edilmez. Çünkü yol alma akımları diğerlerine göre oldukça büyüktür. Bir diğer dezavantajları kalkma momentleri çok küçüktür. Fakat sürekli çalışma halleri için sincap kafesli motorlar idealdir.

## 2. Motor Seçimi

Böylece motor çeşidi belirlendikten sonra mesele, bu türden fakat hangi güce sahip motoru seçme haline indirgenmiş olur. Motor çeşidini seçerken temel kriter stabil çalışma kriteriydi. Burada da iki temel kriter vardır.

Bunlar :

- a. Motorun ısınma bakımından müsaade edilen ısı sınırını geçip geçmediği,
- b. Motorun gerekli en büyük momenti karşılayacak yetenekte olup olmadığı.

İşte seçilen motor bu iki şartı tam olarak karşılıyorsa motor ekonomik olarak seçilmiştir. Eğer bu şartları fazlasıyla karşılıyorsa o motor ekonomik olarak seçilmemiştir. Seçim için sunulan bu iki şart önceden gruplandırılan çalışma hallerine göre önem arz etmektedir. Dolayısıyla motor seçimi bu çalışma hallerine göre yapılır.

## **Sabit yüklü daimi çalışma hali :**

İş makinasının gerek duyduğu  $M_Y$  momentine tekabül eden güç

$$P = \frac{2\pi}{60} n M_Y$$

den hesaplanır. Bağıntıda

$n$  : Devir / dak

$M_Y$  : Nm

olarak alınırsa  $P$  [W] olarak elde edilir.

Daimi çalışma motor gücü listelerinden bu güce en yakın üst güç seçilir. Seçim yapıldığı an gerekli iki kriterde haliyle sağlanmış olur.

Çünkü imalatçı motoru bu nominal güçle yüklenmiş motorun ısınmasının müsaade edilen sınıra ait olup olmadığını kontrol etmiştir.

## Değişik Yüklü Daimi Çalışma Hali :

İş makinasının hız ve moment diyagramlarından hareketle motorun güç diyagramı bulunur. Bu güç diyagramından  $P_{ef}$  tahmini bir verim (efficiency) ile ( $\eta = \%60-75$ ) ile bölünerek motorun şebekeden çektiği güç ve buradan akım hesaplanır.

Motorun kayıpları dolayısıyla ısınması bu akımın karesiyle orantılı olduğu için daimi çalışan motor seçilir. Sonra motorun  $P_{ef}$ 'i ve  $M_{ef}$  karşılayıp karşılamadığı araştırılır. Son olarak, seçilen bu motorun moment diyagramında verilen en büyük momenti sağlayıp sağlamadığı araştırılır. Eğer sağlıyorsa demek ki motor doğru seçilmiş, sağlamıyorsa bir üst değerdeki motor seçilir.

Bu çalışma hali için bir diğer motor seçimi yolu da şudur: bu safhada artık motor çeşidini bildiğimiz için motorun moment akım karakteristiği de bilinir. Bu karakteristikten faydalanarak seçim yapılır. Örneğin, motor momenti motor akımıyla orantılı olan bilezikli asenkron motorlarda motorun ısınmasına sebep olan kayıpları bu momentin karesiyle orantılıdır.



O halde iş makinasının çalışmasına bağlı olarak çizilen hız ve moment karakteristiğinden hareketle  $M_{ef}$  bulunur. İşte daimi çalışan motorlara ait listeden momenti verebilecek motor seçilirse ısınma kriteri haliyle sağlanır. moment kriteri de sağlanıp sağlanmadığı seçilen bu motorun verebileceği en büyük momentin moment diyagramındaki en büyük momente eşit olup olmadığını araştırmakla bulunur.

**Örnek :** Bilezikli asenkron motor tarafından tahrik edilen bir iş makinasına, ait moment diyagramı Şekil'de verilmiştir.

Burada

$$M_a = 100 \text{ Nm},$$

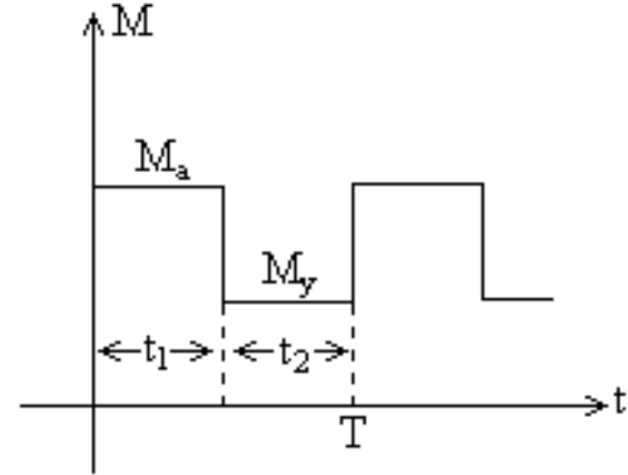
$$M_y = \text{Yük Momenti} = 75 \text{ Nm}$$

ve motor devir sayısı  $n = 1500 \text{ d/d}$

$$t_1 = 50 \text{ s}$$

$$t_2 = 70 \text{ s}$$

Gerekli motor seçimini yapınız.



## Çözüm:

Verilen moment diyagramından bir periyot üzerinden çektiği moment :

$$(M_{ef})^2 = \frac{M_a^2 t_1 + M_y^2 t_2}{t_1 + t_2} \quad (M_{ef})^2 = \frac{100^2 \cdot 50 + 75^2 \cdot 70}{50 + 70}, \quad M_{ef} = 86,3 \text{ Nm}$$

$$P = \frac{2\pi}{60} n M_{ef} = \frac{2\pi}{60} \cdot 1500 \cdot 86,3 = 13300 \text{ W} = 13,3 \text{ kW}$$

o halde daimi çalışan motorlara ait listeden  $P = 13,3 \text{ kW}$ 'a yakın bir üst güç  $P_N = 15 \text{ kW}$

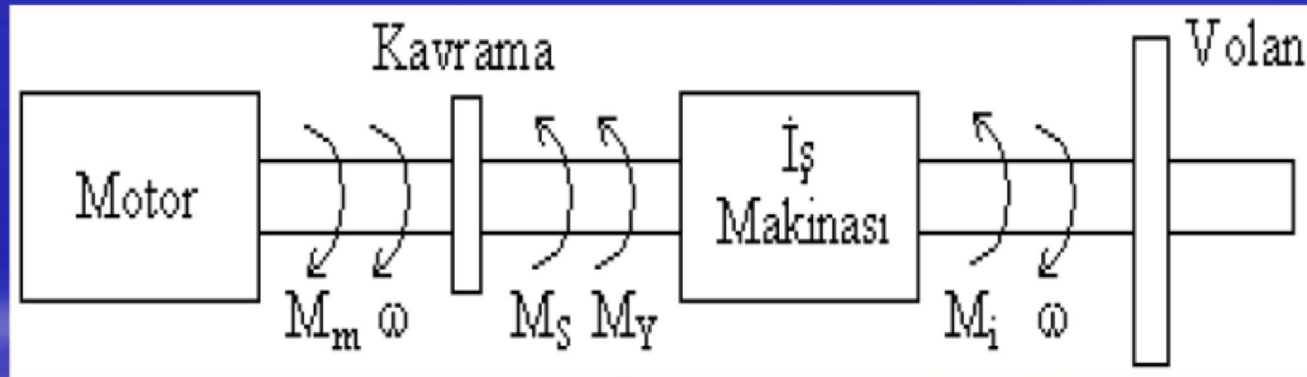
Böylece gerekli motoru seçtik. Fakat, acaba bu motor maksimum moment  $M_a$ 'yı karşılayabiliyor mu : Şimdi de onu kontrol edelim :

$$M_{\max} = 2M_N = 2 \left( \frac{60 P_N}{2\pi n} \right) = 2 \left( \frac{60 \cdot 15000}{2\pi \cdot 1500} \right) \quad M_{\max} = 194,6 \text{ Nm}$$

$M_{\max} > M_a$  dır. O halde motor uygun seçilmiştir.

## Eşdeğer Motor – Yük Sistemi

Uygulamada dişliler, kayış – kasnaklar ve benzeri ara elemanlarla motorun ürettiği moment yüke (iş makinasına) iletilir. Ancak daha sonra görülecek ara işlemlerle gerek yük momenti gerekse eylemsizlik momenti motor miline indirgenebilir. Böylece Şekil 1'deki Eşdeğer Motor – Yük sistemi ortaya çıkar.



Şekil 1.9 Eşdeğer Motor – Yük Sistemi

Enerji denkliğinden hareketle üretilen moment karşıt momentlerin toplamına eşit olacağından

$$M_m = M_Y + M_S + M_i$$

denklemini elde edilir. Bu denkleme 'Sistemin Hareket Denklemi' de denmektedir. Bu bağıntıda bütün momentler SI birim sistemindeki moment birimi olan Nm ile ifade edilecektir. Bağıntıda :

$M_m$  : Üretilen motor momentini,

$M_Y$  : İş makinasının gereksinimi olan moment,

$M_S$  : Sürtünme momentini,

$M_i$  : İvme momentidir.

Bu momentlerden  $M_S$  ve  $M_Y$  ayrıca ele alınacaklardır. İvme momentini ise;

$$M_i = J \frac{d\omega}{dt}$$

$\frac{d\omega}{dt}$  : Açısal ivme

$\omega$  : Açısal hız olup [ rad / s ] biriminde,

$J$  : Eylemsizlik momenti olup  $Nms^2$  birimindedir.

$J$ 'nin birimi zaman zaman [  $Kgm^2$  ] olarak ifade edilir.

Buradaki Kg'mın [ Kg ] kütle olduğu hatırlanırsa;

$$1 Nms^2 = 1 Kgm^2$$

olduğu görülür.

## Sürtünme Momentinin Sınıflandırılması

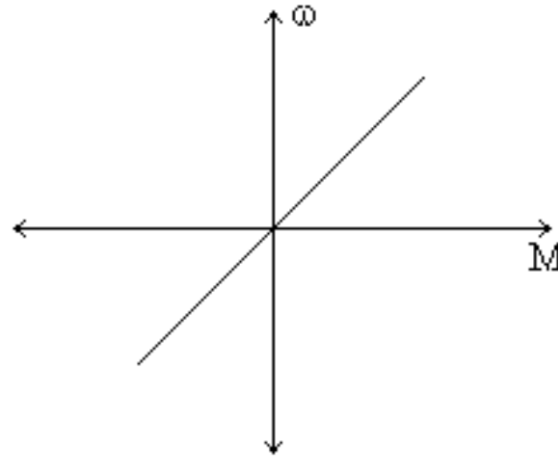
$M_s$  ile ifade edilen sürtünme momenti uygulamada üç değişik türe sahiptir. Bunlar;

### Viskoz Sürtünme (Viscous Friction - VF)

Grafikte görüldüğü gibi bu halde sürtünme momenti açısal hızla orantılıdır. Yani;

$$M_s = f\omega$$

olup, burada  $f$  sürtünme katsayısını temsil etmektedir. Birimi SI sisteminde (Nms) dir. **Yağ içerisinde döner harekette ortaya çıkar**



Şekil 2 VF nin Karakteristiği

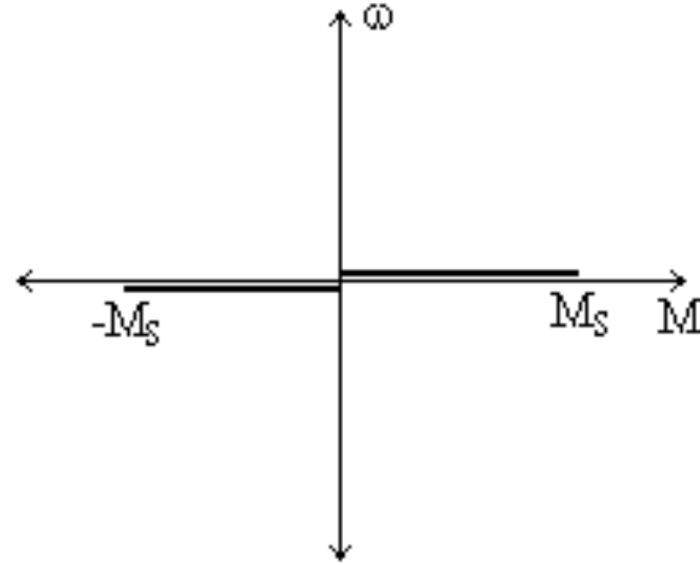
## Başlangıç (yapışma) sürtünmesi (Starting or Stiction Friction - SF)

Sıvılar özellikle yağ üzerinde duran bir düzlemi kaldırma esnasında hissedileceği gibi bir yapışma momenti olup hareket yokken hissedilmesi nedeniyle 'statik sürtünme standstill' olarak ifade edilir. Bağlantı olarak

$$M_S = M (\omega = 0)$$

ile ifade edilir.

Duran bir cismi hareket ettirirken başlangıçta, ilk hareket esnasında görülen zorluk örnek gösterilebilir.



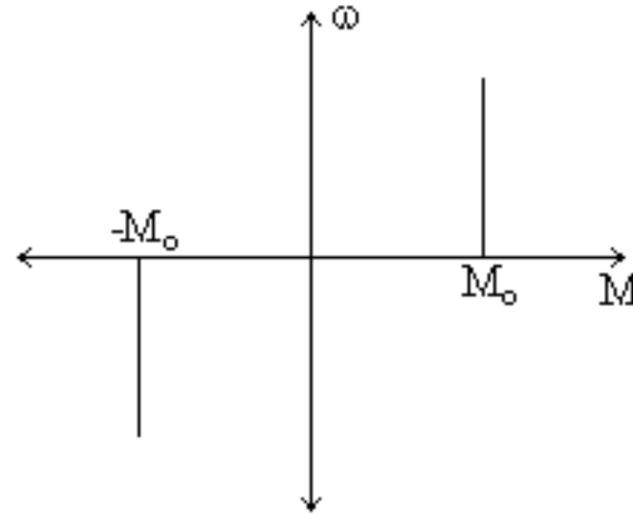
Şekil 3 : SF nin Karakteristiği

## Coulomb Sürtünmesi

Kuru sürtünme olup iki katı cismin birbiri üzerinde hareketi esnasında ortaya çıkar. Şekilden görüldüğü gibi bu moment hızdan bağımsız olmasına rağmen hızın yönüne bağlıdır. Dolayısıyla;

$$M_S = M_o \text{ Sgn} (\omega)$$

Bağıntısı ile ifade edilir.



Şekil 4 : CS nin Karakteristiği

## **Yük Momentinin Sınıflandırılması**

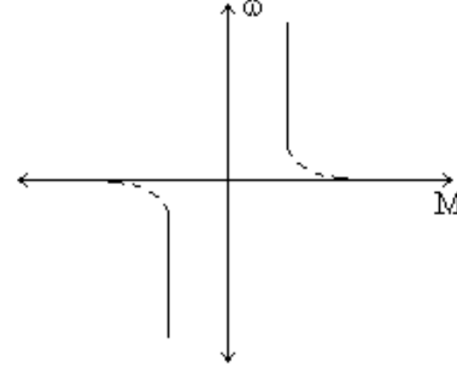
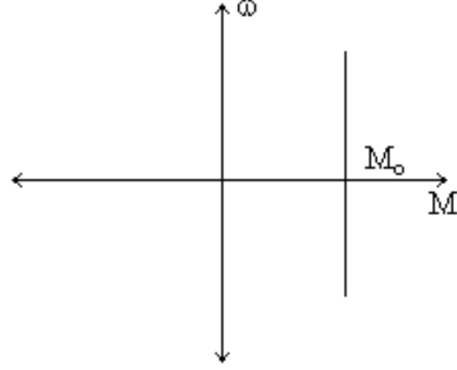
İş makinası karakteristiklerini ele almadan önce yük momentinin bir sınıflandırmasını yapalım. Bu moment iki sınıfa ayrılır. Bunlar;

### **a) Aktif Yük:**

Elektrik motorunu denge konumundan ayırma potansiyeline sahip yüke aktif yük denir. Şekilden görüldüğü gibi aktif yük durumunda moment hem değerce hemde yön itibarı ile hıza bağımlı değildir. Yer çekimi, elastik gövdeler veya yayların gerilme veya basıncı altında bulunan kütlelerin hareketi örnek olarak verilebilir.

Tepeye tırmanmakta olan bir trenin yükü çekerken yer çekimine karşı yaptığı işi aynı yükü aşağı indirirken de yapar. Dolayısıyla tepeye çıkarken yer çekimine karşı çekme kuvveti üretirken tren inerken aynı kuvveti frenleme için üretecektir.





Şekil – 1.13 : Aktif Yük Şekil – 1.14 : Pasif Yük

**b) Pasif Yük** Yönü her zaman hareketin yönüne ters olan momente pasif yük denir. Kuru sürtünme hareketi bu türe tipik bir örnek oluşturmaktadır. Şekil 1.14 e dikkatlice bakılırsa başlangıçta statik sürtünme momentinin daha sonra Coulomb Sürtünmesinin varlığı görülür.

## Mekanik Sistemlerde Güç İletim Elemanları

### a) Dişli Takımı:

Elektrik mühendisliğindeki transformatörlerin karşıtı durumunda olan dişli takımları transformatörler gibi gücün türünü değiştirmeksizin bileşenlerini değiştirir. Mekanik gücün bileşenlerinin Moment (M) ve açısal hız ( $\omega$ ) olduğu hatırlanırsa dişli takımının giriş kapısındaki M ile  $\omega$  çıkış kapısındaki M ile  $\omega$  den farklıdır.

Devir sayısını düşüren dişli takımlarına 'Redüktör' denmektedir. Uygulamada genellikle redüktörlerle karşılaşılmasına rağmen hız yükseltici veya hızı aynı tutmak üzere yön değiştirici dişli takımları da bulunur. Şekil – 1.15 de

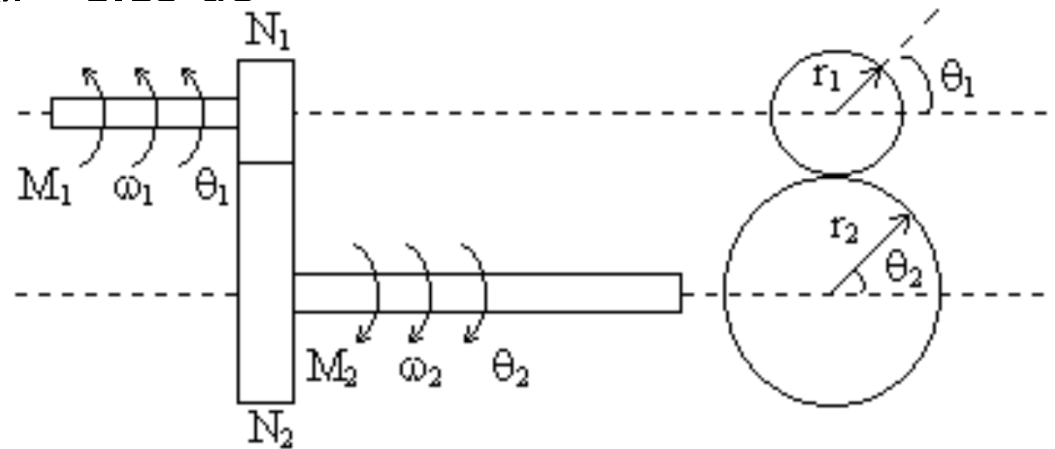
$\omega_1, \omega_2$  : Giriş, çıkış hızlarını

$M_1, M_2$  : Giriş, çıkış momentlerini

$N_1, N_2$  : Dişli sayısını

$r_1, r_2$  : Dişli yarı çaplarını

$\theta_1, \theta_2$  : Dönme açılarını



Şekil – 1.15 : Dişli Takımı

İdeal (kayıpsız) bir dişli takımı için

-Her iki dişlide dişler ve açıklıkları aynı olacağından

$$\frac{N_1}{r_1} = \frac{N_2}{r_2}$$

-Dönme esnasında kat edilen çevre uzunluğu aynı olacağından

$$r_1\theta_1 = r_2\theta_2$$

-Giriş gücü veya enerjisi çıkış gücüne veya enerjisine eşit olacağından

$$M_1\theta_1 = M_2\theta_2$$

$$M_1\omega_1 = M_2\omega_2$$

Bağıntıları elde edilir. Bu bağıntılardan

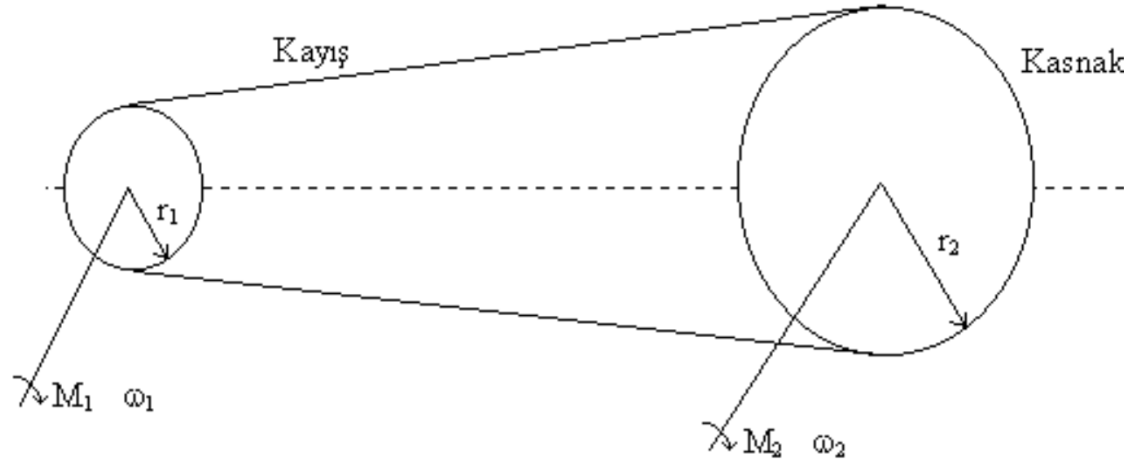
$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

temel bağıntı çıkarılır. Buradan kullanılan  $\ddot{u} = \frac{N_1}{N_2}$

oranına 'Dişli Dönüşüm Oranı' denir. Dişlilerle ilgili daha fazla bilgi için Makine Mühendisliği alanına giren 'Makine Elemanları' ile ilgili kaynaklara başvurulabilir.

## b) Kayış – Kasnak Sistemi

Kayış – Kasnak sisteminde kayışların; Belirli bir esnekliğe ve belirli bir sürtünmeye sahip olması istenir. Her iki etmende fazlalıklar enerji kaybına, noksanlıklar güç iletiminin kötü olmasına yol açar. Kasnaklarında yüzeylerinin pürüzsüz, kayışla belirli bir teması sağlaması ama onu yıpratmaması beklenir.



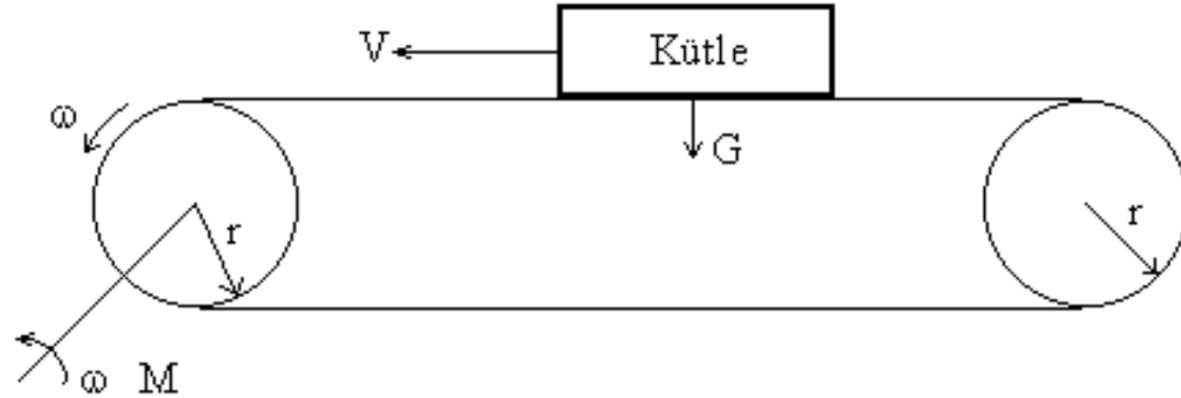
Şekil 1.16 : Kayış – Kasnak sistemi

Kayış – Kasknak sistemi kullanım amaçlarına göre ;

1. Kayış – Kasknak, her ikisi de dişli yapılarak 'Zamanlama' da, 'Eş Zamanlı Çalışmada' uygulamalarında kullanılır.
2. Çapları farklı kasknaklar kullanılarak hızı düşürüp momenti büyütmede kullanılır.
3. Kasknak çapları aynı olmak üzere kütle taşınmasında da kullanılabilir. Bu uygulamalarda kütle 'Kayış Bant' üzerine yerleştirilmiştir.

Bu ilkeyle çalışan sistemler

- Taşıma bantları (Konveyörler)
- Elevatörler
- Yürüyen merdivenler



Şekil – 1.17 : Taşıma Bantları

Şekil – 1.16 nın Şekil – 1.17 ye göre farklılığı sağ taraftaki kasnağın milinin olmamasıdır. Bu kasnak sadece hareketin gerçekleşmesini sağlar. Şekil – 1.16 deki sistem ideal (kayıp yok) ve kayışın kaymadığını varsayarsak, çalışmayı tanımlayan matematik bağıntılar, dişli takımındaki temel ilkeleri kullanarak

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{r_1}{r_2} \quad \text{dır.}$$

Şekil – 1.17 de ise,

G : Taşınan kütlenin ağırlığı

v : Taşınan kütlenin hızı olmak üzere

$M\omega = Gv$  dir. Ayrıca

$$v = r\omega$$

den mildeki moment ve eylemsizlik momenti

$$M = rG$$

$$J = mr^2 = (G/g)r^2$$

ile bulunur.

### c). Zincir – Dişli Çark Sistemi

Tipik uygulamasını bisikletlerde gördüğümüz bu sistem Şekil – 1.16 ya benzemekle beraber kayış yerine zincir, kasnak yerine dişli gelmiştir. Ancak burada da hareketi belirleyen temel bağıntı

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{r_1}{r_2} \text{ dır.}$$

Bu sistemde 'Kayma' olmamakla beraber zincirler, kayışlar kadar bir esnemeye sahip olmadıkları için herhangi bir gerilme durumunda kırılabilirler.

### d). Somun – Vidalı Mil Sistemi

Tipik uygulamalarını takım tezgahlarında (Torna, Planya, Freze) gördüğümüz bu sistemde de, esasta, dönel bir hareketi öteleme hareketine dönüştürmektedir. Somun üzerine yerleştirilmiş taşıyıcı tablaya G ağırlığı konulduğunda bulunan hareket hızı v ise Şekil – 1.17 için verilen

$$\frac{M}{G} = \frac{v}{\omega} = r \text{ bağıntısı da geçerlidir.}$$

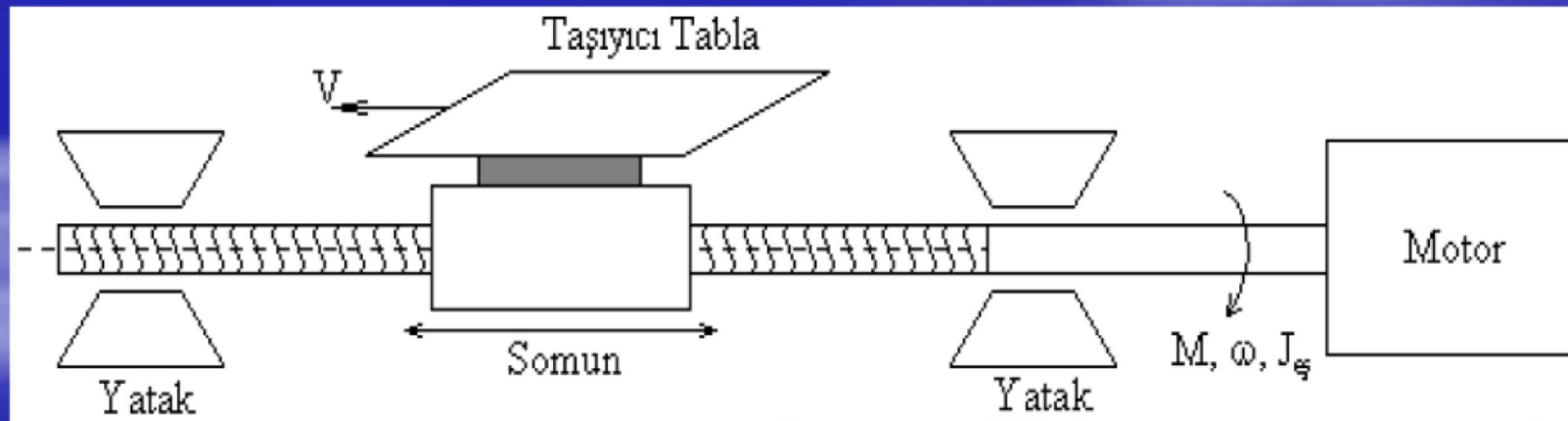
Burada  $r$  vidalı milin çapıdır. Vidalı milin bir tam dönüşü (tur) başına somunun aldığı yol  $L$  ise,  $r$  ile  $L$  arasında

$$2\pi r = L$$

bağıntısı bulunur. Böylece somunun belirli bir yerden itibaren  $x$  kadar hareketi,  $K$  milin dönme sayısı olmak üzere

$$x = KL$$

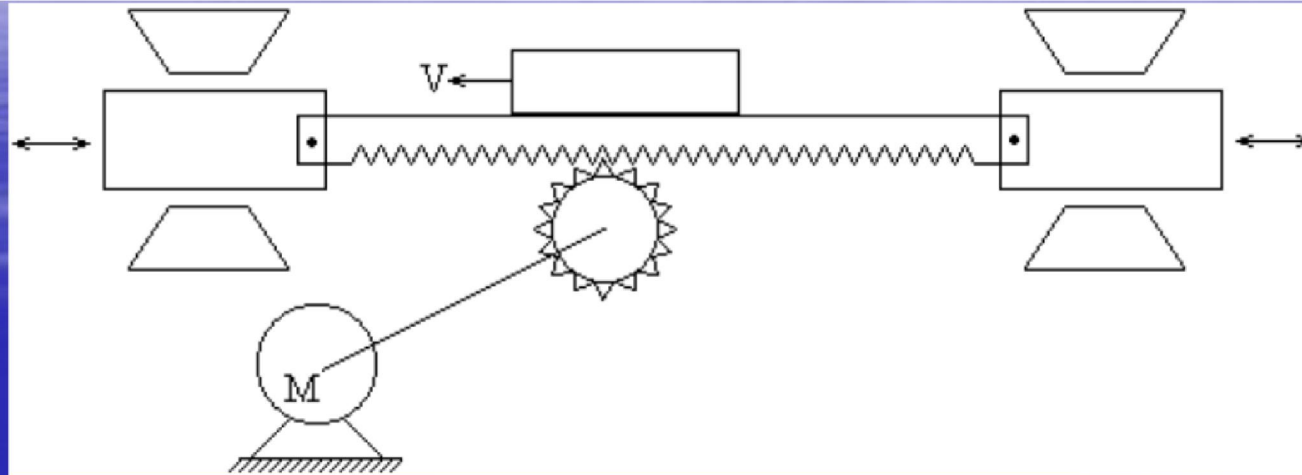
$$J_{eş} = mr^2 = \left(\frac{G}{g}\right)\left(\frac{L}{2\pi}\right)^2 = \left(\frac{G}{4g}\right)\left(\frac{L}{\pi}\right)^2$$



Şekil – 1.18 : Somun – Vidalı Mil



## e) Dişli Çark – Pinyon Sistemi



Şekil – 1.18 : Dişli Çark – Pinyon Sistemi

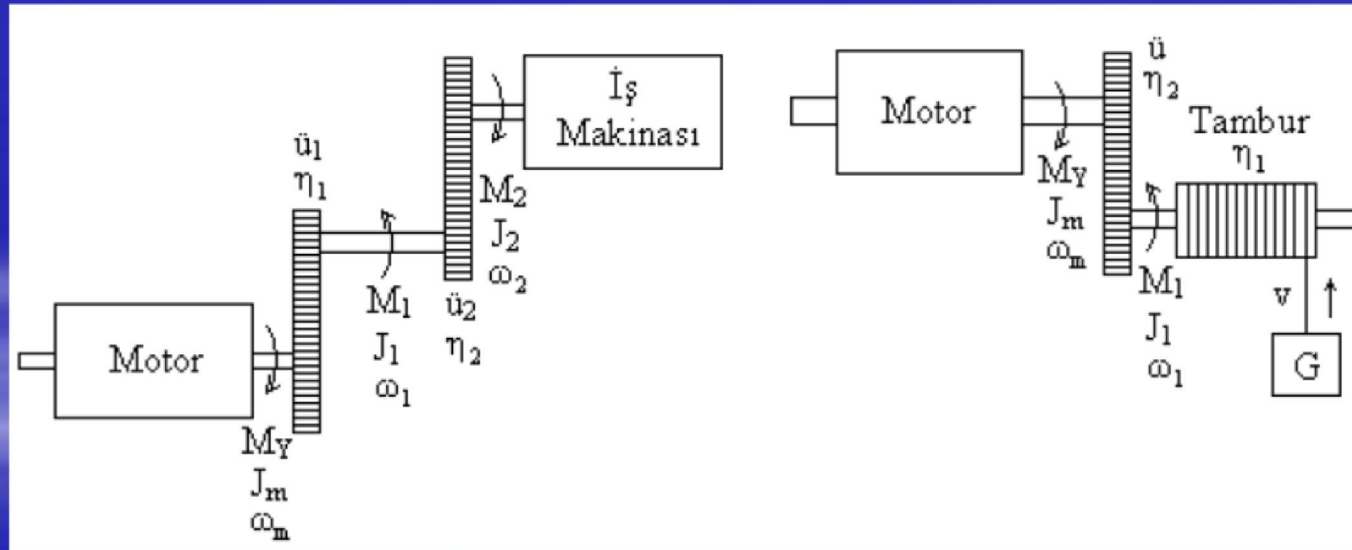
Somun vidalı mil sistemine benzeyen bu sistemde yine dönel hareketi ötelemeli harekete dönüştürür. İdeal bir durum için gerekli motor momenti, enerjinin sakınımı ilkesinden hareketle  $\omega M = Gv$  olarak Somun – Vidalı Mil Sistemindeki  $\frac{M}{G} = \frac{v}{\omega} = r$  bağıntısının aynısı elde edilir.

$$J = mr^2 = \left( \frac{G}{g} \right) r^2$$

$$\frac{M}{G} = \frac{v}{\omega} = r$$

## Yük Momentlerinin Motor Miline İndirgenmesi

Bir tahrik sisteminin hareket denklemini yazarken yük momenti  $M_Y$  nin motor mili ekseninde olduğu kabul edilmişti. Oysaki pratikte çoğu zaman bu böyle değildir. Örneğin, asansör tahriklerinde, torna tezgahlarında Şekil – 32 ve Şekil – 33 de görülen benzer bir durum vardır.



Şekil – 32

Şekil - 33

Şekil – 32 deki gibi bir sistemde  $M_2$  yük momentini motor miline indirgeyerek  $M_Y$  gibi bir moment elde etmek için enerjinin sakınımı prensibinden hareket edilir. Yani 1 s'lik bir zaman süresinde ara milindeki enerji dişli verimi  $\eta_2$  olmak üzere  $M_1\omega_1 = (M_2\omega_2)/\eta_2$  olur. Benzer şekilde birinci dişli takımının verimi  $\eta_1$  olmak üzere  $M_Y\omega_m = (M_1\omega_1)/\eta_1$  olur. Bu iki bağıntıdan

$$M_Y = M_2 \frac{\omega_2}{\omega_m} \frac{1}{\eta_1\eta_2}$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_m} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \frac{\omega_1}{\omega_m} = \frac{1}{\ddot{u}_1} \frac{1}{\ddot{u}_2}$$

olduğundan,

$$M_Y = \frac{1}{\ddot{u}_1\ddot{u}_2\eta_1\eta_2} M_2$$

olur. Burada  $\ddot{u}_1, \ddot{u}_2$  dişli çevirme oranlarıdır. O halde motor ile iş makinasının arasında n adet dişli sistemi varsa motor miline indirgenmiş yük momenti:

$$M_Y = \frac{1}{\ddot{u}_1\ddot{u}_2 \dots \ddot{u}_n \eta_1\eta_2 \dots \eta_n} M_2 \text{ olur.}$$

Şekil – 33 deki gibi bir sistemde yine enerjinin sakınımı prensibinden hareketle :

$$M_1\omega_1 = (Fv)/\eta_1 \text{ ve}$$

$M_Y\omega_m = (M_1\omega_1)/\eta_2$  dir. Bu iki bağıntıdan

$$M_Y = F \frac{v}{\omega_m} \frac{1}{\eta_1\eta_2}$$

Ayrıca R tamburun metre olarak yarıçapı ise kabinin doğrusal hızı açısından açısal hız cinsinden

$v = \omega_1 R$  olur. Eğer dişli çevirme oranının  $\ddot{u} = \frac{\omega_m}{\omega_1}$  olduğunda hatırda tutulursa indirgenmiş yük momenti

$$M_Y = \frac{1}{\ddot{u} \eta_1 \eta_2} FR$$

olur. Burada :

$\eta_1$  : Tamburun verimi

$\eta_2$  : Dişli takımının iş verimi

F : N kuvvet boyutundaki tambura sarılan halata gelen toplam kuvvet. Bunun değeri  $F = G$  :

Sabit hızlı harekette

$$F = G + ma = G + \frac{G}{g} a \quad : \text{İvmeli Harekette } a : \text{İvme} = \frac{dv}{dt}$$

## Atalet ve Savurma Momentlerinin Motor Miline İndirgenmesi

Sistemin hareket Denkleminde  $J$  ile belirttiğimiz atalet momenti motor mili üzerindeki atalet momenti idi. Gerçekte sistemin hareketli kısımlarının bir kısmı motor mili eksenini üzerinde değildir. Dolayısıyla farklı atalet momentlerine sahiptirler. Bunları motor miline indirgemek için kinetik enerjinin korunmasından faydalanacağız. Şekil – 32 de döner kısımların her birinin kendi eksenlerine göre atalet momentleri  $J_1$ ,  $J_2$ ,  $J_m$  olduğundan bunların kinetik enerjileri toplamına eşdeğer bir kinetik enerji

$$J \frac{\omega_m^2}{2} = J_m \frac{\omega_m^2}{2} + J_1 \frac{\omega_1^2}{2} + J_2 \frac{\omega_2^2}{2}$$

olur. Buradan motor miline indirgenmiş  $J$  atalet momenti bulunmuş olur. Dişli çevirme oranları kullanılırsa bu son denklem

$$J = J_m + \frac{J_1}{\ddot{u}_1^2} + \frac{J_2}{\ddot{u}_2^2 \ddot{u}_1^2}$$

Genel bir sistem için bu denklem

$$J = J_m + \frac{J_1}{\ddot{u}_1^2} - \frac{J_2}{\ddot{u}_2^2 \ddot{u}_1^2} + \dots + \frac{J_n}{\ddot{u}_1^2 \dots \ddot{u}_n^2}$$

olur. Burada  $J_m$  motorun kendi atalet momentidir. Savurma momenti ( $GD^2$ ) ile atalet momenti arasındaki  $GD^2 = 4gJ$  bağıntısı hatırdta tutulursa denklem motor miline indirgenmiş savurma momenti

$$GD^2 = (GD^2)_m + \frac{(GD^2)_1}{\ddot{u}_1^2} - \frac{(GD^2)_2}{\ddot{u}_2^2 \ddot{u}_1^2} + \dots + \frac{(GD^2)_n}{\ddot{u}_1^2 \dots \ddot{u}_n^2}$$

Şekil – 33 deki sistem için motor miline indirgenmiş atalet momenti

$$J \frac{\omega_m^2}{2} = J_m \frac{\omega_m^2}{2} + J_1 \frac{\omega_1^2}{2} + \frac{1}{2} mv^2$$

olup burada m doğrusal hareket yapan kısmın kütlesi, v de doğrusal hareketin hızıdır.  $v = \omega_1 R$  olduğundan yukarıdaki denklem :

$$J = J_m + \frac{J_1}{\eta_1^2} + \frac{mR^2}{\ddot{u}_1^2}$$

tamburun savurma momenti, kinetik enerjiden hareketle

$$GD^2 = 4gJ = 4gm \left( \frac{v}{\omega_1} \right)^2 = 4G_d \left( \frac{v}{\omega_1} \right)^2 = 4G_d R^2 \left( \frac{1}{\ddot{u}_1^2} \right)$$

olduğundan ( burada  $G_d = gm$  doğrusal hareket eden kısmın toplam ağırlığı ) Şekil – 33 deki sistem için motor miline indirgenmiş savurma momenti için

$$GD^2 = (GD^2)_m + \frac{(GD^2)_1}{\omega_1^2} + 4G_d R^2 \frac{1}{\omega_1^2}$$

olduğundan bu bağıntıda kullanılan büyüklüklerin boyutları :

G : Kg ağırlık

D : m olarak mil veya döner kütlenin çapı

R : m olarak mil veya döner kütlenin yarıçapı

v : m/sn olarak doğrusal hız

m : Kg kütle



## İş Makinalarında Güç Bağıntıları

Bu bölümde, iş makinalarından bazılarının sürülmesi için gerekli güç hesapları ele alınacaktır. Bunlardan, Elektrik Mühendisliğinde ayrı bir öneme sahip olmaları nedeni ile Asansörler Taşıma Bantları biraz daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır. <http://www.gtsasansor.com.tr/tr/halatliAsansor.asp>;

### **Asansörler**

Asansörler, yük ve insanları kılavuz raylar arasında hareket eden kabin, kabin yükü ve ilgili donanımlarını düşey doğrultuda taşımaya yarayan statik yapıdaki sistem olarak tanımlanabilir.

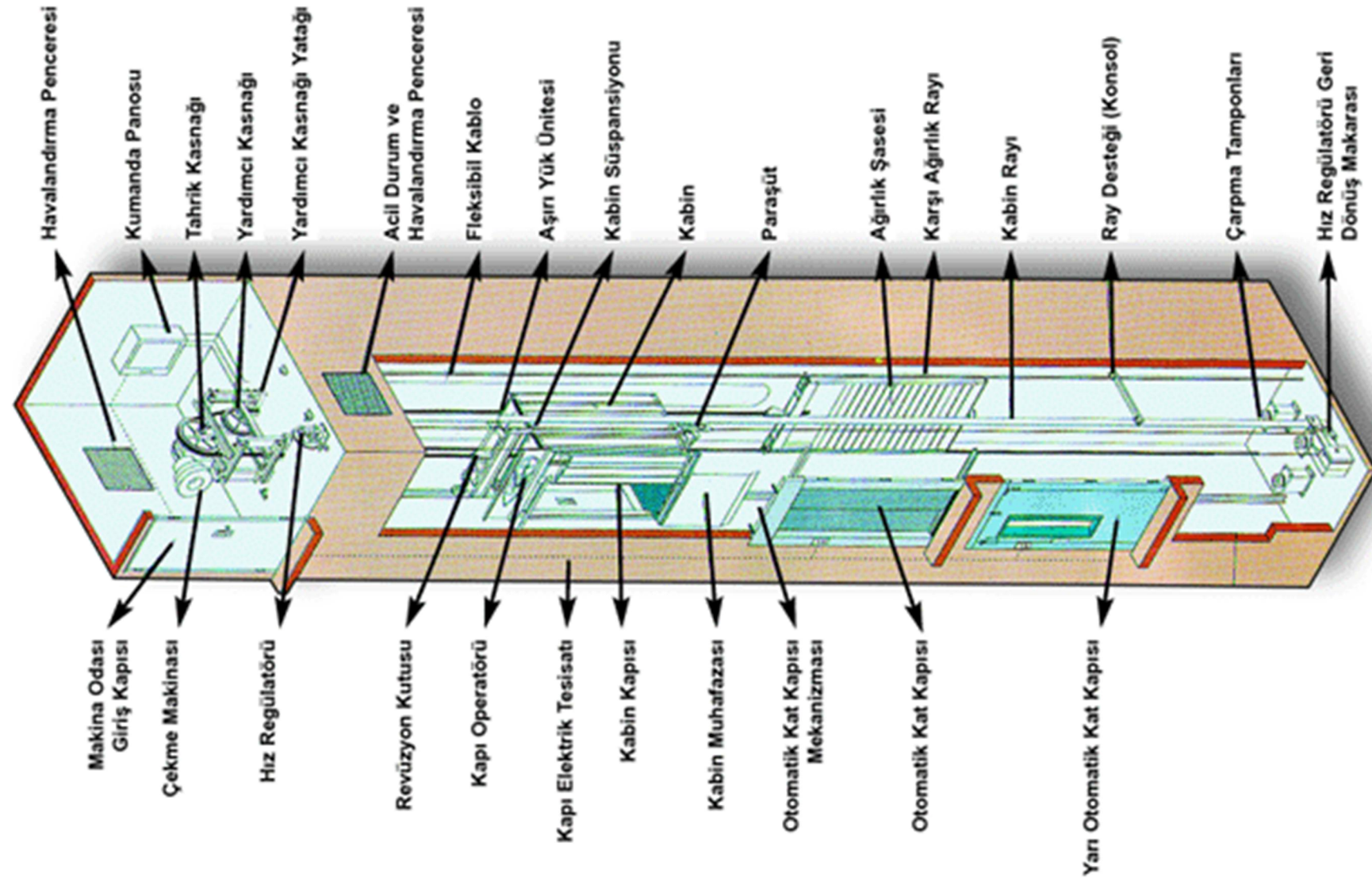
Asansörün donanım elemanlarını ayrı ayrı ele almadan önce sınıflandırılması yapılacaktır.

### **Sınıflandırılması :**

Asansörlerin kullanım amaçlarına, yapılarına, kumanda türlerine ve hızlarına göre sınıflara ayrılabilirler. Aşağıda görüleceği gibi bu sınıflarda kendi aralarında gruplara ayrılırlar.

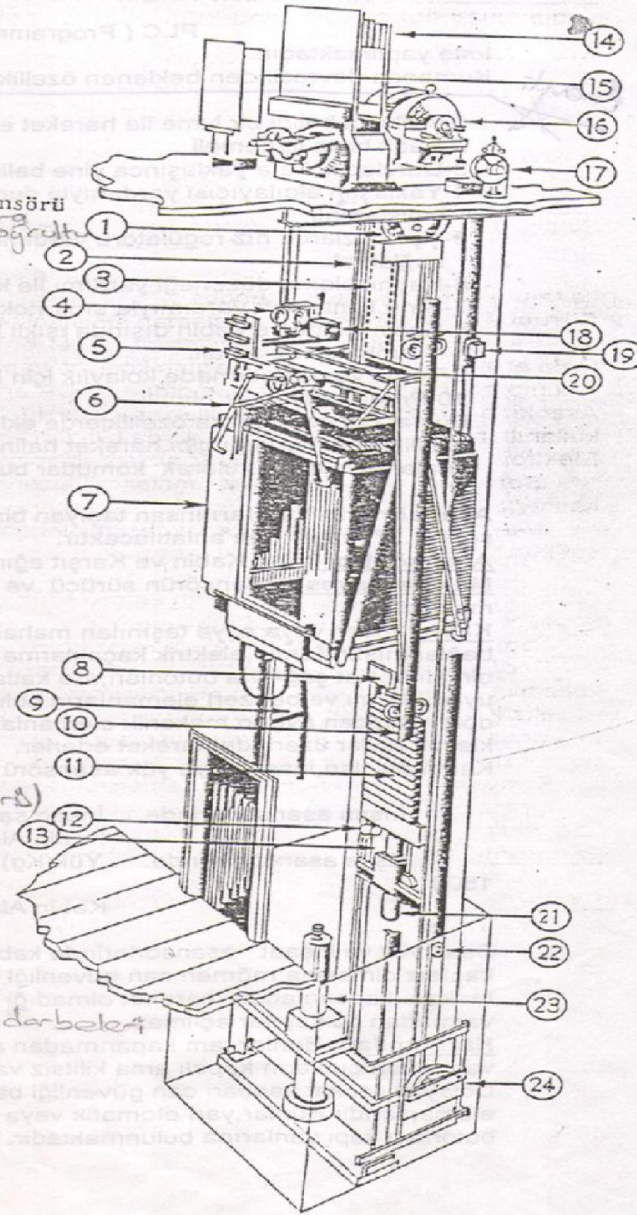


## ► Asansörün Genel Görünüşü



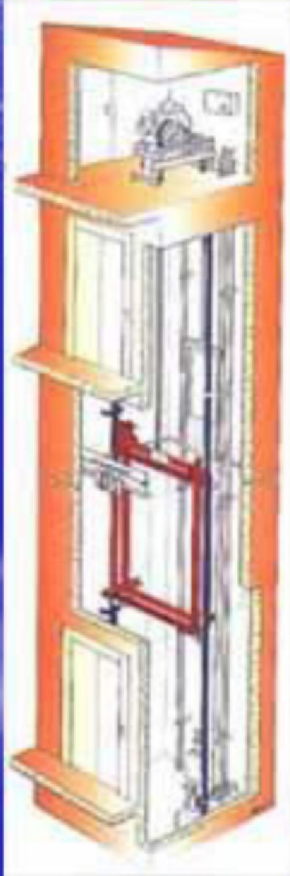
Şekil 3.1. Elektrikli Otomatik Yolcu Asansörü

1. Saptırma Makarası (Gelik hareketleri belirli bir doğrultu sağlar.)
2. Askı Halatları
3. Dişli Aktarma Düzeneği
4. Kabin Patenleri
5. Kat Hizalama Düzeneği
6. Otomatik Kapı Komutası
7. Kabin
8. Paraşüt Düzeni
9. Frenleme Kaması
10. Kabin Rayları
11. Karşı Ağırlık
12. Karşı Ağırlık Patenleri
13. Karşı Ağırlık Rayları
14. Komuta Tablosu (Kumanda panosu)
15. Kat Seçici (Kumanda panosunun bir parçası)
16. Elektrik Motoru
17. Hız Ayarlama Düzeneği (Hız regülatörü)
18. Durdurma Anahtarı
19. Üst Sınırdan Durdurma Anahtarı
20. Kabin Çerçevesi
21. Arş Ağırlık Amortisörü
22. Alt Sınırdan Durdurma Anahtarı
23. Kabin Amortisörü → Ani mekanik darbeleri söndürür!
24. Hız Ayarı Gergi Makarası

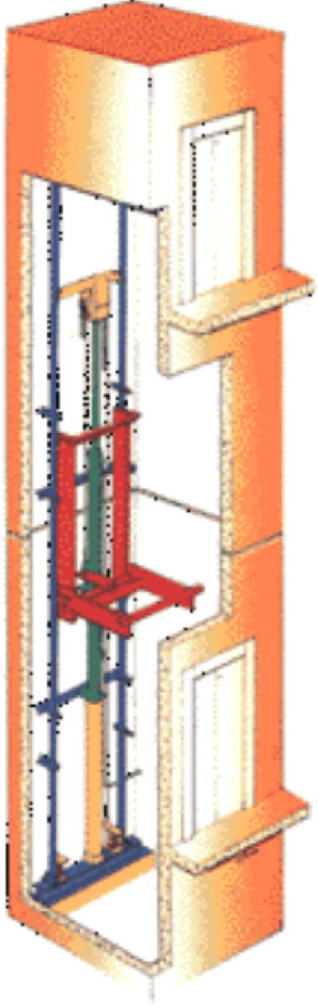


## REDÜKTÖRLÜ ASANSÖRLER

2.5 m/sn kadar yüksek hız imkanı sağlar



## HİDROLİK ASANSÖRLER



150 kg. - 10 Tona kadar olan tüm asansörlerde uygulama imkanı çatı ve tavan statifi zayıf binalarda (ahşap - tarihi yapılar) tek çözüm. Kuyu üzerindeki makine dairesi alanı soruna kesin çözüm. Elektrik kesilmelerinde, kabin içinde mahsur kalınmayıp otomatik olarak en yakın kata gelme özellikli. Aşağı istikamette motoru çalışmayıp, kabin ağırlığı sebebiyle aşağı indiğinden elektrik sarfiyatı yarı yarıya. Makina dairesinin aşağı oluşundan ve aşağı istikamette motor devre dışı kalmasından daha sessiz olması. Tam kat ayarı imkanı ile büyük yük asansörlerinde mükemmel uygulama. Monofaze motorlu tip seçeneği sayesinde özel villa ve özel projelere sonradan da uygulama imkanı.

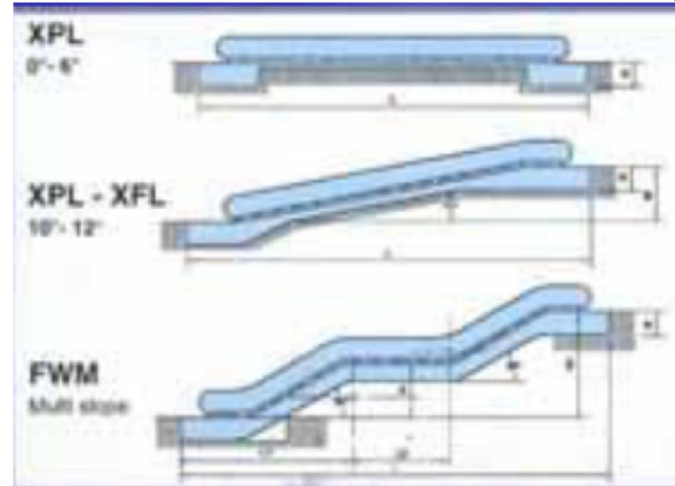


## YATAY ASANSÖRLER

Eđimli arazilerde tek çözüml. Kot farklarında insan nakli için çağdaş uygulama. Sınırsız taşıma kapasitesi. Yüksek seyahat hızı imkanı. (2.5 m/sn) ACVV ve VVVF hız kontrol ile güvenli seyahat. EN 81 Avrupa Birliđi standartlarında üretim. Hava düzenleyici imkanı. Tam Panoramiklik. Turistik projeler için kesin çözüml. Dađ, kış doğal hayat v.s. turizmi için geniş uygulama imkanı. Modern ve VIP projelerde prestij uygulama. Ekolojik düzen korumalı. Açık hava şartlarında tam uygulama Kapalı tünel içi projelere mükemmel uyum. Yüksek trafikte tam randıman. Eđimli arazilerde toplu taşımacılığa alternatif çözüml.



# YÜRÜYEN MERDİVENLER VE BANTLAR



## YÜK ASANSÖR KABİNLERİ



## **a) Kullanım amaçlarına Göre Asansörler :**

### **İnsan Asansörleri**

Genel olarak hızları 0.5 ila 2.5 m/s arasında olmasına rağmen hızlarına göre;

Alçak hızlı olanlar : Hızı 0.5 m/s den küçük olanlar

Orta hızlı olanlar : Hızı 0.5 – 1.2 m/s olanlar

Yüksek hızlı olanlar : Hızı 1.2 - 1.8 m/s olanlar

Çok yüksek hızlı olanlar : Hızı 1.8 m/s den büyük olanlar.

### **Hassas Eşya Asansörleri**

Hızları 0.25 m/s

### **Yük Asansörleri**

Hızları 0.4 – 0.6 m/s

### **Maden Kuyusu Asansörleri**

Maden kuyularından kömür veya cevheri çıkarmada kullanılırlar. Hızlar 0.4 m/s civarındadır.



## **b) Yapılarına Göre Asansörler**

### **Zincirli Asansörler**

Kabin kollar vasıtasıyla zincirlere bağlı olup zincir kopması durumunda kabinin düşmesini önlemek için zincir kılavuzlar arasına alınmıştır. Genellikle kısa mesafelerde büyük yükler için kullanılır.

### **Vidalı Asansörler**

Bir vidalı mil aracılığı ile kabinin hareketi sağlanır. Kabin vida üzerinden hareket ettiği için düşme söz konusu değildir. Kısa mesafede düşük hızlarda kullanılır.

## **Tamburlu Asansörler**

Bunlarda birer uçları tambura bağlı iki çelik halat kullanılır. Çelik halatların diğer uçlarına da kabin ile karşıt ağırlık bağlıdır. Bir çelik halat tambura sarılırken diğeri açılır. Bina kat sayısı arttıkça üzerinde yivlerin bulunduğu tamburun boyutları büyür. Bu bakımdan, yüksek binalarda tamburlu kullanılmaz bunların yerine kasnaklı türler kullanılır. Basit yapıdaki asansörlerde (genellikle inşaatlarda, üst katlara yerden malzeme iletmekte kullanılırlar) kullanılan tamburlarda tek çelik halat kullanılır. Çelik halatın bir ucu tambura bağlı iken diğer ucu bir makara veya kasnak üzerinden yükü taşıyan kabine bağlıdır. Bu türlerde karşıt ağırlık bulunmamaktadır.

## **Kasnaklı Asansörler**

Bunlarda bir tek çelik halat kullanılır. Çelik halatın bir ucuna kabin diğer ucuna karşıt ağırlık bağlı olup çelik halat kasnağa bağlı değildir. Bu türlerde ikiye ayrılır. Sonsuz dişli düzenekli olanlar : bunlar genellikle 1.8 m/s den küçük hızlarda kullanılırlar. Sonsuz Dişli düzeneği olmayanlar.

## **c) Hızlarına Göre Asansörler**

### **Tek Hızlı Asansörler**

Bunlarda, kabin tek bir hızla hareket eder. Kalkışı, gidişi ve duruşu tek bir hızla yapılır. Alçak yerlerde, yük taşımacılığında kullanılır.

### **Çift Hızlı Asansörler**

Yüksek yerlerde kullanılan bu türlerde kalkış ve duruş küçük hızlarda yükseliş büyük hızlarda yapılır.

## **d) Kumanda Türlerine Göre**

### **Elle Kumandalı Asansörler**

Daha çok eski tip asansörlerde karşılaşılır. Bunlarda hareket yönünü değiştirmek için motorun devir yönünü değiştiren anahtar (Şalter), kendisine bağlı bir ipin diğer ucunu kabinde bulunan görevli birisi (Asansörcü) çekince motorun devir yönü değişir. Böylece motorun kumandası sağlanır. Kat kapılarındaki butonlara basınca asansörcü, önünde bulunan tabloda yanan ışıklara veya sese göre kabini çağrılan kata doğru hareket ettirir.

## **Otomatik Kumandalı Asansörler:**

Bunlarda asansörün her türlü işlemler (kalkış, ilerleyiş, yükseliş, kat seviyelerinde hizalama ve benzeri tüm işlemler) otomatik kumanda devreleri ile sağlanır. Modern sistemlerde kumanda devrelerinin çalıştırılması ve koordinasyonu Mikroişlemciler veya PLC (Programmable Logic Controller) ile yapılmaktadır.

Kumanda devresinden beklenen özellikler aşağıda sıralanmaktadır.

1. Kalkışta belirli bir ivme ile hareket etmeli.
2. Sabit hızla ilerlemeli.
3. Durulacak kata yaklaşınca yine belirli bir ivme ile yavaşlamalı.
4. Yaklaşım algılayıcısı yardımıyla duracağı kata yaklaşınca mekanik frenleri çalıştırmalı.
5. Aşırı hızlarda hız regülatörü yardımı ile paraşüt sistemini çalıştırarak güvenliği sağlamalı.
6. Kat hizalama düzeneği yardımı ile kat seviyesini yakalamalı.
7. Sınır kontaklar yardımıyla sınır noktalarda durmalı.

8. Kabin içinde ve kabin dışında ışıklı işaretlerle kabin hareketinin seyrini takip imkanı sağlamalı.
  9. Tamir ve değiştirmede kolaylık için modüler yapıda olmalı.
  10. Programlanabilir olmalı.
- Bunlara benzer başka özelliklerde eklenebilir. Mikroişlemci veya PLC'ler yardımı ile bu özellikler sağlandığı gibi hareket halindeyken çağırma ve durma komutları sıralamaya tabi tutularak komutlar bu sıraya göre yerine getirilir.

## **Asansörlerin Yapıları**

İnsan taşıyan bir asansörün genel yapısı bir sonraki sayfada verilen şekil – 1.27 üzerinden anlatılacaktır.

## **Asansör Boşluğu**

Kabin ve karşıt ağırlığın içinde hareket ettiği boşluğa denir.

## **Makine Dairesi**

Asansörün sürücü ve otomatik kumanda sisteminin bulunduğu mahaldir.

## Kabin

İnsan ve eşya taşınılan mahal olup çelikten yapılmış iskeleti askı halatlarına bağlanmıştır. Zemin, elektrik kaçaklarına karşı güvenlik için yalıtkan malzeme ile döşemeli olmalıdır. Kat çağırma butonları, ara katlarda durma halinde çalışan alarm, ağırlık fazlalığı uyarı alarmı ve benzeri elemanların bulunduğu pano, kabin girişine yerleşiktir. Kabinler, dört noktadan uygun mekanik elemanlar (Pabuçlar veya küçük makaralar) yardımı ile kılavuz raylar üzerinde hareket ederler.



Kabin alanları, insan veya yük asansörü oluşuna göre değişir.

İnsan Asansörlerinde								
İnsan Sayısı	2	3	4	5	6	8	10	12
Kabin Alanı [m <sup>2</sup> ]	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.6

Yük Asansörlerinde								
Yük [Kg]	100	250	350	500	750	1000	1200	1500
Kabin Alanı [m <sup>2</sup> ]	0.3	1	1.3	1.6	2	3	4	5

Basit yük veya inşaat asansörlerinde kabin yerine platform kullanılır. Kabinler genelde kapısız olmasına rağmen can güvenliği bakımından kapılı yapılabilir.

Kabine girildiğinde bu kapı kapanmadan hareket olmadığı gibi gidilecek kata varınca da kat seviyesine tam varmadan bu kapılar açılmaz.