

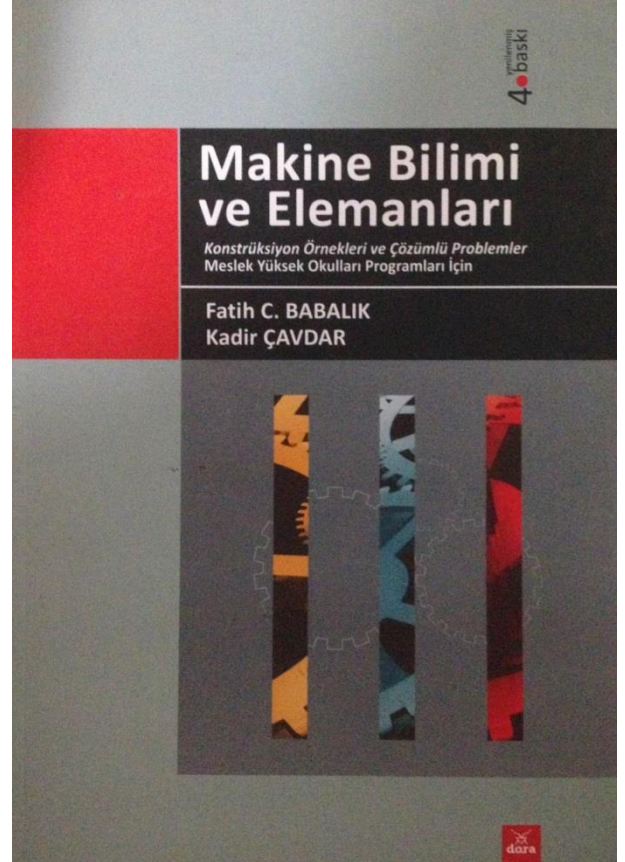
# MAD 222. MAKİNA ELEMANLARI

Ara Sınav ..... 50 %      Final ..... 50 %

## Dersin içeriği:

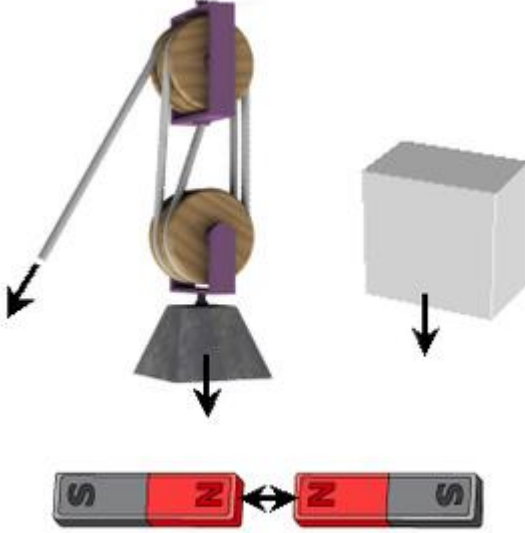
- Temel tanımlar ve kavramlar,
- Mekanik tahrik sistemlerinin esasları,
- Kaplin sistemlerinin tanımı ve esasları, hidrolik ve esnek kaplinler,
- Aktarma sistemlerinin esasları, dişli kutuları (redüktörler),
- Civata, somun, vida ve rondelaların kullanımı ve tipleri,
- Atölye mühendisliği ve ilgili makina ve teçhizatlar,
- Hidrolik ve pnömatik sistemlerin esasları, güç üniteleri,
- Maden Mühendisliğinde kullanılan makinelerin yapıları ve çalışma sistemleri,
- Makina bakımı ve erken arıza teşhis teknikleri.

## Kaynak yayınlar:



## Tanımlar

**Kuvvet:** İş yapabilmek için gerekli olan kaynak veya iş yapabilme yeteneğidir. Kuvvet, Fizik'te kütleli bir cisme hareket kazandıran etkidir. Hem yönü hem de büyüklüğü olan kuvvet vektörel bir büyüklüktür. Kuvvet "F" harfi ile gösterilir ve "dinamometre" denilen yaylı kantarla ölçülür. Birimi de Newton ya da  $\text{kg.m/s}^2$  ( $F=ma$ )'dir.



**İş:** Bir cisme bir kuvvet uygulayarak yer veya durumunda değişiklik yapmaktır. İş skaler bir nicelik olup birimi kuvvet çarpı uzunluktur. Dolayısıyla işin SI'daki birimi newton.metre (N.m) dir. Bu birim tek kelime ile yani joule (J) ile ifade edilir.

Yapılan iş enerjideki değişime eşit olduğu için işin birimiyle enerjinin birimi aynıdır.

- $1 \text{ N-m} = \text{kg m}^2/\text{sn}^2$
- $1 \text{ Joule (J)} = 1 \text{ N-m}$
- $1 \text{ Joule} = 0,239 \text{ Kalori (cal)}$  veya  $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$

**Enerji:** Bir cisim ya da sistemin iş yapabilme yeteneği, "yaratılan güç" anlamındadır. Doğrudan ölçülemeyen bir değer olup fiziksel bir sistemin durumunu değiştirmek için yapılması gereken iş yoluyla veya enerji türüne göre değişik hesaplamalar yoluyla bulunabilir. Enerjinin başka bir tanımı ise, iş ailesinden olup bir fiziksel sistemin ne kadar iş yapabileceğini belirleyen bir durum fonksiyonudur. Birimi, iş birimi ile aynıdır. ( $\text{N.m}=\text{J}$ ).

**Güç:** Birim zamanda yapılan işe güç denir. Aynı zamanda belli bir işi yapmanın hızıdır. Bu tanıma göre;

$$\text{Güç} = \text{İş/Zaman} = \text{KuvvetxYol/Zaman} = \text{KuvvetxHız} \dots\dots\dots \text{N.m/s}$$

Birimi Erg/s veya Newton.metre/saniye=Joule/s (J/s)'dir. Yaygın olan güç birimleri ise, Watt (W) ve beygir gücü (BG)'dür.

$$1\text{W} = 1\text{J/s} = 107 \text{ Erg/sn}$$

$$1\text{BG} = 745 \text{ W} = 0,745 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kJ} = 1 \text{ kW s} \quad 3600 \text{ kJ} = 1 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kW} = 1,341 \text{ BG (inç)} \quad 1 \text{ kW} = 1,36 \text{ BG (metrik)} \quad 1 \text{ kW} = 860 \text{ kCal/h}$$

### **Güç ve Enerji İlişkisi**

100 kW gücünde bir motorun 5 saatte tükettiği enerji ne kadardır.

Cevap =>  $5 \cdot 100 = 500 \text{ kWh}$ 'tir ve bu yanıt doğrudur.

Peki; kW = kJ/sn ise,

100 kW bir saniyede tüketilen enerjiyi temsil etmiyor mudur? Neden saniye ile  $5 \cdot 3600 \text{ sn}$  yapmıyoruz da sadece 5 saat ile çarpıyoruz.

Açıklaması:

$$\text{Elimizde olanlar} \quad \text{kW} = \text{kJ/sn} \quad \text{kWh} = 3600 \text{ kJ}$$

Motor gücü 100 kW ve 5 saat çalışıyor ve de tüketilen enerji soruluyor.

$$100 \text{ kW} = 100 \text{ kJ} \cdot \text{sn}$$

$$5 \text{ saatte tüketilen enerji} = (5 \cdot 3600 \text{ sn}) \cdot 100 \text{ kJ/sn} = 1.800.000 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}'\text{dü.}$$

Bu durumda motorun tükettiği enerji;

$$1.800.000/3600 = 500 \text{ kWh olur.}$$

**Bu nedenle W, kW ya da MW cinsinden verilen bir gücün belirli bir süre içinde ürettiği/tükettiği enerjiyi hesaplariken saat ile çarpabiliriz. Bunun sonucunda elimizde Wh, kWh ya da MWh cinsinden enerji miktarı olur.**

## **Enerji türleri ve kaynakları nelerdir?**

Enerji çeşitli şekillerde bulunabilir. Fakat bu şekillerin tamamı iki ana başlıkta incelenebilir. Bunlar potansiyel ve kinetik enerjidir.

**Potansiyel enerji:** Bir nesnenin konumundan dolayı, diğer nesnelere bağlı olan enerjisidir.

Depolanmış enerji ısı sebebi ile oluşan enerji olup, aslında molekül ve atomların kinetik enerjisi olarak da adlandırılır.

1. Yer çekimi Potansiyel Enerjisi: Bir kütle, bulunduğu yerden düşey konumdaki alt bir noktaya göre yüksekte ise, sahip olduğu enerjidir.
2. Isı (Termal) Potansiyel Enerji: Kömür, petrol, doğalgaz gibi yakıtların yakılmasıyla ısı enerjisi ortaya çıkmaktadır. Evlerimizde, kışın ısınmak, mutfak ve banyoda sıcak su elde etmek, yemek pişirmek için ısı enerjisinden sıkça faydalanılmaktadır.
3. Elektrik Potansiyel Enerjisi: Elektrik yüklemesi sebebi ile ortaya çıkan enerjidir. Yüklenmiş partiküllerin hareket enerjisidir.
4. Kimyasal Potansiyel Enerji: Kimyasal tepkime sonucunda ortaya çıkan enerjiye kimyasal enerji adı verilmekteyiz. Günlük hayatımızda sıkça kullandığımız pil ve aküler kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir.
5. Nükleer Potansiyel Enerji: Atom çekirdeklerinin kararsızlığı nedeni ile oluşan enerjidir. Bu durumdaki nesne, elektromanyetik dalga veya ışık yaydığı için yayınım enerjisi olarak da adlandırılır. Atom çekirdekleri tarafından depolanmış enerjidir.
6. Manyetik Potansiyel Enerji: Mıknatısın manyetik kuvvetinden dolayı oluşan enerjidir.
7. Elastik Potansiyel Enerji: Bir yay, lastik gibi esnek cisimlerin sıkıştırılması veya esnetilmesiyle depolanan enerjidir.

**Kinetik enerji:** Bir cismin hareketinden dolayı sahip olduğu enerjiye Kinetik Enerji denir.

1. Mekanik Enerji: Faydalı iş yapabilen hareket enerjisidir. Hareket enerjisi (kinetik enerji) bir iş yaptığında mekanik enerji olarak ortaya çıkmaktadır.

**Enerji kaynakları:** Başlıca enerji kaynakları şunlardır.

1. Rüzgar enerjisi (rüzgar türbinleri)
2. Hidrolik enerji (hidrolik santraller)
3. Isı enerjisi (termik santraller)
4. Petrol enerjisi (içten yanmalı motorlar)
5. Elektrik enerjisi (elektrik motorları)
6. Biogaz enerjisi
7. Güneş enerjisi
8. Nükleer enerji (nükleer santraller)

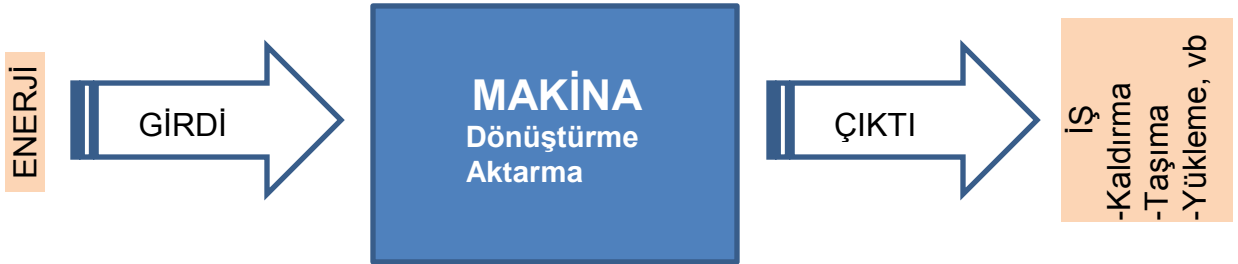
\* Rüzgar, Hidrolik, Güneş: Yenilenebilir enerji kaynakları

## Makina nedir?

Herhangi bir **enerji** türünü başka bir **enerjiye** dönüştürmek, belli bir **güçten** yararlanarak bir işi yapmak veya etki oluşturmak için **dişliler**, **yataklar** ve **miller** gibi çeşitli **makina elemanlarından** oluşan düzenekler bütününe denir.

Makinalar belirli bir işin gerçekleştirilmesinde ya da fiziksel bir işlevin yerine getirilmesinde, insan ya da hayvan gücüne yardımcı olmak veya tümüyle onların yerini almak için geliştirilmişlerdir. **Kaldıraç**, **eğik düzlem**, **çıkırcık** gibi **basit makinelerden**, modern bir **otomobil** gibi çok karmaşık sistemlere kadar geniş bir yelpaze içindeki aygıtları kapsarlar.

Makineler **ısı**, **kimyasal**, **nükleer** ya da **elektriksel enerjiyi mekanik enerjiye** dönüştürerek çalışabilir veya yalnızca kuvvetleri ve hareketi aktarma ya da uyarılma işlevi görebilir. Bütün makinelerde birer giriş ve çıkış donanımı ile uyarılma ya da dönüştürme ve aktarma donanımları vardır.



Giriş enerjilerini (*girdi*), **rüzgâr**, **akarsu**, **kömür**, **petrol** ya da **uranyum** gibi doğal kaynaklardan alan ve bu enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren makinelere **birincil devindirici** (primer motor) denir. **Yeldeğirmenleri**, **su çarkları**, **türbinler**, **buhar makineleri** ve **içten yanmalı motorlar** birincil devindiricilerdir.

Bu makinelerden elde edilen çıkış enerjisi (*çıkı*), çoğunlukla döner millerin aracılığıyla **elektrik üretici**, **hidrolik pompa** ya da **kompresör** gibi başka makinelere *girdi* olarak beslenebilir. Bu son üç aygıt ise **üreteçler** (jeneratör) sınıfına girer; bu aygıtların **çıkıtı** olan elektriksel, **hidrolik** ve **pnömatik enerjiler**, **elektrik**, **hidrolik** ya da **hava motorlarında** *girdi* olarak kullanılabilir. Bu **motorlardan**, **takım tezgahları** gibi malzeme işleme makineleri, paketleme ve taşıma makineleri ya da **dikiş makinesi** ve **çamaşır makinesi** gibi çeşitli türlerde **çıkıtlar** üreten makinelerin çalıştırılmasında yararlanır.

Birincil devindirici, üreteç ya da motor sınıfına girmeyen makineler ise **işlemci** (operatör makine) denir; işlemciler kategorisi, **hesap makinesi** ve **yazı makinesi** gibi elle çalıştırılan bütün aletleri kapsar.

Bazı durumlarda bütün kategorilerdeki makineler tek bir birim içinde toplanır. Örneğin, bir dizel-elektrikli **lokomotifte**, birincil devindirici **dizel motorudur**; bu motor **elektrik üreteci**ne güç sağlar, üreteç de tekerlekleri çeviren motorları çalıştırır.

## **Makina türleri**

Makinalar başlıca iki sınıfta toplanmaktadır:

1. **Kuvvet Makinaları**: Tabiatıta mevcut olan enerji çeşitlerinden doğrudan doğruya veya dolaylı olarak faydalanan makinalardır. Örneğin; türbinler, termik makinalar su ve sudan elde edilen buhar enerjisini kullanırlar. İçten yanmalı motorlar petrol enerjisini, elektrik motorları elektrik enerjisini vb. kullanırlar. Kuvvet makinaları, konstrüksiyonlarına uygun olarak enerji kaynaklarından sağlanan enerjiyi kullanarak iş üretirler. Genellikle bu makinalar herhangi bir enerjiyi mekanik enerjiye ve böylece işe çevirirler.
2. **İş Makinaları**: Kuvvet makinaları tarafından tahrik edilirler. Kuvvet makinaları tarafından kendilerine verilen işi, faydalı iş yapmakta kullanırlar. Bu iş, makina elemanlarını işlemek veya katı, sıvı ve gaz halinde bulunan cisimleri hareket ettirmek amacıyla kullanılır. Bunlardan bazıları; takım tezgahları (torna, freze, planya, matkap, vb.), tekstil makinaları, kazı makinaları (skreyper, dozer, loder, vb), taşıma makinaları (bantlı ve kovalı konveyörler, vb.), kaldırma ve iletme makinaları (krenler, vinçler, vb.), zemini sıkıştırma makinaları (silindir, tokmaklı sıkıştırıcılar, vb.), kompresörler, pompalar, vantilatörler ve diğer makinalardır. Kuvvet makinası olmadan bu makinalar iş yapamaz.

# TAB: MECHANICKS.

Fig 1 Lever of the 1<sup>st</sup> Kind

Fig 2 Lever of the 2<sup>d</sup> Kind

Fig 3 Lever of the 3<sup>d</sup> Kind

4 Composition of Motion

5 Composition of Motion

6 Mechanics Powers

7 Axis in Peritrochio

8 Gravity

9 Balance

10 Screw

11 Screw

12 Screw

13 Screw

14 Centre of Gravity

15 Centre of Gravity

16 Centre of Gravity

17 Centre of Gravity

18 Centre of Gravity

19 & 24 Centre of Gravity

20 Centre of Gravity

21 Centre of Motion

22 Centre of Oscillation

23 Centre of Oscillation

25 Central force

26 & 32 Centrobaryc force

27 Centrobaryc force

28 Centrobaryc force

29 Centrobaryc force

30 Motion

31 Motion

33 Motion

34 Motion

35 Steel Yard

36 Pendulum

37 Pendulum

38 Friction

39 Friction

40 & 45 Percussion & Velocity

41 Percussion

42 Percussion

43 Cylinder

44 Axis in Peritrochio

46 Projectile

47 Projectile

48 Projectile

49 Pulley

50 Pulley

51 Refraction

52 Wedge

53 Wedge

54 Weight

55 Weight

56 Weight

57 Solid of least Resistance

58 Inclined Plane

59 Inclined Plane

60 Inclined Plane

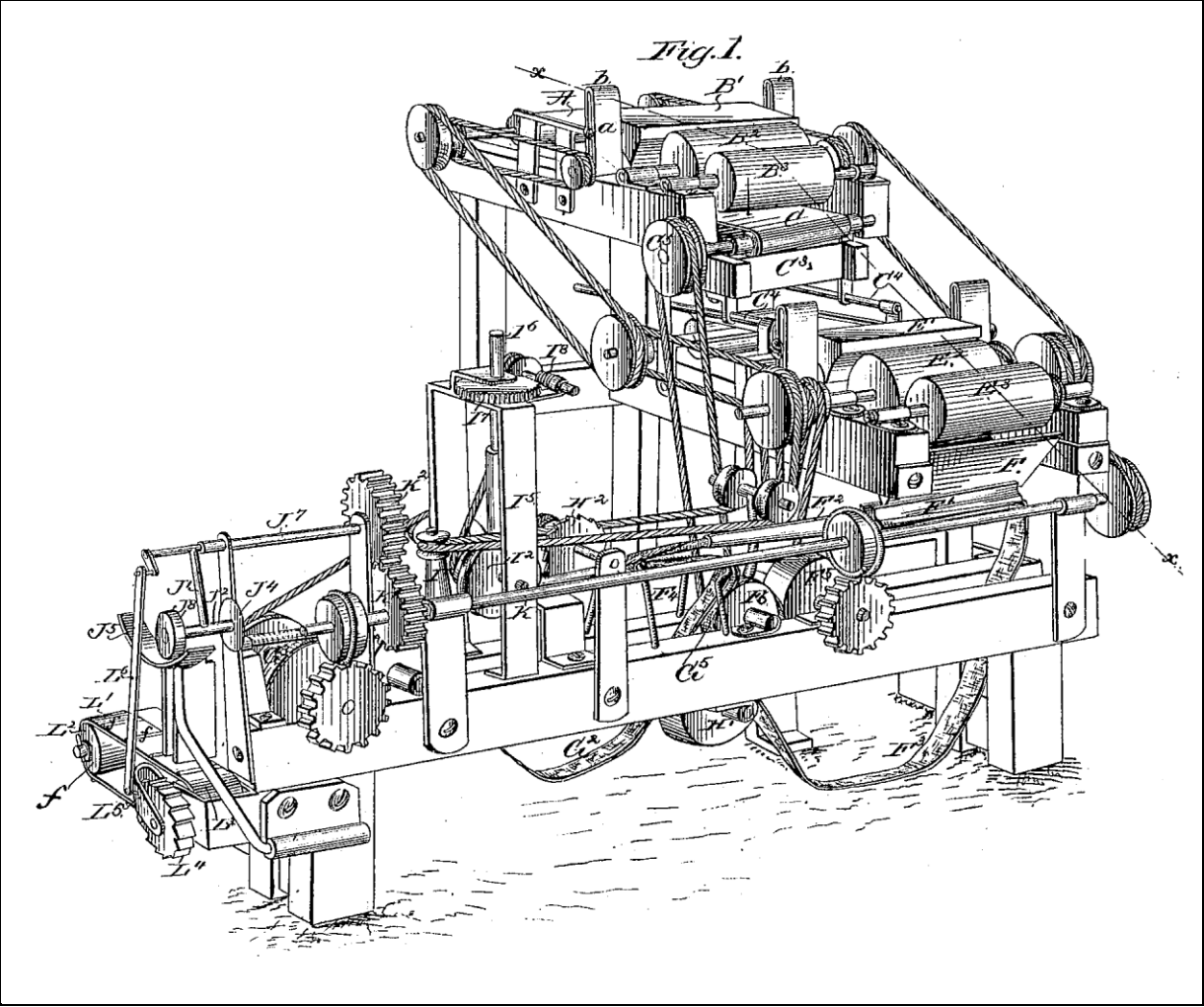
61 Wheel Acceleration

62 Acceleration

63 Angle

Hetcher Sculp

N<sup>o</sup> XI





## MAKİNE TASARIMINDA GENEL ESASLAR

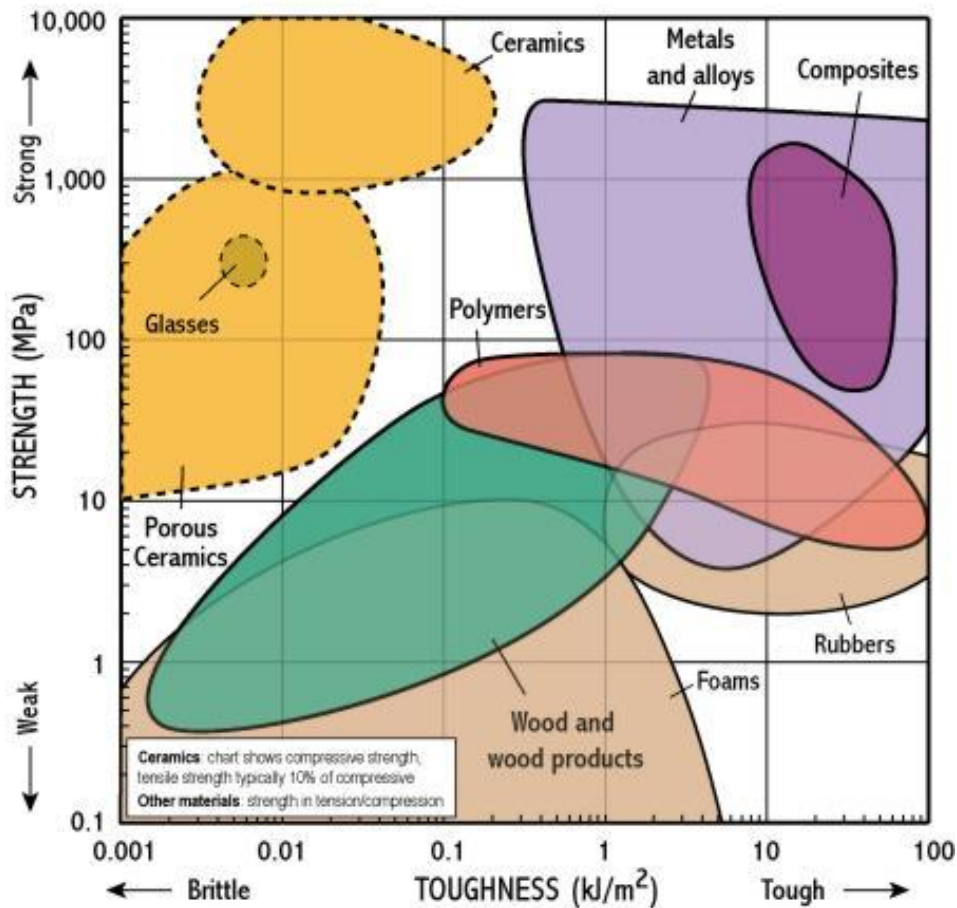
Fonksiyonellik, maliyet ve ekonomiklik, imalat, taşıma, bakım ve kullanım gibi farklı kriterlerin tasarım aşamasına önemli etkileri vardır. Bu kriterlerdeki beklentiler tasarımcıyı ve dolayısıyla üreticiyi zorlamaktadır.

**Fonksiyonellik:** Teknik bir yapıdan (makine, cihaz, yapı parçaları, vb) esas beklenti, kendisinden beklenen görevi (fonksiyonu) tam olarak ve sorunsuz yerine getirmesidir. Kriterler arasında en önemli olanıdır ve diğer kriterler bu kavrama katkıda bulunmalıdır.

**Emniyet:** Genel olarak, hatalı kullanım veya aşırı yükleme sebebiyle insana ve makineye yönelik tehlikelerin önlenmesidir ki bu da aynı zamanda tasarıma yönelik temel beklentilerden birisidir. Tasarımda uygun önlemler alınarak makineden kaynaklanabilecek tehlikeler önlenebilir.

**Ekonomiklik:** En önemli beklentilerden biridir. Satış başarısı üzerinde diğer etkenlerin yanında en belirleyici olanı, iyi bir **Fayda/Maliyet** oranıdır.

**Malzeme seçimi:** Farklı malzemelerin birbirinden farklı teknolojik özellikleri (mukavemet, yoğunluk, esneklik, sertlik, tokluk, vb) malzeme seçimini kritik hale getirir. Tasarımınız ne kadar iyi olursa olsun eğer kullanılan malzeme uygun değilse sonuç hüsran olur.



Eskiden mühendislikte kullanılan malzemeler genellikle metal ağırlıklı idi. Bugün ise kompozit malzemelerin gelişmesi ile birlikte daha hafif, daha dayanıklı ve ekonomik tasarımlar yapma imkanı ortaya çıkmış oldu. Mühendislik tasarımlarında çelik her ne kadar önde olursa olsun kompozit malzemelerin yanı sıra lastik, tahta, cam vs. de mühendislikte yoğun olarak kullanılan malzemelerdendir. Ancak mühendislikte kullanılan çelik dışı malzemeler çelik malzeme kullanımının sadece 7% si mertebesindedir.

**İmalat yöntemleri:** Endüstride günümüzde uygulama bulan farklı imalat yöntemleri (döküm, dövme, haddeleme, çekme, yapıştırma, vb) vardır. Her birinin kendine has avantaj ve dezavantajları parçanın şekillendirilmesi konusunda belirleyici etkiye sahiptir. Beklenen talep miktarı da imalatın ne şekilde (az sayıda üretim, seri üretim veya yığın üretim) yapılacağını belirler.

**İşleme:** Örneğin döküm parçaların yüzeyinin ham şekilde mi kullanılacağı veya özel bir işlemden geçirilip geçirilmeyeceği, hangi dış yüzey niteliğinin öngörüleceği ve bu niteliğe hangi yöntemle ulaşılabileceği açıklığa kavuşturulmalıdır. Tolerans/hassasiyet ne olmalıdır? Prensip olarak: **“Mümkün olduğu kadar kaba, gerekli olduğu kadar hassas”**

**Form verme:** İstenen teknik fonksiyonu yerine getirmesinin yanısıra estetik ve güzel görünüm de sağlanmalıdır.

**Montaj:** Makineyi oluşturan tüm parçalar ve bu parçaların birleşerek oluşturduğu yapı grupları, montaj işlemi basit ve uygun maliyetli olacak şekilde tasarlanmalıdır. Montaj işlemi belirli bir sıra izliyorsa bir montaj planı da sağlanmalıdır. Yığın üretimlerde montaj işlemi otomasyona izin verecek şekilde düzenlenmelidir. Aşınan parçaların değişimi kolay ve düşük maliyette olmalıdır.

**Taşıma:** Farklı taşıma (tren, tır, gemi, vb) taşıma olasılıklarına dikkat edilmelidir. Büyük ve ağır tasarımlar yerine parçalı, yerden avantaj sağlayan uygulamalar tercih edilmelidir.

**Kullanım:** Teknik bir ürünün kullanımı basit ve kolay anlaşılır olmalıdır. Kullanım araçları (kollar, butonlar, göstergeler, düğmeler, vs) kolay ulaşılabilir ve uygun sembollerle işaretlenmiş olmalıdır. Kullanıcı personelin iş alanı ergonomik koşullar dikkate alınarak şekillendirilmelidir.

**Bakım:** Bir tesisatın bakıma alınması genelde geçici olarak durdurulması anlamına gelir. Çalışmanın durdurulması, maliyet unsuru dikkate alındığında en az düzeye indirilmelidir. Dolayısıyla tesisattaki bakımı yapılması gereken tüm bölgeler kolay ulaşılabilir olmalı ve her bir aşınma olasılığı olan parça kolaylıkla değiştirilebilmelidir.

Çevreye uyum: Tasarım, çevreye ve insana zarar vermeyecek ve mümkün olabilecek en çok parçası daha sonra tekrar kullanılabilir (geri dönüşüme uyumlu) veya çevreye zarar vermeden ortadan kaldırılabilir şekilde tasarlanmalıdır.

Ürün maliyeti: Ürünün maliyeti tasarım dolayısıyla tasarımcı tarafından belirlenmiş olur. Bir makinenin tasarım ve planlama aşamaları, makinenin maliyetinin oluşumunda çok etkili olmalarına rağmen oluşan ürün maliyeti içerisinde önemli bir yüzdeye sahip değildir. Yani tasarımcı ve çalıştığı bölüm her zaman harcadığından çok kazandırır.

### **Standartlar ve Toleranslar**

Bir makinenin tasarımı sırasında benzer işlevi yerine getirecek elemanlar her seferinde yeni baştan boyutlandırılmazlar. Tekniğin gelişimi süreci içinde fonksiyonel yönden tatmin edici olgunluğa ulaşmış parçalar standartlaştırılır, boyutları ve diğer bazı özellikleri –herkes için bağlayıcı olacak şekilde- tespit edilir (örneğin civatalar). Bunlar ulusal (Türk Standartları, TSEK) yada uluslararası kurumlar (Uluslararası Standartlar, ISO) tarafından *Norm* veya *Standart* adı altında ilan edilerek duyurulur.

Norm-standart belirlemenin amacı; bilimsel, teknik, ekonomik ve idari alanlarda tanım, ürün, kural, yöntem birliği sağlamaktır. Bu sayede benzer ürünler aynı boyutta ve özellikte, dolayısıyla çok sayıda üretileceği için üretimde ucuzluk sağlanır. Hangi marka elektrik ampulü alırsak alalım, ampulün vidalı kısmı lambadaki yuvaya uyacaktır. Benzer şekilde yaşamımızın her alanında normlar ve standartlar vardır. Sembol, işaret, ad ve tanımları içeren normlar, geliştirme, hesaplama yöntemlerini içeren planlama normları, teknik ürünlerin şekillendirilmesine yönelik kuralları ortaya koyan konstruksiyon normları, parçaların boyutlarını belirleyen boyut normları, kontrol, muayene, ölçü normları gibi.

Teknik resmi çizilip atölyede üretimine başlanan bir parçanın boyutları, resimde verilen ölçünün aynısı olamaz. Resmin teknik sorumlusu resmini ölçülendirirken vereceği ölçülerin aynen gerçekleştirilemeyeceğini bileceğinden, izin verdiği sapmaların sınırını da belirtmek zorundadır. Sapmanın büyük olması imalatı kolaylaştırır, dolayısıyla ucuzlatır. Ancak sapma sınırları arasındaki mesafe parçanın işlevine ve diğer parçalarla montajına etki edecek kadar da büyük olmamalıdır. Parçanın işlevi açısından herhangi bir sakınca doğurmayan en büyük boyuta *üst limit*, en küçük boyuta da *alt limit* denir. Limitler arası fark ise **tolerans** olarak tanımlanır.

## MAKİNE ELEMANI İÇİN MALZEME SEÇİMİ

Makine elemanı için seçeceğimiz malzemeyi belirleyen faktörler:

- Makine elemanından beklenen görev, ve
- Üretim için sahip olunan teknolojidir.

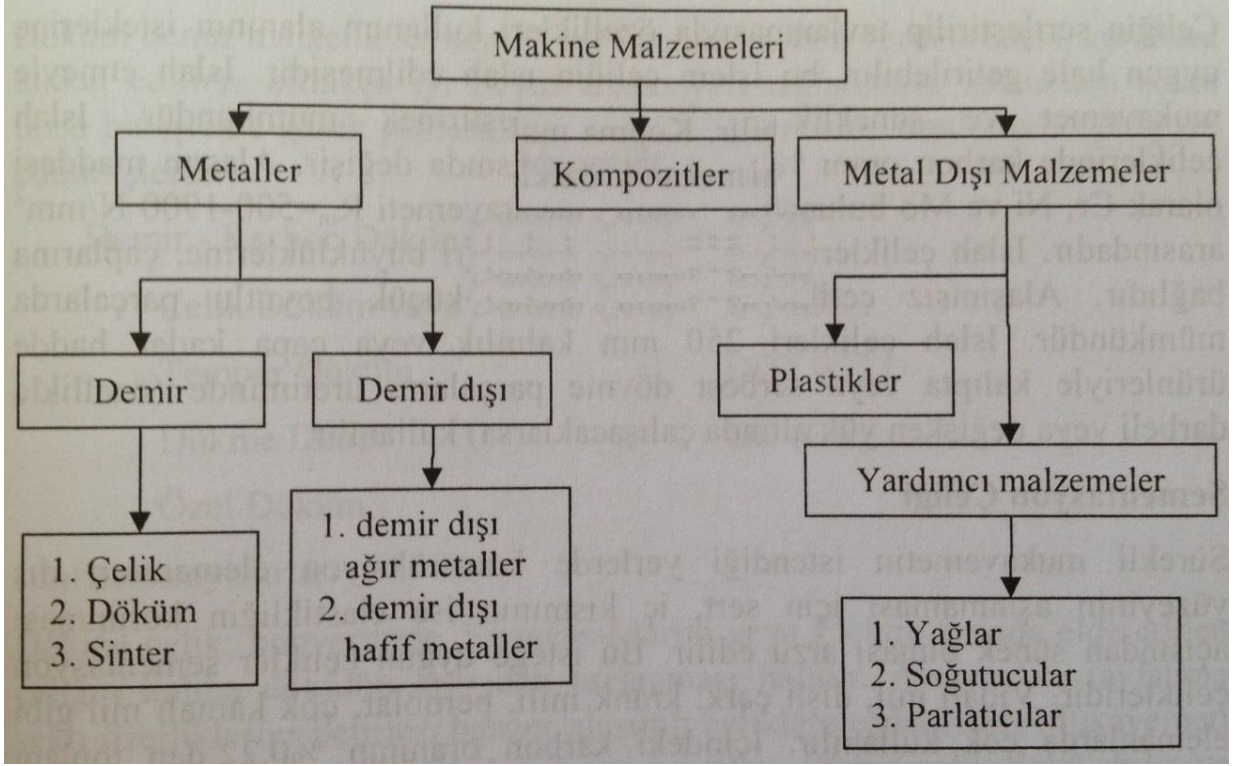
Günümüzde hemen her amaç için çok sayıda malzeme bulmak mümkündür. En doğru malzemeyi seçebilmek için sürekli olarak malzeme konusunda güncel bilgi sahibi olmak gerekir.

“En doğru malzeme” istenen şartları tam anlamıyla sağlayan en *ekonomik* malzemedir. Ucuz bir malzeme üretim teknolojimize uyuyor ve mukavemet beklentilerimizi sağlıyorsa, daha fazla emniyet sağlamak adına pahalı başka malzeme seçmenin anlamı yoktur, gereksiz bir ilave harcamadır.

Makine elemanının mümkün olduğunca sonsuz ömürlü olması isteği malzeme seçiminde temel kriter olarak alınmalıdır. Malzeme seçiminde dikkate alınan faktörler aşağıdaki şekilde verilmektedir.



Malzeme seçiminde dikkate alınan faktörlere ilave olarak son yıllarda malzemenin yeniden kullanılabilirliği (recycling) ve çevreye zarar vermemesi de dikkate alınır olmuştur. Günümüzde makine elemanlarının imalatında doğrudan veya dolaylı kullanılan malzemeleri 1) *metal malzemeler*, 2) *metal dışı malzemeler* ve 3) *kompozit malzemeler* olmak üzere üç grupta toplamak mümkündür.



**Çelik:** İçindeki karbon oranı %1,7 den az olan demirdir. İmalatta en önemli malzemedir. Başlıca katkı maddesi olarak karbon bulunan çeliklere **alaşimsız çelik** (yada karbon çeliği) denir. Mukavemet ve deformasyon açısından istenilen sağlanamıyorsa daha pahalı olan alaşımlı (Si, Mn, Al, Cu) çelikler kullanılır. Alaşım oranı %5'den az olanlar düşük alaşımlı, fazla olanlar da yüksek alaşımlı çelikler olarak adlandırılırlar.

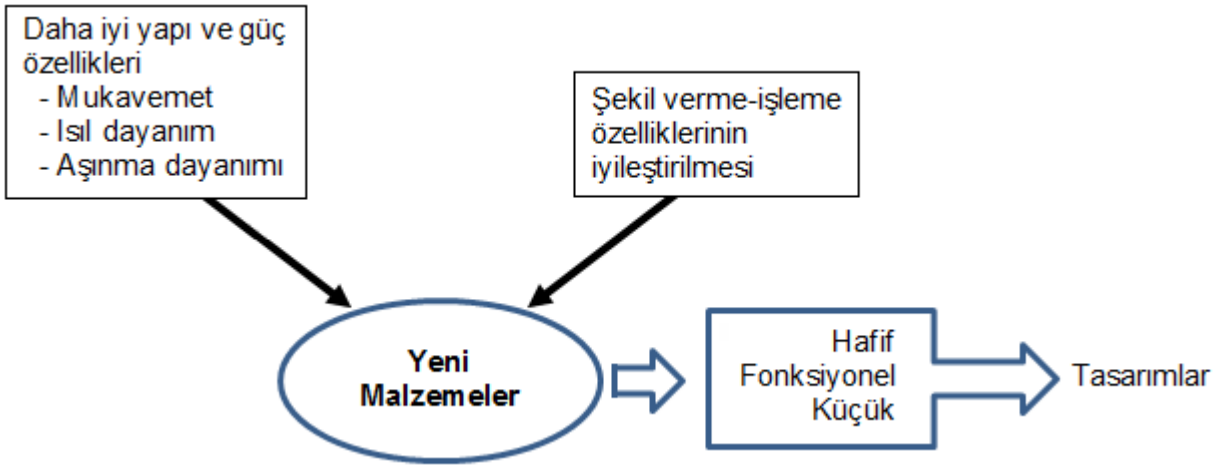
**Döküm:** İstenilen şeklin verilebilmesi, oldukça iyi boyut hassasiyeti sağlanması ve sonrasında fazla bir işleme gerek göstermemesi nedeniyle üretimde yaygın olarak kullanılmaktadır. Döküm malzemeler çelik döküm, temper döküm, dökme demir ve özel döküm olarak farklı sınıflara ayrılmaktadır.

**Sinter:** Çelik, pirinç, bronz, alüminyum, vb metal tozların preslenerek sıkıştırılması ve sonrasında (veya eş zamanlı) ısıtılması ile yüksek mukavemetli, gözenekli, boyut hassasiyetine sahip elemanlar üretilir.

Demir dışı malzemeler: Bunlar makine konstruksiyonlarında kullanılan alüminyum ve magnezyum gibi hafif metaller, bakır, çinko, kurşun ve kalay gibi ağır metallerdir.

Plastik malzemeler: Makine imalatlarında çeşitli plastik malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu plastik malzemeler 1) **Termoplastlar** (ısınma ve soğumada kimyasal değişime uğramazlar), 2) **Duroplastlar** (ısıtıldığında kimyasal değişime uğrarlar, sertleşirler), 3) **Elastomerler** (kauçuğa benzer, elastik-plastik davranışlıdır), 4) **Köpükler** ve 5) **Takviyeli Plastikler** (cam, asbest, bor, karbon elyafı ile takviye edilmiş termoplast, duroplast veya elastomerler) şeklinde sınıflandırılır.

Kompozit (Yeni) malzemeler: Bu malzemeler hem beklentileri daha iyi karşılamakta hem de kolay işlenerek sonuçta küçük, hafif ve daha fonksiyonel tasarımların ortaya konmasına imkan tanımaktadırlar. Teknik seramikler, yüksek dayanımlı plastikler, birleşik malzemeler, akıllı alaşımlar, plastik-metal karışımlar, metal köpükler kompozit malzemelerden bazı örneklerdir.



## MAKİNE ELEMANLARININ MUKAVEMETİ

Makine elemanı hangi makinede kullanılırsa kullanılsın, hangi malzemeden hangi boyutta üretilmiş olursa olsun aynı görevi yerine getiren elemanlardan her biridir. Makine elemanları genel olarak bağlama elemanları, elastik bağlama elemanları, destek elemanlar, yataklar ve kılavuzlar, kavramalar, mekanizmalar olarak sayılabilir.

Makine elemanına, makine çalışırken gelecek olan kuvvet ve/veya moment biliniyorsa, bu kuvvetin/momentin makine elemanının en tehlikeli kestinde oluşturacağı gerilmeler mukavemet kurallarına göre hesaplanır. Bu gerilme değerinin makine elemanının imal edileceği malzemenein yeter emniyetle taşıyabileceği, dayanabileceği emniyet gerilmesinden küçük olmalıdır. Eğer değilse bu durum sağlanacak şekilde makine elemanının boyutu büyütülmeli yada farklı bir malzemeden imal edilmelidir. Makine elemanına gelen yük (statik - dinamik) elemanda çeki, bası, eğilme normal gerilmelerini veya kesme, burulma, kayma gerilmelerinden birini veya birkaçını oluşturabilir.

Makine elemanlarında boyutlandırma hesaplarının iki amacı vardır:

- 1) Bir konstrüksiyonda öngörülen elemanın taşıması, iletmesi gereken kuvveti veya momenti, istenen süre boyunca *emniyetli* bir şekilde taşıyabilmesi için hangi malzemeden ve hangi boyutlarda imal edilmesi gerektiğinin belirlenmesi,
- 2) İmal edilmiş bir elemanın, düşünülen işletme şartları altında hangi kuvvet veya momenti emniyet sınırlarını aşmadan, ne kadar süre taşıyabileceğinin belirlenmesidir.

Her malzemenin dışarıdan etkiyen kuvvet ve momentlere karşı bir dayanma sınırı vardır; akma sınırı, kopma sınırı gibi. Ancak hiçbir zaman zorlamanın bu sınıra ulaşması arzu edilmez. Malzeme için karakteristik özellik olan bu sınır değerler, deneyimlerden elde edilmiş bir *emniyet katsayısına* ( $S= 1, 2, 3, \dots$ ), hatta can güvenliğini doğrudan etkileyen hallerde  $S=10$  bölünerek emniyet gerilmeleri olarak adlandırılan değerler elde edilir.

Malzemelerin dayanım (mukavemet) değerleri standartlaştırılmış numunelerle yapılan deneylerden elde edilir. Bu deneylerde numunenin hasara uğradığı andaki gerilmeler ölçülür. "Hasar" deyimini ile şunlardan biri anlaşılmalıdır.

- Sünek malzemelerde deforme olabilme sınırı aşıldıktan sonra veya gevrek malzemelerde yüksek yük nedeniyle kırılma kopması
- Kırılgan malzemenin baskı altında kayma kırılması
- Dinamik yük tekrarından dolayı yorulma kırılması
- Esnek malzemelerde sınır üstünde yükün kalıcı deformasyon oluşturması

Burkulma da bir hasar şeklidir.

## Gerilme Türleri:

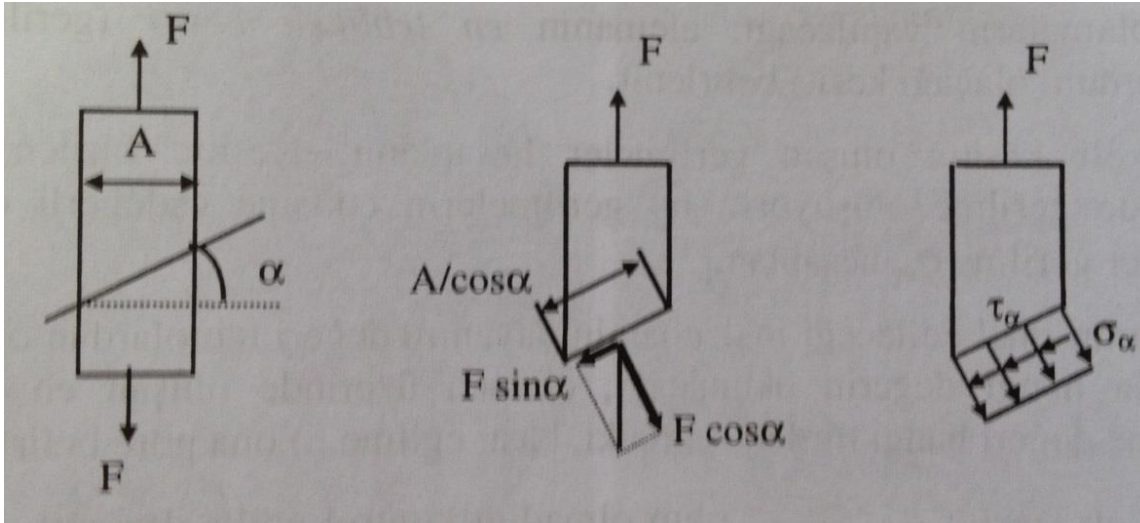
Makine elemanına etkiyen dış yükler elemanda farklı gerilmeler (birim yüzeye düşen yük) ortaya çıkarır. Malzemenin dış yüklerle dayanıp dayanmayacağı bu gerilmelerin doğru şekilde hesaplanması ile bilinebilir.

Kesit alanı  $A$  olan bir çubuğun iki ucundan  $F$  kuvveti ile çekildiğinde yatayla  $\alpha$  açısı oluşturan kesit düzleminde normal gerilme (kesit düzlemine dik) ve kayma gerilmesi (kesit düzlemi üzerinde) oluşmaktadır. Bu gerilmeler;

Normal gerilme ( $\sigma_\alpha$ ) =  $F \cdot \cos \alpha / (A / \cos \alpha)$  eşitliğinden,

Kayma gerilmesi ( $\tau_\alpha$ ) =  $F \cdot \sin \alpha / (A / \cos \alpha)$  eşitliğinden

hesaplanır.

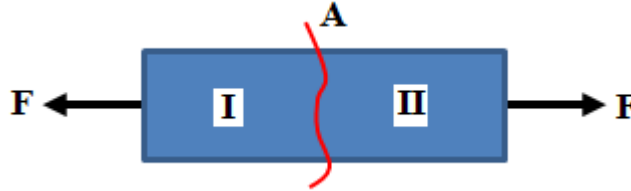




## Temel Yükleme (Gerilme) Türleri:

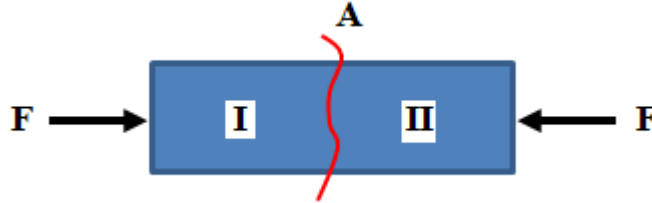
### 1) Çekme (çeki) Gerilmesi:

Dışarıdan etkiyen F kuvvetleri A kesitinden I ve II parçaların ayırmaya çalışmaktadırlar. Örneğin asansör kabininin halata uyguladığı kuvvet sonucu halatta çekme gerilmeleri oluşur.  $\sigma_c = F/A$  (N/mm<sup>2</sup>)



### 2) Basma (bası) Gerilmesi:

Dışarıdan etkiyen F kuvvetleri çubuğu bu kez basılmaya zorlamakta ve boyunu kısaltmaya çalışmaktadır.  $\sigma_b = F/A$  (N/mm<sup>2</sup>)



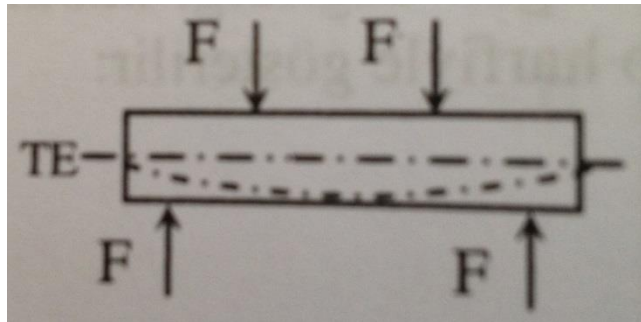
### 3) Eğilme Gerilmesi:

Dış kuvvetler eleman üzerinde bir kuvvet çifti (Eğilme momenti,  $M_e$ ) ve bunun yanında kesme kuvvetine neden olmaktadır. Çubuğun tarafsız eksen (TE, orta eksen) kuvvet çiftinin etkisiyle eğilebilir, kesitte normal gerilmeler oluşur.

$$\sigma_e = M_e/W_e = M_e \cdot e/I \quad (\text{N/mm}^2)$$

$W_e$ : Eksenel direnç momenti ( $=I/e$ )       $I$ : Eksenel atalet momenti

$e$ : Tarafsız eksene (TE) olan uzaklık



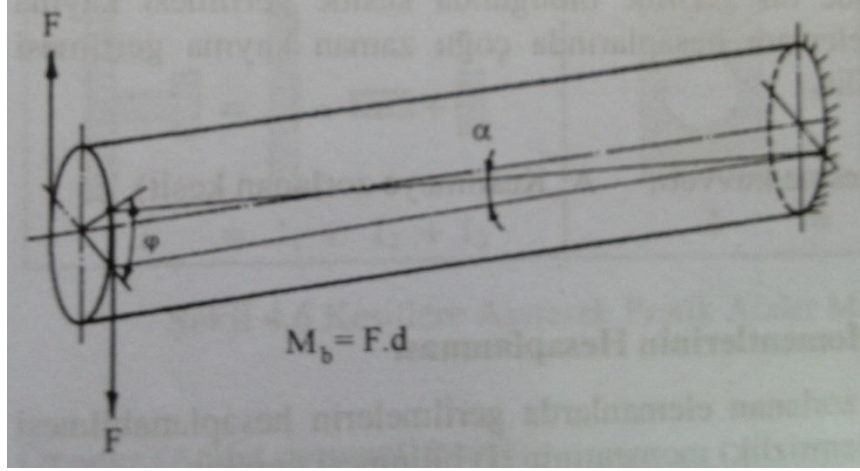
#### 4) Burulma Gerilmesi:

Bir kiriş, çubuk veya mil iki ucundan karşı yönlerde yönelik birer kuvvet çifti ile zorlandığında kuvvet çiftlerinin oluşturduğu momente dik kesitler burulmaya zorlanır.

$$\tau = M_b \cdot e / I_p$$

$M_b$ : Burulma momenti ( $=F \cdot d$ )       $I_p$ : Kutupsal atalet momenti

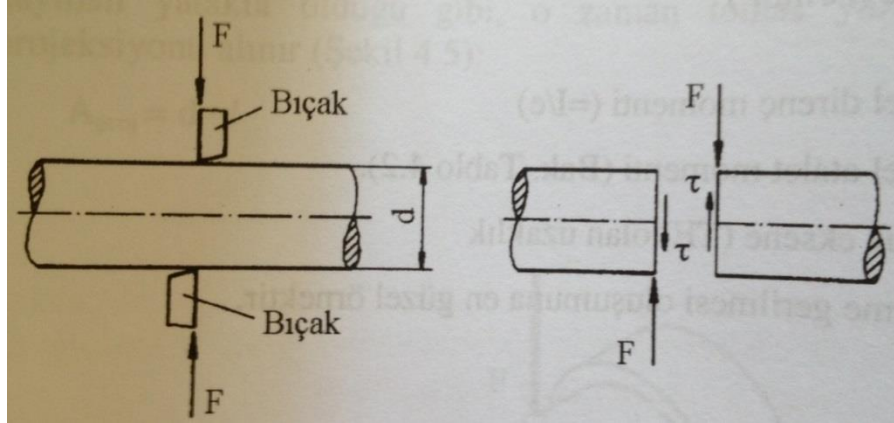
$e$ : Tarafsız eksene (TE) olan uzaklık



#### 5) Kesme Gerilmesi:

Kesme kuvvetleri etkidikleri noktada kesme gerilmesine neden olurlar.

$$\tau = F/A \quad (F: \text{Kesme kuvveti}, A: \text{Kesilmeye zorlanan kesit alanı})$$



## GÜÇ AKTARIM SİSTEMLERİ

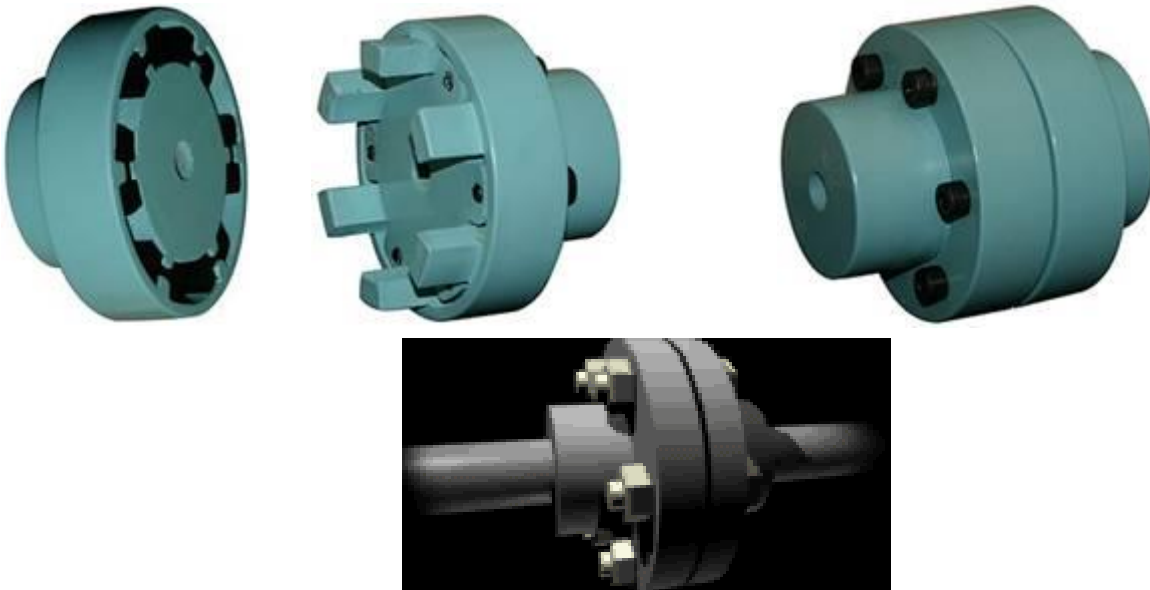
Genel anlamda irtibat elemanlarının görevi, güç kaynağı olan motor veya döndüren eleman ile döndürülen eleman arasında irtibat sağlamak ve bu şekilde hareketi iletmektir. Mekanik irtibat elemanları olarak pratikte **kaplinler ve kavramalar** kullanılmaktadır. Kaplinlerde bağlantı, mekanik bağ ile gerçekleştirilir. Bu nedenle iki mil arasındaki irtibatı sağlamak veya kesmek, mekanik bağlantı elemanının takılıp sökülmesi ile yapılır; bu da ancak döndüren mil dururken mümkündür. Kavramalarda ise irtibat, mekanik veya fiziksel bir olaya (genellikle sürtünme olayına) dayanmaktadır; şöyle ki döndüren mil döndüğü halde istenildiği zaman irtibat sağlanabilir veya kesilebilir.

### KAPLIN NEDİR?

Kaplin bir güç kaynağında üretilen dönme hareketini ve dolayısıyla momenti bir başka sisteme (makine, pompa, redüktör, konveyör, vb) aktarma elemanıdır. Bu görevi yapan bir kaplin aynı zamanda:

- 1- Güç kaybına veya balanssızlık sebebiyle arızaya sebep olmamalı
- 2- Sistemde oluşabilecek vibrasyonları, vuruntuları, gerisindeki motora geçirmemeli
- 3- Sistem sıkışma veya kırılma sebebiyle arızalandığında motoru korumak üzere kırılarak sigorta görevi yapmalı
- 4- Sistem normal çalıştığı sürece uzun yıllar bozulmadan kırılmadan ve minimum bakım gerektirecek şekilde ölçülendirilmiş, tasarlanmış ve uygun malzemelerden imal edilmiş

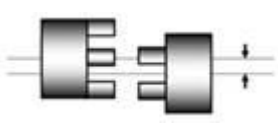
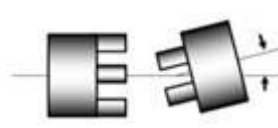
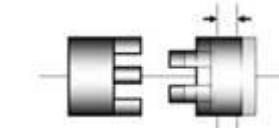
olmalıdır.





Kaplin bir hareketi diğerk bir ekipmana iletmek için kullanılan makina parçasıdır. Bu hareketi iletme esnasında mekanik titreşimleri ortadan kaldırmak için kaplin lastiği denilen titreşim sönümleyici bir malzeme kullanılmak zorundadır. Kullanılmadığı taktirde otaya çıkacak mekanik titreşimler makinaya zarar verebilir ve kulağa hoş gelmeyen sesler üretebilir.

Makinalarda emniyetli hareket iletiminde önemli bir görevi olan; sistem içerisinde belki en basit, takıldığı makinaya göre de en ucuz eleman gibi görünen kaplinler; seçiminde, montajında dikkatli davranılmadığında üretimin en pahalı elemanı haline gelir. Monte edildiği makinanın sık durmasına sebep olur. Tüm makinalı çalışmalarda (özellikle endüstriyel) üretim zincirindeki bir halkanın aksaması tüm sistemi durduracağından, kaplinlerin seçimi montajı ve kontrolleri son derece önemlidir. Burada yapılan hatalar nedeniyle işletmelerde üretim kesintileri olur, kayıplar artar.

NERELERDE KULLANILIR		
		
<b>EKSENEL KAÇIKLIK</b>	<b>AÇISAL KAÇIKLIK</b>	<b>YATAY KAÇIKLIK</b>

### Kaplin seçimi nasıl yapılır?

Bir motorun veya motorla tahrik edilen bir redüktörün ortaya çıkarttığı burulma momenti aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$\text{Burulma momenti} = (\text{Motor Gücü} / \text{Kapline bağlı milin dönme hızı}) \times 9550$$

Bu formülde 9550 rakamı sabit bir sayıdır. Motor gücü kilowatt, milin dönüş hızı dakikadaki devir sayısıdır. Burulma momentinin birimi Nm (Newton-metre) olarak elde edilir.



KAPLIN TÜRLERİ (COUPLINGS TYPES)								
REV/MİN	70	90	110	130	150	180	230	280
100	0,3	0,8	1,7	3,3	6,3	9,9	20,8	32,9
200	0,7	1,7	3,4	6,6	12,5	19,8	41,7	65,7
400	1,3	3,4	6,7	13,1	25,0	39,7	83,3	131,4
600	2,0	5,0	10,1	19,7	37,6	59,5	125,0	197,1
720	2,4	6,0	12,0	23,5	45,0	71,3	149,6	236,0
800	2,6	6,7	13,4	26,2	50,1	79,4	166,7	262,9
960	3,2	8,1	16,1	31,5	60,1	95,3	200,1	315,6
1200	4,0	10,1	20,1	39,3	75,1	119,1	250,0	394,3
1440	4,8	12,1	24,1	47,2	90,1	142,8	299,9	473,0
1600	5,3	13,4	26,8	52,4	100,2	158,7	333,4	525,7
1800	5,9	15,1	30,2	59,0	112,7	178,6	375,0	591,4
2000	6,6	16,8	33,5	65,5	125,2	198,4	416,7	657,2
2200	7,3	18,4	36,9	72,1	137,7	218,3	458,4	722,9
2400	7,9	20,1	40,2	78,7	150,2	238,1	500,1	
2600	8,6	21,8	43,6	85,2	162,8	258,0	541,7	
2880	9,5	24,1	48,3	94,3	180,2	285,6		
3000	9,9	25,1	50,3	98,3	187,8	297,7		
3600	11,9	30,2	60,5	118,2	225,7			
REV/MİN	MOTOR GÜÇLERİ (KW)				POWER (KW)			

**Kapline** sadece motor çıkışında değil bazen **redüktör çıkışında** ihtiyaç duyulur ki bu noktada üretilen burulma momentinin hesabında motor gücü ve defalarca düşürüldükten sonraki devir eşitlikte kullanılmalıdır.

Seçilecek olan kaplin yukarıdaki eşitlikle bulunan burulma momentinden daha yüksek bir burulma momentini karşılayabilmelidir. Çünkü bir kaplin çalışırken sistemin çok fazla durup kalkması veya ortamın aşırı sıcak olması veya sistemin aşırı darbeleri çalışması kaplinin ömrünü hızla kısaltmaktadır. Bütün bu ortam ve çalışma şartları birer katsayı olarak yukardaki burulma momenti ile çarpılarak kaplinin dayanması gereken TORK hesaplanır.

$$TORK = \text{Burulma momenti} \times A \times B \times C$$

Eşitlikte A, B, C harfleriyle verilen çalışma katsayıları tecrübeler neticesinde rakamsal olarak aşağıdaki tablolarda verilmiş olup, kullanıcı ortam ve çalışma şartlarına uygun rakamı seçerek TORK'u bulabilir. Kullanıcı, ihtiyacı olan kaplini seçerken bulunduğu TORK değerinin üzerindeki TORK 'a dayanan kaplini tablolardan kolayca seçebilmektedir.

<b>Elastik parçaların çalışma sıcaklıkları</b>		
	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>Normaleks</b>	20 C	120 C
<b>Nitroleks</b>	10 C	100 C
<b>Polileks</b>	-40 C	110 C
<b>Pivileks</b>	-20 C	70 C

<b>Sıcaklık faktörü: A</b>	
-30 C - +30 C arası	1,0
+30 C - +50 C arası	1,3
+50 C - +70 C arası	1,5
+70 C - +80 C arası	1,8
+80 C - +100 C arası	2,0

<b>Yük faktörü : B</b>		
<b>Yük</b>	<b>Katsayı</b>	<b>Bu gruptaki makinalar</b>
Hafif Yük	1,1	Ahşap işleme tezgahları, Kepçeli elevatörler, Hafif sıvı mikserleri, Ambalaj makinaları
Orta Ağır Yük	1,3	Çamaşır makinaları, Tel çekme tezgahları, Paletli çekiciler, Hafif merdaneli taşıyıcılar, Tekstil ve dokuma tezgahları, Gıda makine,kırıcı ve mikserleri, Takım tezgahları, Sac bükme ve kesme tezgahları, Plastik kırma makinaları, Ekstruder ve enjeksiyon tezgahları, Santrifüj pompalar, Vinç sistemleri ,asansörler, Beton mikserleri, Santrifüjler, Hafif parça taşıyan zincirli veya çelik bantlı veya kayışlı konveyörler, Helezon taşıyıcılar, Zincirli hatlar, Kauçuk valsleri ve mikserleri, Fanlar ve vantilatörler
Ağır Yük	1,8	Ekskavatörler ve sondaj sistemleri, Ağır parça taşıyan konveyörler, Jenaratör ve konvertörler, Kırıcılar, Tuğla presleri, Yürüyüş bantları, Ahşap bıçkıları, Kaynak jeneratörleri, Pistonlu ve paletli pompalar, Lastik yoğurma tesisleri ve ekstruderleri, Kağıt imalat tesisleri, Çekiçler, Presler ve dövme presleri, Planyalar, Kontinu döküm tesisleri, Kompresörler, Kabuk soyma tamburları, Taş ,toprak tesisleri
* Tahrik grubunun pistonlu motor olması durumunda yukardaki katsayılar 1,5 ile çarpılmalıdır.		

<b>Durma kalkma faktörü: C</b>	
1 Saatte azami 30 defa durma kalkma	1
1 Saatte azami 60defa durma kalkma	1,2
1 Saatte 60 defadan fazla durma kalkma	1,5

## **KAVRAMA (Debriyaj) NEDİR?**

Döner haldeki bir parçanın hareketini aynı eksen üzerinde bulunan diğer bir parçaya iletmek veya iletilmekte olan bu hareketi istendiği zaman durdurmak amacıyla kullanılan tertibata kavrama adı verilir. Konumuz olan ve motorlu taşıtlarda kullanılan kavramalar krank mili ekseninde olmak üzere motorla vites kutusu arasına bağlanmış olup, motordan vites kutusuna hareket iletimini sağlar ve istendiği zaman, motor çalışmasına devam ettiği halde, bu hareket iletimini durdurur.



### **Kavramanın Görevleri**

Motor çalışır durumda iken kavrama kavranmış olursa hareket motordan vites kutusuna iletilir. Aynı anda, vites kutusu vites durumunda ise motorun hareketi tekerleklere kadar iletilir ve taşıt harekete geçer. Kavrama ayrılmış durumda (hareket iletmez durumda) olduğu zaman motorun hareketi vites kutusuna geçemez ve vites kutusu boş durumda olmasa dahi motorun hareketi vites kutusuna iletilmediğinden taşıtın hareketi mümkün olmaz. O halde, vites kutusu vites durumunda olmasına rağmen, taşıt durur halde iken kavrama motorun çalışmasına imkan verir.

Kavramanın geçici olarak motorla vites kutusu arasındaki bağlantıyı kesmesinin, vites kutusunda hız durumlarının değiştirilmesindeki önemi büyüktür. Güç iletimi durdurulmadan vites kutusu bir hız durumundan diğer bir hız durumuna geçirilmek istenseydi, güç

iletmekte olan iki dişli basınç altında olacağından bunların ayrılması oldukça güç olurdu. Vites kutusu boş duruma geldikten sonra, güç iletimi devam ederken istenen hız durumuna ait iki dişliyi kavratırmaya çalışmak da dişlilerinde hasara uğramasına sebep olurdu. Çünkü büyük bir ihtimalle döndüren ve döndürülen dişlilerin çevre hızları birbirinden farklıdır. Bu durumdaki dişlilerin kavratılmaya teşebbüs edilmesiyle, dişlerin birbirine çarparak kırılmalarına sebep olunur.

Kavrama hareket iletmez duruma getirilirse dişler üzerindeki basınç kalkacağından dişlerin birbirinden ayrılması kolay olur ve vites boş duruma gelince döndüren dişli serbest hale geleceğinden diğer bir hız durumu için kavratılacak dişlilerin çevre hızlarının denkleştirilmesi mümkün olur. Bunun sonucu olarak dişliler kolayca kavratılır. Bundan sonra kavrama tekrar kavramış duruma getirilerek motorun hareketi vites kutusu aracılığıyla bir başka oranda tekerleklerle iletilir.

Diğer taraftan bir taşıtın durur halden belirli bir hızdaki hareket haline hemen geçişi imkansızdır veya büyük bir sarsıntıya sebep olunur. Bunun gibi düşük bir hızdan daha yüksek bir hıza veya yüksek bir hızdan daha düşük bir hıza aniden geçişte de büyük bir sarsıntı meydana gelir ve hareketi ileten parçalar aşırı derecede zorlanarak hasara uğrarlar. Kavrama ilk hareket esnasında motorun hareketini vites kutusuna, dolayısıyla tekerleklerle, tedrici olarak iletir ve taşıtın harekete geçişi sarsıntısız olur. Aynı şekilde vites durumunun her değiştirilmesinden sonra motorla vites kutusunu tedricen bağlanmasını sağlayarak, taşıtın ani hızlanmasını veya ani yavaşlamasını, dolayısıyla sarsıntıları önleyerek hareket ileten parçaları hasara uğratmaktan korumuş olur ve taşıtta bulunanları oldukça rahatsız edici bir durum ortadan kaldırılır. Bunlardan başka herhangi bir sebeple de olsa motorla vites kutusu arasındaki bağlantının kesilmesi gerekebilir. Örneğin; bir arıza nedeniyle vites kutusu boş duruma getirilemeyebilir. Bu durumda taşıtın tamir yerine kadar çekilmesi sırasında tekerleklerin hareketinin motora iletilmemesi kavramanın ayırmasıyla mümkün olur.

Bu açıklamalardan sonra kavramanın görevi şu şekilde özetlenebilir:

- İlk hareket sırasında motorun hareketini tekerleklerle tedricen iletterek taşıtın sarsıntısız olarak harekete geçişini sağlamak.
- Taşıt hareket halinde iken vites durumlarını değiştirmek için motordan vites kutusuna hareket iletimini geçici olarak kesmek.
- Gerekli hallerde motorla güç aktarma organlarının bağlantısını kesmek.



## Kavramada aranan özellikler

Yukarda açıklandığı gibi, kavramanın esas görevi motorun hareketini vites kutusuna tedrici olarak iletmektir. Fakat modern bir kavramada bu görevin yanında aşağıdaki özelliklerin de bulunması istenir;

- Vites durumlarının kolay ve sessiz olarak değiştirilebilmesi için kavrama diskinin atalet momenti küçük olmalıdır. Bunun içinde diskin hafif olması gerekir. Çok büyük disklerde kavrama pedalına basılınca disk de özel şekilde frenlenerek vites geçme işlemi sessiz hale getirilir
- Krank milindeki burulma titreşimlerini vites kutusuna iletmemelidir.
- Serbest duruma geçmesi için pedala uygulanması gereken kuvvet az olmalıdır.
- Bakımı kolay olmalıdır.
- Ucuza mal edilmelidir.

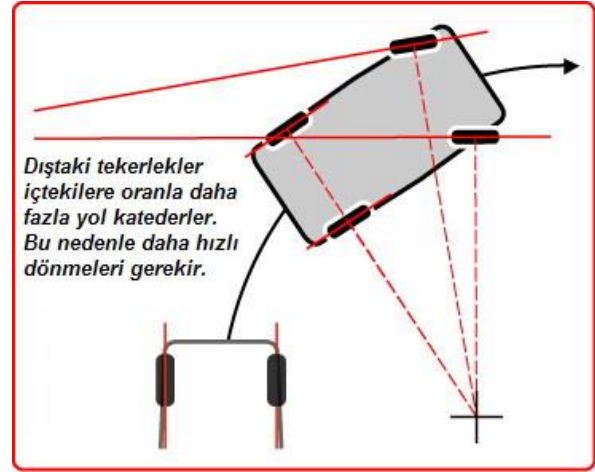
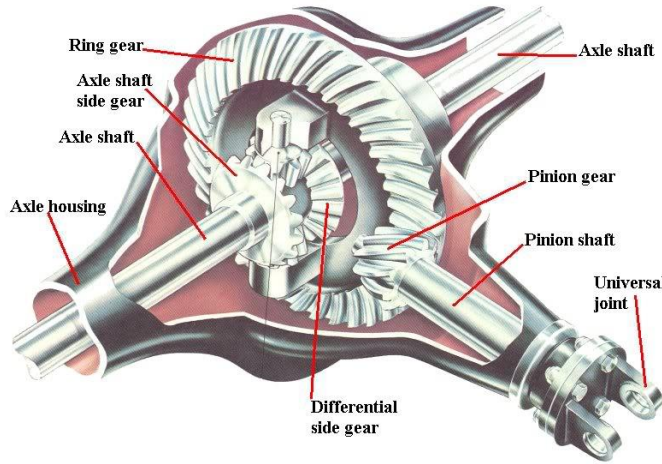
## REDÜKTÖR NEDİR?

Redüktörler vites kutularıyla birlikte dişli çark sistemlerinden paralel dişli dizilerinin bir elemanıdır. Konstrüktif bakımdan redüktörler, gövde içine yerleştirilmiş dişli çarklar, miller, yataklar v.s. gibi elemanlardan oluşan sistemlerdir. Diğer bir ifadeyle, elektrik motorlarının yüksek dönüş hızlarını makineler için gerekli olan dönüş hızlarına düşürmek için dizayn edilen kapalı dişli sistemleridir.



## DİFERANSİYEL NEDİR? NASIL ÇALIŞIR?

Diferansiyel her iki aks ile aynı zamanda çalışırken aksların farklı hızda dönmelerini sağlayarak virajlarda stabilite sağlar. Araç virajı alırken, dairesel yol izler ve bir yay çizer. İşte bu yayı çizerken dışta kalan tekerlekler çapı daha büyük bir daire yayı çizeceğinden yani daha fazla mesafe katedeceğinden içtekilerden daha hızlı dönmelidir. Aşağıdaki şekilde de göreceğiniz bu durumu sağlayan diferansiyeldir. Diferansiyel her iki tekerleğin arasında yer alır ve yarım bir dişli şaft ile tekerlere bağlanır. Dört tekerlekten çekişli araçlarda ise her çift teker için ayrı ayrı iki adet diferansiyel vardır.



Diferansiyeller dört ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar;

1. *Dış kısım*; içinde oluklar açılmıştır
2. *Bilyalar*, genelde yuvanın içinde bulunur.
3. *İç top*; bilyaların çalışabilmesi için dış yüzeyinde oluklar bulunur.
4. *Kauçuk körük*; parçaları kir ve nemden koruyan muhafaza elemanıdır.

### Diferansiyel kısımları

Diferansiyel yağları : Diferansiyelde yağlama birinci sırada gelen en önemli gerekliliklerden birisidir. Yağlama için mutlaka özel diferansiyel yağları kullanılmalıdır. Yağ yuvarlak dişli tarafından mekanizma içerisinde dolaştırılır. Diferansiyel kovanının altında yağı boşaltmak için üstünde ise yağ eklenmesi için birer birer tapa bulunur.



Şaft: Şanzımanı diferansiyele bağlayan elemana şaft adı verilir. Şaft şanzıman ile bağlantısında esnek bir yapıya sahiptir. Yolların engebeli yapısında şanzıman düz konumunu her zaman koruyabilsin diye, şaft esnek bir yapıdadır. Sürüş açısı değiştiğinde universal mafsallar şaftın esnek olmasını sağlar.



Universal mafsallar: Universal mafsal şaftı şanzımana ve difransiyeye bağlayan parçaya verilen isimdir. Bir şaftın her iki ucunda birer tane bulunmak zorundadır. Mafsallar yolun yüzeyindeki değişiklikleri hissettirmeyecek ölçüde esnek olmalıdır. Şaft dışında daha küçük mafsallar direksiyon sistemlerinde kullanılır.



Sabit hız (CV) mafsallar: Önden çekişli araçlar sadece aşağı ve yukarı çalışan ve direksiyon kabiliyeti olan mafsallar isterler. Dönüş açıları standart mafsala göre daha değişik bir tasarım gerektirir. CV mafsallar torku büyük açılarda daha etkili biçimde aktarabilirler.



Kavrama sistemi: <http://www.youtube.com/watch?v=DLHeBV6lyNQ>

Aktarma: <http://www.youtube.com/watch?v=A2KPpoXy7r0>

Redüktör: [http://www.youtube.com/watch?v=tu\\_y5bX6aHU](http://www.youtube.com/watch?v=tu_y5bX6aHU)

[http://www.youtube.com/watch?v=7LReoWPg\\_pM](http://www.youtube.com/watch?v=7LReoWPg_pM)

Diferansiyel: <http://www.youtube.com/watch?v=glGvhvOhLHU>

Four Wheel Drive (4WD): <http://www.youtube.com/watch?v=W4IYYOYfgig>

Mekanik hareketler: <http://www.youtube.com/watch?v=mkQ2pXkYjRM>

## DİŞLİ ÇARK MEKANİZMALARI (aktarma sistemi)

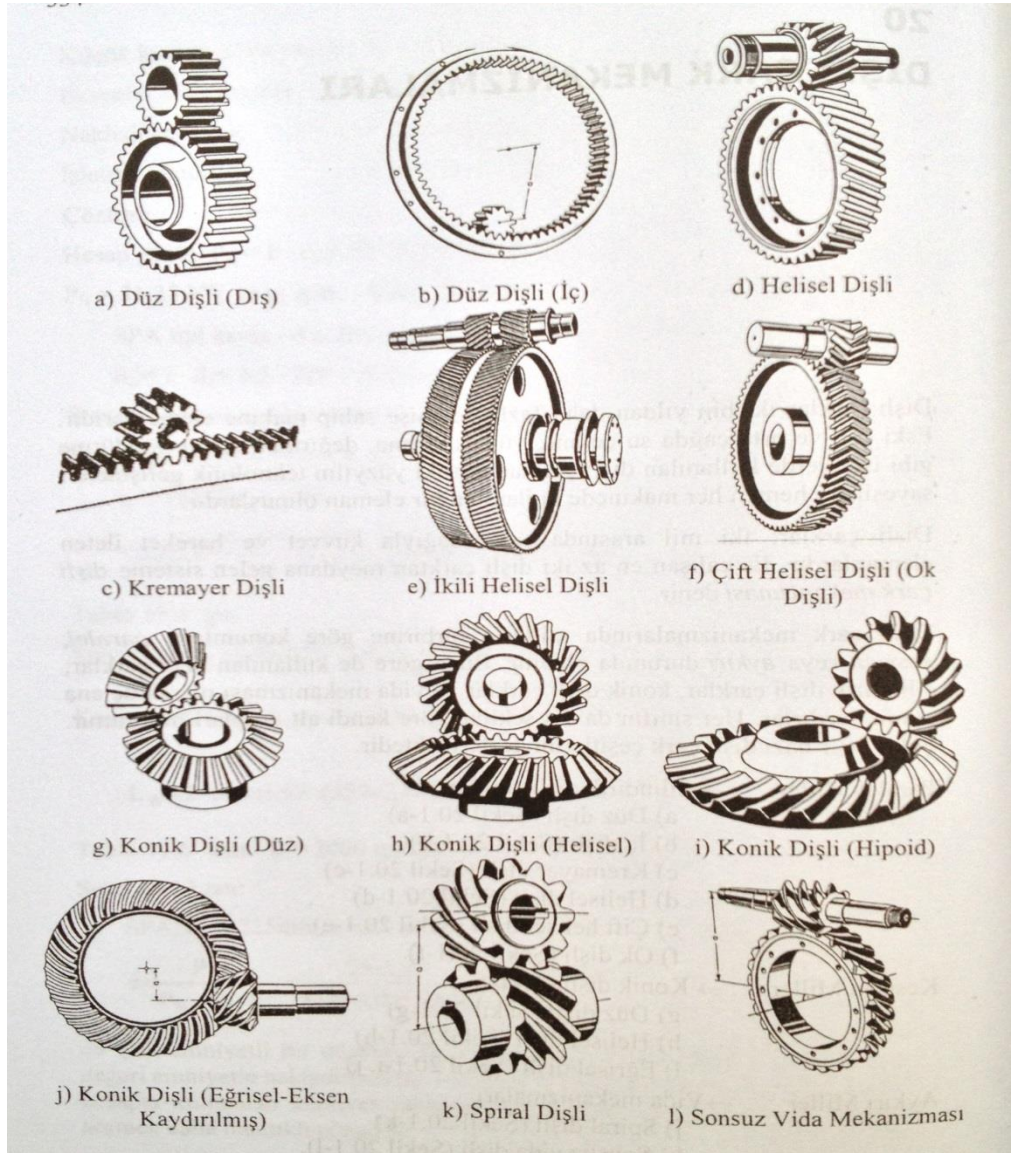
*Dişli çark*, hareketi değiştirmek veya iletmek için kullanılan, üzerinde çeşitli profillerde diş açılmış bir makine elemanıdır. Bir dişli çark tek başına kullanılamaz, hareket için en az iki dişli çark bulunmalıdır. Araba vitesi, kurmalı saat, mikser, bisiklet, el matkabı gibi makinelerde dişliler vardır.

Dişli çarklar iki mil arasında kuvvet ve hareket ileten elemanlardır. Dişli çark mekanizmalarında millerin birbirlerine göre konumları; *paralel*, *kesişen* veya *aykırı* durumda olabilir. Buna göre de kullanılan dişli çarklar; silindirik dişli çarklar, konik dişli çarklar ve vida mekanizması olarak üç ana sınıfa ayrılır ve diş şekline göre kendi alt grupları mevcuttur.

Şekil a-f : PARALEL MİLLER → Silindirik dişli çarklar

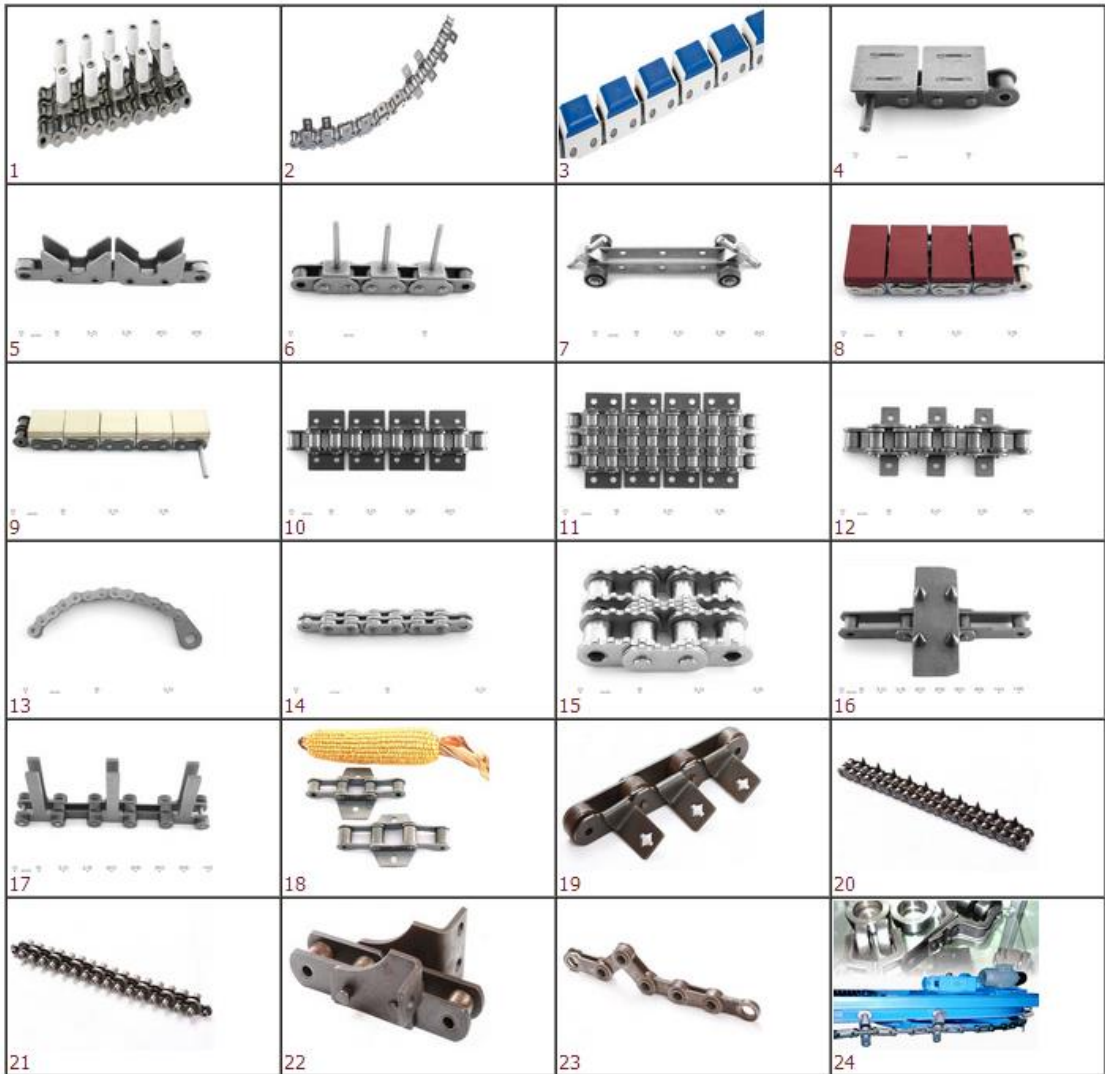
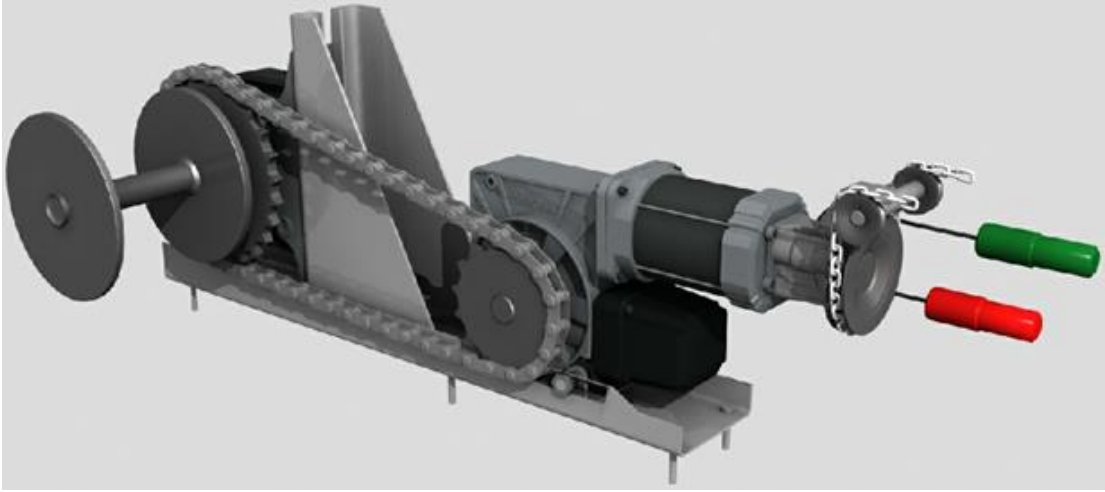
Şekil g-j : KESİŞEN MİLLER → Konik dişli çarklar

Şekil k-l : AYKIRI MİLLER → Vida mekanizmaları



## Zincir

Birbirine geçmiş bir sıra metal halkadan oluşan güç iletim elemanıdır.



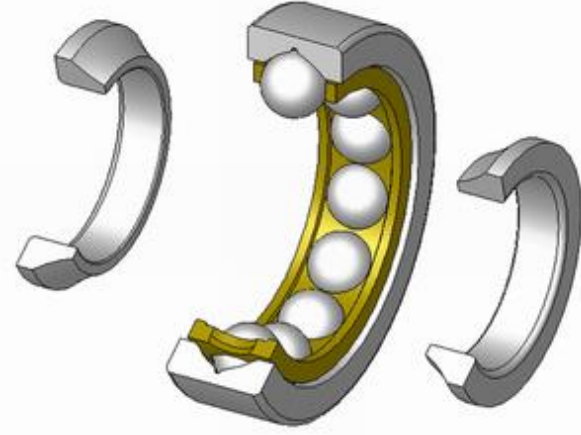
## Kayış-Kasnak Mekanizmaları

Kuvvet ve iř makinalarını kuvvet moment iletmek için birbirlerine bağlayan g¼c iletim elemanlarından biridir. Bir kuvvet makinası ile birden çok iř makinasının tahrik edilmesine de imkan verirler.



## Rulman ve Rulman Yatakları

Rulman ya da yuvarlanma elemanı, rulmanlı yatakların iç ve dış bilezikleri arasında yuvarlanarak **en az sürtünme ve kayıpla** iş yapmasını sağlayan makine elemanlarıdır. Rulmanlar bilya, makara, masura veya iğne şeklinde olabilir.



Rulman Yatakları

Ölçüler



Rulman nasıl yapılır

[http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&v=AcoIUfuMlpw](http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=AcoIUfuMlpw)



## BAĞLAMA ELEMANLARI

Makinaların elemanlarına ayrılamaz şekilde, komple imalatı sözkonusu olursa, o zaman bir elemanı bozulan veya tahrip olan makinayı komple atmak gerekir ki bu çok pahalı olur. Onun için maliyeti düşürmek ve elemanlarına inerek bakım ve tamir imkanı kazanmak için makinalar elemanlarından meydana gelmektedir.

Bağlama elemanları kullanma özelliklerine göre iki grupta incelenirler:

- 1) Çözülemez bağlama elemanları
- 2) Çözülebilir bağlama elemanları

### Çözülemez Bağlama Elemanları:

Çözülemez bağlama elemanları ve bağlanan elemanlar, tahrip edilmeden birbirinden ayrılamaz. Bunlardan bazıları şunlardır.

- a) Perçin bağlantıları
- b) Kaynak bağlantıları
- c) Lehim bağlantıları
- d) Yapıştırıcılar

### **Perçin bağlantıları:**

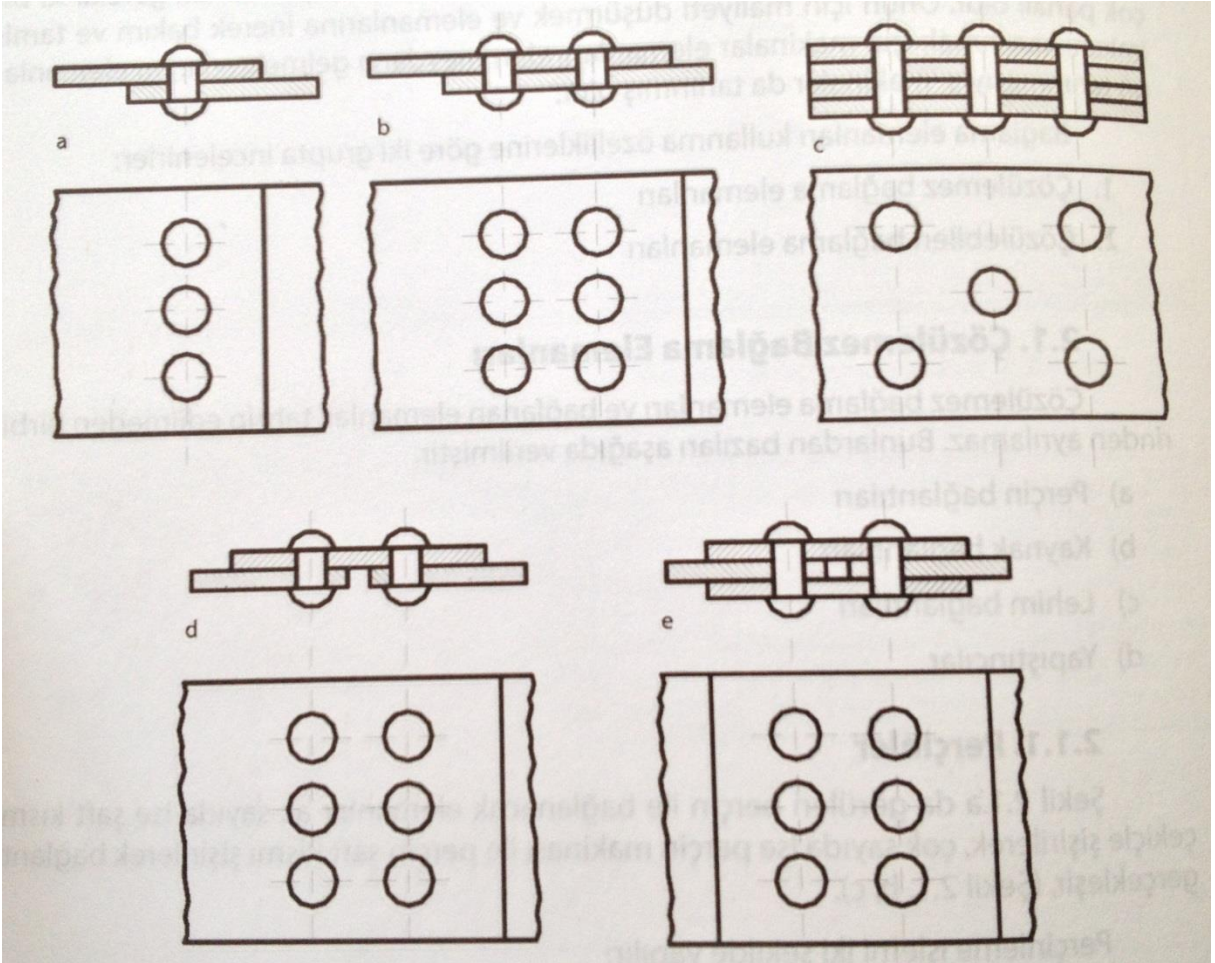
Çözülemez bağlama elemanıdır. Bağlanacak elemanlar aynı türden veya farklı olabilirler. Uygulama amacı ya parçaları birbirine bağlamak, ya sızdırmazlık sağlamak, ya da hem bağlama hem de sızdırmazlık sağlamaktır. Çelik yapı, köprüler, kren, makine, taşıt ve hassas cihaz konstruksiyonlarında amaç parçaları birbirine bağlamaktır. Silo, depo, boru gibi yüksek basınçla karşılaşılmayan yerlerde ise sızdırmazlığın sağlanması istenir. Kazan ve basınçlı kaplarda ise basınca karşı sızdırmazlığı sağlamak hem bağlama hem sızdırmazlığı gerçekleştirmeye olur.



Perçin işleminde ısı uygulanmadığı için genleşme ve büzülme, sonuç olarak deformasyon olmaz. Diğer yanda, ana parçaya açılan delik parçayı zayıflatır, çentik etkisi oluşturur.

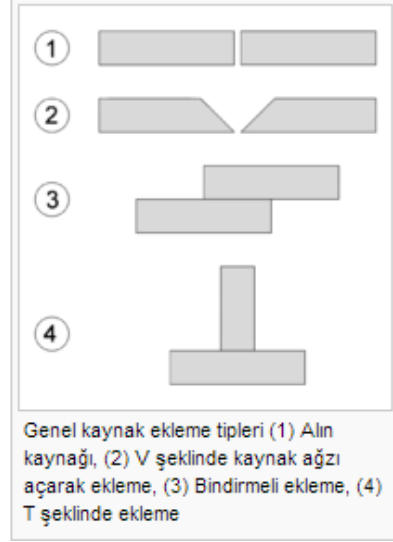
Aşağıda perçin bağlama şekilleri verilmektedir. Bunlar:

- a) Tek kesit ve tek sıra perçinleme
- b) Tek kesit ve çift sıra perçinleme
- c) Çift kesit ve çift sıra perçinleme
- d) Çok kesit ve çok sıra perçinleme



### **Kaynak bağlantıları:**

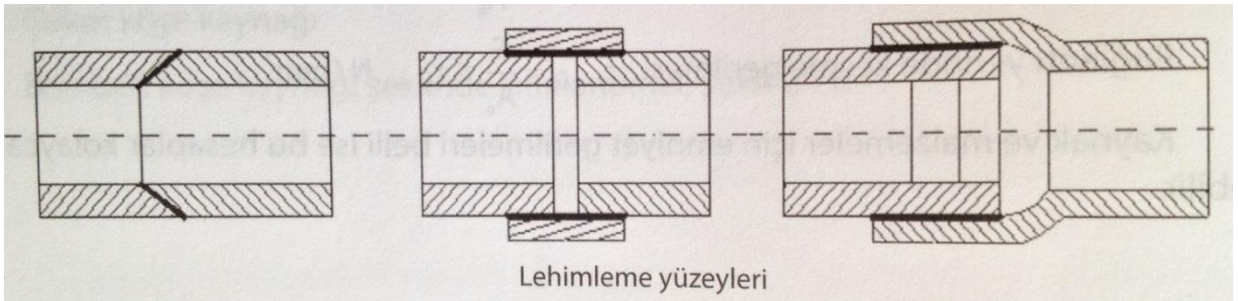
Isı vasıtasıyla iki veya çok elemanı imal etme, tamir etme ve birleştirme işlemidir. Teknolojik şekle bağlı olarak kaynak yapmak için farklı uygulamalar yapılmaktadır. Ergitme kaynağı, basınç kaynağı, alevli kaynak, elektrik ark kaynağı bunlardan bazılarıdır.



### **Lehim bağlantıları:**

Kaynakta olduğu gibi lehimde de ısı önemli rol oynamaktadır. Kaynaktan farkları:

- Lehim sürekli olarak bir ilave malzeme (lehim malzemesi) ile yapılır
- Lehim malzemesinin ergime sıcaklığı, lehimlenecek malzemenin ergime sıcaklığından daha düşüktür. Isıl işlemlerin vermiş olduğu zararlar az olduğu için ince malzemelere tatbik edilebilir.
- Lehim malzemesinin mukavemeti daha azdır.
- Lehim bağlantısı lehimleme sıcaklığı üzerinde kullanılırsa erir, işlev yapmaz.



### **Yapıştırıcılar:**

Yapıştırıcılar metal olmayan malzemelerin yanı sıra metallerde de gelişen ve artan bir şekilde uygulanmaktadır. Yapıştırılacak yüzeylere 0,1-0,5 mm kalınlığında tabaka şeklinde sürülür, 2-1200 dakika sürede serbest veya baskı altında tutularak bağlantı sağlanır.

## Çözülebilir Bağlama Elemanları:

Makinaları elemanlarına ayırmak ve tekrar monte etmek için kullanılan bağlama elemanlarının da tahrip olmadan tekrar tekrar çözülüp bağlanması istenir. Çözülebilir bağlama elemanları bu isteği sağlamaktadır. Çözülebilir bağlama elemanlarının başlıcaları şunlardır:

- Civata bağlantıları
- Mil-Göbek bağlantıları (kamalı bağlantılar)
- Pim ve perno bağlantıları

## Civata bağlantıları:

En çok kullanılan bağlantı elemanıdır. Civata, birbirine bağlanmak istenen parçaların üzerine delik açılarak ucuna somun takılarak sıkıştırılan bir bağlantı elemanıdır. Genellikle somun ile birlikte kullanılır.

### Bağlantı Elemanları



Civatalar



Somunlar



Gijon - Saplamar



Vidalar



Allen Civatalar



Perçinler



Vidalar



Rondelalar



Segman-PİM



Çelik Dübeller



Plastik Ürünler



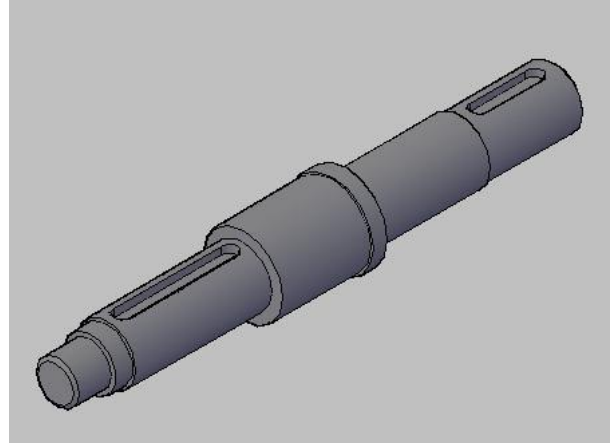
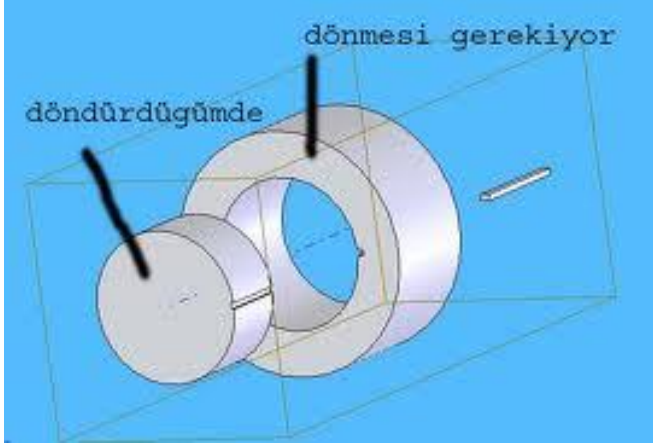
Kelepçeler

Civatalar nasıl yapılır

[http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&v=uimZWfb5XSQ](http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=uimZWfb5XSQ)

### ***Kamalı bağlantılar:***

Bir kasnak, zincir dişlisi, volan veya dişli çarkı mil veya aksa bağlamak için kama, feder veya diğer mil göbek bağlama elemanları kullanılır.



Kama uygulaması

<http://www.teknolojikarastirmalar.com/e-egitim/teknikresim/kama.asp>

### ***Pim ve perno bağlantıları:***

Şekil olarak birbirine çok benzeyen ancak görevleri yönüyle birbirinden ayrılan pim ve perno çözülebilir bağlama elemanları grubunda toplanırlar.



## OCAK İŞLETMECİLİĞİNDE KULLANILAN İŞ MAKİNALARI VE EKİPMANLAR

Ocak (yerüstü ve yer altı maden ocakları, taş ocakları ve mermer ocakları) işletmeciliğinde çok değişik makineler kullanılmaktadır.

### Maden Ocaklarında Kullanılan İş Makinaları

Maden ocaklarında kullanılan iş makinaları yaptıkları işe göre sınıflandırılırlar. Yapılan işleri beş ana başlıkta toplamak mümkündür. Bunlar:

1. Arama (Exploration)
2. Delme ve Patlatma (Drilling and Blasting)
3. Kazı (Digging/Excavation) ve Yükleme (Loading)
4. Taşıma / Nakliyat (Haulage / Transportation)

*Yardımcı iş makinaları* : Yukarıda tanımlanan işlerin yapımında doğrudan kullanılmayan ancak bu işlerin yapılmasına yardımcı olmak amacıyla kullanılan makinalardır.

Örneğin; Buldozerler (yol açmak, alan düzeltmek, vb)  
Sulama kamyonları (yolların tozlanmaya karşı sulanması)

*Devirsel (cyclic) iş makinaları* : Belli zaman aralıklarında aynı işi tekrar yapan makinalardır.

Örneğin; Ekskavatörler.

Kazı → Dönüş → Boşaltma → Dönüş → Kazı .....  
Dig → Swing → Dump → Swing → Dig .....



Devir (Cycle)

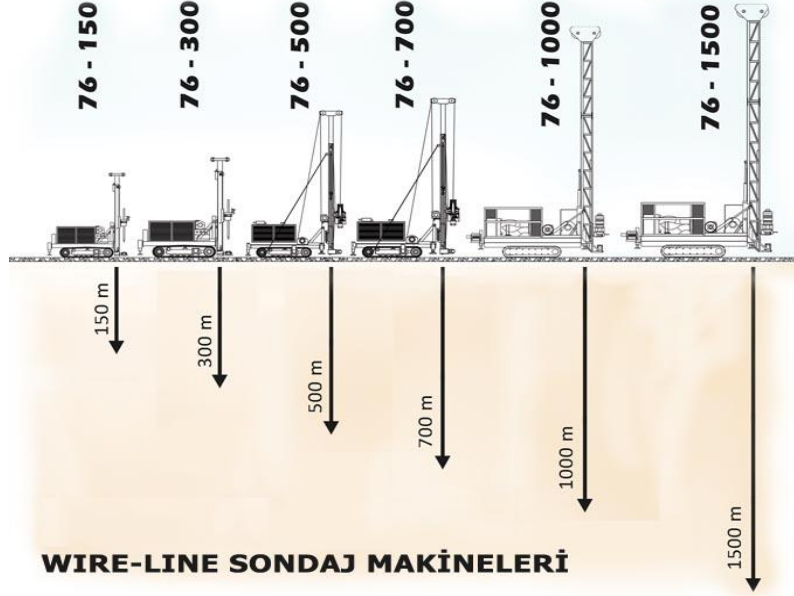
*Sürekli (continuous) iş makinaları* : Yaptığı işi kesintisiz olarak sürdüren makinalardır.

Örneğin; Döner kepçeli ekskavatörler (kazı), Konveyör (taşıma)

## 1. Arama:

Sondaj makineleri:

- Motor (Dizel / Elektrikli)
- Mobil (tekerlekli, paletli) / Taşınabilir (kızaklı)
- Darbeli / Dönmeli / Darbeli-Dönmeli
- Sulu / Havalı
- Karotlu / Kırıntılı



**WIRE-LINE SONDAJ MAKİNELERİ**



## 2. Delme ve Patlatma:

İş makinesi tarafından doğrudan kazılması mümkün olmayan kayaların boyutların küçültmek yada gevşetmek amacıyla patlatma yapılır. Bu amaçla kayacın içine patlayıcı yerleştirmek amacıyla uygun boyutlarda (çap, boy) ve sayıda delikler delinir. Delinen bu delikler patlayıcı madde (dinamit, ANFO, vb) kullanılarak patlatma yapılır ve parçalanır.

- Dizel motor / Basınçlı hava (yer altında)



Açık ocak basamak patlatması (Delik çapı: 140-350 mm)



JUMBO (Tünel, galeri, vb)





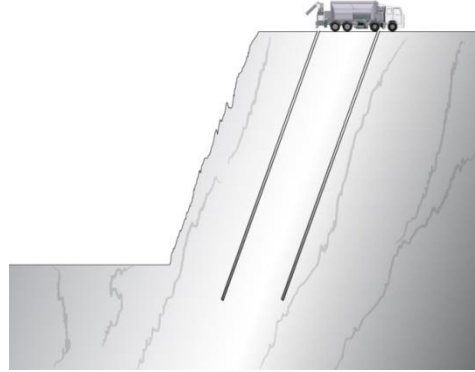
#### Truck-Drill

Küçük ölçekli yer üstü madencilik faaliyetlerinde ve taş ocağı işletmelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Delik çapı: 45-150 mm

#### Drill Hammer

Özellikle yer altında küçük çaplı (32 mm) patlatma deliklerinin delinmesinde ve tavan saplamaları için delik açılmasında kullanılmaktadır.



Patlayıcı kamyonu (Explosive truck) – Basmak delik şarjlama



Yeraltı (tünel, üretim boşluğu) delik şarjlama makinaları

### 3. Kazı ve Yükleme

Yerüstü madencilik faaliyetlerinde cevher ve üst örtü (overburden) kazısında; yer altında yapılan cevher kazı ve hazırlık kazı (galeri vb) işlerinde kullanılan makinalardır.

#### SURFACE MINING

Elektrikli şovel (Electrical shovel)



Hidrolik şovel

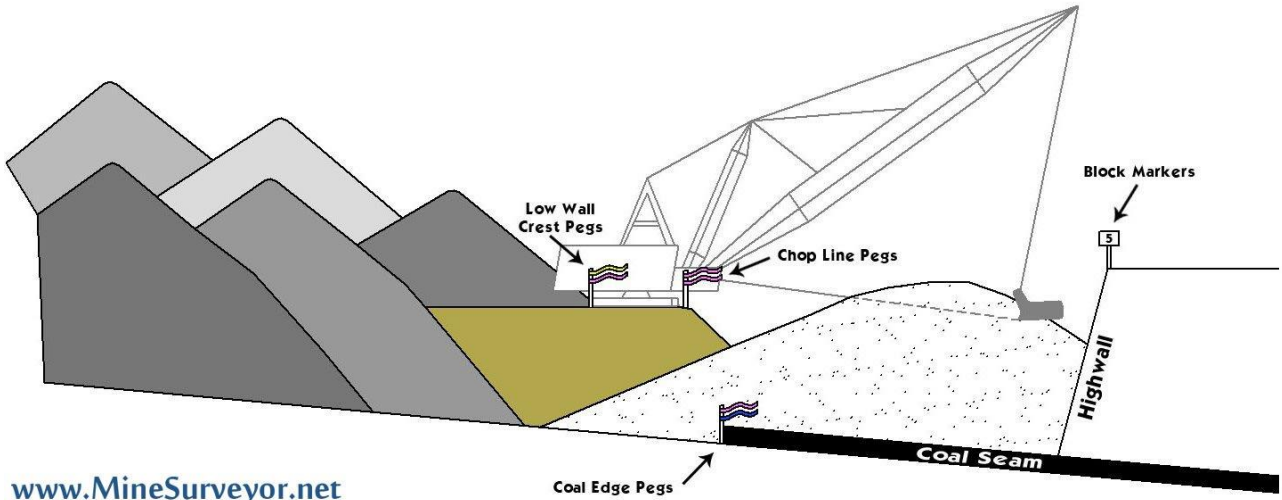
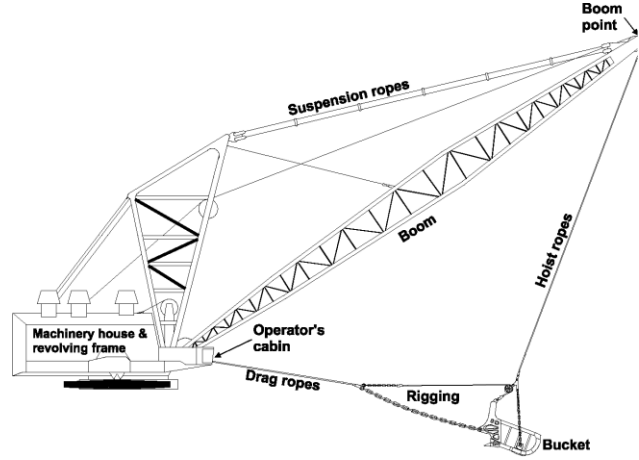
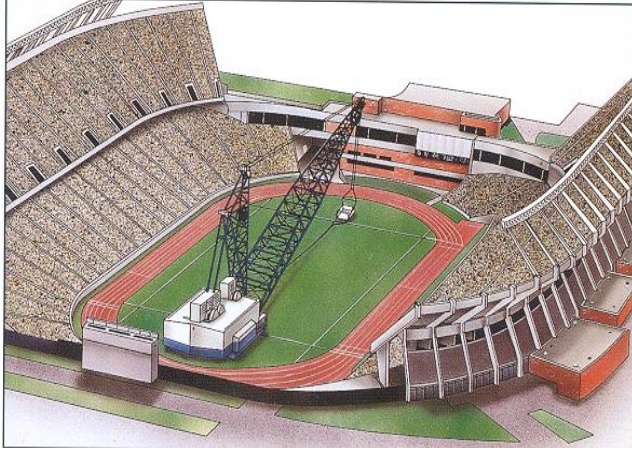


Ters kepçe/Beko (Back hoe)



## Çekme kepçe (Dragline)

- Elektrikli
- Yüksek kapasiteli (Kepçe kapasitesi 170-200 m<sup>3</sup>)
- Devirsel kazıcı
- Taşıma için yardımcı iş makinası gerektirmez



[www.MineSurveyor.net](http://www.MineSurveyor.net)



## Döner kepçeli ekskavatör (Bucket wheel excavator)

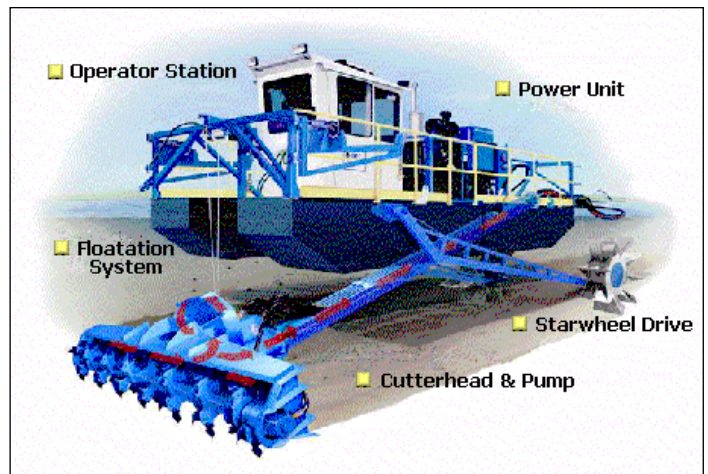
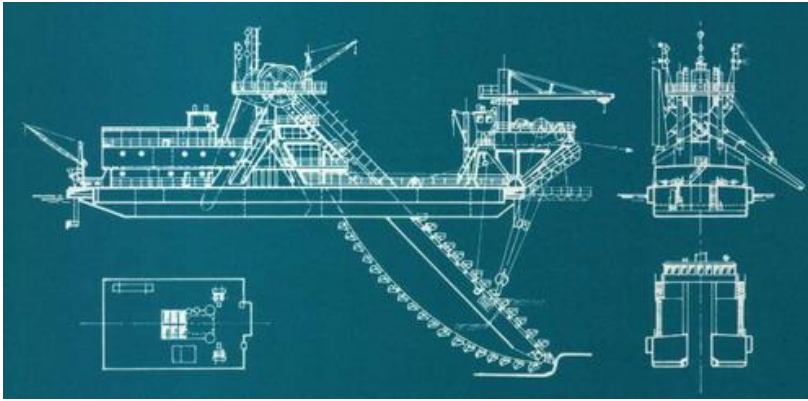
- Elektrikli
- Çok yüksek kapasiteli (saatte 10000 m<sup>3</sup>)
- Sürekli kazıcı
- Taşıma için yardımcı ekipman (bant konveyör) gerektirir



## MARINE MINING

Tarama makinası (Dredges)

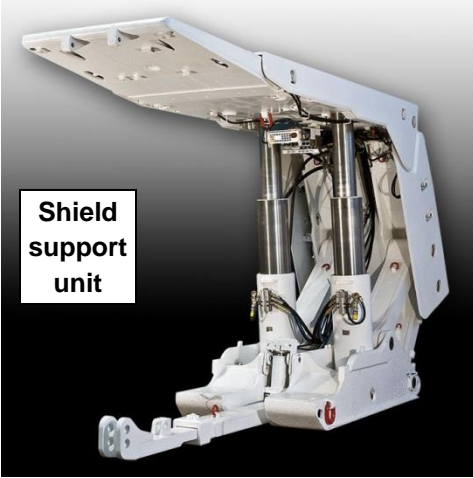
- su altı kazısı
- Düşük maliyetli
- Kısıtlı uygulama



## UNDERGROUND MINING

Tamburlu kesici (Drum shearer)

- Özellikle doğrudan kazı yapılabilen kömür üretiminde
- Yüksek kapasite
- Tek veya çift tamburlu



GAM-Galeri açma makinası (Road Header)



TBM-Tam cephe tünel açma makinası (Full-Face Tunnel Boring Machine)



Œev altı üretim (Highwall Mining)





Martopikör (Pneumatic Breaker/Jack Hammer)



Madenci kazması ve küreği



#### 4. Taşıma / Nakliyat

Üretim yerinde kazı makinası ile alınan cevherin yada pasanın başka bir yere nakli için kullanılan makinalardır. Yerüstünde en yaygın kullanılan taşıma makinası kamyondur. Yer altı madencilik faaliyetlerinde ise bazı metal madenlerinde kamyon kullanılmakla birlikte bant ve vagon en yaygın kullanılan taşıma makinalarıdır.

Kamyonlar (270-300 ton kapasitelere ulaşmakta)



Bant taşıma sistemleri (Yerüstü ve yer altı)

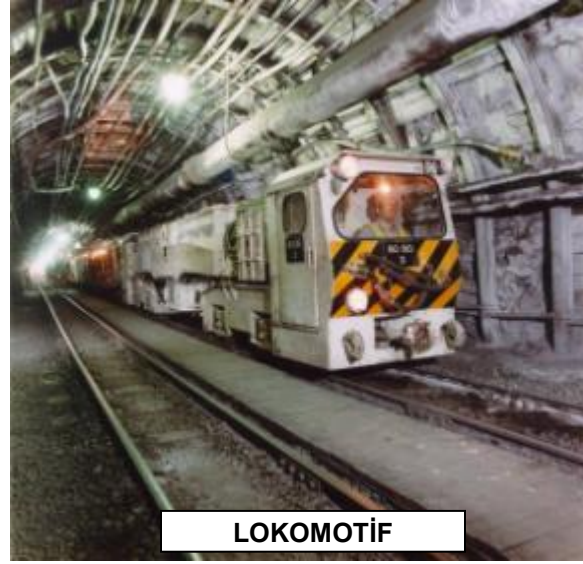
**BELT CONVEYOR**



**CHAIN CONVEYOR**

Yer altı yükleme-taşıma makinaları

VAGON



LOKOMOTİF



TRUCK&LHD



LHD (Load-Haul-Dump)

## YARDIMCI EKİPMANLAR

Monoray ve Kulikar : Yer altı madenciliğinde insan ve malzeme nakliyatı amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.



Monoray (Mono-rail)



Kulikar (Coolie Car)



Sulama Kamyonu

**Yardımcı iş makinaları :** Bu makinalar büyük iş makinalarının çalışması için gerekli ortamları düzleştirilmesi, yolların açılması ve bakımı gibi işlerde kullanılmaktadır. Ayrıca madencilik sonrası yapılması gereken çevreye yeniden kazandırma çalışmaları için de kullanılmaktadır.



Buldozer (Ripper)



Kepçe yükleyici (Loader)



Kazıyıcı (Scraper)

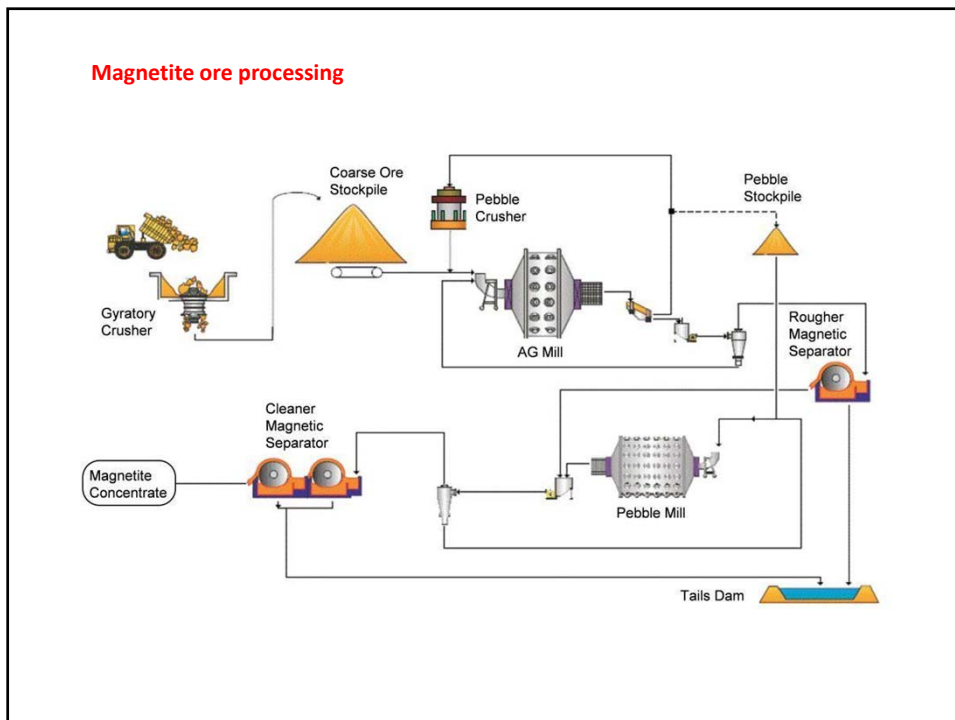


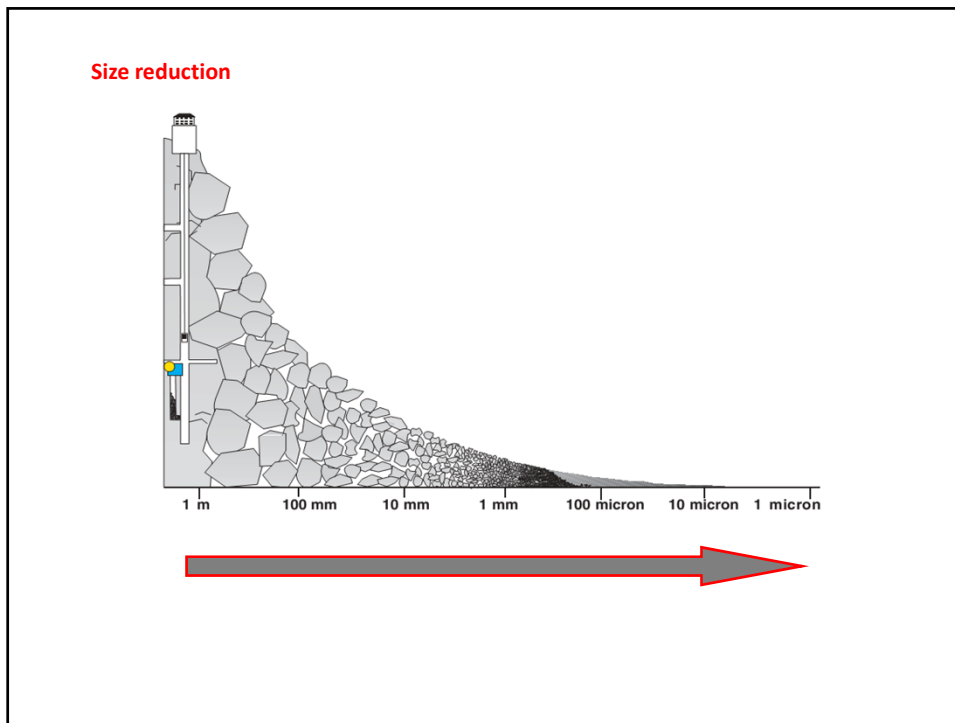
Greyder (Grader)

**Reclamation/Rehabilitation** : Madencilik sonrası alanın yeniden doğaya kazandırılması amacıyla yapılan çalışmalardır. Gelişmiş madencilik faaliyeti yapan ülkelerin tamamında olduğu gibi ülkemizde yapılan madencilik faaliyetlerinde yapılması yasal düzenlemelerle istenmektedir. Çok farklı uygulamalar ile karşılaşmak mümkündür. Bu amaçla ağaçlandırma, vahşi yaşam ortamına dönüştürme, yeşil alan yapma, dinlenme yerleri oluşturma, anfiteatro (aşağıdaki resim), açık hava spor alanları yaygın olarak uygulanmaktadır. Çok ender olarak açık hava sineması ya da otel (aşağıdaki resim) gibi uygulamalara da rastlanmaktadır.



# CRUSHING & GRINDING EQUIPMENTS USED IN MINERAL PROCESSING PLANTS





**Common size reduction equipments**

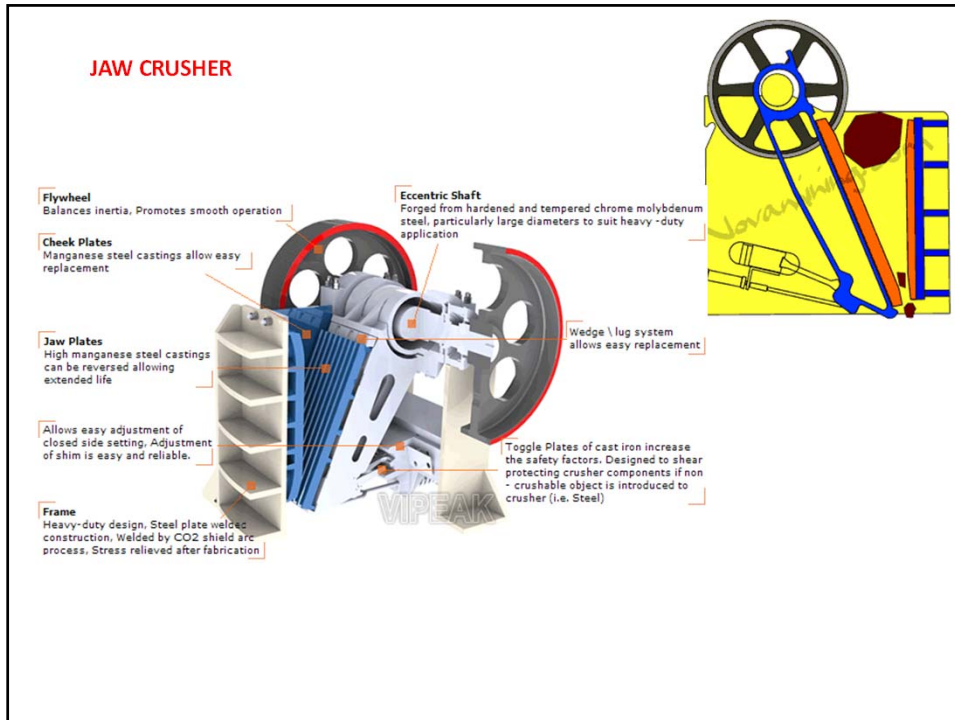
**1. Crushers**

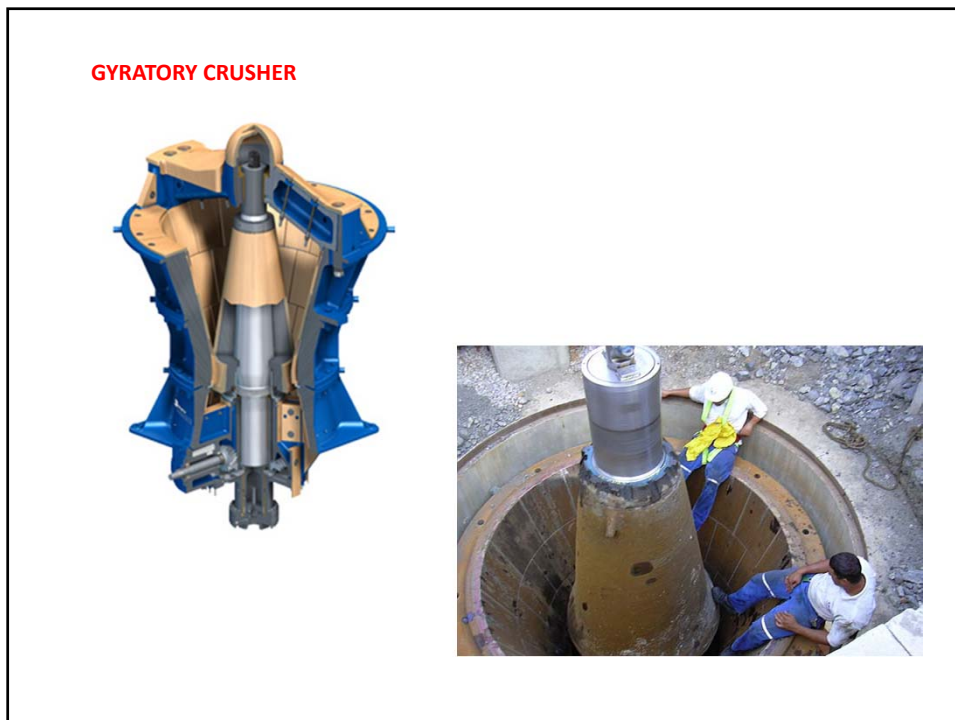
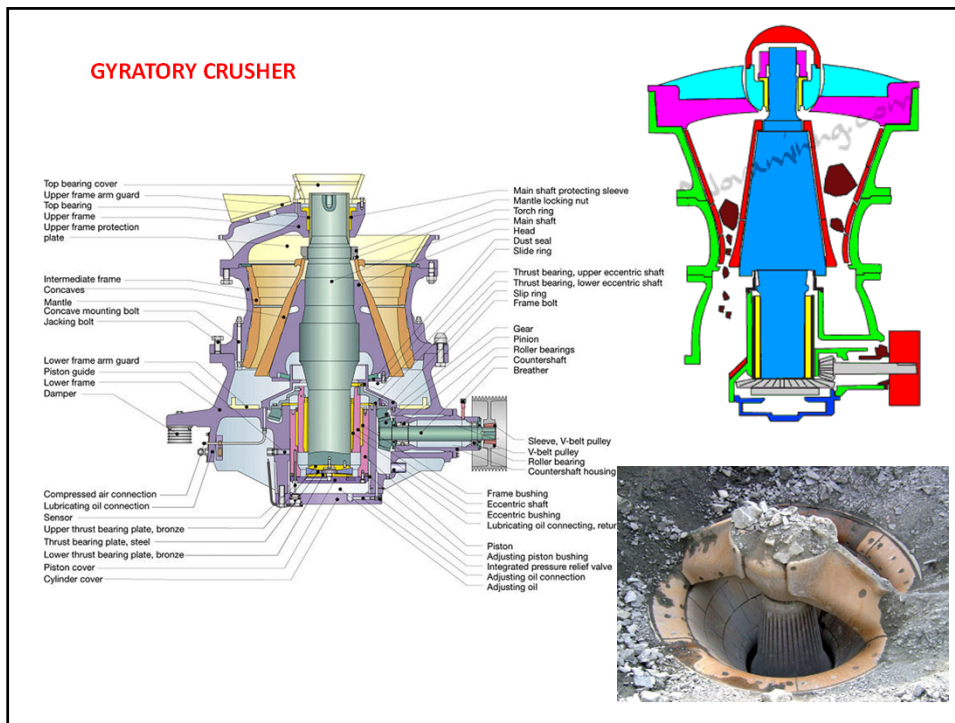
- 1.1. Jaw crusher
- 1.2. Gyratory crusher
- 1.3. Cone crusher
- 1.4. Roll crusher
- 1.5. Impact crusher

**2. Mills**

- 2.1. AG/SAG mill
- 2.2. Ball mill
- 2.3. Rod mill
- 2.4. HPGR
- 2.5. VRM



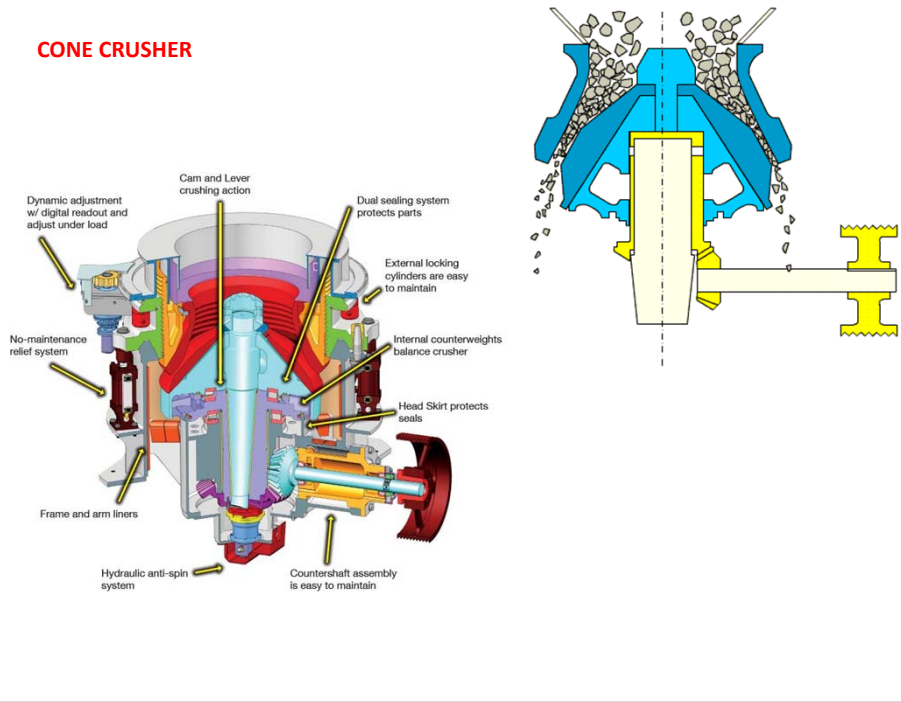




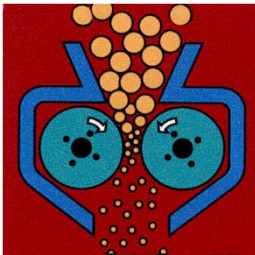
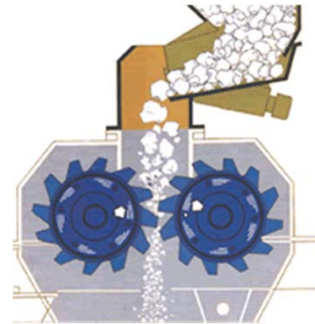
### GYRATORY CRUSHER



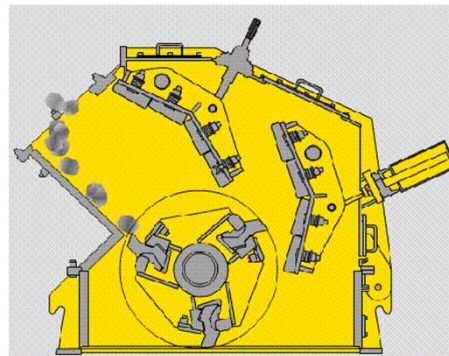
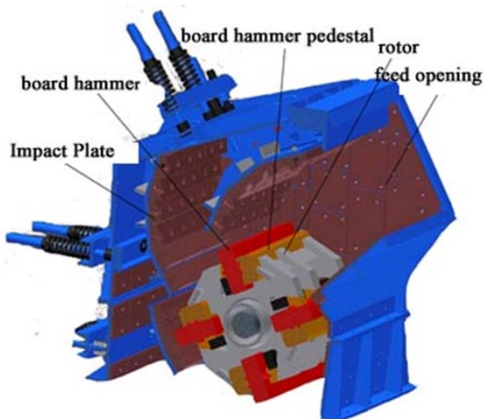
### CONE CRUSHER



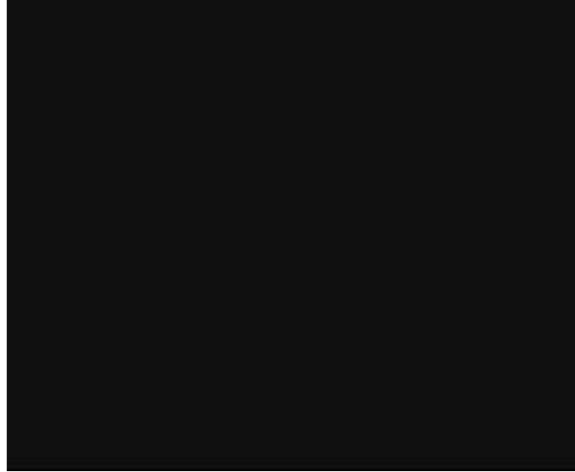
**ROLL CRUSHER**



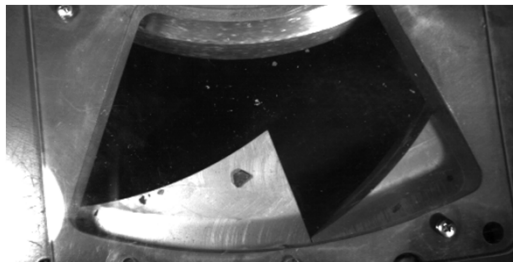
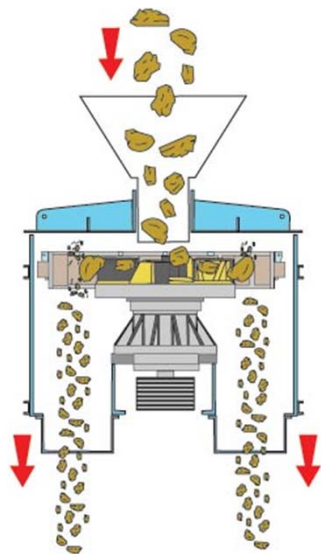
**IMPACT CRUSHER**



**IMPACT CRUSHER**



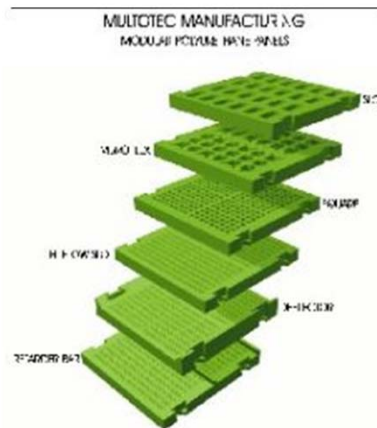
**IMPACT CRUSHER**



**IMPACT CRUSHER**



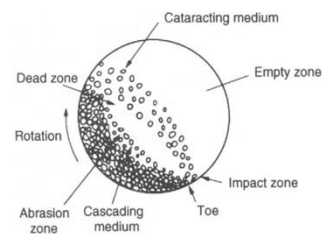
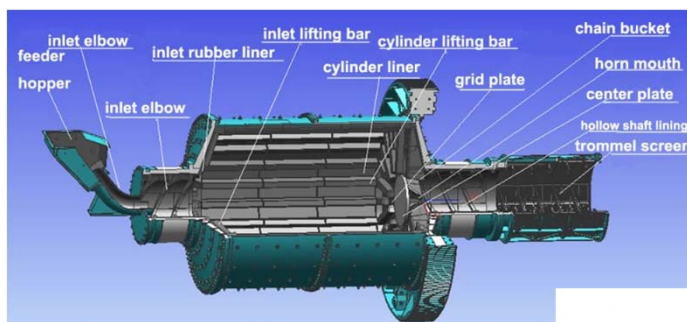
**SCREEN**



**SCREEN**



**GRINDING MILLS**



**GRINDING MILLS**



**AUTOGENEOUS MILL (AG MILL) / SEMI-AUTOGENEOUS MILL (SAG MILL)**





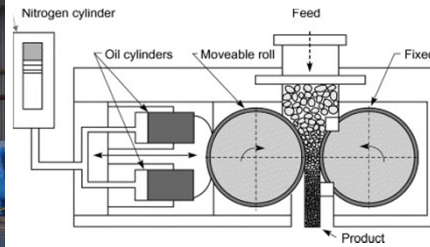
**BALL MILL**



**ROD MILL**



**HIGH PRESSURE GRINDING ROLLS (HPGR)**



**HIGH PRESSURE GRINDING ROLLS (HPGR)**



**VERTICAL ROLLER MILL (VRM)**

