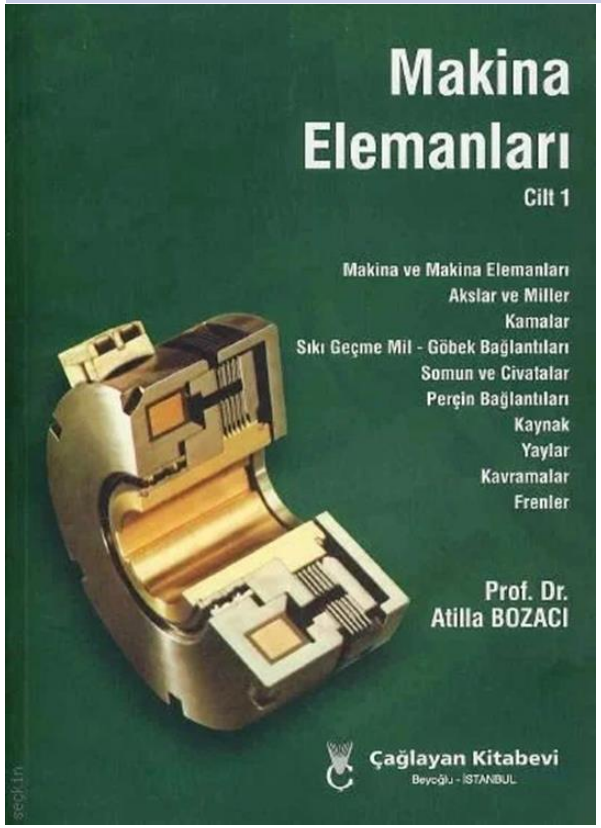
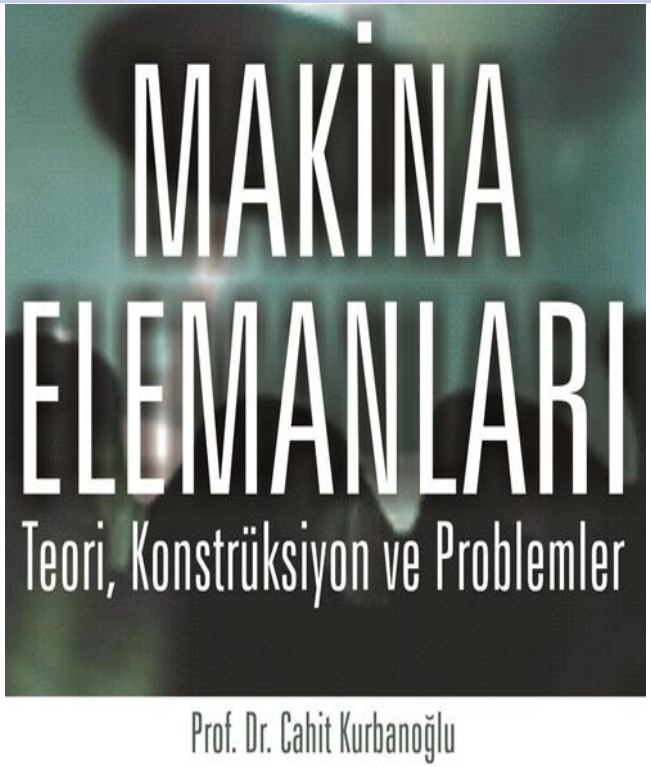
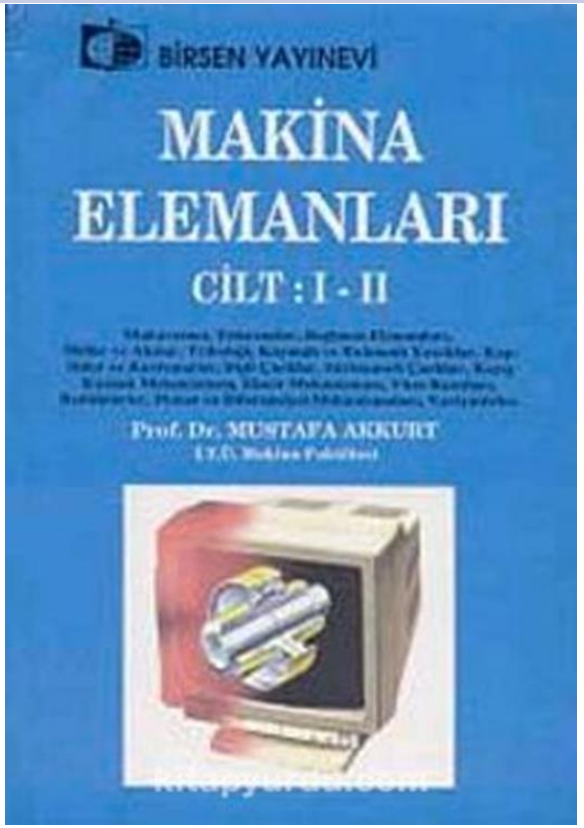
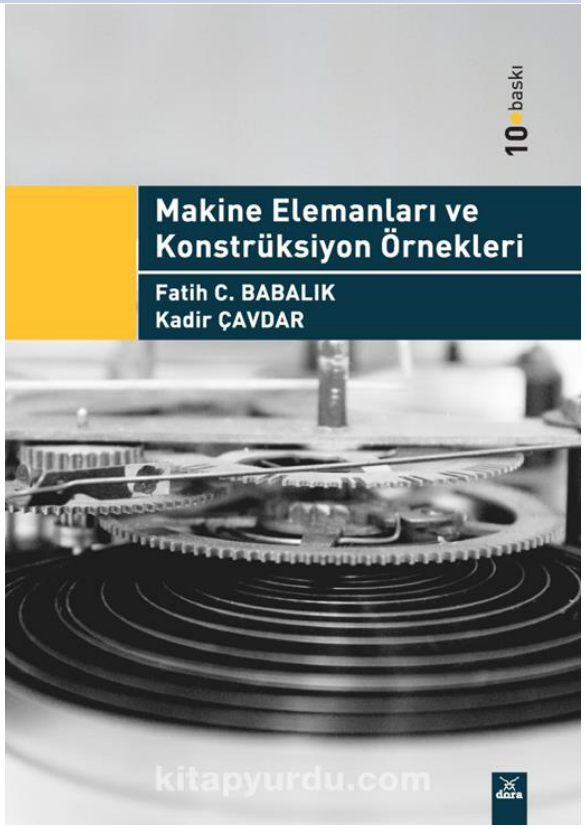
KAYNAK KİTAPLAR









MAKİNA ELEMANLARI -1

Doç. Dr. Ahmet DEMİRER *2024*

Dersin Değerlendirilmesi:
Vize (yıliçi snv (%55) 3.hafta sn, Ödev-1Ksın (%5)2.hafta sn, Ödev 2- Ksın (%5) 4.hafta sn, Ödev –Devam (%5),
Proje (%30) 4.hafta teslim =Yıliçi notları (%50)
Final (%50)

İÇİNDEKİLER

- TEMEL BİLGİLER
- MAKİNA ELAMANLARINA GİRİŞ
- MAKİNA NEDİR
- MAKİNA ELEMANINDA BAŞLICA GERİLMELER
- MAKİNA ELEMANININ ŞEKİL DEĞİŞTİRMESİ
- MALZEME BİLGİSİ
- KONSTRÜKSİYON ESASLARI
- BAĞLAMA ELEMANLARI

1.BÖLÜM
TEMEL BİLGİLER

İnsan gücünü ve sezgisini arttırmak amacıyla yapılan teknik yapıtlar; MAKİNA ve CİHAZ olarak iki gruba ayrılır.

Makina, enerjiyi oluşturan, değiştiren veya ileten yapıtlardır. *(motor, torna tezgahı vb)*

Cihaz; ikaz (bilgi) alabilen, değiştiren veya ileten yapıtlardır. *(manometre, termometre vb)*

Tesisat (Tesis):birçok makine vey cihazdan oluşan, belli bir malzemeyi başka malzemelere ayıran, değiştiren veya ileten yapıtlardır. *(Petro-kimya tesisleri vb)*

Makinalar motor (kuvvet makinaları) ve iş makinaları olarak iki gruba ayrılır.

İkisininde ortak noktası Makine elemanlarından oluşmasıdır. *(Kaynak: M.Akkurt, Mak.ele.1)*

MAKİNA ELAMANLARINA GİRİŞ

- Makina elemanları makina, cihaz ve tesisatları meydana getiren parçalardır.
- Makine elemanları imalatçı firmalara bağlı kalmadan norm (standart) olarak üretilmektedir.
- Üretimde elemanların çalışma şartlarında hesaplama ile boyutlandırılması gerekmektedir.

Bu işlemleri gerçekleştiren de makina elemanları disiplinidir.

- **Makina elemanları;** makine mühendisliği mesleğinde çalışıldığı sürece her zaman karşımıza çıkacak bir bilim dalıdır. Makina mühendisliği öğretimindeki diğer birçok bilim dalları da "Makina Elemanları" nın uygulama alanlarıdır.

Herhangi bir sistemin makine elemanı olabilmesi için şu şartlara sahip olmalıdır:

1)Belirli bir fonksiyonu (işlevi) yerine getirmelidir.
2)Başka bir sisteme bağlı olmadan kendine özgü hesaplama ve şekillendirme yöntemlerine sahip olmalıdır.
3)Basit veya birçok parçadan meydana gelmektedir.
***Mak.Elemanları bilimi**; mak. elemanlarının konstrüksiyonu yani tasarım, hesaplama ve şekillendirme ilkelerini inceleyen bilim dalıdır. (Konstrüksiyon = Tasarım+Hesaplama+Şekillendirme)*

(Kaynak: M.Akkurt, Mak.ele.1)

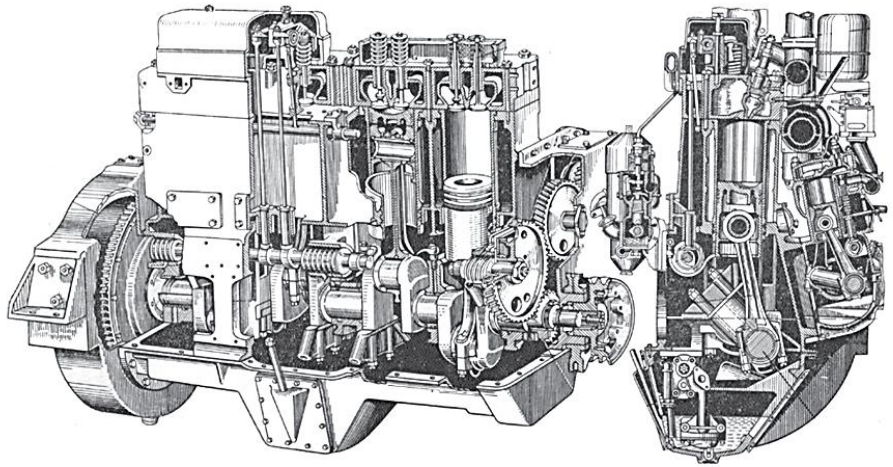
MAKİNA NEDİR

- Makina bilimi birçok buluşta, ilhamını ya bir hayvandan veya bir bitkiden almaktadır. Ancak ortaya koyduğu makinalar bir taraftan insanlığın refahına hizmet ederken, diğer taraftan da çevreyi hızlı bir şekilde kirletebilmektedir.

- Oysa dünyada teknolojinin girmediği yerlerde kirlenme yoktur.
- İnsanı da ideal bir makina olarak görebiliriz.

Makinalar dışında cihaz ve tesisatlar da makina başlığı altında ele alınmaktadır.
Buna göre makinalar iki ana grupta toplanmaktadır.

1. Kuvvet Makinaları
2. İş Makinaları



1. Kuvvet Makinaları
2. İş Makinaları

Kuvvet Makinaları

Tabiatta mevcut olan enerji çeşitlerinden doğrudan doğruya veya dolaylı olarak faydalanan makinalardır. Mesela; motorlar, 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.

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 için kullanılır.

Bu makinalardan bazıları; takım tezgahları, tekstil makinaları, kazı makinaları, taşıma makinaları, kaldırma ve iletme makinaları, zemini sıkıştırma makinaları, kompresörler, pompalar, vantilatörler ve diğer makinalardır. Kuvvet makinası olmadan bu makinalar iş yapamaz.

nobel

Makina Elemanları:

- Makina elemanları, lisans öncesi ve lisans öğreniminde makina mühendisliği ile yakın dallarında öğrenilen bazı dersleri kendisine kaynak kabul etmektedir. Makina elemanları; matematik, fizik gibi temel derslerin yanında; teknik resim, mukavemet, malzeme, mekanik, termodinamik ve imal usulleri gibi meslek dersleri bilinmeden öğrenilmesi ve anlaşılması zor bir derstir.

Makina Elemanlarının Ana Konuları:

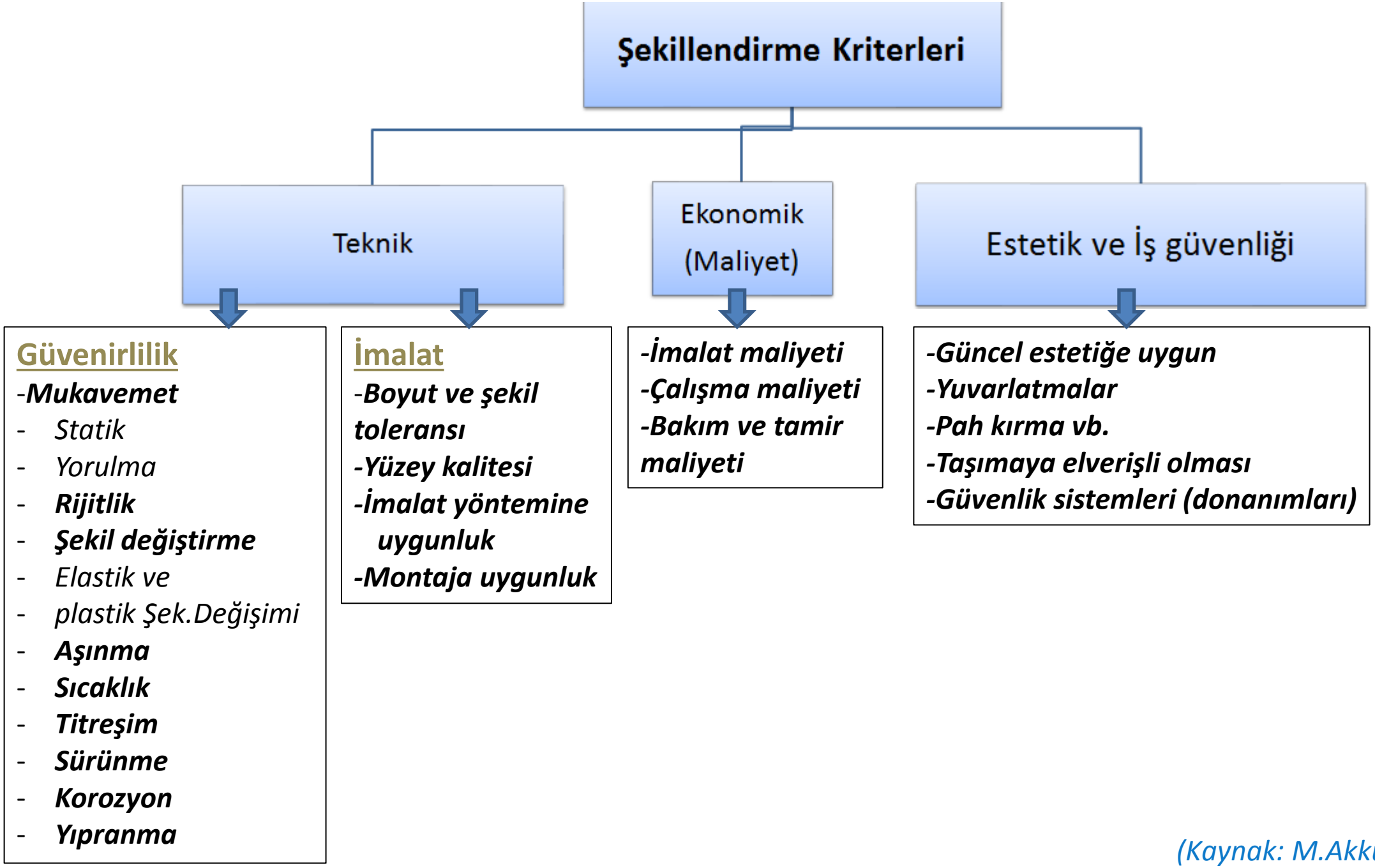
Makina elemanları bilimi;

- Elemanların kesin ödevini (görevini-fonksiyonunu) belirlemekte,
- Uygulanacak fiziksel metotları tayin etmekte (belirlemekte),
- Bu metotları sağlayan elemanları seçmekte,
- Bunların parça ve montaj resimlerini hazırlamada,
- İhtiyaç duyulan hesaplama ve şekillendirme ilkelerini ortaya koymakta ve böylece makina elemanlarının konstrüksiyonunu konu etmektedir. ■

Makina elemanlarının fonksiyonuna (işlevine) göre inceleme konuları;

1-Bağlama elemanları:*(kaynak, lehim, yapıştırma, perçin, cıvata-somun, mil-göbek, kama, pim, perno)*
2-Taşıma elemanları:*(mil, akslar, dişli çark ,kasnak, volan gibi kısa silindirik disk şeklinde dönel eleman taşıyan)*
3-Destekleme elemanları: *(kaymalı ve yuvarlanmalı yataklar (rulmanlar), kızaklar)*
4-Enerji biriktirme elemanları : *(yaylar vb.)*
5-İrtibat elemanları *: (Eksenel yönde irtibat sağlayan Kaplinler, kavramalar, frenler)*
6-Güç ve hareket iletim elemanlar: *(Miller, dişli çark ,kayış-kasnak mekanizması, zincir mekanizması, cıvata mekanizması)*
7-Sızdırmazlık elemanları : *(contalar, O ringler vb)*
ana başlıklarında toplanmaktadır. ■

Kaynak: M.Akkurt, Mak.ele.1



(Kaynak: M.Akkurt, Mak.El.1)

İMALAT İŞLEMLERİ;

- **Teknolojik tasarım**
- **İşleme ve**
- **Montaj** kademelerinden oluşur.

1-Teknolojik tasarım kademesinde;

- *Mak.Elemana uygulanacak işlemler*
- *İşlemlerin sıralanması*
- *Ölçme aletleri belirleme*
- *Takım tezgahları belirleme*
- *Teknolojik veriler hesaplanır (zaman etütü vb) ve bunları kapsayan teknolojik plan hazırlanır.*

2-İşleme kademesinde;

- *Mak.Elemanlar tezgahlarda işlenir.*

3-Montaj kademesinde:

Elemanlar birleştirilerek ürün meydana gelir.

Konstrüksiyon ile imalat arasındaki fark;

Konstrüksiyonda akıl yürütme (düşünme) kişiye bağlı iken, imalat faaliyetinde ise hem akıl yürütme hemde İnsan-makine ilişkisi seviyesindedir. Bir ürünün konstrüksiyonu bir sefer yapılmakta, imalatı ise defalarca tekrarlanmaktadır. Ve her imalat sürecinde teknolojik değişiklikler ürün kalitesini arttırmakta ve maliyetini düşürmektedir.

(Kaynak: M.Akkurt, Mak.ele.1)

MAKİNA ELEMANINDA BAŞLICA GERİLMELER

- Makina elemanları çubuk, düzlem ve hacim formuna sahip olan elemanlardır.
- Farklı konstrüksiyonlara sahip olan bu elemanlar bir kuvvetle yüklendiği zaman, kuvvetin şiddetine bağlı olarak, eleman kesitinin zayıf olduğu yerden kopmaktadır.

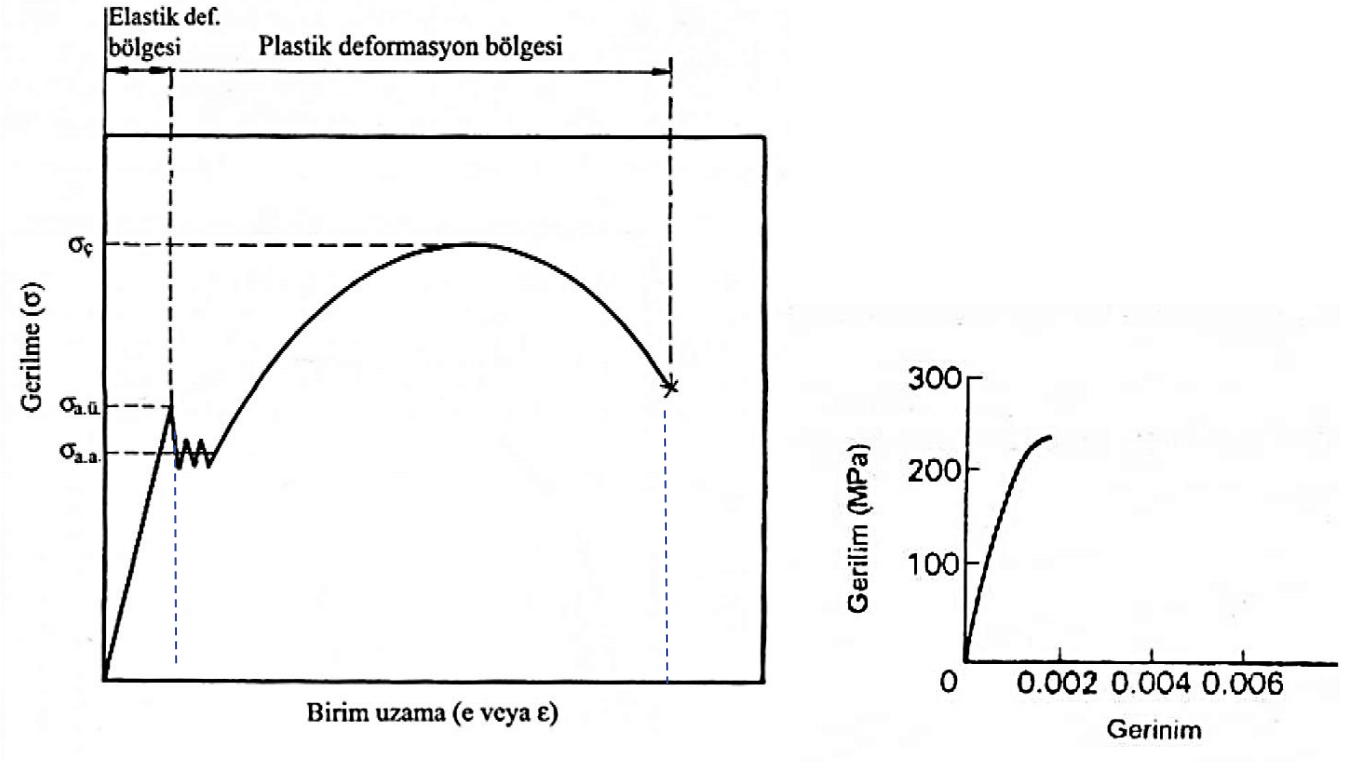
- Kopma düzlemine dik doğrultudaki normal gerilmeler ile düzlem içerisinde kalan kayma gerilmeleri, malzemenin tahrip olmasına yol açmaktadır.

- Meydana gelen Maksimum gerilmeler **mukavemet formülleri** yardımıyla, Emniyet gerilmeleri ise **mukavemet deney sonuçları** ve **emniyet katsayıları** yardımıyla elde edilmektedir. ■

1. STATİK MUKAVEMET deney sonuçları-Hooke Kanunu:

- **Statik gerilmeler,** statik yük altında zamana bağlı sabit veya çok uzun zaman aralıklarında, çok az değişen gerilmelerdir.
- Belirlenen gerilme şekillerinden birine veya birkaçına maruz kalan bir makina elemanın maruz kaldığı maksimum normal veya kayma gerilmesi, elemanın malzemesinin akma gerilmesine veya kopma gerilmesine göre mukayese edilmektedir.

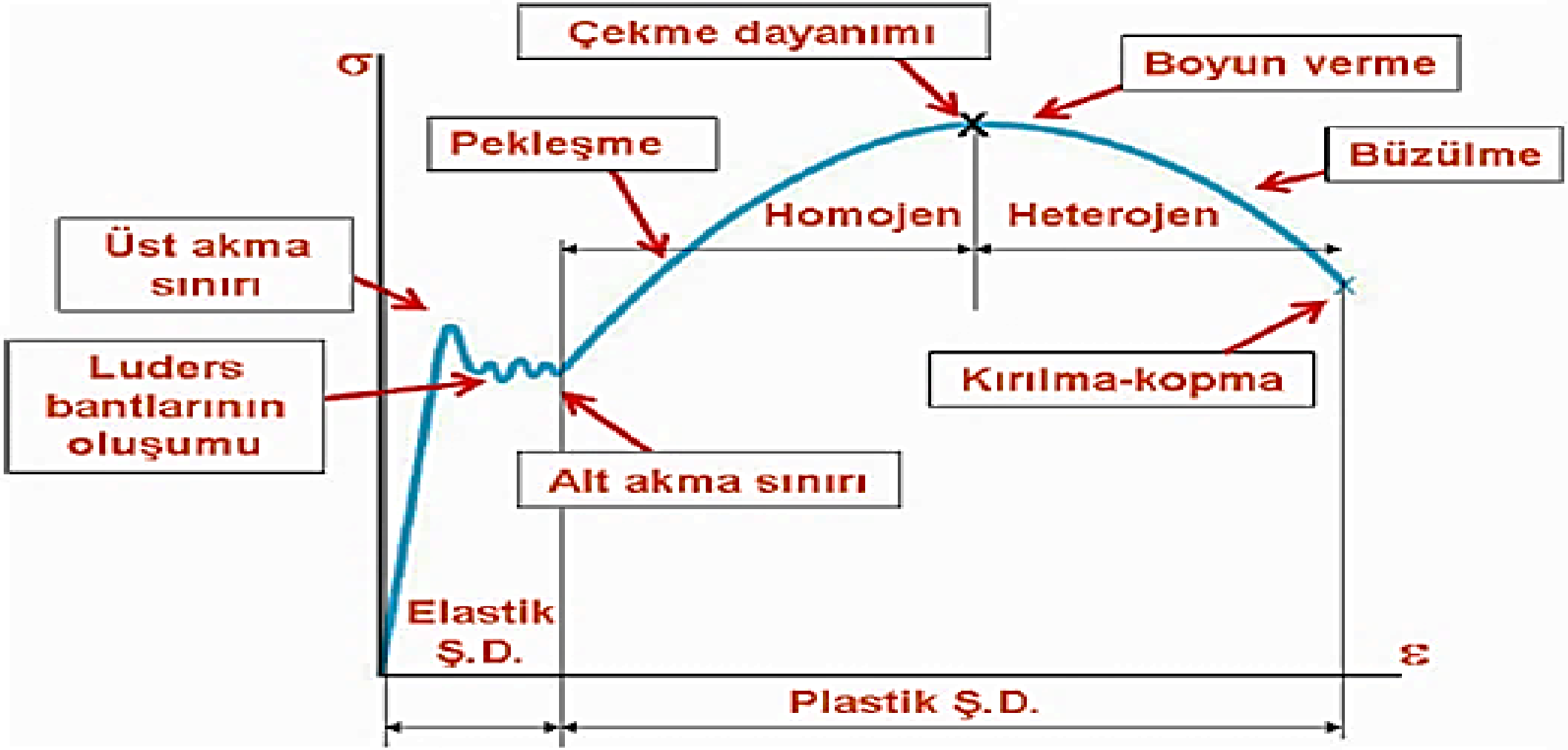
Sonuçta malzemenin Şekilde verilen Hooke gerilme diyagramına göre, her iki gerilme değeri, bu gerilmeler için deneyler sonucu bulunan emniyet katsayılarına bölünerek, o malzeme için akma gerilme sınırının altında emniyet gerilmesi bölgesinde kalması şartı aranmaktadır. ■



Şekil 1.1 Hooke gerilme diyagramı

ÇEKME TESTİ

Gerilme (б) - Birim şekil değiştirme (ε) grafiği

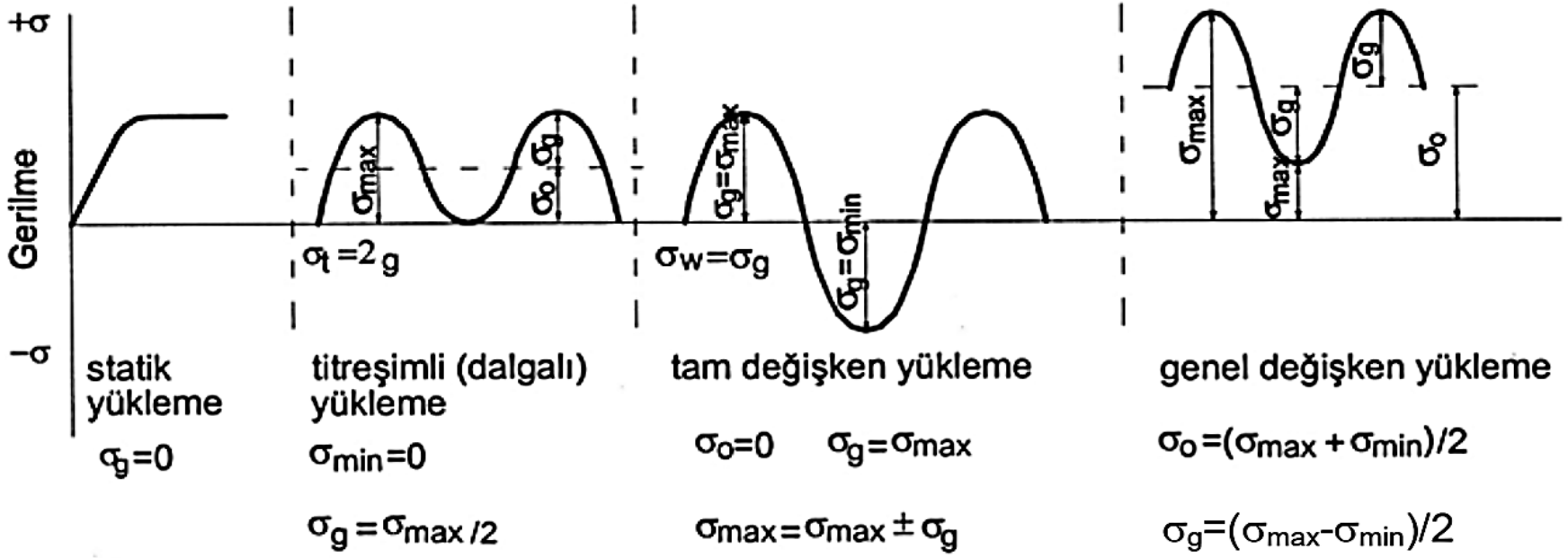


2. DİNAMİK MUKAVEMET Deney Sonuçları:

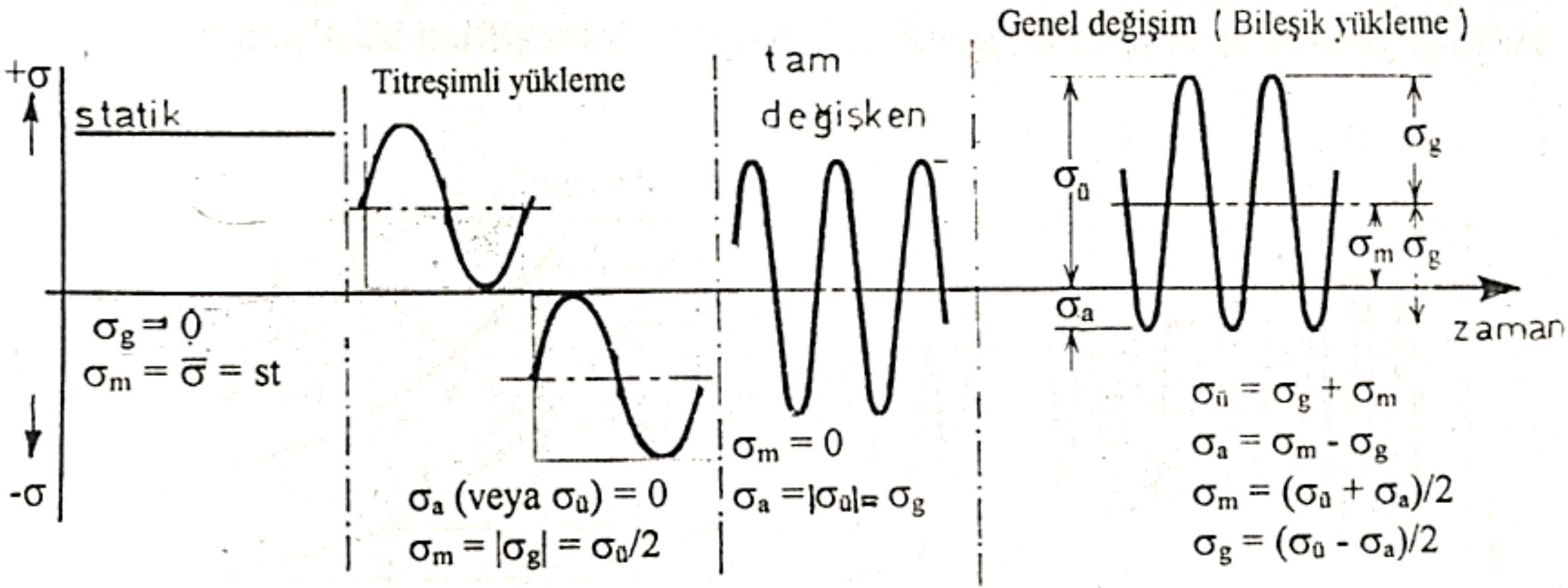
- Mukavemette malzemelerin maruz kaldığı yükleme şekilleri malzeme gerilmesini etkilemektedir. Bunun için herhangi bir makina elemanının maruz kaldığı kuvvetin şiddeti, doğrultusu, yükleme şekli belirlenerek malzeme için emniyet değerleri, profil ve boyutlandırma seçimine karar verilmektedir.

- Makina elemanları zamanla değişen kuvvetler altında sabit, titreşimli değişken, tam değişken, ve genel değişken yükleme şekillerine ve buna göre de gerilmelere maruz kalmaktadır.

***DEĞİŞKEN* GERİLMELER;** *maksimum* ve *minimum* iki değer arasında periyodik olarak değişen dinamik yükler etkisinde oluşan gerilmelerdir.



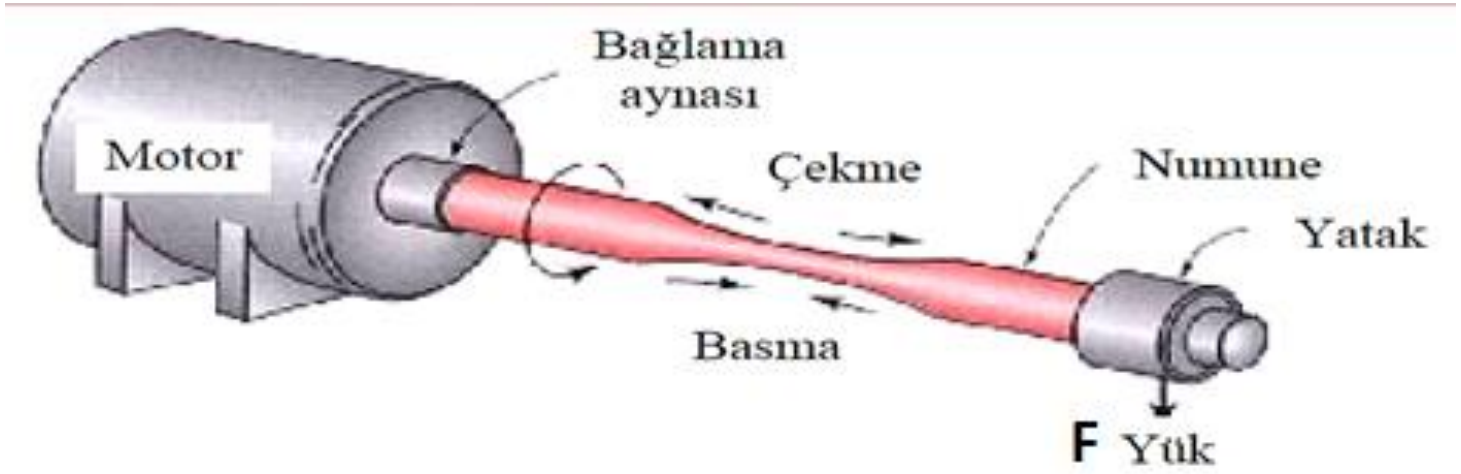
Şekil 1.2 Elemanların zamana göre maruz kaldığı gerilme şekilleri



Şekil 1-6 Dinamik gerilmelerin zamanla değişim şekilleri

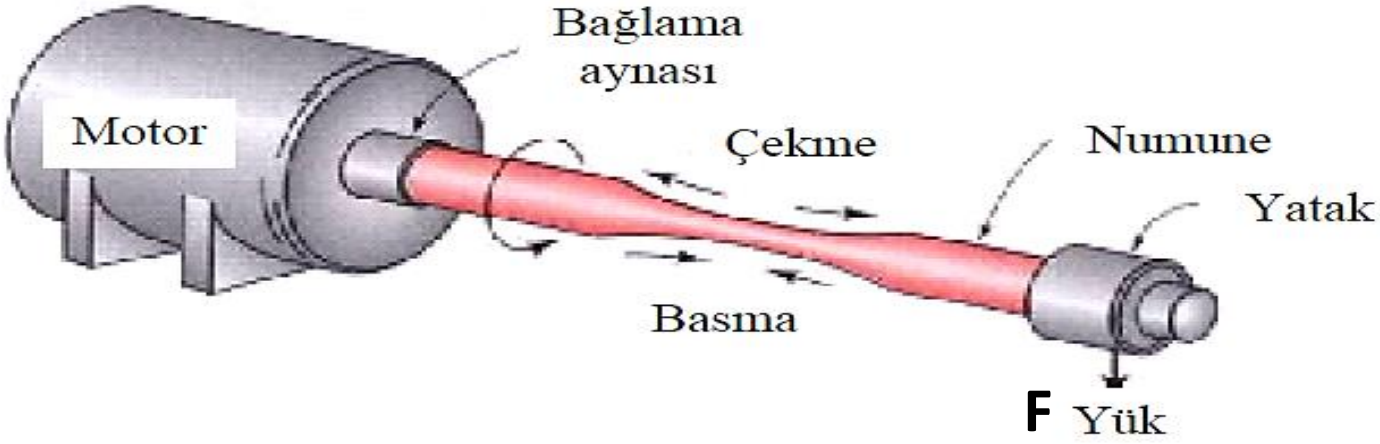
Yorulma Deneyi

Genellikle makina elemanları değişken yüklere ve gerilmelere maruzdur. Statik bir yük altında eğilmeye çalışılan bir milin herhangi bir anda üst taraftaki ipçikler basmaya, alt taraftakiler ise çekmeye maruzdur. 180 derece dönmesi halinde önce çekmeye çalışan ipçikler basmaya, basmaya maruz kalanlar ise çekmeye zorlanırlar. Değişken gerilmeler etkisi altında malzemenin iç bünyesinde meydana gelen değişiklikler ***yorulma,*** elemanın kopuncaya kadar dayandığı süreye de **ömür** denir. **Elemanın ömrü,** gerilme değişim sayısı ile tarif edilmektedir.

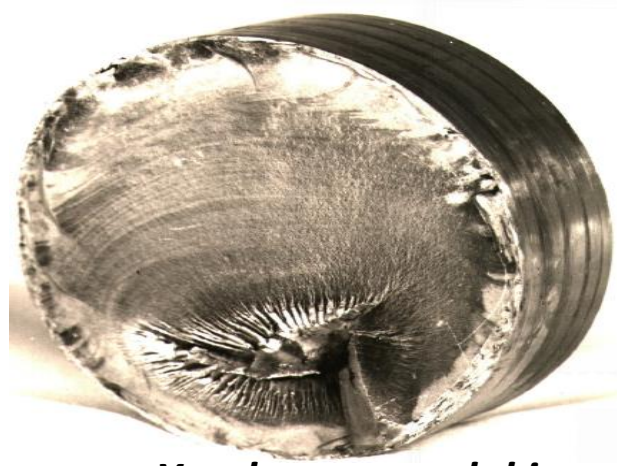


Dönen destekli kiriş yorulma test düzeneği

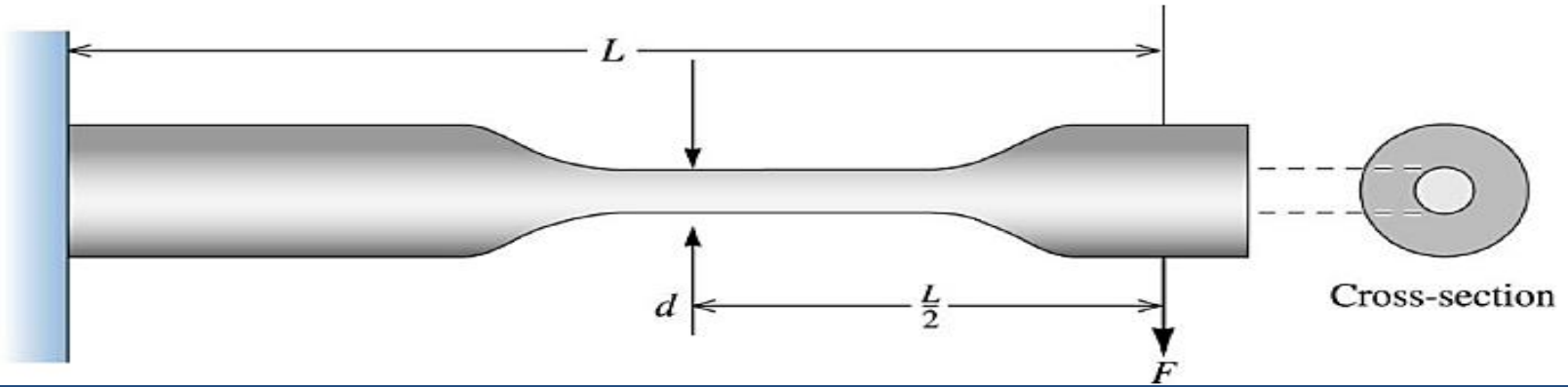
YORULMA (Fatigue) (DIN 50100, TS 1487)



Dönen destekli kiriş yorulma test düzeneği



Yorulma sonundaki kırılma yüzeyi



Dönen kriş örneğinin şematik gösterimi.

Yorulma; akma mukavemetinin altında veya üstünde tekrar eden gerilmeler nedeniyle malzemenin hasar görmesi veya mukavemetinin azalmasıdır.

•Tekrarlanan zorlamalar malzemede hasar bırakıp bırakmadığına bakılmaksızın **yorulma zorlamaları** olarak isimlendirilir

Yorulma Hasarları





28 Nisan 1988

19 yaşındaki Boeing 737 Turbojet Hawai Adaları arasında uçuşu esnasında yetersiz bakım ve metal yorgunluğu nedeniyle uçuş sırasında gövdesinden hasar görmüştür. Bu hasar sonucunda 35 m2'lik bir parça uçaktan kopmuş ve kontrolsüz dekompresyon sonucunda önemli hasara yol açmıştır.
Uygun şekilde bakım ve yorulma analizi ile bu durum önlenebilirdi.

YORULMA (Fatigue) (DIN 50100, TS 1487)

Makine sanayinde meydana gelen hasarların %80'i yorulma sonucudur.

Makine parçalarına, genellikle büyüklüğü ve yönü düzenli veya düzensiz olarak sürekli değişen kuvvetler ile eğme ve burma momentleri etki eder. *Statik zorlamalar altında çalışan makine parçalarına ise çok ender rastlanır.*

• Dinamik zorlamalar altında kırılma, söz konusu malzemenin akma sınırının çok altında oluşabilir (yorulma hasarı). Malzemelerin **yorulma dayanımı,** sonsuz sayıda tekrarlanmasına rağmen, kırılmaya neden olmayan en yüksek gerilme genliğidir.

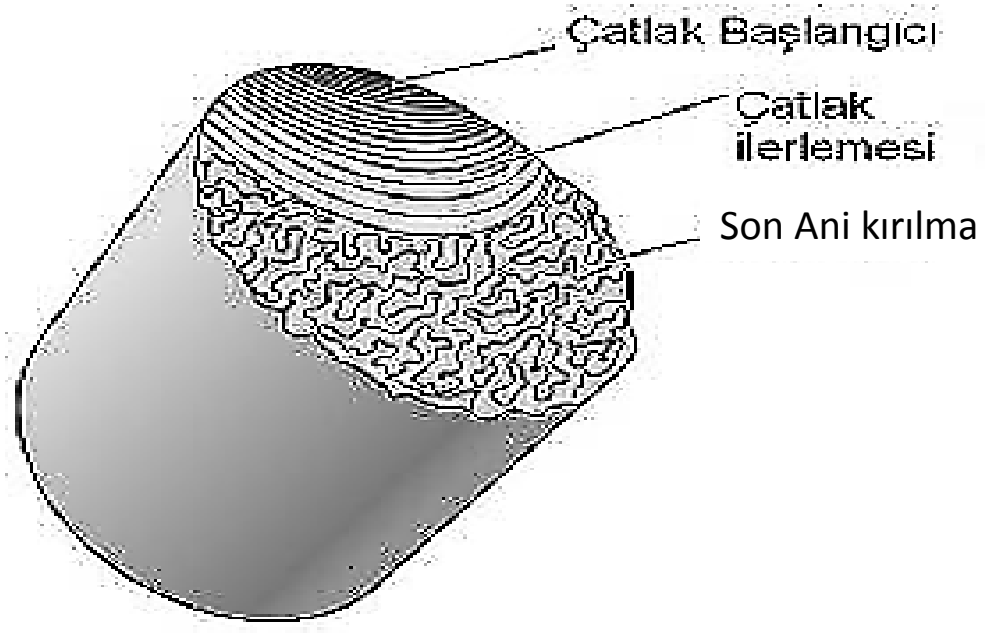
•*Yük kamyonlarında meydana gelen aks kırılmaları, dinamik zorlamalar altındaki yorulma sonucunda oluşmaktadır. Yorulma ile mikro çatlak oluşur ve zamanla çatlak ilerleyerek parça kırılır. Ancak her yorulma sonucunda parça kırılacak diye bir durum yoktur.*

•**En yüksek değeri statik kırılma büyüklüklerine ulaşmayan, ancak zamanla değişen ve tekrarlanan bir zorlamanın, malzemede kırılmaya kadar giden olumsuz etkilerine yorulma denir**.

YORULMA (Fatigue) (DIN 50100, TS 1487)

Bir parçaya etkiyen gerilmelerin, malzemenin akma dayanımının altında, yani elastik bölgede kalması durumunda herhangi bir mekanik hasar beklenmez. Ancak bu zorlamaların yönü ve şiddeti dinamik olarak değişiyorsa bu durumda dahi hasar oluşabilir ve kırılmaya kadar gidebilen bu olay **yorulma** olarak adlandırılır. Dinamik zorlamalar altında çalışan tüm tasarımlarda malzemenin yorulma dayanımı çok önemlidir ve uygulamada oluşan hasarların çoğunluğu yorulma kırılmalarıdır.

Yorulma hasarının oluşumunda iki farklı evre söz konusudur: Çatlak oluşumu ve çatlak ilerlemesi. Çatlağın başlangıcı genellikle içyapıda veya yüzeyde bulunan çok küçük bir kusurda (içyapıda kalıntı, yüzeyde çentik, çizik vs) gerilme yığılması oluşması ve bunun sonucu akma

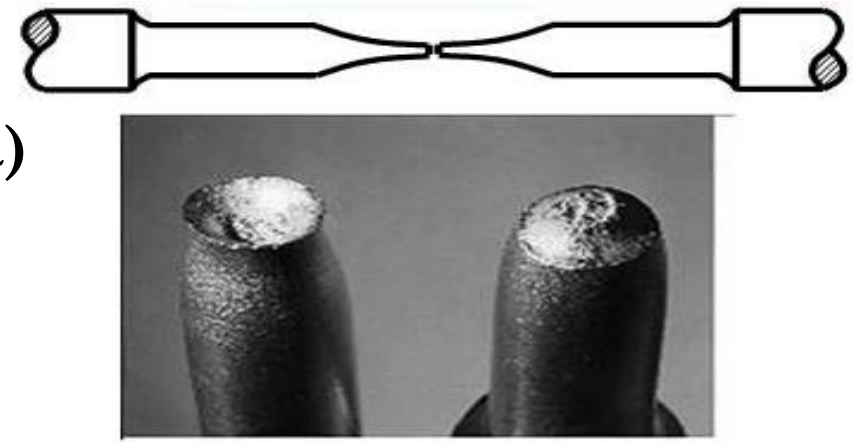


dayanımının yerel olarak aşılması ile ortaya çıkar. Yerel kaymaların bulunduğu bu bölgede yön değiştiren şekil değişimleri yüzeyde girinti ve çıkıntılara, bir süre sonra da bir mikroçatlak oluşumuna neden olur. Bu mikroçatlak adım adım ilerleyerek bir makro çatlak oluşturur ve bu çatlak yeterli büyüklüğe ulaştığında yorulma kırılmasını ortaya çıkar.

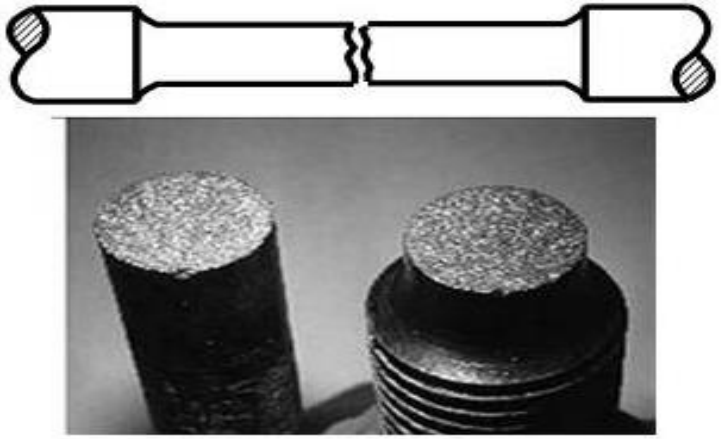
Yorulma dayanımı

a) Sünek malzeme

a)



b)



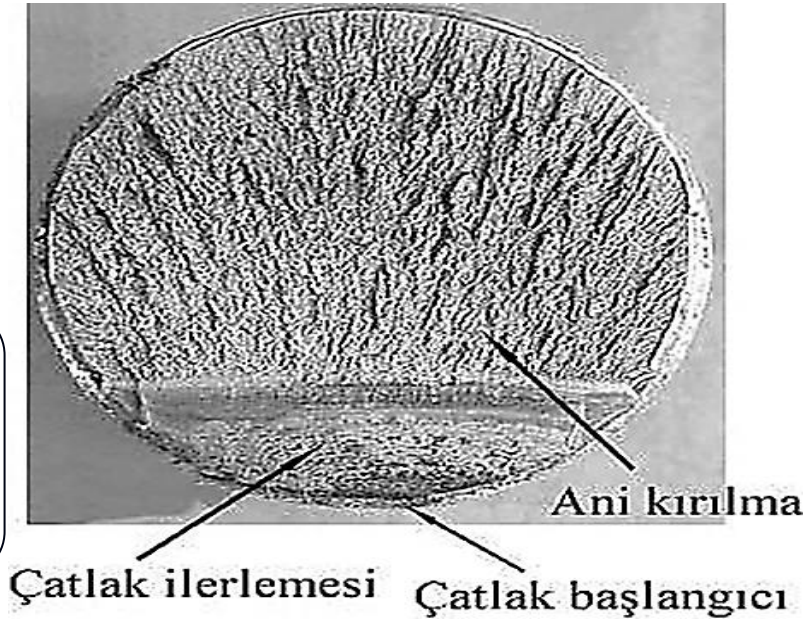
b) Gevrek malzeme

Malzemeyi, zorlayan gerilmeler zaman ile değişecek olursa, malzeme çekme deneyindeki kopma değerinin altındaki bir gerilmede, sünek de olsa plastik şekil değiştirmeden kırılır.
Bu olaya **yorulma** denilir.

- Daha önce statik ve darbeli yüklemeleri gördük
- Gerçekte ise zorlamalar sürekli değişkenlik göstermektedir.
- **Yorulma hasarı**: malzemelerin çekme ve akma dayanımlarından (statik koşullarda) daha düşük değerlerdeki tekrarlı gerilmelerin etkisinde, belirli bir çevrim sonrasında kırılması ile oluşan hasardır.

Yorulma dayanımı

- Özellikle metalik malzemelerin kırılmasının en önde etkeni olması nedeniyle yorulma olayı çok önemlidir.



- Yorulma kopmasına uğrayan parçalara genelde; ***miller, bağlantı çubukları ve dişliler gibi hareketli parçalar*** gösterilebilir.

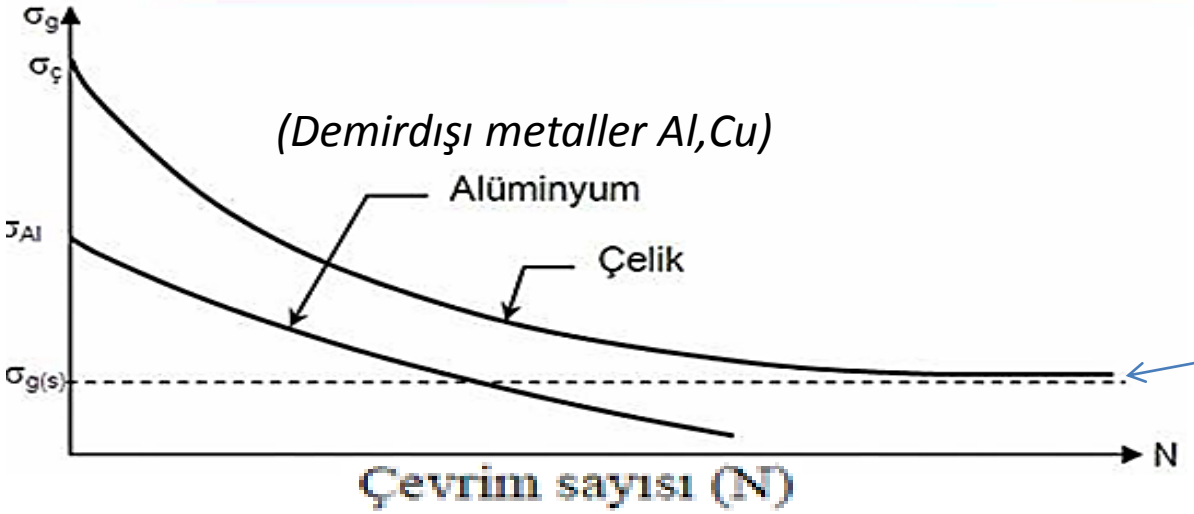
- Makinelerdeki hasarların büyük çoğunluğunun (yaklaşık %80'ninin) yorulma kopmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

- Bu tür hasarlar polimer ve seramik (cam hariç) malzemelerde de ortaya çıkabilmektedir.

Wöhler eğrisi



Döner mil deneyi



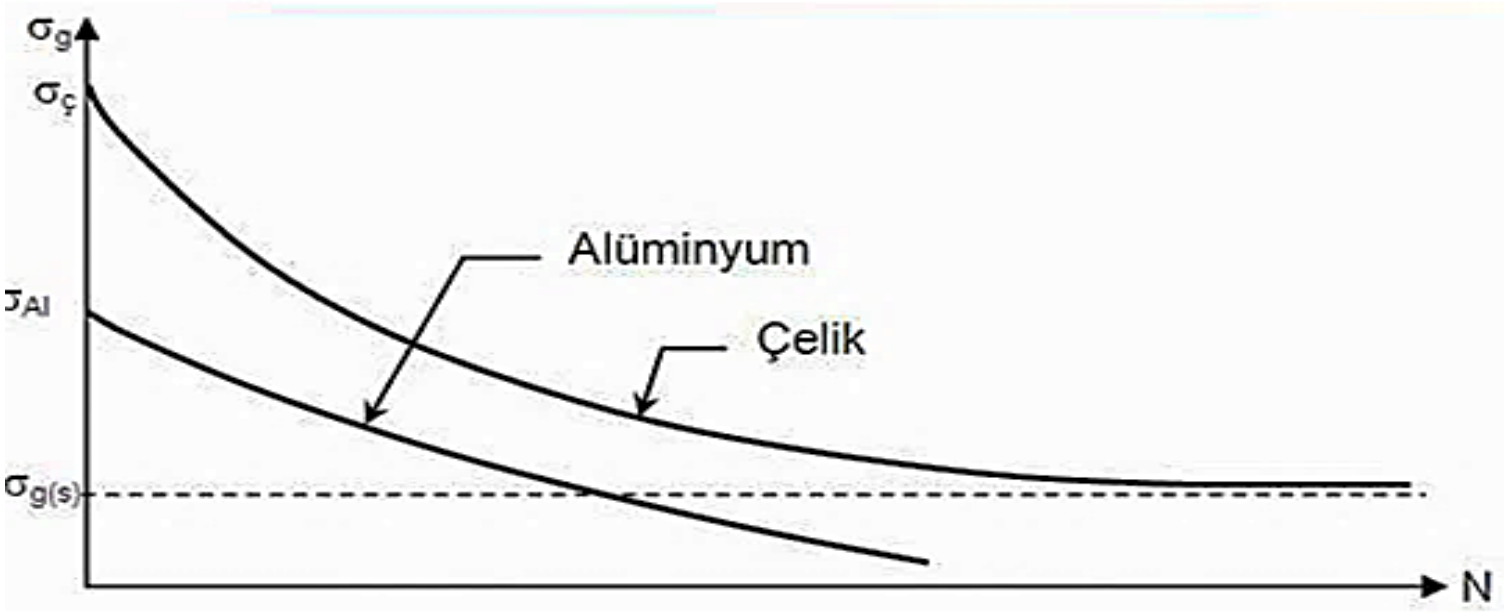
Malzemenin yorulma hasarına uğramadığı bu gerilmeye **sürekli dayanım gerilmesi, yorulma sınırı** veya **süresiz yorulma dayanımı** adları verilir.

Bu gerilme değerinin altında malzeme, yükleme sayısına bağlı olmaksızın sürekli dayanır. Hafif metallerin veya alaşımların (alüminyum alaşımları vb) yorulma eğrilerinde sürekli düşme görülür.

Birçok demir esaslı alaşım yorulma limiti değerine sahiptir ve bu sınır yaklaşık olarak **çekme dayanımının yarısıdır.**

Wöhler eğrisi **demir esaslı malzemelerde 10^6 – 10^7 tekrar sayılarında yatıklaşmaya başlar.**

Wöhler eğrisi (S-N yorulma diyagramları)



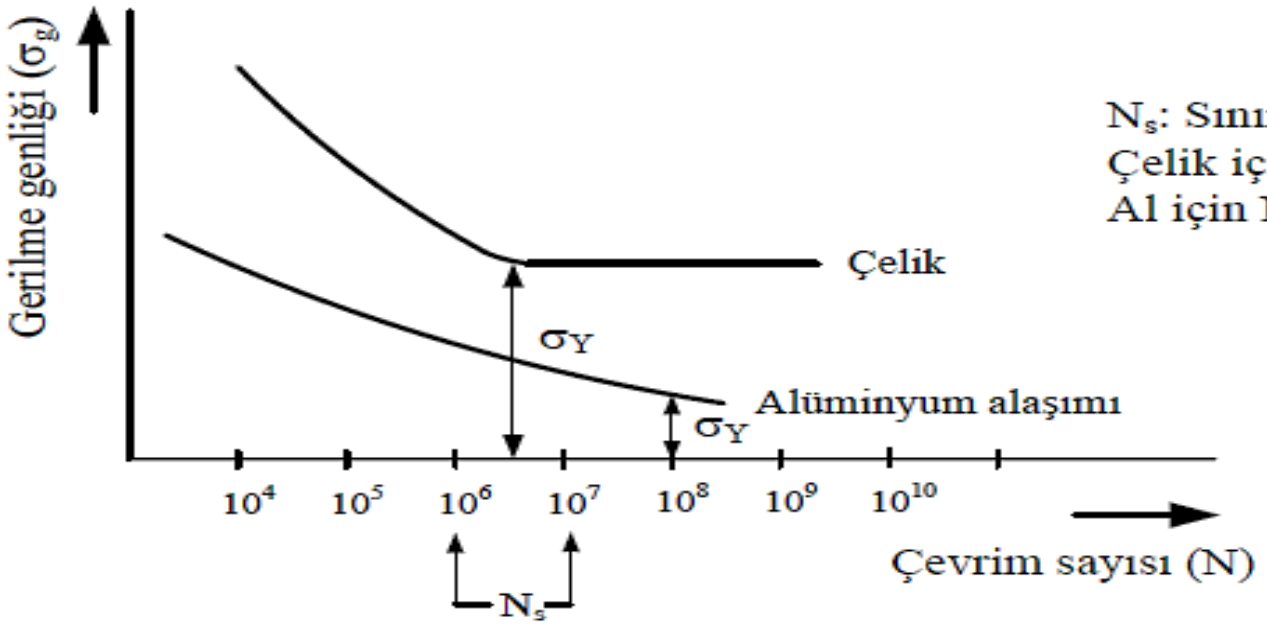
Alüminyumun yorulma sınırı yoktur.

Yorulma dayanımına etkiyen Faktörler:

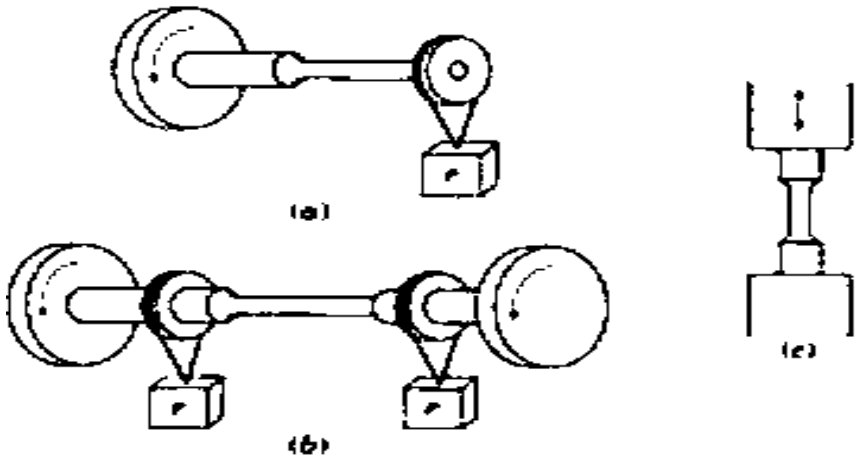
- Malzemenin çekme dayanımı
- Ortalama gerilmenin varlığı ve seviyesi
- Ortam şartları
- Yüzey pürüzlülüğü
- Sıcaklık

- Malzemelerin hangi çevrim sayısında hasara uğrayacağını gösteren diagramlardır.
- Başka bir açıklama yoksa ortalama gerilme sıfır olacak şekilde deneyler yapılır.
- Yani max ve min gerilmeler ters işaretli olmak üzere birbirine eşittir.

Wöhler eğrisi (S-N yorulma diyagramları)



N_s: Sınır çevrim sayısı
Çelik için $N_s=2x10^6$-$2x10^7$
Al için $N_s=2x10^8$



a)Tek uçtan yüklemeli dönel eğmeli
b)İki uçtan yüklemeli dönel eğmeli
c)Eksenel gerilmeli

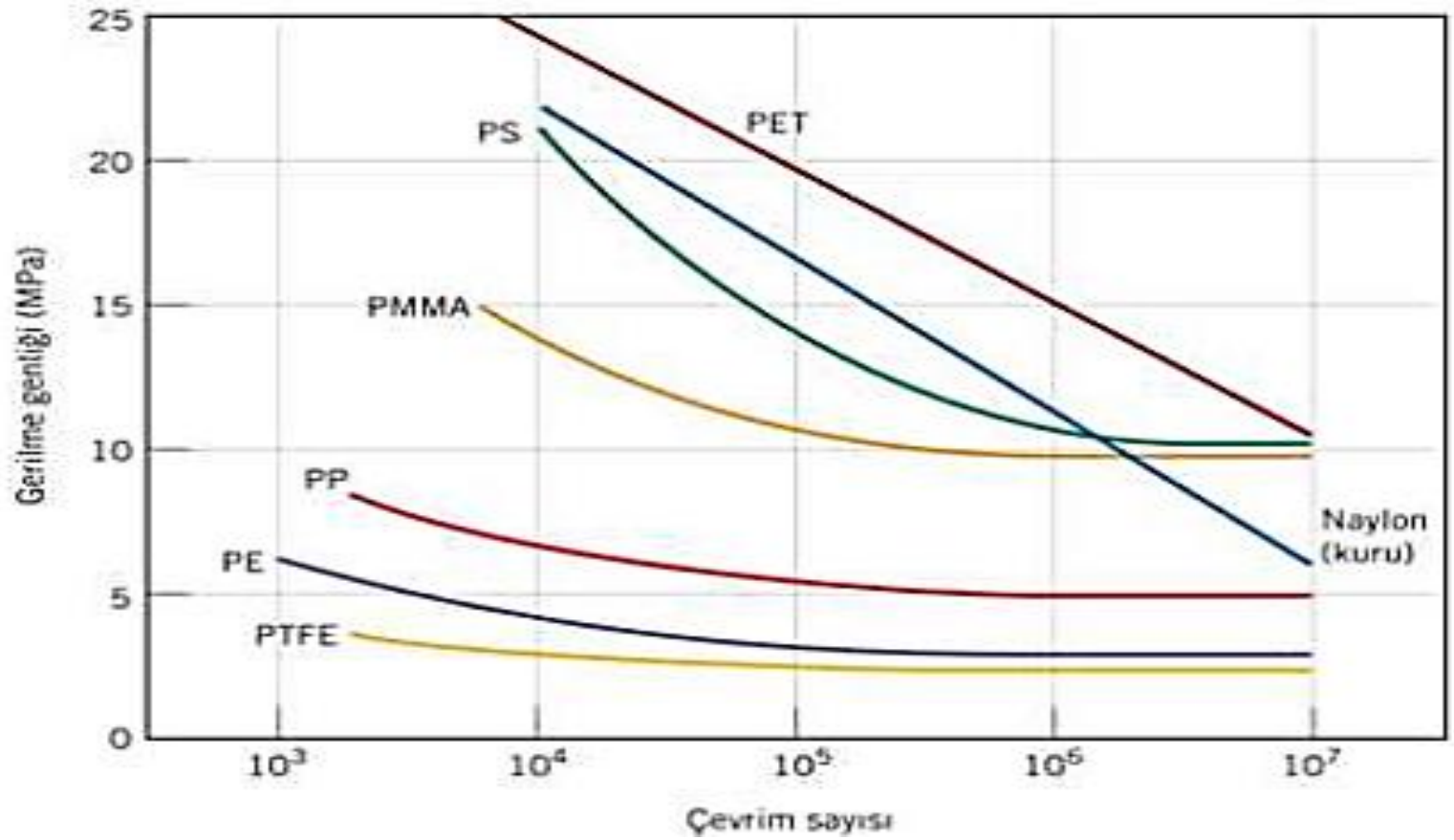
Yorulma dayanımı: Belirlenen bir sınır çevrim sayısına kadar, malzemenin kırılmadan taşıyabileceği en büyük gerilme genliğidir. (ortalama gerilme ile birlikte). Düşük genliklerde yorulma ömrü çok uzun olabileceğinden, belirli bir çevrim sayısına ulaşıldığında, parçanın kırılması beklenmeden deney durdurulur. *(* σ_y *= yorulma dayanım sınırı)*

Çelik ve dökme demir için: $\sigma_y \cong 0{,}5\sigma_ç$ **≅ 0,18. BSD** *Brinell sert.ile ilişkisi*

Demirdışı metal ve alaşımları (örneğin Cu ve Cu alaşımları, Al ve Al alaşımları, Ni ve Ni alaşımları) **için:** $\sigma_y \cong \frac{1}{3}\sigma_ç$

Yorulma

Şekil 15.11 Poli(etilen terefitalat) (PET), naylon, polistiren (PS), poly(metil metakrilat) (PMMA), polipropilen (PP), polietilen (PE) ve politetrafloretilen (PTFE) için yorulma eğrileri (gerilme-yorulma çevrim sayısı). Deney frekansı 30 Hz için. (M. N. Riddell, "A Guide to Better Testing of Plastics," *Plast. Eng.*, Vol. 30, No. 4, p. 78, 1974.)



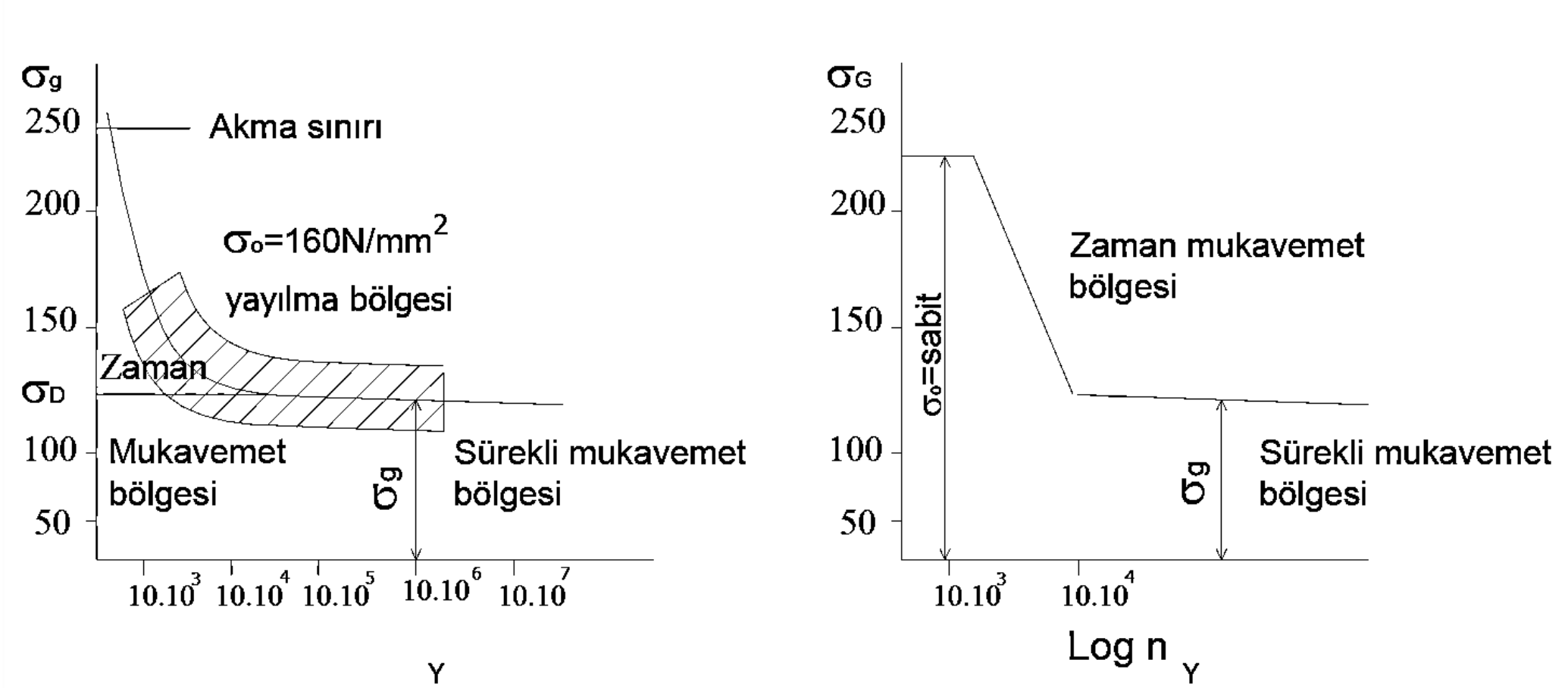
Yorulma Dayanımına Etkiyen Faktörler

- Gerilmelerin yoğunlaşması (örneğin kesit üzerinde çentikler, delikler, keskin köşelerin olması) yorulma dayanımını azaltır.
- Yüzey pürüzlülüğü fazla ise yorulma dayanımı azalır.
- Parça içerisinde iç gerilmeler varsa yorulma dayanımı azalır.
- Segregasyon, cüruf, kalıntı varsa yorulma dayanımı azalır.
- Sıcaklık yüksekse; dayanım azalır, yorulma ömrü ve yorulma sınırı azalır.
- Çevre koşulları korozyon oluşturmaya elverişli ise **yorulma dayanımı AZALIR.**

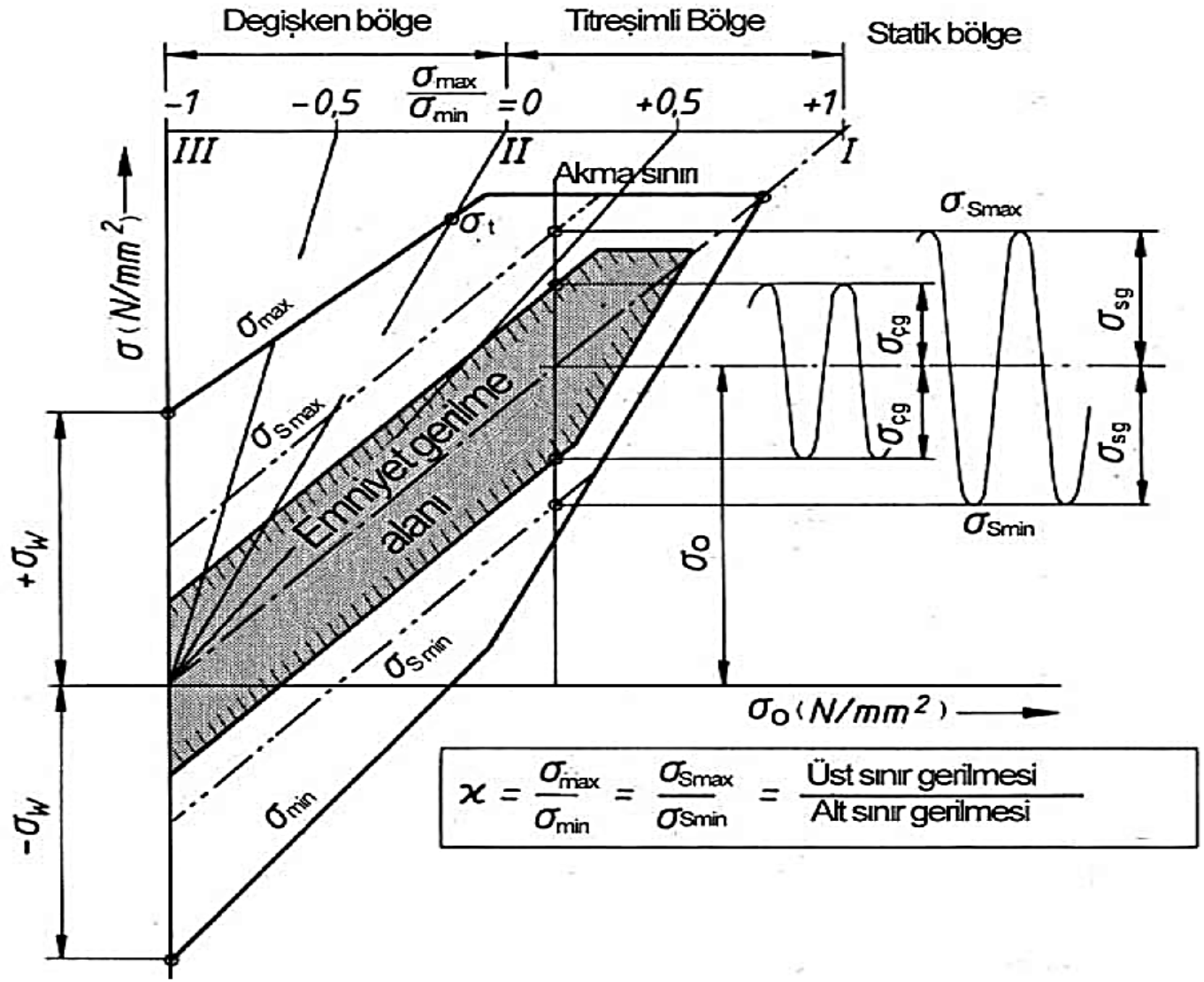
- Parçanın yüzeyine karbürleme, nitrürleme gibi yüzey sertleştirme işlemi uygulanmışsa yorulma dayanımı iyileşir.
- Malzeme yüzeyi iyi parlatılırsa **yorulma dayanımı iyileşir.**
- Malzemede çekme dayanımı artarsa

  yorulmaya karşı dirençte ARTAR.

Yorulma Deneyi



Şekil 1.3 St için Wöhler eğrileri

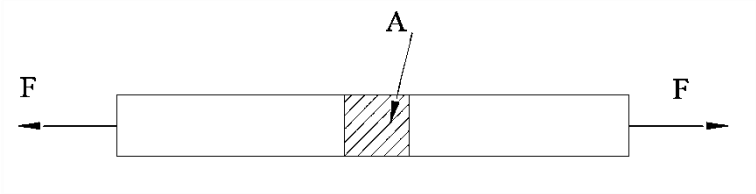


Şekil 1.4 Smith diyagramı

3. Normal Gerilmeler

1. Çekme Gerilmesi:

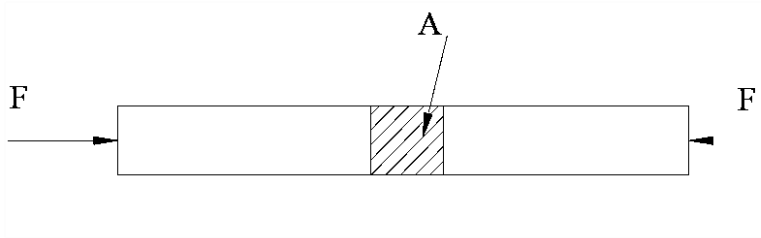
$$\sigma_{ç} = \frac{F}{A} \le \sigma_{ç.em}$$



Şekil 1.5 Çekme kuvveti altında eleman

2. Basma Gerilmesi:

$$\sigma_{b} = \frac{F}{A} \le \sigma_{b.em}$$



Şekil 1.6 Basma kuvveti altında eleman

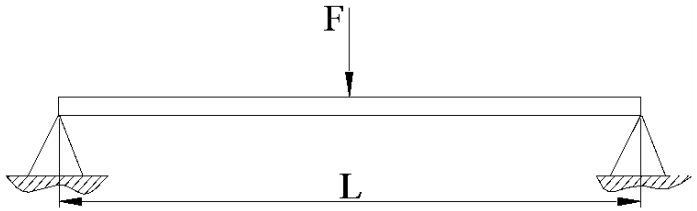
3. Eğilme Gerilmesi:

$$\sigma_{e} = \frac{M_e}{W_e} = \frac{F.L}{4.W_e} \le \sigma_{e.em}$$

Dikdörtgen kesitlerde:

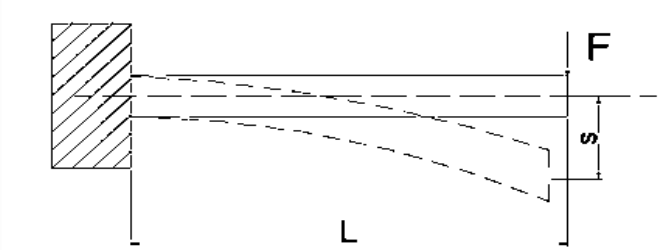
$$\boldsymbol{\sigma = \frac{M \cdot c}{I}} \qquad \boldsymbol{\sigma_{\epsilon} = \frac{3 \cdot F \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}}$$

$$\boldsymbol{I = \frac{b h^3}{12}}$$



Şekil 1.7 İki ucu mesnetli kiriş

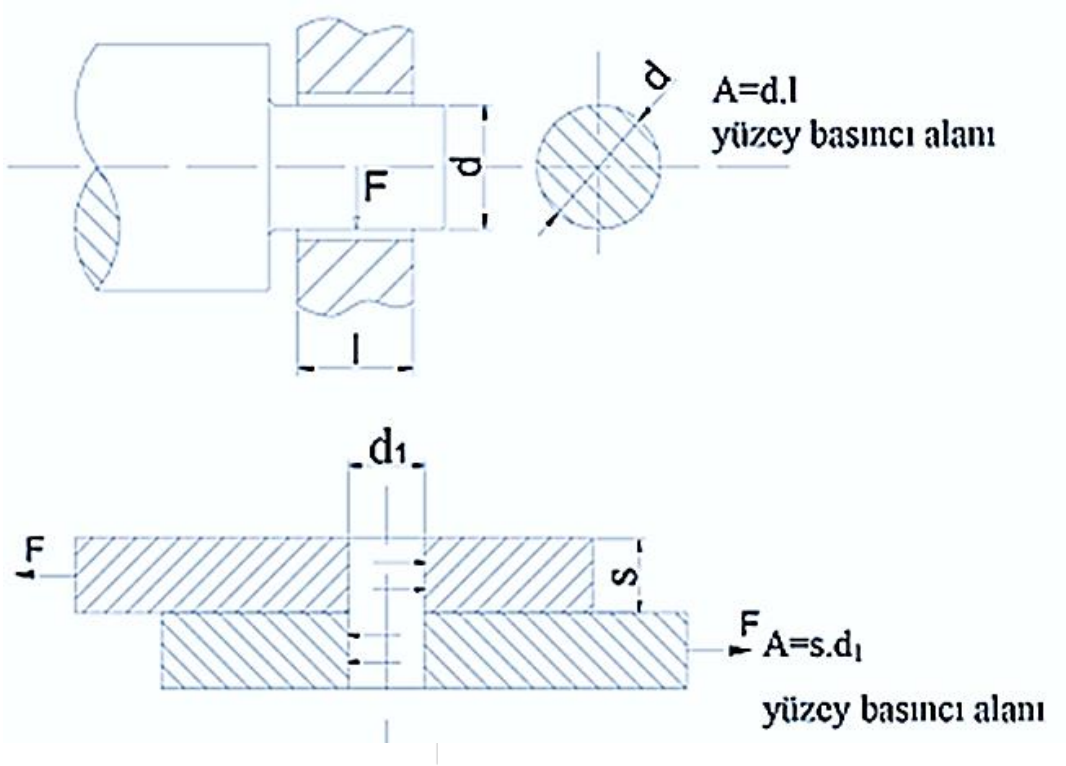
$$\sigma_{e} = \frac{M_e}{W_e} = \frac{F.L}{W_e} \le \sigma_{e.em}$$



Şekil 1.8 Ankastre kirişte eğilme gerilmesi

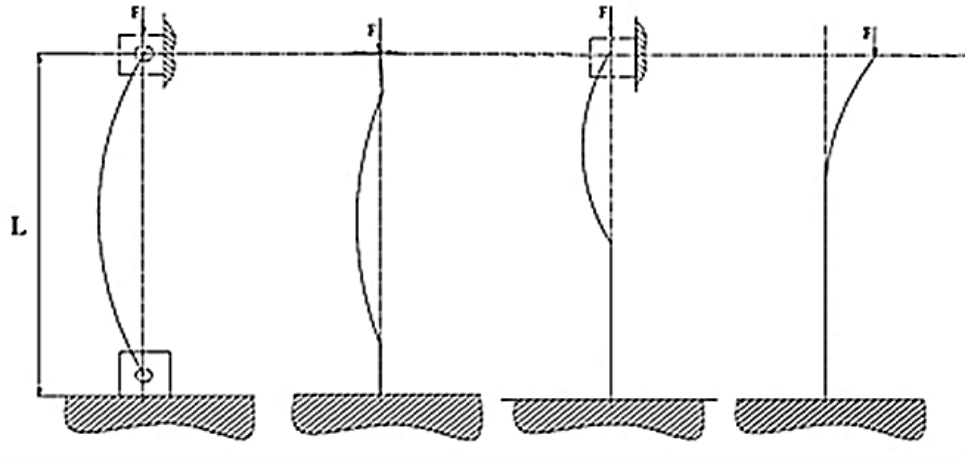
4. Özel Gerilme (Yüzey Basınç Gerilmesi):

$$p = \frac{F}{A} \leq p_{em}$$



Şekil 1.9 Yüzey basınç gerilmesi oluşması

5. Burkulma (Flambaj) Gerilmesi:



a) c_o=1 b) c_o=4 c) c_o=1/2 d) c_o=1/4

a) Her iki ucu mafsallı, b) Her iki ucu ankastre, c) Bir ucu mafsallı, bir ucu ankastre, d) Bir ucu serbest bir ucu ankastre

Şekil 1.10 Narin çubukların kullanma şekilleri

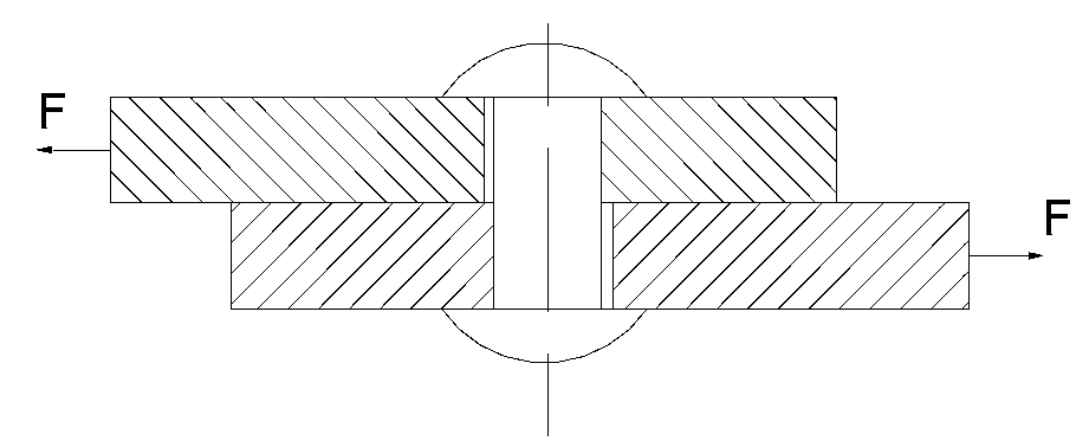
Malzeme	E $\frac{N}{mm^2}$	Euler $\sigma = \frac{\pi^2 .E}{\lambda^2}.c_0$	Johnson	Tatmayer
Ahşap (çam)	10^4	$9{,}87.10^4.c_0/\lambda^2$	$\sigma_{kr} = \sigma_{ak} - \left(\frac{\sigma_{ak}}{2\pi}\right)^2 \frac{\lambda^2}{E.c_0}$ λ_0 noktasında Euler ve Johnson geçerli olduğundan formüller eşitlenip λo bulunur. $\lambda_0 = \sqrt{\frac{2\pi.c_0.E}{\sigma_{ak}}}.$ $\lambda_0 \cong 614.\sqrt{\frac{c_0}{\sigma_{ak}}}$	$\Lambda \le 100$ için σ_{kr}=29.3-0.2 λ
Döküm (pik)	10^5	$9{,}87.10^5\ C_0/\lambda^2$		$\lambda \le 80$ için σ_{kr} =776-12λ +0,05λ^2
Kaynak çeliği	$2.\ 10^5$	$19{,}74.\ 10^5\ C_0/\lambda^2$		$\lambda \le 122$ için σ_{kr} =303-1,3λ
Yumuşak akma çelik	$2{,}1.10^5$	$20{,}73.10^5\ C_0/\lambda^2$		$\lambda \le 105$ için σ_{kr} =310-1,14λ
Sert akma Çelik	$2{,}2.10^5$	$21{,}71.\ 10^5\ C_0/\lambda^2$		$\lambda \le 89$ için σ_{kr} =335-0,6λ
% 4 Ni'li çelik	$2{,}11.10^5$	$20{,}73.\ 10^5\ C_0/\lambda^2$		$\lambda \le 86$ için σ_{kr} =470-2,3λ

Şekil 1.12 Burkulmada dikkate alınan formüller

4. Kayma Gerilmeleri

1. Kesme gerilmesi:

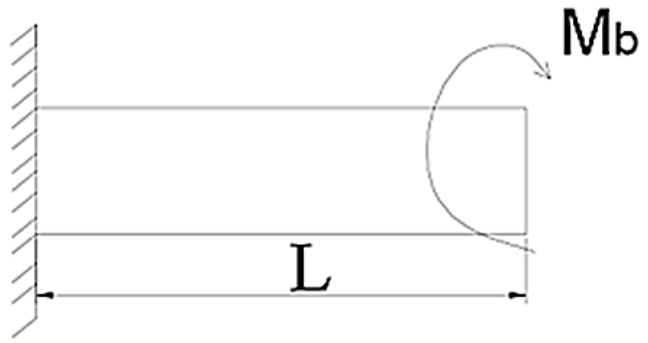
$$\tau_k = \frac{F}{A} =\leq \tau_{k.em}$$



Şekil 1.13 Kesilmeye maruz kalma

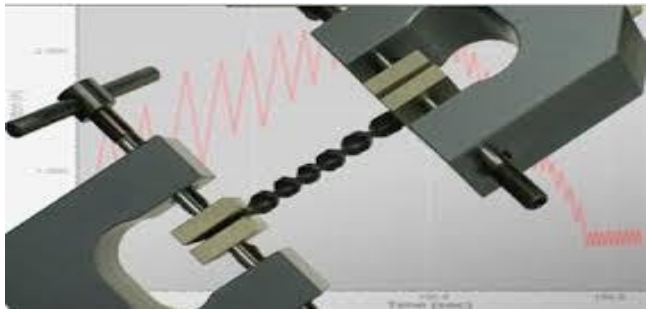
2. Burulma Gerilmesi:

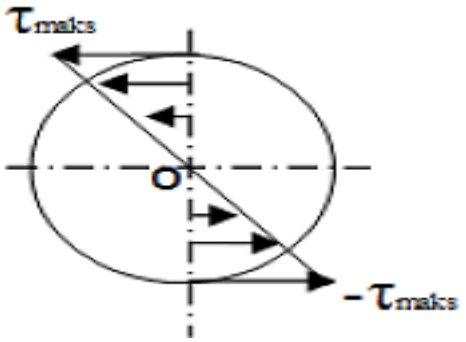
$$\tau_b = \frac{M_b}{W_b} = 9550 \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{l}{W_b} \leq \tau_{b.em}$$

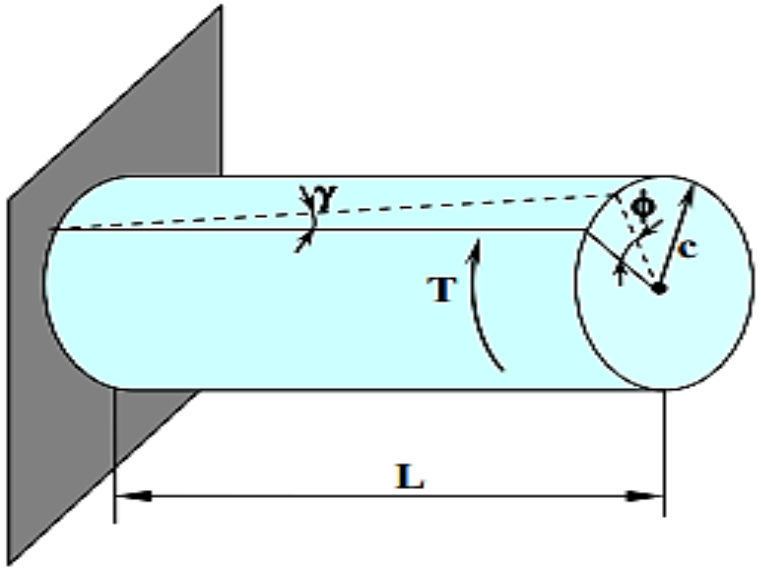


Şekil 1.14 Burulma gerilmesi elemanı

BURULMA GERİLMESİ ve TESTİ

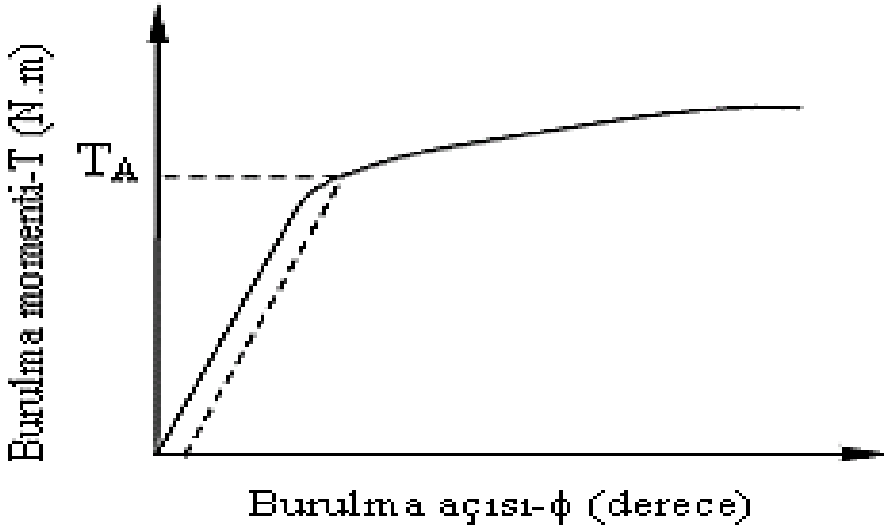


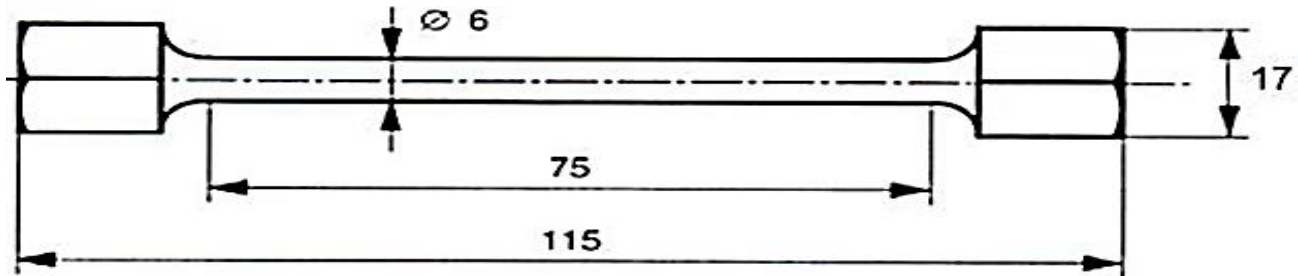




Burulma deneyi, iki ucundan sıkıştırılmış numuneye, bir ucu sabit olmak şartıyla diğer ucundan burulma momenti uygulanarak yapılır.

Buruma momenti etkisiyle numunede kayma gerilmeleri oluşur. Deney sırasında uygulanan burulma momenti (T), burulma açısı(ø teta) diyagramı elde edilir.

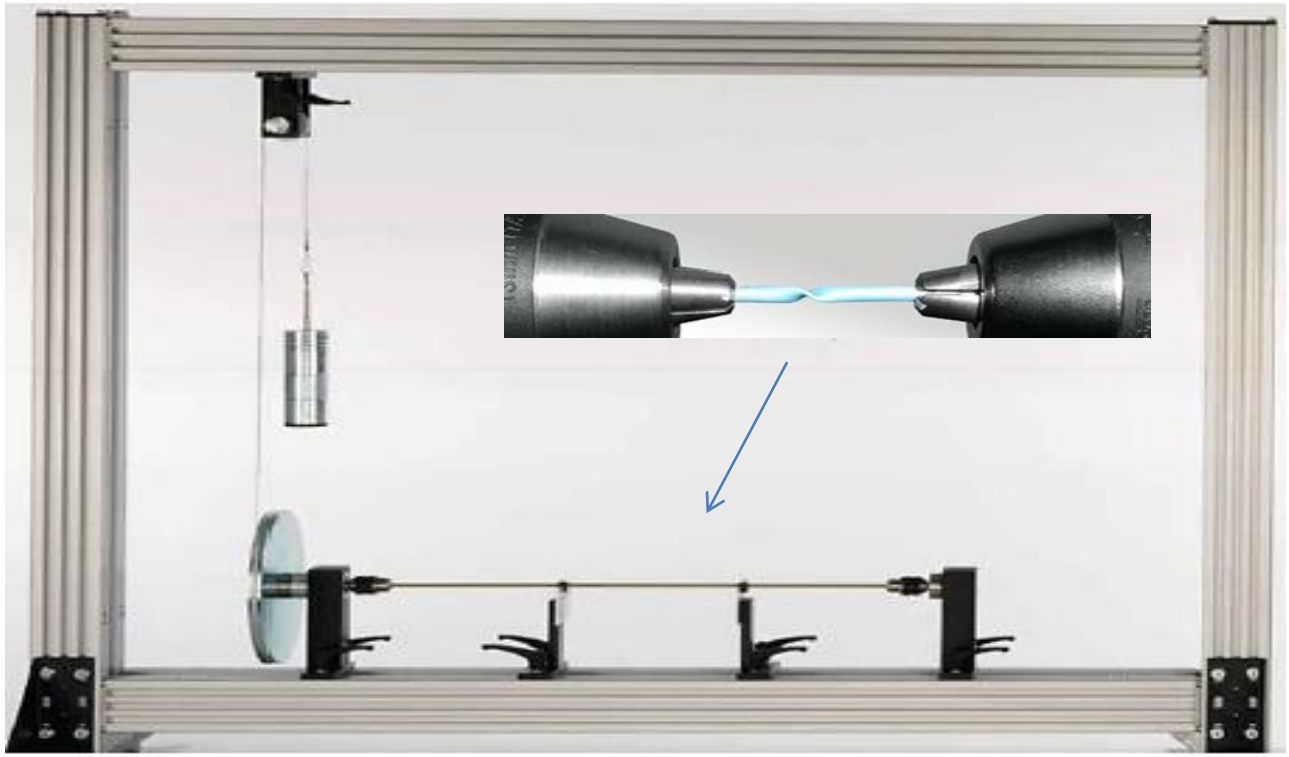




Burulma momenti (T), burulma açısı (ø) diyagramı

Doç.Dr.Ahmet DEMİRER Teknoloji Fakültesi Makine Müh.

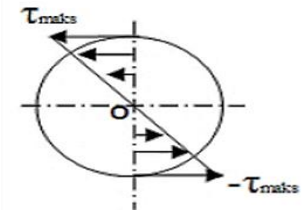
BURULMA GERİLMESİ ve TESTİ



Şekil 4 Burulma Deney Düzeneği

- Burulma deney numuneleri *(Dış çapı 10 mm ve et kalınlığı 2 mm olan Alüminyum 6061, bakır ve polimer çubuk)* gerilmelerin hesaplanmasında en basit şekil olanı yuvarlak kesitli numunelerdir.
- *Burulma deneyinde uygulanan burulma momenti (**T**) etkisiyle numunede kayma gerilmeleri (**τ** -to) oluşur. Kayma gerilmeleri numunenin merkezinden yüzeyine doğru doğrusal olarak artar. Kayma gerilmeleri numunenin merkezinde sıfır, yüzeyinde ise maksimum değerdedir.*

Burulma deneyinde ince et kalınlığında ve boru şeklindeki numuneler kullanılarak kesitte daha üniform (her noktada eşit) bir gerilme dağılımı sağlanabilir.



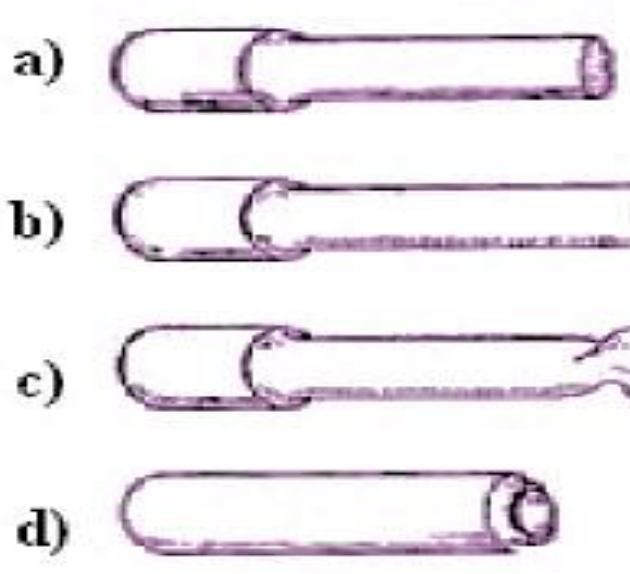
$$\tau = \frac{T\rho}{J}$$

ρ: Kayma gerilmesinin istendiği yarıçap
(c mil kesitinin yarıçapıdır)

J: Polar atalet momenti İçi dolu millerde

$$J = \frac{1}{2}\pi c^4$$

BURULMA TESTİ SONUCU KIRILMA ŞEKİLLERİ



Sünek numune

Gevrek numune

Sünek boru şekilli numune

Kısa boylu boru numune

Burulma deneyinin amacı: malzemelerin kayma elast. modülü (**G**) ve kayma akma gerilmesi (τ_A), kırılma modülü gibi özelliklerinin belirlenmesi amacıyla uygulanır.

Kayma elas.modülü (G): Kayma gerilmesi-kayma şekil değişimi grafiğinde lineer kısmın eğimidir. *Rijitlik modülü* olarak da adlandırılır.

Tork (T): Malzemeye burma etkisi olan momenttir.

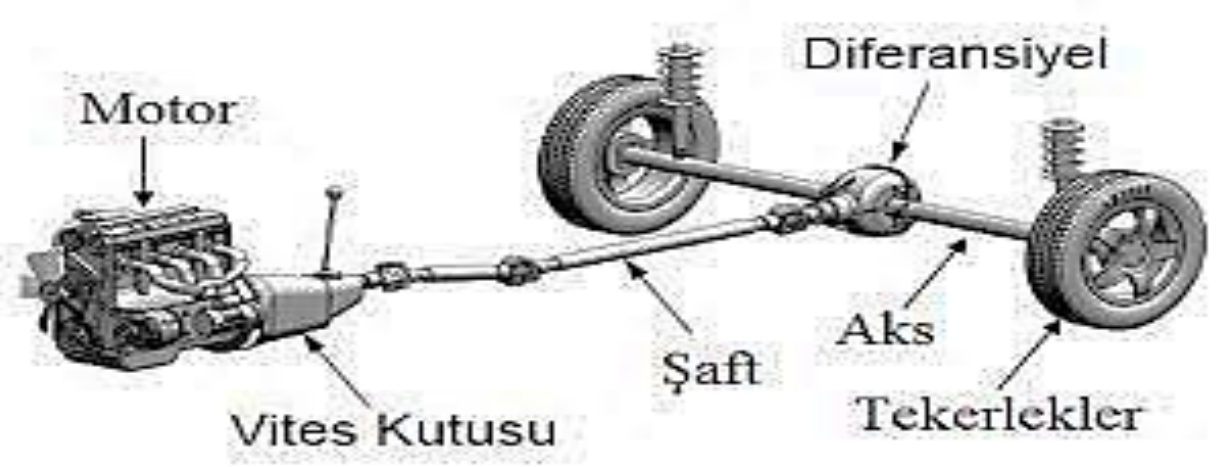
Burulma açısı (ø) : Burulma numunesinin boylamasına eksenine normal konumdaki iki referans düzlemin birbirine göre dönme açısıdır.

BURULMA TESTİ

Uygulamada malzemelerin genel mekanik özelliklerinin saptanmasında seyrek olarak kullanılır. Plastik deformasyonla ilgili teorik çalışmalarda ve **metallerin çekilebilme (tel ve çubuk) , dövülebilme özelliklerinin belirlenmesi gibi** mühendislik uygulamalarında ihtiyaç duyulan bir deneydir.

Burulma deneyi, özellikle takım çelikleri gibi gevrek malzemelerin dövülebilme özelliğinin belirlenmesinde yüksek sıcaklarda da yapılır. Aynı zamanda kullanım yerlerinde burulma momentinin önemli olduğu **şaft, dingil, matkap ucu gibi** parçalara direk olarak uygulanabilen bir deneydir.





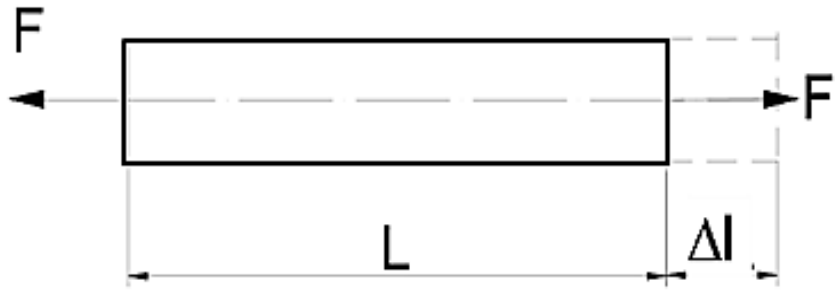
Doç.Dr.Ahmet DEMİRER Teknoloji Fakültesi Makine Müh.

MAKİNA ELEMANININ ŞEKİL DEĞİŞTİRMESİ

Bir eleman bir yüke maruz kaldığında, bünyesinde gerilmeler meydana geldiği ve şekil değişikliğine uğradığı mukavemetten bilinmektedir. Bu esnada elemanın şekline ve fonksiyonuna bağlı olarak ilk konumundan ayrılmakta, açısal ve eksensel şekil değiştirmekte, elastisitesine bağlı olarak çökerek yaylanmaktadır. Yükleme durumlarına göre şekil değiştirmelerden bazıları burada ele alınmaktadır.

1. Çekme-Basma Kuvveti Altında Şekil Değiştirme:

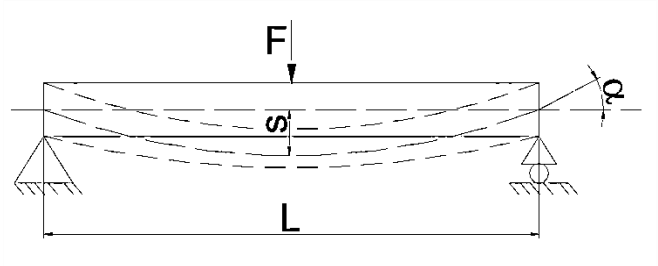
$$\Delta l = \frac{F.L}{E.A}$$ boyca uzama veya kısılma



Şekil 1.15 Çekme-basma uzaması

2. İki Mesnetli Münferit Ve Yayılı Yükte Şekil Değiştirme:

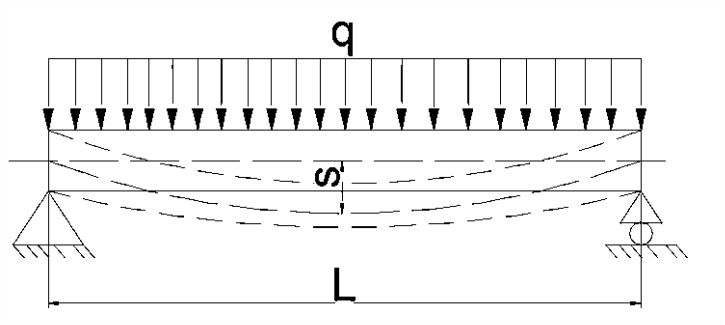
$s = \frac{F.L^3}{48.E.I}$ sehim veya çökme, $\alpha = \frac{F.L^2}{16.E.I}$ açısal şekil değiştirme



Şekil 1.16 Mesnetli münferit yük

3. Ankastre Münferit Ve Yayılı Yükte Şekil Değiştirme:

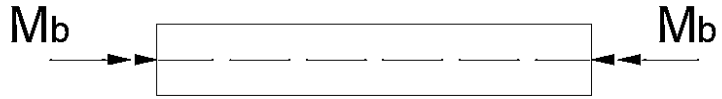
$s = \frac{5F \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I}$ çökme ve $\alpha = \frac{F \cdot L^2}{6 \cdot E \cdot I}$ açısal şekil değiştirme



Şekil 1.17 Mesnetli yayılı yük

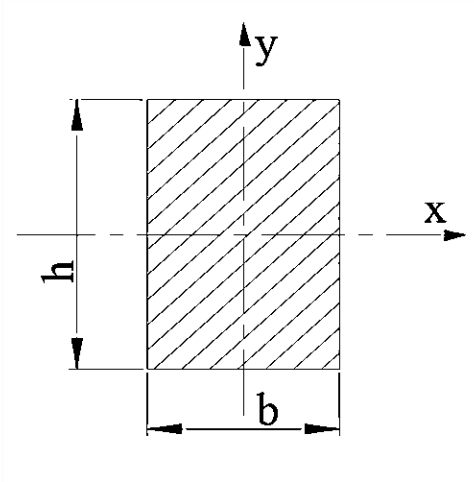
4. Burulma Etkisinde Şekil Değiştirme:

$\theta = \frac{M_b \cdot L}{G \cdot I_p}$ burulma açısı



Şekil 1.20 Burulma momenti

5. Elemanlar Için Mukavemet Kesitleri:



Şekil 1.21 Dikdörtgen kesit

$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$; $W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$ x eksenine göre

$I_y = \frac{b^3 \cdot h}{12}$; $W_y = \frac{b^2 \cdot h}{6}$ y eksenine göre

$A = b \cdot h$ alan

MALZEME BİLGİSİ

Makina elemanları malzemelerden meydana gelmektedir. Eleman şekline dönüştürülmesi için yapılan çalışmalarda emniyet, ekonomi ve estetiği etkileyen en önemli faktörler üzerinde durulmaktadır. Onun için elemanın konstrüksiyon ve fonksiyonuna uygun malzeme seçimi mühendisin en önemli görevidir. Çünkü **kullanılacak malzeme emniyetli seçilirken, kolay şekillenebilen, göze iyi görünen, maliyet yönünden uygun malzeme olmalıdır.**

Malzemenin Teknik Özellikleri:

1. *Mekanik özellikler*
2. *Fiziksel özellikler*
3. *Teknolojik özellikler* ■

ÇELİKLER VE GÖSTERİM İNDİSLERİ

İmalat Tekniklerine Göre Çelikler

a) Thomas çeliği, (T)

b) Konverter çeliği, (O)

c) Siemens-Martin çeliği, (M)

d) Elektrik ocağı çeliği, (E)

e) Takım çeliği, (W)

f) Toz metalurji çeliği şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Çeliklerde Ergitme Şekilleri

a) Siemens–Martin çelikleri, (M)

b) Elektrik ark ocağı çelikleri, (E)

c) Endüksiyon elektrik ocağı çelikleri, (I veya J)

d) Bessemer çelikleri, (B)

e)Oksijen konverter çelikleri, (D) indisleri ile gösterilmektedirler. ■

Çeliklerde Isıl İşlemler:

a)Sertleştirme (**Sr** veya **H**)

b) Menevişleme (**Me**)

c) Yumuşatma tavlaması (**Yt** veya **G**)

d) Normalleştirme tavlaması (**Nr** veya **N**)

e) Gerilme giderme tavlaması (**Gt** veya **S**)

f) Islah etme (**V**)

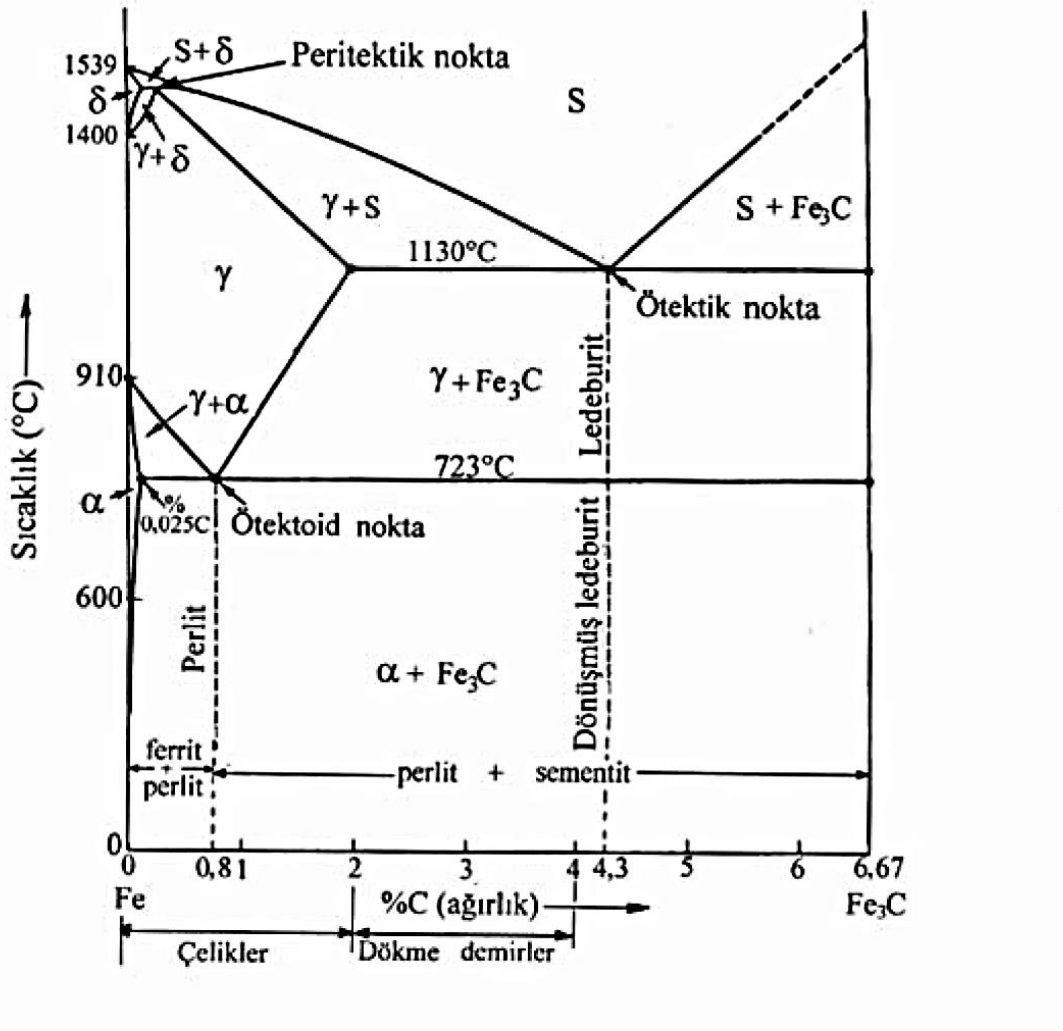
g) Sementasyonla sertleştirme (**E**)

h) Alev ile yüzey sertleştirme (**HF**)

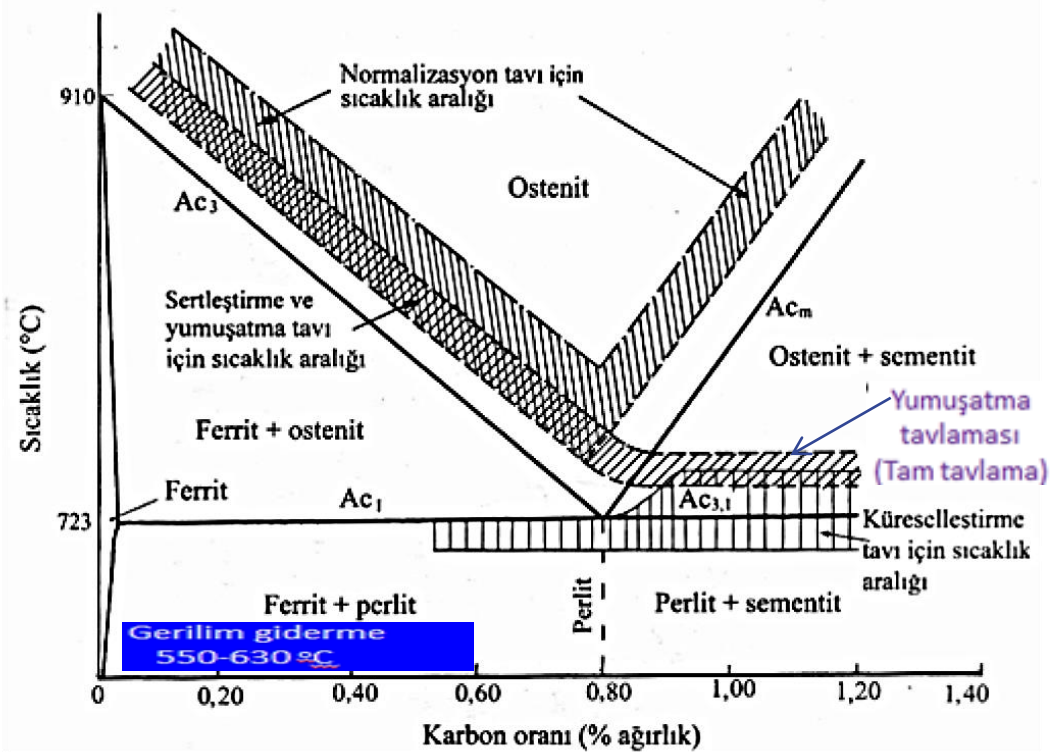
i) Endüksiyon ile yüzey sertleştirme (**HJ**)

DIN normuna göre yanlarındaki harfler ile gösterilmektedir.

a)



b)



a) Demir karbon diyagramı, b) Çelik için ısıl işlemler

Şekil 1.24 Fe-C diyagramı ve ısıl işlemler

Çeliklere Uygulanan Yüzey Sertleştirme İşlemleri

Bazı uygulamalarda kullanılan çelik parçaların hem aşınma dirençlerinin, hem de darbe dayanımlarının yüksek olması istenir. Bunun için parçaların yüzeylerinin sert, iç veya merkez bölgelerinin nispeten yumuşak olması gerekir. Bu durumu sağlamak için parçalara yüzey serteştirme işlemi uygulanır. Çelik parçaların yüzeyleri;

- ***Sermantasyon*** *(karbürleme),*
- ***Nitrasyon*** *(nitrürleme-nitrürasyon),*
- ***Borlama, nikel, krom, TiN kapl.*** *vb.*
- ***Alevle sertleştirme*** *ve*
- ***İndüksiyonla sertleştirme*** *vb.*

} Yüzeyin kimyasal bileşiminin değiştirilerek yapıldığı yöntemlerdir.

} Yüzeyin kimyasal bileşiminin değiştirilmediği yöntemlerdir.

gibi yöntemlerle sertleştirilir. Uygun olan yöntem, parçanın kimyasal bileşimine ve boyutlarına göre seçilir. Ayrıca; *Yüksek frekanslı dirençle sertleştirme, Elektron ışınıyla sertleştirme, Lazer ışınıyla sertleştirme yöntemleride* bulunmaktadır.

KONSTRÜKSİYON ESASLARI

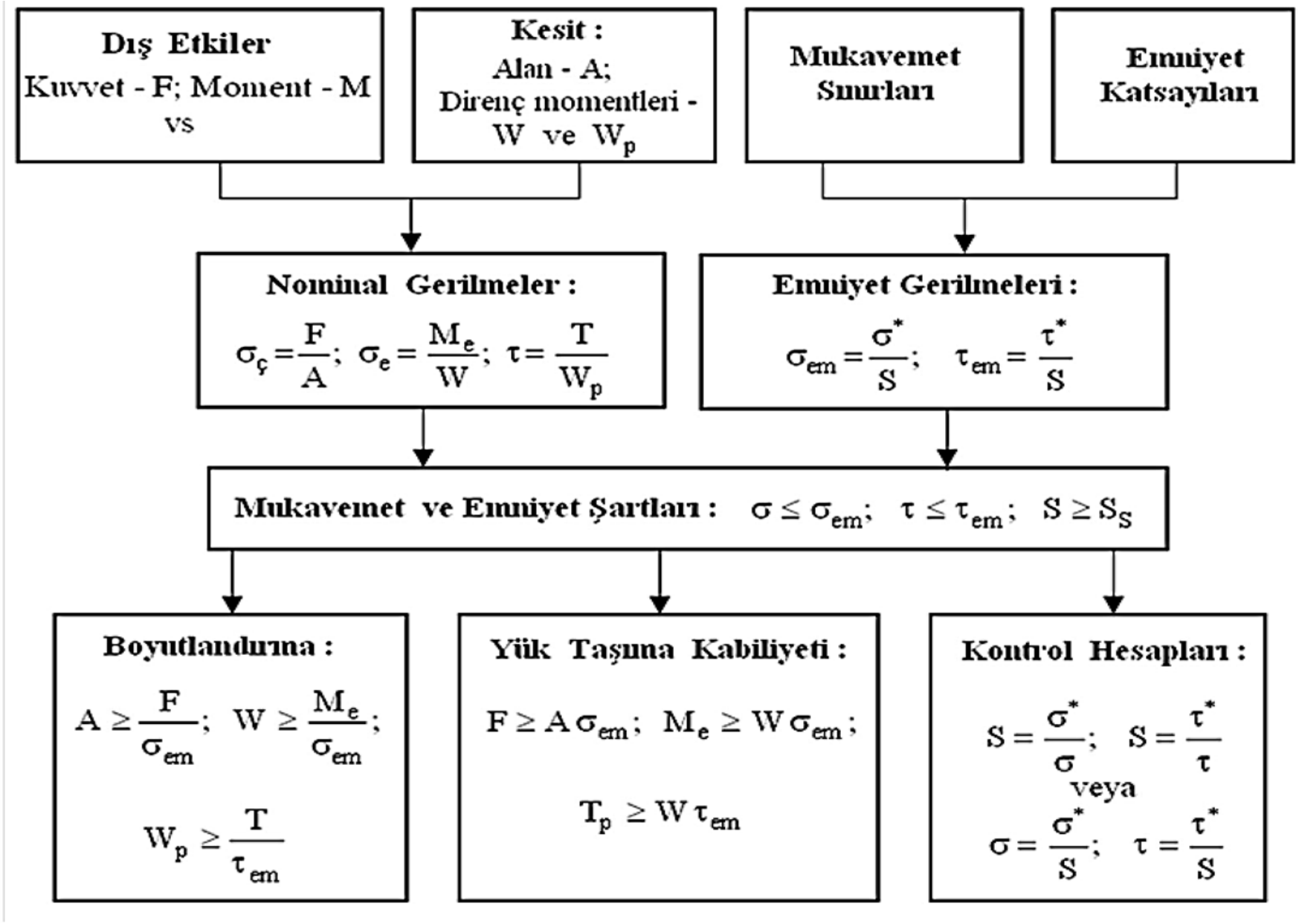
Konstrüksiyon tekniği ve sistematiği makina mühendisliği için çok önemli bir disiplindir. **Sistematik konstrüksiyon;** bir elemanı hayal edilmesinden, imalatına kadar detaylarıyla belli bir plan dahilinde adım adım analiz ederek, hareket tekniklerini belirlemektedir. Burada kısaca bazı adımlar üzerinde durulmaktadır.

Makina Elemanlarına Karar Verme:

Makina elemanları için en uygun şekil ve profillerin seçimi **mukavemet** açısından olduğu kadar, **göze hitap etme** yani **estetik, maliyet** gibi diğer faktörler açısından da oldukça önemlidir. Bu ve benzer özelliklere ulaşmak için aşağıdaki yol takip edilmektedir.

- *Elemana gelen kuvvetler, doğrultuları ve şiddetleri tayin edilmekte,*
- *Elemanın işletme şartlarında, maruz kalacağı gerilmeler bulunmakta,*
- *Uygun malzeme seçilerek, taşıyabileceği en küçük boyut hesaplanmakta,*
- *Elemanın arz edeceği görünüşü etüt edilmekte, şartlar uygun bulunmadığı takdirde bazı değerler değiştirilerek bu adımlar yeniden tekrarlanmaktadır.* ■

Mukavemet hesabında takip edilecek adımlar



Makina konstrüksiyonunda hesap yöntemi

Kay.:Mak.Elem prob.

S: emniyet katsayısı

Emniyet katsayısı çok önemli olup amprik (deneysel, tecrübi) olarak seçilir.
Büyük seçilirse malzeme ve işçilik kaybına neden olur büyük kesitli parçalar elde edilmiş olur.
Küçük seçilirse kopma ihtimali doğar ve görevini yapamaz.

Emniyet katsayısı seçiminde kesin bir yöntem olmamakla birlikte fikir vermesi açısından şu şekilde değerler alınabilir.

S=1,5 ~ 2 *Sabit çevre şartlarında çalışan, kolay tespit edilen kuvvet ve gerilmelerin olduğu çok* ***iyi bilinen malzemelerde.***

S=2 ~ 2,5 *Normal çevre şartlarında çalışan, tespit edilen kuvvet ve gerilmelerin olduğu* ***orta kalitede*** *malzemelerde.*

S=2,5 ~ 3 *Normal çevre şartlarında çalışan, tespit edilen kuvvet ve gerilmelerin olduğu* ***az denenmiş ve kırılgan*** *malzemelerde.*

S=3 ~ 4 ***Belirsiz çevre şartlarında çalışan****, belirsiz kuvvet ve gerilmelerin olduğu malzemelerde.*

S=>5 ***Burkulmaya zorlanan*** *malzemelerde*

Kaynak: M.Akkurt, Mak.ele.1

BAĞLAMA ELEMANI KONSTRÜKSİYONU

Bağlama elemanları, kuvvet ve iş makinalarını, tesisatları ve cihazları meydana getirmede, sistemler oluşturmada büyük önem kazanan vazgeçilemez elemanlardır.

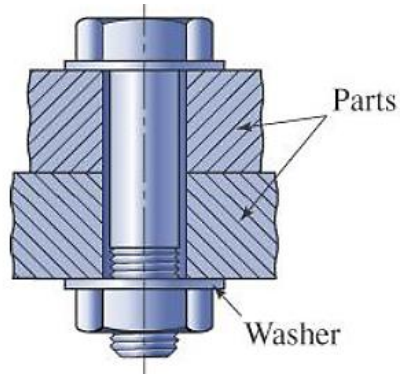
Bağlama elemanının kullanılmadığı makinalar veya sistemler, hem imalat yönünden hem de maliyet yönünden komplike ve pahalı makinalardır.

Ancak bağlama elemanları da makine ve cihazlara ek bir kütle ve maliyet eklemektedir. Genellikle bağlama elemanının sistemde yerinin tayini, sisteme getireceği engellemeler ve bazı alanlarda hesaplanması güç gerilmelere yol açması, her zaman problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sökülebilme (Çözülme) Yönünden Bağlama Şekillerine Karar Vermede:

a) Bakım, tamir ve kontrol yapılması,

b) İmalat elemanlarına ayırma ve nakletme imkanlarının sağlanması,



c) Montajdan sonra elemanların ayar yapılması,

d) İşletmeden sonra oluşacak aşınmaların ayarla giderilmesi,

e) Bakım masraflarının azaltılması etkili olmaktadır.

