



Karadeniz Teknik Üniversitesi

Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

MAKİNA BİLGİSİ

5. Tasarım ve Malzeme Bilimi

Dr.-Mak.Müh. Kemal ÜÇÜNCÜ



5. Tasarım ve Malzeme Bilimi

5.1. Tasarım ve Konstrüksiyon

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

5.1. Tasarım ve Konstrüksiyon

- **Tasarım**; bir mühendisin (temel bilimlere, bilgi ve deneyimlerine dayanarak) kendisine sorulan teknik bir probleme genel olarak teknik bir eser biçiminde çözüm bulabilmek için ortaya koyduğu yaratıcı ve zihinsel faaliyetlerin tümüdür.
- Çözüm olarak önerilen teknik yapıt istenilen fonksiyonu yerine getirmenin yanında ekonomik, üretilebilir, çevre dostu ve yeniden değerlendirilebilir olmalıdır.
- Makina tasarımı, mekanik sistemlerin (makina, ürün, yapı, cihaz) tasarımı demektir.
- Makina tasarımında malzeme, matematik, fen bilimlerinden yararlanılarak ürünle ilgili analizler yapılır.

5.1. Tasarım ve Konstrüksiyon

- Tasarım yapmak, belirli bir ihtiyacı karşılayacak bir plan formüle etmek veya bir problemi çözmektir.
 - Eğer bu plan fiziksel bir varlık ortaya çıkaracaksa, yani bir ürün elde edilecekse, bu ürün aşağıda belirtilen özellikleri taşımalıdır:
- ✓ **Fonksiyonel:** Ürün belirtilen ihtiyacı gidermeli ve müşteriyi memnun etmelidir.
- ✓ **Emniyetli:** Ürün çevreye, kullanıcıya zarar vermemelidir.
- ✓ **Güvenilir:** Belirlenen süre zarfında ürün kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirmelidir.
- ✓ **Rekabetçi:** Ürün piyasada bir yarışçıdır.
- ✓ **Kullanılabilir:** Ürün kullanıcı dostu olmalıdır.

5.1. Tasarım ve Konstrüksiyon

- ✓ **Üretilbilir:** Ürün minimum parça sayısına sahip olmalı, seri üretime uygun olmalıdır.
- ✓ **Pazarlanabilir:** Ürün, hedef kitlenin alım gücüne uygun olmalıdır.
- ✓ **Ekonomik:** Tasarımda ekonomiklik oldukça önemlidir ve kimi mühendislik tasarımlarında, tasarımın elde edilmesi için, harcanan zamandan daha fazla bir zaman o tasarımının maliyet analizleri için harcanmaktadır.
 - Maliyeti azaltmanın ilk prensibi standart ve piyasada bulunan elemanları, boyutları veya geometrileri kullanmaktır.
 - Bir mühendislik tasarımına başlayabilmek için mühendisin önünde çözülmesi gereken somut bir sorun bulunmalıdır.

5.1. Tasarım ve Konstrüksiyon

- Sorun ve gereksinim ortaya konulduktan sonra tasarımcı tasarım sürecinde belli başlı üç etkinlikte bulunur: yaratıcılık, karar verme, modelleme.
- **Yaratıcılık;** Tamamen bir zihinsel etkinliktir.
- **Karar verme;** Tasarım sürecinde çeşitli aşamalarda ortaya çıkan seçenekler ve yöntemler arasında en uygun olanını seçmektir.
- **Modelleme;** Mühendislik bilgi birikiminin hesaplama yöntemleri ile tasarıma uygulanmasıdır.

5.1. Tasarım ve Konstrüksiyon

- **Konstrüksiyon**, herhangi bir teknik sistemin belirlenmesi, uygulanacak fiziksel prensiplerin saptanması, bu prensipleri sağlayan elemanların seçimi, bunların montaj ve parça resimlerinin hazırlanmasına kadar geçen bütün faaliyetleri kapsamaktadır.
- Konstrüksiyon; tasarım, hesaplama ve şekillendirme aşamaları ile tamamlanır.

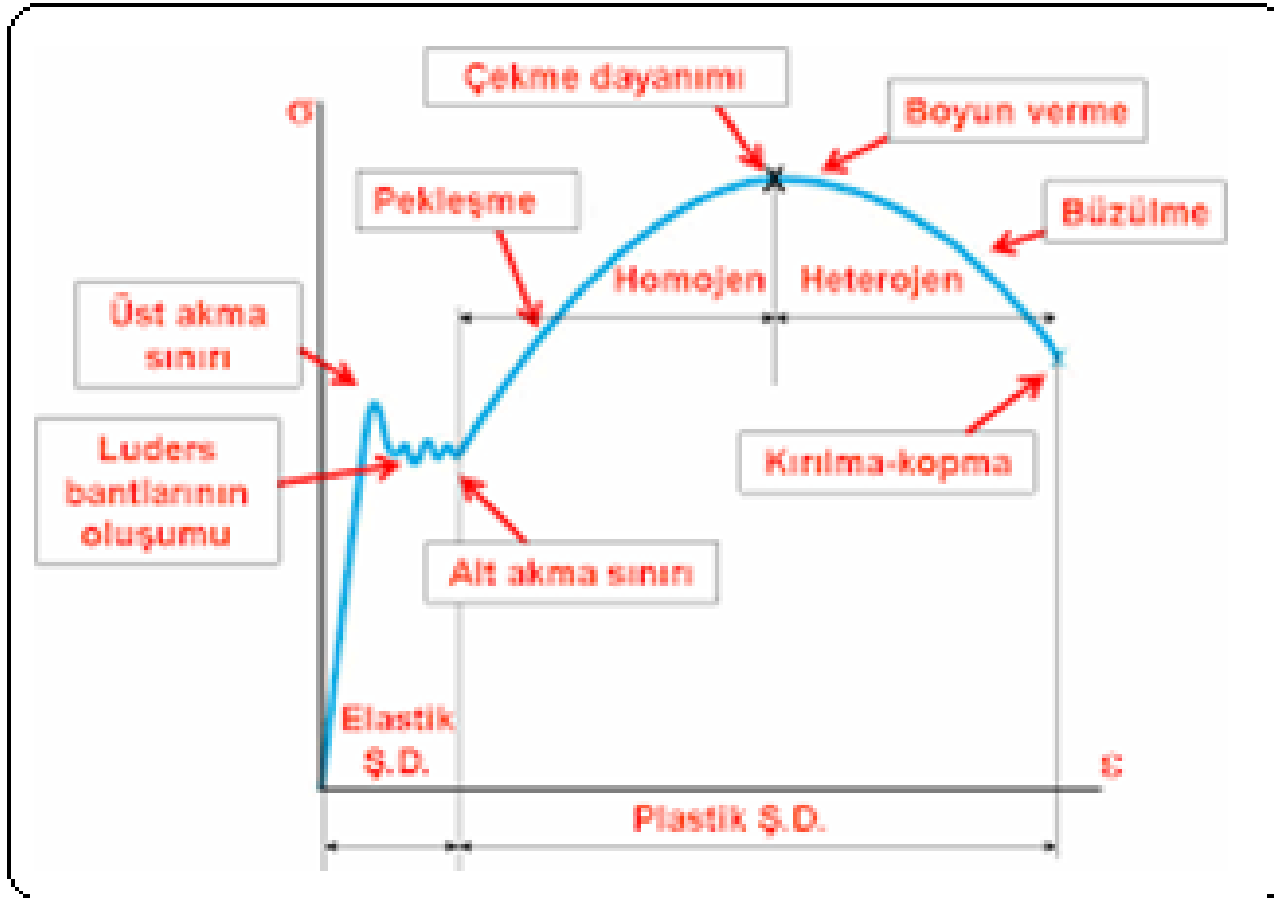
5.1. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- Malzemelerin kuvvet altında göstermiş oldukları davranışlara ve bu davranışlardan elde edilen özelliklere **mekanik özellikler** denilir.
- Bu özellikler mühendise, makina parçasının boyutu, şekli ve üretim metodunu belirlemede yardımcı olur.
- Bununla birlikte, malzemelerin mekanik davranışlarını incelemek ve yapılarıyla özellikleri arasında ilişkileri belirlemek için farklı mekanik deneyler yapılır (çekme, basma, eğme, kesme, yorulma, sertlik vb.).
- Yapılan mekanik deneyler içerisinde en yaygın olanı çekme deneyidir.

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- **Çekme Dayanımı:** Bir malzemenin kopuncaya veya kırılıncaya kadar dayanabileceği en yüksek gerilme değeridir. $\sigma - \varepsilon$ diyagramındaki en büyük gerilmedir.
- Çekme deneyinin amacı; malzemelerin statik yük altındaki elastik ve plastik davranışlarını belirlemektir.
- Çekme dayanımı R_m veya $\sigma_{\text{ç}}$ ile gösterilir.
- **Akma gerilmesi (σ_{AK}):** Akma dayanımı, kaymanın fark edilir ve etkili olduğu durumdaki gerilmedir.
- Akma gerilmesi akma yükünün (F_{akma}) numunenin orijinal kesit alanına bölünmesi ile bulunur.

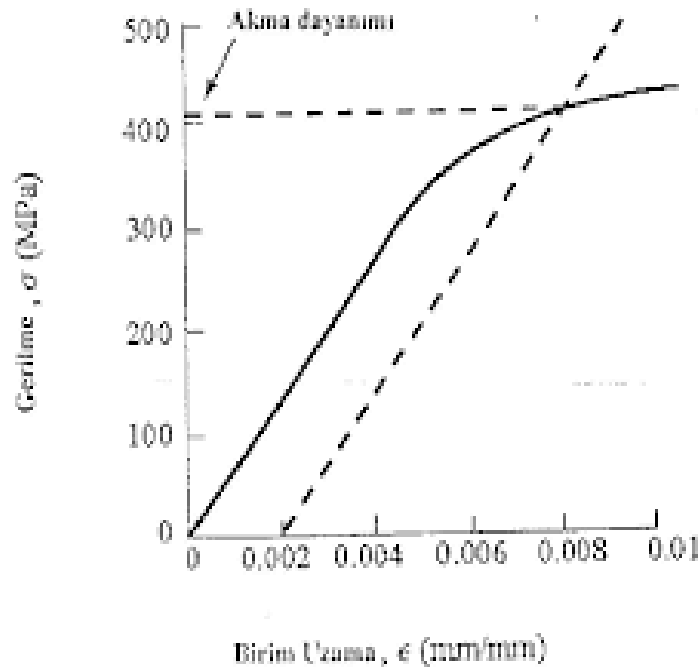
5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri



Belirgin akma noktası gösteren malzemelerin gerilme-uzama grafiği

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- Akma noktası belirgin olmayan mühendislik malzemelerinde akma gerilmesi, %0,2 kalıcı şekil değişimi noktasından gerilme–şekil değişimi eğrisinin elastik kısmına bir paralel çizilerek belirlenir.



- Tasarım mühendisliğinde, akma mukavemeti müsaade edilebilen maksimum sınırdır.

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- **Homojenlik:** Malzeme özelliklerinin her noktada aynı olmasıdır.
- **İzotropi:** Malzemenin özellikleri yöne bağlı olarak değişmez ise bu malzeme **izotropiktir**.
- Yönlere göre özellikleri farklılık gösteren malzemeler **anizotropik** malzemelerdir.
- Bu malzemeler (odun gibi), bu özellikleri bulunduğu durumlarda birçok avantaja sahip olarak kullanılabilirler.
- **Elastiklik:** Malzemeye bir dış yük uygulandıktan sonra yük kaldırıldığında malzeme eski şeklini alıyorsa malzeme **elastik** özellik gösteriyor demektir.
- **Elastisite Modülü:** Orantı limitine kadar $\sigma - \varepsilon$ diyagramındaki eğrinin eğimi olup çekme durumunda $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ eşitliği geçerlidir.

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- **Orantı sınırı:** Doğrusal kısmı sınırlayan gerilme değeridir.
- **Elastiklik sınırı:** Malzemeye uygulanan kuvvet kaldırıldığı zaman plastik uzamanın görülmediği veya yalnız elastik şekil değişiminin meydana geldiği en yüksek gerilme değeridir. Uygulamalarda genellikle elastik sınır orantı sınırına eşit kabul edilebilir.

Malzeme	Elastisite modülü E (GPa)	Kayma modülü G (GPa)
Alüminyum	69	25
Pirinç	97	37
Mağnezyum	110	46
Nikel	207	76
Çelik	207	83
Titanyum	107	45
Tungsten	407	160

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- **Plastiklik:** Bir malzemeye dış yük uygulandığında şekil değişimi olur ve yük kaldırıldığında malzeme eski şekline dönmez ise malzeme plastik şekil değiştirmiş demektir; kalıcı şekil değişim.
- **Birim uzama (Kopma):** Kopma uzaması, numunede ortaya çıkan toplam uzama miktarının numunenin orijinal ölçü uzunluğuna oranı olarak tanımlanır.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} 100 [\%]$$

- **Kesit daralması:** Nümunenin koptuktan sonraki kesit alanındaki daralmanın, başlangıçtaki orijinal kesit alanına oranının % olarak ifadesidir.

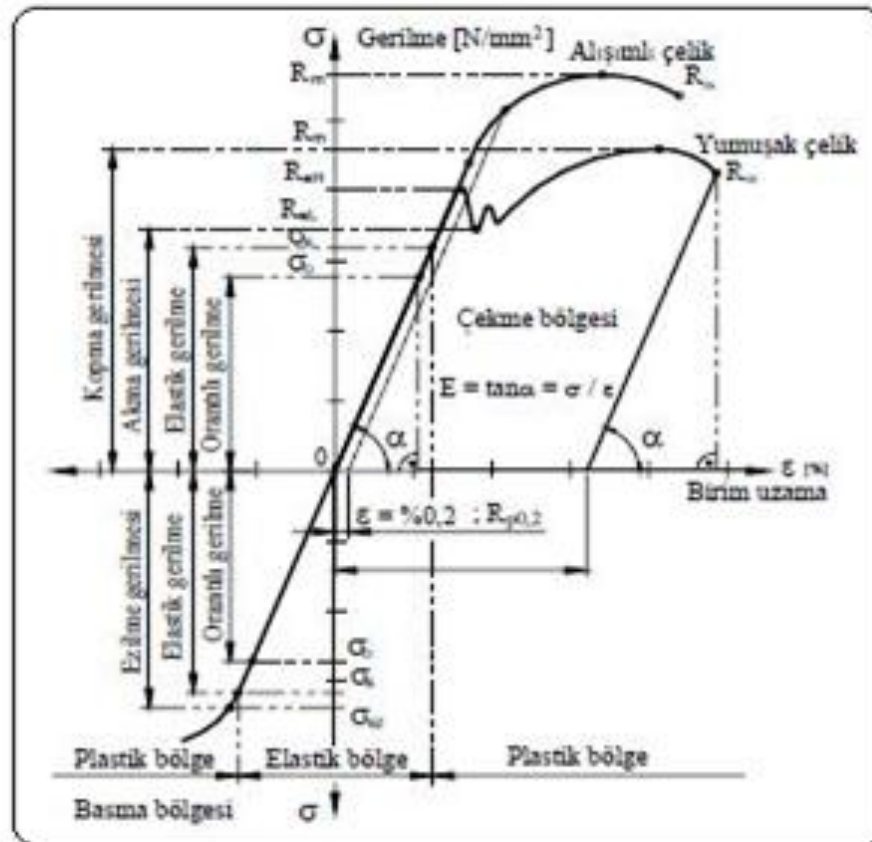
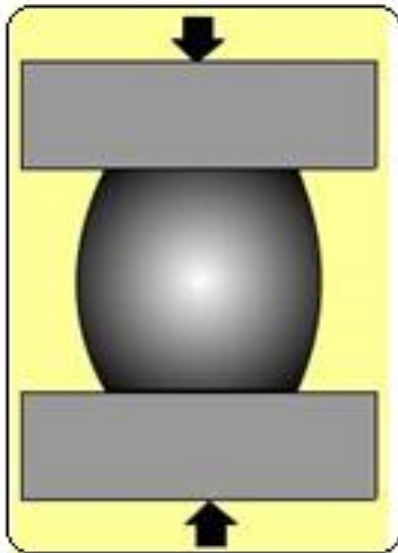
$$- \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} 100 [\%]$$

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- **Tokluk:** Bir malzemenin plastik deformasyon sırasında enerji absorbe etme özelliğine tokluk denir (çekme eğrisi altında kalan alan çekme işini verir).
- **Gevreklik:** Plastik şekil değiştirme kabiliyetinin olmaması durumunu ifade eder. Eğri bazen elastik sınırdan bazen de elastik sınıra çok yakın bir noktada son bulur.
- **Süneklik:** Malzemenin kırılmadan şekil değiştirebilme özelliğidir.
- $\sigma_{AK}/\sigma_{\zeta}$ oranı da malzemenin şekillendirilme kabiliyetini gösteren önemli bir büyüklüktür. 0-1 arasında değer alır ve arttıkça süneklik azalır.
- **Dövülebilirlik:** Sünekliğin basma halindeki şekil değişimidir. Dövülebilir malzemeler büyük plastik şekil değişimine müsade ederler ve haddelenebilirler. (Al, Cu, Pb gibi).

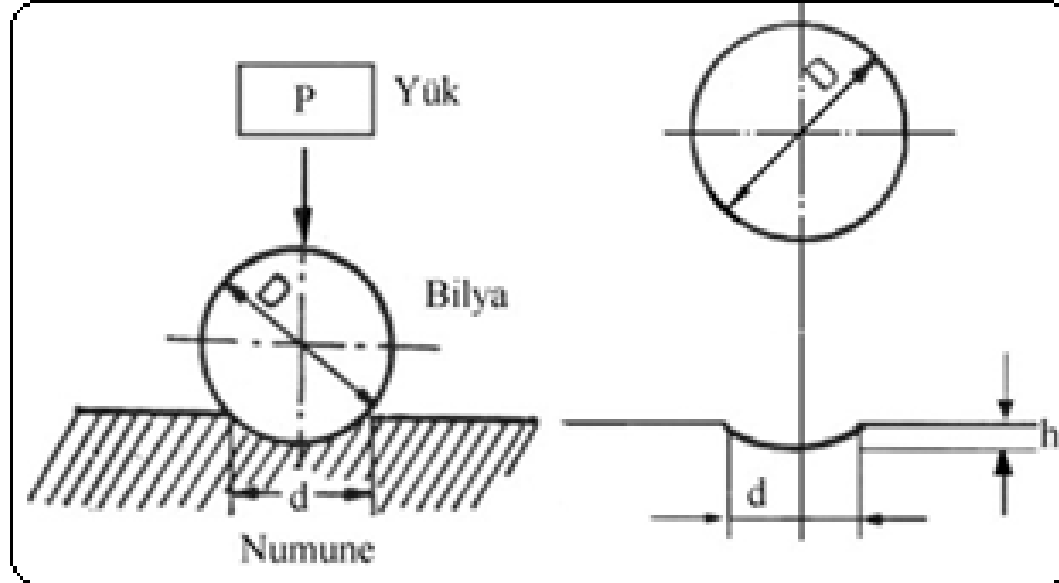
5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- **Basma diyagramı:** Metalik malzemelerin basma ve çekme diyagramları şekli genel olarak birbirine benzer.



5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

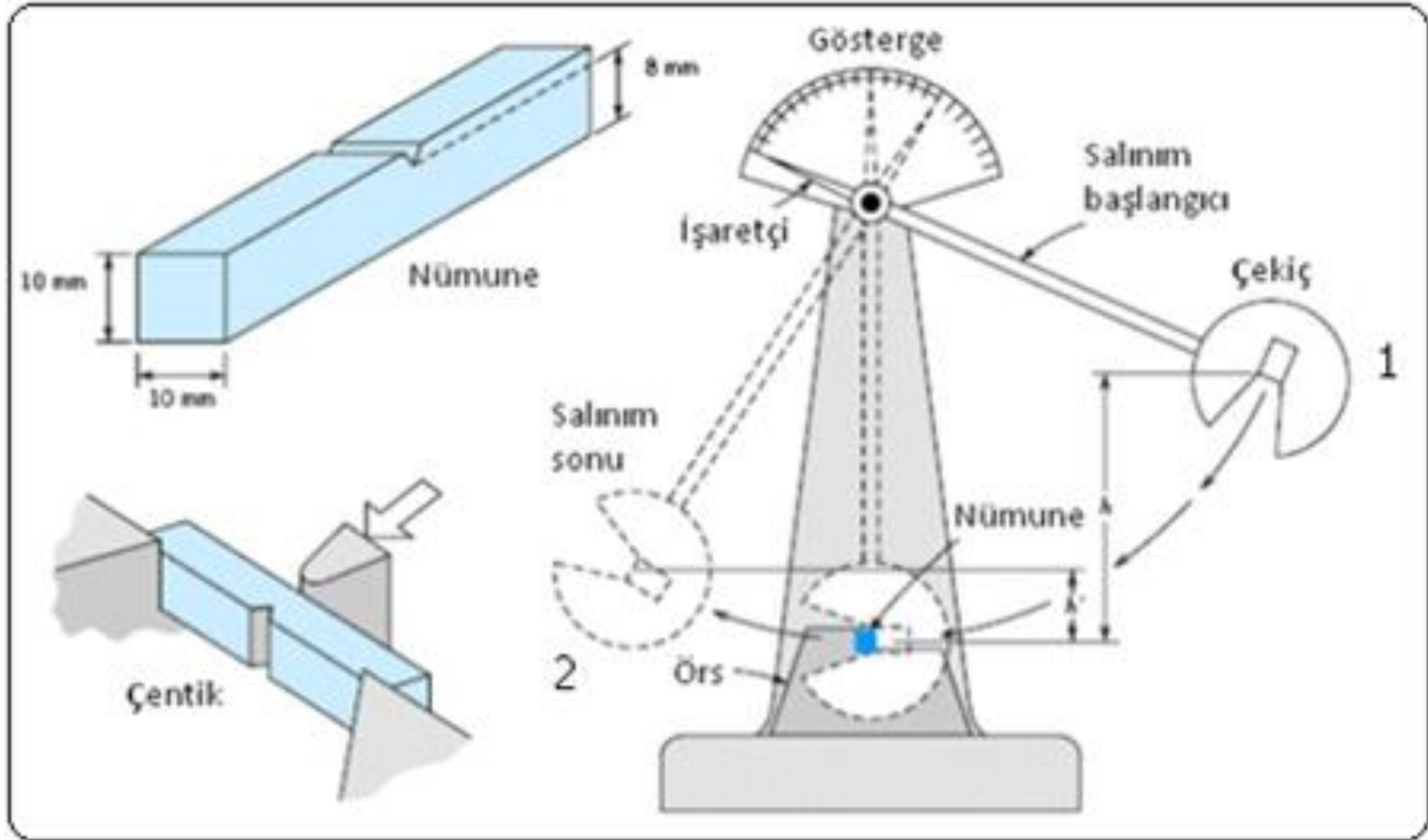
- **Sertlik:** Sertlik izafi bir ölçü olup, malzemelerin sürtünmeye, kesilmeye, çizilmeye ve plastik deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tarif edilir.
- Brinell, Vickers, Rockwell ve Mikro-sertlik ölçme metotları ile sertlik ölçülebilmektedir.



5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- **Çentik Darbe Deneyi (DIN50115):** Çentik darbe deneyinde amaç, malzemenin bünyesinde muhtemelen bulunacak bir gerilim konsantrasyonunun (gerilim birikiminin) darbe esnasında çentik tabanında suni olarak teşkil ettirilip, malzemenin bu durumda dinamik zorlamalara karşı göstereceği direnci tayin etmektir.
- Darbe deneyi, metallerin özellikle gevrek kırılmaya müsait şartlardaki mekanik özellikleri hakkında sağlam bir fikir elde etmek amacıyla uygulanır.
- Bu deneyde kopma anına kadar gereken şekil değiştirme işi ölçülür.

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri



Çentik darbe deneyi seti

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- Deney makinası olarak sarkaçlı darbe cihazları (DIN51222) kullanılır.
- E_u kadardır. Böylece harcanan darbe işi yaklaşık olarak

$$E_v = E_p - E_u = F (h - h_1)$$

- Şeklinde bulunur. Burada F , sarkacın yatay durumda sahip olduğu kuvvettir. Darbe işinin A_0 yüzeyine etki ettiği kabul edilir. Buna göre çentik darbe sünekliği

$$\alpha_K = \frac{\text{Darbe işi } E_v}{\text{Yüzey } A_0} = \frac{E_v}{A_0} \text{ [J/mm}^2\text{]}$$

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- **Tekrarlı yükleme:** Elemanın üzerine etki eden gerilmeler kullanım süresi boyunca 1000 kereden fazla değişiyorsa buna tekrarlı yükleme durumu denir.
- Bu gerilme altında iki farklı hasar tipi ortaya çıkar: yorulma ve aşınma.
- **Darbeli yükleme:** Darbeli yükleme gerek statik gerekse tekrarlı olarak etki eden gerilmelerin şiddetini artıran yönde etki eder.
- Örneğin, yavaşça etki ettirilen bir statik yük aynı eleman üzerine çok düşük bir mesafeden serbest düşme ile çarpışacak şekilde etki ettirilirse eleman üzerinde iki katı büyüklüğünde gerilmenin oluşmasına neden olur.

5.2. Tasarım Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

- **Yorulma:** Eleman içinde bulunan çatlakların (bazen de çatlak olmaksızın) zamanla ilerleyerek ve birleşerek kalıcı bir şekil değiştirme göstermeden ve akma sınırını altındaki gerilmelerde kopma şeklinde hasara uğraması **yorulma** olarak tanımlanır.
- Malzemenin, zamanla değişen gerilme ile zorlanması durumunda sınırlı ve belirli bir devir sayısında taşıyabildiği gerilmeye **yorulma mukavemeti** denir.
- Malzemenin, zamanla değişen gerilme durumunda, teorik olarak sonsuz tekrar sayısında hasara uğramadığı gerilmeye de **yorulma limiti** (süresiz yorulma dayanımı) denir.

Bu konunun sonu...

**Konu ile ilgili sorularınız haftaya
ilk derste tartışılır.**



