

YTÜ Makine Mühendisliği Bölümü
Konstrüksiyon Anabilim Dalı Özel Laboratuvar Dersi
Makine Elemanlarında Yorulma Dayanımının ve Çentik Faktörünün
Belirlenmesi Deneyi Çalışma Notu

Laboratuvar Yeri: B Blok Zemin Kat – Konstrüksiyon Laboratuvarı

Laboratuvar Adı: Yorulma Dayanımının ve Çentik Faktörünün Belirlenmesi

Konu: Makine Elemanlarında Yorulma Dayanımının ve Çentik Faktörünün Belirlenmesi

Kullanılan Cihaz Donatım ve Malzemeler:

- Yorulma dayanımı ve çentik faktörü incelenecek numune (Çelik malzemeden)
- Yorulma dayanımı test cihazı

Teorik Bilgi:

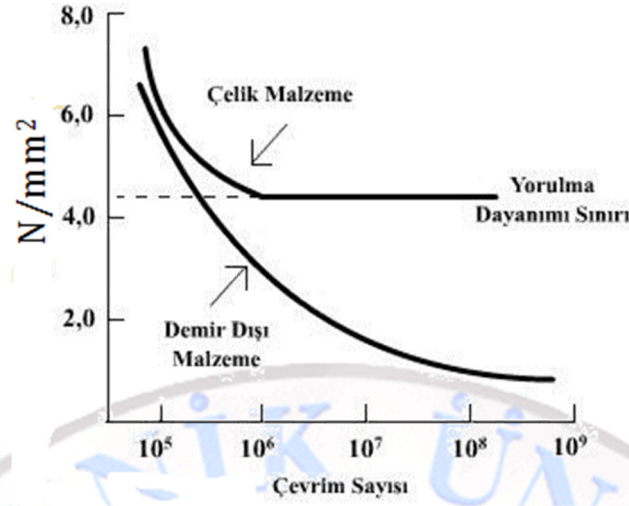
Makina mühendisliği uygulamalarında statik zorlanmalara ender olarak rastlanır. Makinelere ve dolayısıyla makina parçalarına, büyüklüğü ve yönü düzenli veya düzensiz olarak sürekli değişen kuvvetler ile eğilme ve burulma momentleri etki ederler. Değişen zorlamalardan dolayı kırılma, söz konusu malzemenin akma sınırının çok altındaki gerilmelerde oluşabilir. Bu yüzden statik halden farklı bir dayanım tanımı yapmak ve makine elemanlarını bu dayanım sınırına uygun tasarlamak gereklidir. Dinamik yükler etkisi altında gerçekleşen kırılmalara yorulma kırılması ve bu tür dinamik yük altındaki dayanıma yorulma dayanımı denilmektedir.

Parçanın geometrisi, yüzey kalitesi, ortamın korozif etkisi, kuvvet iletiminin türü, ön gerilmeler, malzeme hataları, mikro yapının büyük ölçüde heterojen olması gibi nedenlerle parça içindeki gerilme dağılımı homojen olmaz. Belli noktalarda sayılan nedenler ile bölgesel gerilme yığılmaları oluşur. Bölgesel olarak görece büyük bu gerilmeler malzemenin kopma (ayrılma) dayanımı sınırını aşar, mikroskobik boyutlarda küçük çatlaklar oluştururlar. Zorlama sırasında bunlar mikro ve makro çatlaklar olarak birleşir ve bu çatlakların herhangi biri sonunda yorulma kırılmasına neden olur.

Yorulma Dayanımının Saptanması

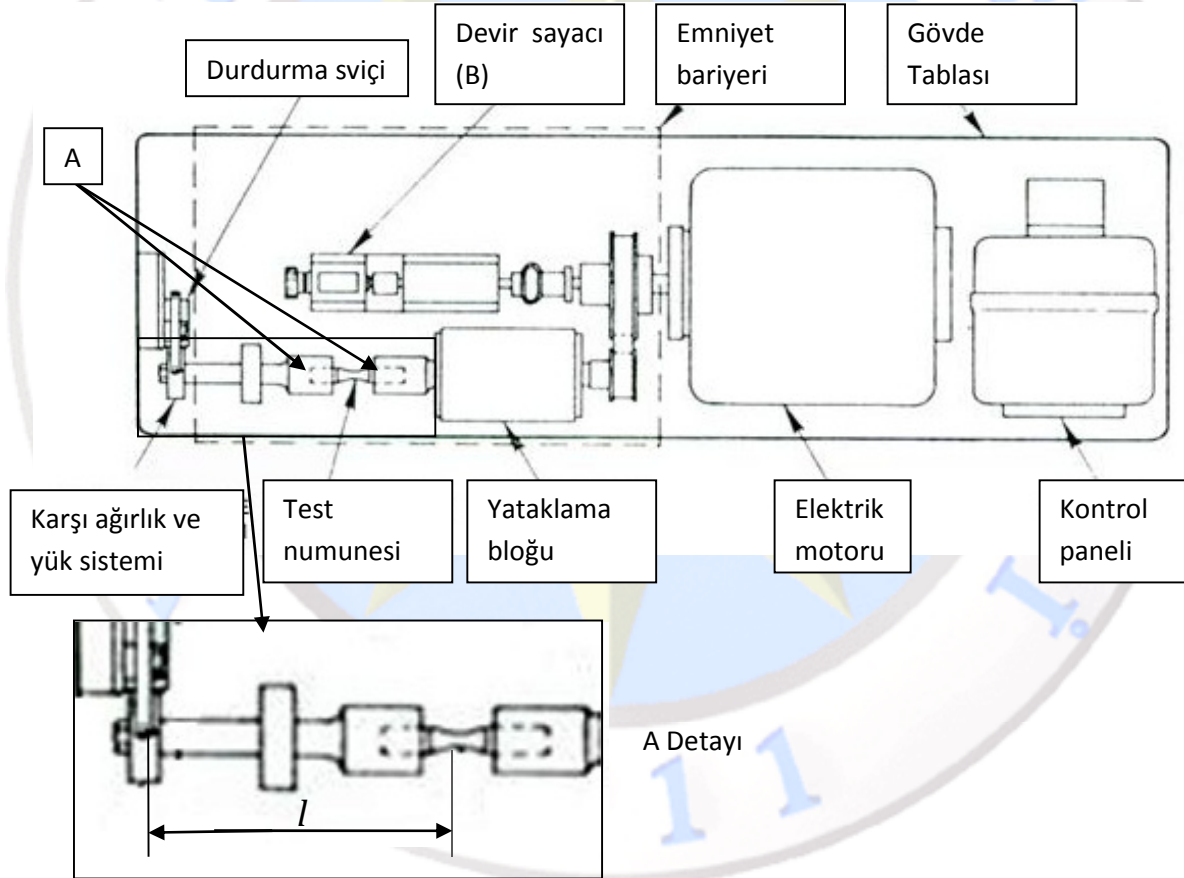
Malzemelerin yorulma dayanımı aşağıda detaylı olarak anlatılan yorulma deneyi ile belirlenir. Bu deneyde malzeme, biçim ve yüzey kalitesi bakımından tümüyle aynı olan deney parçalarının her biri farklı seviyelerde zorlanarak kırılmanın olduğu çevrim sayıları saptanır. Bir deney serisinde tüm parçalar için ortalama gerilme σ_0 sabit tutularak her deney için ayrı gerilme genliği σ_g seçilir. İlk deney parçasında üst gerilme genellikle akma sınırına yakın olacak şekilde yüksek düzeyde zorlanır. Daha sonraki deney parçalarına ise gittikçe daha düşük zorlama uygulanarak kırılma çevrim sayısının çok yüksek değerlere ulaşması sağlanır. Bir deney serisi sonunda uygulanan gerilme genlikleri ve kırılmanın görüldüğü çevrim sayılarının bir eğri olarak çizimi ile, eğer noktalar büyük dağılımlar göstermiyor ise, Şekil-1' de verilen Wöhler eğrileri elde edilir. Grafiği uygulamada daha kullanışlı hale getirmek için apsis (çevrim sayısı) logaritmik, ordinat (gerilme genliği) ise metrik bölümlü olarak seçilir.

Sonsuz çevrim sayısında kırılmanın görülmediği en büyük gerilme genliği yani eğrinin asimptotuna karşılık gelen değer **yorulma dayanımıdır**. Diğer yandan pratikte bir değer saptamak için belli bir sınır çevrim sayısından sonra eğriyi sonsuz çevrim sayısına yaklaşıyor kabul etmek gerekir. Bu değer oda sıcaklığında, çelik malzeme için 1×10^7 dir.



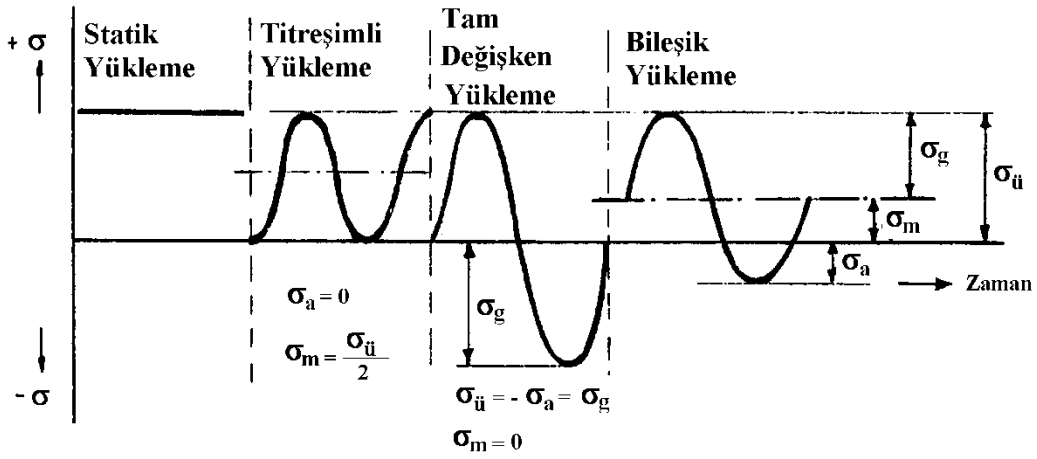
Şekil 1. Değişik malzemeler için Wöhler diyagramları

Deney Düzenegi



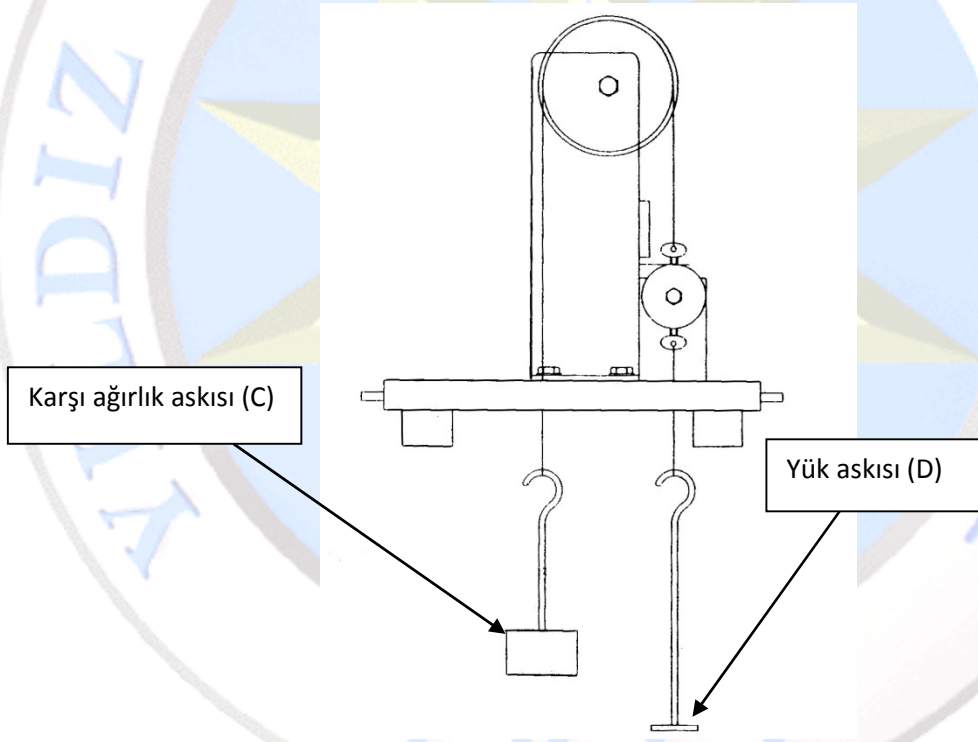
Şekil 2 - Deney düzenegi

Şekil 2' de gösterilen düzenek dönel-eğme olarak adlandırılan klasik yorulma test düzeneklerinden biridir. Uygulanan yük sabit olmasına rağmen, dönme nedeniyle dinamik gerilme elde edilir. Numunede meydana gelen eğilme gerilmesi sonucunda üst lifler çelmeye, alt lifler basıya zorlanırlar. Dolayısıyla bir devirde maximum ve minimum değerden geçen gerilmenin değişimi bir sinüzoidal eğri şeklinde olur (Tam değişken, $\sigma_0=0$). Şekil 3'de statik yükleme ve çeşitli dinamik yükleme durumlarına ait gerilme-zaman grafikleri verilmiştir.



Şekil 3. Dinamik gerilmelerin zamanla değişim şekilleri

Düzenek, basitçe bir elektrik motoru, redüksiyon elemanları, numune bağlantı ve yükleme sistemi ve bir sayaçtan oluşur. Elektrik motorundan gelen dönme hareketi dişli kayışlar ile numuneye iletilir, diğer yandan basit bir ip – makara sistemi ile numune üzerine yük bindirilir (Şekil 4). Dönel hareket - yukarıda söylendiği gibi- gerilmeyi zamanla tam değişken hale getirir.



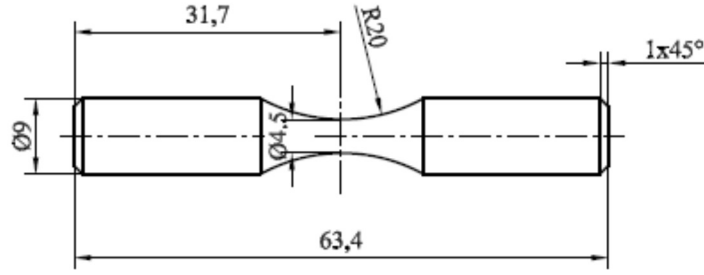
Şekil 4. Yükleme durumu

Amaç:

1. Fe34 malzemenin süreli mukavemetinin belirlenmesi
2. Aynı malzemenin aşağıda verilen çentik geometrisine göre çentikli süreli mukavemetinin belirlenmesi
3. Çentik faktörünün deneysel ve teorik olarak hesaplanması

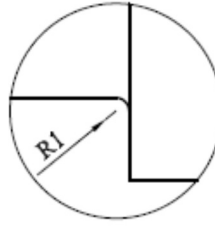
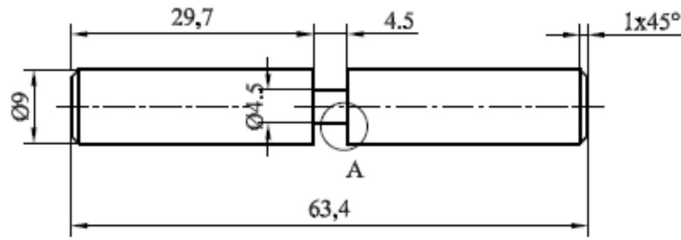
Kullanılacak numuneler:

Numune 1



Şekil 5. Çentiksiz numune

Numune 2



A Detayı

Şekil 6. Çentikli numune

Deney Prosedürü

Deneyde, 3 çentikli ve 3 çentiksiz numune, süreli mukavemet bölgesinde kalacak büyüklükte 3 gerilme ile dinamik olarak eğilmeye zorlanacak ve numunelerin kırılma çevrim sayıları tespit edilecektir.

İşlem adımları:

1. Şekil 2'de 'B' ile gösterilen devir sayacını, üzerinde takılı anahtarı kullanarak sıfırlayınız.
2. Numunenin Şekil 2'de 'A' ile gösterilen yere montajı yapılır. Montaj esnasında numunenin merkezlenmesine dikkat edilmelidir. Setskur vidalar sıra ile ve kademeli olarak sıkılmalıdır.
3. Numune ve tutacakların ağırlığını karşılayacak uygun değerde ağırlık ($\approx 3N$), Şekil 4'de 'C' ile gösterilen karşı ağırlık askısına asılır.
4. Numune el ile birkaç kez döndürülerek yalpa yapmadığına emin olunur. Böylece setskur vidaların uygun sıkılıp sıkılmadığı ve karşı ağırlığın uygun değerde olup olmadığı kontrol edilmiş olur. Eğer numune yalpa yaparak dönüyor ise adım 1 e dönülür.

5. Numuneye uygulanacak yük, Şekil 4 de 'D' ile gösterilen yük askısına asılır.
6. Numune bağlantısı ve ağırlıklar son kez kontrol edilir.
7. Kontrol panelindeki yeşil renkli | (on) düğmesine basılarak düzenek çalıştırılır.
8. Numune kırılıncaya kadar deneye devam edilir. Herhangi bir aksaklık halinde (setskur vidaların gevşemesi, ağırlıkların titreşim sebebiyle düşmesi vb.) kontrol panelindeki kırmızı renkli O (off) düğmesine basılarak düzenek durdurulur, adım 1 e dönülür.
9. Numune kırıldığında düzenek, durdurma svici düşeceği için, otomatik olarak duracaktır. Durduğunda devir sayacı üzerindeki değer, numunenin kırılmadaki çevrim sayısıdır. (sayaç numunenin 100 devrine karşılık 1 kez atmaktadır.)
10. Düzenek durduğunda Şekil 2' de B ile gösterilen devir sayacı üzerinden okunan değer 100 ile çarpılarak Tablo 1'e işlenir.
11. Kırılmış numune sökülür, düzenek bir sonraki deneye hazır hale getirilir.

Hesaplamalarda kullanılacak denklemler:

Eğilme gerilmesinin denklemi aşağıda verilmiştir.

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} \quad \text{N/mm}^2$$

$$M_e = F * l \quad \text{Nmm}$$

$$W_e = \frac{\pi * d^3}{32} \quad \text{mm}^3$$

d	numunenin en küçük çapı	mm
l	numunenin en küçük çapının yük koluna uzaklığı	mm (Şekil 2, A detayı)
F	Numuneye uygulanan yük	N
σ_e	Eğilme gerilmesi	N/mm ²
W_e	Eğilme direnç momenti	mm ³
M_e	Eğilme momenti	Nmm

Düzenek üzerinden alınan ölçüler gerilme denkleminde yerine yazılırsa, gerilmenin büyüklüğü (genliği) uygulanan yüke bağlı olarak;

$$\sigma_e = \frac{l * F * 32}{\pi * d^3} \quad \text{N/mm}^2$$

olarak bulunur.

Department of Mechanical Engineering
Mechanical Design Division
Fatigue Life Test Lab. Report

Lab. Date:

Number:

Lab. Instructor:

Name & Surname:

Group/Sub-group: /

Place of Lab: B Block Basement– Mechanical Design Lab.

Course Topic: Mechanical Design – Fatigue Life Test

Subject: Determination of fatigue life on two different notch types

Devices and Materials:

- Sample (notched and unnotched)
- Fatigue Life Test Apparatus

Required:

For the given mild steel rod:

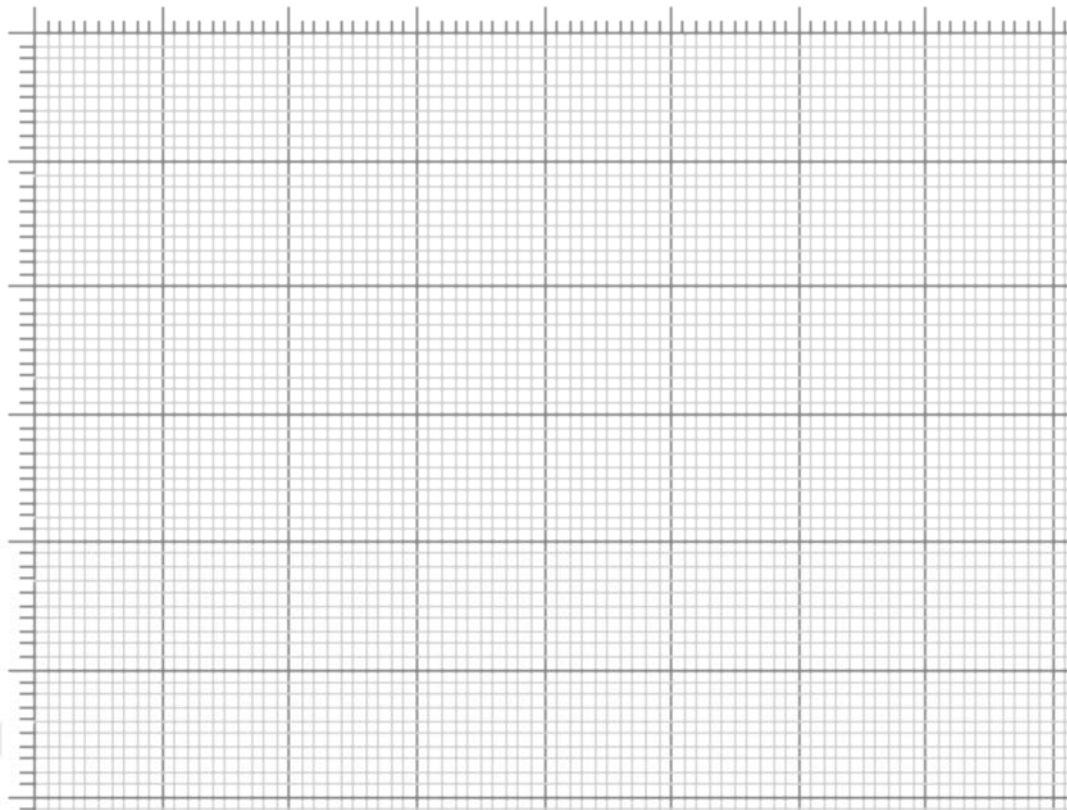
1. Plot Wöhler (S-N) curves according to results on table 1
2. Calculate notch factor using the curves you have plotted and with the empirical method you have learned at Machine Elements courses
3. Compare those two results.

Experimental Study:

1. Plot Wöhler curves according to results on table 1

Table 1. Fatigue Life Test Results

		Load (F) [N]	Stress Amplitude (σ_g) [N/mm ²]	Number of Cycles (n)
Notched Specimen	1			
	2			
	3			
Unnotched Specimen	1			
	2			
	3			



2. Calculate notch factor using the curves you have plotted and with the empirical method you have learned at Machine Elements courses

3. Conclusion:

