



TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

(MAM2004) Mukavemet

Gerilme Yiğilmaları (Stress concentrations)

Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ

Ders Kitabı : Mekanik Tasarım Temelleri, Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

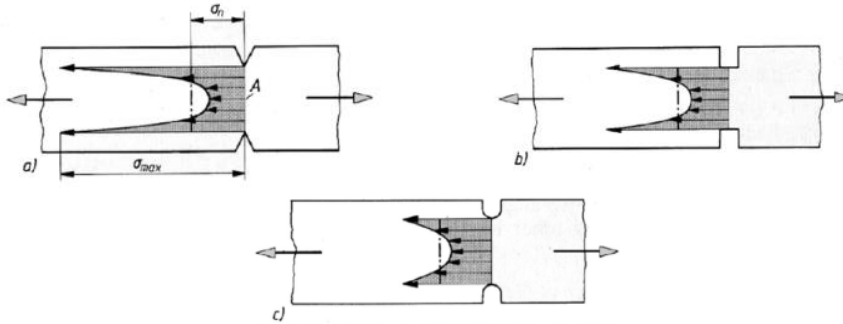
Yardımcı Kaynaklar:

Mechanics of Materials, (6th Ed) F. P. Beer E. R. Johnston, Jr. J. T. DeWolf
Mechanics of Materials (10th Ed.), R. C. HIBBELER
Mukavemet - Ders Notları - Prof.Dr. Mehmet Zor

Page 1

➤ Gerilme Yiğilmaları

- Cismin kesit alanının değiştiği bölümlerde karmaşık stres dağılımları ortaya çıkabilir.
- ✓ Kuvvet hatlarının yön değiştirmesi, o bölgedeki gerilmenin artmasına neden olur.
- ✓ Bu artış statik yükleme halinde sünek malzemelerde pek dikkate alınmaz. Ancak, gevrek malzemelerde yükleme statik olsa bile gerilme yiğilmasının dikkate alınması gerekir.
- ✓ Dinamik yükleme halinde gerilme yiğilmesi bütün malzemelerde dikkate alınır.
- ✓ Kuvvet hatları ne kadar keskin yön değiştirirse, gerilme yiğilmesi o kadar büyük olur.



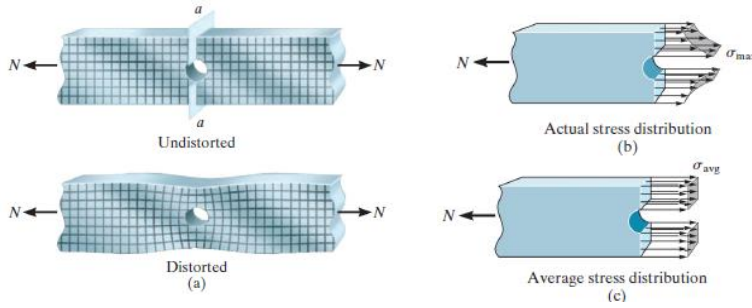
www.garipgenc.com

Page 2

$$N = \int_A \sigma dA$$

- ✓ Bu integral, grafiksel olarak, bir gerilme diyagramının altındaki toplam hacmi temsil eder.
- ✓ Burada kuvvet (N), bu hacmin ağırlık merkezine etki etmelidir.

- ✓ Mühendislik uygulamalarında, gerçek gerilme dağılımlarının belirlenmesi gerekmemektedir. Bunun yerine, tasarım amacıyla, sadece bu bölümlerdeki maksimum gerilme bilinmelidir.



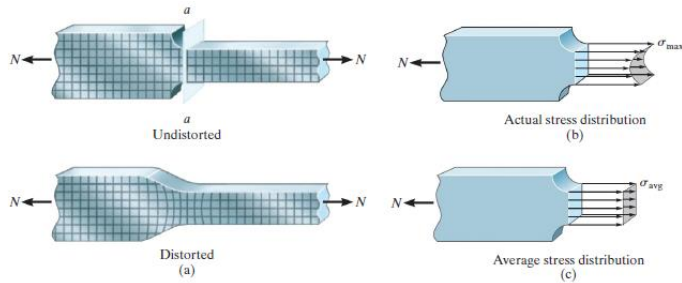
www.garipgenc.com

Page 3

- ✓ Bu maksimum normal gerilmelerin spesifik değerleri, her bir çubuğun çeşitli boyutları için belirlenmiştir ve sonuçlar, bir gerilme konsantrasyonu faktörü K kullanılarak grafik biçiminde rapor edilmiştir. Burada K; maksimum gerilmelerin, ortalama normal gerilmelere oranı olarak tanımlanmaktadır.

$$K = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{avg}}$$

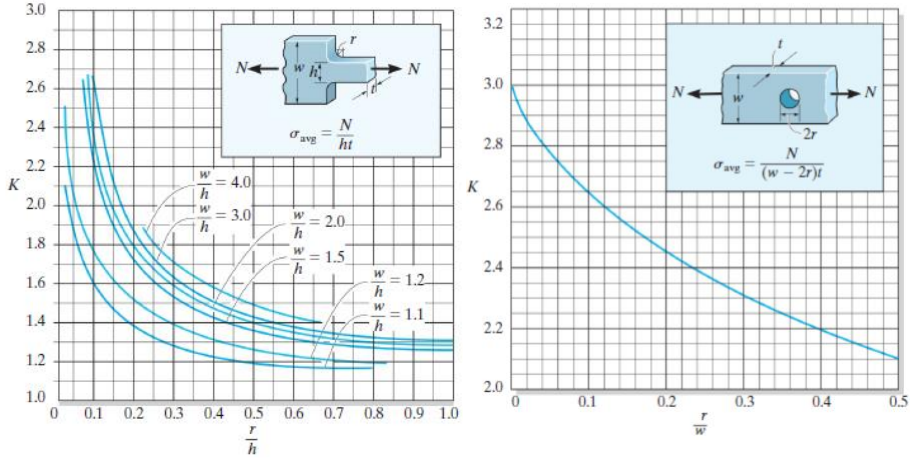
- ✓ K, grafikten belirlendiğinde ve ortalama gerilme, A'nın en küçük kesit alan olduğu, $\sigma_{avg} = N/A$ 'dan hesaplanmıştır, enine kesitindeki maksimum normal gerilme, $\sigma_{max} = K(N)/A$ olarak belirlenir



www.garipgenc.com

Page 4

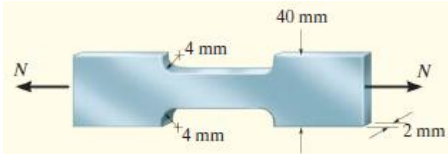
➤ Neuber grafikleri



www.garipgenc.com

Page 5

▪ Örnek:



Elasto-plastik bölgede olduğu varsayılan çelik çubuğun $\sigma_Y = 250$ MPa dır.

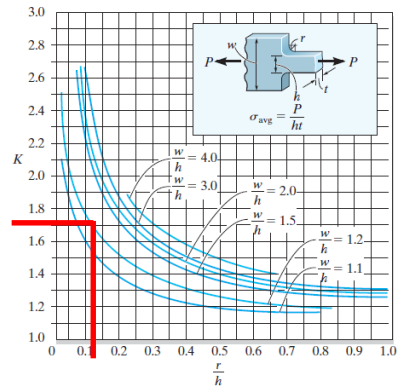
- Akmaya neden olmadan uygulanabilecek max. Yük değerini
- çubuğun destekleyebileceği maksimum Yük değerini belirleyiniz. Her iki kritik durum için gerilme dağılımını çiziniz.

Kiriş geometrisinden gerilme yığılması faktörleri :

$$\frac{r}{h} = \frac{4 \text{ mm}}{(40 \text{ mm} - 8 \text{ mm})} = 0.125$$

$$\frac{w}{h} = \frac{40 \text{ mm}}{(40 \text{ mm} - 8 \text{ mm})} = 1.25$$

$$K \approx 1.75.$$



www.garipgenc.com

a. Akma oluşmayacağına göre:

$$\sigma_{\max} = \sigma_Y.$$

$$\sigma_{\max} = K\sigma_{\text{avg}};$$

$$\sigma_Y = K\left(\frac{N_Y}{A}\right)$$

$$250(10^6) \text{ Pa} = 1.75 \left[\frac{N_Y}{(0.002 \text{ m})(0.032 \text{ m})} \right]$$
$$N_Y = 9.14 \text{ kN}$$

Gerçek gerilme dağılımı:



www.garipgenc.com

Page 7

b. Max. Yük değeri için:

$$\sigma_Y = \frac{N_p}{A}$$

$$250(10^6) \text{ Pa} = \frac{N_p}{(0.002 \text{ m})(0.032 \text{ m})}$$
$$N_p = 16.0 \text{ kN}$$

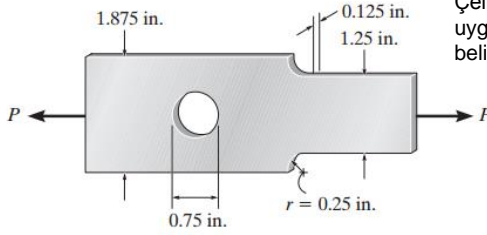
Ortalama gerilme dağılımı:



www.garipgenc.com

Page 8

• **Örnek:**



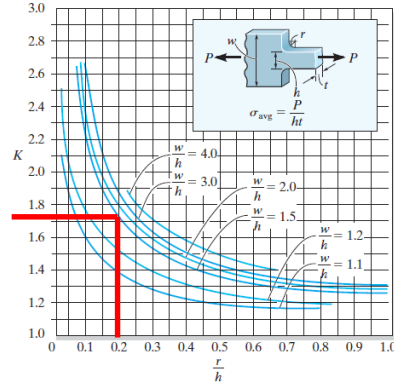
Çelik çubuk için $\sigma_{\text{allowable}} = 21$ ksi ise, Çubuğa uygulanabilecek maksimum eksenel kuvveti belirleyiniz.

Kiriş geometrisinden gerilme yığılması faktörleri :

$$\frac{r}{h} = \frac{0.25}{1.25} = 0.2$$

$$\frac{w}{h} = \frac{1.875}{1.25} = 1.5$$

$$K = 1.73$$



$$\sigma_{\text{allow}} = \sigma_{\text{max}} = K\sigma_{\text{avg}} \quad 21 = 1.73 \left(\frac{P}{1.25(0.125)} \right)$$

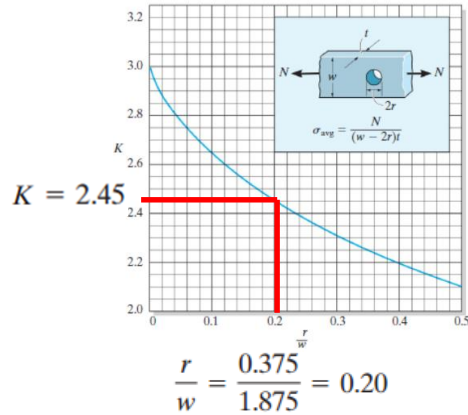
$$P = 1.897 \text{ kip}$$

Delik bölgesinde hasar oluşacağını varsayalım:

$$\sigma_{\text{allow}} = \sigma_{\text{max}} = K\sigma_{\text{avg}}$$

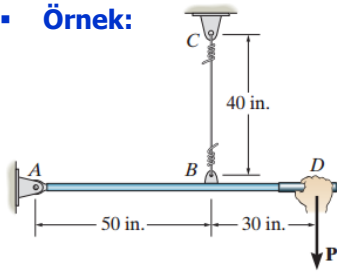
$$21 = 2.45 \left(\frac{P}{(1.875 - 0.75)(0.125)} \right)$$

$$P = 1.21 \text{ kip (controls)}$$

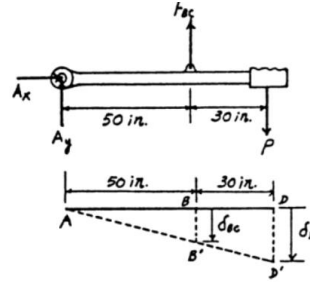
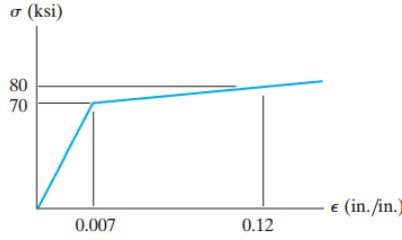


$$\frac{r}{w} = \frac{0.375}{1.875} = 0.20$$

■ **Örnek:**



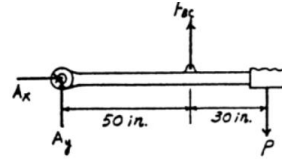
BC telinin çapı 0.125 inçtir ve malzeme şekilde gösterilen gerilme-uzama diyagramına sahiptir. Kirişin D ucundaki dikey çekme kuvveti yavaşça artırılır ve
 (a) $P = 450$ lb
 (b) $P = 600$ lb değerine ulaşırsa, kirişin dikey yer değiştirmelerini belirleyiniz.



Statik denge denklemlerinden:

$$\zeta + \sum M_A = 0; \quad F_{BC}(50) - P(80) = 0$$

$P = 450$ lb, değerine ulaşırsa, $F_{BC} = 720$ lb

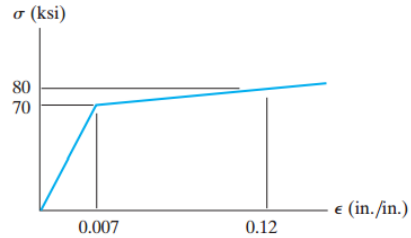


Ortalama normal gerilme:

$$\sigma_{BC} = \frac{F_{BC}}{A_{BC}} = \frac{720}{\frac{\pi}{4}(0.125^2)} = 58.67 \text{ ksi}$$

Gerilme-Uzama diyagramından:

$$\frac{58.67}{\epsilon_{BC}} = \frac{70}{0.007}; \quad \epsilon_{BC} = 0.005867 \text{ in./in.}$$



$P = 450 \text{ lb}$, için er değıştirme:

$$\delta_{BC} = \epsilon_{BC} L_{BC} = 0.005867(40) = 0.2347 \text{ in.}$$

$$\frac{\delta_D}{80} = \frac{\delta_{BC}}{50}; \quad \delta_D = \frac{8}{5} (0.2347) = 0.375 \text{ in.}$$

$P = 600 \text{ lb}$ değerine ulaşırsa,

$$\zeta + \Sigma M_A = 0; \quad F_{BC}(50) - P(80) = 0 \quad F_{BC} = 960 \text{ lb}$$

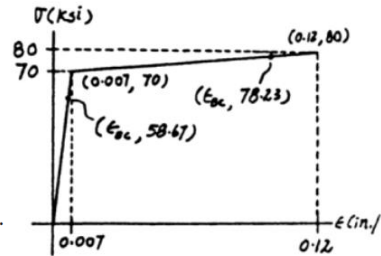
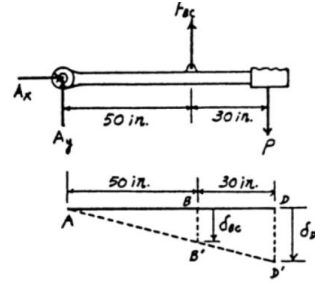
Ortalama normal gerilme:

$$\sigma_{BC} = \frac{F_{BC}}{A_{BC}} = \frac{960}{\frac{\pi}{4}(0.125)^2} = 78.23 \text{ ksi}$$

Gerilme-Uzama diyagramından:

$$\frac{78.23 - 70}{\epsilon_{BC} - 0.007} = \frac{80 - 70}{0.12 - 0.007} \quad \epsilon_{BC} = 0.09997 \text{ in./in.}$$

www.garipgenc.com

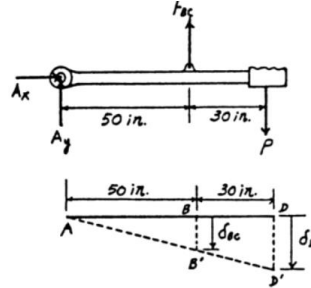


Page 13

$P = 600 \text{ lb}$ için er değıştirme:

$$\delta_{BC} = \epsilon_{BC} L_{BC} = 0.09997(40) = 3.9990 \text{ in.}$$

$$\frac{\delta_D}{80} = \frac{\delta_{BC}}{50}; \quad \delta_D = \frac{8}{5} (3.9990) = 6.40 \text{ in.}$$



www.garipgenc.com

Page 14