

YTÜ Makine Mühendisliği Bölümü
Mekanik Anabilim Dalı Genel Laboratuvar Dersi
Eğilme Deneyi Çalışma Notu

Laboratuvar Yeri: B Blok en alt kat – Mekanik Laboratuvarı

Laboratuvar Adı: Eğilme Deneyi

Konu: Elastik Eğri Teorisinin Doğrulanması

Kullanılan Cihaz Donatım ve Malzemeler:

- Eğilme davranışı incelenecek çubuk numune
- Eğilme deney seti
- Dijital gösterge (sehim ölçer), Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Eğilme deney seti ve dijital gösterge

Teorik Bilgi:

Elastik eğilme durumunda, bir kiriş yalnızca uygulanan moment düzleminde eğildiği takdirde, gerilme dağılımı ve kirişin eğrilği arasındaki ilişki şu şekildedir:

$$\frac{M}{I} = \frac{\sigma}{y} = \frac{E}{R}$$

M: Kiriş kesitinde oluşan eğilme momenti

I: Kiriş kesitinin tarafsız eksene göre atalet momenti

E: Kiriş malzemesinin elastisite modülü

R: Eğrilik yarıçapı

σ : Eğilme momentinden dolayı, tarafsız eksenden y kadar mesafede oluşan eğilme gerilmesi

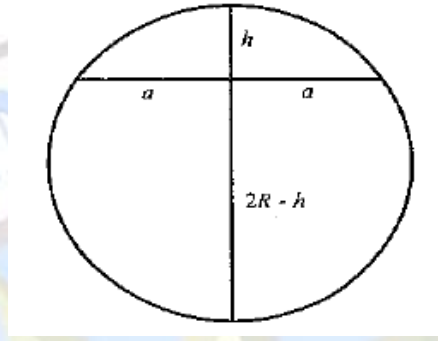
y: Tarafsız eksenden alınan dikey uzaklık

Kirişin eğriliği ($1/R$), yaklaşık olarak sehimin ikinci türevine eşittir.

Eğer; z noktası seçilen orjinden x kadar uzaktaki, kirişin sehimine eşitse :

$$\frac{d^2z}{dx^2} = \frac{1}{R} = \frac{M}{EI}$$

Eğrilik Yarıçapının Sagital Methodu ile Bulunması



Şekil 2 Sagital Method ile Eğrilik Yarıçapı

Dairenin geometrik bağlantıları kullanıldığında;

$$h(2R - h) = a^2$$

burada

a = sehim ölçerler arasındaki mesafe

h = Sehim

Hesaplanan sehimin karesi çok küçük olduğu için ihmal edilebilir. Bu yüzden;

$$\frac{1}{R} = \frac{2h}{a^2}$$

Elastik eğilme teorisinden, eğrilik yarıçapının tersinin değeri kullanılırsa eşitlik;

$$\frac{1}{R} = \frac{M}{EI} \text{ ve } M = Wb \text{ ise}$$

$$h = \frac{Wa^2b}{2EI}$$

burada;

W = Kirişe uygulanan yük

b = Uygulanan yük ile mesnet arası mesafeyi göstermektedir.

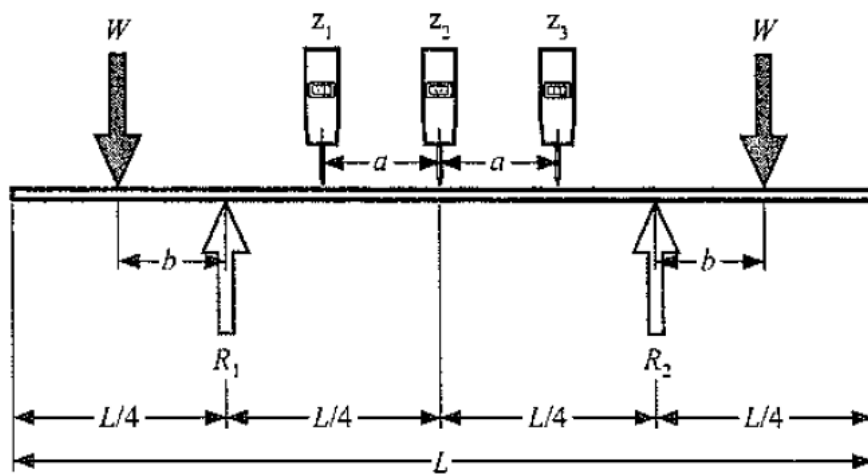
Deneyin Amacı

- Kalınlığı ve malzeme türü bilinen kirişlerin eğrilik yarıçaplarının hesaplanması
- Eğrilik yarıçapı içeren elastik modül hesabının deneysel yolla yapılması

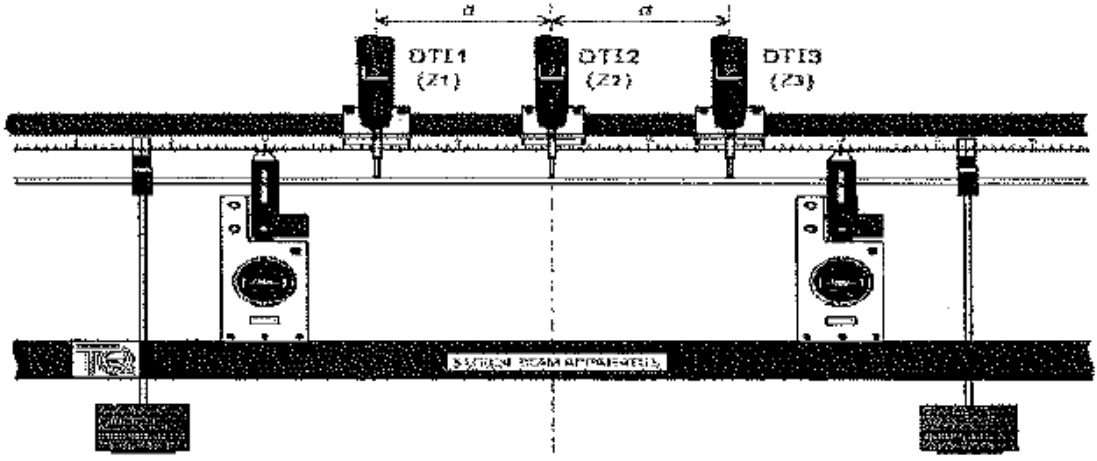
Bu şekilde, yapılan yükleme ve ölçülen yerlerdeki sehim miktarlarının karşılaştırılması, farklı çubuk boyu, malzeme ve farklı mesnet tipleri için yapılabilir. Maksimum sehim, deney esnasında gözlemlendiği noktada, dijital göstergeler yardımı ile ölçülebilmektedir.

Deneyin Yapılışı

- Deney düzeneği şekil 3 ve şekil 4’de görüldüğü gibi düzenlenir. R_1 ve R_2 mesnet noktalarını W ise yük noktasını göstermektedir.
- Mesnetler üzerine kalınlığı 6,4 mm olan yumuşak çelik konularak sabitleştirilir. Mesnetler arasındaki kirişin tam orta noktasına denk gelecek şekilde dijital göstergeler yerleştirilir. Dijital göstergenin hem sağ hem de sol tarafına eşit a mesafesi kadar uzaklığa diğer dijital göstergeler yerleştirilir.
- Mesnetlerden b mesafe uzağa ise yükler konulacaktır. Yük noktasına sırasıyla 5 N, 10N,15N,20N,25N asılarak bu yüklerle karşılık gelen sehim değerleri 3 dijital sehim ölçer cihazdan alınarak kaydedilecektir. Kaydedilen datalar tablo 1’de yerlerine yazılır.
- Ölçümler yapıldıktan sonra dijital göstergelerin arasında mesafe her iki taraftan da 50 mm artırılarak aynı deney prosedürü tekrarlanacaktır.
- Ölçümler yapıldıktan sonra son kez dijital göstergelerin arasındaki mesafe her iki taraftan da 50 mm artırılarak aynı deney prosedürü uygulanacaktır.



Şekil 3 Eğrilik Yarıçapı Deneyi Kuvvet Diyagramı



Şekil 4 Eğrilik Yarıçapı Deney Düzenegi

	W (N)	b (mm)	a (mm)	a^2 (mm ²)	z_1 (mm)	z_2 (mm)	z_3 (mm)	$\frac{z_1 + z_3}{2}$ (mm)	$h = z_2 - \frac{z_1 + z_3}{2}$ (mm)
Test 1	5	250	100						
	10	250	100						
	15	250	100						
	20	250	100						
	25	250	100						
Test 2	5	250	150						
	10	250	150						
	15	250	150						
	20	250	150						
	25	250	150						
Test 3	5	250	200						
	10	250	200						
	15	250	200						
	20	250	200						
	25	250	200						

Deney Sonrası İşlemler:

1-Her bir test için bulunan sehım değerlerini kullanarak h- W grafiklerini çiziniz. Yük sehım grafiklerinde ortaya çıkan Test 1, Test 2, Test 3 grafiklerinin eğimlerini kullanarak eğim-a² grafiğini oluşturunuz. Elde edilen bu grafiğin eğimini kullanarak kirişin elastik modülünü hesaplayınız.

$$\frac{h}{w} = \frac{a^2 b}{2EI}$$

b mesafesi sabit ve 0.25 m alınır ise

$$eğim = \frac{0.125}{EI} \rightarrow E = \frac{0.125}{I \times eğim}$$

olacaktır.

Bulduęunuz Elastik modülü tablo 2' de verilen malzemenin elastik modülü ile kıyaslayarak hata analizini yapınız.

$$\%Hata\ Analizi = 100 \times \frac{E_{deneysel} - E_{teorik}}{E_{deneysel}}$$

Tablo 2. Malzemelerin Elastiklik Modülleri

MALZEME	ELASTİKLİK MODÜLÜ
YUMUŞAK ÇELİK	210 GPa
PİRİNÇ	105 GPa
ALÜMİNYUM	76 GPa

Deneyler sonucunda ortaya çıkan hataların nedenlerini kısaca açıklayınız.