

BASİT MESNETLİ KİRİŞTE SEHİM DENEYİ

Deneyin Amacı

- Farklı malzeme ve kalınlığa sahip kirişlerin uygulanan yükün kirişin eğilme miktarına oranı olan rijitlik değerinin değişik olduğunun gösterilmesi.
- Kiriş kalınlığının rijitlikle orantılı olduğunun ispatlanması
- Rijitlik, malzeme özellikleri ve kiriş boyutları arasındaki ilişkinin ortaya konması

Teorik Bilgi :

Tablo 1 Deney esnasında kullanacağımız numunelere ait elastisite modülleri tablosu

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

Mukavemet dersi içerisinde gösterilmiş olan gerilme, birim şekil değiştirme, genelleştirilmiş hooke yasası, atalet momenti hesabı, bir düzlemde eğilmeye maruz kalmış basit mesnetli kiriş ve elastik eğilme ile ilgili denklemler;

Normal Gerilme (σ):

Kesit düzlemine dik olan kuvvet yoğunluğuna o noktadaki normal gerilme adı verilir. Yükün, uygulandığı alana bölünmesiyle elde edilir. Aşağıdaki bağıntıyla bulunur:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Bir kesit yüzeyinden dışa doğru etkiyen normal gerilmelere **çekme gerilmesi** denir. Malzemenin uzamasıyla meydana gelir. İşareti pozitifdir.

Bir kesit yüzeyinden içeri doğru olan normal gerilmelere **basma gerilmesi** denir. Malzemenin sıkıştırılmasıyla oluşur. İşareti negatiftir.

Birim Şekil Değişirme (ε):

Birim Şekil Değişirme, malzemenin boyundaki değişim miktarının (gerilmeden dolayı oluşan şekil değişimi) ilk boya bölünmesiyle bulunur.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

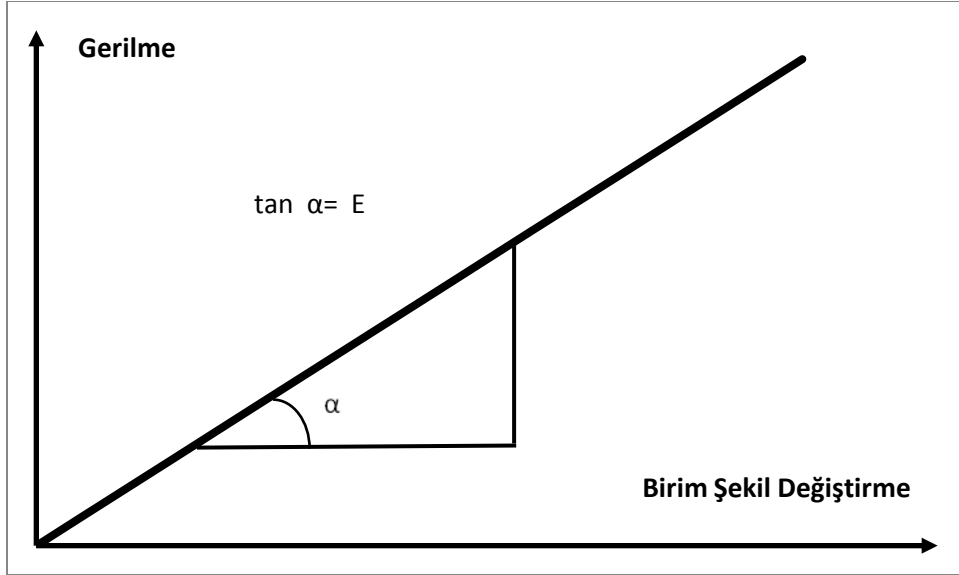
Birim kısalma, malzemenin sıkıştırılmasıyla oluşur. İşareti negatiftir.

Birim uzama, malzemenin uzamasıyla meydana gelir. İşareti pozitiftir.

Elastisite Modülü (E):

Elastik sınır içerisinde malzemede oluşan gerilmenin birim şekil değişirme oranına denir. İngiliz fizikçi Thomas Young tarafından keşfedilmiştir. Malzemenin rijitliğinin bir ölçüsüdür. (E ne kadar büyükse malzeme o kadar rijittir).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$



Şekil 1: Gerilme-Birim şekil değişirme Diyagramı

Basit Eğilme :

Basit eğilme teorisine göre, bir kiriş sadece uygulanan moment düzleminde eğildiği takdirde, gerilme dağılımı ve kirişin eğriliği arasındaki ilişki şu şekildedir:

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

M : Kiriş kesitinde oluşan eğilme momenti

I : Kiriş kesitinin tarafsız eksene göre atalet momenti

E : Kiriş malzemesinin elastisite modülü

ρ : Kirişin eğrilik yarıçapı

σ : Eğilme momentinden dolayı tarafsız eksenden y mesafesinde oluşan eğilme gerilmesi

y : Tarafsız eksenden dikey mesafe

Kirişin eğriliği ($1/\rho$), yaklaşık olarak sehimin ikinci türevine eşittir. Eğer y noktası seçilen orijinden x kadar uzakta kirişin sehimine eşitse:

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

Ortasından tekil yüklü bir çubuk eleman için oluşacak sehim miktarı;

$$sehim = \frac{Wl^3}{48EI}$$

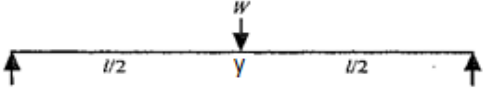

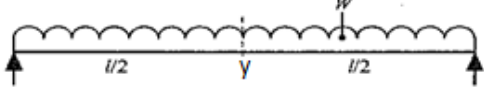
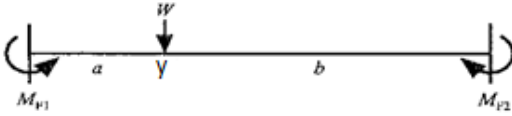
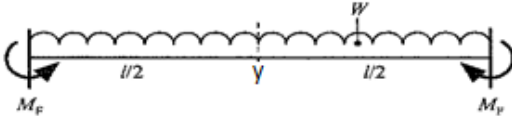

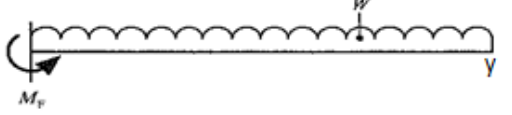
W= Kirişe etki eden yük

l=Basit mesnetli kirişler arası mesafe

E= numunenin elastik modülü

I= atalet momenti.

Tablo 2 En yaygın kiriş eğilme tiplerini ve bunlarla ilişkili denklemleri göstermektedir.

	Y İeki Sehim	Uçlardaki Eğim	Reaksiyon Momenti M_r
	$\frac{Wl^3}{48EI}$	$\frac{Wl^3}{16EI}$	
	$\frac{Wa^2b^2}{3EI}$	$\frac{Wab(l+b)}{6EI}$ Sol uç ta	
	$\frac{5Wl^4}{384EI}$	$\frac{Wl^4}{24EI}$	
	$\frac{Wa^3b^3}{3EI^3}$		$M_{F1} = \frac{Wab^2}{l^2}$ $M_{F2} = \frac{Wa^2b}{l^2}$
	$\frac{Wl^4}{384EI}$		$\frac{Wl^2}{12}$
	$\frac{Wl^3}{3EI}$	$\frac{Wl^2}{2EI}$	wl
	$\frac{Wl^4}{8EI}$	$\frac{Wl^3}{6EI}$	$\frac{Wl^2}{2}$

Bir Kiriş İçin Kalınlık, Rijitlik ve Kiriş Sabiti

Rijitliği yüksek bir kiriş verilen bir yük altında rijitliği daha düşük olan kirişle göre daha fazla eğilir. Bu durum elastik birim şekil değiştirilmede elastisite modülünün etkisine benzer fakat bir farkla. Eğilmede sadece elastiklik modülü değil, kirişin boyutları da etkilidir. Kiriş elastik bölgede eğildiği sürece rijitlik uygulanan yükün sehime oranına eşittir.

$$S = \frac{W}{\text{sehim}} (N/m)$$

Kirişin rijitliği yalnız malzeme kalınlığı değiştirilce malzeme kalınlığının küpüyle doğru orantılı olarak deđiştirilđi bilinir. Rijitlik kalınlığın küpüyle doğru orantılıdır, yani rijitliğin kalınlığın küpüne oranı sabittir.

$$\frac{\text{Rijitlik}}{\text{Kalınlık}^3} \sim \text{Sabit}$$

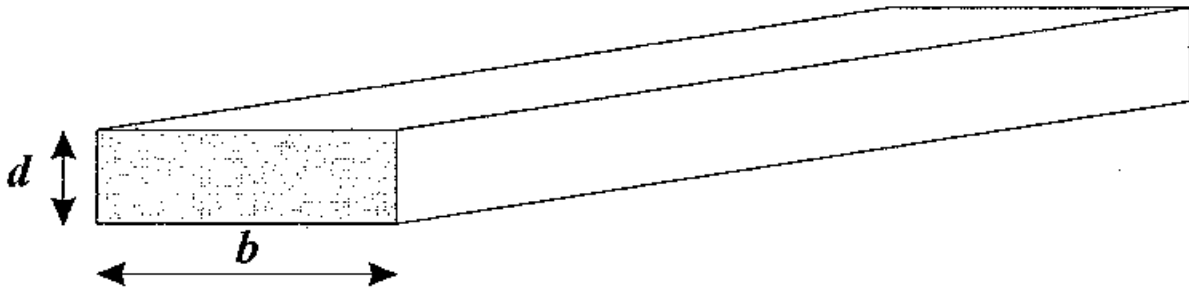
veya

$$\frac{S}{d^3} \sim C$$

Atalet Momenti (I):

Dikdörtgen kesitli bir kirişin yatay eksenli tarafsız eksene göre atalet momenti:

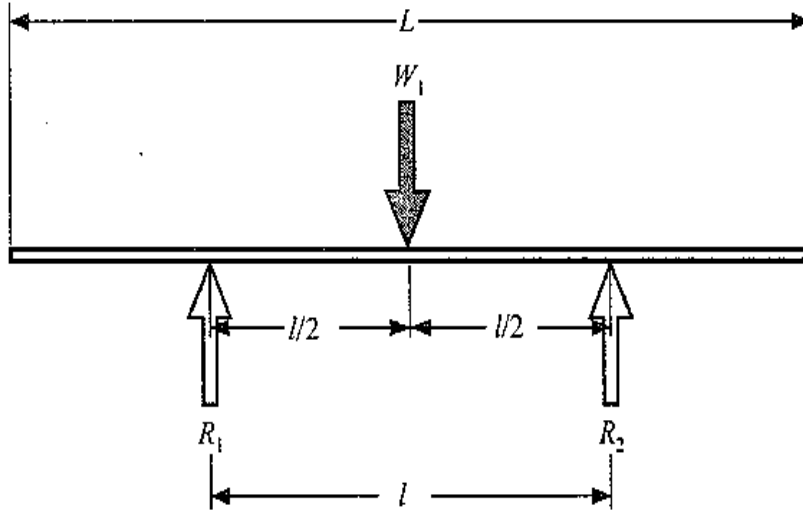
$$I = \frac{bd^3}{12}$$



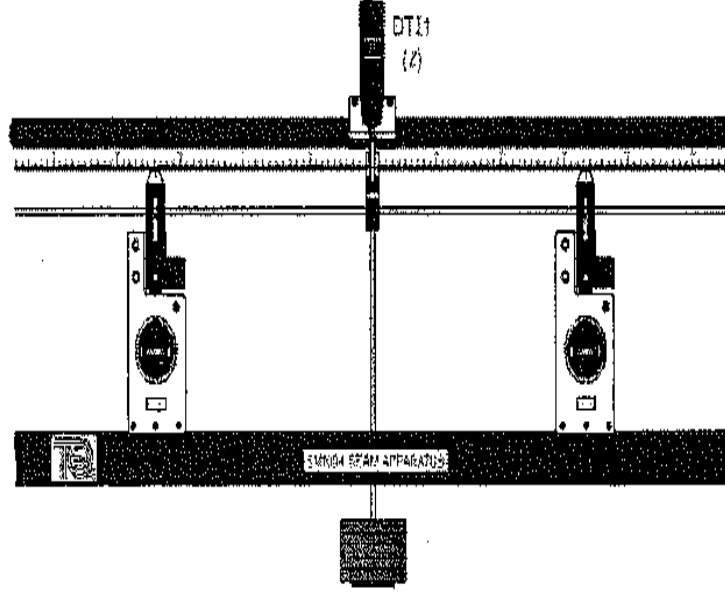
Şekil 2: Dikdörtgen Kesitli Kiriş

Deneyin Yapılması :

- Deney düzeneği Şekil 4 de gösterildiği gibi kurulur. R_1 ve R_2 mesnet noktalarını gösterirken W_1 ise yük noktasını göstermektedir.
- Basit mesnetli kirişler üzerinde ilk olarak kalınlığı 6,4 mm olan yumuşak çelik koyularak sabitleştirilir. Daha sonra yük noktasına sırasıyla 5 N, 10 N, 15 N, 20 N, 25 N, 30 N kuvvetler asılarak herbiri için oluşan sehim dijital göstergeden okunarak tablo 3'e yazılır.
- Aynı işlem bu sefer kalınlığı 4,8 mm ve 3,2 mm olan yumuşak çelik için tekrarlanır ve elde edilen sehim değerleri tablo 3'e yazılır.
- Sonb olarak bu sefer farklı bir malzeme olan pirinç basit mesnetli kirişler üzerine yerleştirilerek aynı prosedür uygulanır. Elde edilen sehim değerleri tablo 3'e yazılır.



Şekil 3: Sehim Değişimi Deneyi İçin Kuvvet Diyagramı



Şekil 4: Sehim Değişimi Deney Düzenegi

Tablo 3: Çelik ve Pirinç Kirişler

Yük W (N)	Sehim z (mm)			
	Çelik 6.4 mm	Çelik 4.8 mm	Çelik 3.2 mm	Pirinç 6.4 mm
5				
10				
15				
20				
25				
30				

Deney Sonrası İşlemler :

Her bir kiriş için sehim z (düşey eksen) ve yük W (yatay eksen) arasındaki ilişkiyi veren grafiği çizin ve eğimini bulunuz. Burada eğim rijitliğin tersidir ($1/S$). Teori kısmında verilen rijitlik ile ilgili denklemleri bulunuz.

Tablo 5'e ($1/S$) ve S değerlerini giriniz ve yüzde hatayı hesaplayınız.

$$\% \text{ Hata} = 100 \times (S_{\text{ölç}} - S_{\text{teo}}) / S_{\text{ölç}}$$

Tablo 4: Kirişlerin Rijitliği

Malzeme	Kalınlık (mm)	$1/S$	$S_{\text{ölç}}$ [N/mm]	S_{teo} [N/mm]	% Hata
Çelik	6,4				
Çelik	4,8				
Çelik	3,2				
Pirinç	6,4				
Alüminyum	6,4				

Sehim z ile yük W arasındaki ilişkileri veren tüm grafikler lineer olmalıdır. Bu durum, kirişlerin lineer elastik bölgede deforme olduklarını ve yükle sehimin doğru orantılı olduğunu gösterir.