



T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ

BÖLÜMÜ

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ LABORATUVARI

BORULARDA VE HİDROLİK ELEMANLARDA

SÜRTÜNME KAYIPLARI

DENEY FÖYÜ

1. DENEYİN AMACI

Borularda ve hidrolik elemanlarda sürtünme kayıpları deneyinin amacı;

- ✓ Sürekli yük kaybı ve yerel yük kaybı tanımlarını yapabilmek,
- ✓ Sürtünme kayıplarını deneysel olarak gözlemleyebilmek ve elde edilen veriler aracılığıyla teorik hesaplamalar yapabilmek,
- ✓ Akışkan iletimini sağlayan bir sistemin tasarımı esnasında karşılaşılabilecek enerji kayıpları hakkında yorum yapabilme yetisini kazanmaktır.

2. SÜRTÜNME DEN DOLAYI OLUŞAN ENERJİ KAYIPLARI

Akışkanların bir bölgeden başka bir bölgeye iletilmesinde borular ve hidrolik bağlantı elemanları (vana, filtre, dirsek vb.) kullanılır. İletimi sağlanan akışkanın boru içeresinden akması esnasında boru ve/veya bağlantı elemanları ile akışa ait karakteristikler ENERJİ (YÜK) KAYIPLARI meydana getirirler. Kullanılan borunun malzemesi ve çapı, boru hattı boyunca akış uzunluğu ile orantılı olarak ifade edilen SÜREKLİ bir kayıp oluştururken; hidrolik bağlantı elemanlarında görülen akım yönünün değişmesi ise sadece belirli bir noktada var olan YEREL kayıpların oluşumuna yol açar. Genellikle SÜRTÜNME KAYBI olarak ifade edilen bu kayıplar, akım doğrultusu boyunca enerjinin korunumunu ifade eden Bernoulli Denklemi aracılığıyla teorik olarak hesaplanmaktadır.

Bir akış hattı üzerinde herhangi iki nokta arasındaki Bernoulli Denklemi

$$\frac{P_1}{\rho_1 g} + \frac{u_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho_2 g} + \frac{u_2^2}{2g} + z_2 + h_k \quad (1)$$

şeklinde ifade edilmektedir. “Eş. 1’de; P statik basıncı (Pa), ρ akışkanın yoğunluğunu (kg/m^3), g yerçekimi ivmesini (m/s^2), z potansiyel yüksekliği (kot farkı) (m), h_k ise enerji kayıplarını (m) göstermektedir. Bu bağıntıda, akışkanın sahip olduğu ve dikkate alınan enerjileri, enerji yükü formunda verilmiştir.

Enerji kayıplarının (h_k) teorik olarak hesaplanması için 2 farklı bağıntı mevcuttur. “Eş.2’de verilen bağıntı sürekli kayıpların, “Eş.3’de verilen bağıntı ise yerel kayıpların hesaplanmasında kullanılmaktadır.

$$h_k = f \frac{L}{D} \frac{u^2}{2g} \quad (2)$$

“Eş.2’de yer alan bağıntıda f sürekli kayıp katsayısını, L boru uzunluğunu (m), D boru çapını (m), u ortalama hızı (m/s) ve g yerçekimi ivmesini (m/s^2) temsil etmektedir.

$$h_k = K \frac{u^2}{2g} \quad (3)$$

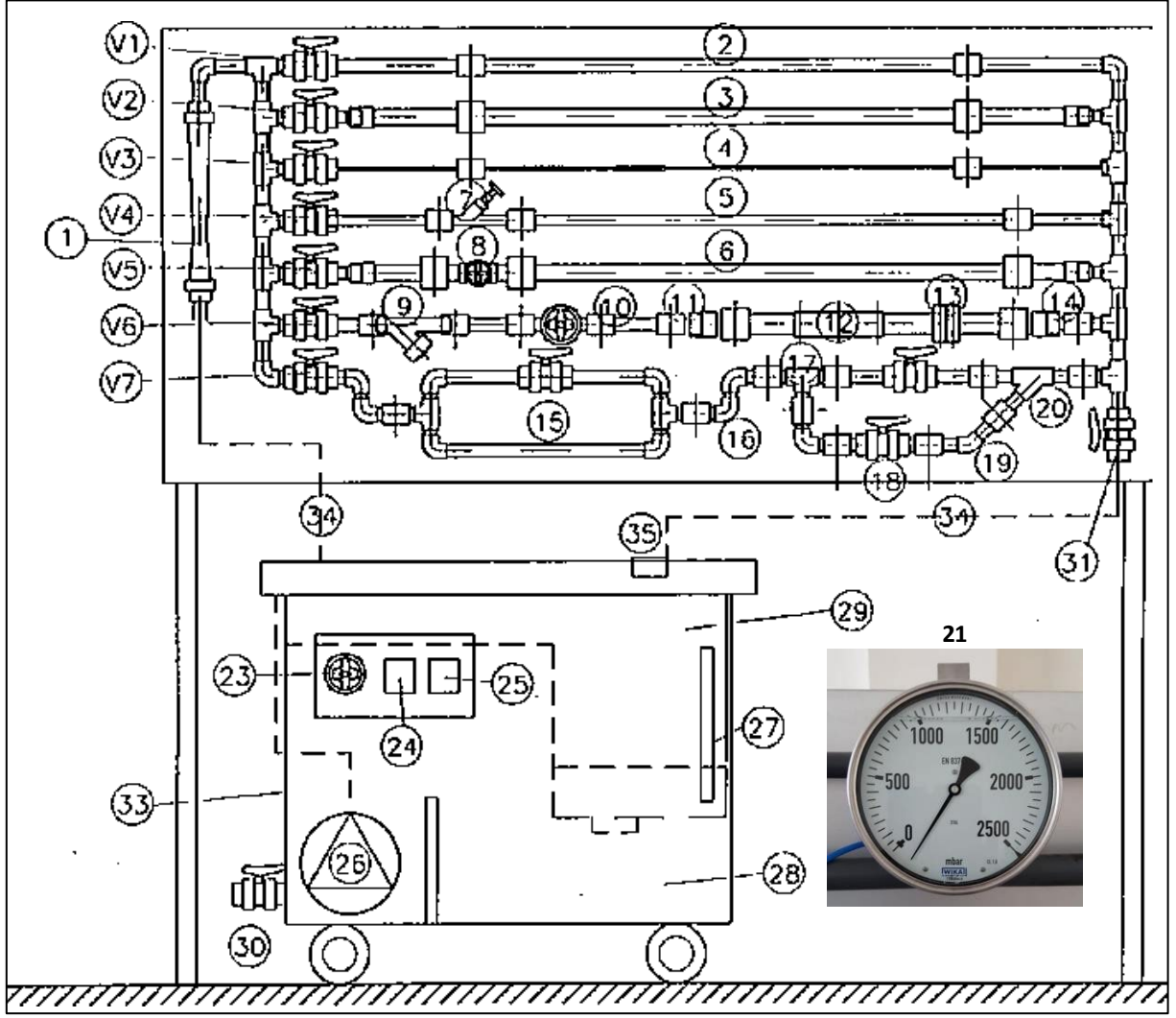
“Eş.3’de yer alan bağıntıda K yerel kayıp katsayısını, u ortalama hızı (m/s) ve g yerçekimi ivmesini (m/s^2) göstermektedir.

Sayısal değerleri bilinen basınç, yoğunluk, yerçekimi ivmesi, ortalama hız, kot farkı, boru uzunluğu ve boru çapı değerleri Bernoulli denkleminde yerlerine konularak enerji kayıpları teorik olarak hesaplanabilir. Fakat bu hesaplamalar bazen (örn; karmaşık boru şebekeleri) fazla zaman alıcı olmaktadır. Bu nedenle sürtünme kayıplarının belirlenmesinde 1944 yılında Lewis Ferry Moody tarafından geliştirilen MOODY DİYAGRAMI kullanılmaktadır. MOODY DİYAGRAMI; dairesel kesitli borudaki tam gelişmiş bir akış için sürtünme faktörü (f), Reynolds sayısı ve bağıl pürüzlülük arasındaki ilişkiyi gösteren boyutsuz bir diyagramdır. (Bu diyagrama Akışkanlar Mekaniği kitaplarından kolaylıkla ulaşılabilir.)

3. DENEY DÜZENEGİ

Şekil 1’de sürtünme kayıpları deney düzeneği verilmiştir. Deney düzeneğinde farklı çaplara sahip borular ile çeşitli bağlantı elemanları bulunmaktadır. İki nokta arasındaki basınç farkından yararlanılarak sürtünme kayıplarının belirlendiği bu düzenekte, bir hidrolik depo ve pompa vasıtasıyla sistemde sabit debide bir akışkan (su) her bir boru veya bağlantı elemanında dolaştırılır. Deney düzeneği, her bir borudan veya bağlantı elemanından ayarlanan debi değerine göre akışkan geçmesine müsaade edecek yapıdadır.

V1...V6: Vanalar	11: Ani genişleme	23: Debi valfi
1: Debimetre	12: Ventüri	24: Pompa açma/kapama anahtarı
2: D=17 mm pürüzlü boru	13: Orifis (Delik plaka)	25: Güvenlik butonu
3: D=23 mm pürüzlü boru	14: Ani daralma	26: Santrifüj pompa
4: D=3,5 mm düz boru	15: Paralel boru bağlantısı	27: Seviye göstergesi
5: D=14 mm düz boru	16: Seri bağlı dirsekler (90°)	28: Ana depo
6: D=27 mm düz boru	17: T bağlantı	29: Hacim tankı
7: Eğik vana	18: Küresel vana	30: Boşaltma vanası
8: Kapaklı vana	19: Seri bağlı dirsekler (45°)	31: Debi valfi
9: Filtre	20: Eğik T bağlantı	33: Hidrolik depo
10: Kelebek vana	21,22: Manometre	34: Esnek boru
		35: Hacim tankı ayar valfi



Şekil 1. Sürtünme kayıpları deney düzeneği

4. DENEYİN YAPILIŞI

Hidrolik depo su ile doldurulduktan sonra yalnızca ölçüm alınacak noktalar arasından akışkan geçişine izin verilecek şekilde vana konumları (açık/kapalı) ayarlanır. Santrifüj pompa çalıştırılarak debimetre vasıtasıyla debi ayarı yapılır. Akışın düzgünleşmesi beklendikten sonra (Şeffaf debimetrede akımın düzgünlüğü kolaylıkla gözlemlenebilecek yapıdadır) manometreler giriş ve çıkış noktalarına monte edilerek her bir noktadaki basınç değerleri okunur ve not edilir. Bu işlemler ölçüm alınacak her bir boru/bağlantı elemanı için benzer şekilde tekrarlanır.

*** Deney sırasında kullanılan akışkanın 20°C'deki su olduğunu kabul ediniz ve ihtiyaç duyulması halinde bilinmeyen fiziksel özellikleri tablolar aracılığıyla bulunuz.

Ölçüm Alınan Boru / Bağlantı Elemanı	$P_{giriş}$ (<i>mmss</i>)	$P_{çıkış}$ (<i>mmss</i>)	u (<i>m/s</i>)	L (<i>cm</i>)	Q (<i>L/h</i>)	Re	f	K
D=17 mm pürüzlü boru				100				
D=23 mm pürüzlü boru								
D=14 mm pürüzsüz boru								
D=27 mm pürüzsüz boru								
Kapaklı vana								
Filtre								
Küresel vana								

5. DENEY RAPORUNDA İSTENENLER

- Ölçülen değerlerini tablo halinde gösteriniz.
- Yaptığınız tüm hesaplamaları sistematik bir şekilde raporunuzda gösteriniz.
- Her bir boru için 2 farklı debi değerinde çalışınız. Elde edilen sonuçlara göre taslak bir Moody Diyagramı oluşturunuz.
- Her bir bağlantı elemanı için tek debi değerinde çalışarak yerel yük kayıp katsayılarını (K) hesaplayınız.
- Borulardaki ve Bağlantı elamanlarındaki kayıpları birbirleriyle karşılaştırınız. Sonuçlar üzerinde yorumlar yapınız.