

ERCIYES ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ ENERJİ
SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ENERJİ SİSTEMLERİ
MÜHENDİSLİĞİ LABORATUARI



DENEY FÖYÜ

DENEY ADI

KANALDA DİRSEK ETRAFINDA AKIM

DERSİN ÖĞRETİM ÜYESİ

DENEYİ YAPTIRAN ÖĞRETİM ELEMANI

Adı Soyadı:

Numarası:

Grubu:

KANALDA DİRSEK ETRAFINDA AKIM DENEYİ

Amaç:

Bu deneyin amacı, kavisli dikdörtgen bir kanalın içerisinde geçen hava akışına uyguladığı net kuvveti ölçmek ve **doğrusal momentum prensibine** dayalı bir kontrol hacmi analizinin geçerliliğini belirlemektir. Diğer bir amaç da kanal bükümündeki hava akışının teğetsel hızının basit bir idealizasyonla modellenip modellenemeyeceğini araştırmaktır.

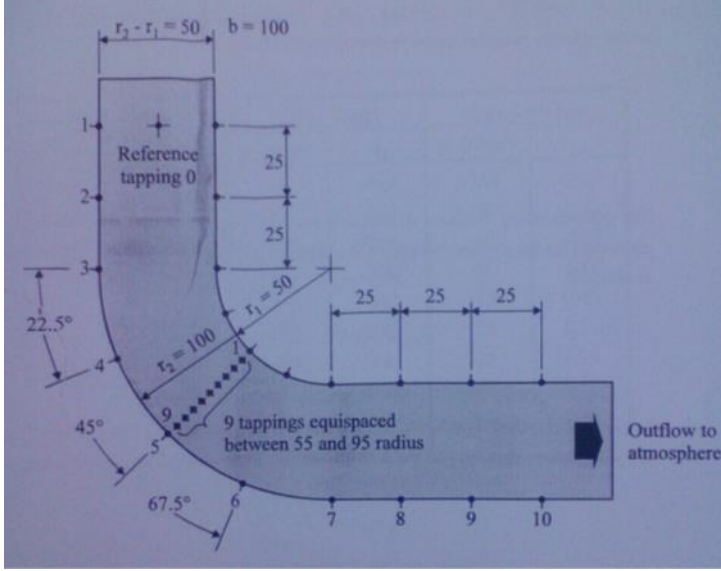
Giriş:

Mühendisler sıklıkla boru ve kanallar içinde akan akışkanlarla ilgili problemlerle karşılaşır. Bu tip akışlar, cisimler üzerindeki akışlardan (örneğin aerofoil etrafındaki akışlar) ayırt edilebilmesi için **iç akışlar** olarak sınıflandırılır.

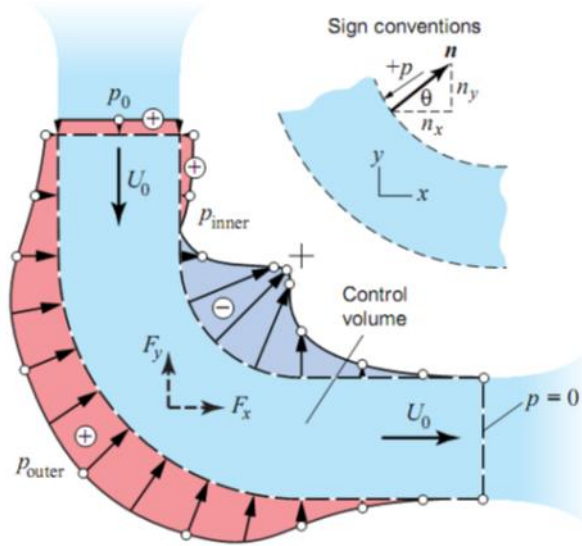


Şekil 1. Deney düzeneği

Bu deneyde, dikdörtgen kesitli bir kanalda 90°'lik bir bükülme etrafındaki akış incelenecek ve duvarlar boyunca yerleştirilen basınç ölçüm noktaları kullanılarak basınç dağılımları belirlenecektir.



Şekil 2. Bükülme Boyutları ve Basınç Ölçüm Noktalarının Konumu



Şekil 3. 90° Bükümlü Kanaldaki Akışkan Üzerindeki Basınç Dağılımı

Şekil 3'te gösterildiği üzere, hava akış yönü dikkate alınarak:

- Dış duvar basıncının **pozitif**,
- İç duvar basıncının ise **negatif** olması beklenmektedir.

Mesafelere dayanarak, havanın kanalın iç duvarı etrafında dış duvara göre daha hızlı aktığı varsayılabilir.

Net kuvvet F , **doğrusal momentum prensibi** kullanılarak bir **kontrol hacmi analizi** ile elde edilir. Aşağıdaki varsayımlar yapılır:

- Akış **kararlı** ve **iki boyutlu**,
- İkincil akışlar ve ayrılma etkileri ihmal edilir,
- Akış giriş ve çıkışta sabit hızda ilerler.

Kanalın hava üzerinde uyguladığı basınç kuvveti bileşenleri:

Deney Düzeneğinin Tanımı:

Dikdörtgen kesitli bir kanal, Şekil 1'de gösterildiği gibi bir cihaza bağlanmıştır. Kanalın üç tarafındaki basınç dağılımı ölçülmektedir:

- Dış duvar üzerinde 10 adet basınç tapası,
- İç duvar üzerinde 10 adet basınç tapası,
- İki radyal kenar üzerinde toplam 9 adet basınç tapası bulunmaktadır.

Bu tapaların tümü, çoklu tüplü bir manometreye bağlanmıştır. Bernoulli denklemi ve basınç katsayısı yasalarına göre, kanalın her bir tarafındaki hava hızı tahmin edilebilir.

Teori:

Viskoz akış bir düz yüzeye yapıştığında, yüzey boyunca bir **sınır tabakası** (boundary layer) oluşur. Bu tabakada akışkanın hızı, sürtünmeden dolayı ana akış hızından daha düşüktür. Sınır tabakası kalınlığı farklı matematiksel modellerle tahmin edilebilir ve akış tipi:

Laminer sınır tabakası veya **Türbülanslı sınır tabakası** olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, boyutsuz bir sayı olan Reynolds sayısına bağlıdır.

Sınır tabakası ile ilgili diğer önemli fenomenler:

- **İkincil akışlar** ve
- **Akış ayrılmasıdır.**

Bir akış, eğimli bir yüzeyin etrafında döndüğünde, serbest girdap akışı (örneğin çamaşır makinesi içindeki akış gibi) oluşur. Eğrilik yarıçapı küçüldükçe akış hızı artar (örneğin hortum, kasırga vb.).

Serbest girdaptaki hız dağılımı şu şekilde tahmin edilir:

$$v = \frac{C}{r} \quad (1.1)$$

Burada:

- v = Akışkanın herhangi bir r yarıçapındaki hat üzerindeki hızı
- C = Girdap kuvveti

C sabiti süreklilik (devamlılık) denklemi kullanılarak hesaplanabilir:

$$Q = bV(r_2 - r_1) \quad (1.2a)$$

Burada:

- Q = Debi
- V = Ortalama hava hızı
- b = Kanal derinliği
- r_1, r_2 = İç ve dış yarıçaplar

İntegral formunda devamlılık denklemi:

$$Q = b \int_{r_1}^{r_2} v dr \quad (1.2b)$$

Bu eşitliklerden C sabiti:

$$C = \frac{(r_2 - r_1)V}{\ln(r_2/r_1)} \quad (1.3)$$

ve hız oranı:

$$\frac{v}{V} = \frac{r_2 - r_1}{r \ln(r_2/r_1)} \quad (1.4)$$

Özellikle bu deneyde $r_2 = 100 \text{ mm}$, $r_1 = 50 \text{ mm}$ olduğundan:

$$v = \frac{50V}{r \ln(2)} \quad (1.5)$$

Bernoulli denklemini kullanarak, kanal girişinden bükülme içindeki herhangi bir noktaya kadar olan basınç değişimi:

$$p_o + \frac{1}{2}\rho V^2 = p + \frac{1}{2}\rho v^2$$

Buradan, boyutsuz **basınç katsayısı (Cp)**:

$$C_p = \frac{p - p_o}{\frac{1}{2}\rho V^2} = 1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2 \quad (1.7b)$$

Deney Sonuçları ve Ödevler :

Tablo 1.

Referans	Dış Duvar		İç Duvar		Radyal Duvar	
Bağlantı Ağızlığı	P (N/m ²)	C _p	P (N/m ²)	C _p	P (N/m ²)	C _p
1	90		70		-265	
2	330		-240		50	
3	35		-440		295	

Kanal boyunca;

Hava kutusu basıncı (P_a) : 620 N/m²

Referans bağlantı ağızlığı basıncı (P₀) : 80 N/m²

Kanal boyunca üniform akış hız basıncı : P_a-P₀= ½ ρ U²

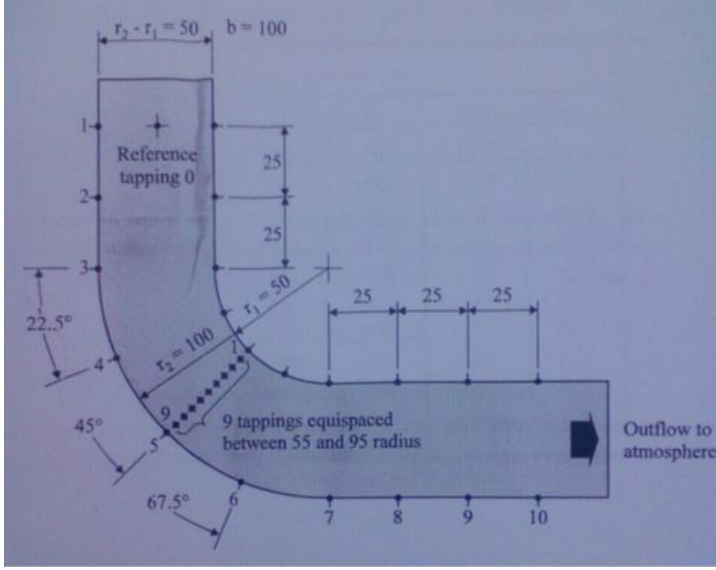
Havanın sıcaklığı = 20 °C

Barometrik basınç = 89 kN/m²

Havanın gaz sabiti: 287 J/(kg.K)

- Yukarıda verilen bilgiler ile havanın yoğunluğunu (ideal gaz denkleminde yararlanarak),
- Hava giriş hızını,
- Basınç katsayılarını (C_p) hesaplayarak tabloyu doldurunuz.

Aşağıdaki görseli dikkate alarak tabloda verilen yarıçap noktalarındaki basınç katsayısını bulunuz.



Tablo 2.

r (mm)	C_p (-)
50	
55	
60	
65	
70	
75	
80	
85	
90	
95	
100	