



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

INSA331

Dr. Ali Danandeh Mehr
29.09.2016

1

Ders içerikleri

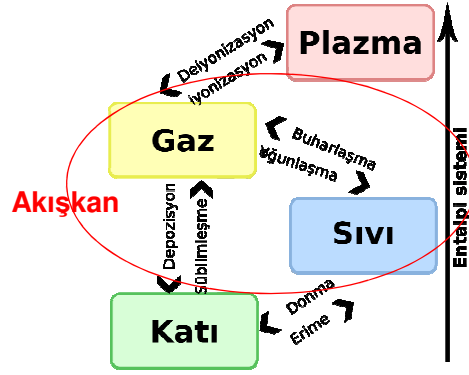
- Temel Kavramlar
- Akışkanların Statiği
- Akışkanların Kinematiği
- Bir boyutu akımların temel denklemleri
- Boyutsal analizler ve Buckingham pi Teorisi

2

1.1. GİRİŞ

Mekanik nedir?

Maddeye etkiyen kuvvetleri ve maddenin hareketini inceleyen bilim dalı



BÖLÜM 1

TEMEL KAVRAMLAR

1.2. BİRİMLER, ÖZGÜL KÜTLE, ÖZGÜL AGIRLIK

SI: "Systeme International d'Unites"

TABLO 1.1– Birim Sistemi

Büyüklik	MKS Birimleri	SI Birimleri
Uzunluk	metre (m)	metre (m)
Kütle	kg . s ² /m	kilogram (kg)
Zaman	saniye (s)	saniye (s)
Kuvvet	kilogram (kg)	newton (N = kg . m/s ²)
Enerji	kg . m	joule (J = N . m)
Güç	kg . m/s	watt (W = J/s)
Gerilme	kg/m ²	pascal (Pa = N/m ²)

4 ayrı
büyükükler

SI Birim Sistemi

- Newton İkinci Kanunundan türetilen kuvvet birimi:

“ the force required to accelerate a kilogram at one meter per second is defined as the *Newton (N)*”

$$F = m \cdot a$$

Yeryüzündeki yer çekimi ivmesi: 9.81 m/s²

Böylece, “bir kilogramın ağırlığı” yeryüzünde:

$$F = m a = (1) (9.81) \text{ kg m / s}^2 = 9.81 \text{ N}$$

$$1 \text{ kg} = 9.81 \text{ N}$$

Özgül kütle (ρ): Maddenin birim hacminin kütlesi

Density (mass per unit volume): $\rho = \frac{m}{V}$

Units of density: $[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{kg}{m^3}$ (in SI units)

Özgül ağırlık (γ): Maddenin birim hacminin ağırlığı

Specific weight (weight per unit volume): $\gamma = \frac{W}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$

$$\gamma = \rho g$$

$[\gamma] = [\rho][g] = \frac{kg}{m^3} \frac{m}{s^2} = \frac{N}{m^3}$ (in SI units)

- Suyun 4 derece sıcaklıktaki dansitesi: 1000 kg/m³

$$\gamma = ?$$

Rölatif Özgül Kütle (S): Akışkan özgül kütlelerinin standart şartlardaki suyun özgül kütlelerine oranıdır ve boyutsuzdur.

$$s = \frac{\rho}{\rho_{su}}$$

• Cıvanın 20 °C deki rölatif özgül kütleleri:

$$S_{Hg} = \frac{133 \text{ kN/m}^3}{9.81 \text{ kN/m}^3} = 13.6$$

1.3. MOLEKÜLER YAPI

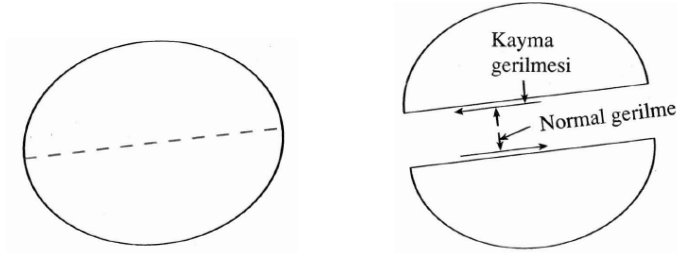
TABLO 1.2– Moleküler yapı

Madde	Moleküller arasındaki uzaklık	Moleküllerin serbestçe hareketi
Katı	Son derece küçük	Son derece küçük
Akışkan	Sıvı	Gaz halinden daha küçük
	Gaz	Büyük

Akışkanlar Mekaniği, **sürekli ortam** kabulü üzerinde kurulur.

1.4. GERİLMELERE KARŞI DAVRANIŞ

- Bir kuvvetler sisteminin etkisi altında bulunan herhangi bir cismin içinden geçen bir yüzey düşünelim:

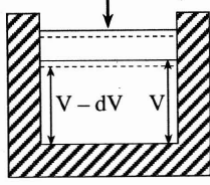


Yüzeye etkiyen kuvvetin iki bileşenleri; yüzey dik ve yüzey teğet
Eğer Alan birim alanı ise

Normal gerilme (Basınç da denir)
Kayma (Sürtünme) gerilme

Akışkanın Basınç Gerilmelerine Karşı Davranışı: **Sıkışabilirlik**

- Gazlarda sıkışabilme en fazla, sıvılarda daha az, katılarda ise en azdır.



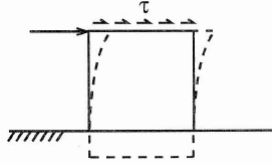
$$\epsilon = - \frac{dp}{dV/V} \quad \text{Akışkanın hacimsel elastisite katsayısı}$$

SONUÇ: Akışkan sıkışabildiğine göre özgül kütlesi de sabit kalmaz & özgül kütlesi artar.

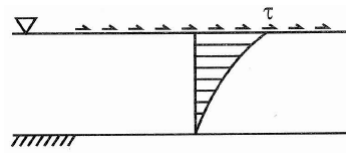
Sıkıştırılmayan akışkan kabul: $\rho = \text{sabit}$

Akışkanın Kayma Gerilmelerine Karşı Davranışı: **Vizkosite**

Katıların kayma gerilmelerine karşı gösterdiği direnç son derece **büyük**tür.



Akışkanların ise kayma gerilmelerine karşı gösterdiği direnç son derece **küçük**tür.



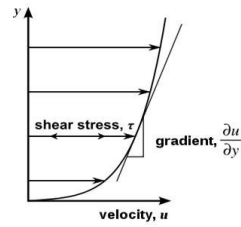
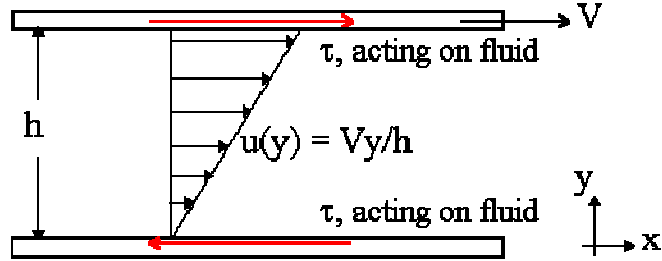
GÖZLEM: Akışkan sürekli olarak şekil değiştiriyor...

SONUÇ: "derine doğru akımın zayıflaması, suyun bu gerilmeye karşı az da olsa bir direncinin olduğunu gösteriyor"



Akışkanın kayma gerilmelerine karşı, az da olsa, direnç gösterme özelliğine, akışkanın **viskozite özelliği** denir.

Akışkanın Kayma Gerilmelerine Karşı Davranışı: Viskosite



Viscosity, $\tau = \mu \frac{du}{dy}$

Where,

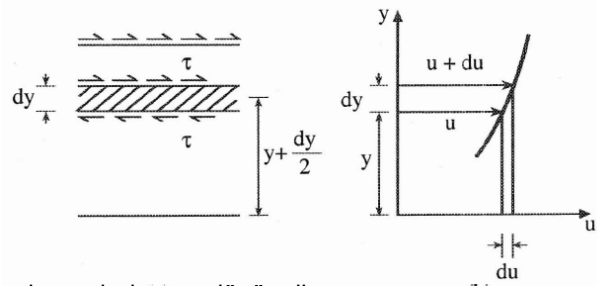
μ = Dynamic viscosity |

τ = Shear stress = F/A

$\frac{du}{dy}$ = Rate of shear deformation

Viskozite: Akışkanların *kaymaya veya açısız deformasyonlara, yani akmaya*, karşı gösterdiği direncin bir ölçüsüdür.

Newton'un Elemanter Sürtünme Kanunu:



Taralı akışkan tabakasını düşünelim:

GÖZLEM: Kayma gerilmesi ne kadar büyük ise hızdaki du/dy artması da o nisbette büyük olacaktır.

$\frac{du}{dy} \propto \tau$

GÖZLEM: Akışkan viskozitesi ne kadar büyük olursa, “du/dy” o kadar küçük olacaktır.

$$\frac{du}{dy} \propto \frac{1}{\text{Akışkanın viskozitesi}}$$

- Her iki gözlem sonucunu birleştirirsek,

$$\tau \propto (\text{Akışkanın viskozitesi}) \frac{du}{dy}$$

$$\frac{du}{dy} \propto \frac{\tau}{\text{Akışkanın viskozitesi}}$$



$$\tau = C \cdot (\text{Akışkanın viskozitesi}) \frac{du}{dy}$$

μ

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

ν : kinematik viskozitesi kt. $\nu = \frac{\mu}{\rho}$

μ :dinamik viskozite katsayısı

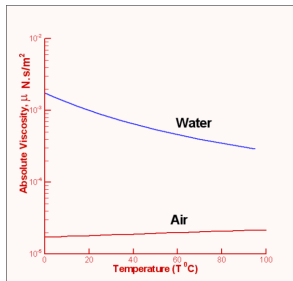
Viskozitenin Sıcaklıkla Değişimi:

Gazlardaki bu moleküler faaliyet, sıcaklığın artması ile artar.

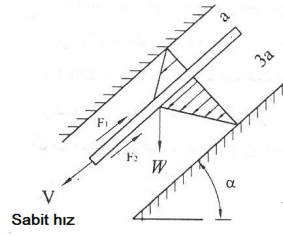
=> **Gazların viskozitesi sıcaklıkla artar.**

Sıvılarda sıcaklığın artması ile moleküller arasındaki kohezyon kuvveti azalır.

=> **Sıvılarda viskozitenin sıcaklıkla azalır.**



Örnek 1



$$\tau = \mu \cdot \frac{du}{dy} \Rightarrow \tau = \mu \frac{u}{y}$$

$$F_1 = \tau_1 \times A = \mu \frac{V}{a} \times A$$

$$F_2 = \tau_2 \times A = \mu \frac{V}{3a} \times A$$

$$F_f = F_1 + F_2 = \mu VA \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{3a} \right) = \frac{4\mu VA}{3a}$$

$$\sum F = ma = 0$$

$$\Rightarrow W \sin \alpha - F_f = 0 \Rightarrow W \sin \alpha = \frac{4\mu VA}{3a}$$

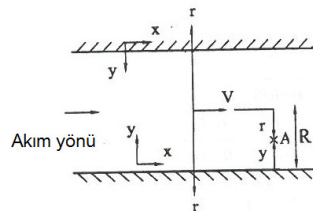
$$\Rightarrow W = \frac{4\mu VA}{3a \sin \alpha}$$

Örnek 2

$D=10 \text{ cm}$
 $\mu=0,00958 \text{ Pa.s}$
 $v = 0.1372 \left(1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right) \text{ m/s}$
 $\tau = ?$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = -\mu \frac{du}{dr}$$

$$\frac{du}{dr} = 0.1372 \left(-\frac{2r}{R^2} \right)$$



$$R = r + y \Rightarrow y = R - r \Rightarrow dy = -dr$$

$$\tau = -0.00958 \times 0.1372 \left(-\frac{2r}{R^2} \right) \Big|_{r=R=0.05 \text{ m}} = 0.0526$$

çidar üzerinde