BÖLÜM 4

İDEAL AKIŞKANLARIN HAREKETİ

AKIŞKAN HAREKETİNE ETKİLİ OLAN KUVVETLER

1.Kütlesel (Hacimsel) Kuvvetler

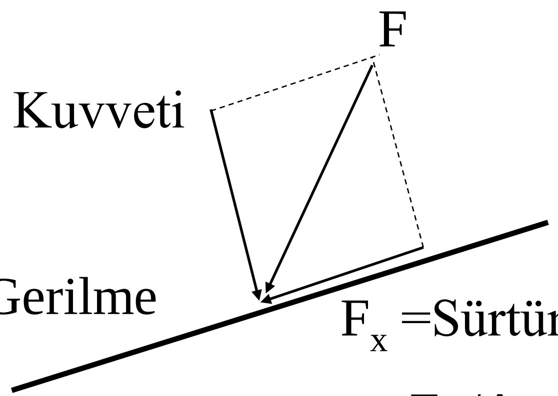
2.Yüzeysel Kuvvetler

F_y = Basınç Kuvveti

$\sigma = Fy/A$

=Normal Gerilme

(Basınç)



F_x =Sürtünme Kuvveti

$\tau = Fx/A$

=Kayma Gerilmesi

3.Elastik Kuvvet

4.Atalet Kuvveti

AKIŞKANLARIN DİNAMİĞİNDE KULLANILAN TEMEL PRENSİPLER

1.Kütlenin Korunumu Prensibi

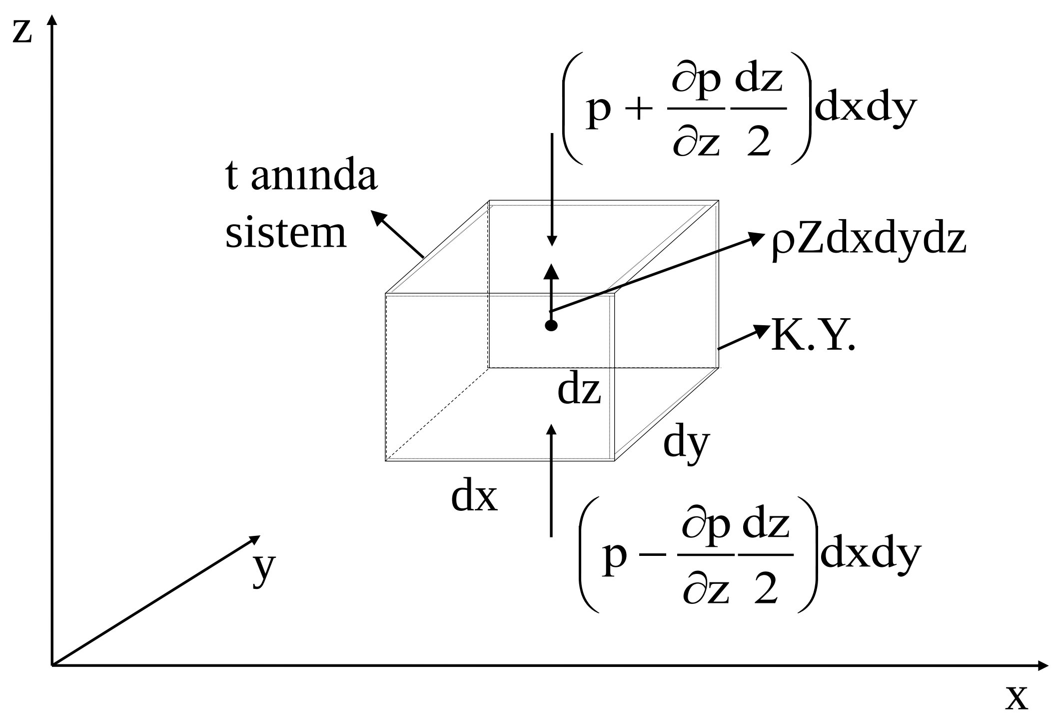
2.Enerjinin Korunumu Prensibi

3.Momentumun Korunumu Prensibi

İDEAL AKIŞKANLARIN HAREKETİ
EULER HAREKET DENKLEMLERİ

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Kartezyen Koordinatlarda Üç Boyutlu Gösteriliş



$$\sum \vec{F} = m\frac{d\vec{V}}{dt}$$

z yönünde net yüzeysel kuvvet:

$$\left[p - \frac{\partial p}{\partial z}\frac{dz}{2} - \left(p + \frac{\partial p}{\partial z}\frac{dz}{2}\right)\right] dx\, dy = -\frac{\partial p}{\partial z} dxdy\, dz$$

kütle $m = \rho\, dxdydz$

z yönünde kütlesel kuvvet :

$$\rho\, dx\, dy\, dz \frac{dw}{dt} = \rho\, dx\, dy\, dz\, Z - \frac{\partial p}{\partial z} dz\, dy\, dz$$

z doğrultusunda: $$\frac{dw}{dt} = Z - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z}$$

x doğrultusunda: $$\frac{du}{dt} = X - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}$$

y doğrultusunda: $$\frac{dv}{dt} = Y - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}$$

Newton'un 2. Kanununun diferansiyel formu olan bu ifade sürtünmesiz bir akışkanın "**Euler hareket denklemleridir**".

$$\left(u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial t} \right) = X - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}$$

$$\left(u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + w\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial t} \right) = Y - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}$$

$$\left(u\frac{\partial w}{\partial x} + v\frac{\partial w}{\partial y} + w\frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial t} \right) = Z - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z}$$

Vektörel olarak:

$$\left(\vec{V}.\vec{\nabla}\right)\vec{V} + \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} = \vec{K} - \frac{1}{\rho}\vec{\nabla} p$$

$$\frac{du}{dt}\,dx = X\,dx - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}\,dx$$

$$\frac{dv}{dt}\,dy = Y\,dy - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}\,dy$$

$$\frac{dw}{dt}\,dz = Z\,dz - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z}\,dz$$

$$\frac{du}{dt}\,dx + \frac{dv}{dt}\,dy + \frac{dw}{dt}\,dz = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz - \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x}\,dx + \frac{\partial p}{\partial y}\,dy + \frac{\partial p}{\partial z}\,dz\right)$$

$$u\,du + v\,dv + w\,dw = X\,dx + Y dy + Z\,dz - \frac{1}{\rho}\,dp$$

$\vec{V} = V(u, v, w)$ olduğuna göre: $V^2 = u^2 + v^2 + w^2$

$$2VdV = 2udu + 2vdv + 2wdw$$

$VdV = udu + vdv + wdw$ yazılabilir. O halde:

$VdV = Xdx + Ydy + Zdz - \frac{1}{\rho} dp$ “Hidroliğin genel denklemi”

BERNOULLİ DENKLEMİ:

X=0, Y=0, Z=-g

$$\frac{1}{\rho}\,dp = -g\,dz - VdV$$

$$\frac{1}{2}V^2 + g\,z + \frac{1}{\rho}P = C$$

$$\frac{1}{\rho}p = -g\,z - \frac{1}{2}V^2 + C$$

Her bir terimi g ile bölersek

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z = H = Sabit$$

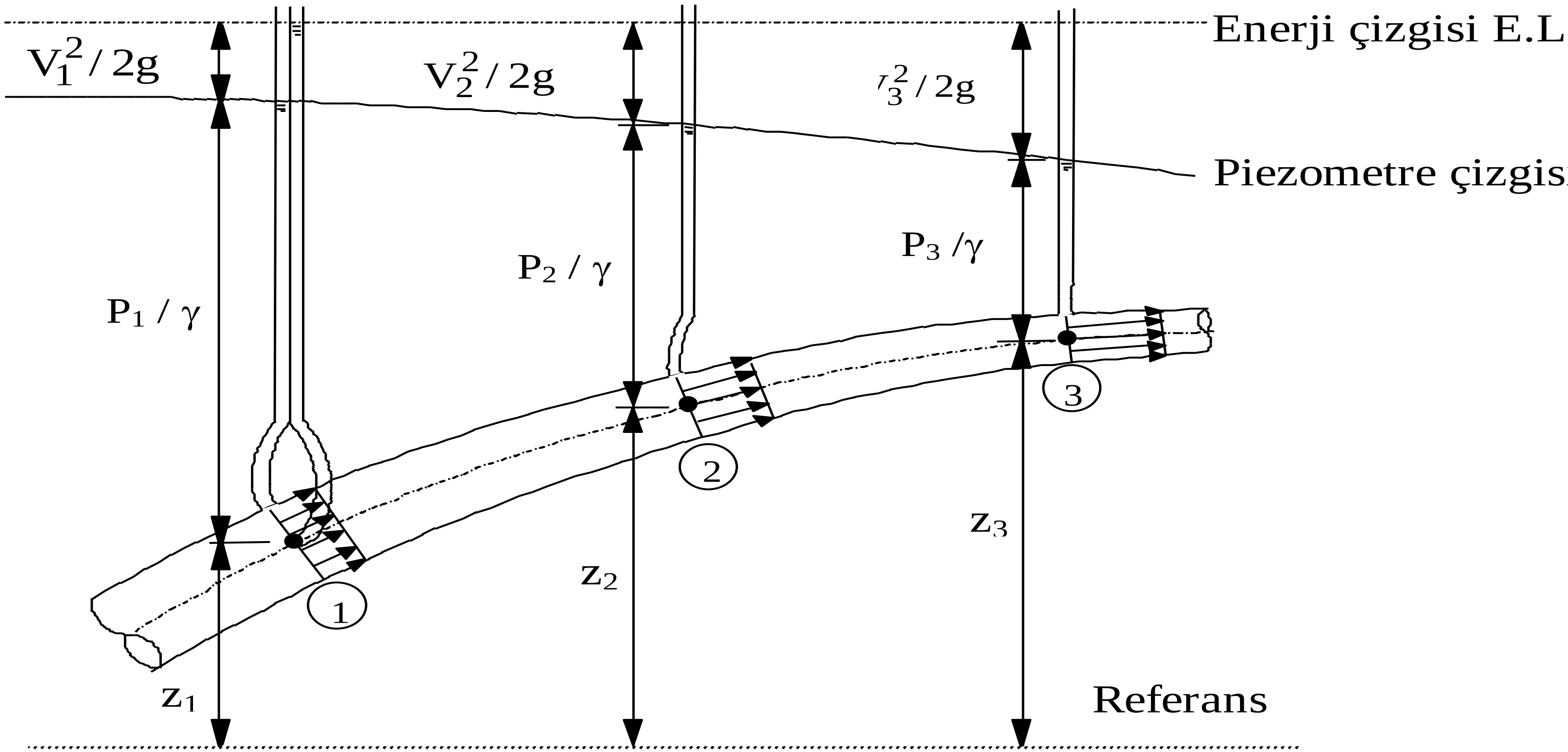
İdeal akışkanlar için Bernoulli denklemi enerji denklemini ifade eder. Bu denklemin her bir terimi uzunluk boyutundadır ve buradaki terimler:

$$\frac{V^2}{2g} = \text{ Hız yükü}$$

$$\frac{P}{g} = \text{ Basınc yükü}$$

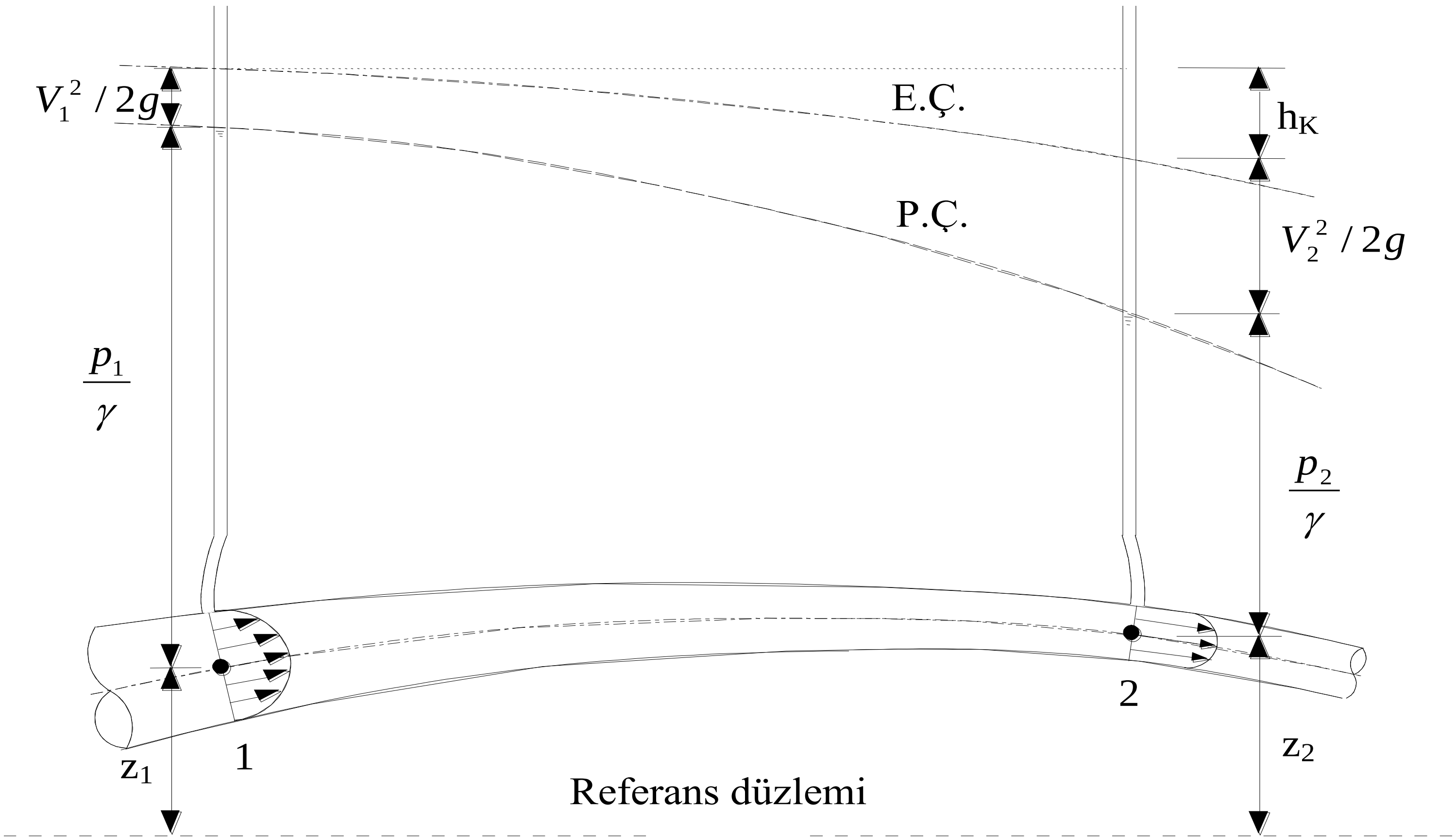
z=Konum yükü

$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{P_1}{\gamma}+z_1=\frac{V_2^2}{2g}+\frac{P_2}{\gamma}+z_2$$



Şekil Bernoulli denkleminin grafiksel gösterimi

Yük Kaybı



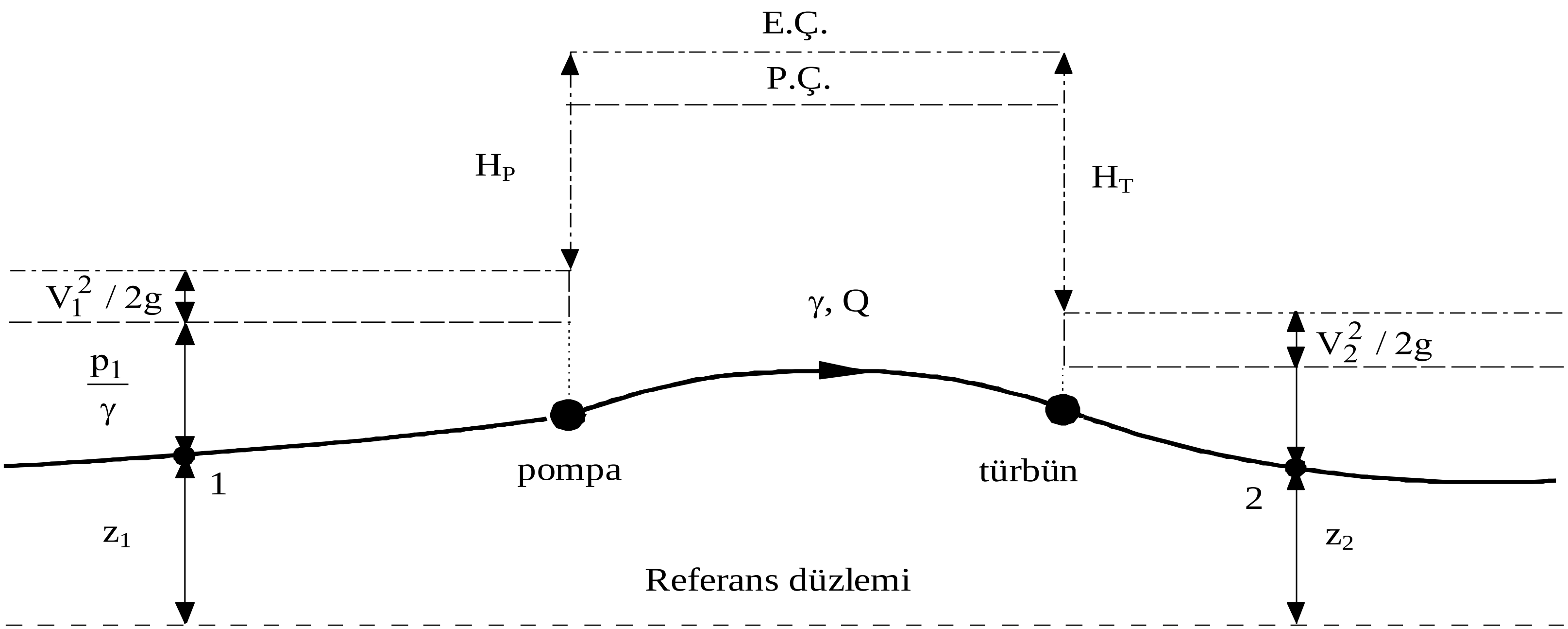
Şekil Boru hattında yük kaybı

Yük kayıpları göz önüne alınarak Şekil de 1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi yazılırsa:

$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{V_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2+h_k$$

h_k = enerji kaybı yüksekliği (yük kaybı)

Enerji ilavesi ve Çıkarılması



Şekil Pompa ve türbin içeren boru hattı

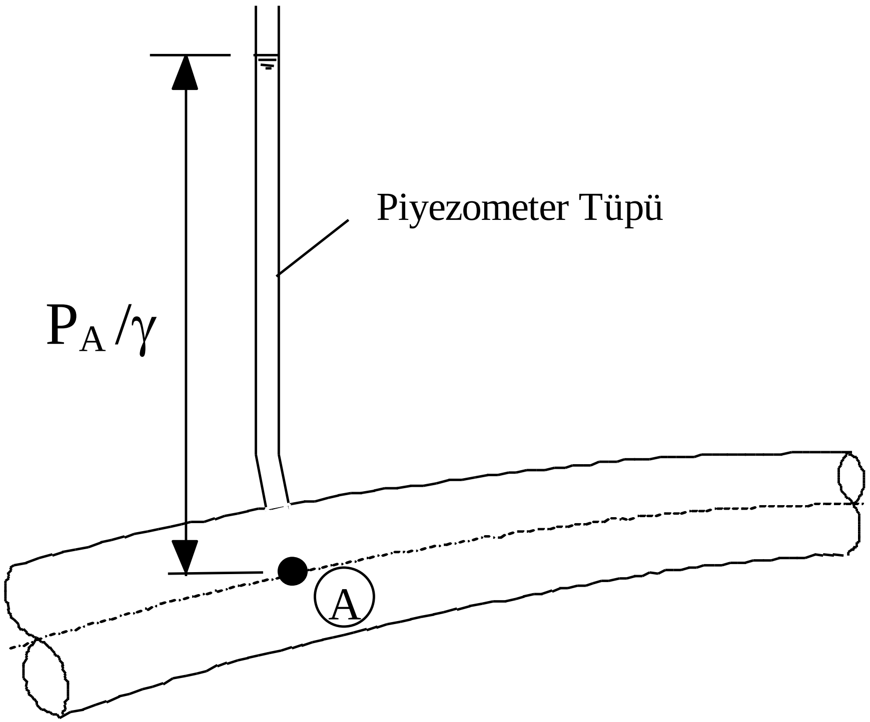
$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1+H_P-H_T=\frac{V_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2$$

pompanın ve türbinin gücü:

$$P=\gamma Q H_P \qquad\qquad P=\gamma Q H_T$$

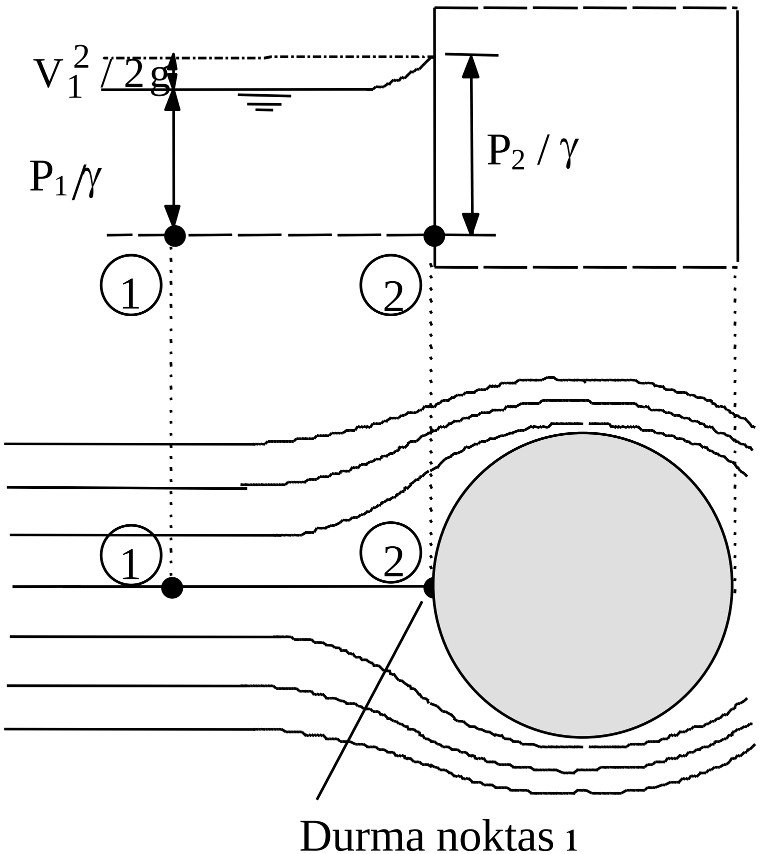
AKIMDA BASINÇ ve HIZ

Statik Basınç



Şekil Statik basınç

Durma Basıncı, Dinamik Basınç



Şekil Durma basıncı

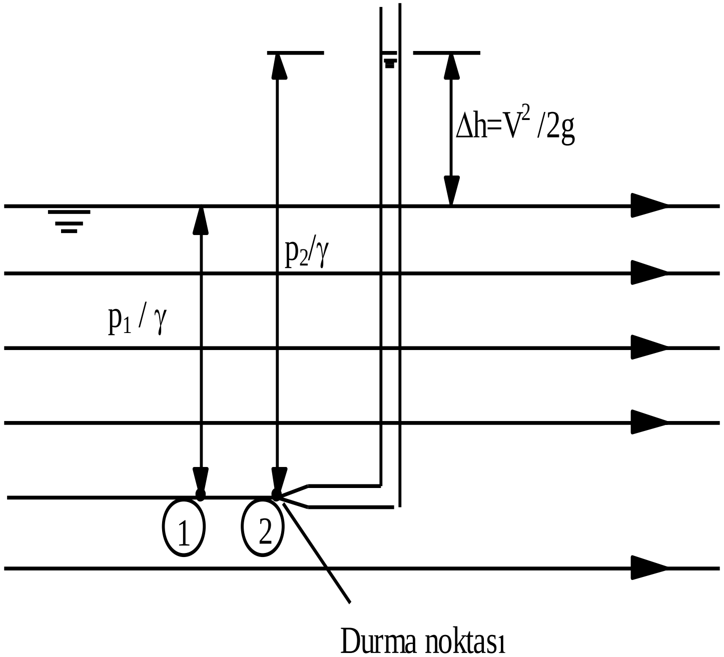
$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{V_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2$$

Burada $V_2 = 0$ ve $z_1 = z_2$ olduğundan

$$\frac{p_2}{\gamma}=\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}$$

$$p_2 = p_1 + \rho\frac{V_1^2}{2}$$

Pitot Tüpü

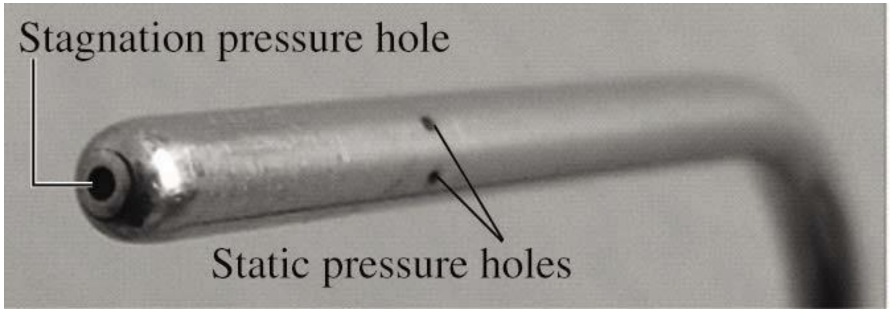


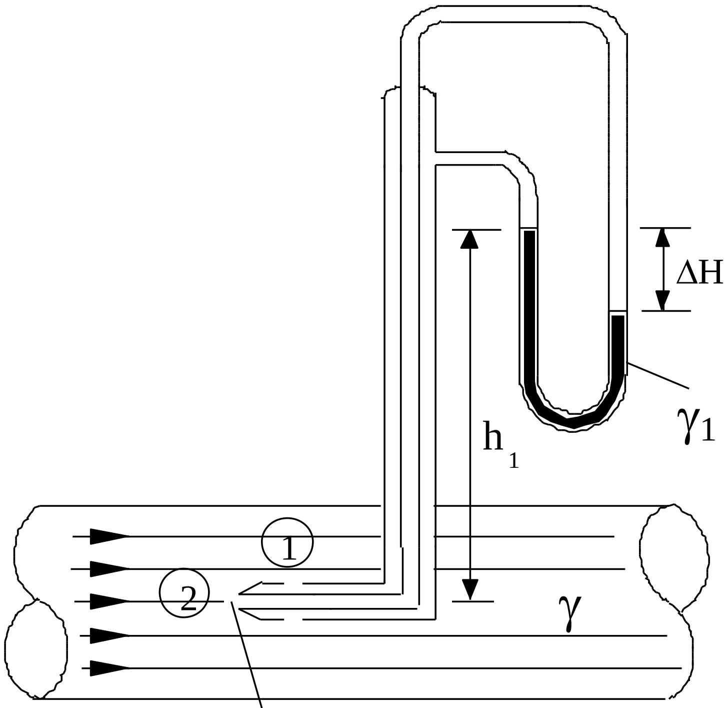
$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}=\frac{V_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}$$

V_2=0 ve z_1 = z_2 buradan V_1 çekilirse

$$V_1=\sqrt{2g\left(\frac{p_2-p_1}{\gamma}\right)}=\sqrt{2g\Delta h}$$

Şekil Pitot tüpü





Şekil Pitot-statik tüpü

$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{p_1}{\gamma}+z_1=\frac{V_2^2}{2g}+\frac{p_2}{\gamma}+z_2$$

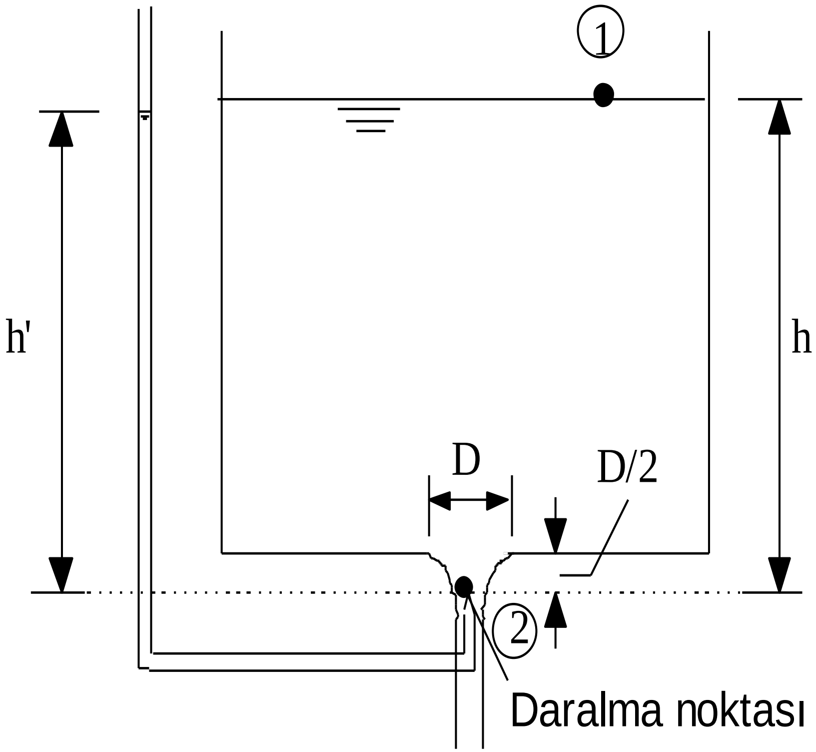
V_2=0 ve z_1 = z_2 buradan V_1 çekilirse

$$V_1=\sqrt{2g\left(\frac{p_2-p_1}{\gamma}\right)}=\sqrt{2g\Delta h}$$

$$p_1-\gamma h_1+\gamma_1\Delta h+\gamma(h_1-\Delta h)=p_2$$

$$\frac{p_2-p_1}{\gamma}=\Delta h\left(\frac{\gamma_1}{\gamma}-1\right)=\Delta h\left(\frac{s_1}{s}-1\right)$$

Sabit seviyeli bir hazneden Orifis akımı



$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{P_1}{\gamma}+z_1=\frac{V_2^2}{2g}+\frac{P_2}{\gamma}+z_2$$

$V_1=0$, $p_1=p_2=0$, $z_1=h$, $z_2=0$

Buradan teorik hız:

$$V=\sqrt{2gh}$$

$$\frac{V_2^{'2}}{2g} = h' \Rightarrow V_2^{'} = \sqrt{2gh^{'}}$$

C_v hız katsayısı ile düzeltilirse:

$$C_v = \frac{V_2^{'}}{V_2} = \sqrt{\frac{h'}{h}}$$

Gerçek hız:

$$V_2^{'} = C_v \sqrt{2gh}$$

Çıkan sıvının debisi:

$$Q = C_v A_2 \sqrt{2gh}$$

A0 Orifis alanı olmak üzere

$$C_c = \frac{A_2}{A_o} \Rightarrow A_2 = C_c \, A_o$$

Cc daralma katsayısıdır.

$$Q = C_v \, C_c \, A_0 \sqrt{2gh}$$

debi katsayısı:

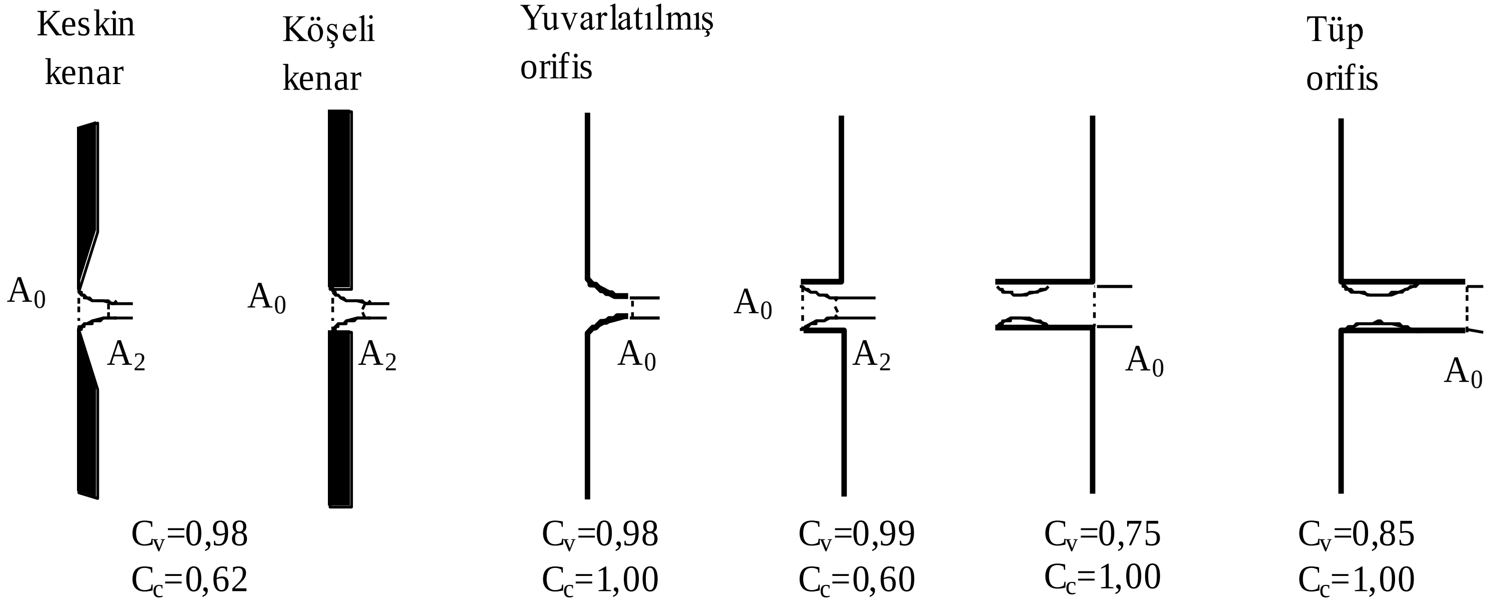
$$C_d = C_v \, C_c$$

Gerçek debi:

$$Q = C_d \, A_0 \sqrt{2gh}$$

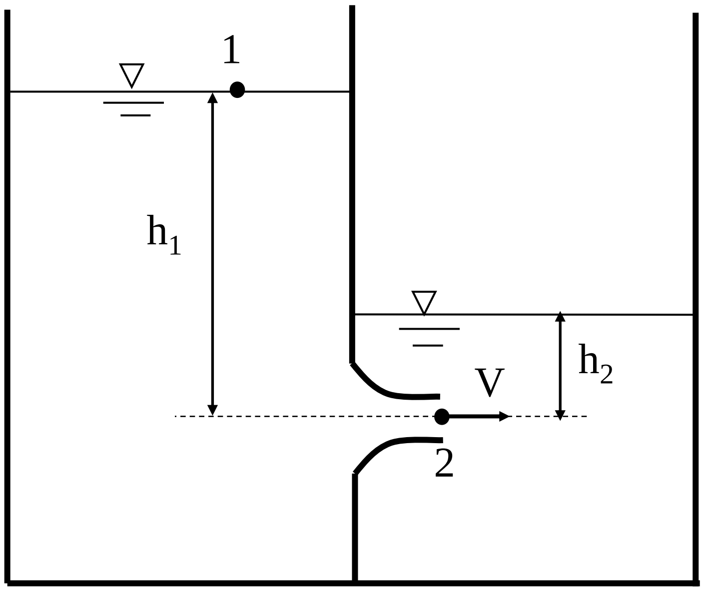
$$C_v = 0,95\text{-}0,99$$

$$C_c = 0,60\text{-}0,65$$



Şekil Bazı tipik orifisler ve bunlara ait hidrolik katsayılar

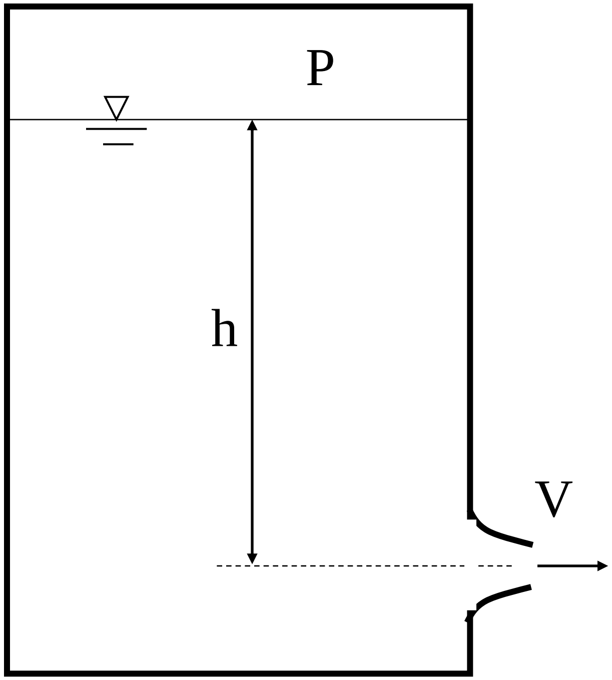
Batmış Yan Orifis



$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{P_1}{\gamma}+z_1=\frac{V^2}{2g}+\frac{P}{\gamma}+z$$

$$V=\sqrt{2g(h_1-h_2}$$

Basınçlı Depodan Akış



$$\frac{V_1^{\,2}}{2g}+\frac{P_1}{\gamma}+z_1=\frac{V^{\,2}}{2g}+\frac{P}{\gamma}+z$$

$$V=\sqrt{2g\left(h+\frac{p}{\gamma}\right)}$$

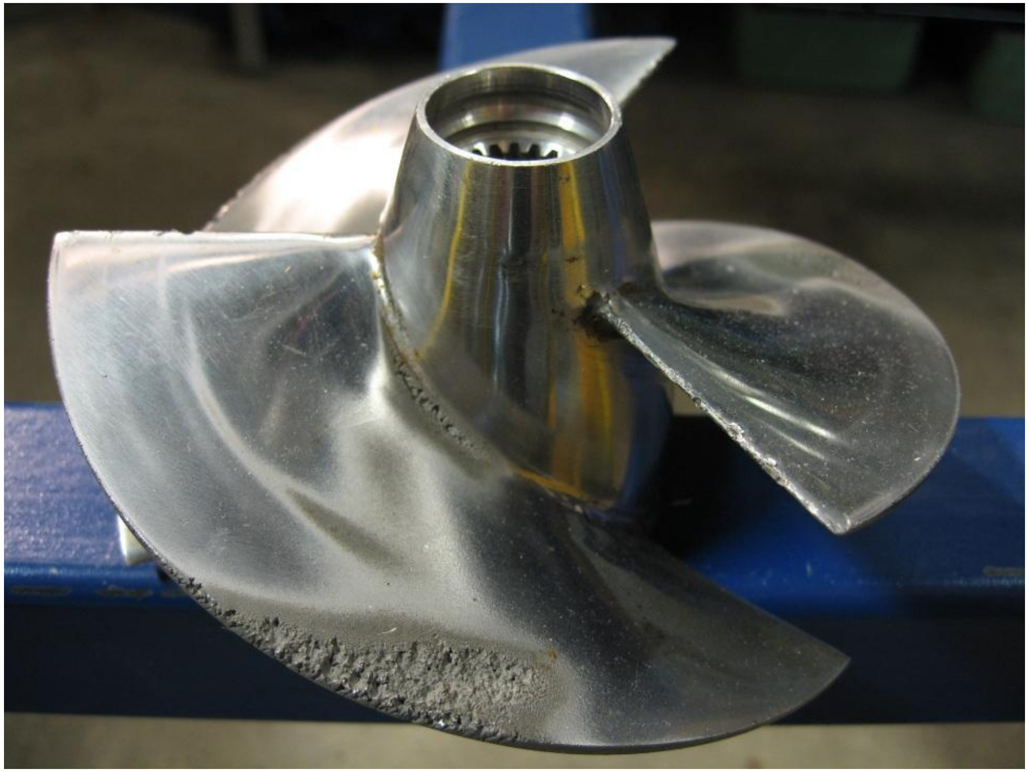
KAVİTASYON

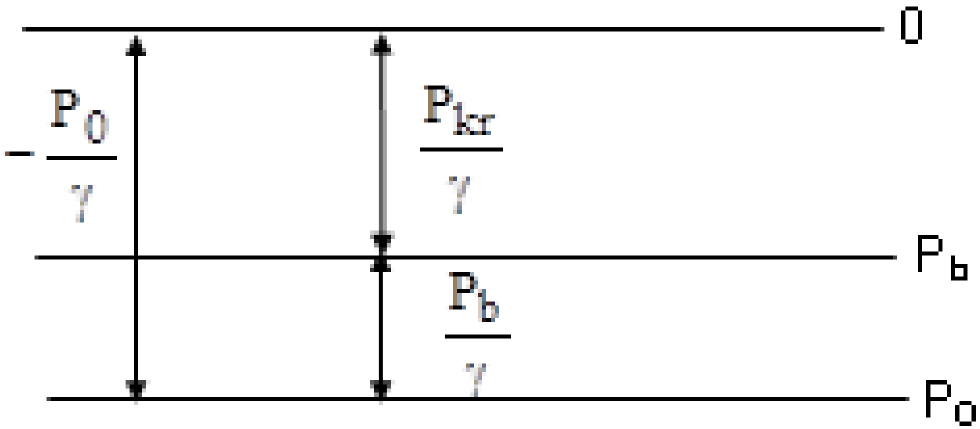
$$\frac{V^2}{2g}+\frac{P}{\gamma}+z=Sabit$$

$$P=P_{kr}$$

$$\frac{P_{kr}}{\gamma}=-\frac{P_0}{\gamma}+\frac{P_b}{\gamma}$$

Kaynama başlar





Buhar tanecikleri iki yönden zararlıdır:

a) Yüksek basınçta aniden yoğunlaştığından çevresinde yüksek dinamik basınç oluşturur ve bulunduğu malzemeye zarar verir.

b) Akımın debisini olumsuz yönde etkiler.

ORİFİSMETRE

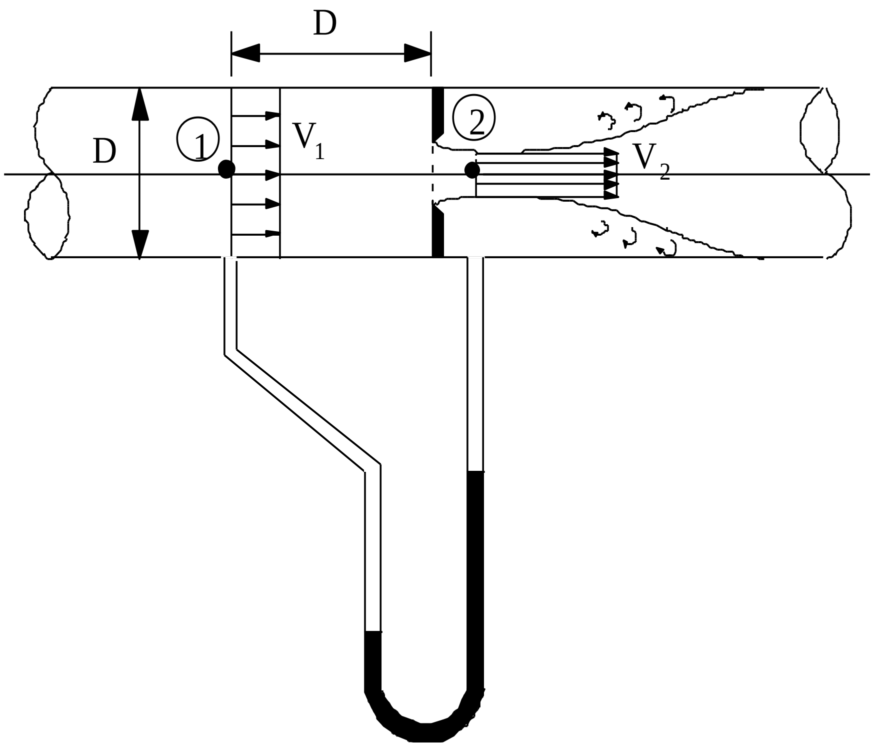
$$\frac{V_1^2}{2g}+\frac{P_1}{\gamma}+z_1=\frac{V_2^2}{2g}+\frac{P_2}{\gamma}+z_2$$

$$\frac{V_2^2-V_1^2}{2g}=\frac{P_1-P_2}{\gamma}$$

Süreklilik denklemi

$$V_1A_1=V_2A_2\Rightarrow V_1=\frac{A_2}{A_1}V_2$$

$$\frac{V_2^2}{2g}\left[1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]=\frac{P_1-P_2}{\gamma}$$



Şekil Orifismetre

V_2 kesitindeki teorik ve gerçek hız

$$V_2 = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{\gamma\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]}}$$

gerçek hız $V_{2g} = C_v\, V_2 = C_V \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{\gamma\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]}}$

Geçen debi:

$$Q_g = C_v A_2 \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{\gamma\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]}}$$

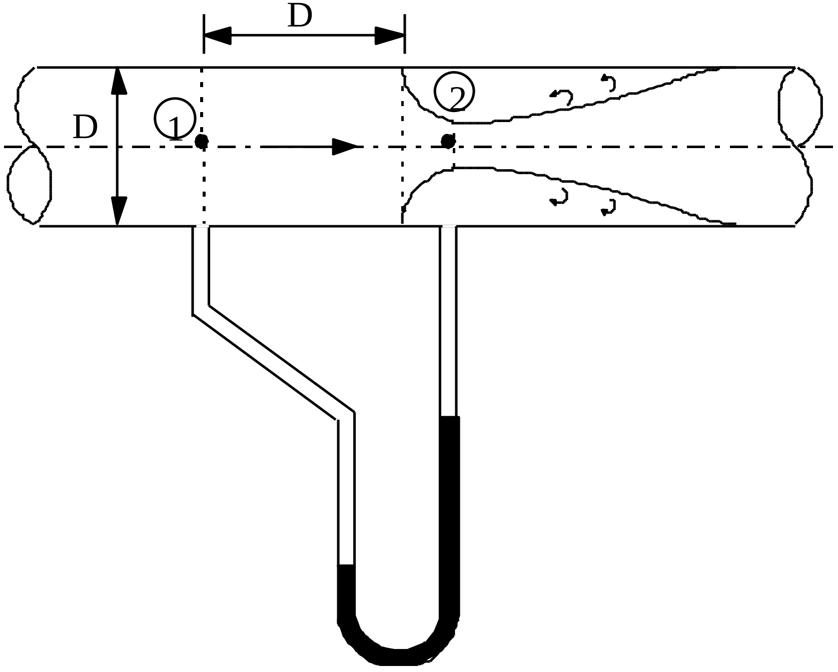
$$Q_g = C_v C_c A_o \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\gamma\left[1 - C_c^{\,2}\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]}}$$

$A_2 = C_c\, A_0$,
C_c=0.6-0.65,

C_v=0.95-0.99

NOZULMETRE

$C_C=1$ ve $A_0=A$ ve gerçek debi:

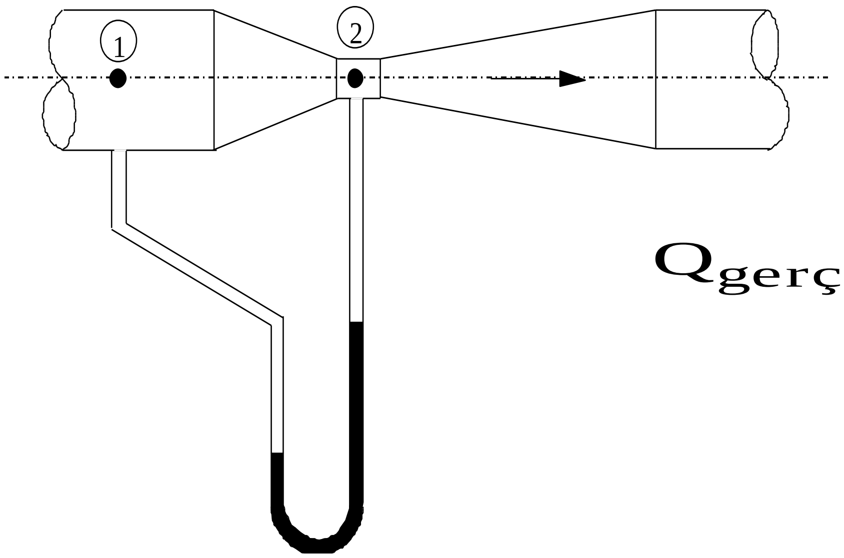


Şekil Nozulmetre

$$Q_{gerçek}=C_v A_2 \sqrt{\frac{2g(P_1-P_2)}{\gamma\left[1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]}}$$

$$C_v=0.95-0.99$$

VENTURİMETRE



Şekil Venturimetre

$$Q_{gerçek} = C_V A_2 \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{\gamma\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right]}}$$

$$C_V = 0.97 - 0.99$$

	Enerji kaybı	Maliyet	C_V	C_C
Orifis	Yüksek	Düşük	0.95-0.99	0.61-0.65
Nozul	Orta	Orta	0.95-0.99	1
Venturi	Düşük	Yüksek	0.97-0.99	1