

## 2. AKIŞKAN STATİĞİ

### 2.6. Düzlemsel Yüzeyle Etkiyen Hidrostatik Kuvvet

Yatay bir düzleme bir akışkanın uyguladığı kuvvet  $F_R = P \cdot A$  bağıntısıyla bulunur. Burada;

- $F_R$  : Yatay düzleme uygulanan hidrostatik kuvvet (N),  
 $P$  : Yatay yüzeye akışkanın uyguladığı basınç (Pa),  
 $A$  : Yatay düzlemin alanı ( $m^2$ )'dir.

Hidrostatik kuvvetin etki ettiği noktaya **basınç merkezi** denir. Yatay düzlemde ağırlık merkezi ile basınç merkezi birbiriyle çakışmıştır. Hidrostatik kuvvetin ağırlık merkezine göre belirlenmesi istendiğinde düzlemsel yüzeylerde genel bir formül verilebilmektedir (Streeter ve Wylie 1983, Munson vd. 1994, White 2012).

$$F_R = \gamma \cdot h_c \cdot A$$

Bu bağıntıda;

- $F_R$  : Bileşke hidrostatik kuvvet (N),  
 $\gamma$  : Sıvının özgül ağırlığı ( $N/m^3$ ),  
 $h_c$  : Ağırlık merkezinin serbest sıvı yüzeyine olan düşey uzaklığı (m),  
 $A$  : Yüzey alanı ( $m^2$ )'dir.

$$y_R = \frac{I_{xc}}{y_c \cdot A} + y_c$$

$$x_R = \frac{I_{xyc}}{y_c \cdot A} + x_c$$

- $y_R$  : Basınç merkezinin serbest sıvı yüzeyine olan yatay uzaklığı (m),  
 $x_R$  : Basınç merkezinin y koordinatına olan yatay uzaklığı (m),  
 $I_{xc}$  : Cismin ağırlık merkezinden geçen ve x eksenine paralel olan eksene göre alanın ikinci momentidir ( $m^4$ ),  
 $I_{xyc}$  : Çarpım atalet momenti ya da ağırlık merkezinden geçen bir ortogonal koordinat sisteminin atalet momenti ile x-y koordinat sisteminin meydana getirdiği atalet momentinin çarpımıdır ( $m^4$ ),  
 $y_c$  : Ağırlık merkezinin serbest sıvı yüzeyine olan yatay uzaklığı (m),  
 $A$  : Basıncın etki ettiği cismin yüzey alanı ( $m^2$ ),  
 $x_c$  : Ağırlık merkezinin y koordinatına olan uzaklığı (m)'dir.

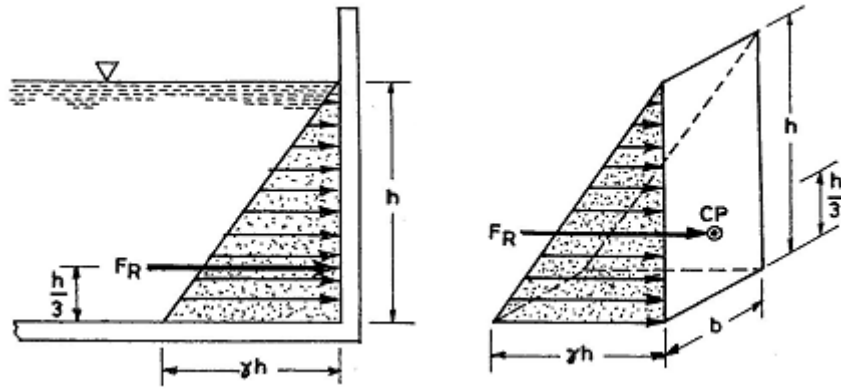
Düzlemsel yüzeylere etkiyen hidrostatik kuvvetin bulunmasında yararlı ve etkili bir sistem olan basınç prizması, serbest sıvı yüzeyinden başlanarak aşağıya inildikçe basınç artışının diyagramla gösterilmesi esasına dayanır. Bu yöntemde basınç dağılımıyla ortaya çıkan basınç prizmasının hacmi hidrostatik

kuvvete eşittir. Örneğin dikdörtgen şeklindeki bir yüzey serbest sıvı yüzeyinden başlıyorsa bu dikdörtgen yüzeye etkiyen hidrostatik kuvvet Şekil 2.13'den yararlanılarak şu şekilde yazılabilir (Ayyıldız 1984).

$$\text{Üçgen prizmanın hacmi} = F_R = \frac{1}{2} (\gamma \cdot h) \cdot (b \cdot h) = \gamma \cdot \left(\frac{h}{2}\right) \cdot A$$

Burada;

- $F_R$  : Hidrostatik kuvvet (N),
- $\gamma$  : Sıvı akışkanın özgül ağırlığı (N/m<sup>3</sup>),
- $h$  : Basınç prizmasının ya da dikdörtgen cismin serbest sıvı yüzeyinden olan düşey uzaklığı (m),
- $b$  : Dikdörtgen cismin genişliği (m),
- $A$  : Dikdörtgen yüzeyin alanı (m<sup>2</sup>)'dir.



Şekil 2.13. Düşey dikdörtgen yüzeydeki basınç prizması (Munson vd. 1994)

Eğer dikdörtgenin üst kısmı serbest sıvı yüzeyinden aşağıdaysa Şekil 2.14'deki gibi basınç prizması elde edilir. Bu basınç prizması bir yamuktur ve yamuğun hacmi kuvveti vermektedir (Ayyıldız 1984).

$$\text{Yamuğun hacmi} = F_R = \left( \frac{\gamma \cdot h_1 + \gamma \cdot h_2}{2} \right) \cdot b \cdot h$$

Üçgen basınç prizmasında bileşke kuvvetin uygulanma noktası yani basınç merkezi basınç prizmasının merkezinden geçmektedir. Bu da üçgenin tabanından h/3 ve tepesinden 2h/3 uzaklığında (Edis 1972). Yamuk basınç prizmasında kuvvetin etki ettiği nokta ( $y_A$ ) A noktasına göre moment olarak bulunabilir (Edis 1972, Ayyıldız 1984).

$$F_R \cdot y_A = F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2$$

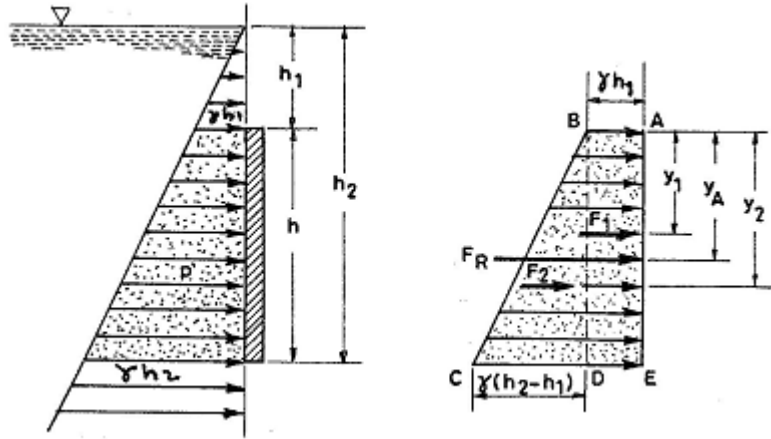
$$y_A = \frac{F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2}{F_R}$$

$$F_1 = \gamma \cdot h_1 \cdot h \cdot b \quad y_1 = \frac{h}{2}$$

$$F_2 = \gamma \cdot h \cdot \frac{h}{2} \cdot b \quad y_2 = \frac{2}{3}h \quad \text{ise}$$

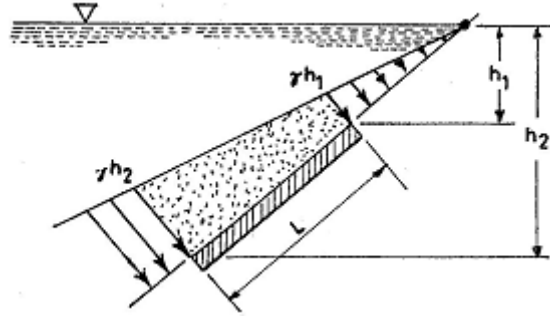
$$y_A = \frac{\gamma \cdot h_1 \cdot \frac{h^2}{2} \cdot b + \gamma \cdot \frac{h^3}{3} \cdot b}{\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (h_1 + h_2) \cdot h \cdot b}$$

yazılabilir.



**Şekil 2.14.** Serbest sıvı yüzeyinden aşağıdaki dikdörtgen yüzeyin basınç prizması (Munson vd. 1994)

Yine serbest sıvı yüzeyinden aşağıda, ancak eğimli olan bir dikdörtgen yüzeye gelen basınç kuvvetini bulalım. Şekil 2.15'te eğimli yüzeye gelen basınç dağılımı gösterilmiştir. Bu cisimdeki hidrostatik kuvvet, oluşan yamuk basınç prizmasının hacmidir (Ayyıldız 1984).



Şekil 2.15. Eğimli dikdörtgen yüzeyin basınç dağılımı (Edis 1972).

$$F_R = \left( \frac{\gamma \cdot h_1 + \gamma \cdot h_2}{2} \right) \cdot L \cdot b$$

## 2.7. Eğrisel Yüzeyle Etkiyen Hidrostatik Kuvvet

Eğrisel yüzeylere etkiyen hidrostatik kuvvet; akışkanın dengesi prensibine dayanarak, akışkanın içinde bir hacim veya bölge katılaştırılarak yani katı cisim kabul edilerek bu hacme etki eden kuvvetlerin her yöndeki cebirsel toplamları dengede oldukları için, sıfıra eşitleyerek hesaplanmaktadır. Şekil 2.16'daki BC yüzeyine gelen kuvvet aşağıdaki gibi bulunur (Munson vd. 1994).

$$F_H = F_2$$

$$F_V = F_1 + W$$

$$F_R = \sqrt{(F_H)^2 + (F_V)^2}^{1/2}$$

Burada;

$F_H$  : Yatay bileşke kuvveti (N),

$F_2$  : Sıvının eğik yüzeye uyguladığı yatay kuvvet (N),

$F_V$  : Düşey bileşke kuvveti (N),

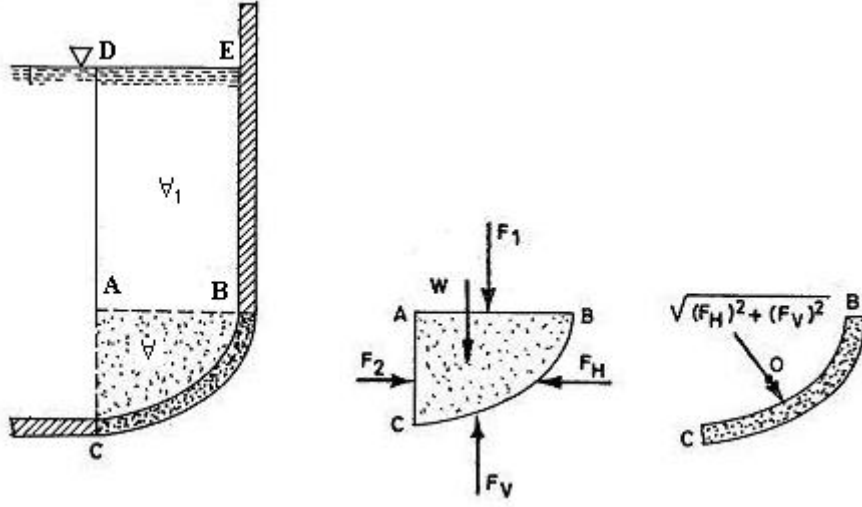
$F_1$  : Sıvının eğik yüzeye uyguladığı düşey kuvvet (N),

$W$  : Eğik yüzey üzerindeki sıvının ağırlığı (N),

$F_R$  : Eğik yüzeye etkiyen hidrostatik kuvvet (N).

Bileşke hidrostatik kuvvet ( $F_R$ ), Şekil 2.16'daki (0) noktasına etkir ve bu nokta belli bir noktaya moment alınarak bulunur. Burada;  $F_2$  kuvveti düzlemsel yüzeylere gelen kuvvetler gibi hesaplanır. Yani  $F_2 = \gamma \cdot h_c \cdot A = \gamma \left( AD + \frac{AC}{2} \right) A$  'dır.

Eğrisel yüzey üzerindeki  $F_1$  kuvveti ise  $F_1 = \gamma \cdot \nabla_1$  ile bulunur. Bu formüldeki  $\nabla_1$  : eğik yüzey üzerindeki sıvının hacmidir. Eğik yüzeydeki sıvının ağırlığı, hacmi  $\nabla$  ise  $W = \gamma \cdot \nabla$  ile hesaplanır (Munson vd. 1994, Hewakandamby 2012).



**Şekil 2.16.** Eğrisel yüzeye gelen hidrostatik kuvvet (Munson vd. 1994, Hewakandamby 2012)

Akışkan, eğrisel yüzeyin altında ise  $F_2$  yatay kuvveti yine düşey düzlemde eğrisel yüzeyin projeksiyon alanına etkiyen bileşke basınç kuvvetidir. Düşey kuvvetler ( $W$  ve  $F_1$ ) ise yukarıda bahsedildiği gibi eğrisel yüzeyin üzerindeki sıvının ağırlığına eşittir. Sonuç olarak sıvı eğrisel yüzeyin altında ya da sağında ise meydana gelen bileşke kuvvet, sıvının eğrisel yüzeyin solundaki bileşke kuvvetin hesaplandığı gibi hesaplanır. Ancak kuvvetlerin yönleri ters olur.