

MKB 212

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ I

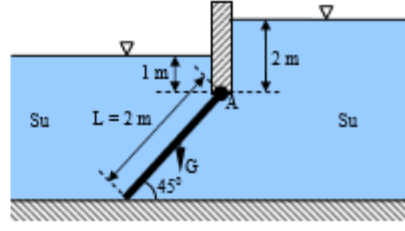
DERS NOTLARI

DOÇ. DR.SONER ÇELEN

8. HAFTA

Örnek 3.17

Şekilde gösterilen A noktasından mafsallı dikdörtgen kapağın genişliği 1.5 m, ağırlığı 24525 N olduğuna göre, suyun kapağın etkisiyle açılıp, açılmayacağını bulunuz?



$$(I_G = \frac{b \cdot h^3}{12})$$

$$F_1 = \rho \cdot g \cdot h_{G1} \cdot A_1 = 1000 \cdot 9,81 \cdot (2 + 1 \cdot \sin 45) \cdot (2 \cdot 1.5) \Rightarrow F_1 = 79670.15 \text{ N}$$

$$F_2 = \rho \cdot g \cdot h_{G2} \cdot A_2 = 1000 \cdot 9,81 \cdot (1 + 1 \cdot \sin 45) \cdot (2 \cdot 1.5) \Rightarrow F_2 = 50240.1 \text{ N}$$

$$e = \frac{I_G}{z_G \cdot A} = \frac{\frac{b \cdot h^3}{12}}{z_G \cdot b \cdot h} \Rightarrow e = \frac{h^2}{12 \cdot z_G}$$

$$e_1 = \frac{h^2}{12 \cdot z_{G1}} = \frac{2^2}{12 \cdot \left(1 + \frac{2}{\sin 45}\right)} \Rightarrow e_1 = 0.087 \text{ m}$$

$$e_2 = \frac{h^2}{12 \cdot z_{G2}} = \frac{2^2}{12 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin 45}\right)} \Rightarrow e_2 = 0.138 \text{ m}$$

$$M_G = G \cdot \cos 45 \cdot \frac{L}{2} = 24525 \cdot \cos 45 \cdot \frac{2}{2} \Rightarrow M_G = 17341.79 \text{ N} \cdot \text{m}$$

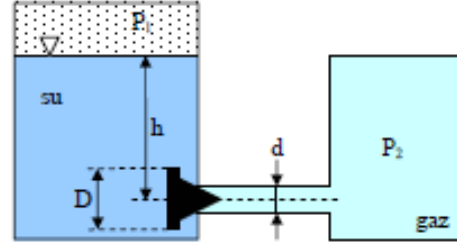
$$M_1 = F_1 \cdot (\overline{AG} + e_1) = 79670.15 \cdot (1 + 0.087) \Rightarrow M_1 = 86601.29 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = F_2 \cdot (\overline{AG} + e_2) = 50240.1 \cdot (1 + 0.138) \Rightarrow M_2 = 57173.23 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_1 > M_2 + M_G \Rightarrow 86601.29 > 57173.23 + 17341.79 \quad \text{olduğundan} \quad \text{kapak} \\ \text{açılır.}$$

Örnek 3.20

Üzerinde P_1 basıncında sıkıştırılmış hava ve altında su bulunan sol yandaki depo ile, P_2 basıncındaki gaz bulunan diğer bir depo arasına yerleştirilen, çapı d olan bir boru konik bir tapa tarafından kapatılmaktadır. Konik tapanın açılmaması için P_1 basıncı ne olmalıdır?



Tapaya gelen x yönündeki kuvvetler;

$$F_1 = P_G \cdot A = (\rho \cdot g \cdot h + P_1) \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$F_2 = P_G \cdot A = (\rho \cdot g \cdot h + P_1) \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$$

$$F_3 = P_2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Toplam kuvvet dengesinden;

$$F_1 - F_2 - F_3 = 0$$

$$(\rho \cdot g \cdot h + P_1) \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} - (\rho \cdot g \cdot h + P_1) \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} - P_2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0$$

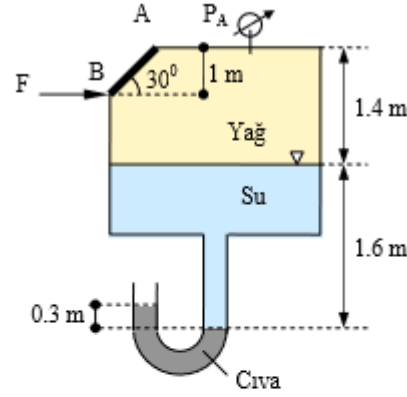
$$\text{Buradan; } (\rho \cdot g \cdot h + P_1) \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} - P_2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0$$

$$P_1 = P_2 - \rho \cdot g \cdot h$$

Örnek 3.21

Şekilde verilen sistemde;

- P_A basıncını bulunuz
- A noktasından mafsallı dikdörtgen AB kapağının açılması için uygulanması gereken F kuvvetinin şiddeti ne olmalıdır. Kapak genişliği 3 m olup, ağırlığı ihmal edilecektir.
($\rho_{su} = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{yağ} = 800 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{civa} = 13600 \text{ kg/m}^3$)



- Basınç taramasından,

$$P_A + \rho_{yağ} \cdot g \cdot 1.4 + \rho_{su} \cdot g \cdot 1.6 - \rho_{civa} \cdot g \cdot 0.3 = P_{ATM} = 0$$

$$P_A = (\rho_{civa} \cdot 0.3 - \rho_{su} \cdot 1.6 - \rho_{yağ} \cdot 1.4) \cdot 9.81$$

$$P_A = (13600 \cdot 0.3 - 1000 \cdot 1.6 - 800 \cdot 1.4) \cdot 9.81$$

$$P_A = (4080 - 1600 - 1120) \cdot 9.81 \Rightarrow P_A = 13341.6 \text{ Pa} \Rightarrow P_A = 13.341 \text{ kPa}$$

$$\text{b) } F_x = (P_A + 0.5 \cdot 9.81 \cdot 800) \cdot 2 \cdot 3$$

$$F_x = (13341 + 3924) \cdot 6 \Rightarrow F_x = 103.590 \text{ kN}$$

etki noktası ise;

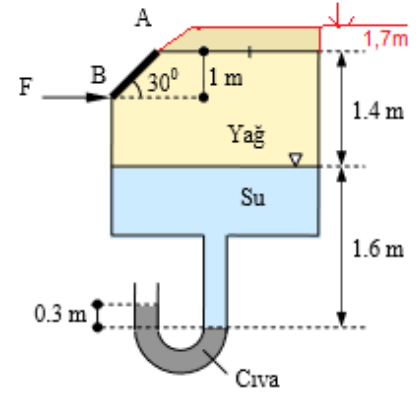
$$e = \frac{I_G}{z_G \cdot A} = \frac{\frac{b \cdot h^3}{12}}{z_G \cdot A} = \frac{h^2}{12 \cdot z_G}$$

P_A basıncının yükseltisi,

$$h_y = \frac{13.341}{800 \cdot 9.81} \Rightarrow h_y \cong 1.7 \text{ m}$$

$$e = \frac{h^2}{12 \cdot z_G} = \frac{2^2}{12 \cdot \left(1 + \frac{1.7}{\sin 30}\right)} \Rightarrow e = 0.076 \text{ m}$$

$$F_x \cdot (1 + e) = F \cdot 1 \Rightarrow F = 103.590 \cdot (1 + e) \Rightarrow F = 111462.8 \text{ N}$$



$P_A = \rho \cdot g \cdot h_{yağ}$ $13341 = 800 \cdot 9.81 \cdot h_{yağ}$
(P_A ya karşılık yağ basıncına denk gelen yüksekliği buluruz)

3.2.1 Dalmış Eğrisel Yüzeyler Üzerindeki Hidrostatik Kuvvetler

Düşey bileşen için :

Düşey ağırlıkların ve düşey kuvvetin dengesinden eğrisel yüzey üzerine gelen kuvvetin düşey bileşeninin bu yüzeyin üzerinde taşıdığı akışkanın ağırlığına eşit olduğu bulunur.

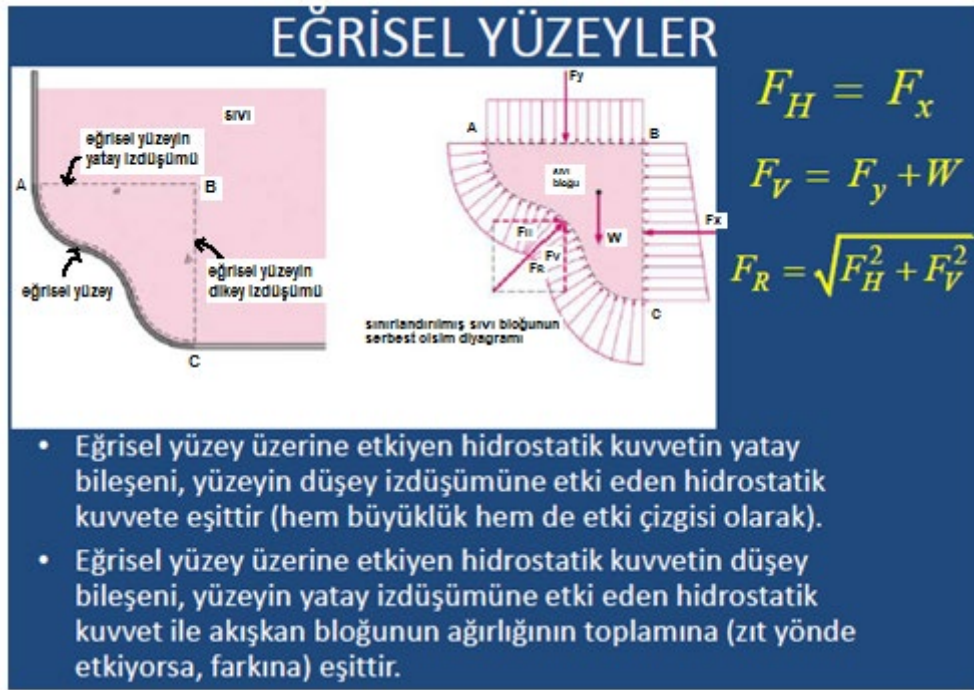
Yatay bileşen için :

Bir eğrisel yüzey üzerine gelen kuvvetin yatay bileşeni, bu yüzeyin düşey düzlem üzerindeki izdüşümüne gelen itme kuvvetine eşittir.

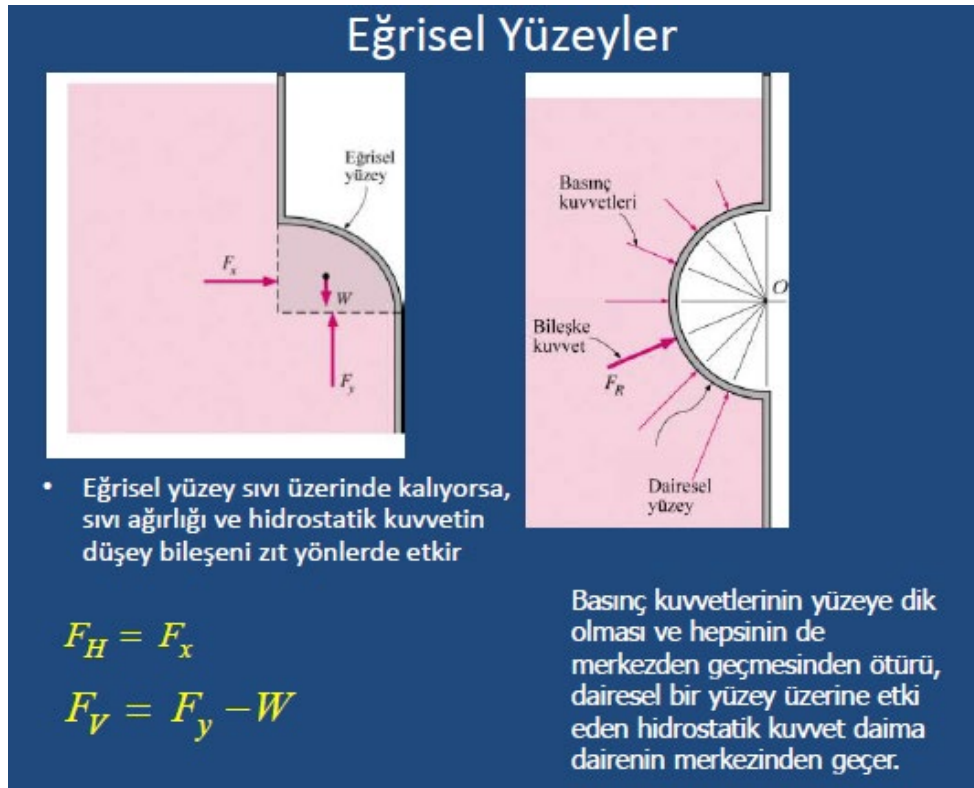
Eğri yüzeyler üzerine gelen yatay ve düşey bileşenlerin yüzey üzerinde belirli bir noktaya uygulanması söz konusu değildir. Başka bir deyişle eğri yüzeylerin itme merkezi yoktur.

Şekil 3.9 de verilen eğri yüzeyde düşey bileşen akışkan kütlesinin ağırlık merkezinden geçen düşey doğrultuda etkir. Yatay bileşenin doğrultusu ise eğri yüzeyin düşey düzlemdeki izdüşümüne yani düzlem bir yüzeye etki eden kuvvetlerde belirtilen yöntemle bulunur. Böylece elde edilen düşey ve yatay bileşenlerin doğrultularının aynı düzlemde olması ve kesişmesi genellikle mümkün değildir. Öte yandan bu kuvvetler bir noktada kesişse bile kesişme noktasının eğri yüzey üzerine düşmesi ancak büyük bir rastlantı sonucu olacaktır.

Bu durumda eğri yüzeyler halinde genellikle bir bileşke kuvvetten söz etmek bile doğru olmayacaktır. Ancak bileşenlerin belirli bir noktaya göre momentleri alınarak bileşke kuvvet ve moment olarak taşınması düşünülebilir. Öte yandan eğri yüzey belirli bir eksen etrafında dönebilen bir kapak ise dönme eksenine gelen moment, düşey ve yatay bileşenlerin bu eksene göre momentleri toplamına eşit olacaktır.

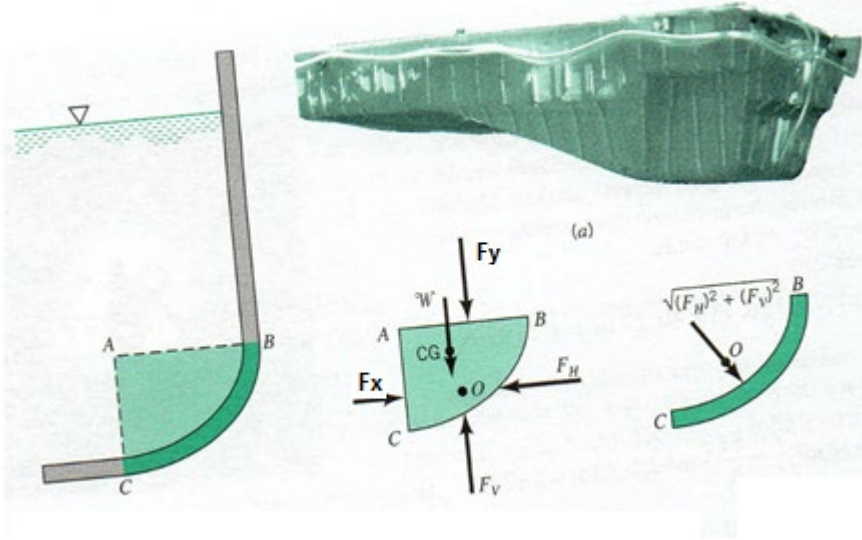


Şekil 3.9 eğrisel yüzey üzerine gelen kuvvetler



Şekil 3.10 eğrisel yüzey üzerine gelen kuvvetler

F_x ve F_y suyun izdüşüme etkileri
 F_H ve F_v yüzeyin tepki kuvvetleri



Şekil 3.11 Eğri bir yüzeye etkiyen hidrostatik kuvvet

Akışkan ağırlığı W , etrafı çevrilmiş hacim ile akışkanın özgül ağırlığının çarpımına eşit olup bu akışkan hacminin ağırlık merkezine (CG) etkimektedir. F_H ve F_V *tankın akışkan üzerine uyguladığı kuvvet bileşenlerini* göstermektedir.

Bu sistemin dengede olması için yatay bileşen F_H , F_X kuvvetine eşit büyüklükte ve aynı doğrultuda olmalıdır. Aynı şekilde dikey bileşen F_V de, F_Y ve W dikey kuvvetlerinin toplamına eşit büyüklükte ve aynı doğrultuda olmalıdır. Statiğin prensibine göre, eğer bir cisim üç paralel olmayan kuvvetle dengede tutuluyorsa o kuvvetler, aynı düzlemde olmalıdır ve aynı noktadan geçmelidir (onların etki doğrultuları ortak bir noktada kesişmelidir).

$$F_H = F_X$$

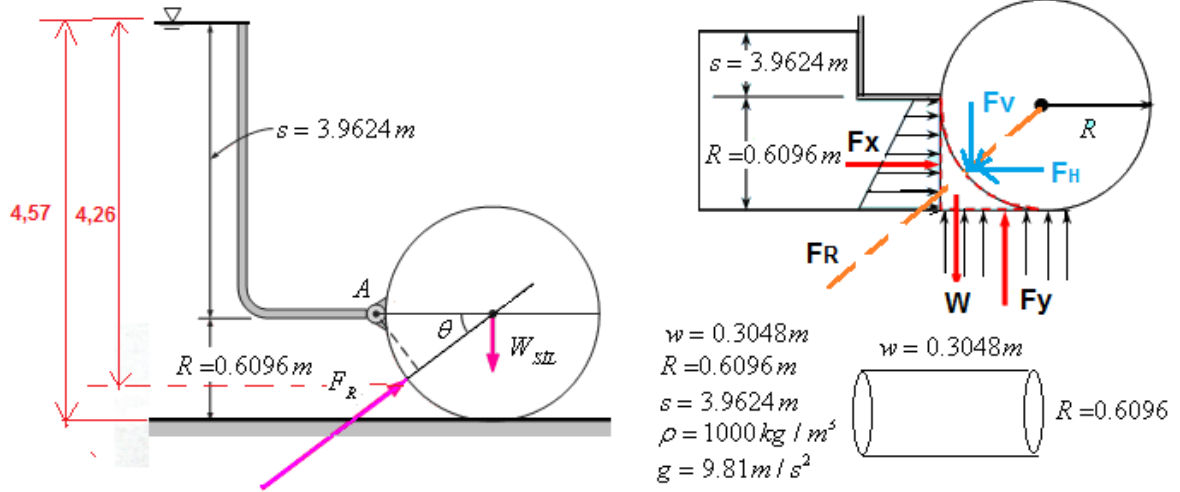
$$F_V = F_Y + W$$

Bileşkenin büyüklüğü

$$F_R = \sqrt{F_H^2 + F_V^2}$$

Uygun bir eksene göre moment alınarak, bileşke kuvvet F_R ' in geçtiği O noktasının konumu bulunabilir.

Örnek 3-64: Otomatik bir kapak olarak kullanılan $R = 0.6096\text{ m}$ yarıçaplı uzun ve içi dolu bir silindir, Şekilde görüldüğü gibi A noktasından mafsallanmıştır. Su seviyesi $s + R = 4.572\text{ m}$ 'ye ulaştığında silindirik kapak menteşesi etrafında dönerek açılmaktadır. Kapağın açılmaya başladığı anda (a) silindir üzerine etkiyen kuvveti ve (b) silindirin birim boyunun ağırlığını hesaplayınız. $s = 3.9624\text{ m}$; silindirin genişliği $w = 0.3048\text{ m}$ F_y



a)

Yatay Kuvvet F_H

$$\left\{ \begin{aligned} A_y &= R \times w = 0.6096 \times 0.3048 = 0.1858\text{ m}^2; \quad h_c = 3.924 + \frac{R}{2} = 3.924 + \frac{0.6096}{2} = 4.2652\text{ m} \\ F_H &= F_x = P_{\text{ort}} A_y = \rho g h_c A_y = 1000 \times 9.81 \times 4.2652 \times 0.1858 = 7774.17\text{ N} \end{aligned} \right\}$$

Düşey kuvvet F_V

$$\left\{ \begin{aligned} h_c &= h_{\text{taban}} = s + R = 4.57\text{ m}; \quad A_x = 0.6096 \times 0.3048 = 0.1858\text{ m}^2 \\ F_y &= P_{\text{ort}} A_x = \rho g h_c A_x = \rho g h_{\text{taban}} A_x = 1000 \times 9.81 \times 4.57 \times 0.1858 = 8329.73\text{ N} \\ W &= \rho g V = \rho g \left[R^2 - \frac{\pi R^2}{4} \right] w = 1000 \times 9.81 \times \left[(0.6096)^2 - \frac{\pi (0.6096)^2}{4} \right] \times 0.3048 = 238.25\text{ N} \end{aligned} \right\}$$

$$F_V = F_y - W = 8329.73 - 238.25 = 8091.48\text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{F_H^2 + F_V^2} = \sqrt{(7774.17)^2 + (8091)^2} = 11220.6\text{ N} \quad \tan \theta = \frac{F_V}{F_H} = \frac{8091}{7774.17} = 1.0407 \quad \theta = 46.1^\circ$$



(b) Su seviyesi 4.57 m olduğunda kapak açılmak üzeredir ve böylece silindirin tabanındaki tepki kuvveti sıfırdır. Buna göre mafsal kuvvetleri dışında silindir üzerine etkiyen kuvvetler, silindir merkezindeki kendi ağırlığı ve su tarafından uygulanan hidrostatik kuvvettir. Mafsal üzerinde bulunan A noktasına göre moment alır ve bunu da sıfıra eşitlersek:

$$\Sigma M_A = F_R R \sin \theta - W_{\text{SL}} R = 0 \rightarrow W_{\text{Silindir}} = F_R \sin \theta = 11220.6 \times \sin(46.1) = 8085\text{ N}$$