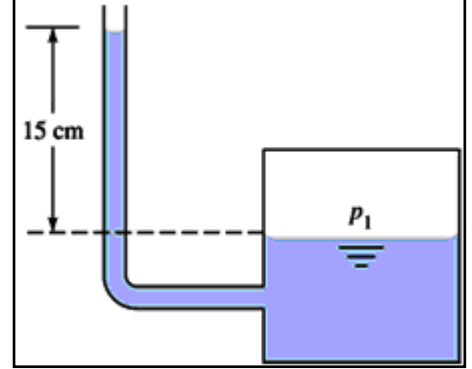


# ÖRNEK SORU ÇÖZÜMLERİ

**Soru 1:** Şekil ile verilen sistem, 0.0010 m çapındaki tübün içinde 15 cm sıvı yüksekliği ölçülmesiyle tanktaki  $P_1$  basıncının hesaplanması için kullanılmaktadır. Tanktaki akışkanı su olarak alınız ve tüpteki gerçek akışkan yüksekliğini [m] olarak hesaplayınız. Kılcallıktan dolayı oluşan hata yüzdesini belirleyiniz. [Su, 20°C sıcaklıktadır. Yerçekimi ivmesi: 9.81 m/s<sup>2</sup>].



## **Cözüm 1:**

**Verilenler:** Su 20°C sıcaklıktadır. Yerçekimi ivmesi: 9.81 m/s<sup>2</sup>

Kılcal yükselme veya alçalma:  $h = \frac{2\sigma_s \cos \phi}{\rho g R}$  [m], [ $\phi$  (°), temas açısı, R (m), boru

yarıçapı].

Tübün çapı 1 cm değerinden küçük ve tüp içinde akışkan olarak su olduğu için kılcallıktan dolayı bir yükselme olacaktır.

Bu sorunun çözümü aşağıda verildiği gibi sınıfta öğrenciler ile birlikte adım-adım yapılacaktır.

Hesaplama Adımları	Hesaplama Sonuçları
Adım 1: 20°C sıcaklıktaki suyun yoğunluğu ilgili tablodan bulunuz ve [kg/m <sup>3</sup> ] olarak yan tarafa yazınız.	
Adım 2: Su için temas açısının ( $\phi$ ) değerini saptayıp yan tarafa [°] olarak yazınız.	
Adım 3: Su için yüzey gerilimi ( $\sigma_s$ ) değerini saptayıp yan tarafa [N/m] olarak yazınız. [İlgili tabloya bakınız]	
Adım 4: Kılcal yükselme değerini hesaplayıp yan tarafa [m] olarak yazınız.	
Adım 5: Gerçek akışkan yüksekliğini hesaplamak için tübün içindeki sıvı yüksekliğinden kılcal yükselme değerini çıkarıp yan tarafa [m] olarak yazınız.	
Adım 6: Meydana gelen hatayı hesaplayıp yan tarafa [%] olarak yazınız.	

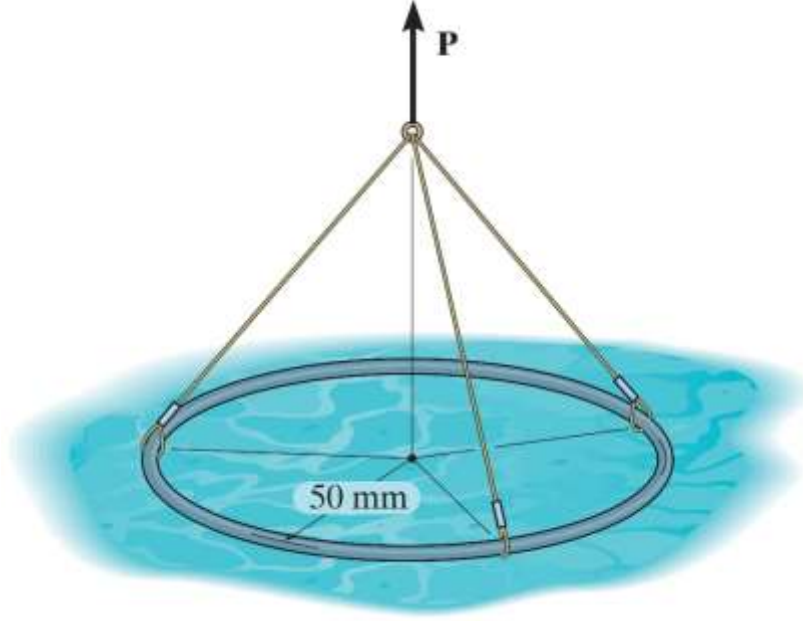
**Yorum:** Kılcal yükselme veya alçalma eşitliğini tüp çapına ve özgül ağırlığa göre yeniden elde ediniz. Yüzey gerilimi biriminin neden [N/m] olduğunu araştırınız. Temas açısının alacağı değerlere dikkat ediniz. Kılcal alçalma ne zaman olur ve tüp çapı 1 cm'den büyük olduğunda kılcal değişim neden ihmal edilebilir açıklayınız. Yüzey geriliminin sıvı sıcaklığı ile değişimini (artar mı azalır mı?) ve kritik noktada alacağı değeri araştırınız.

**Bilgi:** Atmosferik havada suyun (ve birçok organik sıvının) cam ile yaptığı temas açısı hemen hemen **sıfır** değerine eşittir ( $\phi = 0^\circ$ ). Dolayısıyla cam bir boruda su üzerindeki yüzey gerilimi kuvveti, suyu yukarı çekmeye çalışacak şekilde çevresel olarak yukarı doğru etkir. Bunun sonucunda sıvı, boru içerisinde borudaki sıvı ağırlığı yüzey gerilimi kuvveti ile dengeleninceye kadar, kaptaki sıvı seviyesinin üzerine yükselir.

Havada cıva-cam için temas açısı **130°** ve gazyağı-cam için **26°** değerindedir. Temas açısının genellikle farklı ortamlarda (hava yerine başka bir gaz veya sıvı) farklı değerler alacağına dikkat edilmelidir.

Kılcallık olgusu, mikroskopik olarak, kohezyon kuvvetlerini (su-su çifti gibi benzer moleküller arasındaki çekim kuvvetleri) ve adhezyon kuvvetlerini (su ve cam gibi birbirinden farklı moleküller arasındaki çekim kuvvetleri) dikkate almak suretiyle açıklanabilir. Katı-sıvı arayüzeyindeki sıvı molekülleri, hem başka sıvı molekülleri tarafından uygulanan kohezyon kuvvetlerine hem de katı molekülleri tarafından uygulanan adhezyon kuvvetlerine maruzdur. Bu kuvvetlerin birbirlerine göre olan büyüklükleri, Sıvının katıyı ıslatıp ıslatmayacağını belirler. Su molekülleri, cam molekülleri tarafından başka su moleküllerinin uyguladığından daha güçlü şekilde çekilir. Bu nedenle su, cam yüzey boyunca yükselme eğilimindedir. Cıva için ise, bu olayın tersi gerçekleşir.

**Soru 2:** Ağırlığı **0.2 N** olan yüzük biçimindeki malzeme su yüzeyinde durmaktadır. Eğer malzemeyi su yüzeyinden kaldırarak serbest hale getirmek için gerekli dik kuvvet **P = 0.245 N** ise, suyun yüzey gerilimini [**N/m**] olarak hesaplayınız.



**Cözüm 2:**

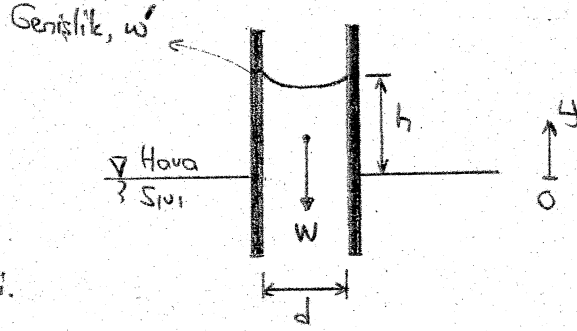
Bu sorunun çözümü aşağıda verilen kutu içine yapılacaktır.

Düsey olarak bir sıvıya daldırılmış iki geniş paralel levha arasındaki kılcal sıvı yükselmesi için bir bağıntı türetiniz. Temas açısını " $\theta$ ", levhalara ait genişliği " $w$ ", kılcal değişimini " $h$ " ve levhalar arasındaki uzaklığı " $d$ " olarak alınız.

Gözlem: İki birbirine paralel levha sıvıya daldırılıyor.

Kılcallık etkisinden dolayı yükselen sıvıya iki kuvvet etki eder:

Yükselen sıvının ağırlığı ve yüzey gerilimi kuvveti.



Hareketsiz durumda  $\sum F_y = 0$  olur.

$y$  yönündeki toplam kuvvetler:

$$W - F_{\text{yüzey}} = 0$$

$$F_{\text{yüzey}} = 2w \cos \theta \sigma_s \quad (\text{N})$$

(2 adet levha olduğu için)

$$W = \rho_{\text{sıvı}} \cdot g \cdot (w \cdot d \cdot h) \quad (\text{N})$$

Yükselen sıvının hacmi  
Sıvının yoğunluğu

$$W = mg \quad (\text{N})$$

$$m = \rho_{\text{sıvı}} \cdot V_{\text{sıvı}} \quad (\text{kg})$$

$$\rho_{\text{sıvı}} \cdot g \cdot w \cdot d \cdot h = 2 \cdot w \cdot \cos \theta \cdot \sigma_s \quad \text{Yüzey gerilimi (N/m)}$$

$$\text{Kılcal yükselme } h = \frac{2\sigma_s \cdot \cos \theta}{\rho_{\text{sıvı}} \cdot g \cdot d} \quad (\text{m})$$

Suda çözünmüş besinler bitkilerin üst kısımlarına ince borucuklar üzerinden bir ölçüde kılcallık etkisiyle taşınır. Sulu çözeltinin bir ağaçta **0.0045 mm** çapındaki bir borucukta kılcallık etkisiyle ne kadar yükseğe çıkabileceğini [m] olarak hesaplayınız. Sulu çözeltinin özellikleri **20°C** sıcaklıktaki su için alınız. Temas açısının **20°** olduğunu kabul ediniz.

---

$$\text{Çap } D = 0,0045 \text{ mm} = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \rightarrow \text{Yarıçap } R = 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$20^\circ\text{C su için } \rho = 998 \text{ kg/m}^3, \text{ Yüzey gerilimi } \sigma_s = 0,073 \text{ N/m (Tablolardan)}$$

$$\text{Temas açısı } \phi = 20^\circ$$

$$\text{Kılcal yükselme: } h = \frac{2\sigma_s \cos\phi}{\rho g R} \quad (R = \text{sabit})$$

$$h = \frac{2(0,073 \text{ N/m})(\cos 20^\circ)}{(998 \text{ kg/m}^3)(9,81 \text{ m/s}^2)(2,25 \cdot 10^{-6} \text{ m})}$$

$$\underline{\underline{h = 6,23 \text{ m}}}$$

## TABLO 01

Bazı sıvıların 1 atm ve 20°C'deki (aksi belirtilmedikçe) yüzey gerilimleri

Akışkan	Yüzey gerilimi $\sigma_s$ , N/m
Su:	
0°C	0.076
20°C	0.073
100°C	0.059
300°C	0.014
Gliserin	0.063
SAE 30 yağı	0.035
Cıva	0.440
Etil alkol	0.023
Kan, 37°C	0.058
Benzin	0.022
Amonyak	0.021
Sabun çözeltisi	0.025
Gazyağı	0.028

**Kaynak:** Çengel YA, Cimbala JM, "Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları", Çeviri Editörü: T. Engin, Güven Bilimsel, 2008.

## **YARARLANILAN KAYNAKLAR:**

**“Fluid Mechanics-Fundamentals and Applications”**, Fourth Edition in SI Units, Cengel YA, Cimbala JM, McGraw-Hill Education, 2020.

**“Akışkanlar Mekaniği-Temelleri ve Uygulamaları”**, Üçüncü Baskıdan Çeviri, Cengel YA, Cimbala JM, Çeviri Editörü: Tahsin Engin, Palme Yayıncılık, 2015.

**“Fluid Mechanics”**, 8th Edition, Fox RW, McDonald AT, Pritchard PJ, Wiley, 2012.

**“Engineering Fluid Mechanics”**, 9th Edition, Crowe CT, Elger DF, Williams BC, Roberson JA, Wiley, 2010.

**“Fluid Mechanics”**, Sixth Edition, White FM, McGraw-Hill, 2008.

<https://www.huseyingunerhan.com/akmek/akmek.html> sayfasında verilen “Akışkanlar Mekaniği” dersine ait tüm ders notlarının bazı bölümleri yukarıda verilen kitaplardan ve/veya ilgili sunumlarından yararlanılarak veya ilham alınarak hazırlanmıştır.

*“Akışkanlar Mekaniği” derslerine ait bilgi notları; Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Hüseyin GÜNERHAN tarafından çeşitli kaynaklardan da yararlanılarak ve emek ve zaman harcanarak hazırlanmış özgün bir eserdir. İzin alınmadan çoğaltılması ve kullanılması telif hakları gereği yasaktır.*

*(Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu, Kanun Numarası: 5846, Kabul Tarihi: 5/12/1951, Yayımlandığı Resmi Gazete: 13/12/1951 Sayı: 7981, Yayımlandığı Düstur: Tertip 3 Cilt 33 Sayfa 49).*