



BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MÜHENDİSLİKTE DENEYSEL METOTLAR II
HİDROSTATİK BASINÇ DENEYİ

Hazırlayan: Dr. Öğr. Üyesi Gülcan ÖZEL EROL

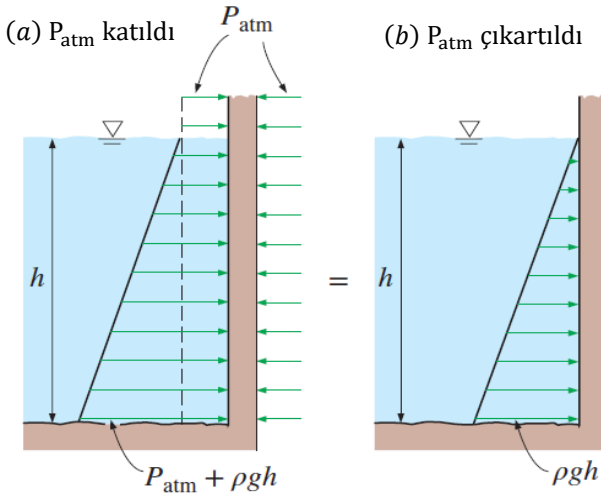
1. Deneyin Adı: Hidrostatik basınç deneyi

2. Deneyin Amacı: Kısmen ve tam olarak suya daldırılmış bir yüzeyde hidrostatik basınç merkezinin belirlenmesi ve teorik sonuçlar ile karşılaştırılması.

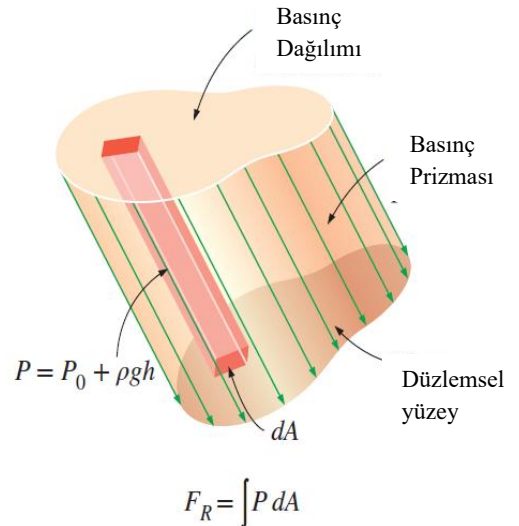
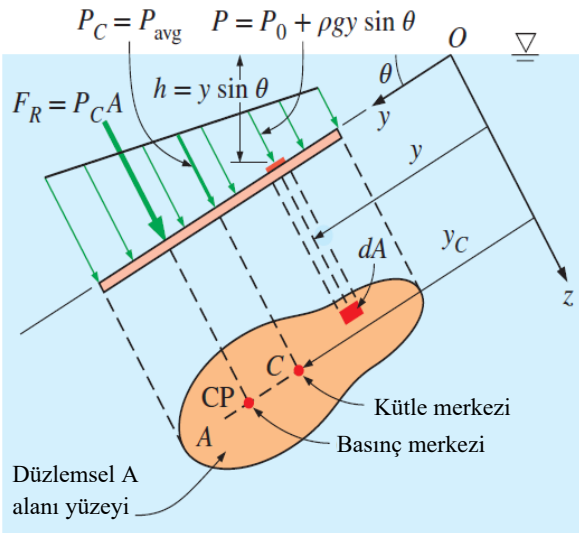
3. Teori:

Akışkanlar statikliği, durgun haldeki akışkanlarla ilgili problemleri ele alır. Akışkan statikliği eğer akışkan sıvıysa hidrostatik, gaz ise aerostatik adını alır. Durgun haldeki bir akışkanda, bitişik akışkan tabakaları arasında bağıl bir hareket söz konusu değildir ve bu yüzden akışkan içerisinde onun şeklini değiştirmeye çalışan kayma (teğetsel) gerilmeleri yoktur. Bu nedenle akışkan statikliğinde ilgilenilen tek gerilme, (basınç) normal gerilmedir. Hidrostatik olarak da adlandırılan akışkanın hareketsiz olması halinde, basınç değişimi sadece akışkanın ağırlığından doğar.

Akışkan statikliğinde duran bir akışkan içerisindeki basınç dağılımı ve bu basınç dağılımının katı yüzeylere ve yüzen veya dalmış cisimlere etkileri ele alınır. Dalmış durumdaki bir yüzeye etki eden bileşke hidrostatik kuvvetin tam olarak tarif edilebilmesi için bu kuvvetin büyüklüğünün, yönünün ve etki çizgisinin belirlenmesi gerekir (Çengel Y.A ve Cimbala J.M., 2008).



Düz yüzeye gelen hidrostatik kuvvetler bir paralel kuvvetler sistemi oluşturur. Uygulamada genellikle bu tür yüzeylere gelen hidrostatik kuvvetleri ve etki noktalarını (basınç merkezi) belirleme gereği duyarız. Yüzeyin her iki yanına da etkimesi halinde atmosfer basıncının etkisi dikkate alınmaz. Böylece sadece etkin basınçla çalışmış oluruz.



Hidrostatik basınç:

$$P = P_0 + \rho gh \quad (1)$$

$$P = P_0 + \rho g y \sin \theta \quad (2)$$

Hidrostatik basınç kuvveti:

$$F_R = \int_A P dA \quad (3)$$

$$F_R = \int_A (P_0 + \rho g y \sin \theta) dA \quad (4)$$

$$F_R = P_0 A + \rho g \sin \theta \int_A y dA \quad (5)$$

Ağırlık merkezi tanımından yararlanılarak

$$y_c = \frac{1}{A} \int_A y dA \quad (6)$$

$$F_R = P_0 A + \rho g \sin \theta y_c A \quad (7)$$

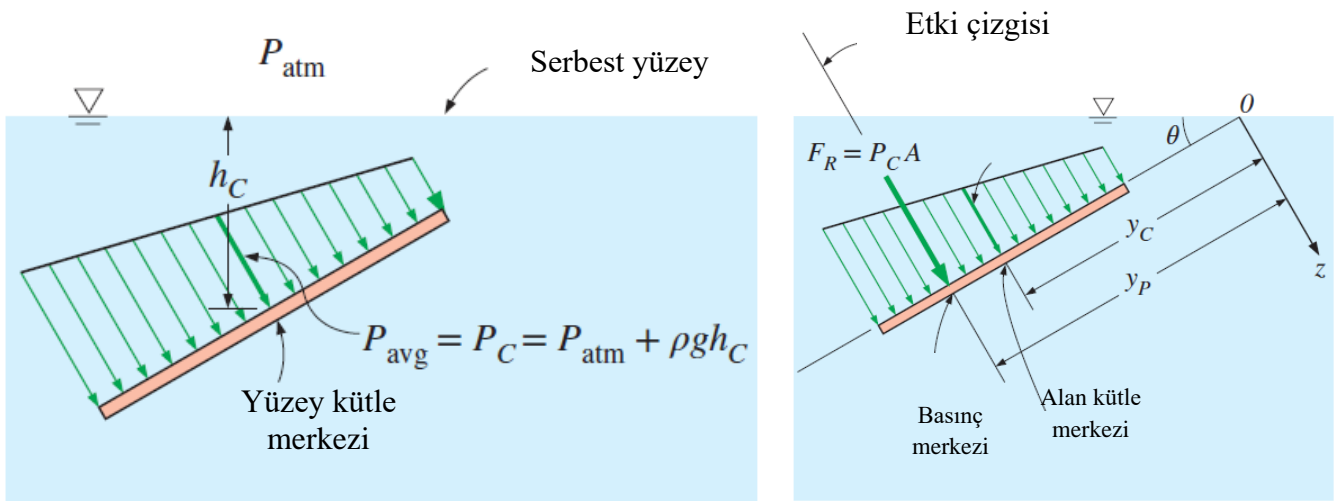
Denklem (7) düzenlenirse:

$$F_R = (P_0 + \rho g \sin \theta y_c) A \quad (8)$$

$$F_R = (P_0 + \rho g h_c) A \quad (9)$$

$$F_R = P_c A = P_{ort} A \quad (10)$$

Homojen (sabit yoğunluğa sahip) bir sıvıya tamamen daldırılan düz bir yüzey üzerine etki eden bileşke kuvvet, yüzeyin kütle merkezindeki basınç ile yüzeyin alanının çarpımına eşittir.



Bileşke kuvvetin etki çizgisi ile yüzeyin kesişme noktasına basınç merkezi (y_p) denir. Yüzeyin kütle merkezi (y_c) ile basınç merkezi (y_p), alan yatay olmadıkça üst üste çakışmaz. Basınç merkezi, moment alınarak bulunur.

$$y_p F_R = \int_A y P dA \quad (11)$$

$$y_p F_R = \int_A y (P_0 + \rho g y \sin \theta) dA \quad (12)$$

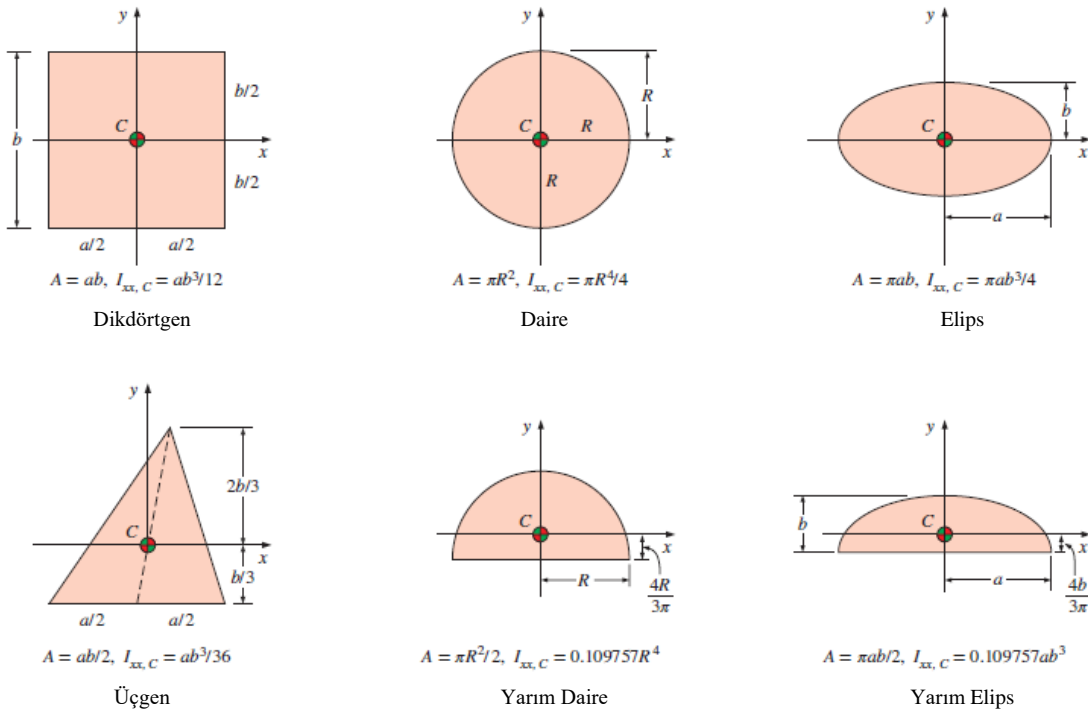
$$y_p F_R = P_0 \int_A y dA + \rho g \sin \theta \int_A y^2 dA \quad (13)$$

$$y_p F_R = P_0 y_c A + \rho g \sin \theta I_{xx,0} \quad (14)$$

Burada, $I_{xx,0} = \int_A y^2 dA$ alan 2. Momenti ya da alan atalet momentidir. Alan ikinci momentleri, genelde karşılaşılan şekiller için mühendislik el kitaplarında geniş ölçüde yer alır. Ancak alan ikinci momentleri bu tür kaynaklarda genellikle alanın **kütle merkezinden geçen bir eksene göre** verilir. Neyse ki paralel iki eksene göre olan alan ikinci momentleri, paralel eksen teoremi uyarınca birbirleriyle ilişkilidir. $I_{xx,c}$: Alanın kütle merkezinden geçen eksene göre alan ikinci momentleri.

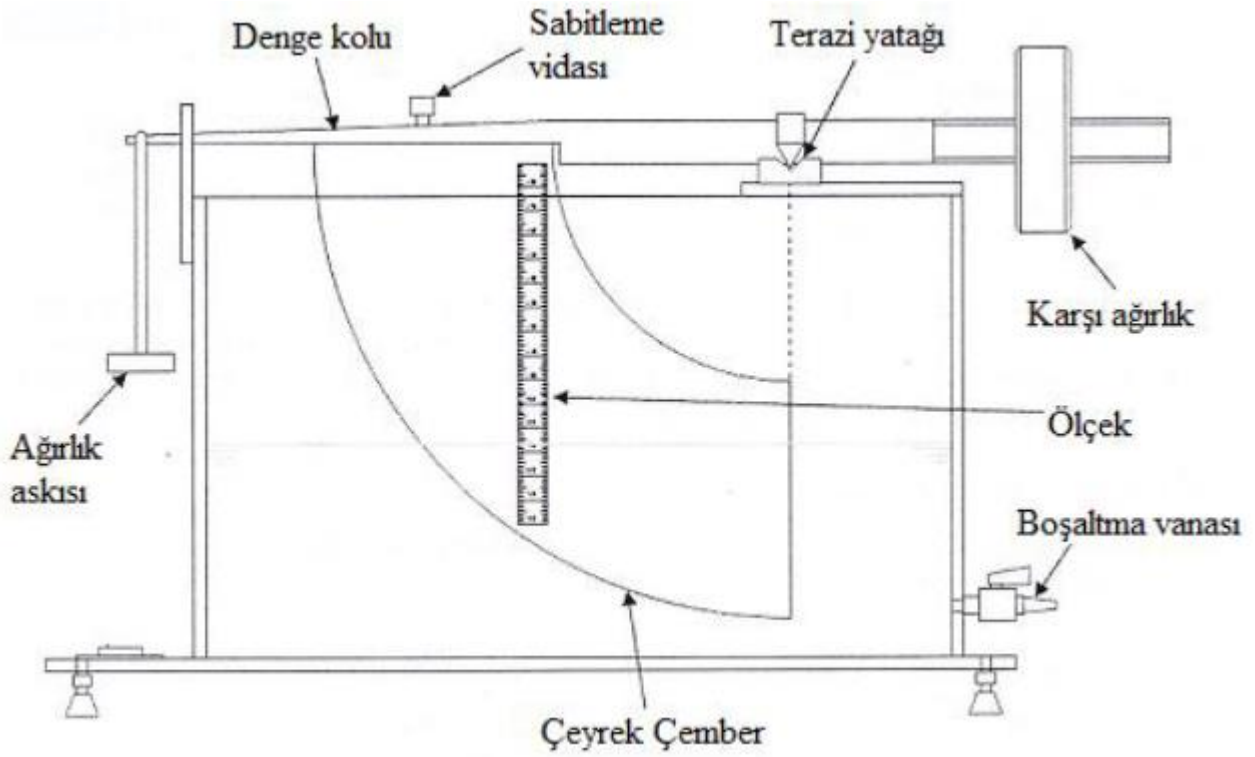
$$I_{xx,0} = I_{xx,c} + y_c^2 A \quad (15)$$

$$y_p = y_c + \frac{I_{xx,c}}{[y_c + P_0 / (\rho g \sin \theta)] A} \quad (16)$$

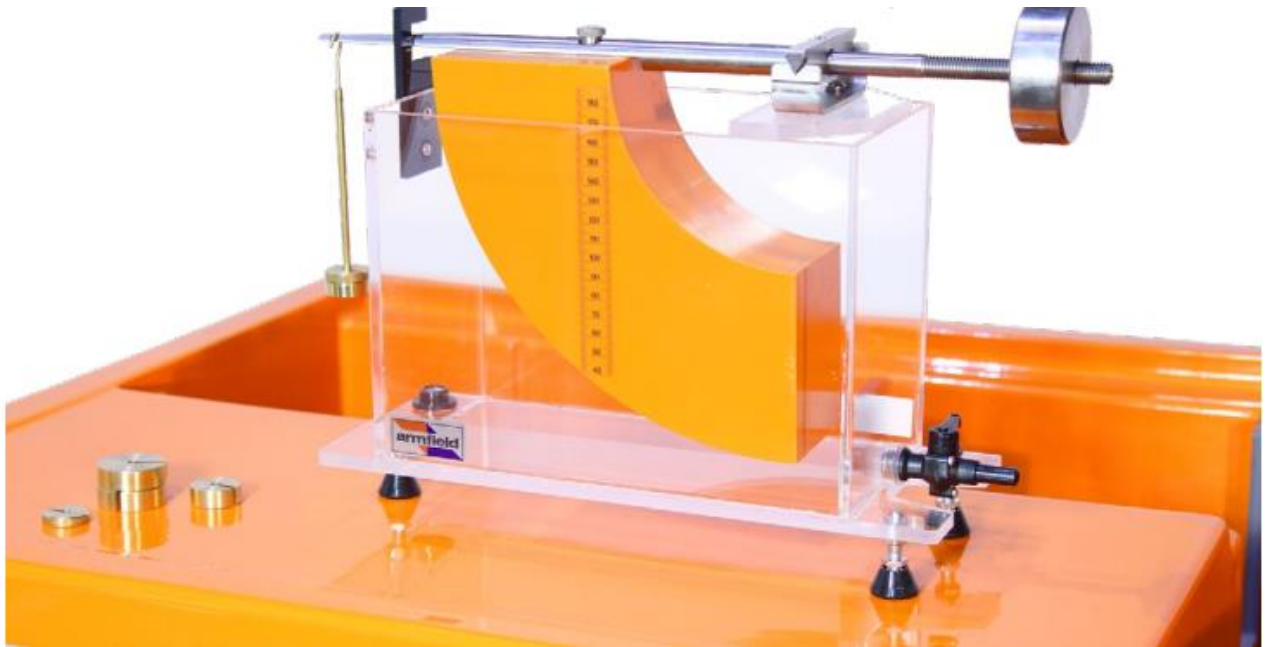


Şekil 1. Bazı geometrilerin kütle merkezleri ve kütle merkezlerine göre atalet momentleri

4. Metot: Deney düzeneği, dikdörtgen kesite sahip çeyrek bir çember, denge düzeneği ve bir adet yüzdürme kabından meydana gelmektedir. Deney düzeneği şematik olarak Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Deney düzeneğinin şematik gösterimi



Şekil 3. Hidrostatik basınç deney düzeneği

Tank farklı seviyelerde su ile doldurularak ölçekten değerler okunacaktır. Ağrlıklar ve okunan değerler kullanılarak moment denge denkleminde basınç merkezi hesaplanacaktır. Sistem denge halindeyken terazi yatak noktasına göre moment alınırsa,

$$mgL = Fh \quad (17)$$

Burada:

m: ağırlık askısındaki kütle

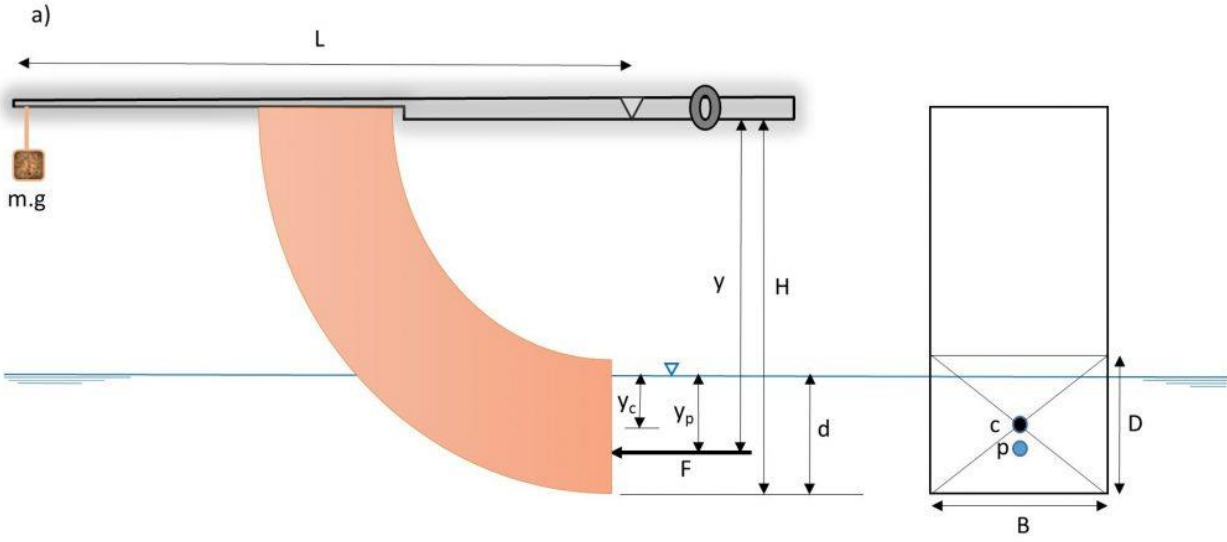
g: yer çekimi ivmesi

L: denge kolu uzunluğu

F: hidrostatik kuvvet

y_c : basınç merkezinin terazi yatağına olan uzaklığı

A) Kısmen suya dalma durumu



Şekil 4. Kısmen suya dalmış çeyrek daire

L: denge kolu uzunluğu

H: çeyrek çember tabanının terazi yatağına olan uzaklığı

D: çeyrek çember kesitinin yüksekliği, B: çeyrek çember kesitinin genişliği

d: çember tabanına kadar olan su derinliği.

y_p : su yüzeyi ve basınç merkezi arasındaki dikey mesafe.

Hidrostatik kuvvet:

$$F = \rho g y_c A \quad (18)$$

Burada su altında kalan yüzey alanı:

$$A = Bd \quad (19)$$

Ortalama dalma yüksekliği:

$$y_c = d/2 \quad (20)$$

Böylece hidrostatik kuvvet aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

$$F = \frac{1}{2} \rho g B d^2 \quad (21)$$

Ağırlık kuvveti ve basınç kuvvetinin terazi yatak noktasına göre momenti alınırsa:

$$Fy = mgL \quad (22)$$

Böylece **deneysel basınç merkezi**:

$$y = \frac{mgL}{F} = \frac{2mL}{\rho B d^2} \quad (22)$$

Teorik olarak basınç merkezi: Denklem 15' i kullanarak $P_0 = 0$ kabulü ile:

$$y_P = y_c + \frac{I_{xx,c}}{[y_c + P_0/(\rho g \sin\theta)]A}$$

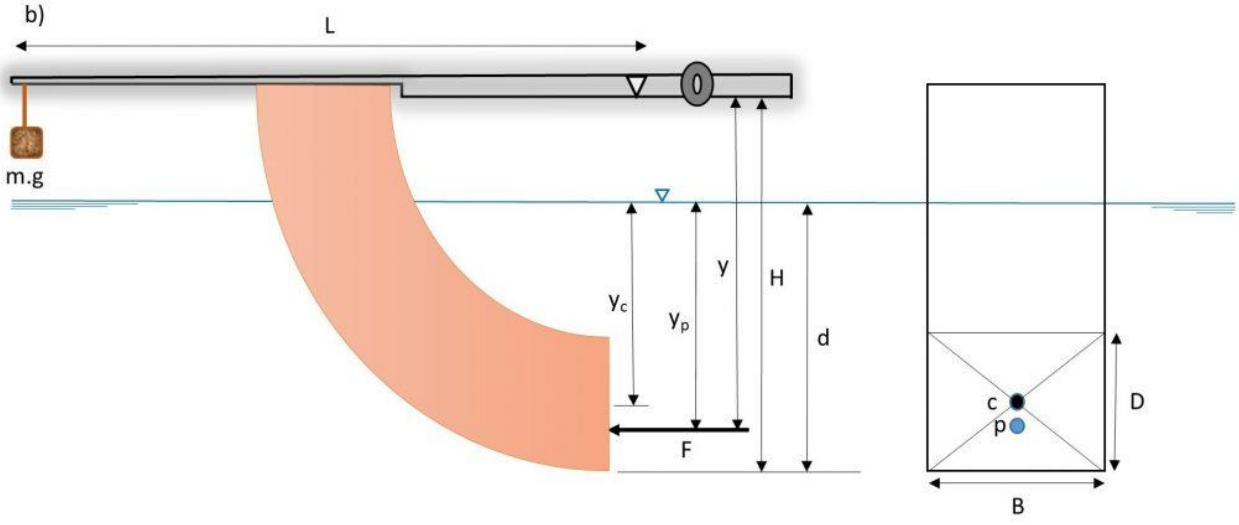
$$y_P = \frac{d}{2} + \frac{\frac{Bd^3}{12}}{\frac{d}{2}Bd} = \frac{d}{2} + \frac{d}{6} = \frac{2d}{3}$$

$$y = H - d + y_P \quad (22)$$

$$y = H - d + \frac{2d}{3} \quad (23)$$

$$y = H - \frac{d}{3} \quad (24)$$

B) Tamamen suya dalma durumu



Şekil 4. Kısmen suya dalmış çeyrek daire

Ortalama dalma yüksekliği:

$$y_c = d - D/2 \quad (25)$$

Böylece hidrostatik kuvvet y_c ve $A = BD$ kullanılarak gibi düzenlenebilir.

$$F = \rho g y_c A = \rho g B D (d - D/2) \quad (26)$$

Ağırlık kuvveti ve basınç kuvvetinin terazi yatak noktasına göre momenti alınırsa:

$$F y = m g L \quad (27)$$

Böylece deneysel basınç merkezi:

$$y = \frac{m g L}{F} = \frac{m L}{\rho B D (d - D/2)} \quad (28)$$

Teorik olarak basınç merkezi: Denklem 15' i kullanarak $P_0 = 0$ kabulü ile:

$$y_P = y_c + \frac{I_{xx,c}}{[y_c + P_0/(\rho g \sin\theta)]A}$$

$$y_P = \left(d - \frac{D}{2}\right) + \frac{\frac{BD^3}{12}}{\left(d - \frac{D}{2}\right)BD} = \frac{(d - D/2)^2 + \frac{D^2}{12}}{(d - D/2)}$$

$$y = H - d + y_P \quad (29)$$

$$y = H - d + \frac{(d - D/2)^2 + \frac{D^2}{12}}{(d - D/2)} \quad (30)$$

5. Deney Verileri

D= 100 mm

B= 75 mm

H= 200 mm

L= 275 mm

Kütle m (kg)	Döndürme Momenti (Nm)	Derinlik d (m)	Hidrostatik basınç F (N)	Basınç merkezi y_p (m)

6. Sonuçlar:

1. Dalma derinliği ile basınç kuvvetinin değişimini yorumlayınız.
2. Dalma derinliği ile basınç merkezinin arasında nasıl bir ilişki vardır açıklayınız.
3. Teorik ve deneysel basınç merkezlerini her bir ortalama dalma yüksekliği için bir grafik üzerinde gösteriniz. Teorik ve deneysel sonuçlar arasında fark var mıdır açıklayınız