

# Chapter 3. Momentum Aktarımı İlkeleri ve Uygulamaları

**1) BATIK OBJELER ÜZERİNDE (ETRAFINDA) AKIŞ**

**2) DOLGULU YATAKLARDA AKIŞ**

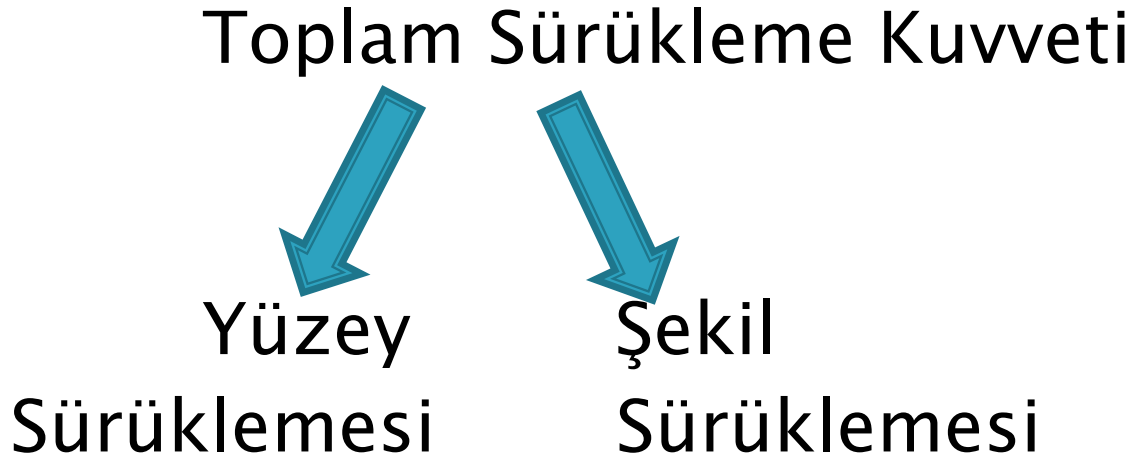
**3) AKIŞKAN YATAKLARDA AKIŞ**

# Batık Objeler Üzerinden Akış

- ▶ Bugüne kadar kapalı kaplar veya borular içinde akışkanların akışı için momentum aktarımı ve sürtünme kayıplarından bahsettik.
- ▶ Bu bölümde batık katı cisimler etrafında akışkanların akışını inceleyeceğiz.
- ▶ Batık(daldırılmış) cisimlerin dış kısmındaki akış birçok mühendislik uygulamalarında görülür.
- ▶ Örn: kurutma ve filtrasyonda dolgulu yataklardaki akışta, ısı değiştiricilerde tüpler etrafında vs.

- ▶ Akışkan, katı bir yüzey üzerinden akışı sırasında, katı yüzey üzerinde akış yönünde bir kuvvet uygular, bu kuvvet **yüzey veya duvar sürüklemesi** (skin or wall drag) olarak adlandırılır.
- ▶ Akan akışkanla temasda olan herhangi bir yüzey söz konusu olduğunda **yüzey sürtünmesi** mevcut olur.
- ▶ Buna ek olarak akışkan eğer yüzeye paralel akmıyorsa veya geçiş için yön değiştirmesi gerekiyorsa ilave sürtünme kayıpları oluşur. Bu kayıplara **şekil sürüklemesi** (form drag) denir.

- Bu iki kuvvetin toplamında **toplam sürüklenme kuvveti** (total drag force) denir.



# Sürüklenme katsayısı (drag coefficient)

- ▶ Toplam sürüklenme kuvvetinin belirlenmesinde cismin geometrisi son derece önemlidir.

$$C_D = \frac{F_D / A_p}{\rho v_0^2 / 2}$$

$C_D$ : sürüklenme katsayısı  
(boyutsuz)

$F_D$ : toplam sürüklenme kuvveti (N)

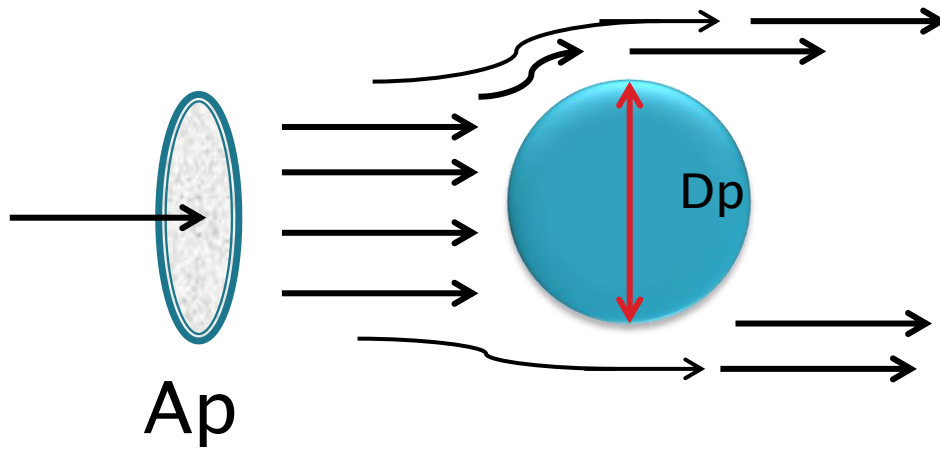
$A_p$ : izdüşüm alanı (m<sup>2</sup>)

$v_0$ : serbest akıntı hızı (m/s)

$\rho$ : akışkanın yoğunluğu (kg/ m<sup>3</sup>)

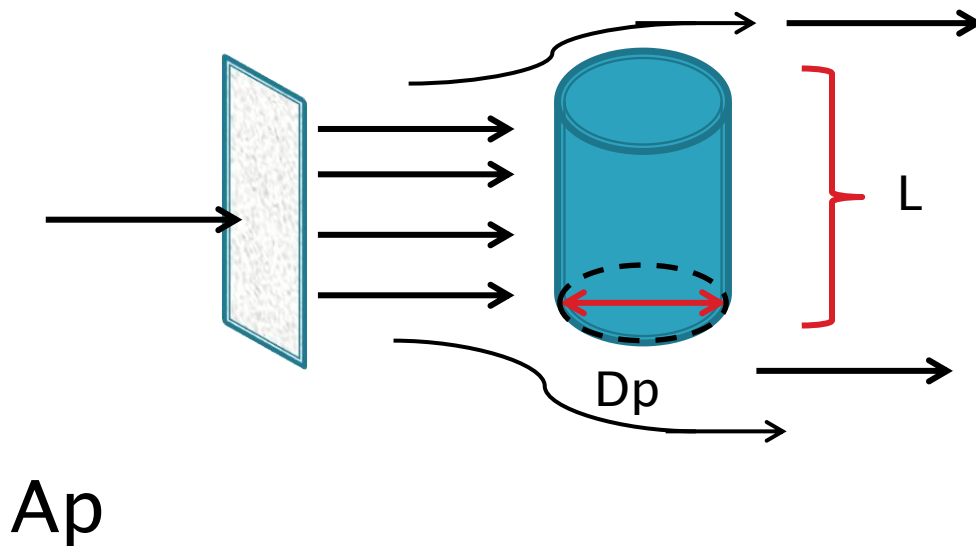
- ▶ Toplam sürüklenme kuvvetinin belirlenmesinde cismin geometrisi son derece önemlidir. Çünkü formüldeki izdüşüm alanını etkiler.
- ▶ İzdüşüm alanı, cismin akış çizgisine dik düzlem üzerine yansıtılarak elde edilen alandır.

# Küre için:



$$A_p = \frac{\pi D_p^2}{4}$$

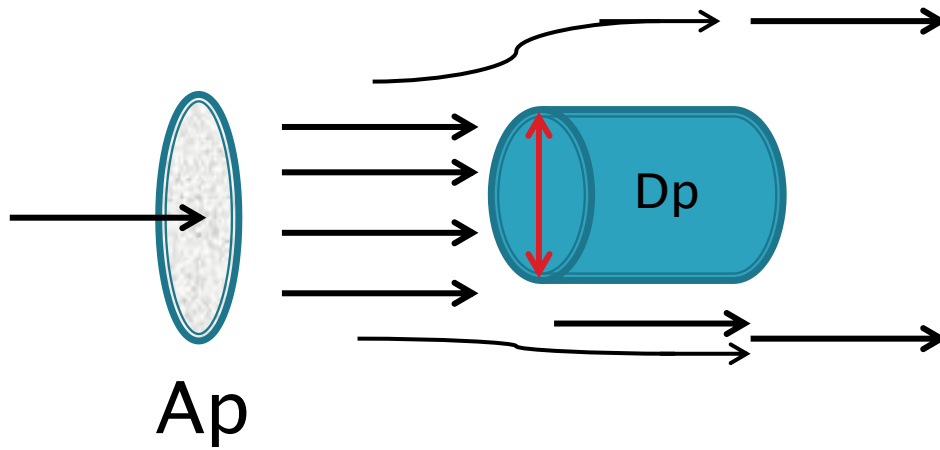
# Dikey silindir için:



$$A_p = LD_p$$



## Yatay silindir için:



$$A_p = \frac{\pi D_p^2}{4}$$

- ▶ Toplam sürüklenme kuvveti çekilirse:

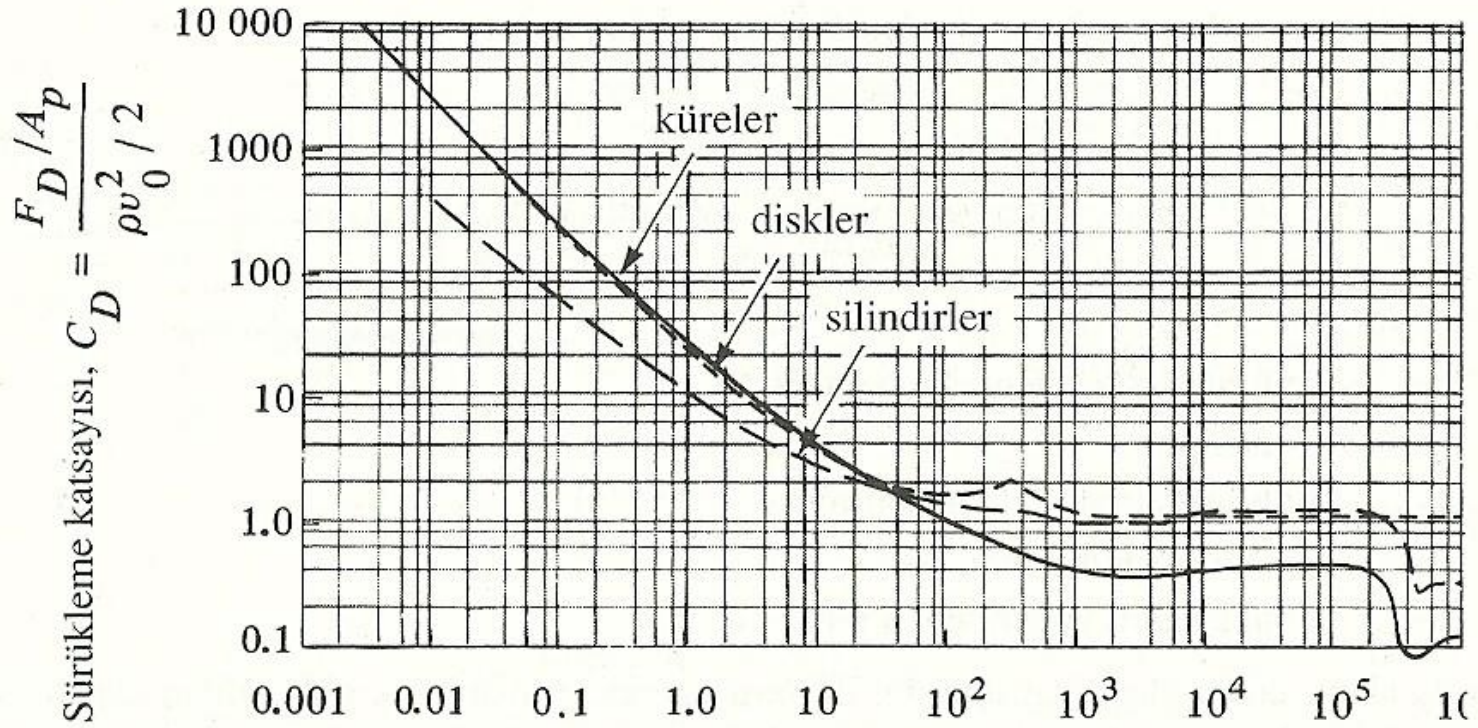
$$F_D = C_D \frac{v_0^2}{2} \rho A_p$$

- ▶ Akan bir sıvı içinde batık belirli bir katı cisim için Re sayısı:

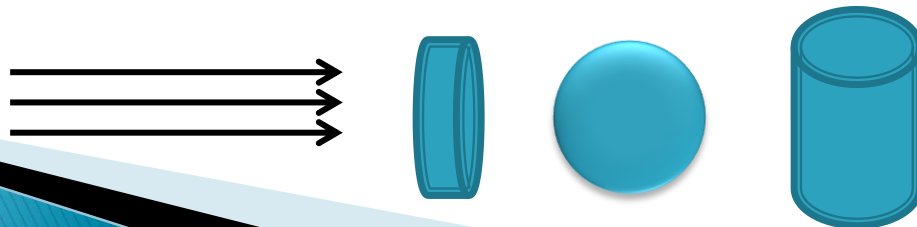
$$\text{Re} = \frac{D_P v_0 \rho}{\mu}$$

# Küre, Silindir ve Disk Üzerinden Akış

- ▶ Tıpkı fanning sürtünme katsayısında olduğu gibi,  $Re$  sayısını hesaplayabildiğiniz bir akış için sürüklenme katsayısını grafikten (3.1–2) okuyabiliriz.
- ▶ Grafik 3.1–2 deneysel olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1-2. Daldırılmış küreler, uzun silindirler ve diskler etrafından akış için sürüklenme katsayıları. (C. E. Lapple and C. B. Shepherd, *Ind. Eng. Chem.*, 32, 606 (1940)'tan izinle basılmıştır. Copyright by the American Chemical Society.)



Diskin yüzeyi ve silindirin eksenine akış yönüne diktir.

- ▶ Re sayısı 1'den küçük olan durumlarda, küre için grafikten okunan değer Stoke yasası ile hesaplanan değerle aynı çıkar.
- ▶ Stoke yasasına göre:

$$F_D = 3\pi\mu D_p v_0$$

$F_D$  yi Sürüklenme katsayısı formülünde yerine koyarsak:

$$F_D = 3\pi\mu D_p v_0$$

$$A_p = \frac{\pi D_p^2}{4}$$

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{\rho v_0^2}{2} A_p}$$

$$C_D = \frac{24}{\text{Re}}$$

Reynold Sayısı 1'den küçük durumlar için geçerli

# Örnek:

- ▶ 37.8°C sıcaklıkta ve 101.3 kPa mutlak basınçtaki hava 23 m/s hızla 42 mm çapındaki bir kürenin etrafından akmaktadır. Sürüklenme katsayısı ( $C_d$ )'yi ve küreye etki eden kuvveti hesaplayınız.

# Örnek:

- ▶ 24°C sıcaklıkta su, uzun bir silindir üzerinden 1.0 m/s hızla akmaktadır. Silindirin eksenini akış yönüne dik konumdadır. Silindirin çapı 0.09m olarak verilmiştir. Silindirin birim uzunluk üzerine etki eden kuvveti hesaplayınız.