



## DANE BOYUTU

Dane boyu sınıflandırması yapılırken zemin numunesi elek açıklıkları farklı olan eleklerden geçirilerek **elek analizine** tabi tutulur. Elek açıklıkları mm ile gösterildiği gibi MESH ile de gösterilebilir.

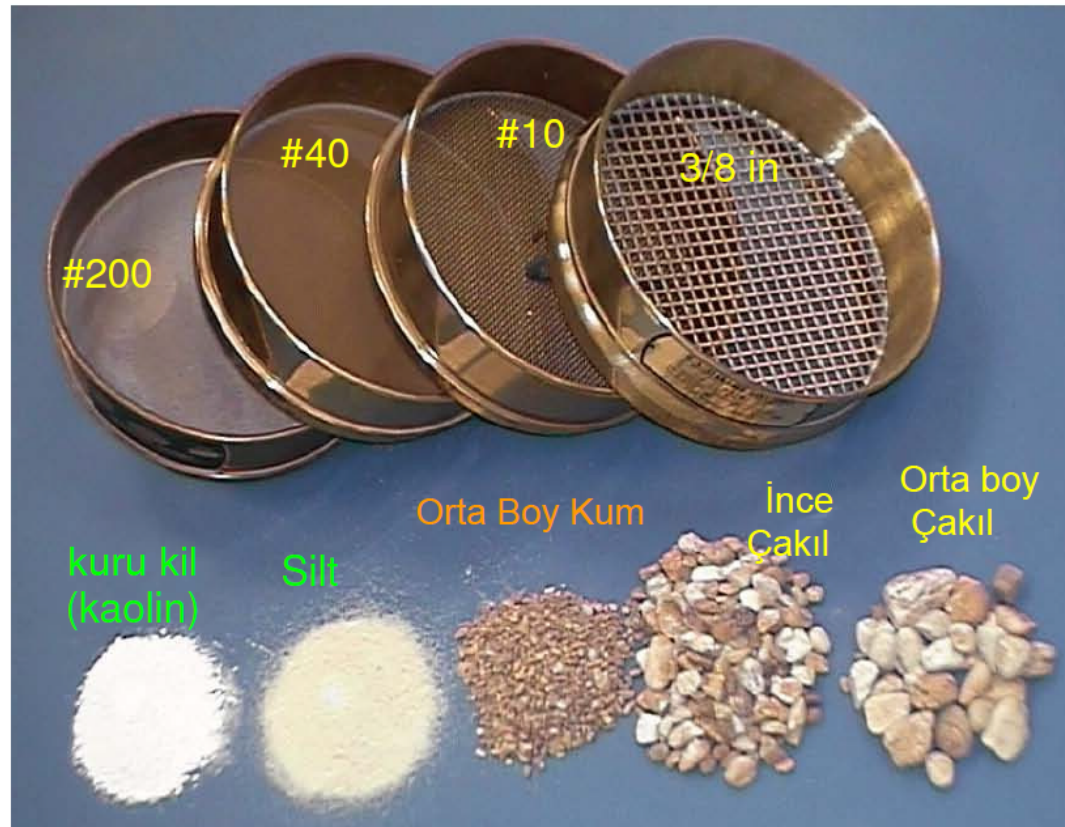
Elek analizinden önce numune tabakayı tam olarak temsil etmesi için daneler birbirinden ayrılır. Özellikle siltli ve killi daneler yıkama veya mekanik şekilde ayrıldıktan sonra eleme işlemi yapılmalıdır (3). Yaygın kullanılan elek standardı (3);

| U.S. Standart Elek No. | Elek Açıklığı, mm |
|------------------------|-------------------|
| 4                      | 4.75              |
| 10                     | 2.00              |
| 20                     | 0.85              |
| 40                     | 0.425             |
| 60                     | 0.25              |
| 100                    | 0.15              |
| 140                    | 0.106             |
| 200                    | 0.075             |



# ELEK ANALİZİ

(ASTM D422, D1140 VE AASHTO T88)



# YAYGIN ELEK AÇIKLIKLARI (ASTM E11-09e1)

| Elek No. | Açıklık<br>(mm) | Açıklık<br>(in) | Açıklama                  |
|----------|-----------------|-----------------|---------------------------|
| 3/4 in   | 19              | 0.75            | Çakıl                     |
| #4       | 4.75            | 0.187           | Kaba Kum<br>(#4 to #10)   |
| #6       | 3.35            | 0.132           |                           |
| #8       | 2.36            | 0.0937          |                           |
| #10      | 2.00            | 0.0787          |                           |
| #16      | 1.18            | 0.0469          | Orta Kum<br>(#10 to #40)  |
| #20      | 0.85            | 0.0331          |                           |
| #30      | 0.60            | 0.0234          |                           |
| #40      | 0.425           | 0.0165          |                           |
| #50      | 0.300           | 0.0117          | İnce Kum<br>(#40 to #200) |
| #60      | 0.250           | 0.0098          |                           |
| #80      | 0.180           | 0.0070          |                           |
| #100     | 0.150           | 0.0059          |                           |
| #140     | 0.106           | 0.0041          |                           |
| #170     | 0.088           | 0.0035          |                           |
| #200     | 0.075           | 0.0029          | Silt yada Kil <#200       |
| #270     | 0.053           | 0.0021          |                           |



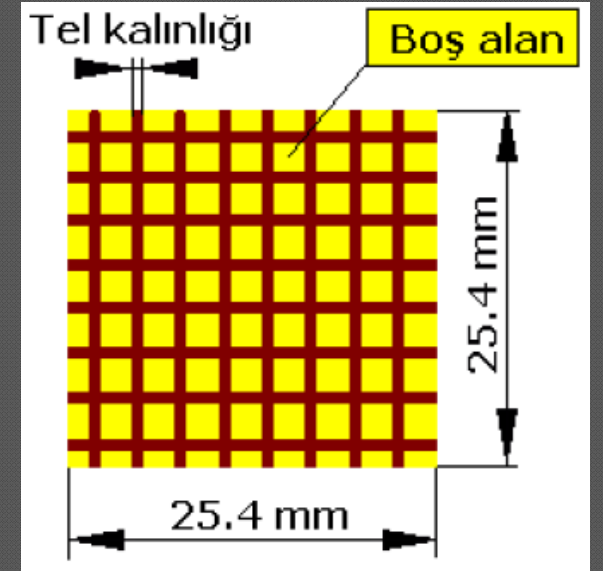


### MESH:

1 inch = 25.4 mm uzunluğunun eşit aralıklara bölünmesiyle elde edilmektedir.

Resimdeki örnek 8 mesh =  $25.4 / 8 = 3.175$  mm teller arası mesafe demektir. Mesh ölçüsü aynı zamanda belli bir tel kalınlığı ve dokuma sıklığıyla üretilmiş bir elekten geçebilen en büyük parçanın ölçüsü anlamına da gelmektedir. Örnek: 100 mesh inceliğinde öğütülmüş bir malzemede bulunan en büyük parçacığın ebadı 0.142 mm dir.

DANE  
BOYUTU





**DANE  
BOYUTU**

## MESH-MM ÇEVİRİSİ:

| Parça Ebadi (mm) | Tel Çapı (mm) | Mesh | Parça Ebadi (mm) | Tel Çapı (mm) | Mesh | Parça Ebadi (mm) | Tel Çapı (mm) | Mesh |
|------------------|---------------|------|------------------|---------------|------|------------------|---------------|------|
| 11.2             | 1.5           | 2    | 1.4              | 0.71          | 12   | 0.21             | 0.15          | 70   |
| 6.9              | 1.5           | 3    | 1.3              | 0.5           | 14   | 0.185            | 0.13          | 80   |
| 5.3              | 1.0           | 4    | 1.25             | 0.9           | 12   | 0.142            | 0.11          | 100  |
| 4.8              | 1.5           | 4    | 1.1              | 0.45          | 16   | 0.13             | 0.08          | 120  |
| 3.5              | 1.5           | 5    | 1.0              | 0.56          | 16   | 0.11             | 0.07          | 140  |
| 3.3              | 0.91          | 6    | 0.9              | 0.71          | 16   | 0.1              | 0.07          | 150  |
| 3.0              | 1.2           | 6    | 0.89             | 0.37          | 20   | 0.076            | 0.05          | 200  |
| 2.7              | 1.5           | 6    | 0.81             | 0.45          | 20   | 0.061            | 0.04          | 250  |
| 2.4              | 0.71          | 8    | 0.745            | 0.31          | 24   | 0.053            | 0.03          | 300  |
| 2.2              | 0.91          | 8    | 0.71             | 0.56          | 20   | 0.040            | 0.03          | 350  |
| 2.0              | 0.45          | 10   | 0.57             | 0.27          | 30   | 0.038            | 0.025         | 400  |
| 1.9              | 1.2           | 8    | 0.53             | 0.31          | 30   |                  |               |      |
| 1.9              | 0.61          | 10   | 0.4              | 0.23          | 40   |                  |               |      |
| 1.6              | 0.91          | 10   | 0.315            | 0.19          | 50   |                  |               |      |
| 1.6              | 0.5           | 12   | 0.25             | 0.17          | 60   |                  |               |      |



# GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

## GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

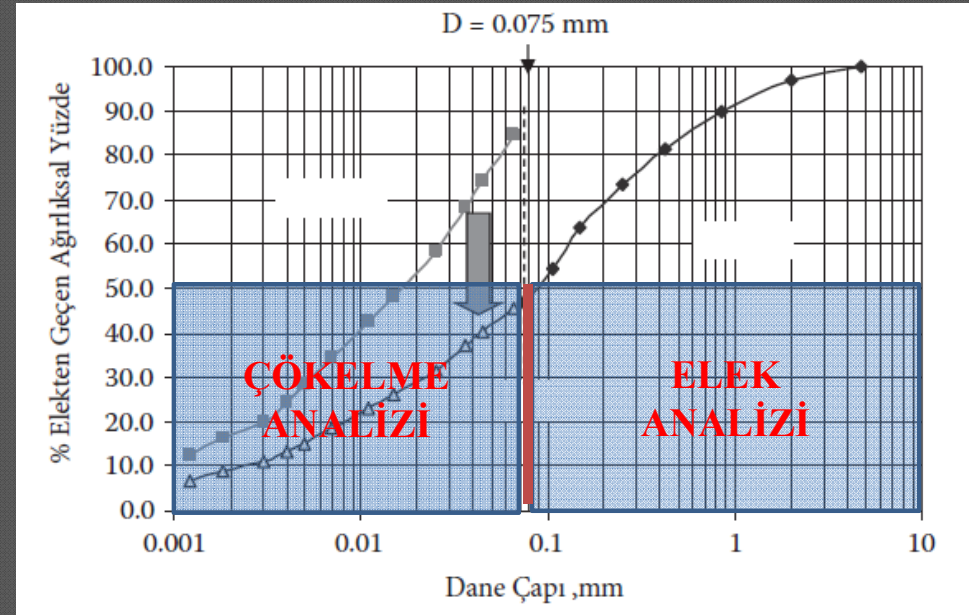
Dane çapının elek analizinin ağırlıksal yüzdesine karşılık çizilen eğridir. Yatay eksen geniş dane boyutundan dolayı logaritmik, dikey eksen ise milimetrik olarak verilir.

Bu eğri içindeki danelerin ne kadarının belirli bir çaptan daha küçük olduğunu gösterir (2,3). En ince elek No.200

olduğundan 0.075 mm dane çapından büyük olanlar

**Elek Analizi** ile, küçük olanlar

**Çökelme Analizi** ile belirlenir.



# GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

**EFEKTİF BÜYÜKLÜK:** Partikül dağılımında % 10 a karşılık gelen tane çapıdır.  $D_{10}$  ile gösterilir. Bu büyüklük zeminin drenajında ve hidrolik iletkenliğinin tahmininde çok önemlidir.

**UNİFORMLUK KATSAYISI ( $C_u$ ):**

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

**GRADYAN KATSAYISI ( $C_c$ ):**

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$



| U.S. sieve<br>(1) | Opening<br>(mm)<br>(2) | Mass retained on<br>each sieve (g)<br>(3) | Cumulative mass<br>retained above<br>each sieve (g)<br>(4) | Percent finer <sup>a</sup><br>(5) |
|-------------------|------------------------|---|--|-----------------------------------|
| 4                 | 4.75                   | 0   | 0  | 100                               |
| 10                | 2.00                   | 40  | 0 + 40 = 40  | 94.5                              |
| 20                | 0.850                  | 60  | 40 + 60 = 100  | 86.3                              |
| 40                | 0.425                  | 89  | 100 + 89 = 189   | 74.1                              |
| 60                | 0.250                  | 140                                       | 189 + 140 = 329  | 54.9                              |
| 80                | 0.180                  | 122                                       | 329 + 122 = 451  | 38.1                              |
| 100               | 0.150                  | 210                                       | 451 + 210 = 661  | 9.3                               |
| 200               | 0.075                  | 56  | 661 + 56 = 717   | 1.7                               |
| Pan               | —                      | 12  | 717 + 12 = 729 = $\Sigma M$                                | 0                                 |

$$^a \frac{\Sigma M - \text{col. 4}}{\Sigma M} \times 100 = \frac{729 - \text{col. 4}}{729} \times 100$$

$$D_{10} = \mathbf{0.15 \text{ mm}}$$

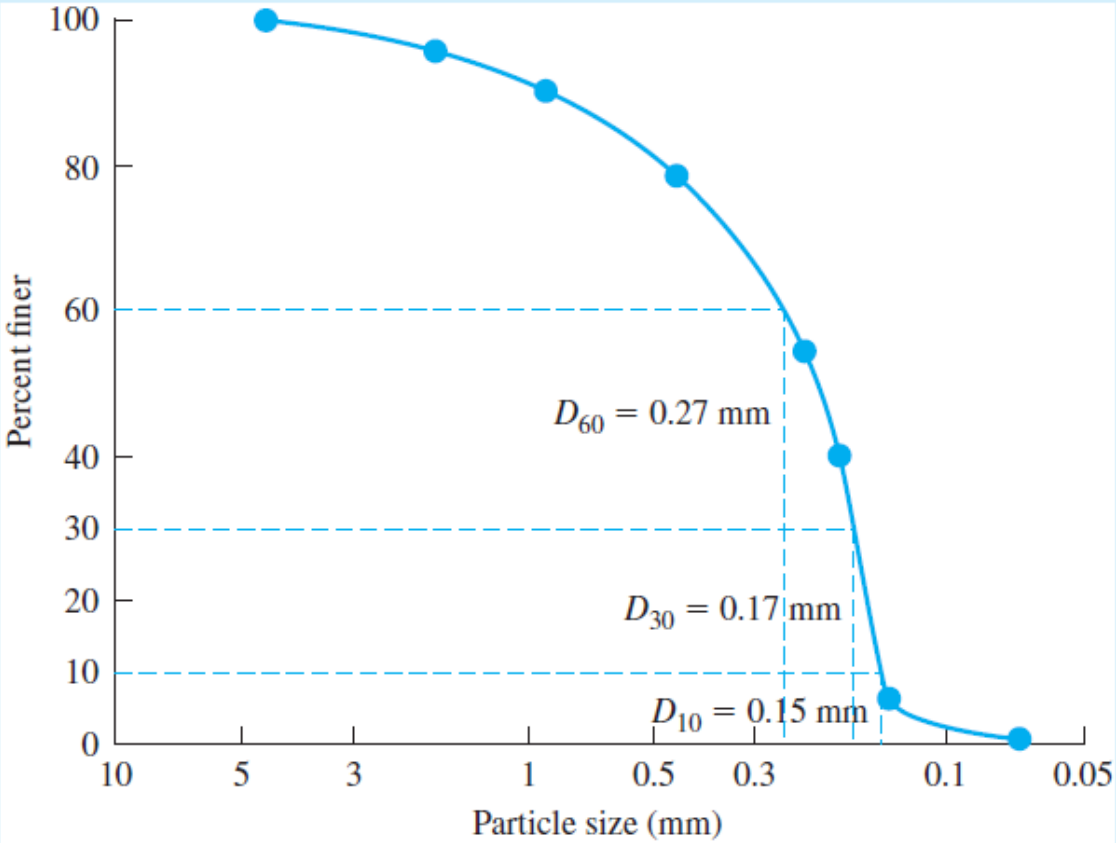
$$D_{30} = \mathbf{0.17 \text{ mm}}$$

$$D_{60} = \mathbf{0.27 \text{ mm}}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.27}{0.15} = \mathbf{1.8}$$

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} = \frac{(0.17)^2}{(0.27)(0.15)} = \mathbf{0.71}$$

The particle-size distribution curve is shown in Figure 2.28.



**Figure 2.28** Particle-size distribution curve



## ELEK ANALİZİ



**Carleton**  
UNIVERSITY

FACULTY OF  
Engineering  
& Design

Department of Civil and Environmental Engineering

---

# **CIVE 3208 Geotechnical Engineering**

## **Lab 1: Sieve Analysis**

Kaynak: [https://www.youtube.com/watch?v=rL\\_NDLwe4vk](https://www.youtube.com/watch?v=rL_NDLwe4vk)

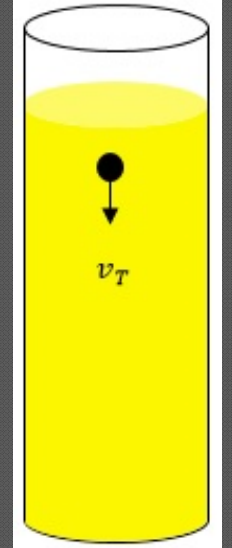
## ÇÖKELME ANALİZİ

İnce dane zeminlerin (silt ve kil) dane çapını belirlemek için askıdaki katı maddelerin çökme hızlarının dane çapları ile ilişkili olduğu **Stokes Kanunu**'ndan yararlanılır. 200 No. Elekten geçen numuneden bir miktar alınarak su ile karıştırılır ve cam bir silindirde çökmeye bırakılır. Stokes kanununa göre çökme hızı (m/s);

$$V_t = \frac{g \times d^2 \times (\gamma_s - \gamma_w)}{18 \times \eta}$$

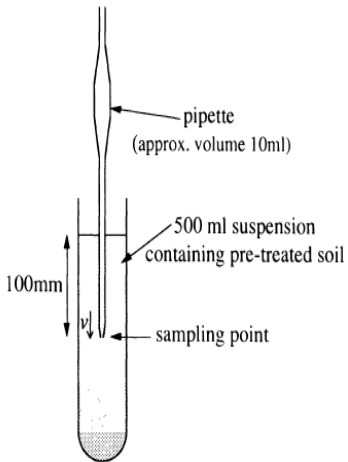
Burada;

- d :Dane çapı (cm)
- $\gamma_s$  :Dane birim hacim ağırlığı (g/cm<sup>3</sup>)
- $\gamma_w$  :Sıvının birim hacim ağırlığı (g/cm<sup>3</sup>)
- $\eta$  :Sıvının viskozitesi (g/cm.s)
- g :Yerçekimi ivmesi (cm/s<sup>2</sup>)





## ÇÖKELME ANALİZİ



Barnes, G.E.1995 (7)

Askıda kalan danelerin çapı stokes formülünden çekildiğinde(3);

Burada;

L:Çökelme kolonu yüksekliği (m)

T:Ölçüm zamanı(s)

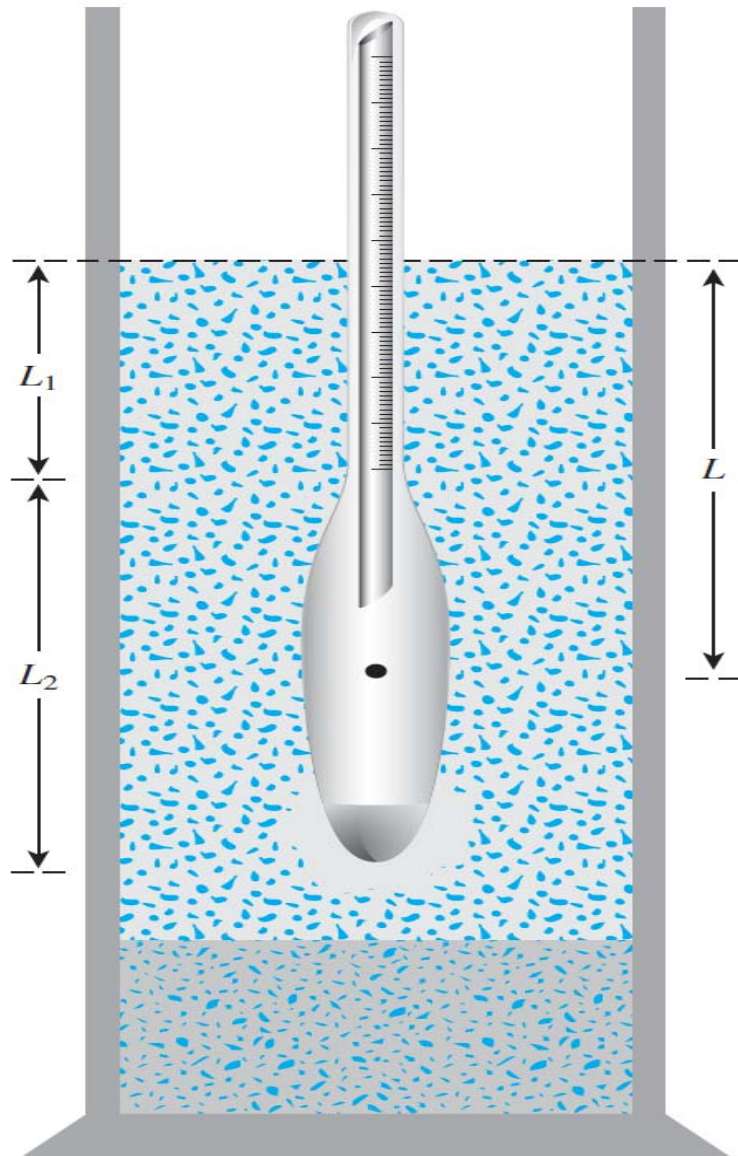
$$d = \sqrt{\frac{18 \times \eta \times L}{(\gamma_s - \gamma_w) \times T \times g}}$$

$\gamma_w = 1$   $\eta=0,01$  alındığında (su için)

$$d = \sqrt{\frac{1800 \times L}{(\gamma_s - 1) \times T \times g}}$$

Askıda kalan danelerin küresel olduğu varsayımı ile Stokes kanunu uygulanabilirken, karışık zeminlerdeki ince taneler için çökelme analizi ancak yaklaşık sonuç verir(3). Küçük daneler için çökelme analizinde **hidrometre** veya **pipet metodu** kullanılır. Hidrometre ile çökelme ile azalan yoğunluk ölçümü yapılır. Pipet deneyinde belli bir çökelme süresi sonunda belli derinlikten pipetle alınan numune kurutularak tartılır ve azalan kuru ağırlık belirlenir (6).





$$L = L_1 + \frac{1}{2} \left( L_2 - \frac{V_B}{A} \right)$$

where  $L_1$  = distance along the stem of the hydrometer from the top of the bulb to the mark for a hydrometer reading (cm)

$L_2$  = length of the hydrometer bulb = 14 cm

$V_B$  = volume of the hydrometer bulb = 67 cm<sup>3</sup>

$A$  = cross-sectional area of the sedimentation cylinder = 27.8 cm<sup>2</sup>



**Table 2.7** Variation of  $L$  with Hydrometer Reading—  
ASTM 152H Hydrometer

| <b>Hydrometer<br/>reading, <math>R</math></b> | <b><math>L</math> (cm)</b> | <b>Hydrometer<br/>reading, <math>R</math></b> | <b><math>L</math> (cm)</b> |
|---|----------------------------|---|----------------------------|
| 0   | 16.3                       | 31  | 11.2                       |
| 1   | 16.1                       | 32  | 11.1                       |
| 2   | 16.0                       | 33  | 10.9                       |
| 3   | 15.8                       | 34  | 10.7                       |
| 4   | 15.6                       | 35  | 10.6                       |
| 5   | 15.5                       | 36  | 10.4                       |
| 6   | 15.3                       | 37  | 10.2                       |
| 7   | 15.2                       | 38  | 10.1                       |
| 8   | 15.0                       | 39  | 9.9                        |
| 9   | 14.8                       | 40  | 9.7                        |
| 10  | 14.7                       | 41  | 9.6                        |
| 11  | 14.5                       | 42  | 9.4                        |
| 12  | 14.3                       | 43  | 9.2                        |
| 13  | 14.2                       | 44  | 9.1                        |
| 14  | 14.0                       | 45  | 8.9                        |
| 15  | 13.8                       | 46  | 8.8                        |
| 16  | 13.7                       | 47  | 8.6                        |
| 17  | 13.5                       | 48  | 8.4                        |
| 18  | 13.3                       | 49  | 8.3                        |
| 19  | 13.2                       | 50  | 8.1                        |
| 20  | 13.0                       | 51  | 7.9                        |
| 21  | 12.9                       | 52  | 7.8                        |
| 22  | 12.7                       | 53  | 7.6                        |
| 23  | 12.5                       | 54  | 7.4                        |
| 24  | 12.4                       | 55  | 7.3                        |
| 25  | 12.2                       | 56  | 7.1                        |
| 26  | 12.0                       | 57  | 7.0                        |
| 27  | 11.9                       | 58  | 6.8                        |
| 28  | 11.7                       | 59  | 6.6                        |
| 29  | 11.5                       | 60  | 6.5                        |
| 30  | 11.4                       |   |                            |

# HYDROMETER ANALYSIS

(ASTM D442, D1140 & AASHTO T88)

Based on the principle of sedimentation of soil grains in water

**Stokes Law:** 
$$v = \frac{\rho_s - \rho_w}{18\eta} D^2$$

**Where:**

$v$  = Velocity

$\rho_s$  = soil particle density

$\rho_w$  = water density

$\eta$  = water viscosity

$D$  = Diameter of soil particles

ASTM D152-H  
hydrometer

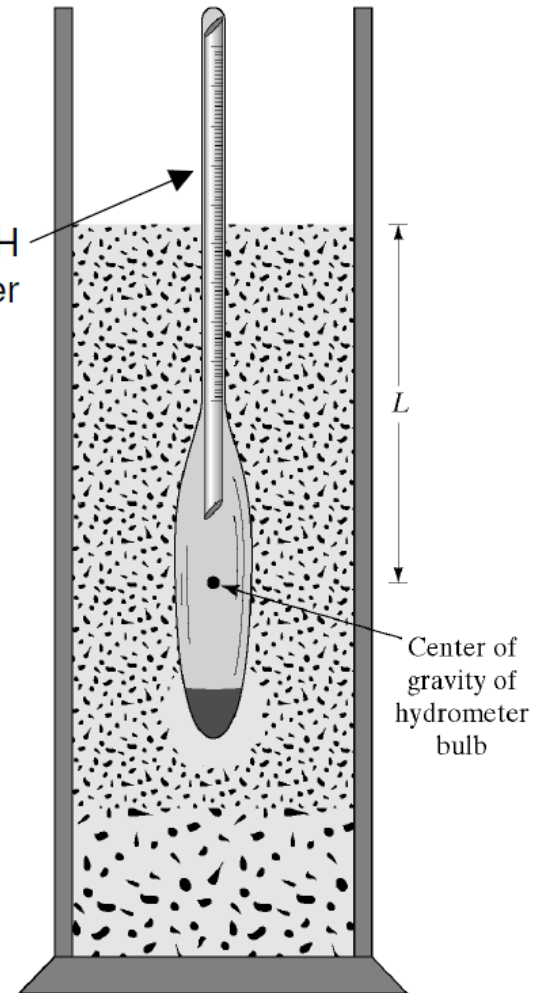
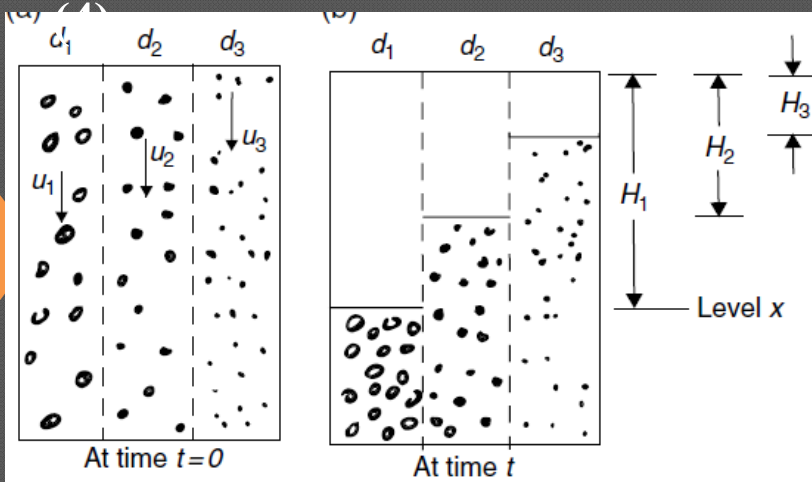


Figure 2.5. Das FGE (2005).

# ÇÖKELME ANALİZİ

## Parçacıkların Çökme Durumu



## Parçacık Dağılım Testi

