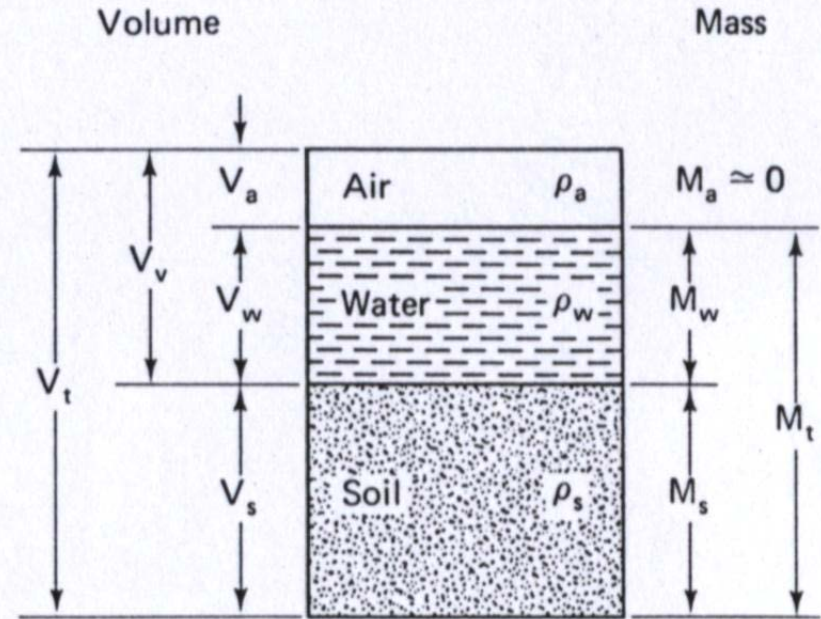
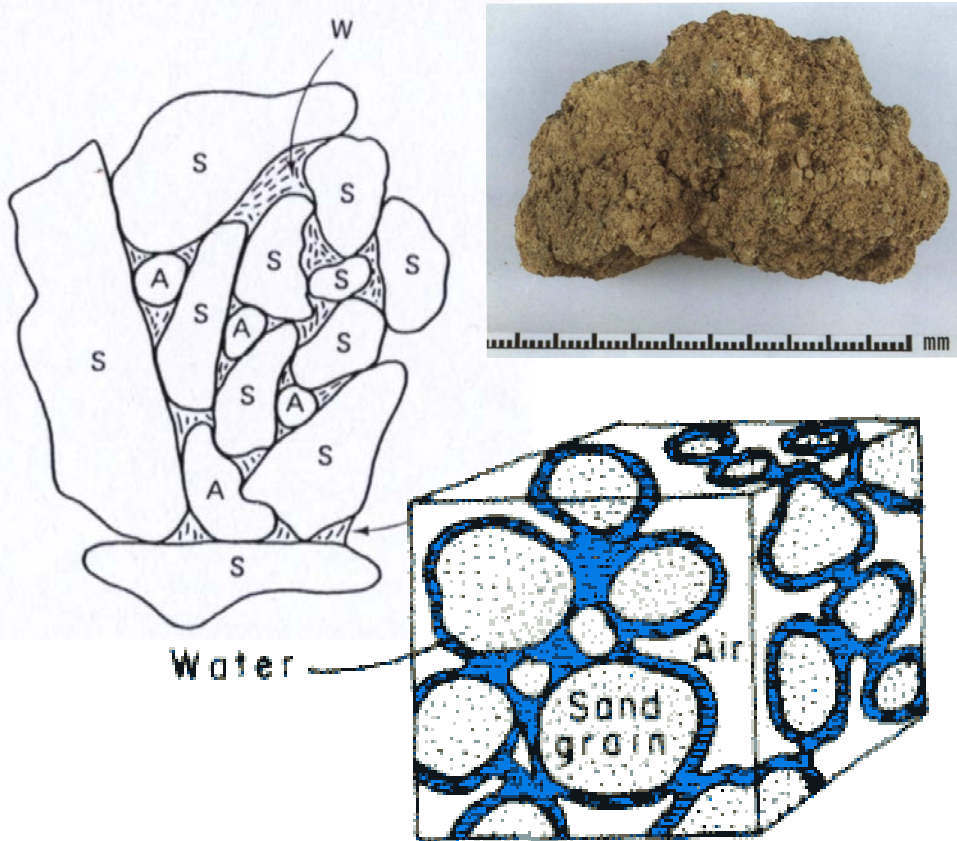


## 2. TOPRAKLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ

# Topraktaki Üç Faz

S:	Katı	Zemin taneleri
W:	Sıvı	Su
A:	hava	hava

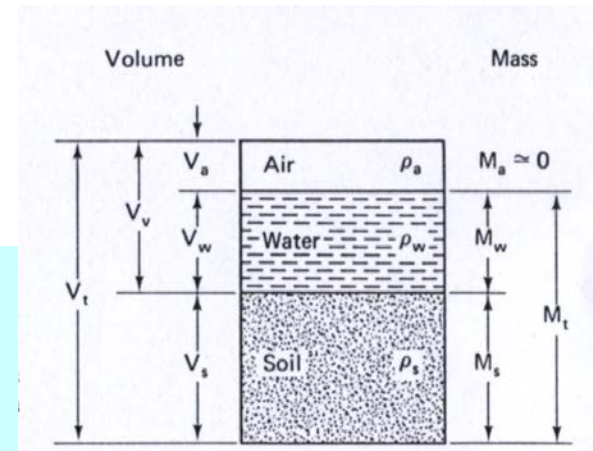
## Faz Diyagramı



$$V_t = V_v + V_s = (V_a + V_w) + V_s$$

$$M_t = M_w + M_s$$

# Hacim Oranları



(1) **Boşluk oranı (Void ratio),  $e$** , (ondalık olarak sunulur, 0.65)

$$e = \frac{\text{Volume of voids } (V_v)}{\text{Volume of solids } (V_s)}$$

(2) **Porozite (Porosity),  $n$** , (yüzde olarak sunulur 100 %, 65 %)

$$n = \frac{V_s e}{V_s (1 + e)} = \frac{e}{1 + e} \quad n(\%) = \frac{\text{Volume of voids } (V_v)}{\text{Total volume of soil sample } (V_t)} \times 100$$

(3) **Doygunluk derecesi (Degree of Saturation),  $S$** , (yüzde olarak sunulur 100 %, 65 %)

$$S(\%) = \frac{\text{Total volume of voids contains water } (V_w)}{\text{Total volume of voids } (V_v)} \times 100$$

# Tipik Değerler

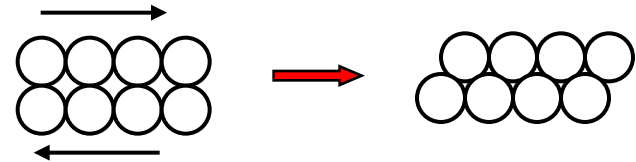
Description	Void Ratio		Porosity (%)		Dry Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	
	$e_{max}$	$e_{min}$	$n_{max}$	$n_{min}$	$\gamma_{dmin}$	$\gamma_{dmax}$
Uniform spheres	0.92	0.35	47.6	26.0	—	—
Standard Ottawa sand	0.80	0.50	44	33	14.5	17.3
Clean uniform sand	1.0	0.40	50	29	13.0	18.5
Uniform inorganic silt	1.1	0.40	52	29	12.6	18.5
Silty sand	0.90	0.30	47	23	13.7	20.0
Fine to coarse sand	0.95	0.20	49	17	13.4	21.7
Micaceous sand	1.2	0.40	55	29	11.9	18.9
Silty sand and gravel	0.85	0.14	46	12	14.0	22.9

After B. K. Hough, *Basic Soils Engineering*. Copyright © 1957, The Ronald Press Company, New York.

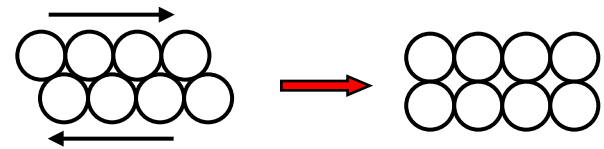
(Lambe and Whitman, 1979)



Basit kübik (SC),  $e = 0.91$ ,



Kübik-tetrahedral (CT),  $e = 0.65$ ,



## Doygunluk derecesi (Degree of saturation), (S)

$$S(\%) = \frac{\text{Total volume of voids contains water } (V_w)}{\text{Total volume of voids } (V_v)} \times 100$$

- Tümüyle kuru zemin  $S = 0 \%$
- Tümüyle doymun zemin  $S = 100\%$
- Doymun olmayan (kısmen doymun zemin)  $0\% < S < 100\%$

## Su içeriği (Water content) (w)

$$w(\%) = \frac{M_w}{M_s} = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

# Yoğunluk ve birim hacim ağırlık

- Kütle madde miktarıdır ve evrenin her yerinde aynıdır.
- Ağırlık kütleye etki eden yerçekimi kuvvetinin büyüklüğüdür. (Newton'un ikinci yasası  $F = mg$ )
- Hesaplamalarda genellikle birim hacim ağırlık tercih edilir.
- **BİRİM ÇEVİRME**

$$\text{Density, } \rho = \frac{\text{Mass}}{\text{Volume}}$$

$$\text{Unit weight, } \gamma = \frac{\text{Weight}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Mass} \cdot g}{\text{Volume}}$$

$g$  : acceleration due to gravity

$$\gamma = \rho \cdot g = \rho \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$$

$$\text{Water, } \gamma = 9.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$G_s = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{\rho_s \cdot g}{\rho_w \cdot g} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

# Ağırlık İlişkileri

## (1) Su içeriği $w$ (%)

$$w(\%) = \frac{\text{Mass of water } (M_w)}{\text{Mass of soil solids } (M_s)} \times 100$$

Bazı organik topraklarda  $w > \%100$ ,  
% 500'e kadar ulaşabilir.

## (2) Suyun yoğunluğu (sıcaklığa bağlı olarak çok az değişir)

$$\rho_w = 1 \text{ g / cm}^3 = 1 \text{ t / m}^3 = 1 \text{ Mg / m}^3$$

## (3) Toprağın yoğunluğu

### a. Kuru yoğunluk

$$\rho_d = \frac{\text{Mass of soil solids } (M_s)}{\text{Total volume of soil sample } (V_t)}$$

### b. Toplam, nemli (doğal) yoğunluk

( $0\% < S < 100\%$ , Kısmen doymuş)

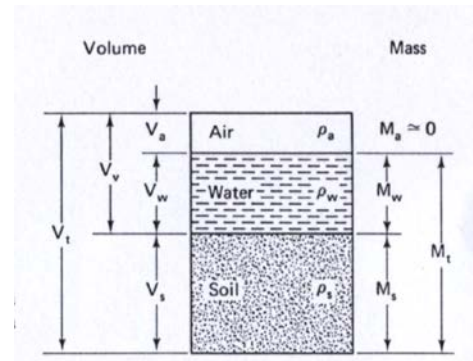
$$\rho = \frac{\text{Mass of soil sample } (M_s + M_w)}{\text{Total volume of soil sample } (V_t)}$$

### c. Doymuş yoğunluk ( $S=100\%$ , $V_a=0$ )

$$\rho_{\text{sat}} = \frac{\text{Mass of soil solids + water } (M_s + M_w)}{\text{Total volume of soil sample } (V_t)}$$

### d. Batık (Submerged) (Buoyant) yoğunluk

$$\rho' = \rho_{\text{sat}} - \rho_w$$



# Diğer İlişkiler

- (1) Özgül ağırlık ( $G_s$ ): katı tanelerin ağırlığının katı tanelerin hacmi kadar suyun ağırlığına oranı:

$$G_s = \frac{W_s}{V_s \times \gamma_w}$$

$$G_s = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

$$\rho_w \cdot S \cdot e = w \cdot \rho_s$$
$$S \cdot e = w \cdot G_s$$

- (2) Özgül hacim (Specific volume,  $V'$ ): toprak hacminin birim katı tane hacmine oranı

$$V' = \frac{V_t}{V_s} = 1 + e$$

$$n = \frac{e}{1 + e}$$

$$\gamma = \frac{G_s + S \cdot e}{1 + e} \gamma_w$$

$\rho$   $\rho_w$



# Tipik özgül ağırlık değerleri

**Table 3.1 Specific Gravities of Minerals**

Quartz	2.65
K-Feldspars	2.54–2.57
Na–Ca-Feldspars	2.62–2.76
Calcite	2.72
Dolomite	2.85
Muscovite	2.7–3.1
Biotite	2.8–3.2
Chlorite	2.6–2.9
Pyrophyllite	2.84
Serpentine	2.2–2.7
Kaolinite	2.61 <sup>a</sup>
	2.64 ± 0.02
Halloysite (2 H <sub>2</sub> O)	2.55
Illite	2.84 <sup>a</sup>
	2.60–2.86
Montmorillonite	2.74 <sup>a</sup>
	2.75–2.78
Attapulgit	2.30

<sup>a</sup> Calculated from crystal structure.

(Lambe and Whitman, 1979)

**Table 2.2 Specific Gravities of Common Minerals<sup>a</sup>**

Mineral	G
Halite	2.1–2.6
Gypsum	2.3–2.4
Serpentine	2.3–2.6
Orthoclase	2.5–2.6
Chalcedony	2.6–2.64
Quartz	2.65
Plagioclase	2.6–2.8
Chlorite and illite	2.6–3.0
Calcite	2.7
Muscovite	2.7–3.0
Biotite	2.8–3.1
Dolomite	2.8–3.1
Anhydrite	2.9–3.0
Pyroxene	3.2–3.6
Olivine	3.2–3.6
Barite	4.3–4.6
Magnetite	4.4–5.2
Pyrite	4.9–5.2
Galena	7.4–7.6

<sup>a</sup> A. N. Winchell (1942).

(Goodman, 1989)

# Faz problemlerinin çözümü

*Aşağıdaki kuralları unutma:*

1. Basit tanımları unutma  $w$ ,  $e$ ,  $\rho_s$ ,  $S$ , vd.
2. Faz diyagramını çiz.
3.  $V_s=1$  veya  $V_t=1$  olarak kabul et (**eğer verilmemiş ise**).
4. Bu ilişkiyi çoğu kez dene;  $\rho_w Se = w\rho_s$  ve/veya  $Se = wG_s$

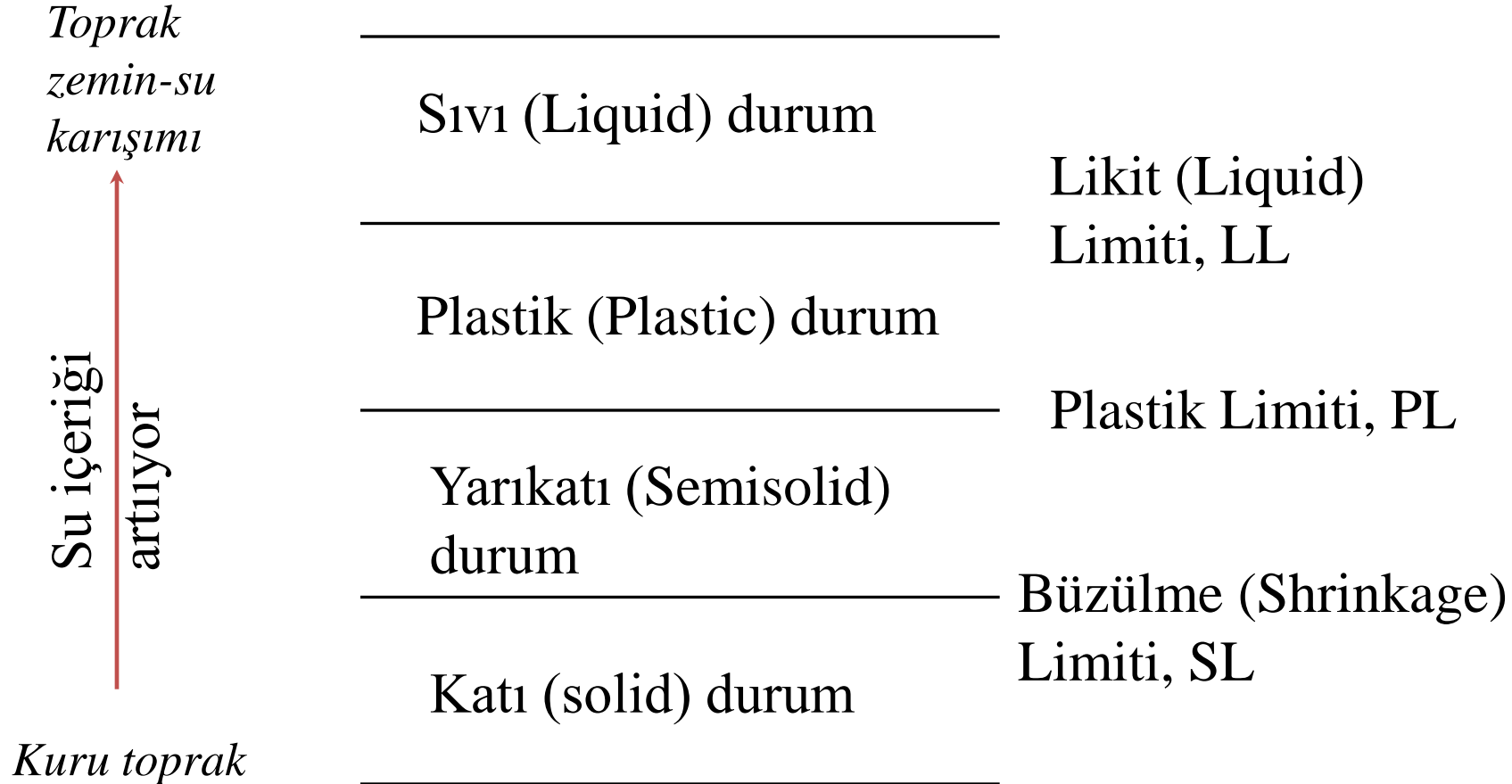
$$\gamma = \frac{G_s + S.e}{1 + e} \quad \gamma_w$$

$\rho$   $\rho_w$

**Kıvam Limitleri (Atterberg Limitleri)  
ve  
Kıvamlılık İndisleri**

# Kıvam Limitleri

- İnce taneli zeminlerde suyun varlığı mühendislik davranışını doğrudan etkiler. Bu etkileri tanımlayan referans indekslere gereksinim vardır.



# Likit (Liquid) Limit-LL

## Casagrande Yöntemi

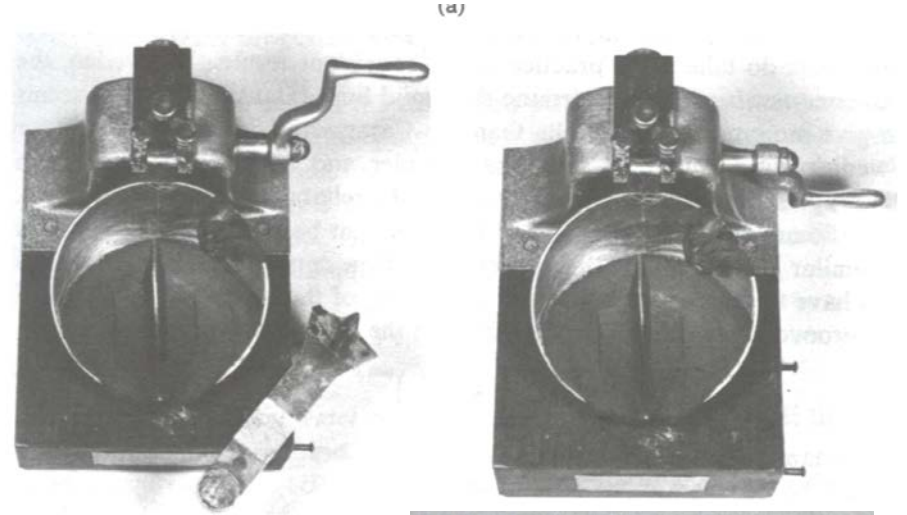
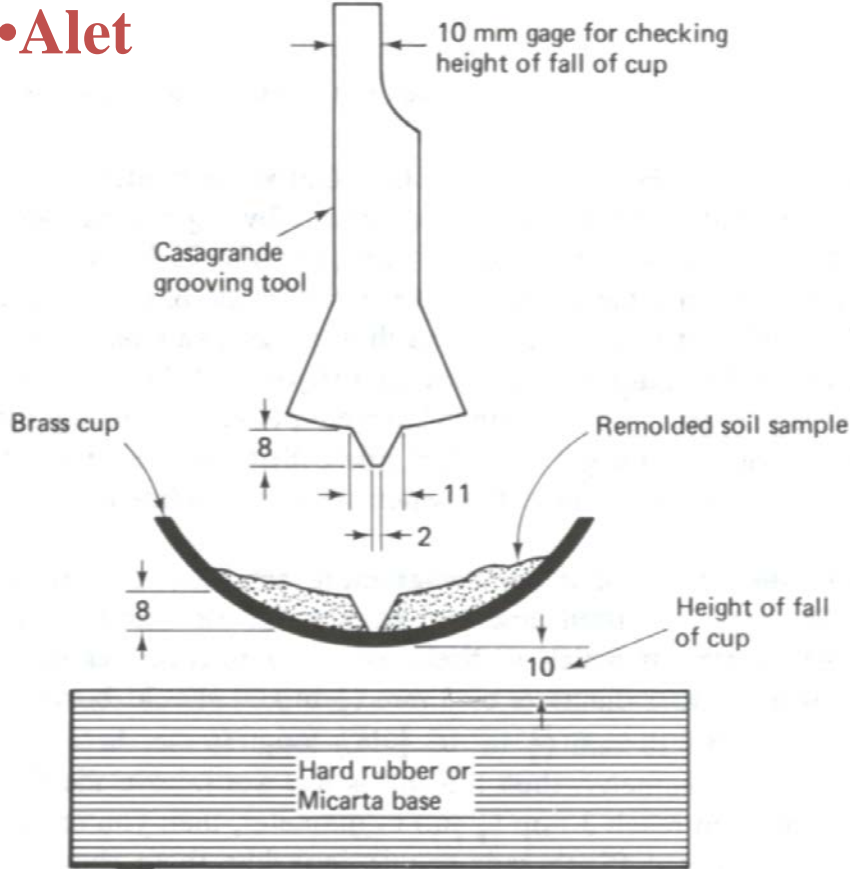
- (ASTM D4318-95a)
- Prof. Casagrande, testi standartlaştırmıştır.

## Konik penetrometre (Cone Penetrometer) Yöntemi

- (BS 1377: Part 2: 1990:4.3)
- Bu yöntem the Transport and Road Research Laboratory, UK tarafından geliştirilmiştir.

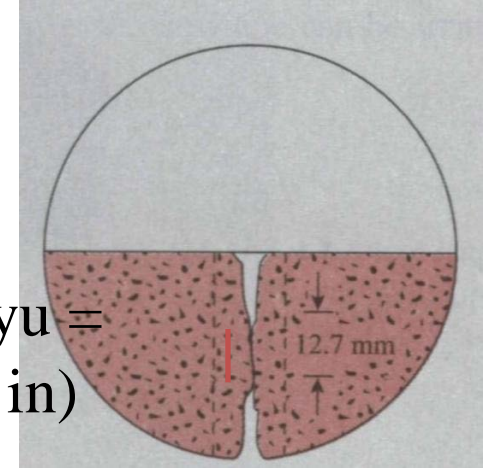
# Casagrande Yöntemi

## •Alet



N=25 düşüm

Kapanma boyu =  
12.7mm (0.5 in)

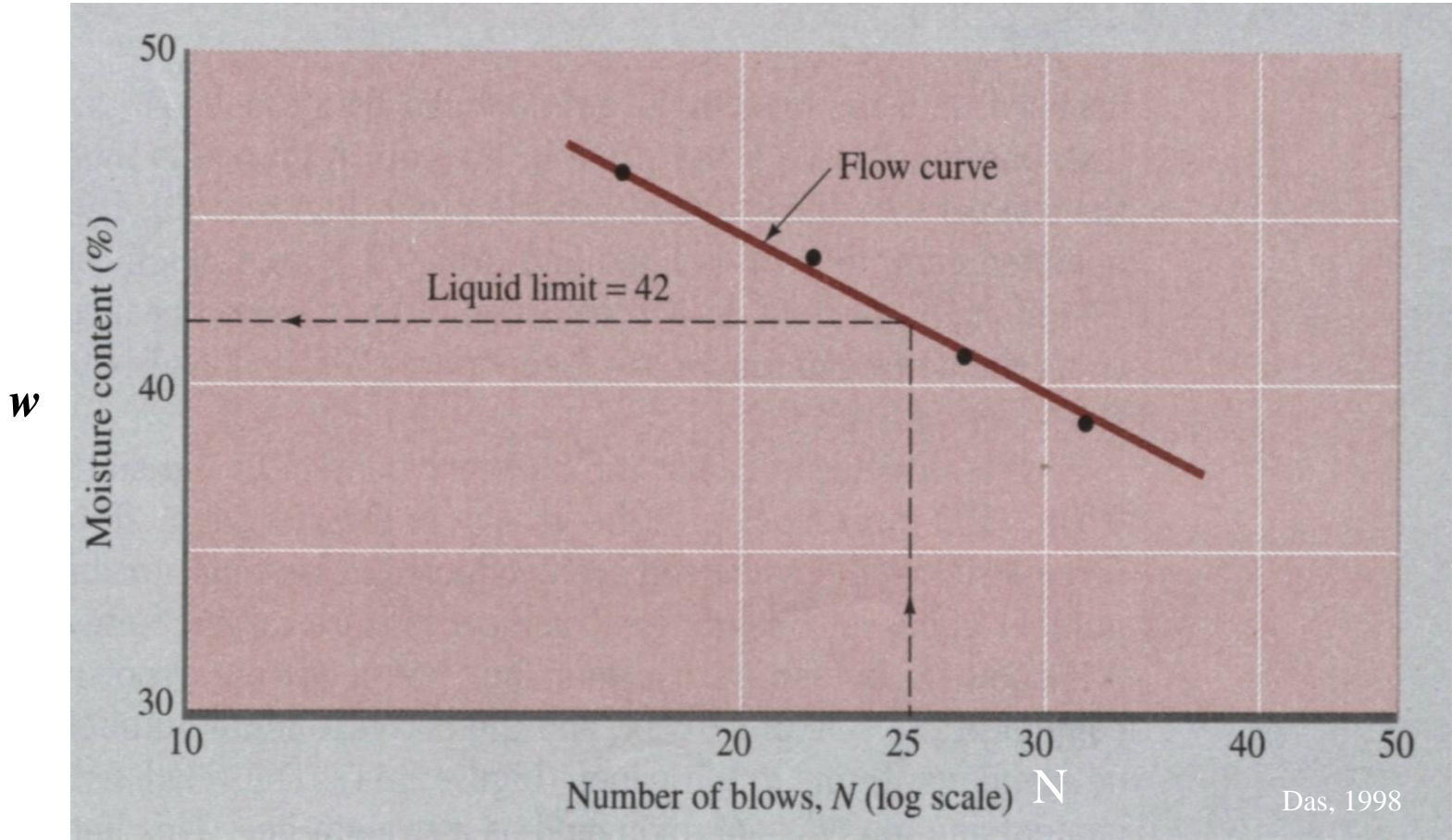


(Holtz and Kovacs, 1981)

**TANIM:** 25 düşüm ile kapanma boyunun 0.5 inch (12.7mm)'e ulaştığı andaki su içeriği

# Casagrande Yöntemi

- Çok noktalı grafiksel çözüm



# Casagrande Yöntemi

## Tek noktalı çözüm

- Akış eğrisinin eğimi sabit kabul edilir.
- Eğim 767 liquid limit tests ile belirlemiştir.

$$LL = w_n \left( \frac{N}{25} \right)^{\tan \beta}$$

$N = \text{number of blows}$

$w_n = \text{corresponding moisture content}$

$$\tan \beta = 0.121$$

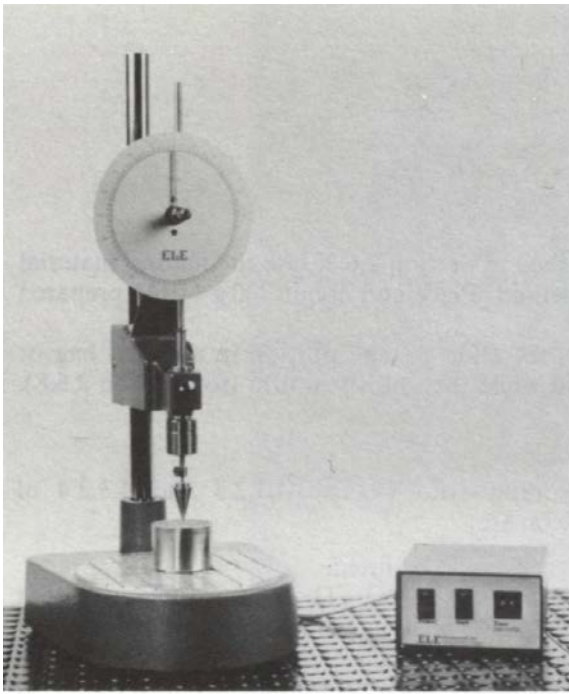
## Sınırlamalar:

- $\beta$  ampirik katsayısı her zaman 0.121 olmayabilir.
- Düşüm sayısının 20 ile 30 arasındaki değerleri için daha iyi sonuç alınır.



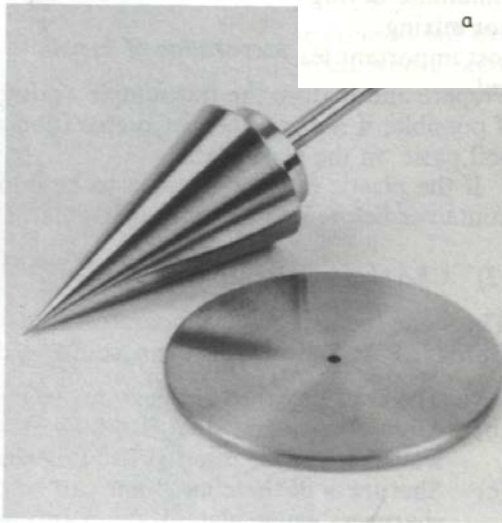
# Konik Penetrometre (Cone Penetrometer) Yöntemi

- Alet



(a)

Fig. 2.11 Apparatus for cone penetrometer liquid test: (a) Cone penetrometer with automatic timing device, (b) cone and gauge plate



(b)

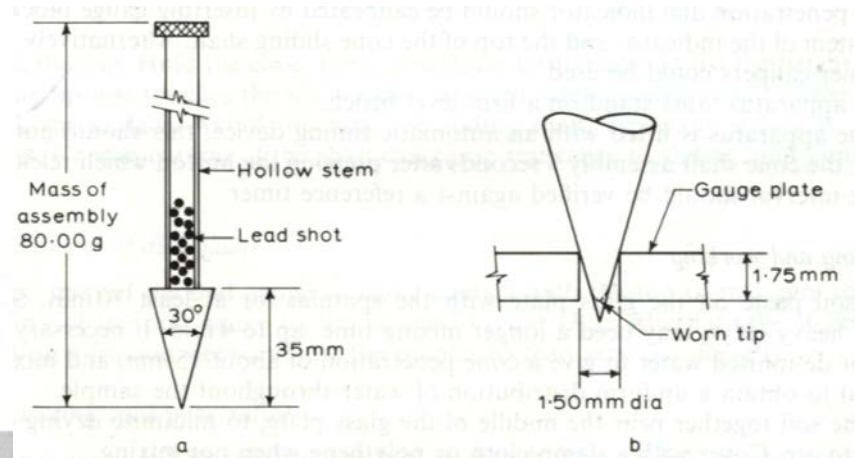


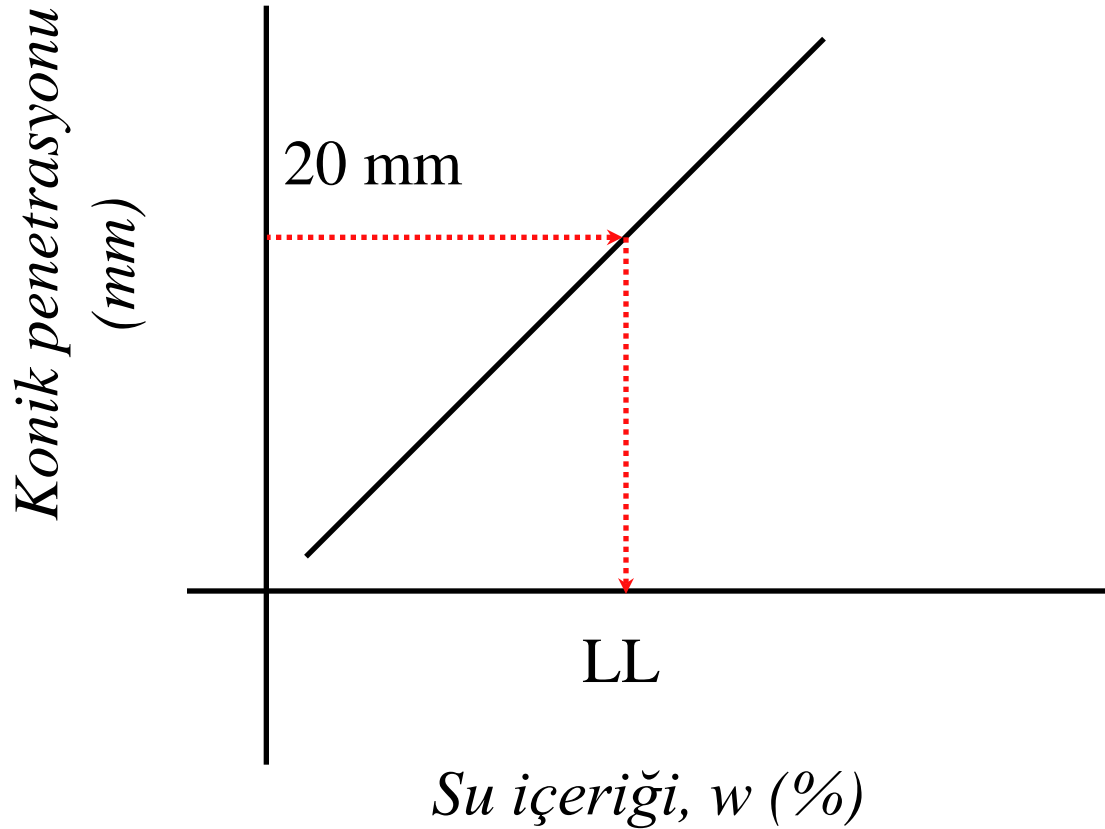
Fig. 2.12 Details of cone for penetrometer

Transport and Road  
Research  
Laboratory.

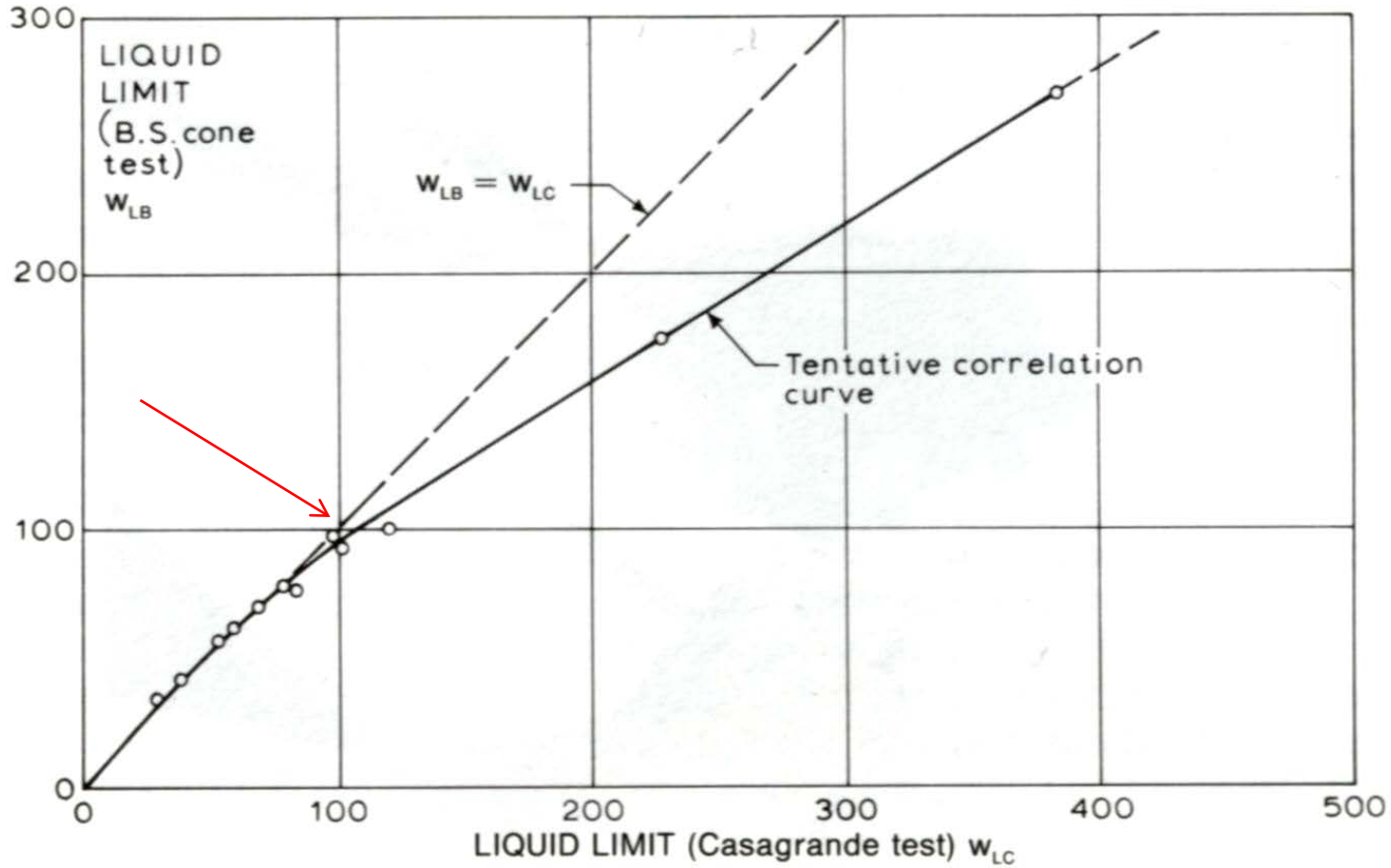
(Head, 1992)

# Konik Penetrometre Yöntemi

Çok noktalı çözüm



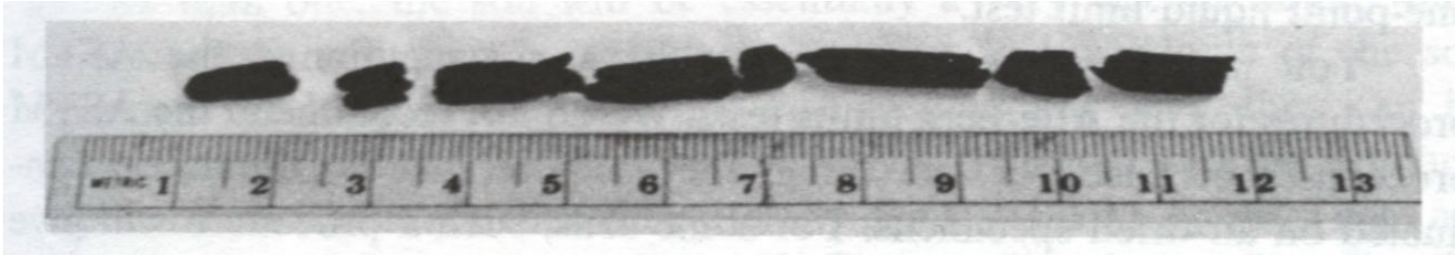
# Karşılaştırma



**LL < 100  
için  
sonuçlar  
uyumludur.**

Fig. 2.9 Correlation of liquid limit results from two test methods

# Plastik Limit-PL

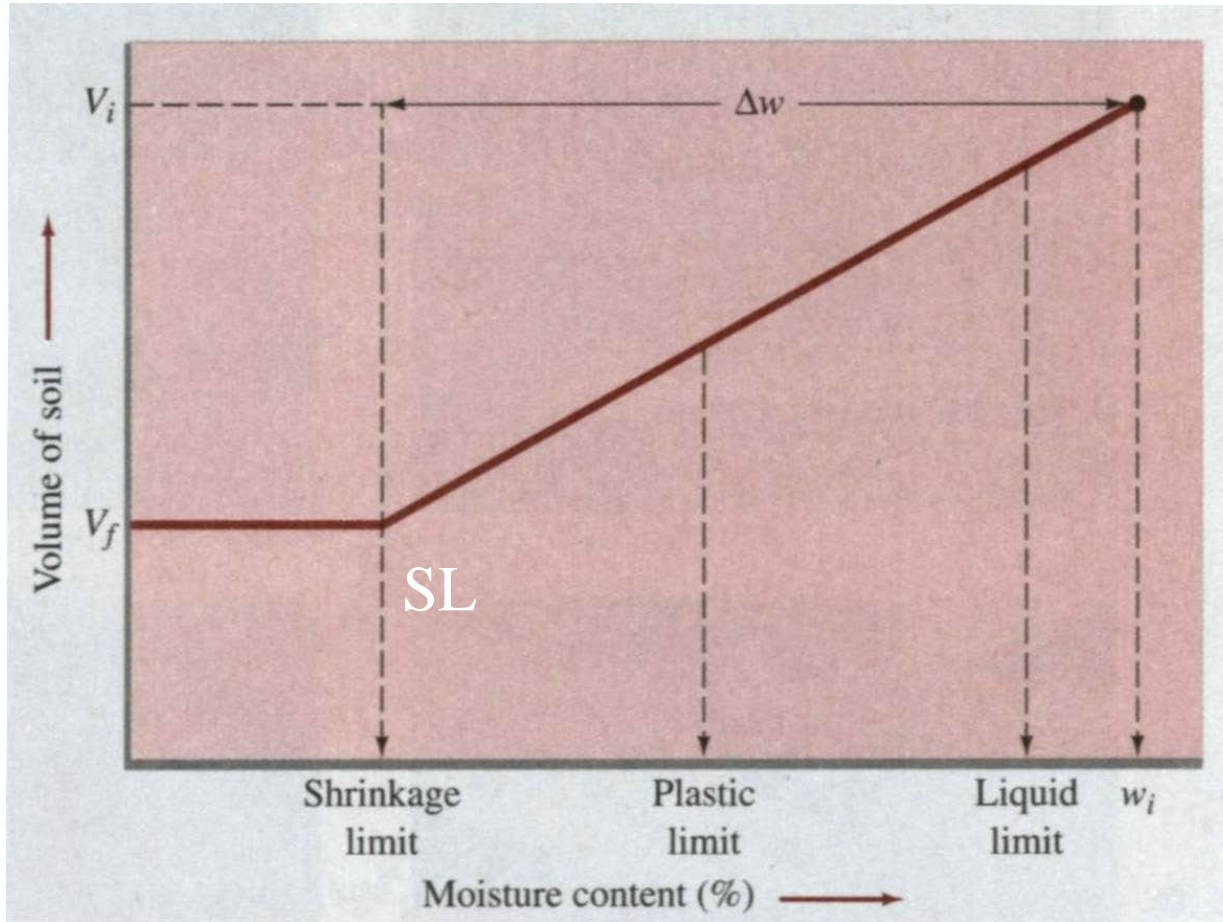


(Holtz and Kovacs, 1981)

Ovularak silindirik Őekle getirilen toprak zemin 6rneęinin **3.2 mm çapa** eriŐtięinde kılcal enine çatlamalar g6zleniyor ise, bu 6rneęin su içeriği PL'dir.

ASTM D4318-95a, BS1377: Part 2:1990:5.3

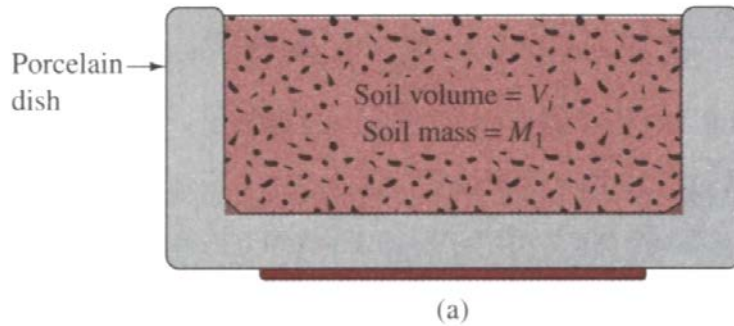
# Büzölme (Shrinkage) Limit-SL



## TANIM:

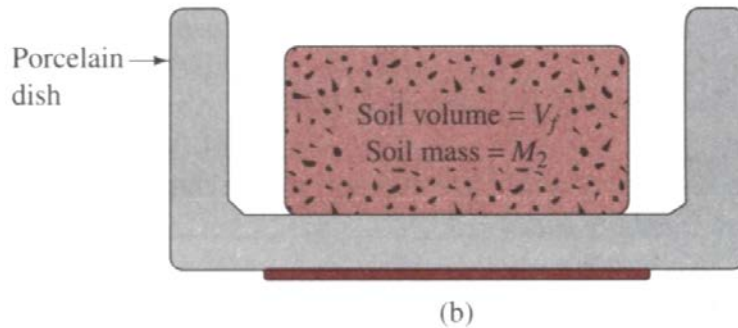
Kurumaya bağı olarak hacimsel küçülmenin durduğu andaki su içeriği SL'dir.

# Büzülme Limiti-SL (Cont.)



**Toprak hacmi:  $V_i$**

**Toprak kütlesi:  $M_1$**



**Toprak hacmi:  $V_f$**

**Toprak kütlesi:  $M_2$**

(Das, 1998)

$$SL = w_i (\%) - \Delta w (\%)$$

$$= \left( \frac{M_1 - M_2}{M_2} \right) (100) - \left( \frac{V_i - V_f}{M_2} \right) (\rho_w) (100)$$

# Kıvam limitleri için tipik değerler

**Table 10.1 Atterberg Limit Values for the Clay Minerals.**

Mineral <sup>a</sup>	Liquid Limit (%)	Plastic Limit (%)	Shrinkage Limit
Montmorillonite	100–900	50–100	8.5–15
Nontronite	37–72	19–27	
Illite	60–120	35–60	15–17
Kaolinite	30–110	25–40	25–29
Hydrated Halloysite	50–70	47–60	
Dehydrated Halloysite	35–55	30–45	
Attapulgite	160–230	100–120	
Chlorite	44–47	36–40	
Allophane (undried)	200–250	130–140	

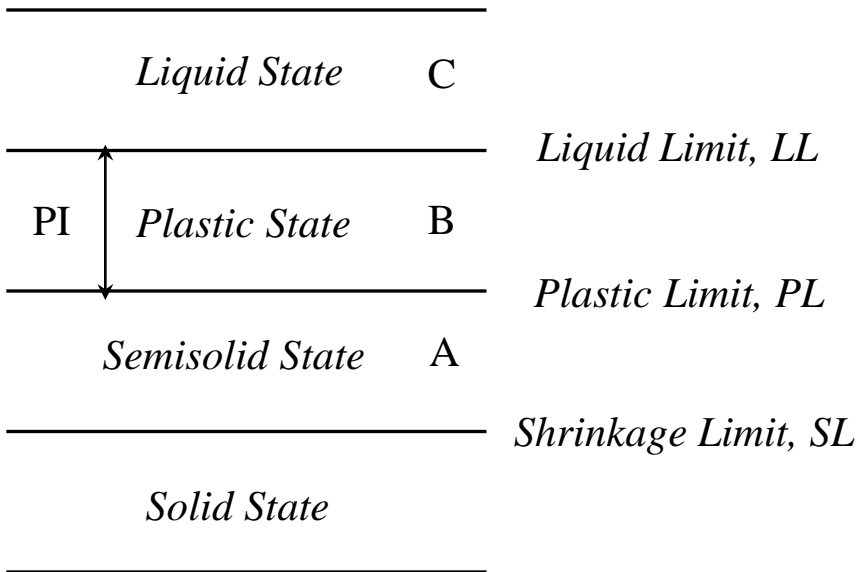
(Mitchell, 1993)

# İndisler

## Plastisite (Plasticity) indeksi, PI

- Plastik durumun geçerli olduğu su içeriği aralığını ifade eder.

$$PI = LL - PL$$



## Sıvılık (Liquidity) indeksi, LI

- Doğal nem içeriğine göre zemin davranışını yorumlayan bir indistir.

$$LI = \frac{w - PL}{PI} = \frac{w - PL}{LL - PL}$$

*w is the water content*

LI < 0 (A), makaslanınca kırılır.

0 < LI < 1 (B), makaslanınca plastik davranır

LI > 1 (C), makaslanınca sıvı olarak davranır.



# İndisler

**Aktivite (Activity) indeksi** (Skempton, 1953)

$$A = \frac{PI}{\% \text{ Kil yüzdesi (ağırlıkça)}} \\ \text{Kilyüzdesi : } < 0.002 \text{ mm}$$

## • AMAÇ

Kıvam limitlerini etkileyen kilin **miktarı** ve **türünü** yorumlamayı amaçlar.

■ Normal killer:  $0.75 < A < 1.25$

■ Aktif olmayan killer:  $A < 0.75$

■ Aktif killer:  $A > 1.25$

Yüksek aktivite:

Islanınca yüksek hacim değişimi,

Kuruyunca yüksek büzülme oranı

**Table 10.4 Activities of Various Clay Minerals.**

Mineral	Activity <sup>a</sup>
Smectites	1-7
Illite	0.5-1
Kaolinite	0.5
Halloysite (2H <sub>2</sub> O)	0.5
Halloysite (4H <sub>2</sub> O)	0.1
Attapulgite	0.5-1.2
Allophane	0.5-1.2

# 3. MÜHENDİSLİK AMAÇLI TOPRAK SINIFLANMASI

# AMAÇ

- Basit indislerle benzer davranışa sahip toprak gruplarının oluşturulması ve sınıflanması, mühendislik özelliklerini kestirmek ve genel olarak mühendisler arasında iletişimi sağlamak.





# Sınıflama sistemleri

## Yaygın olarak kullanılan iki sistem:

- Birleştirilmiş Zemin sınıflaması- Unified Soil Classification System (USCS).
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) System

# Toprak Zeminin Dokusu

Toprak zeminin dokusu, tanelerin boyutuna, şekline ve taneboyu dağılımına bağlıdır.

İri taneli zeminler

(Coarse-grained soils):

Çakıl (Gravel) Kum (Sand)

İnce taneli zeminler

(Fine-grained soils):

Silt Kil (Clay)



**0.075 mm (USCS)**

**0.06 mm (BS)**



Elek analizi

Hidrometre analizi

# Toprak Zeminlerin Özellikleri

**TABLE 2-2** Textural and Other Characteristics of Soils

Soil name:	Gravels, Sands	Silts	Clays
Grain size:	Coarse grained Can see individual grains by eye	Fine grained Cannot see individual grains	Fine grained Cannot see individual grains
Characteristics:	Nonplastic Granular	Nonplastic Granular	Plastic —
Effect of water on engineering behavior:	Relatively unimportant (exception: loose saturated granular materials and dynamic loadings)	Important	Very important
Effect of grain size distribution on engineering behavior:	Important	Relatively unimportant	Relatively unimportant

# Taneboyu

Çakıl                      Kum                      Silt                      Kil

**USCS** 4.75                      0.075

**BS** 2.0                      0.06                      0.002  
birim: mm

USCS: Unified Soil Classification

BS: British Standards

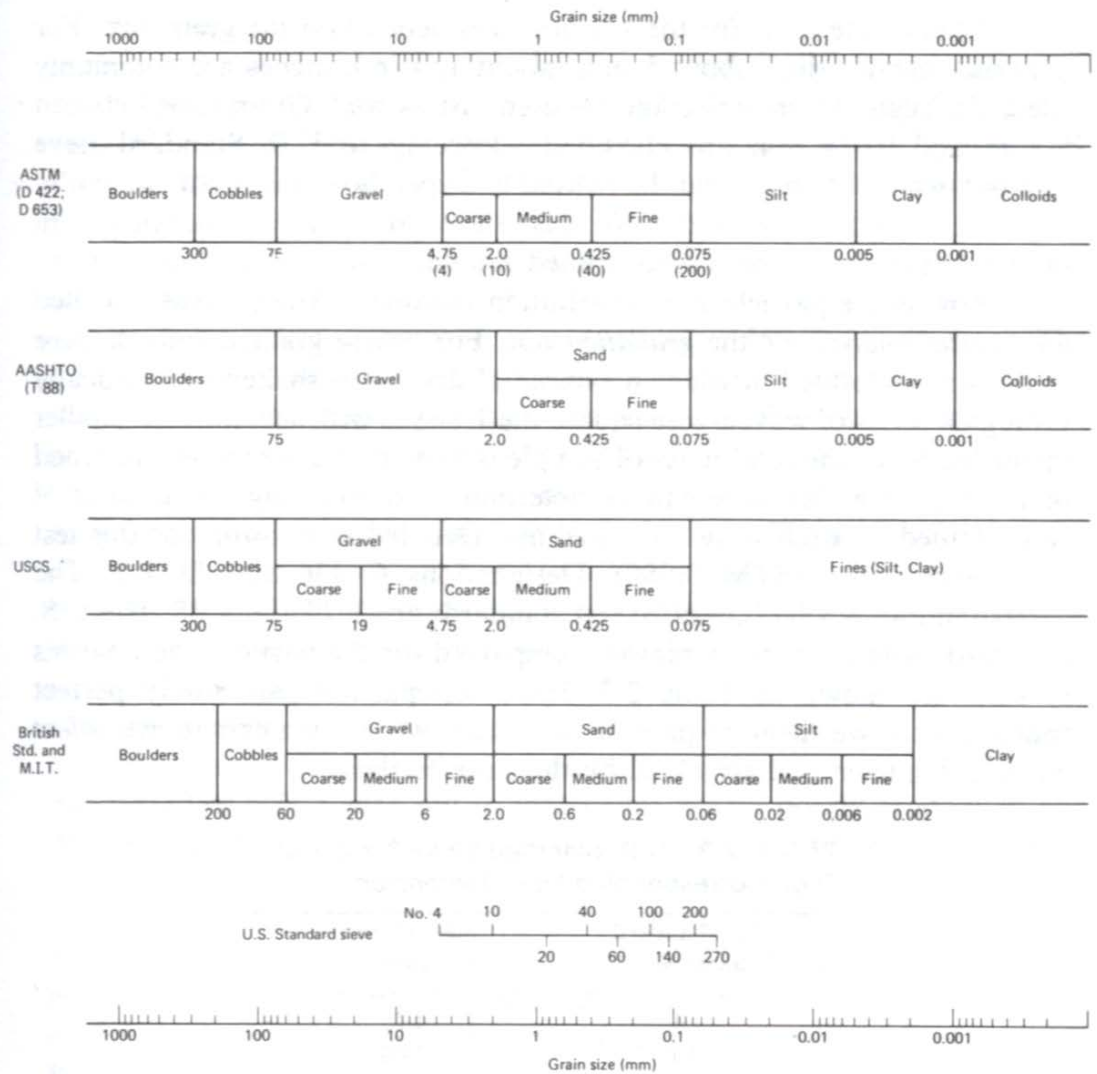


Fig. 2.3 Grain size ranges according to several engineering soil classification systems (modified after Al-Hussaini, 1977).

ASTM = American Society for Testing and Materials (1980)  
AASHTO = American Association for State Highway and Transportation Officials (1978)  
USCS = Unified Soil Classification System (U.S. Bureau of Reclamation, 1974; U.S. Army Engineer WES, 1960)  
M.L.T. = Massachusetts Institute of Technology (Taylor, 1948)

# HATIRLA:

## Kil boyutu taneler

Örneğin:

Kuvars kil minerallerinin boyutuna öğütülebilir ????

## Kil mineralleri

Örneğin:

Kaolinit, İllit, vb.



# Taneboyu Dağılımı

## •Deney

İri taneli zeminler:

Çakıl

Kum

İnce taneli zeminler:

Silt

Kil



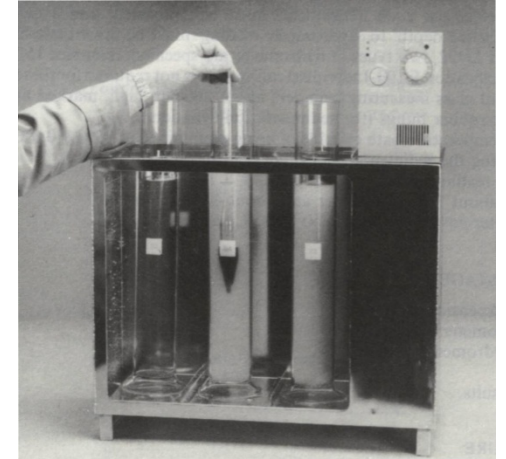
**0.075 mm (USCS)**

**0.06 mm (BS)**



(Head, 1992)

Elek analizi



Hidrometre analizi

# Taneboyu Dağılımı

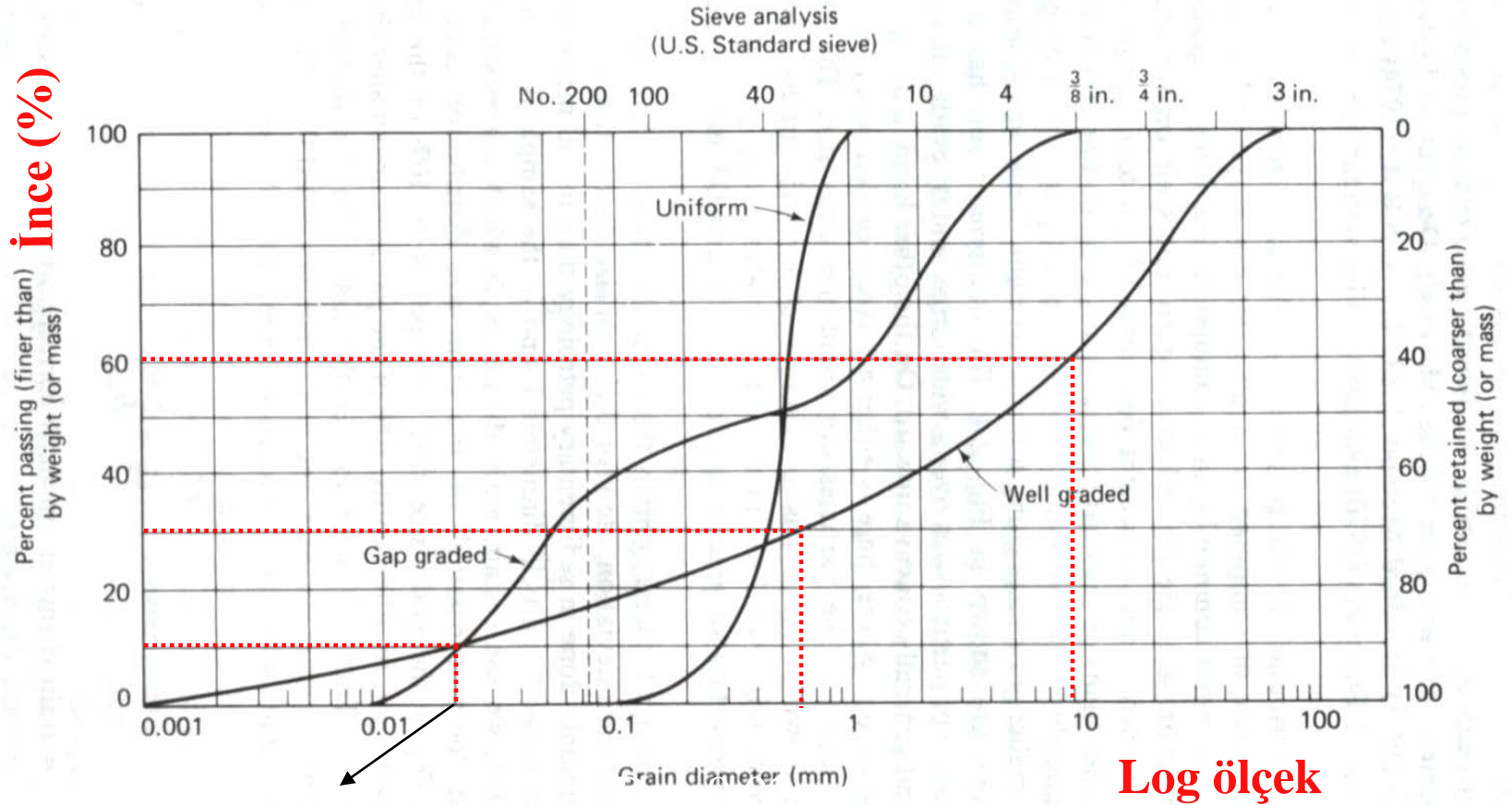


Fig. 2.4 Typical grain size distributions.

# Taneboyu dağılımı

- Şeklini tanımlamak
- Örneğin: (iyi derecelenmiş) well graded  
 $D_{10} = 0.02 \text{ mm}$  (effective size)  
 $D_{30} = 0.6 \text{ mm}$   
 $D_{60} = 9 \text{ mm}$

Uniformluk

(Coefficient of uniformity)

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{9}{0.02} = 450$$

Egrisellik

(Coefficient of curvature)

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} = \frac{(0.6)^2}{(0.02)(9)} = 2$$

- Değerlendirme ölçütü

*İyi derecelenmiş*

*(Well – graded ) toprak*

$$1 < C_c < 3 \text{ and } C_u \geq 4$$

*(çakıakıl – gravels–)*

$$1 < C_c < 3 \text{ and } C_u \geq 6$$

*(kumlar – sands)*

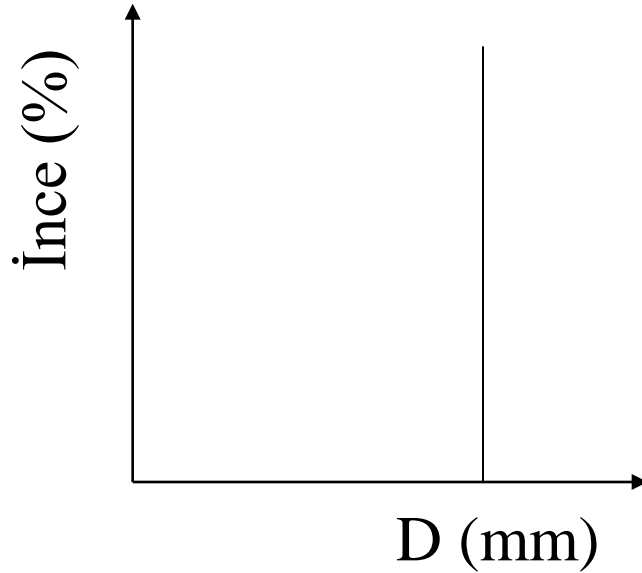
- **SORU**

**tek bir tane boyundan oluşan zeminin  $C_u$  değeri nedir?**

# CEVAP

## •SORU

tek bir tane boyundan oluşan zeminin  $C_u$  değeri nedir?



Coefficient of uniformity

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1$$

Taneboyu dağılımı

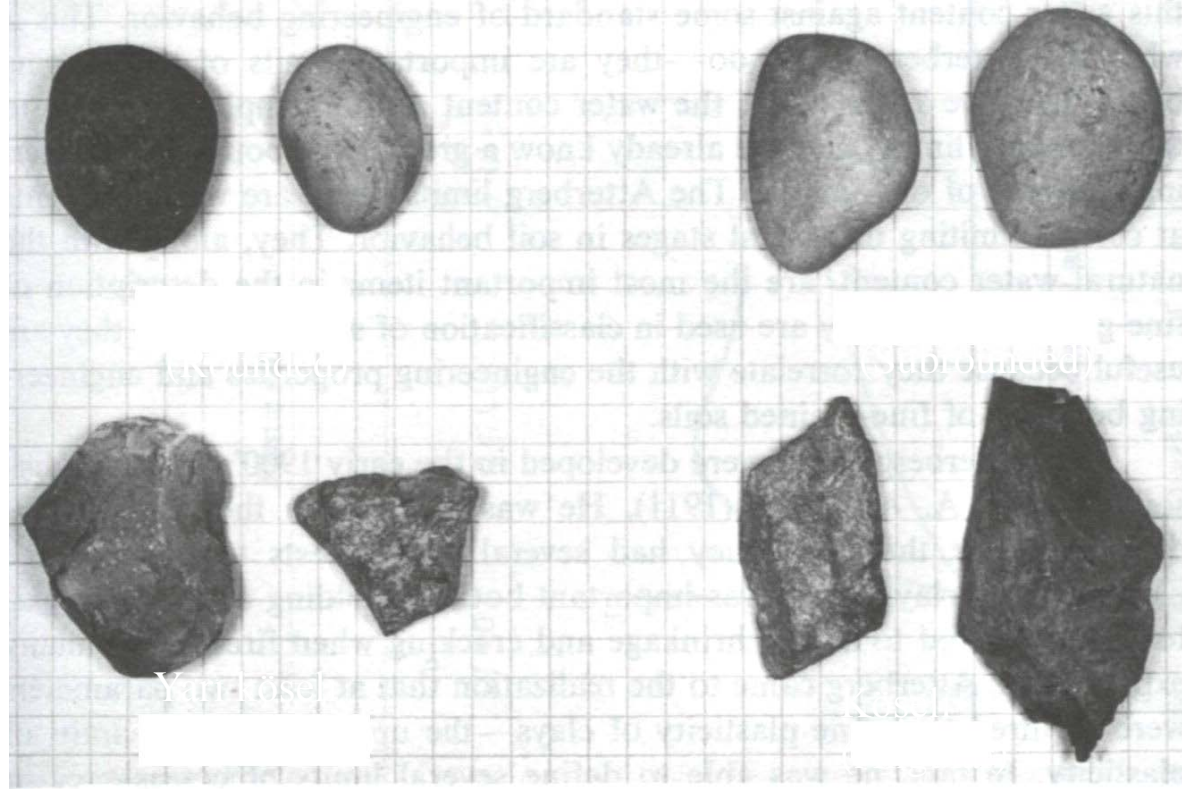
# Taneboyu Dağılımı

- **Mühendislik uygulamasındaki anlamı**
  - Toprak zemin dokusunu tanımlar ve zemin sınıflamasına girdi sağlar.
  - Derecelenme + boylanma ile ilgili bilgi sağlar.
  - Dolgu malzemesi olarak malzeme seçiminde, yol temel malzeme seçiminde veya beton agregası seçiminde kullanılabilir.
  - Dinamik kompaksiyon, enjeksiyon gibi zemin iyileştirme yöntemlerinin seçiminde kullanılabilir.
  - Etkin taneçapı ile hidrolik iletkenliğin tahmininde (Hazen's Equation) kullanılabilir.

*Taneboyu dağılım eğrisi **İRİ TANELİ MALZEMELER** için daha önemlidir.*

# Tane şekli

İri taneli  
zeminler



- Taneli (granular) zeminler için önemlidir.
- Köşeli taneler → yüksek sürtünme direnci
- Yuvarlak taneler → düşük sürtünme direnci

(Holtz and Kovacs, 1981)

# Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi (USCS)

## USCS sınıflama sistami:

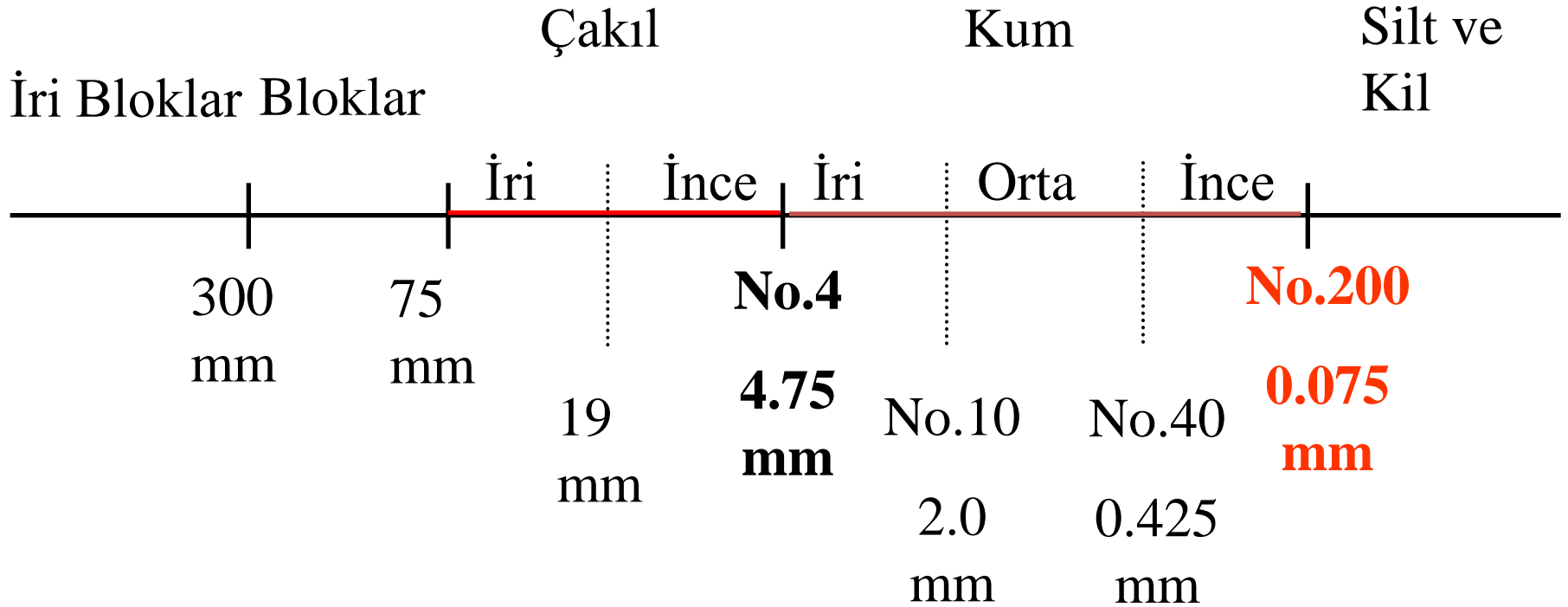
Bu sistem ilk kez Prof. A. Casagrande (1948) tarafından II. Dünya savaşında kullanılan hava alanlarının inşası sırasında geliştirilmiştir. Daha sonra, sistem barajlar, temeller ve diğer yapıların inşasında kullanılabilir şekilde, Prof. Casagrande, the U.S. Bureau of Reclamation, and the U.S. Army Corps of Engineers tarafından modifiye edilmiştir (Holtz and Kovacs, 1981).

Ana toprak bileřenleri:

- (1) İri taneli
- (2) İnce taneli
- (3) Organik zeminler
- (4) Bataklık-turba (Peat)  
zeminler

# Taneboyunun tanımı

*Taneboyu dağılımı kullanılmaz- Kıvam limitleri kullanılır.*





# Genel yol

50 %

İri taneli zeminler:

Çakıl (Gravel)

NO. 4  
4.75 mm

Kum (Sand)

NO.200  
0.075 mm

50 %

İnce taneli zeminler:

Silt

Kil

•Taneboyu dağılımı

• $C_u$

• $C_c$

•PL, LL  $LL > 50$   $LL < 50$

•Plastisite abağı

Gerekli deneyler: Elek analizi  
ve Kıvam limitleri



# Semboller

## Zemin Sembolü:

G: Çakıl (Gravel)

S: Kum (Sand)

M: Silt (Silt)

C: Kil (Clay)

O: Organik

Pt: Peat

Örnek: SW, iyi derecelenmiş kum

SC, Killi kum

SM, Siltli kum

MH, Yüksek plastisiteli silt

## Likit limit sembolü:

H: Yüksek LL (LL>%50)

L: Düşük (LL<%50)

## Derecelenme sembolü:

W: İyi derecelenmiş (Well-graded)

P: Kötü derecelenmiş (Poorly-graded)

Well – graded soil

$1 < C_c < 3$  and  $C_u \geq 4$   
(for gravels)

$1 < C_c < 3$  and  $C_u \geq 6$   
(for sands)

# Plastisite abağı

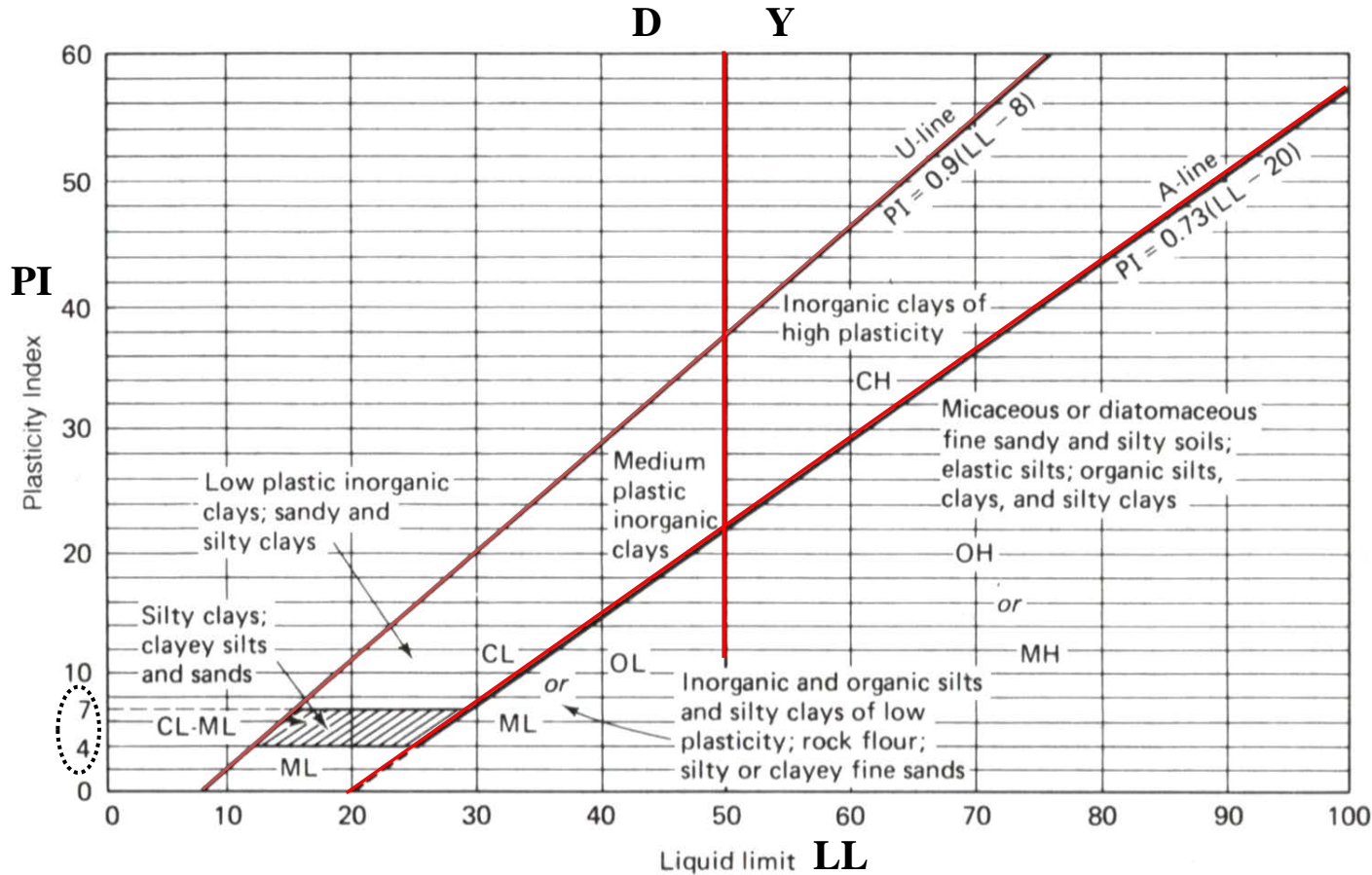


Fig. 3.2 Casagrande's plasticity chart, showing several representative soil types (developed from Casagrande, 1948, and Howard, 1977).

(Holtz and Kovacs, 1981)

- A-çizgisi genellikle kil türü malzemelerisiltlerden, organik malzemeleri de inorganiklerden ayırmaya yarar.
- U-çizgisi ise, toprak malzemeler için ÜST SINIRI tanımlar.

**Not:** Belirlenen değerler, U çizgisinin SOLuna düşüyorsa, DEĞERLERİ KONTROL ETMELİSİNİZ.

# Sınıflama Yöntemi

İri taneli malzeme

Sınıflama aracı:  
Taneboyu eğrisi

COARSE  More than 50% retained sieve #200	Gravel: more than 50% coarse fraction retained on sieve #4	Less than 5% fines	$C_u > 4, 1 \leq C_c \leq 3$	→ GW
		More than 12% fines	Not satisfying GW	→ GP
	Sand: less than 50% coarse fraction retained on sieve #4	Less than 5% fines	Below 'A' line	→ GM
		More than 12% fines	Above 'A' line	→ GC

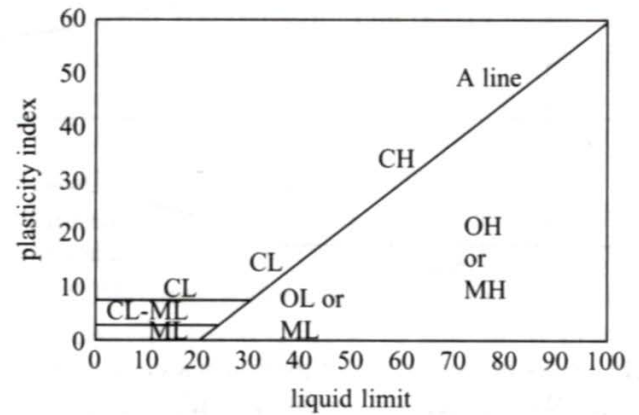
FINE	$LL < 50$	ML
------	-----------	----

İnce taneli malzeme

LL, PI

Less than 50% retained sieve #200	$LL > 50$	CL
-----------------------------------	-----------	----

$LL > 50$



ORGANIC SOILS

→ Pt

# Örnek

No.200 elekten geçen: 30 %

No.4 elekten geçen: 70 %

LL= 33

PI= 12

PI= 0.73(LL-20), A-line

PI=0.73(33-20)=9.49

**SC**  
**(Killi Kum)**

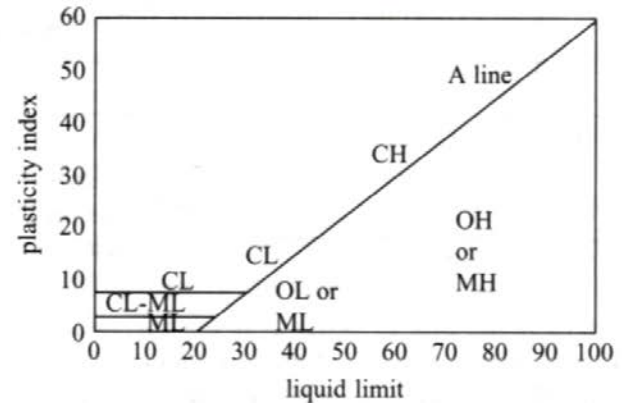
COARSE	Gravel: more than 50% coarse fraction retained on sieve #4	Less than 5% fines	$C_u > 4, 1 \leq C_c \leq 3$	→ GW
	More than 50% retained sieve #200	More than 12% fines	Not satisfying GW	→ GP
	Sand: less than 50% coarse fraction retained on sieve #4	Less than 5% fines	$C_u > 6, 1 \leq C_c \leq 3$	→ SW
		More than 12% fines	Not satisfying SW	→ SP
			Below 'A' line	→ SM
			Above 'A' line	→ SC

FINE

LL < 50

Less than 50% retained sieve #200

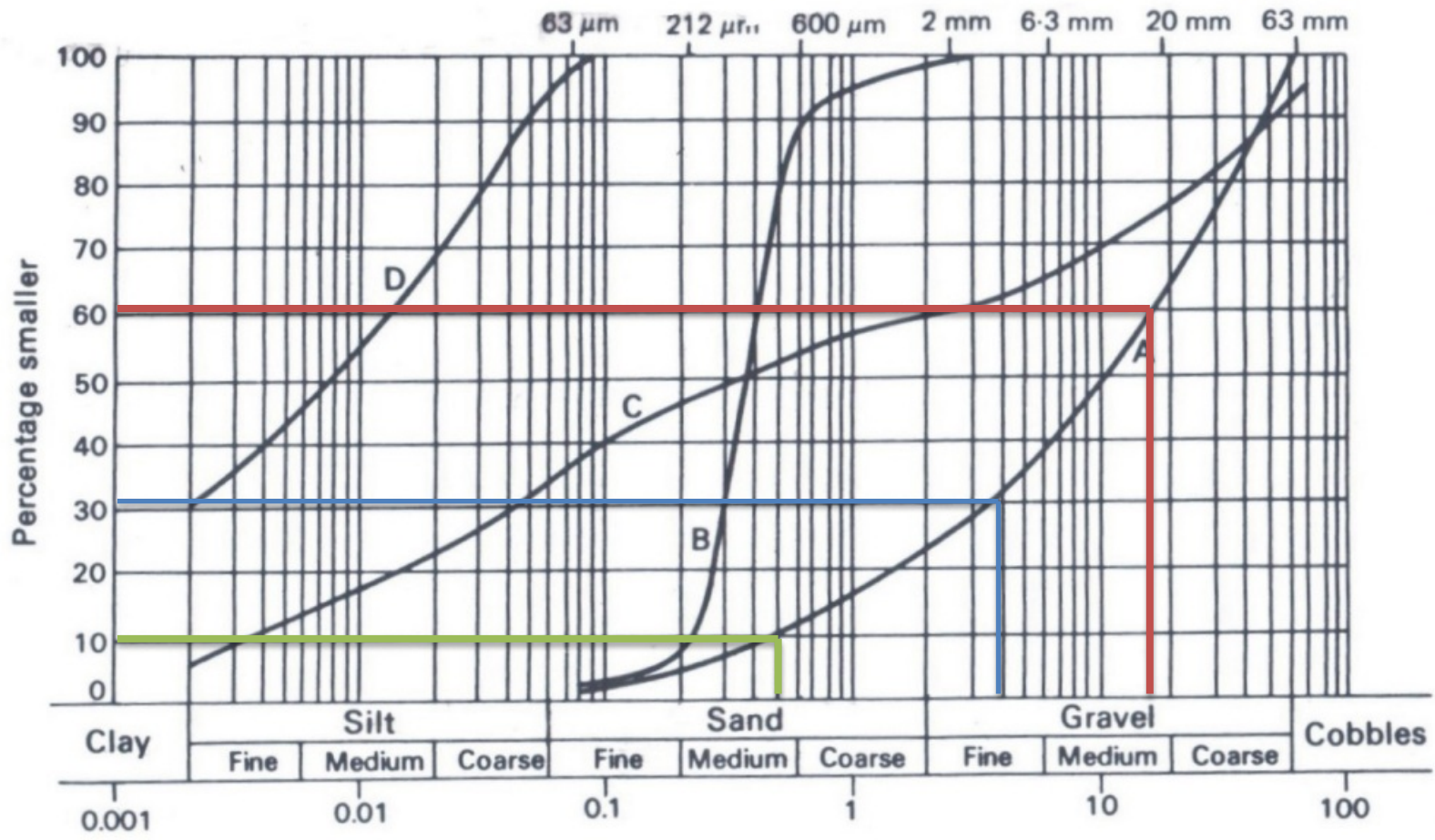
LL > 50



ML  
CL  
OL  
MH  
CH  
OH

ORGANIC SOILS

→ Pt



$D_{60}$

$D_{30}$

$D_{10}$

Ana bölümler		Grup Sembolü	Tipik adlandırma	Laboratuvarında sınıflama ölçütleri			
İri-taneli zeminler (Malzemenin yarıdan fazlası 200 no.lu elek açıklığından daha büyük)	Çakıllar (İri taneli malzemenin yarıdan fazlası 4 no.lu elek açıklığından daha büyük)	GW	İyi derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımı, ince malzeme çok az veya hiç yok	Tane boyu eğrisinden kum ve çakıl yüzdelemini saptayınız. İnce malzeme (< 200 no.lu elek açıklığı) yüzdesine dayanarak, iri taneli zeminler aşağıdaki gibi sınıflandırılır. % 5'den az ..... GW, GP, SW, SP % 12'den fazla ..... GW, GC, SM, SC % 5 - 12 arası ..... sınır zonu'daki malzeme (**)			
		GP	Kötü derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımı, ince malzeme çok az veya hiç yok				
		GM*	d		Siltli çakıl, çakıl-kum-silt karışımı	Atterberg limitleri "A" çizgisinin altında veya PI < 4	
			u			"A" çizgisinin üstünde ve PI 4 ile 7 arasında sınır zonunu oluşturur; (**)	
	Kumlar (İri taneli malzemenin yarıdan fazlası 4 no.lu elek açıklığından daha küçük)	İnce malzemeli çakıl (önemli miktarda ince malzeme içeriyor)	GC		Killi çakıl, çakıl-kum-silt karışımı	Atterberg limitleri "A" çizgisinin üstünde ve PI > 7	
			SW		İyi derecelenmiş kum, çakıllı kum, ince malzeme çok az veya hiç yok	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4 ; C_g = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} 1 \text{ ve } 3 \text{ arası}$	
		Salt kum (ince malzeme çok az veya hiç yok)	SP		Kötü derecelenmiş kum, çakıllı kum, ince malzeme çok az veya hiç yok	SW için gerekli derecelenme koşullarının hiçbirini karşılamaz	
			İnce malzemeli kum (önemli miktarda ince malzeme içeriyor)		SM*	d	Siltli kum, kum-silt karışımı
		SC			u	Killi kum, kum-kil karışımı	Atterberg limitleri "A" çizgisinin üstünde ve PI > 7
		İnce-taneli zeminler (Malzemenin yarıdan fazlası 200 no.lu elek açıklığından daha düşük)	Siltler ve killer (Likit limit 50'nin altında)		ML	İnorganik silt ve çok ince kum, kayaç unu, siltli veya killi ince kum veya plastisitesi düşük killi silt	
CL	Plastisitesi düşük veya orta inorganik kil, çakıllı kil, kumlu kil, siltli kil, zayıf kil						
OL	Organik silt ve plastisitesi düşük organik siltli kil						
Siltler ve killer (Likit limit 50'nin üstünde)	MH		İnorganik silt, mikali veya diatomeli, ince kumlu veya siltli toprak, elastik silt				
	CH		Plastisitesi yüksek inorganik kil, şişen kil				
	OH		Plastisitesi orta veya yüksek organik kil, organik silt				
Organik zeminler	Pt		Turba ve oldukça organik diğer zeminler				

\* GM ve SM'nin alt grupları olan d ve u salt karayolları ve hava alanları içindir. LL < 28 ve PI < 6 ise "d", LL > 28 ise "u" simgesi kullanılır.

\*\* İki bileşik gurubun özelliklerini gösteren sınır zonu'daki zeminler için kullanılır ve her iki gurup, simgesi birlikte yazılır.  
(Örneğin: GW-GC: kil çimentosu ile karışık iyi derecelenmiş çakıl-kum)