

ZEMİN MEKANİĞİ

GÖRGE ÖNCÜ
17290403
Görmü

2021 - 2022

ZEMİN MEKANİĞİ DERSİ
TEORİ
&
UYGULAMALARI

TEORİ

Soru: Arazi denizden getirilen zemin numunesiyle dardasıyla birlikte 115 gr. 'dır

Bu zemin numunesi elvde 1 gece kaldıktan sonra 105 gr. 'a düşmüştür. Bu zeminin doğal su içeriğini bulunuz. (Kabin dardası 25 gr. dir)

$$M_w = 115 - 105 = 10 \text{ gr. (Islak zemin kütle)}$$

$$M_s = 105 - 25 = 80 \text{ gr. (kuru zemin kütle)}$$

$$M_{\text{toplam}} = 115 \text{ gr.}$$

$$\text{Kabin dardası} = 25 \text{ gr.}$$

$$M_w = 115 - 25 = 90 \text{ gr.}$$

$$M_s = 105 - 25 = 80 \text{ gr.}$$

su faerij:

$$W = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

$$M_w = 10 \text{ gr.}$$

$$M_s = 80 \text{ gr.}$$

$$W = \frac{10}{80} \times 100 = \% 12,5 //$$

UYGULAMA

29.09.2021

Örselenmemiş → arazideki bozulmamış ilk haldaki numune.

Örselenmiş → ilkel özelliğini kaybetmiş örnek

- Elek analizi

- Plastik likit limit

- Kompaksiyon

} deneyler

- 3 eksenli sıkıma deneyi

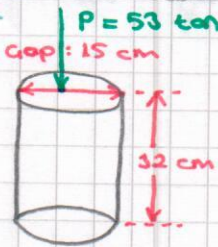
- Serbest basınç deneyi

- Kame hutusu deneyi

} deneyler

Örn:

Koruta tek eksenli sıkıma deneyi yapılıyor. $P = 53 \text{ ton}$ 'da örnek yenilmiştir.



Kütlesi (m):
13,6 kg.

$$1) \text{ Örneğin hesap alanı} = \pi r^2$$

$$= \pi \cdot \left(\frac{15 \text{ cm}}{2}\right)^2$$

$$= 176,7 \text{ cm}^2$$

$$= 176,7 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \uparrow 10^{-2}$$

$$= 176,7 \times 10^{-2} \text{ dm}^2 \quad \uparrow 10^{-2}$$

$$= 176,7 \text{ cm}^2$$

$$= 176,7 \times 10^2 \text{ mm}^2 \quad \uparrow 10^2$$

$$176,7 \text{ cm}^2 = 1,767 \approx 1,8 \text{ dm}^2 = 0,018 \text{ m}^2 //$$

$$176,7 \text{ cm}^2 = 17670 \text{ mm}^2 //$$

$$2) \text{ Örneğin Hacmi} = V = \pi r^2 \times h$$

$$\text{m}^3 \rightarrow \times 1000$$

$$\text{dm}^3 \rightarrow \times 1000$$

$$5654 \text{ cm}^3 \rightarrow \times 1000$$

$$\text{mm}^3 \rightarrow \times 1000$$

$$5654 \text{ cm}^3 = 5,654 \text{ dm}^3 = 0,005654 \text{ m}^3$$

$$= 5,654 \times 10^{-3} \text{ m}^3 //$$

$$5654 = 5654000 \text{ mm}^3$$

$$= 5654 \times 10^3 \text{ mm}^3 //$$

$$5654 \text{ cm}^3 = 176,7 \text{ cm}^2 \times 32 \text{ cm}$$

1500.00.00

3) Numunenin kütlesini gr. cinsinden yazınız.

x1000 ton = Mg = megagram
x1000 kg
x1000 gr = miligram

13,6 kg = 13,6 x 10⁻³ ton

4) Numunenin yoğunluğu = ?

$\rho = \frac{m \text{ (gr)}}{V \text{ (cm}^3\text{)}} = \frac{13,6 \times 10^3 \text{ gr}}{5654 \text{ cm}^3} = 2,4 \text{ gr/cm}^3$

$\frac{13,6 \text{ kg}}{5654 \times 10^{-6} \text{ m}^3} = 2405 \text{ kg/m}^3$

$\frac{13,6 \text{ kg}}{5654 \text{ cm}^3} = \frac{13,6 \times 10^{-3} \text{ Mg}}{5654 \times 10^{-6} \text{ m}^3}$

5) Numunenin ağırlığı = ?

$W = M \times 9,81 \text{ m/s}^2$

ağırlık kütle

$W = 13,6 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$

$W = 133,4 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} \rightarrow \text{N}$

$W = 133,4 \text{ N}$

1N = 0,1 kgf

1kg = 10N

13,34 kgf = ... N

13,34 kgf = 133,4 N

1N = ... kN

1N = 10⁻³ kN

1kN = 10³ N

133,4 N = 133,4 x 10⁻³ kN = 0,1334 kN

6) Numunenin birim hacim ağırlığını bulunuz.

Hacim ağırlık (γ) = $\rho \times 9,81$

= 2,4 x 9,81 = 23,6 kN/m³

ton
kg 13,6 = 13600 gr
gr

13,6 kg = $\frac{1,36 \text{ N}}{1000} = 1,36 \times 10^{-3} \text{ kN}$

10.01.20

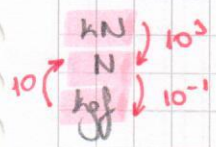
20097

7) Yenilme anındaki yükü kg ve N cinsinden yazınız.

P = 53 ton

53 ton = 53 x 10³ kg

53 x 10³ x 10 = 53 x 10⁴ N = 53 x 10⁴ x 10⁻³ kN = 530 kN



Sıkışma Dayanımı

σ_c = Yık (kgf) / Alan (cm²) = (kgf / cm²) x 100 kPa

kPa / 1000 = MPa

8) Yenilme anındaki sıkışma dayanımı = ? (gerilme)

53 ton = 53000 kgf

σ_c = (53000 kgf / 176,7 cm) x 100 = 30000 kPa

σ_c = (30.000 kPa / 1000) = 30 MPa = 30 x 10⁶ Pa

1 Pa = ... MPa

* Pa = 10⁻⁶ MPa

TEORİ

$$1) \text{ Boşluk Oranı } (e) = \frac{V_v}{V_s} \quad \begin{array}{l} \text{Boşluk hacmi} \\ \hline \text{Kati partikül} \\ \text{hacmi} \end{array}$$

$$2) \text{ Porozite } (n) = \frac{V_v}{V_t} \times 100 \quad (\%)$$

$$3) \text{ Doğruluk derecesi } (s) = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad (\%)$$

$$4) \text{ Doğal su içeriği } (w) = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad (\%)$$

$$\begin{array}{l} \text{Yoğunluk} \Rightarrow \text{Toplam Yoğunluk} \\ \Rightarrow \text{Doğal Yoğunluk} \\ \Rightarrow \text{Islak Yoğunluk} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Yoğunluk} \\ \Rightarrow \text{Toplam Yoğunluk} \\ \Rightarrow \text{Doğal Yoğunluk} \\ \Rightarrow \text{Islak Yoğunluk} \end{array}} \right\} \rho_t //$$

$$\bullet \text{ Toplam Yoğunluk } (\rho_t) = \frac{m_t}{V_t} = \frac{m_s + m_w}{V_t}$$

$$\bullet \text{ Kati Partikül Yoğunluğu } (\rho_s) = \frac{m_s}{V_s}$$

$$\bullet \text{ Suyun Yoğunluğu } (\rho_w) = \frac{m_w}{V_w}$$

NOT:

Faz Problemlerinde $\rho_s = 2,65$ veya $2,70$ olarak kabul edilir.

$$\bullet \text{ Kuru Yoğunluk } (\rho_d) = \frac{m_s}{V_t}$$

$$\bullet \text{ Doğal Yoğunluk } (\rho_{sat}) = \frac{m_s + m_w}{V_t}$$

$$\bullet \text{ Batık Yoğunluk } (\rho') = \rho_{sat} - \rho_w$$

! Kuru Yoğunluk ve kati partikül yoğunluğu mu karıştırma !

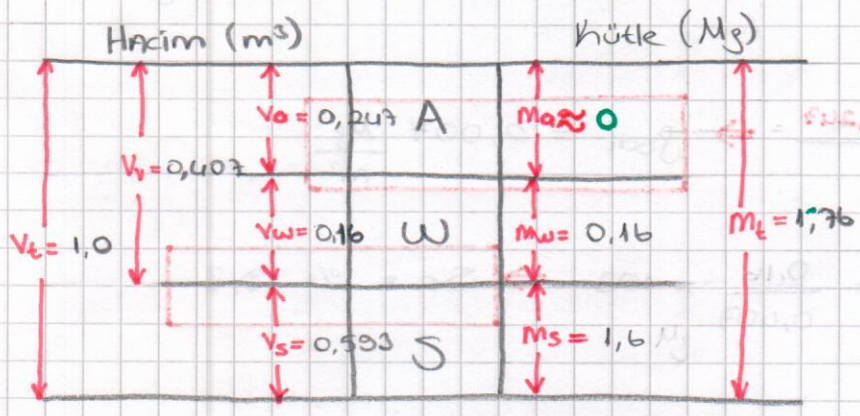
SORU:

$\rho = 1,76 \text{ Mg/m}^3$ (toplam yoğunluk)

$w = \%10$ (su içeriği)

- ρ_d (kuru yoğunluk)
- e (boşluk oranı)
- n (porozite)
- S (doğunluk derecesi)
- ρ_{sat} (doğun yoğunluk)

hesaplayınız. ($V_t = 1 \text{ m}^3$ kabul ediniz)



Verilenler

$\rho_t = 1,76 \text{ Mg/m}^3$

$w = \%10$

$\rho_t = \frac{m_s + m_w}{V_t}$

$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100$

İstenenler

$\rho_d = ?$

$e = ?$

$n = ?$

$\rho_{sat} = ?$

$S_r = ?$

$\rho' = ?$

$0,1 = \frac{m_w}{m_s} \Rightarrow m_w = 0,1 m_s$

$M_t = m_s + 0,1 m_s = 1,1 m_s$

Varsayım 1
 $V_t = 1,0 \text{ m}^3$

$\rho_t = \frac{m_s + m_w}{V_t} = 1,76 = \frac{1,1 m_s}{1,0}$

$m_s = 1,6 \text{ Mg}$

$w = \frac{m_w}{m_s} \Rightarrow 0,1 = \frac{m_w}{1,6}$

$m_w = 0,16$

NOT:

Verilen problemde kütle veya hacim bilgileri varsa hacim varsayımında bulunulmaz!

NOT:

Suyun yoğunluğu 1 g/cm^3 ya da 1 Mg/m^3

$\rho_w = \frac{m_w}{V_w}$

$1,0 \Rightarrow m_w = V_w$

Varsayım 2

$\rho_s = 2,70 \text{ Mg/m}^3$

$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow 2,7 \frac{\text{Mg}}{\text{m}^3} = \frac{1,6 \text{ Mg}}{V_s}$

$V_s = \frac{1,6}{2,7} = 0,593 \text{ m}^3$

$V_t = V_s + V_w + V_a$
 $1,0 = 0,593 + 0,16 + V_a$

$V_a = 0,247 \text{ m}^3$

$V_v = V_a + V_w = 0,407$

2) 6

İstenenler :

1) $\rho_d = \frac{M_s}{V_t} = \frac{1,6 \text{ Mg}}{1,0 \text{ m}^3} \Rightarrow \rho_d = 1,6 \frac{\text{Mg}}{\text{m}^3}$

2) $e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{0,407 \text{ m}^3}{0,593 \text{ m}^3} \Rightarrow e = 0,686$

3) $n = \frac{V_v}{V_t} \times 100 = \frac{0,407}{1,0} \times 100 \Rightarrow n = \% 40,7$

4) $\rho_{\text{sat}} = \frac{M_s + M_w + ?}{V_t} \Rightarrow V_a = 0,247 \text{ m}^3 \Rightarrow M_w = 0,247 \text{ Mg}$

$\rho_{\text{sat}} = \frac{1,6 + 0,16 + 0,247}{1,0} \Rightarrow \rho_{\text{sat}} = 2,007 \frac{\text{Mg}}{\text{m}^3}$

5) $S_r = \frac{M_w}{V_v} \times 100 = \frac{0,16}{0,407} \times 100 \Rightarrow S_r = \% 39,3$

6) $\rho' = \rho_{\text{sat}} - \rho_w = 2,007 - 1,0 \Rightarrow \rho' = 1,007 \text{ Mg/m}^3$

2. Yol \Rightarrow Varsayımları Değiştir.

Hacim (m ³)		Kütle (Mg)
$V_a = 0,1$	A	$M_a \approx 0$
$V_v = 0,68$		
$V_w = 0,27$	W	$M_w = 0,27$
$V_t = 1,68$		$M_t = 2,97$
$V_s = 1,0$	S	$M_s = 2,7$

$w = \frac{M_w}{M_s} \quad 0,1 = \frac{M_w}{M_s} \quad M_w = 0,1 M_s$

$1,76 = \frac{M_t}{V_t} \quad M_t = M_s + M_w \quad M_t = 1,1 M_s$

$M_w = 2,7 (1,0) = 0,27$

$\rho_t = \frac{M_t}{V_t} \Rightarrow 1,76 = \frac{2,97}{V_t} \Rightarrow V_t = 1,68$

Varsayım ① $\Rightarrow V_s = 1,0 \text{ m}^3$

Varsayım ② $\Rightarrow \rho_s = 2,7 \frac{\text{Mg}}{\text{m}^3}$

$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} \Rightarrow 2,7 = \frac{M_s}{1,0} \Rightarrow M_s = 2,7 \text{ Mg}$

İstenenler :

- 1) $\rho_d = \frac{m_s}{V_t} = \frac{2,7}{1,68} \Rightarrow \rho_d = 1,60 \frac{Mg}{m^3} \checkmark$
- 2) $e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{0,68}{1,0} \Rightarrow e = 0,68 \checkmark$
- 3) $n = \frac{V_v}{V_t} \times 100 = \frac{0,68}{1,68} \times 100 \Rightarrow n = \% 40,5 \checkmark$
- 4) $S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100 = \frac{0,27}{0,68} \times 100 \Rightarrow S_r = \% 39,7 \checkmark$
- 5) $\rho_{sat} = \frac{m_s + m_w + ?}{V_t} = \frac{2,7 + 0,27 + 0,41}{1,68} \Rightarrow \rho_{sat} = 2,011 \frac{Mg}{m^3} \checkmark$
- 6) $\rho'_s = \rho_{sat} - \rho_w = 2,011 - 1,0 \Rightarrow \rho'_s = 1,011 \frac{Mg}{m^3} \checkmark$

Soru:

HACİM (cm ³)		KÜTLE (g)
V _a = 0,223	A	M _a ≈ 0
V _v = 0,62		
V _w = 0,397	W	M _w = 0,397
V _s = 1,0	S	M _s = 2,65
V _t = 1,62		M _t = 3,047

$e = 0,62$ $w = \%15$ $\rho_s = 2,65 \frac{g}{cm^3}$
 $e = \frac{V_v}{V_s}$ $w = \frac{M_w}{M_s}$ $\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$

Varsayım $\Rightarrow V_s = 1,0 \text{ cm}^3$

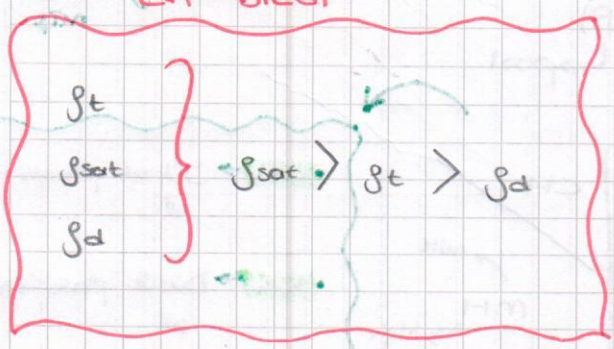
$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow 2,65 = \frac{m_s}{1,0}$
 $m_s = 2,65 \text{ g}$

$w = \frac{M_w}{M_s} \Rightarrow 0,15 = \frac{M_w}{2,65}$
 $M_w = 0,397$
 $M_t = 3,047$

$M_w = V_w \Rightarrow V_w = 0,397$

$e = \frac{V_v}{V_s} \Rightarrow 0,62 = \frac{V_v}{1,0}$
 $V_v = 0,62$

$V_a = 0,223$
 $V_t = 1,62$



İstenenler :

1) $\rho_d = \frac{m_s}{V_t} = \frac{2,65}{1,62} \Rightarrow \rho_d = 1,64 \text{ g/cm}^3$

2) $\rho_t = \frac{m_t}{V_t} = \frac{3,047}{1,62} \Rightarrow \rho_t = 1,88 \text{ g/cm}^3$

3) $S_r = \%100$ iken $w = ?$

$w = \frac{0,397 + 0,223}{2,65} \times 100 \Rightarrow w = \% 23,4$

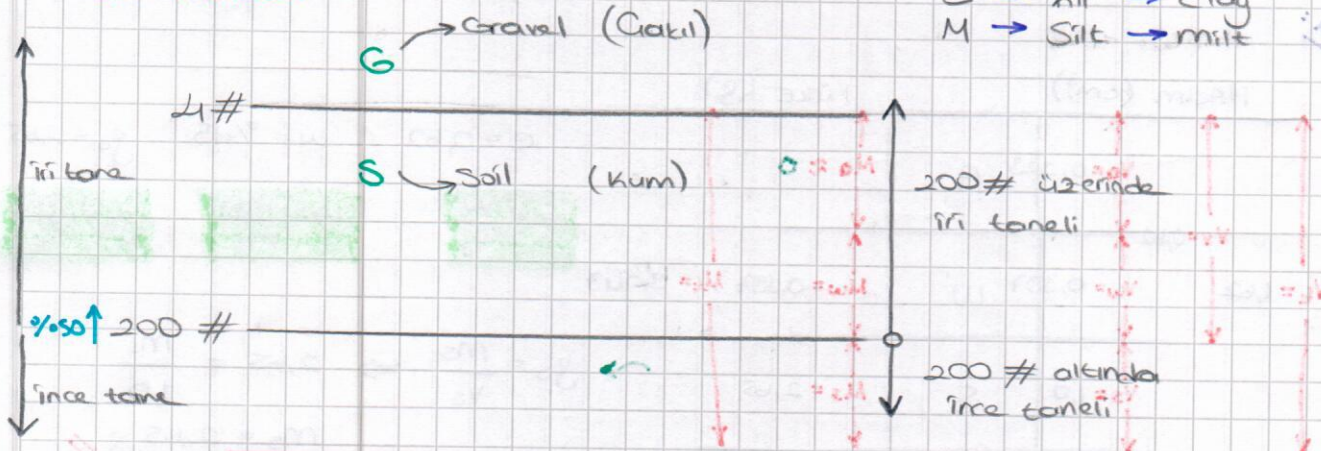
4) $S_r = \%100$ iken $\rho = ? \Rightarrow S_r = \%100$ iken $\rho \Rightarrow \rho_{sat}$

$\rho_{sat} = \frac{m_s + mw + ?}{V_t} = \frac{2,65 + 0,397 + 0,223}{1,62} \Rightarrow \rho_{sat} = 2,02 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

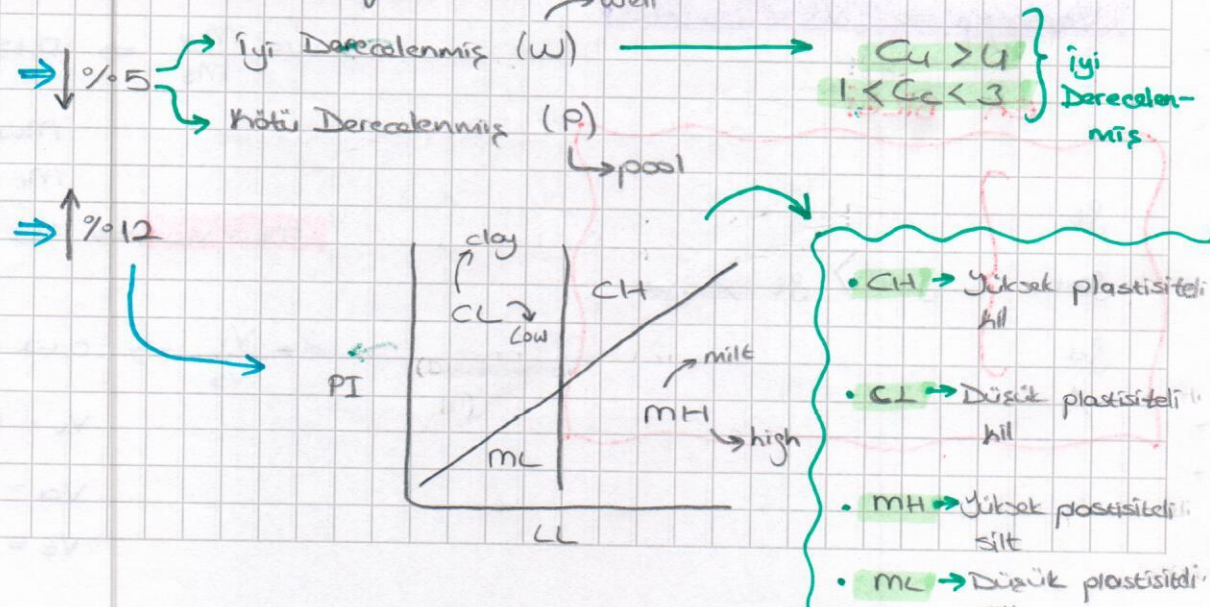
06.10.2021

UYGULAMA

Eleman Analizi



İri taneler için Sınıflama



Soru:

KALAN

4 #	72	Çakıl	→ Kumlu Çakıl
	25	Kum	
200 #	3		

...%50'den fazlası 200 # üzerinde.

%5 ↓ } bu durumda farklı farklı işlemler yapılır.
 %12 ↑

Kumlu Çakıl'ın C_u ve C_c 'sini hesaplayarak iyi derecelenmiş olup olmadığını bulacağız.

→ $d_{10} = 0,11$ * $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,96}{0,11} = 8,72$ (Sağladı) ✓

→ $d_{30} = 0,32$

→ $d_{60} = 0,96$ * $C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \times d_{60}} = \frac{(0,32)^2}{(0,11)(0,96)} = 0,97$ (Sağlamadı) ✗

$C_u > 4$ ✓
 $1 < C_c < 3$ ✓

Sonuç: Kumlu kötü derecelenmiş çakıl (GP)

Soru:

Kalan

4 #	43	Çakıl	⇒ $d_{60} = 1,05$
	53	Kum	⇒ $d_{10} = 0,08$
200 #	4		⇒ $d_{30} = 0,45$

Çakıllı Kum

$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{1,05}{0,08} = 13,1$ (sağladı) ✓

$C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \times d_{60}} = \frac{(0,45)^2}{(0,08)(1,05)} = 2,5$ (sağladı) ✓

Sonuç: Çakıllı iyi derecelenmiş kum. (SW)

Soru:

Toplam = 100 gr.

	ELAKTEN GEÇEN (g.)	KALAN
21 #	76,5	
10 #	60	4 # 23,5
40 #	39,7	61,3
200 #	15,2	15,2

%50 den fazla ise 200# üzerinde ise iyi tanalıyoruz.

%5 ↓ şartına giriyoruz.
%12 ↑

$$PI = LL - PL$$

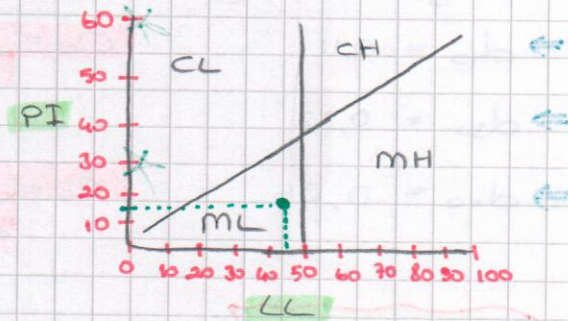
plastisite İndeksi Likit Limit Plastik Limit

$$LL = U5$$

$$PL = 30 \text{ ise}$$

$$PI = U5 - 30$$

$$PI = 15 //$$



Sonuç: Gabilen düşük plastisiteli siltli kum (ML)

Soru:

ELAKTE KALAN (gr.)

U #	ELAKTE KALAN (gr.)
U #	5,7
10 #	3,5
30 #	16,7
40 #	17,3
50 #	11,6
100 #	10,5
200 #	9,7

LL = 54
PL = 21

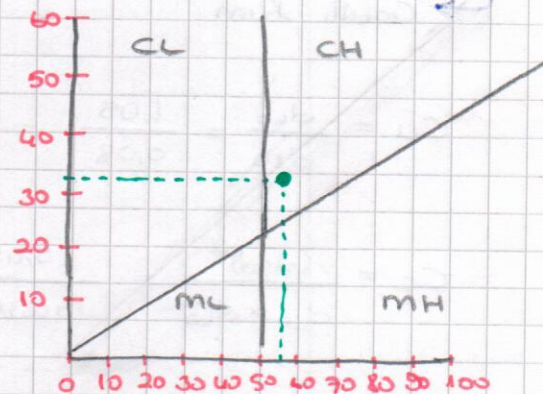
U # 5,7 (G)
75,3 (S) 81
200 # 19 (c-m) PI

PI nedir?

$$PI = LL - PL$$

$$= 54 - 21$$

$$= 33 //$$



Sonuç: Gabilen yüksek plastisiteli killi kum (CH)

SORU:

	ELEKTEN GECEN
4 #	100
10 #	85,6
60 #	72,3
100 #	58,8

Örnek miktarı = 100 g.

ELEKTE KALAN

	ELEKTE KALAN
4 #	0
10 #	14,4
60 #	27,7
100 #	41,2

$$LL = 46,2$$

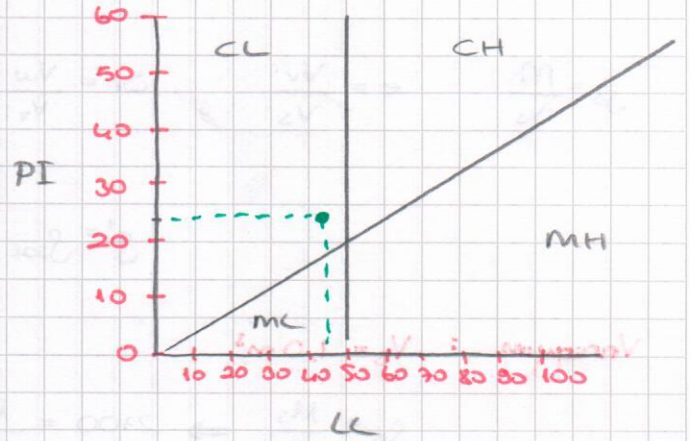
$$PL = 21,9$$

$$PI = LL - PL$$

$$= 46,2 - 21,9$$

$$= 24,3 //$$

	U#
4 #	0
10 #	21,2
200 #	58,8



SONUÇ: Kumlu düşük plastisiteli kil. (CL)

FAZ DİYAGRAMI FORMÜLLER

$$\Rightarrow \text{Boşluk Oranı (e)} = \frac{V_v}{V_s} \text{ (boş)}$$

$$\Rightarrow \text{Toplam yoğunluk (}\rho_t\text{)} = \frac{M_t}{V_t} = \frac{M_s + M_w}{V_t} \left(\frac{M_g}{m^3} \right)$$

$$\Rightarrow \text{Porozite (n)} = \frac{V_v}{V_t} \times 100 \text{ (\%)}$$

$$\Rightarrow \text{Kati partikül yoğunluğu (}\rho_s\text{)} = \frac{M_s}{V_s} \left(\frac{M_g}{m^3}, \frac{g}{cm^3} \right)$$

$$\Rightarrow \text{Doğru yoğunluk derecesi (sr)} = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \text{ (\%)}$$

$$\Rightarrow \text{Suyun yoğunluğu (}\rho_w\text{)} = \frac{M_w}{V_w}$$

$$\Rightarrow \text{Doğal Su içeriği (w)} = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \text{ (\%)}$$

$$\Rightarrow \text{Kuru yoğunluk (}\rho_d\text{)} = \frac{M_s}{V_t} \left(\frac{M_g}{m^3} \right) \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

$$V_s = 1,0 \text{ m}^3, \text{ cm}^3$$

$$\rho_s = 2,7 \frac{M_g}{m^3}, \frac{g}{cm^3}$$

$$V_t = 1,0 \text{ m}^3, \text{ cm}^3$$

VARSUMLAR

$$\Rightarrow \text{Doğru yoğunluk (}\rho_{sat}\text{)} = \frac{M_s + M_w + V_a}{V_t} \left(\frac{M_g}{m^3} \right) \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

$$\Rightarrow \text{Batık yoğunluk (}\rho'\text{)} = \rho_{sat} - \rho_w \left(\frac{M_g}{m^3} \right)$$

ÖRNEK 2.6

Siltli kil türü bir zeminde

$$\rho_s = 2700 \text{ kg/m}^3$$

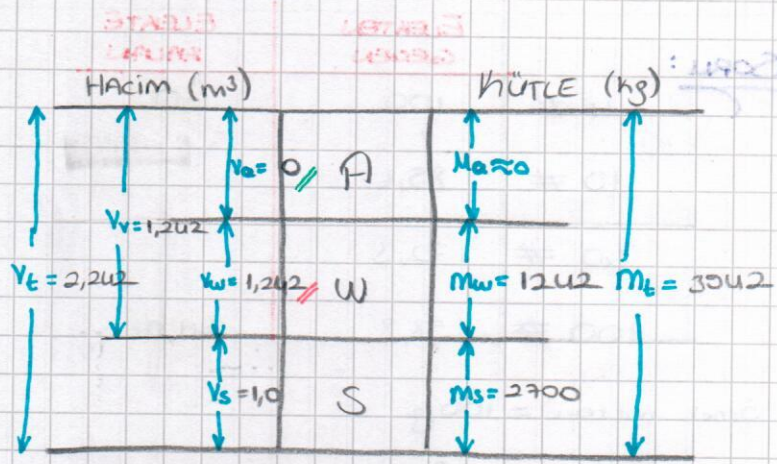
$$S_r = \%100$$

$$w = \%46$$

$$e = ?$$

$$\rho_{sat} = ?$$

$$g' = ?$$



$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s}$$

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

$$S_r = \frac{V_w}{V_v}$$

$$w = \frac{M_w}{M_s}$$

$$\rho_{sat} = \frac{M_s + M_w + ?}{V_t}$$

$$g' = \rho_{sat} - \rho_w$$

Varsayım: $V_s = 1,0 \text{ m}^3$

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s} \Rightarrow 2700 = \frac{M_s}{1,0}$$

$$M_s = 2700 \text{ kg}$$

$$w = \frac{M_w}{M_s} \Rightarrow 0,46 = \frac{M_w}{2700}$$

$$M_w = 1242$$

$$\rho_w = \frac{1000 \text{ kg}}{1,0 \text{ m}^3} \Rightarrow \frac{1000 \text{ kg}}{1,0 \text{ m}^3} \times 1,242 \text{ m}^3 = 1242 \text{ kg}$$

$$x = 1,242 \text{ m}^3 \rightarrow V_w = 1,242 \text{ m}^3$$

$$V_a = 0 \text{ çünkü } S_r = \%100 \text{ (tam doygun)}$$

$$V_t = 2,242$$

İstenenler:

$$e = \frac{1,242}{1,0} \Rightarrow e = 1,242$$

$$\rho_{sat} = \frac{2700 + 1242 + 0}{2,242} \Rightarrow \rho_{sat} = 1758 \text{ kg/m}^3$$

$$g' = \rho_{sat} - \rho_w = 1758 - 1000 \Rightarrow g' = 758 \text{ kg/m}^3$$

* Problem İçinde Verilen Gazi Bilgiler *

kuru zemin $\Rightarrow M_w = 0$

daygun zemin $\Rightarrow V_a = 0$

* Killi zemin + Su = Problem ?

\Rightarrow Kil, silt, kum ve çakılın hepsinin bulunduğu bir zemin iyi derecelenmiş zemindir. Bunlar boşlukları doldurup sürtünme yüzeyini artırır.

\Rightarrow 200 # elgin üzerinde kalan miktar %50'den fazla ise iri zemin
elgin üzerinden geçen miktar %50'den fazla ise ince zemin.

Kum
Çakıl

kohezyonsuz (sürtünmeli) zeminlerdir.

kohezyon: Benzer özellikteki maddenin yapışarak bir araya gelmesi demektir.

\rightarrow Kil partiküllerinin ayrılmasına karşı koyan parılma.

Silt

ince taneli kategorisinde olmasına rağmen kohezyonsuz (sürtünmeli) zeminlerdir.

Kil

kohezyonlu (sürtünmesiz) zeminlerdir.

\Rightarrow Kil deyince aklımıza

- 1) Kil yüzdesi ($> \%12$)
- 2) Parçikül (2mm'den küçük)
- 3) Killi zemin getir.

• Killi zemin \Rightarrow Kil %'si belli bir değer üstüne çıktığında kum ve çakılların hamur içerisinde yüzey gibi davranış sergilediği durumdur.

Kil $> \%12$

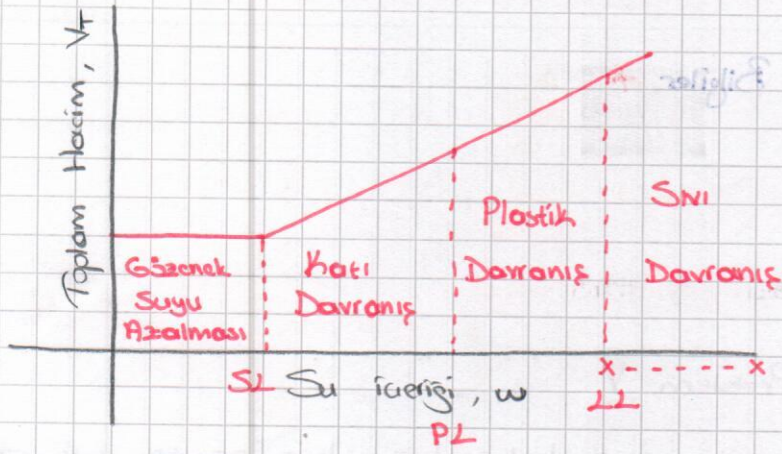
Zeminlerin mühendislik üzerinde "tone sekli" de çok önemlidir.

- Tamamı yuvartak \rightarrow sürtünme direnci az.
- Tamamı köşeli \rightarrow sürtünme direnci fazla.

LİMİT GİSİTLERİ

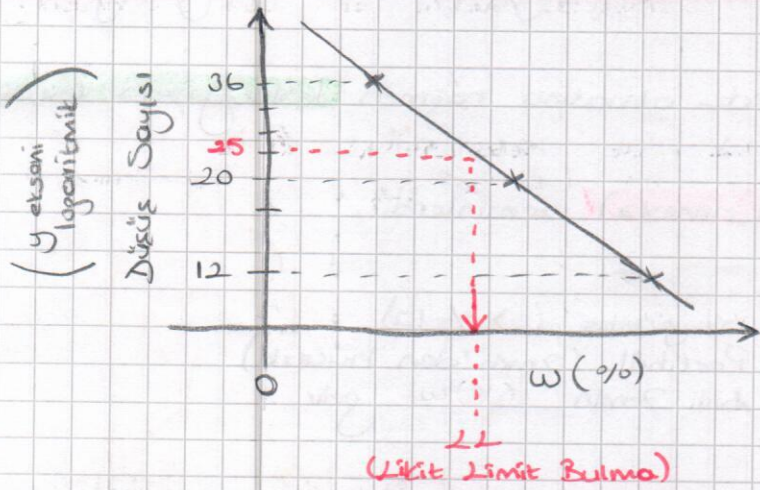
- 1) Likit Limit (LL) \rightarrow Viskoz akışın alt sınırı
- 2) Plastik Limit (PL) \rightarrow Plastik durumun alt sınırı
- 3) Büzülme Limiti (SL) \rightarrow hacim değişiminin alt sınırı

KIVAMCI ZEMİN NEDİR?



- İslak zeminin döktüğünde akıp akmama sınırlandır. (Likit Limit)
- İslak zeminin biraz daha katılaştığı sınırdır. (Plastik Limit)
- İslak zeminin tamamen katılaştığı sınırdır. (Büzülme Limiti "SL")

* Likit Limit; Casagrande deney aletinde 25 vurusa denk gelen su içeriğidir.



* Plastik Limit; İslak zemin yuvarlandığında 3mm uapa kırılmadan ve kopmadan inmesidir.

$$PI = LL - PL$$

(Plastisite indeksi) = (Likit Limit) - (Plastik Limit)

PI } Oturma Hesapları
Taşıma Gücü Hesapları
Elastisite Hesapları → kullanılır.

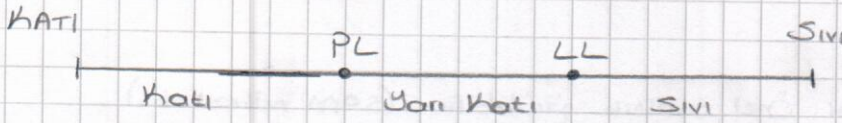
Bir zeminin PI ne kadar yüksek ise o zemin o kadar sorunludur.

İSST

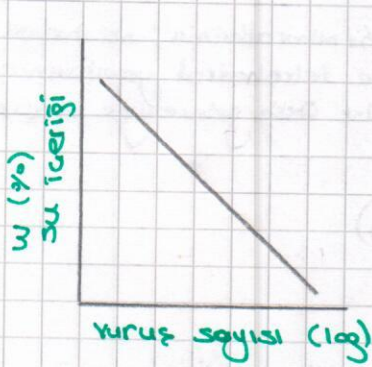
13.10.2021

Uygulama

①



② LİMİT LİMİT HESAPLAMA

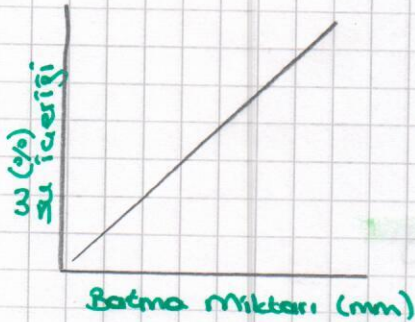


KAP DARASI	ÖRNEK NO	KAP NO	KAP + YAŞ KÜTLE	KAP + KURU KÜTLE	KURUŞ SAYISI
15,92	12	S-10	26,73	22,98gr	15
					12

- ← Likit Limit
- ← Deneyleri;
- Casagrande
- Düşen koni

③ DÜŞEN KÖNİ YÖNTEMİ

Düşen koni deney düzenliğini 6 seviyeye ayarlanıyor.



ÖRNEK NO	KAP NO	KAP + YAŞ	KAP + KURU	BATMA MİKTARI	KAP DARASI
12	38	30,66	25,55gr	25,06	
12	33	28,17	23,61gr	25,18	15,80

④ PLASTİK LİMİT HESAPLAMA

ÖRNEK NO	KAP NO	KAP + YAŞ	KAP + KURU	BATMA MİKTARI	KAP DARASI
12	39	21,85	20,61gr.		15,89
12	41	22,39	20,08 gr.		16,01

Plastik Limit Deneyinde; -
3 mm çapında örnek elde etmeye çalışılır.
→ Plaka yuvarlama düzeni.

⑤ SU İÇERİĞİ HESAPLAMA

$$w \% = \frac{\text{Su Kütlesi}}{\text{Kuru Kütle}} \times 100 = \frac{(KAP + YAŞ) - (KAP + KURU)}{(KAP + KURU) - KAP}$$

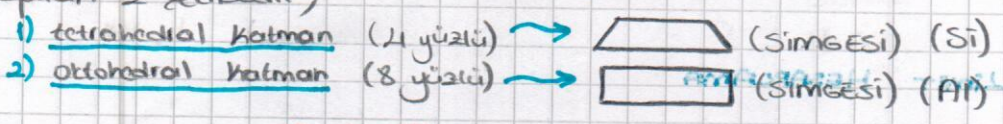
1002.01.01

Teori

Bir zeminde kil minerali yüzdesi; belli bir % üzerine çıktığı zaman içindeki in malzeme üzer gibi davranır (homurda); buna **killi zemin** denir

Kil Mineraleri

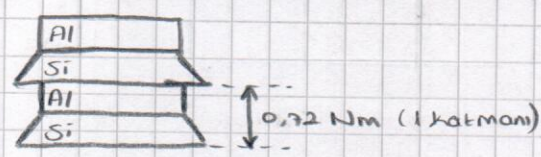
- Alüminyum silikatlarıdır.
- Partikül boyutu 1 mikrondur. Özel aletlerle görülebilir. (SAM mikroskobu)
- Atom yapıları 2 şekildedir;



Oktahedral → birbirine taban yüzeyinden yapışık iki piramit.
 Tetrahedral → tek piramit.
 Kil mineralinin; oktahedral ve tetrahedral yapılarının üst üste gelmesiyle oluşur.

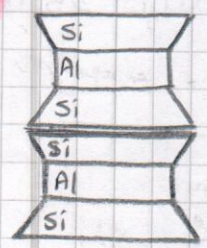
* Zeminlerdeki kil mineraleri:

1) **Kaolinit** (1:1) (Tetrahedral (1 tane), Oktahedral (1 tane))



- Kaolinit saf veya safya yakarken parşelen,
- Bzayacılıkta,
- İlaçta,

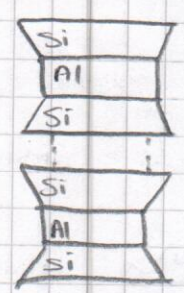
2) **Simektit** (2:1) (2 tetrahedral, 1 oktahedral) (Montmorillonit)



Van Der Waals Bağı

- Sismeye çok duyarlıdır.
- Sondaj camurunda kullanılırlar.
- Çikolata yapımında kullanılır.
- Eczacılıkta kullanılır.

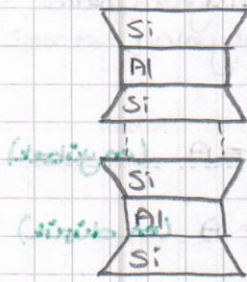
3) **İllit** (2:1) (2 tetrahedral, 1 oktahedral)



Potasyum Bağı

... kullanılır ...

2) Klarit (2=1) (2 tetrahedral, 1 oktahedral)



Brüst Bağı

- Su katmanlar arasında kolaylıkla girer fakat çok şişmez.

KİL MİNERALLERİNİN TANINMASI

- X ışınları → % verir fakat doğru sonuç vermez.
- Diferansiyel Termal Analiz → mineral farklı seriyede ısıtıldığı zaman davranışı değişir.
- Elektron Mikroskopisi → Mikroskop yardımıyla yapılır.

$$* \text{ Spesifik Yüzey } (S_s) = \frac{\text{Yüzey Alanı}}{\text{Hacim}} \quad \text{veya} \quad \frac{\text{Yüzey Alanı}}{\text{Kütle}}$$

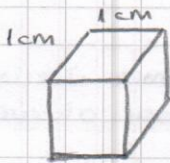
Kaolinitin; partikül boyutu büyük
spesifik yüzeyi küçüktür.

Kaolinit ⇒ özgül yüzeyi en küçük
Montmorillonit ⇒ özgül yüzeyi en büyük

! Partikül boyu ne kadar büyük ise spesifik yüzey o kadar küçük.
Partikül boyu ne kadar küçük ise spesifik yüzey o kadar büyük.

$$S_s = \frac{\text{Yüzey Alanı}}{\text{Kütle}} \quad \text{veya} \quad S_s = \frac{\text{Yüzey Alanı}}{\text{Hacim}}$$

ÖZÜ:



$$1) S_s = \frac{6 \text{ cm}^2}{1 \text{ cm}^3} = \frac{6}{\text{cm}} \Rightarrow \frac{6}{\text{cm}} \cdot \frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} = \frac{0,6}{\text{mm}}$$

$$2) S_s = \frac{6 \text{ mm}^2}{1 \text{ mm}^3} = \frac{6}{\text{mm}}$$

Sonuç: Partikül boyu cm'den mm'ye düşünce özgül yüzey 10 katına çıktı.

Partikül boyu mm'den mikrona düşünce özgül yüzey 1000 katına çıktı.

Özgül yüzey büyüdükçe kil minerallerinin doğal su içeriği artar.

KİL MİNERALLERİNİN SU İLE ETKİLEŞİMİ

• Hiçbir kil minerali doğada kuru halde bulunmaz. Belli bir su içeriğine sahiptirler.

Bunun 3 nedeni ;

- Kil mineralinin suyu tutma nedenleri
- 1) Suyun dipolar özelliği \Rightarrow Kil minerali suyu absorbe eder.
 - 2) Yüzeylerinde deflu bir yapı sergilerler. Elektrokimyasal olarak suyu tutar.
 - 3) Negatif yüklü kil yüzeyinin su içindeki katyonları çekmesi.

$$\text{Aktivite (A)} = \frac{\text{plastisite indeksi}}{\text{kil yüzdesi}} \rightarrow \text{Na - montmorillonit} \Rightarrow 4 - 7 = A \text{ (en yüksek) (çok ağır)}$$

$$\text{Kuvvars} \Rightarrow 0 = A \text{ (en düşük)}$$

\rightarrow Kil kristali içinde baskın olarak Al ve Si bulunur.

\rightarrow Kilde kristal kafesindeki anionlar ve katyonlar yer değiştirir. Buna "amatma" denir. Yerini alma gücüdür. En kolay yer değiştirebilen element "Al" dir.
En zor yer değiştirebilen element "Li" dir.

Kristal boyu ne kadar büyükse, absorbladığı su miktarı o kadar büyüktür. (montmorillonit)

ZEMİN DOKUSU

- 1) Mikro \Rightarrow Kil partikülleri bir araya gelip alanları,
- 2) Makro \Rightarrow Alanlar bir araya gelerek kümeleri, kümeler bir araya gelip topları, toplar bir araya gelip makroyu oluşturur.

* Zeminlerin hafızası vardır. O bilgi ile makro yapılarını okuyabiliriz.

* Sıkı
* Gevsek } ZEMİN DOKULARI

Relatif Sıkılık $\Rightarrow D_r = \frac{e_{\max} - e_n}{e_{\max} - e_{\min}} \times 100$ $\rightarrow e_n = \text{doğal boşluk oranı}$

KSS: Relatif Sıkılığın düşük veya yüksek olması ; düşük ise zemin üzerine yük gelince o kadar oturur.

yüksek ise zemin üzerine yük gelirse o kadar direnci sağlar.

düşük ise sıvılaşır.

yüksek ise depreme o kadar direnirler.

25.10.2021

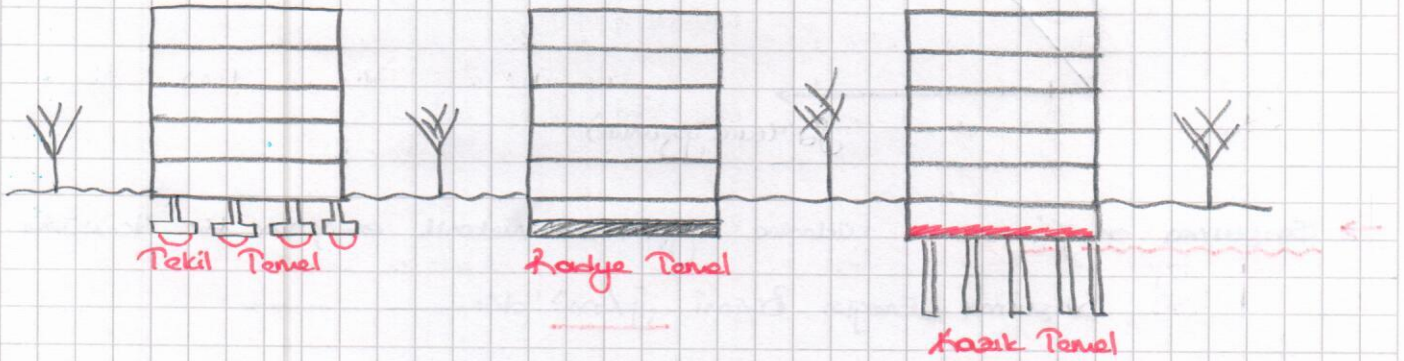
KOMPAKSİYON

Kompaksiyon, mekanik enerji uygulamak suretiyle zemin yoğunluğunun artırılması işlemidir.

Tekil Temel → Yük sadece bireysel ayaklarla temele iletilir.

Radya Temel → Yük tüm tabanadır.

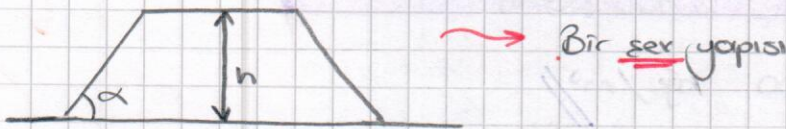
Kazık Temel → Çok yüksek yapılarda kullanılır.



İyileştirme

1) Kimyasal İ. ⇒ Zeminin boşluklarını su + çimento konsantrasyonu veya bitüm emajette edilir. Zeminin oturmasını azaltıp taşıma kapasitesini artırır.

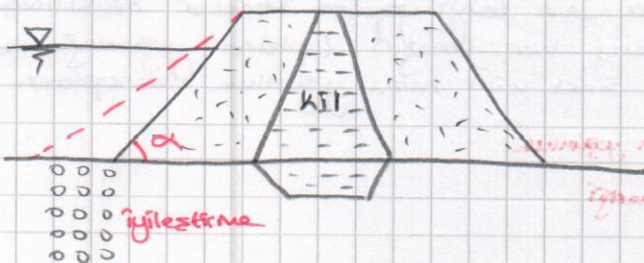
* 2) Fiziksel İ. (Mekanik Stabilizasyon) ⇒ Zemini sıkıştırıp oturma kapasitesini düşürüp taşıma kapasitesini artırmaktır. Zemindeki boşlukların azaltılması amaçtır.



Kompaksiyonsuz zeminlerin etkin şekilde sıkıştırılması vibrasyonla mümkün olmaktadır. Araziye gerek elde çalıştırılan titreşimli plakalar ve gerekse değişik boydaki titreşimli motorize silindirik kum ve çakıl zeminleri sıkıştırmada oldukça etkindirler.

Kompaksiyonun Avantajları:

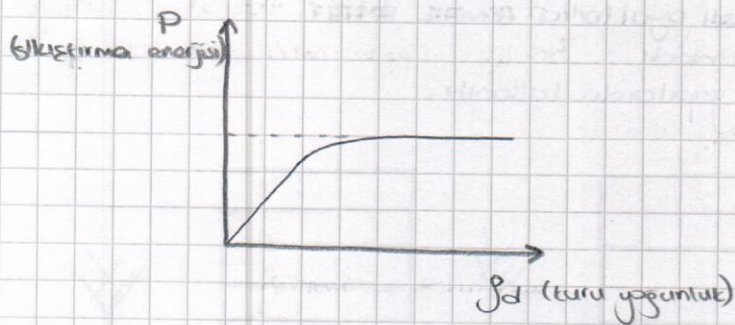
- Oturmaları azaltır.
- Zeminin dayanımı (taşıma kapasitesi) artar.
- Karayolu inşaatında taşıma kapasitesi iyileştirilir, oturma
- İnce zeminler kılcalıktan dolayı su ile doludur. Don etkisi çisve ve büzülme gibi etkenlerden kaynaklanacak hacim değişimleri kontrol edilebilir.



⇒ α açısı yükselirse o kadar az malzeme sıkıştırılabilir. Daha az malzeme sıkıştırılırsa maliyet o kadar düşer.

→ Standart Proctor Deneyi 'nde Sıkıştırma 21 faktöre bağlıdır:

- 1) Kuru yoğunluk na kadar yüksek ise dayanım fazla olur.
- 2) Su içeriği (optimum)
- 3) Sıkıştırma Enerjisi (enerji fazla = sıkıştırma fazla)
- 4) Zeminin gradasyonunu (kil minerallerinin varlığı)



→ Sıkıştırma enerjisi zemin kütleğine uygulanan mekanik enerjinin bir ölçüsüdür.

Sıkıştırma Enerjisi Birimi J/m³ 'dür.

→ Arazideki sıkıştırma enerjisi genellikle geotekstil sayı veya belirli silindirik tiplerinin ile hacmi belli zemin üzerindeki ağırlık şeklindedir. Laboratuvardaki sıkıştırma teknikleri genellikle çarpılma veya dinamik yapıştırma ve statik kompaksiyon şeklindedir.

→ En yaygın olarak kullanılan yöntem olan çarpma kompaksiyonu sırasında bir molda bulunan zemin üzerine tokmak birkaç defa düşürülür. Tokmanın kütlesi düşüş yüksekliği düşüş sayısı zemindeki tabaka sayısı ve moldun hacmi not edilir.

$$\text{Standart Proctor} \Rightarrow E_{sp} = \frac{2,495 \text{ kg} (0,305 \text{ m}) 9,81 \text{ m/s}^2 (25) \cdot (3)}{944 (10^{-6})}$$

$$E_{sp} = 592,700 \text{ kJ/m}^3$$

Modifiye Proctor Deneyi ⇒ Tokmak kütlesi ve tabaka sayısı ve düşüş yüksekliği değişir.

$$E_{mp} = \frac{4,536 \text{ kg} (0,457 \text{ m}) 9,81 \text{ m/s}^2 (25) \cdot 5}{944 (10^{-6})}$$

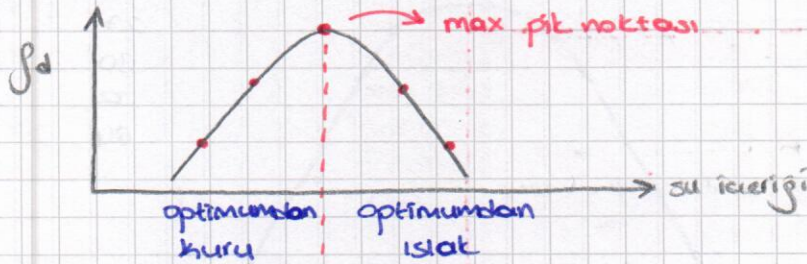
$$E_{mp} = 2693 \text{ kJ/m}^3$$

→ Kohesiyonlu zeminler için sıkıştırma işlemi en iyi şekilde laboratuvarda kompaksiyon veya Proctor deneyi ile tasvir edilir. Aynı zemine ait fakat değişik su içeriğindeki birkaç örnek daha önce tanımlanan Proctor sıkıştırma deneyi ilkelerine göre sıkıştırılır. Sıkıştırılmış her örneğin toplam yoğunluğu ile su içeriği belirlenir. Daha sonra her örnek için kuru yoğunluk hesaplanır.

$$P_d = \frac{P_t \text{ toplam yoğunluk}}{1+w \text{ su içeriği}}$$

→ Standart Proctor sıkıştırılmasından her örneğe ait kuru yoğunluk hesaplanıp su içeriğine göre diyagram çizildiğinde elde edilen eğriye kompaksiyon eğrisi denir. Eğri üzerindeki her veri noktası bir kompaksiyon deneyini temsil eder ve kompaksiyon eğrisini sağlıklı olarak çizebilmek için genellikle 21 veya 5 nokta gereklidir.

→ Eğrinin maksimum pik yaptığı noktanın özel bir önemi vardır. Maksimum kuru yoğunluğa (ρ_{dmax}) karşılık gelen su içeriği optimum su içeriği w_{max} olarak adlandırılır.



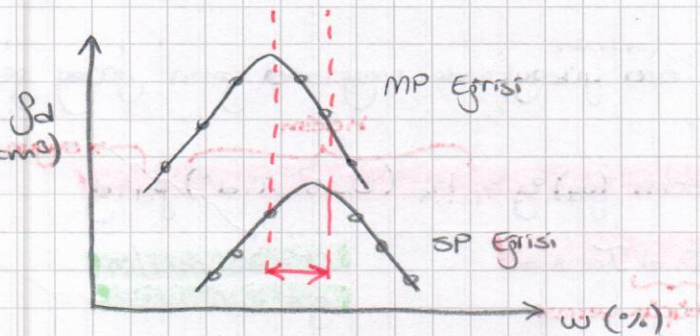
Kuru yoğunluğun max. değerinin spesifik bir sıkıştırma enerjisine ve kompaksiyon yöntemine bağlı olduğuna dikkat ediniz.

Optimumdan ıslak Sıkıştırma : Kurak koşullarda olan sıkıştırma.

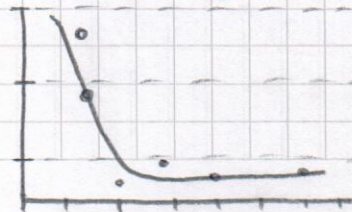
Optimumdan kuru Sıkıştırma : Yağışlı koşullarda olan sıkıştırma.

! Ne kadar sıkıştırma olursa olsun gözetimler hiçbir zaman dayun değildir. Hiçbir zaman %100 doygunluğa ulaşılmaz.

→ Bir zemin için değişik sıkıştırma enerjisinde çizilmiş kompaksiyon eğrilerinin pik noktalarından geçen çizgi %100 doygunluk eğrisine yaklaşıp olarak parabolidir. Optimumlar çizgisi olarak adlandırılır.



→ Sıkıştırma enerjisinin artması halinde boşluk oranı azalacağı (veya kuru yoğunluk artacağı için) geçirgenlik de azalır. Geçirgenlikteki bu değişim setilde verilmektedir. Grafikten de anlaşıldığı gibi zeminin optimumdan kuru halden sıkıştırılması durumunda ıslak halden geçirgenliği artmıştır.

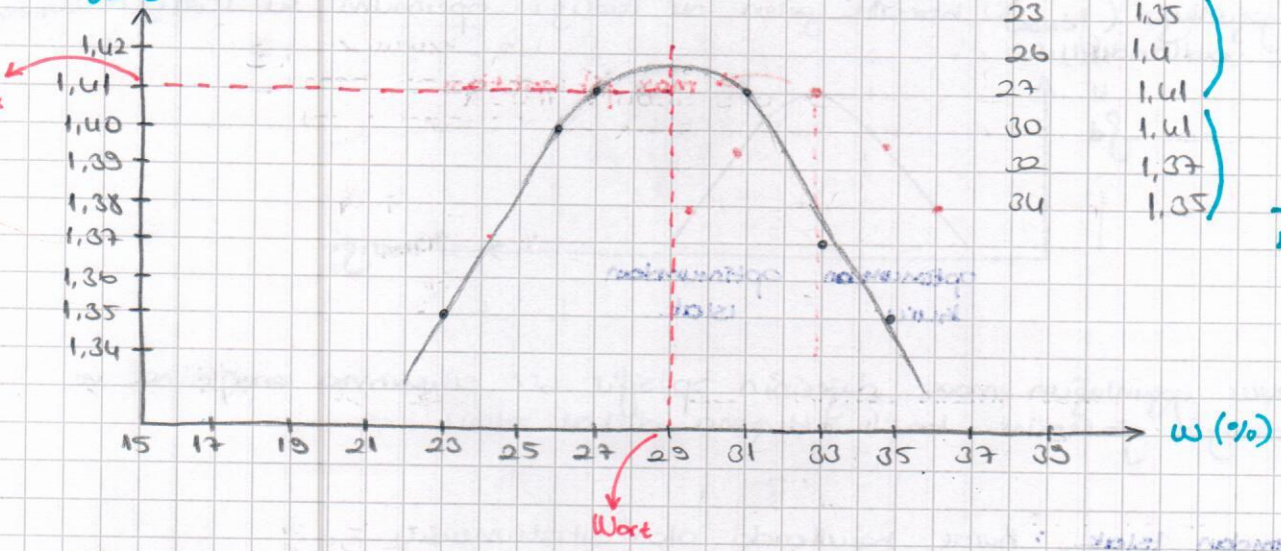


Relatif Kompaksiyon (R.C) = $\frac{\text{Arzideki kuru yoğunluk}}{\text{Laboratuordaki max kuru yoğunluk}} \times 100$

27.10.2021

NYGAMA
KOMPANJİYON

ρ_d (gr/cm³)



% w	ρ_d
23	1,35
26	1,4
27	1,41
30	1,41
32	1,37
34	1,35

$W_{doğal} = W_{kuru} + W_{su}$; $(w_i \%) = W_{su} / W_{kuru}$; $W_{su} = (w/100) \times W_{kuru}$

W_{doğal} = $W_{kuru} + (w/100) \times W_{kuru}$

Teori

01.11.2021

Zeminde Suyun Varlığının Problemleri

- Kılcalık
- Büzülme
- Sisme
- Oturma
- Stabilité problemleri
- Barutlanma
- Donma

Kılcalık: Farklı maddelerin ara yüzlerinde meydana gelen yüzey gerilmesinden meydana gelmektedir.

$\Sigma F_{aşağı} = \text{hacim } (\rho_d) g = h_c (0,25 \cdot \pi \cdot d^2) \rho_d \cdot g$ → suyun birim eğirliği

$\Sigma F_{yukarı} = \pi \cdot d \cdot T \cos \alpha$
↑
tüpün çarşısı

$T = 73 \text{ mN/m}$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

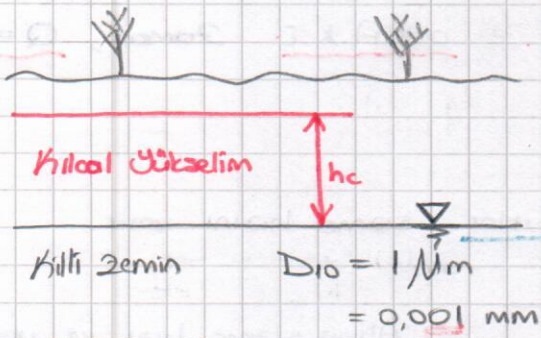
* Aşağı ve yukarı kuvvetleri toplayınca sonuç sıfır (0) olur. (Denge durumu)

⇒ Çap ne kadar büyükse kılcal yükselem düşer,
Çap ne kadar küçükse kılcal yükselem yükseker.

- Kılcal menisküsler 2 kum tanesini birleştirirler.
- ⇒ Zeminlerin dayanımını için 2 önemli özellik vardır;
 - 1) Kohesyon
 - 2) İsel sürtünme açısı ?

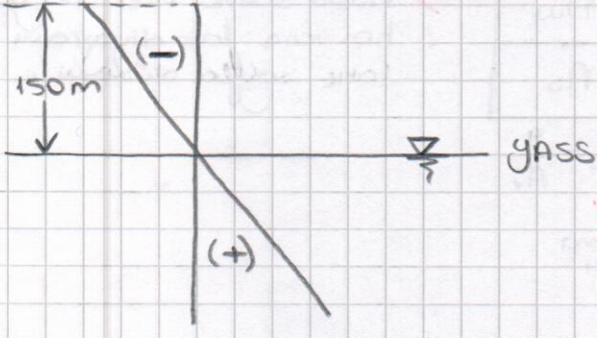
⇒ Taneler arası etkin gerilme yığılma açısını artırır.

⇒ Zeminlerde efektif gözenek sayısı genellikle efektif tane boyunun (D_{10}) %20'si olarak kabul edilir. Bu kabulden yola çıkarak ince taneli zeminler için kılcal yükselmin teorik değeri ve kuma karşılık gelen kılcal basıncı bulabiliriz.



Com Tüpte
 $h = \frac{0,03}{d}$

ZEMİNDE
 $h = \frac{0,03}{D_{10}(0,2)} = \frac{0,03}{0,001(0,2)} = 150m$



$u = z \cdot \gamma_w$
 $u = hc \cdot \gamma_w$

$u = 150m \left(0,81 \frac{kN}{m^3} \right)$
 $\approx -1500 \frac{kN}{m^2}$

↳ yukarı bölgede gerçek-
 leştigi için sonuç (-).

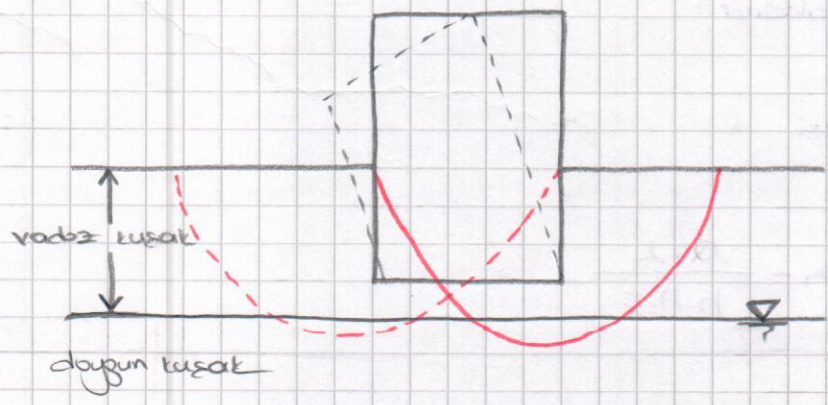
$\sigma = \sigma' + u$

$\sigma' = \sigma - u$

⇒ Terzaghi Formülü

Toplam gerilme = Efektif gerilme + Basıncı suyu basıncı

- ⇒ Tane boyu düğünce kılcal sacak artar.
- ⇒ Kılcalılık zemin dayanımını artırır.
- faala su ile kum ısladığı zaman kılcal menisküsler tahrip olur.



$s = c + \sigma \tan \phi$

$s = c' + \sigma' \tan \phi'$

$\sigma' = \sigma - u$

$\sigma' = \sigma - (-u)$

$\sigma' = \sigma + u$

Kılcallık dengeye girince efektif s. değişir.

* Efektif gerilme : tozeden tozeye iletelen net gerilme.

⇒ Kılcallık efektif gerilmeyi olumlu yönde etkiler. Tasarım kapasitesini artırır.

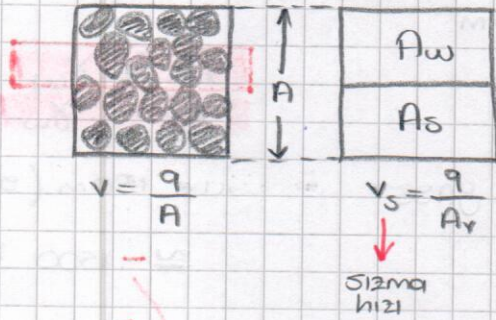
Laminer Akış ⇒ Su katmanları birbiri üzerine kayarak hareket ederler. (Yeraltı Suyu)
Türbülanslı Akış ⇒ Dışarıya bir enerji sızması söz konusudur.

Hidrolik Eğim $(i) = h / l$
kot fark / yatay uzatlık

$v = k \cdot i$
Darcy Hızı \times hidrolik eğim \times geçirgenlik katsayısı

$q = A \cdot k \cdot i$ zaman, $Q = t \cdot A \cdot k \cdot i$

⇒ Sadece katılar ve su ile dolu boşluklar sızma hızını verir.



⇒ Akışın sızma hızı ve yavaş hızı için faz diyagramı (akış sağına dikkatli dikkat)

Zemindirliği = geçirgenlik \times sızma hızı
yeraltı su. hareket hızı $(v) = (n) \times (v_s)$

⇒ Sızma hızı Darcy hızından daha hızlıdır. $v_s = \frac{v}{n}$

* Sızma hızı zeminlerdeki akış hızını bulmadaki parametredir. Darcy hızı değil!

• Permabilitesi etkileyen faktörler:

- Yılankivilik
- Doğruluk Derecesi
- Sıcaklık

$k = \frac{Q \cdot L}{h \cdot A \cdot t}$

Diz:

Çapı 7,3 cm ve boyu 16,8 cm sabit seviyeli bir düzenekte test edilmiştir.
(Süslendirilmiş zemin)

75 cm'lik sabit seviyenin muhafaza edildiği deney sırasında 1 dakikalık süre içerisinde toplanan tabanda 0,57 gram su toplanmıştır. Deney sıcaklığı 20°C ve zeminin boşluk oranı da 0,43'tür.

Permabilite katsayısını cm/s cinsinden hesaplayınız.

Cözüm:

Önce kesit alanı hesaplanır.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (7,3 \text{ cm})^2}{4} = 42,9 \text{ cm}^2$$

h'yi bulunuz.

$$k = \frac{QL}{h.A.t}$$

$$k = \frac{0,57 \text{ cm}^3 \times 16,8 \text{ cm}}{75 \text{ cm} \times 42,9 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ dak} \times 60 \text{ s/dak}} = 0,08 \text{ cm/s}$$

UYGULAMA

03.11.2021

$$\rho_d = \frac{\rho_w \cdot S}{w + \frac{\rho_w \cdot S}{\rho_s}} \Rightarrow \frac{1 \times 0,9}{0,3 + \left(\frac{1 \times 0,9}{2,65}\right)} = 1,4 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_d = \frac{\rho_w \cdot S}{w + \frac{\rho_w \cdot S}{\rho_s}} \Rightarrow \frac{1 \times 0,9}{0,22 + \left(\frac{1 \times 0,9}{2,65}\right)} = 1,6 \text{ g/cm}^3$$

%... eğrisi için yapılan hesaplama

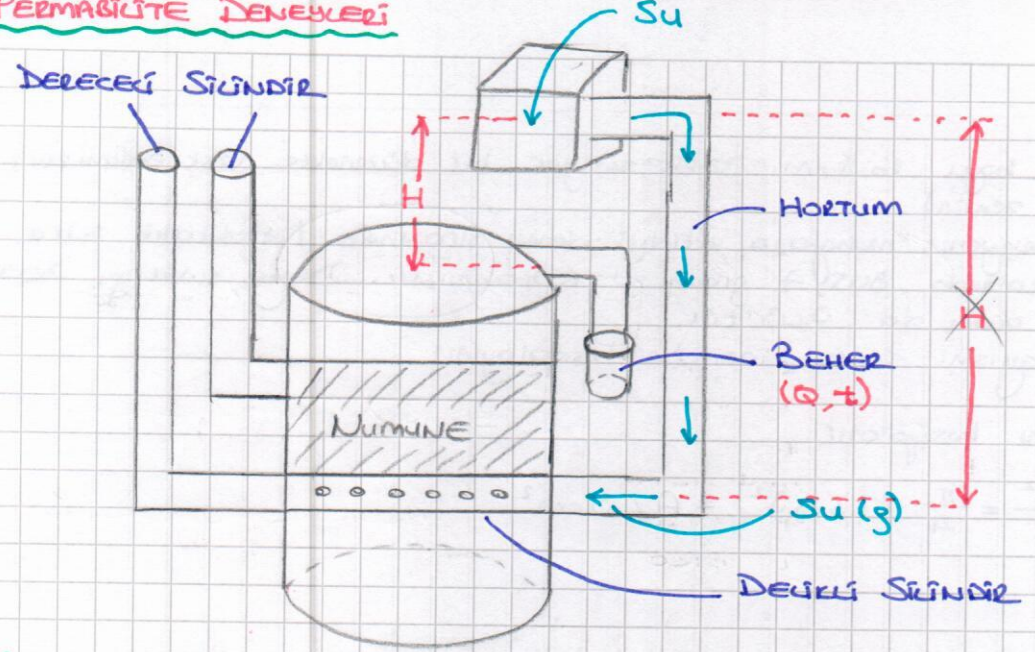
S	w	ρ_d
90	%30	1,4
90	%22	1,6
80	%15	1,77
80	%10	1,99

27.10.2021

UYGULAMA

(DEVAMI - 2)

26 PERMABİLİTE DENEYLERİ



1) SABİT SEVİYE Lİ PERMABİLİTE (İKİ TANEVİLİ) DENEYİ

$$k = \frac{Q \cdot L}{H \cdot A \cdot t}$$

KSS'de: k (permeabilite katsayısı)
 Hapta: Biriken suyun hacmi
 Numune Boyu (cm) L
 Dairenin Alanı (cm²) A
 Süre (saniye) t
 Suyun düdüklüğü yer ile fazla suyun önünden çıktığı yer arası mesafe (H) (cm)

(2) Numune Boyu = 22 cm
Çap = 9,7 cm

H = 65 cm

zaman $t \approx 360$ saniye

$1g/cm^3 = \frac{432g}{V_w} \Rightarrow Q = 432 cm^3$

Alan $\frac{\pi R^2}{4} \Rightarrow \frac{3,14 \times (9,7)^2}{4}$
 $A \Rightarrow 73,9 cm^2$

$$S_w = \frac{M_w}{V_w}$$

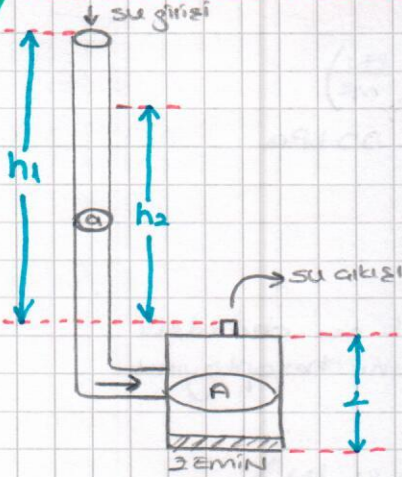
$$k = \frac{432 cm^3 \times (22 cm)}{65 cm \times (73,9 cm^2) \times (360)}$$

$k = 0,01 cm/sn$
 $k = 1 \times 10^{-2}$

	k (cm/sn)
ÇAKIL	$k > 10^{-1}$
KUM	$10^{-1} - 10^{-3}$
SİLT	$10^{-3} - 10^{-5}$
KİL	$k < 10^{-5}$

1000.01.00
1000.01.00
(2-1000.01)

2) Düşen Seviyeli Permeabilite Deneyi (İnce Taneli)



KSS'de çıktı

$$k = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \log \frac{h_1}{h_2}$$

büyük değer
küçük değer

$$a = 0,8 \text{ cm}^2$$

$$L = 10 \text{ cm}$$

$$A = 90 \text{ cm}^2$$

$$h_1 = 210 \text{ cm}$$

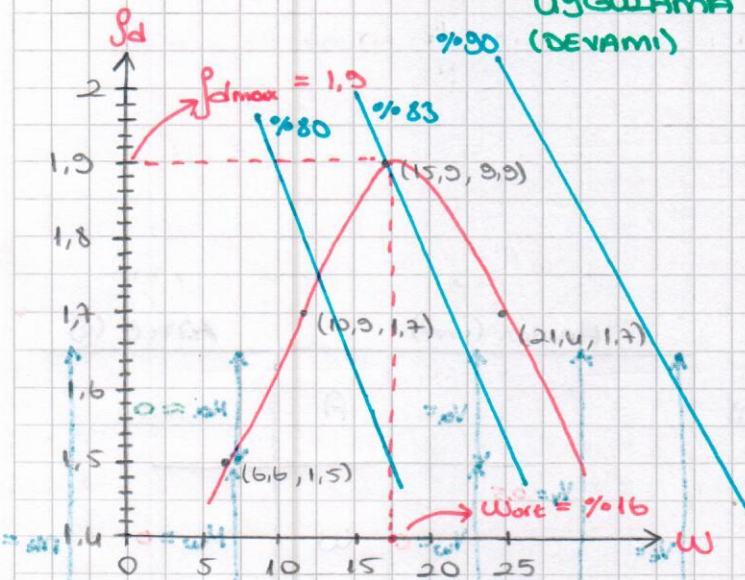
$$h_2 = 150 \text{ cm}$$

$$t = 6 \text{ saat} \Rightarrow 6 \cdot (3600) = 21600 \text{ sn.}$$

$$k = 2,3 \frac{0,8 \text{ cm}^2 (10 \text{ cm})}{90 \text{ cm}^2 (21600 \text{ sn})} \log \frac{210 \text{ cm}}{150 \text{ cm}}$$

$$k = 1,38 \times 10^{-6} \text{ cm/sn}$$

27.10.2021 UYGULAMA (DEVAMI)



	Kuru Yoğunluk	(a) Su İçeriği (%)	(b) Su İçeriği (%)
1)	1,5	5	6,6
2)	1,7	10	10,9
3)	1,9	15	15,9
4)	1,7	20	21,4

TEORİ

HAZEN DENKLEMİ:

$$k = C (D_{10})^2$$

$$\rightarrow C = 1$$

Bu eşitlik $k \geq 10^{-3}$ cm/s için geçerlidir.

EFEKTİF GERİLME:

$$\sigma' = \sigma - u$$

σ = toplam normal gerilme

σ' = efektif gerilme

u = boşluk suyu basıncı

⇒ Toplam gerilme araziye iletilir fakat efektif gerilme iletilmez.

⇒ Efektif gerilme : tanelerden tanıya iletilen net gerilmedir.

1-3-5 KURACI

ZEMİN	k (cm/s)
çakıl	$> 10^{-1}$
kum	$10^{-1} - 10^{-3}$
Silt	$10^{-3} - 10^{-5}$
Kil	$< 10^{-5}$

08.11.2021

Soru:

→ Yüzeyden 5 m derindeli toplam gerilme hesaplayınız

$$\sigma = h \cdot \gamma$$

$$\sigma_A = 5,0 \text{ m} \cdot 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\sigma_A = 90 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 90 \text{ kPa}$$

Soru:

→ Zemin yüzeyinden 6 m derindeli basitlik suyu basıncını hesaplayınız.

$$u = h \cdot \gamma_w$$

$$u_A = 6,0 \text{ m} \cdot \left(9,81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right)$$

$$u_A = 58,8 \text{ kPa}$$

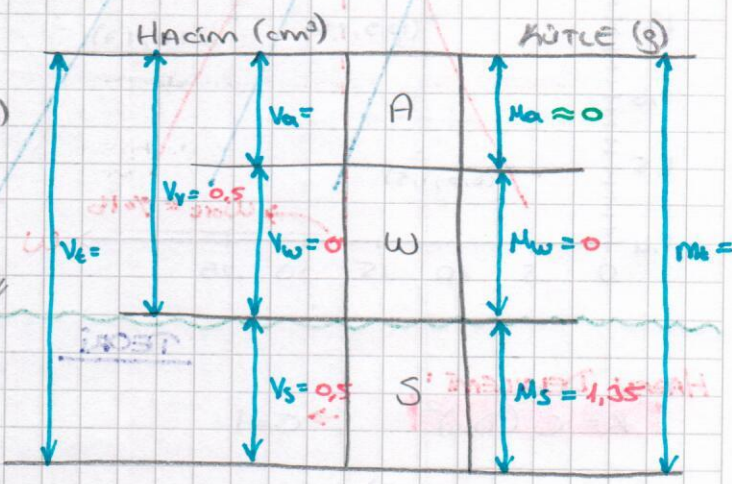
- * Bir zeminde;
- Su tablası alçalırken efektif gerilme artar,
 - Su tablası yükselirken efektif gerilme azalır.

$$\gamma_{\text{sat}} = \gamma_{\text{sat}} \left(9,81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right)$$

Dayanım Birim = Dayanım (9,81 kN/m³)

Soru: 7.5)

Katman	Yükseklik (m)	γ_d (g/cm³)	γ_d (kN/m³)	γ_{sat} (g/cm³)	γ_{sat} (kN/m³)
Hum	2	$\gamma_d = ?$ $= 1,35$	$\gamma_d = 1,35 \cdot (9,81)$ $= 13,24$	$\gamma_{\text{sat}} = ?$ $= 1,85$	$\gamma_{\text{sat}} = 1,85 \cdot (9,81)$ $= 18,15$
Kum	2	$\gamma_{\text{sat}} = ?$ $= 1,85$	$\gamma_{\text{sat}} = ?$ $= 1,85 \cdot (9,81)$ $= 18,15$		
Kil	4	$\gamma_{\text{sat}} = 2,0 \text{ Mg/m}^3$	$\gamma_{\text{sat}} = 2,0 \cdot 9,81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ $= 19,62 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$		



Porozite verildiği için $V_t = 1,0 \text{ cm}^3$

$$n = \frac{V_v}{V_t} \quad 0,5 = \frac{V_v}{1,0} \quad V_v = 0,5 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_s} \quad 2,7 = \frac{M_s}{0,5} \quad M_s = 1,35$$

$$\gamma_d = \frac{M_s}{V_t} = \frac{1,35}{1,0} = 1,35 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{1,35 + 0,5}{1,0} = 1,85 \text{ g/cm}^3$$

$$\sigma_A = 2 \cdot (13,24) + 2 \cdot (18,15) + 21 \cdot (19,62)$$

$$\sigma_A = 141,3 \text{ kPa} \quad \text{Toplam Gerilme}$$

$$u_A = 6 \cdot (9,81) = 58,9 \text{ kPa} \quad \text{Zorluk Suyu Basıncı (Nötr Gerilme)}$$

$$\sigma'_A = 141,3 - 58,9 = 82,4 \text{ kPa} \quad \text{Etkiyel Gerilme}$$

$$\sigma'_A = 82,4 \text{ kPa}$$

Derinlik	σ (kPa)	u (kPa)	σ' (kPa)
0	0	0	0
2	26,5	0	26,5
4	62,8	19,6	43,2
8	141,3	58,9	82,4

$$\sigma_{2m} = 2 \cdot (13,24)$$

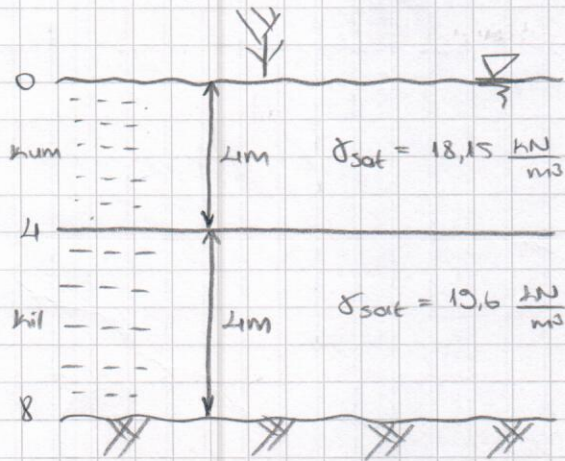
$$u_{2m} = 0$$

$$\sigma_{4m} = 26,5 + 2 \cdot (18,15) = 62,8$$

$$u_{4m} = 0 + 2 \cdot (9,81)$$

* Grafikler Slaytta

7.7) Örnekte yeraltı su seviyesinin zemin yüzeyine yükseldiği durum için toplam, nötr ve etkiyel gerilmenin profillerini çiziniz.



z (m)	σ	u	σ'
0	0	0	0
4	72,6	39,2	33,4
8	151,1	78,5	72,6

$$\sigma_{4m} = 21 \cdot (18,15) = 72,6$$

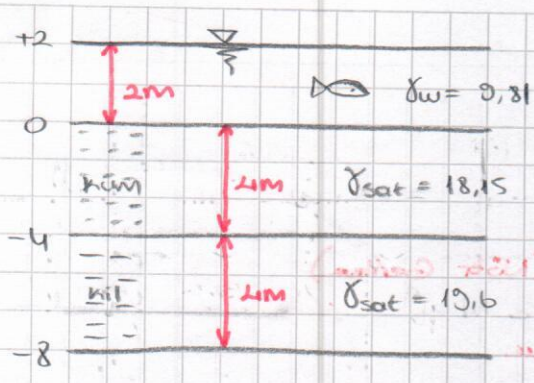
$$u_{4m} = 21 \cdot (9,81) = 39,2$$

$$\sigma' = 72,6 - 39,2 = 33,4$$

$$\sigma_{8m} = 21 \cdot (19,6) + 21 \cdot (18,15) = 151,1$$

$$u_{8m} = 8 \cdot (9,81) = 78,5$$

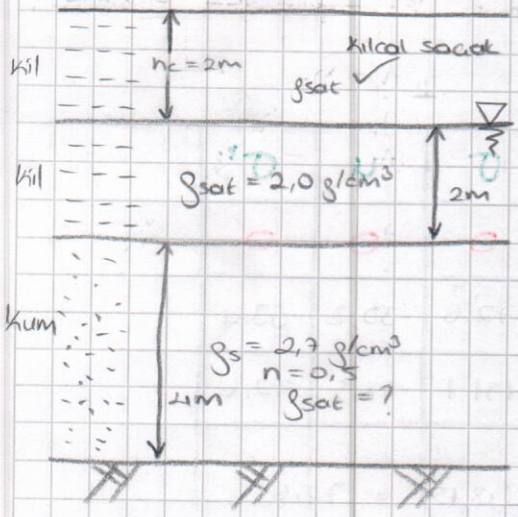
$$\sigma' = 151,1 - 78,5 = 72,6$$



z(m)	σ	u	σ'
+2	0	0	0
0	19,6	19,6	0
-4	92,2	58,9	33,3
-8	170,7	98,1	72,6

- ⇒ $\sigma_{0m} = 2 \cdot (9,81) = 19,6 //$
- ⇒ $u_{0m} = 2 \cdot (9,81) = 19,6 //$
- ⇒ $\sigma'_{0m} = 19,6 - 19,6 = 0 //$
- ⇒ $\sigma_{-4m} = 2 \cdot (9,81) + 4 \cdot (18,15) = 92,2 //$
- ⇒ $u_{-4m} = (2m + 4m) \cdot (9,81) = 58,9 //$
- ⇒ $\sigma'_{-4m} = 92,2 - 58,9 = 33,3 //$
- ⇒ $\sigma_{-8m} = 2 \cdot (9,81) + 4 \cdot (18,15) + 4 \cdot (19,6) = 170,7 //$
- ⇒ $u_{-8m} = (2m + 4m + 4m) \cdot (9,81) = 98,1 //$
- ⇒ $\sigma'_{-8m} = 170,7 - 98,1 = 72,6 //$

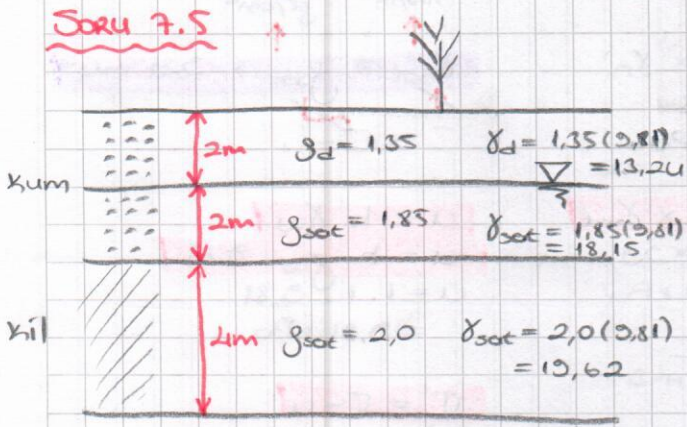
ÖDEV



Kas. 11.01

ANALIZASI

SORU 7.5



DERINLIK (m)	σ (kPa)	u (kPa)	σ' (kPa)
0	0	0	0
2	26,5	0	26,5
4	62,8	19,6	43,2
8	141,3	58,9	82,4

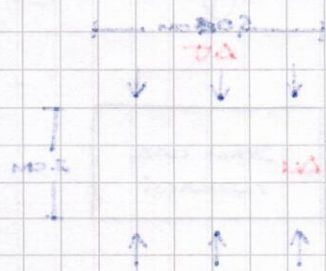
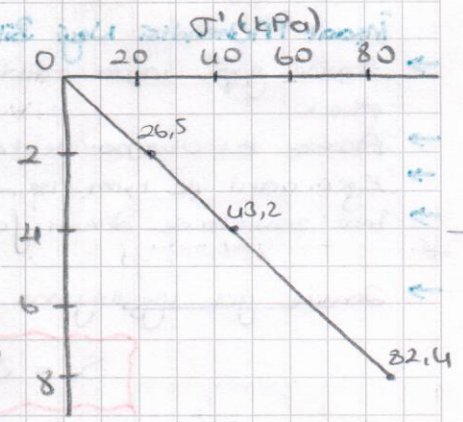
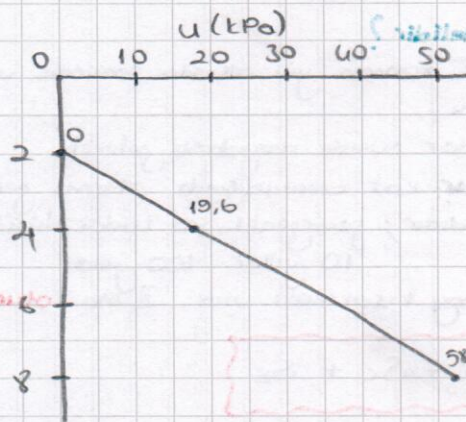
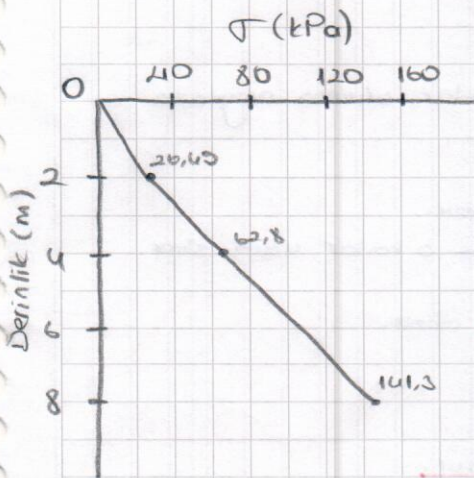
$\rightarrow \sigma_{0m} = 0$
 $\rightarrow u_{0m} = 0$
 $\rightarrow \sigma'_{0m} = 0$

$\rightarrow \sigma_{2m} = 13,24(2m) = 26,5 \text{ kPa}$
 $\rightarrow u_{2m} = 0$
 $\rightarrow \sigma'_{2m} = 26,5 - 0 = 26,5 \text{ kPa}$

$\rightarrow \sigma_{4m} = 26,5 + [18,15(2m)] = 62,8 \text{ kPa}$
 $\rightarrow u_{4m} = 0 + 2 \cdot (0,81) = 19,6 \text{ kPa}$
 $\rightarrow \sigma'_{4m} = 62,8 - 19,6 = 43,2 \text{ kPa}$

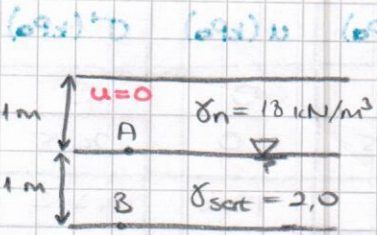
$\rightarrow \sigma_{8m} = 62,8 + [19,62(4m)] = 141,3 \text{ kPa}$
 $\rightarrow u_{8m} = 6 \cdot (0,81) = 58,9 \text{ kPa}$
 $\rightarrow \sigma'_{8m} = 141,3 - 58,9 = 82,4 \text{ kPa}$

Kas. 11.02



UYGULAMA

10.11.2021



$$A \Rightarrow \sigma = h \times \gamma_n$$

$$\sigma = 1 \cdot 18$$

$$= 18 \text{ kPa}$$

$$A-B \Rightarrow \sigma = h \times \gamma_{sat}$$

$$\sigma = 1 \times 20$$

$$= 20 \text{ kPa}$$

$$B \Rightarrow \sigma'_A + \sigma'_{A-B}$$

$$\gamma_{sat} = \gamma_{sat} \times 0,81 \text{ m/s}^2$$

$$u = h \cdot \gamma_w$$

$$u = h \cdot \gamma_w \cdot 0,81$$

$$u = 1 \cdot 1 \cdot 9,81$$

$$= 9,81 \text{ kPa}$$

$$\sigma' = \sigma - u$$

$$\sigma' = 20 - 9,81$$

$$= 10,19 \text{ kPa}$$

$$u_B = u_A + u_{A-B}$$

$$\sigma'_B = \sigma'_A + \sigma'_{A-B}$$

$\gamma_{sat} \Rightarrow$ Doygun kusak

$\gamma_n \Rightarrow$ Doygun olmayan kusak
 $u=0$ çünkü su yok.

VİZE SORUSU

22.11.2021

TEORİ

• Konsolidasyon

Zeminer gerilme altında deforme olurlar.

İnşaat Mühendisi Neji Bilmelidir?

- Zeminde yapı inşaa edildiği zaman yük altında zeminde ne kadar oturma meydana gelecek.
- Acaba bu oturma ne kadar sürede meydana gelecek.
- Eğer çakıl ile kum ise her kat çıkarıldığında oturma gerçekleşir.
- İnce zeminlerde durum farklıdır; geçirgenlik ne kadar düşük ise o kadar uzun sürer. 10 yıllar 100 yıllar.
- Zemine yük uygulayınca boy kısalması olur. Buna **oturma** denir.

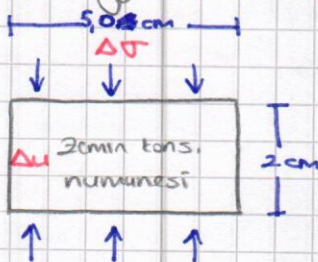
$$S_t = S_i + S_c + S_s$$

→ Zeminlerin yük altında düşey yönde oturması, geçirgenliğin çok düşük olduğu kil, silt ve geçirgenliği yüksek olan çakıl hatta **çabuk oturur**.

geci oturur.

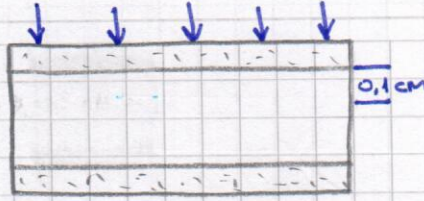
Geçirgenlik yüksek \Rightarrow Oturma erken
Geçirgenlik düşük \Rightarrow Oturma geç

→ Kılcal zonda doygunluk %100'dür.

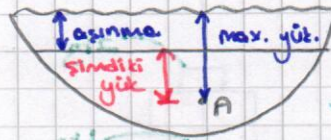
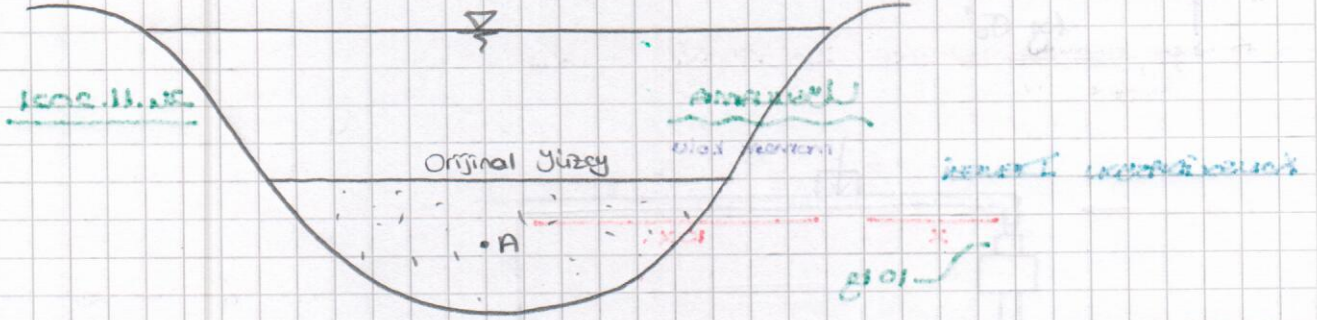


$$\text{Birim deformasyon } (E_v) = \frac{\delta}{L_0}$$

$$\delta = 0,1 \text{ cm} \quad L_0 = 2,0 \text{ cm}$$



($S_{yf} = 50$)



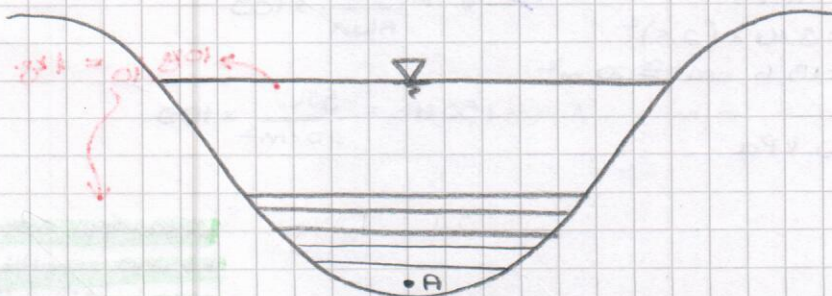
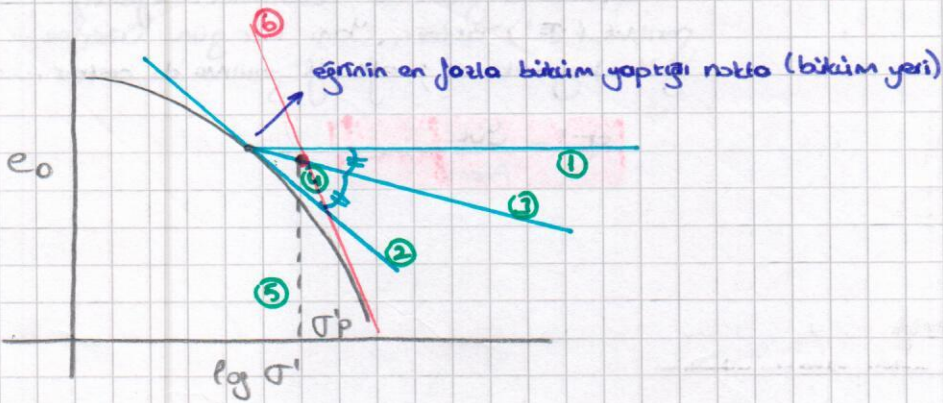
$$\text{max. yük} = \sigma'_p$$

$$\text{mercut (sınırlı) yük} = \sigma'_0$$

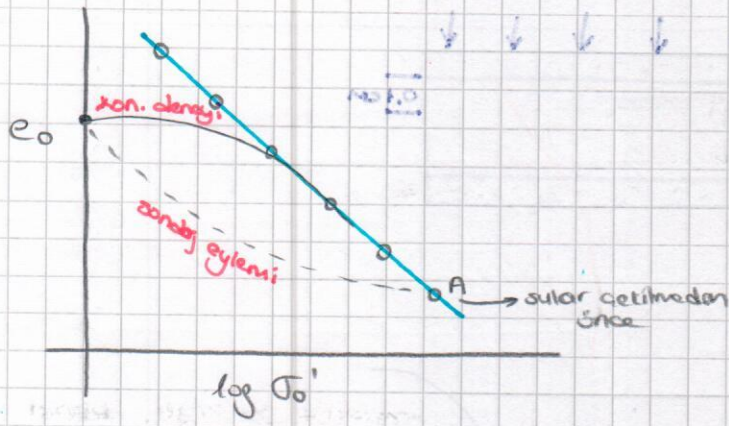
Aşırı konsolidasyon ; $OCR > 1,0$

Normal konsolidasyon ; $OCR = 1,0$

} Laboratuvarlarda Ödometre Deneyi ilk belirlenir.



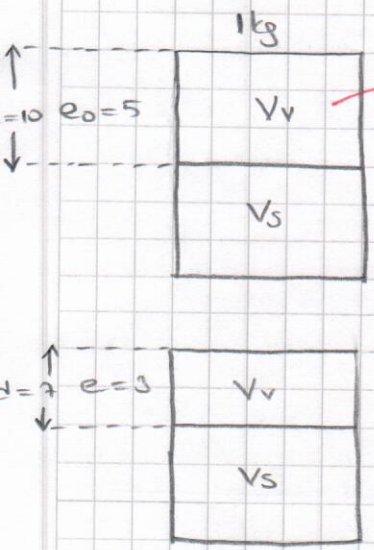
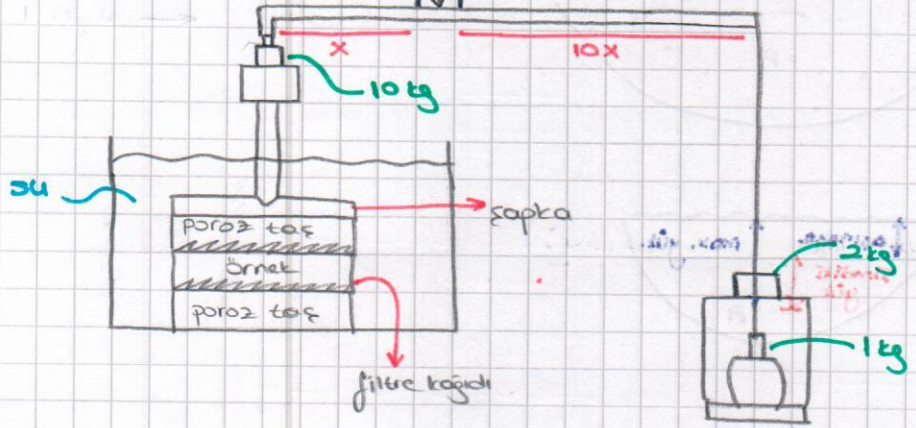
→ Üzerine yük geldikçe boşluk basıncı düşer. Etkelil gerilme artar.



UYGULAMA

26.11.2021

Konsolidasyon Deneyi



İnsanlar zamanla $V_w + V_a$ yük arttıkça boşluk hacmi düşer. Zamanla gittikçe üzerindeki efektif gerilme (σ') artar. Yani her gün üzerine $V_w + V_a$ yükler koyarsanız, efektif gerilme de artar.

$$\sigma' = \frac{\text{Yük}}{\text{Alan}} \times 100$$

⇒ Çap = 5 cm
Yükseklik = 2 cm

⇒ Alan = $\pi \cdot r^2$
= $3,14 \times (2,5)^2$
= $19,6 \text{ cm}^2 \approx 20 \text{ cm}^2$

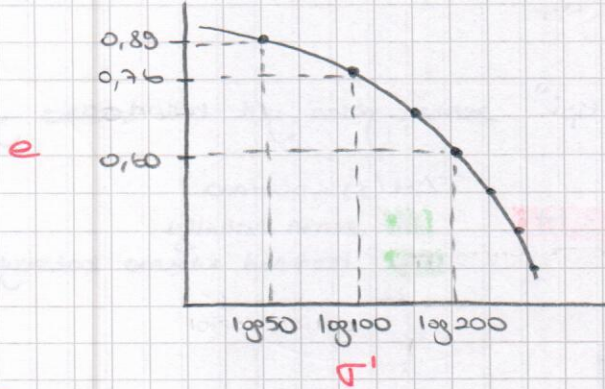
⇒ $\sigma' = 50 \text{ kPa}$

⇒ $\sigma' = \frac{\text{Yük}}{\text{Alan}} \times 100$

$50 \text{ kPa} = \frac{\text{Yük}}{20 \text{ cm}^2} \times 100$
→ $100/10 = 1 \text{ kg}$

Yukarıdaki moment koluna uzaklıklar dolayı 10'a böl

<u>ÖRNEK:</u>	$\sigma' \text{ (kPa)}$		$d \text{ (deformasyon (mm))}$	$e \text{ (boşluk oranı)}$
log 50	50	1. Gün	1,8 mm	0,85
log 100	100	2. Gün	1,6 mm	0,76
log 200	200	3. Gün	1,2 mm	0,60
			⋮	⋮



⇒ 7 nokta ⇒ 7 gün deney

TEORİ

$$OCR = \frac{\text{Ön konsolidasyon gerilmesi (önceki yük)}}{\text{şimdiki yük}}$$

- Sıkışabilirlik katsayısı → a_v
- Hacimsel sıkışma katsayısı → m_v
- Sıkışma indeksi → C_c
- Yeniden sıkışma indeksi → C_r
- Önkonsolidasyon gerilmesi → σ'_p
- Konsolidasyon katsayısı → C_v

$$a_v = \frac{e_1 - e_2}{\sigma'_1 - \sigma'_2} \quad \text{Sıkışabilirlik katsayısı}$$

SORU:

$$e_1 = 1,77$$

$$e_2 = 1,48$$

$$\sigma'_1 = 20$$

$$\sigma'_2 = 140$$

a_v (Sıkışabilirlik katsayısını) hesaplayınız.

$$a_v = \frac{1,77 - 1,48}{20 - 140} = \frac{0,29}{-120} = -0,0024 \text{ m}^2/\text{kN}$$

$$= -14,5 \frac{\text{m}^2}{\text{N}} \approx \boxed{15 \text{ m}^2/\text{N}}$$

eksi (-)'yi kay? Sonuç - olmak zorunda ama mutlak değer al ve sonuç pozitif (+) çıksın.

SORU:

$$E_1 = 0,23$$

$$E_2 = 0,32$$

$$\sigma'_1 = 20$$

$$\sigma'_2 = 140$$

m_v 'yi (hacimsel sıkışma katsayısını) hesaplayınız.

$$m_v = \frac{E_1 - E_2}{\sigma'_1 - \sigma'_2} \Rightarrow \text{Düşey Birim Def. (E) - Efektif Gerilme (\sigma')} \text{ grafiğine bak}$$

$$m_v = \frac{0,23 - 0,32}{20 - 140} = \frac{-0,09}{-120} = 0,00075 \frac{\text{m}^2}{\text{kN}}$$

$\sigma' \text{ (kPa)}$

0
25
50
100
200
400
800

av mv

0	0,000246	100
25	0,000250	120
50	0,000282	200
100		
200		
400		
800		

efektif gerilme arttıkça (σ');
hacimsel sıkışma katsayısı (m_v) azalır.

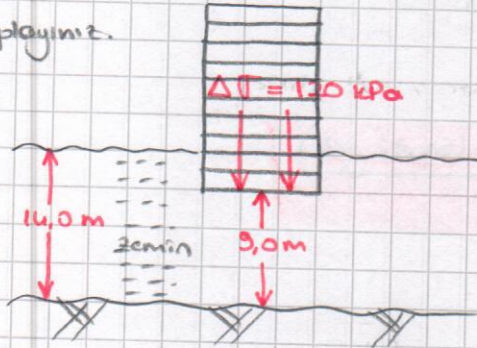
→ Radye Temelli Yapılarda "kötüt tipi" zemine gelen yük kat basınca yaklaşık 10 kPa'dır.

OTURMA $\Delta H = \Delta \sigma \cdot m_v \cdot H$
(s)

ΔH (s) = oturma
H = zemin kalınlığı
 m_v = hacimsel sıkışma katsayısı

Soru:

Oturmayı hesaplayınız.



$\Delta H = \Delta \sigma \cdot m_v \cdot H$

$\Delta H = 120 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot (0,000250 \frac{\text{m}^2}{\text{kN}}) \cdot 9,0\text{m}$

$\Delta H = 0,27 \text{ m}$

$\Delta H = 27 \text{ cm}$

↑ yukarıdaki tablodan karşılık gelen değer.

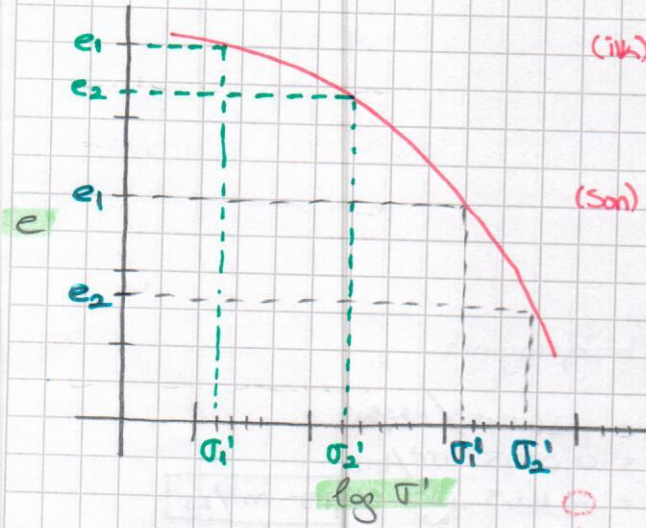
(ilk) Sıkışma İndeksi:

$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log \sigma_1' - \log \sigma_2'}$

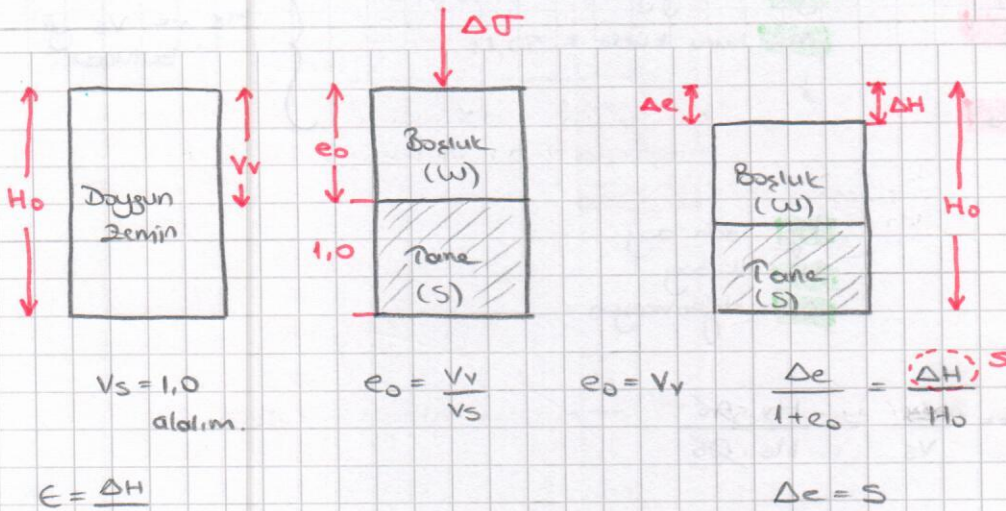
(Son) Yeniden Sıkışma İndeksi:

$C_r = \frac{e_1 - e_2}{\log \sigma_1' - \log \sigma_2'}$

formülleri aynı fakat alınan noktalar farklıdır.



* Konsolidasyon hesaplamalarında zeminler %100 dşgun kabul edilir.



* $\Delta H = S = H_0 \frac{\Delta e}{1+e_0}$ OTURMA

SORU:

VERİLENER:

- $H = 10\text{m}$
- $e_0 = 1,0\text{m}$
- $e_f = 0,8$

Verilenlere göre oturmayı hesaplayınız.

$$\Delta e = e_0 - e_f$$

$$= 1,0 - 0,8$$

$$= 0,2$$

$$S = H_0 \frac{\Delta e}{1+e_0}$$

$$= 10 \cdot \frac{0,2}{1,0 + 1,0} = 1,0\text{m}$$

SORU: (Yeşil Kitap - Örnek 2.12) (Final 15-20 Puan)

$$H = 10,0\text{m}$$

$$e_0 = 0,8 \text{ (boşluk oranı)}$$

$$C_c = 0,15 \text{ (sıkıştırma indeksi)}$$

$$\Delta \sigma = 80 \text{ kPa (yayılı yük şiddeti)}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3 \text{ (doğru birim ağırlık)}$$

$$\sigma'_{sm} = 5,0\text{m} (20 \text{ kN/m}^3) = 5,0 \left(9,81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\sigma'_{sm} = 51,0 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_1 = 51 \text{ kPa}$$

$$\Delta \sigma = 80$$

$$\sigma'_2 = 51 + 80$$

$$\sigma'_2 = 131 \text{ kPa}$$

$$S = H \frac{\Delta e}{1+e_0} \quad \Delta e = e_1 - e_2 \text{ veya } e_0 - e_1$$

$$\Rightarrow C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log \sigma'_1 - \log \sigma'_2}$$

$$\Rightarrow S = 10 \frac{0,061}{1 + 0,8}$$

$$0,15 = \frac{\Delta e}{\log 131 - \log 51}$$

$$S = 0,34 \text{ m}$$

$$S = 34 \text{ cm}$$

$$0,061 = \Delta e$$

UYGULAMA

01.12.2021

$$V_s = \rho_s = \frac{m_s}{V_s}$$

$$\rho_s = \text{kuru yoğunluk} = 2,70 \text{ gr/cm}^3$$

$$m_s = \text{kuru kütle} = 50,4$$

H_s ve V_s yi bulacağız.

$$h_s = V_s = h_s \cdot A_0$$

$$h_f = H_0 - \Delta H$$

$$H_f = \text{son boy}$$

$$H_0 = \text{ilk boy}$$

$$\Delta H = \text{deformasyon}$$

$$e = \frac{H_f - H_s}{H_s} = \frac{V_v}{V_s} = \frac{H_v \cdot A_0}{H_s \cdot A_0}$$

Teori

06.12.2021

Konsolidasyon Hızı

- Bir yapının uygulanan yükler altında ne kadar hızlı oturacağını bilmesi neden önem taşımaktadır?
- Mesela bir yapının tasarım ömrü 50 yıl ise ve konsolidasyonun tamamının gerçekleşmesi 500 yıl süreceği hesaplanmış ise temel mühendis yapısının ömrü içerisinde sadece çok küçük oturma problemleri bekleyebiliriz.
- Diğer taraftan, oturma gerçekleşmesi için geçen zaman yapının inşa edileceği zaman uzunluğuna yakın ise oturma tamamı olmasada yapının oturması görülebilir.

Terzaghi Bir Boyutlu Konsolidasyon Teorisi

- Sıkışabilir zemin katmanları hem homojen hem de tamamen suya doygun ve zemindeki mineral taneleri ile gözeneklerdeki suyun sıkışabilirliği de suyu kabul edilir.
- Çift drenajlıdır. (hem alttan, hem üstten drenaj)
- Darcy Yasası geçerlidir.
- Sıkışabilirlik katsayısı a_v ve Darcy'nin permeabilite katsayısı k konsolidasyon süreci sırasında sabit kalmaktadır.

$$C_v = \frac{k}{\rho_w \cdot g} \cdot \frac{1 + e_0}{a_v}$$

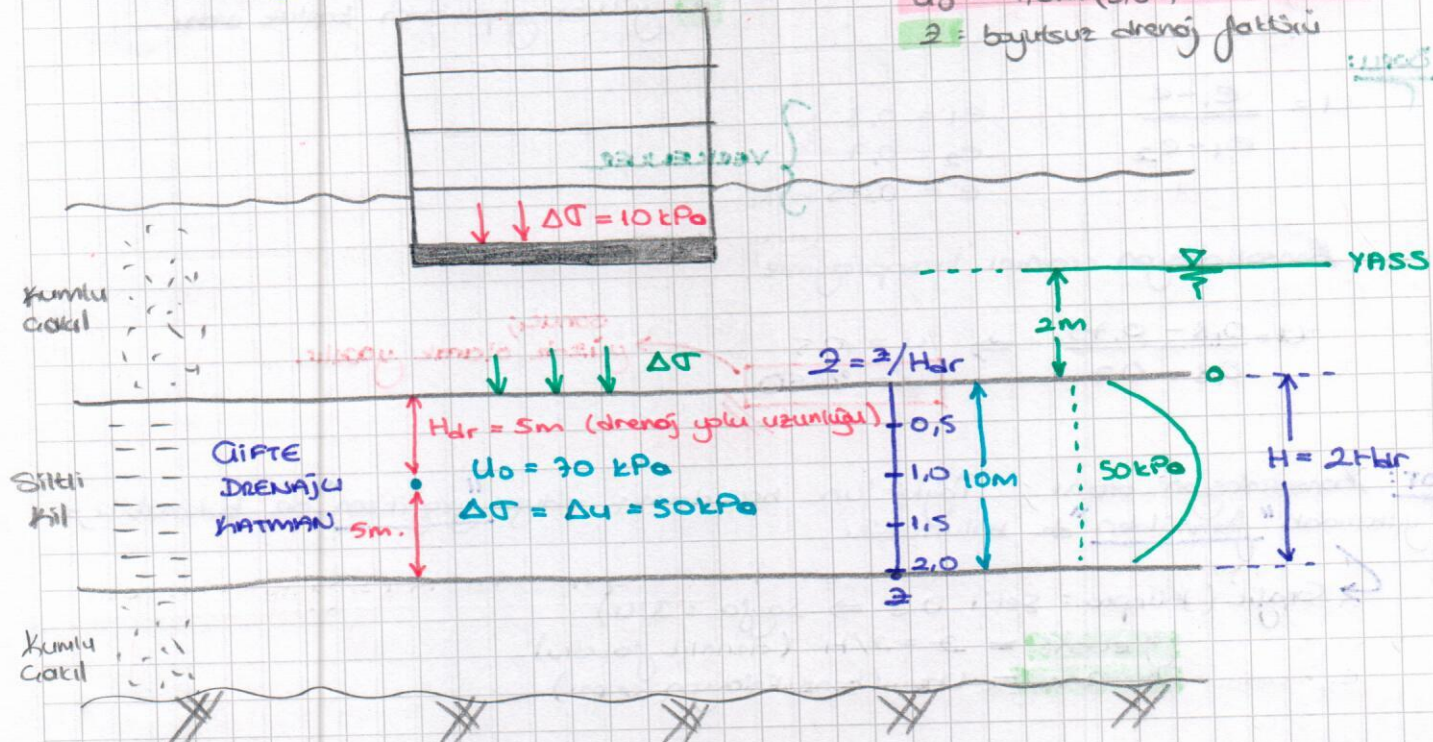
(konsolidasyon katsayısı)

- Önce bir boyutlu konsolidasyon durumunun sınır ve başlangıç şartları belirlenir:
- 1) Sıkışabilir katmanın tabanında ve tavanında tam bir drenaj sağlanmaktadır.
 - 2) İlkel aşırı hidrostatik basınç $\Delta u = u$, sınırında uygulanan gerilme artışı $\Delta \sigma$ 'ye eşittir.

Bu sınır ve başlangıç değerlerini aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$\begin{aligned} z=0 \text{ olduğunda} & \quad z=2H \text{ olduğu zaman} & u=0 \\ t=0 \text{ olduğunda} & \quad \Delta u = u_1 = \Delta \sigma (\sigma_2' - \sigma_1') \end{aligned}$$

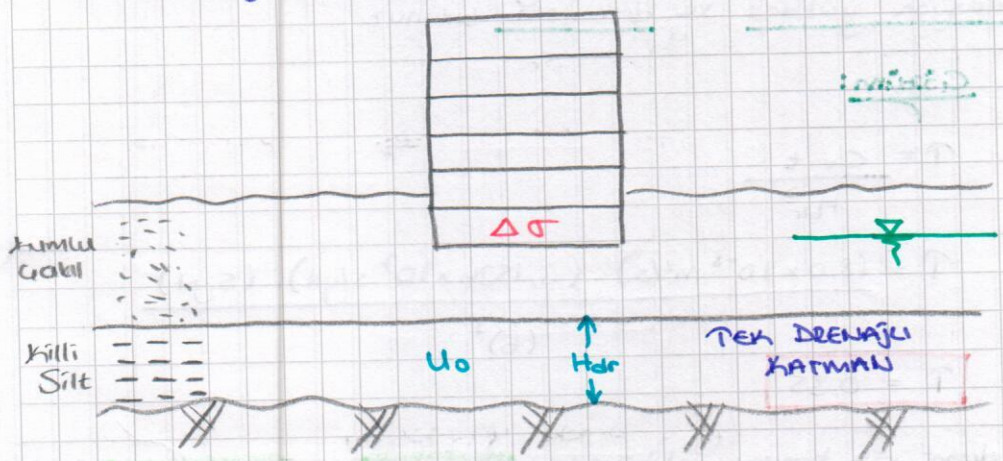
ÇİFTE DRENAJLI KATMAN



$U_0 = 7,0m(9,81) \approx 70 \text{ kPa}$
 $z = \text{boyutsuz drenaj faktörü}$

- $\Delta u = 0$ olduğu zaman konsolidasyon bitmiştir.
 - Bu (yukarıdaki) katmanın adı "Çifte drenajlı" katmandır.
 - Sıkışabilir zemin; sıkışmanın çok uzun zaman aldığı inşaat zeminidir.
- Çifte Drenajlı Katmanda → Drenaj yolu uzunluğu; katman kalınlığının yarısına eşittir.

TEK DRENAJLI KATMAN



- Bu zeminde sıkışan su molekülleri üstteki kumlu cakıla doğru akar.
- Bu "Tek Drenajlı Katmandır."
- $H_{dr} = \text{katmanın kalınlığının tamamına eşittir.}$

⇒ $z = z/H_{dr}$ Derinlik Faktörü (z)

⇒ $T = \frac{c_v \cdot t}{H_{dr}^2}$

$c_v = \text{konsolidasyon katsayısı (cm}^2/\text{s)}$
 $t = \text{zaman (saniye)}$
 $H_{dr} = \text{drenaj yolu uzunluğu (cm)}$

KONSOLIDASYON ORANI

$$U_z = \frac{(e_1 - e)}{(e_1 - e_2)}$$

(konsolidasyon oranı)

e_1 = başlangıçta boşluk oranı
 e_2 = nihai (sonaki) boşluk oranı
 e = yüklenmeden önceki boşluk oranı

Örnek:

$$U = \frac{e_1 - e}{e_1 - e_2}$$

$e_1 = 0,8$
 $e_2 = 0,7$
 $e = 0,75$

VERİLER

Konsolidasyon oranını hesaplayınız.

$$U = \frac{0,8 - 0,75}{0,8 - 0,7} \Rightarrow U = 0,5$$

$U = \%50$

sonuç; yüzde olarak yazılır.

NOT: Konsolidasyon oranı; Taylor'un hesaplamış olduğu grafikten de bulunabilir, yukarıdaki formüllerden de bulunabilir.

Grafik (kıtapta = şekil 9.3 \Rightarrow Sayfa = 304)
y eksen $= z = z/H$ (derinlik faktörü)
x eksen $= U_z$ (konsolidasyon oranı)

ÖRNEK 9.1: 12 m. kalınlığında bir Chicago kil katmanı çift drenajlıdır. (bu 12 m kalınlığındaki kilin altında ve üstünde kil katmanına kayastan çok daha geçirgen katmanların bulunması durumudur.)
Konsolidasyon katsayısı $C_v = 8,0 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ 'dir.

Kil katmanında yükleme başladıktan 5 yıl sonra 3, 6, 9 ve 12 m. derinliklerde konsolidasyon yüzdesi ve derecesini bulunuz

NOT:

Labaratuvar Deneyinde;
 $H =$ genellikle 2cm
 $H_{dr} = 1\text{cm}$

Çözüm:

$$T = \frac{C_v \cdot t}{H_{dr}^2}$$

$$T = \frac{(8,0 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}) \cdot (3,1536 \times 10^7 \text{ s/yıl}) \cdot (5 \text{ yıl})}{(6)^2}$$

$$T = 0,35$$

\Rightarrow Çift drenaj sız konusu olduğundan $2H = 12\text{m}$ ve $H_{dr} = 6\text{m}$ 'dir.

$T = 0,35$ için şekil 9.3'den:

	y eksen	x eksen
$z = 3\text{m}$ 'de	$z/H = 0,50$	$U_z = \%61$
$z = 6\text{m}$ 'de	$z/H = 1,0$	$U_z = \%46$
$z = 9\text{m}$ 'de	$z/H = 1,50$	$U_z = \%61$
$z = 12\text{m}$ 'de	$z/H = 2,0$	$U_z = \%100$

H_{dr} 'yi al.

ya da
✓ Grafikte Bak. (z/H için)

• TABLO 9.1 ⇒ Önemli τ (SAYFA = 338)

U_{ort}	τ
0,1	0,008
0,2	0,031
0,3	0,071
0,4	0,126
0,5	0,197
0,6	0,287
0,7	0,403
0,8	0,567
* 0,9	0,848
0,95	1,163
1,0	∞

⇒ $U_{ort} < \%60$ için;

$$\tau = \frac{\pi}{4} \cdot U^2 = \frac{\pi}{4} \left(\frac{\%U}{100} \right)^2$$

⇒ $U_{ort} > \%60$ için;

$$\tau = 1,781 - 0,933 \log(100 - \%U)$$

* 0,9 \rightarrow oturma'nın %90'ini bilmemiz yeterli.

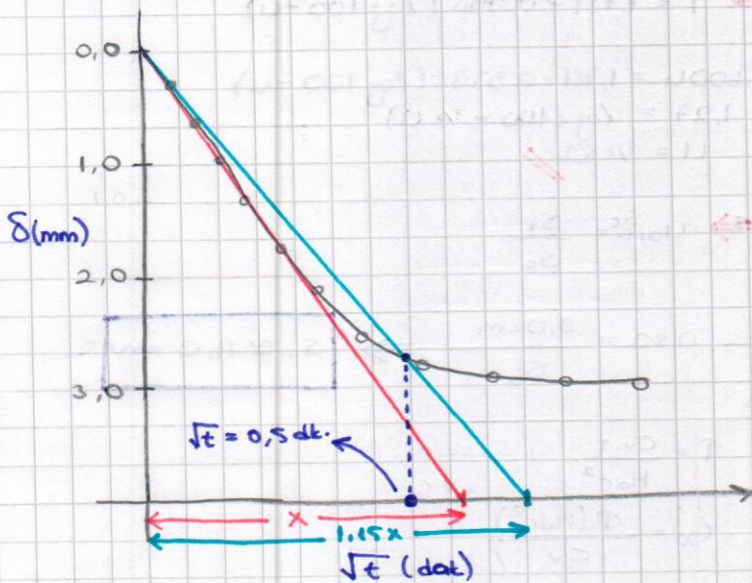
13.12.2021

TEORİ

Bir zeminin toplam oturma'nın %90'ini karşılayan bölümdür. $\Rightarrow t_{90}$

$$t_{90} \Rightarrow \tau = 0,848$$

t_{90} hesaplanması =



$$\sqrt{t} = 0,5 \text{ dak.}$$

$$t = 25 \text{ dak.}$$

$$t_{90} = 25(60) = 1500 \text{ s.}$$

Laboratuvar numunesinde (yükseklik 2cm olduğu zaman); drenaj yolu uzunluğu 1cm'dir. ($H_{dr} = 1\text{cm}$)

Konsolidasyon katsayısının (c_v) hesaplanması.

$$c_v = \frac{\tau \cdot H_{dr}^2}{t_{90}}$$

$$c_v = \frac{0,848 (1,0\text{cm})^2}{2500 \text{ s.}}$$

$$c_v = 3,4 \cdot (10^{-4}) \text{ cm}^2/\text{s}$$

ÖRNEK 3.7: (sayfa 3ul)

Tek drenajlı, 10 m. kalınlıkta bir kil katmanı 3,5 yılda 9 cm oturmuştur. Bu kil için konsolidasyon katsayısı $0,544 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}$ olarak bulunmuştur.

Nihai oturmaya hesaplayınız ve bu miktarın %90'ının oturmasının ne kadar zaman alacağını bulunuz. ($s_c = ?$, $t_{90} = ?$)

$$U_{ort} = \frac{S_t}{S_c}$$

S_t : herhangi bir andaki oturma

S_c : nihai oturma

$$T = \frac{\pi}{4} U_{ort}^2 \quad (T < 0,6 \text{ iken})$$

$$T = \frac{C_v \cdot t}{H_{dr}^2}$$

$$T = 1,781 - 0,933 (\log 100 - u)$$

Verilenler:

→ Tek drenajlı $\Rightarrow H = 10 \text{ m}$

$$H_{dr} = 10 \text{ m} = 1000 \text{ cm}$$

→ $t = 3,5 \text{ yıl}$

→ $S_{3,5 \text{ yıl}} = 9,0 \text{ cm}$

$$C_v = 0,544 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}$$

$$\Rightarrow T = \frac{C_v \cdot t}{H_{dr}^2}$$

$$T = \frac{0,544 \times (10^{-2}) \text{ cm}^2/\text{s} (3,5 \times 365 \times 86400 \text{ s})}{(1000 \text{ cm})^2}$$

$$T = 0,6004 //$$

$$\Rightarrow T = 1,781 - 0,933 (\log 100 - u)$$

$$0,6004 = 1,781 - 0,933 (\log 100 - u)$$

$$1,27 = \log (100 - \% u)$$

$$u = \% 82 //$$

$$\Rightarrow U_{ort} = \frac{S_t}{S_c}$$

$$0,82 = \frac{9,0 \text{ cm}}{S_c}$$

$$S_c \approx 11,0 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow T = \frac{C_v \cdot t}{H_{dr}^2}$$

$$t_{90} = \frac{T (H_{dr}^2)}{C_v}$$

$$t_{90} = \frac{0,848 \cdot (1000 \text{ cm})^2}{0,544 \times (10^{-2}) \text{ cm}^2/\text{s}}$$

$$t_{90} = 11,94 \text{ yıl}$$

ÖRNEK: (II. HAFTA)

<p>Siltli kum (SM)</p>	Drenaj Tabakası	<p>Siltli kum = DOLGU</p> <p>Kalınlık = 5,0 m.</p> <p>Toplam birim ağırlık = 20 kN/m²</p> <p>Su tablası derinliği = 5 m.</p>
<p>Siltli kil</p>		<p>Siltli kil.</p> <p>Kalınlık = 15,0 m (1500 cm)</p>
<p>kumlu (GP) çakıl</p>	Drenaj Tabakası	<p>Sıkışabilirliği ihmal edilebilir derecede düşük</p> <p>çok sıkı çakıl taşıması</p>

Yukarıdaki şekilde "siltli kil" katmanından alınan, kalınlığı 2,0 cm olan bir zemin numunesi üzerinde ($H_{dr} = 1,0$ cm!!) konsolidasyon deneyi yapılmış ve $\sqrt{t} = 7,25$ dakika bulunmuştur.

- Bu zeminin konsolidasyon katsayısını hesaplayınız.
- Yapılan oturma hesaplamalarında bu siltli katmanda PROJE YÜKLERİ ALTINDA toplam oturmanın 1,2 m olduğunu göstermektedir. Arzide toplam oturmanın %90'ünün gerçekleşmesi için gerekli süreyi hesaplayınız. (ipucu: $H_{dr} = 750$ cm analiz)
- Siltli kil katmanında yüklenmeye başladıktan 5 yıl sonra siltli kil katmanının tepesinden 3m. aşağıdaki noktada konsolidasyon yüzdesini bulunuz.
- Yüklenmeye başladıktan 5 yıl sonraki ortalama konsolidasyon derecesini hesaplayınız.
- Buna göre siltli kil katmanında 5 yıl sonraki oturmayı hesaplayınız.
- Siltli kil katmanının 0,5 m. oturması için gerekli süreyi hesaplayınız.

! $H = 15$ m. = 1500 cm \Rightarrow (Çift Drenajlı) $\cdot H_{dr} = \frac{1500}{2} = 750$ cm.

Çözüm:

a) $\sqrt{t} = 7,25 \Rightarrow t = (7,25)^2 = 52,56$ dk. = 3154 s.

$$T = \frac{c_v \cdot t}{H_{dr}^2} \Rightarrow c_v = \frac{T \cdot H_{dr}^2}{t} = \frac{0,848 \cdot (1,0 \text{ cm})^2}{3154 \text{ s.}} \Rightarrow c_v = 2,7 \cdot (10^{-4}) \text{ cm}^2/\text{s}$$

b) Arzide $t_{90} = ?$

$$t_{90} = \frac{T \cdot H_{dr}^2}{c_v} \Rightarrow t_{90} = \frac{0,848 \cdot (750 \text{ cm})^2}{2,7 \cdot (10^{-4}) \text{ cm}^2/\text{s}} \Rightarrow t_{90} = 56 \text{ yıl}$$

(Çıkan sonucu önce 86400'e sonra 360'a bölüp 56 yıl bul.)

c) $t = 5$ yıl $\Rightarrow T = \frac{c_v \cdot t}{H_{dr}^2} \Rightarrow T = \frac{2,7 \cdot (10^{-4}) \text{ cm}^2/\text{s} \cdot (5 \times 365 \times 86400)}{(300)^2} \Rightarrow T = 0,47$

$U < 0,6$ olduğundan $\Rightarrow T = \frac{\pi}{4} \cdot U^2 \Rightarrow 0,47 = \frac{\pi}{4} \cdot U^2 \Rightarrow U = 0,77 = \%77$

$$d) T = \frac{C_v \cdot t}{H_{dr}^2}$$

$$T = \frac{2,7 (10^{-4}) \text{ cm}^2/\text{s} (5 \times 365 \times 86400 \text{ s})}{(750 \text{ cm})^2} \rightarrow \text{En uzun drenaj yolunun uzunluğunu alıcaz.}$$

$$T = 0,0756 //$$

$$U < 0,6 \text{ olduğundan: } T = \frac{\pi}{2H} \cdot U_{ort}^2 \Rightarrow 0,0756 = \frac{\pi}{2H} U_{ort}^2 \Rightarrow U_{ort} = \%31$$

$$e) U_{ort} = \frac{S_t}{S_c}$$

$$0,31 = \frac{S_{syll}}{120 \text{ cm}} \Rightarrow S_{syll} = 37,2 \text{ cm.}$$

\rightarrow toplam oturma (nihai oturma) \Rightarrow sorunun b şikinde verildi.

$$f) S_t = 50 \text{ cm verilmiş.}$$

$$U_{ort} = \frac{S_t}{S_c} \Rightarrow U_{ort} = \frac{50 \text{ cm}}{120 \text{ cm}} \Rightarrow U_{ort} = 0,41 // \rightarrow \text{u'nun } \%40'ı \text{ } 0,126 \text{ 'dir (T) (Tablo 9,1'den bak.)}$$

$$U < 0,6 \text{ olduğundan } T = \frac{\pi}{2H} \cdot U_{ort}^2$$

$$T = \frac{\pi}{2H} \cdot U_{ort}^2 \Rightarrow T = \frac{\pi}{2H} (0,41)^2 \Rightarrow T = 0,136 //$$

$$T = \frac{C_v \cdot t}{H_{dr}^2} \Rightarrow 0,136 = \frac{2,7 (10^{-4}) t}{(750)^2} \Rightarrow t = 9,0 \text{ yıl}$$

\rightarrow Araziye olduğumuzdan dolayı.

MAKASLAMA DENENİ

Öselenmemiş örnek elde edilir.

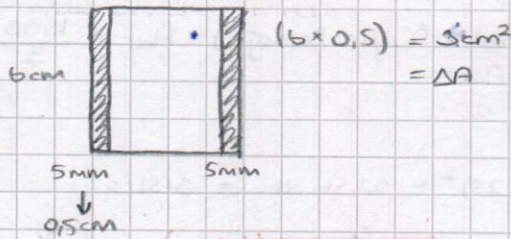
UYGULAMA

15.12.2021

$$\bar{z} = \frac{\text{Yük}}{\text{Alan } (A_f = A_{son})}$$

$$A_f = A_0 - \Delta A$$

ΔA : alandaki değişim.



Denilme çnl:

çöl = 5 mm

Yük = 18 kgf

$$A_f = A_0 - \Delta A$$

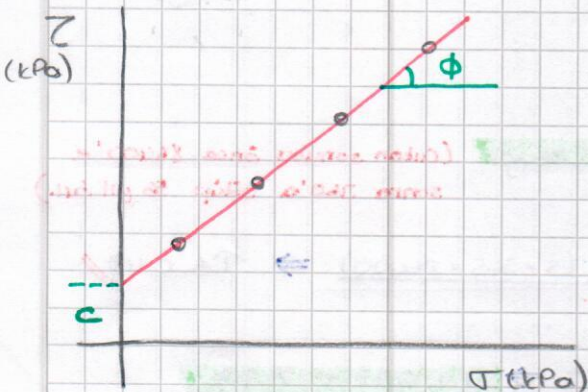
$$A_f = 36 - 6$$

$$A_f = 30 \text{ cm}^2$$

$$\bar{z} = \frac{\text{Yük}}{A_f} \Rightarrow \frac{18 \text{ kgf}}{30 \text{ cm}^2} \times 100 = 60 \text{ kPa}$$

σ (kPa) (normal gerilme)	z (kPa) (kesme gerilmesi)
50	60
100	80
200	150
400	220

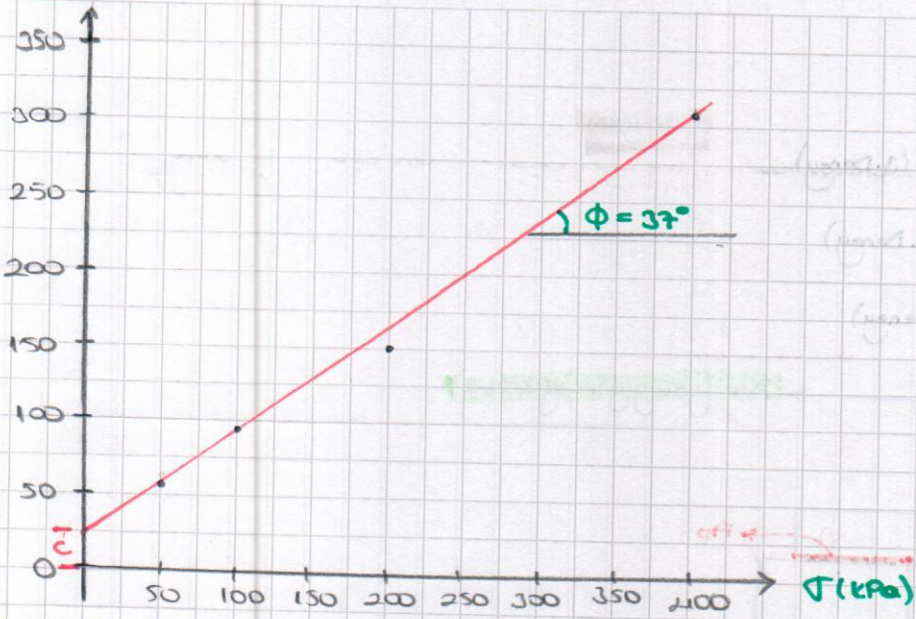
36 kgf \leftarrow 100
72 kgf \leftarrow 200
144 kgf \leftarrow 400



ϕ = kases sürtünme açısı ($^{\circ}$) $\Rightarrow c, \phi$ = dayanım parametreleri

c = kohezyon (kPa)

Yarıçap = 100
 Yarıçap = 100



$\phi = 37^\circ$
 $c = 25 \text{ kPa}$

ZEMİNLERİN (KESME / KAYMA) DAYANIMI

20.12.2021

2 Yöntem vardır:

- Arazi Yöntemi
- Laboratuvar Yöntemleri

- Arazi Yöntemleri:
- SPT
 - CPT
 - PMT
 - DMT
 - VST

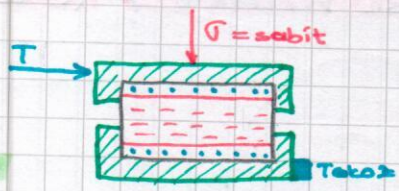
- Laboratuvar Yöntemleri:
- Doğrudan Kesme Deneyi (DST)
 - Serbest Basınç Deneyi (UCT)
 - Üç Eksenli Sıkıştırma Deneyi (3XT)
- Amaç: c, phi Bulmak.

⇒ Zemin dayanımı 2 parametre ile belirlenir. Bunlar kohzyon ve icisel sürtünme acastir.

*** DOĞRUDAN KESME DENEYİ (KESME KUTUSU DENEYİ)**

→ Shelby Tipi ile numune alınır. Genellikle 6 cm çap, 2 cm yükseklik şeklindedir. Bazı kare prizma şeklinde olur (6 cm en, 6 cm boy, 2 cm yükseklik)

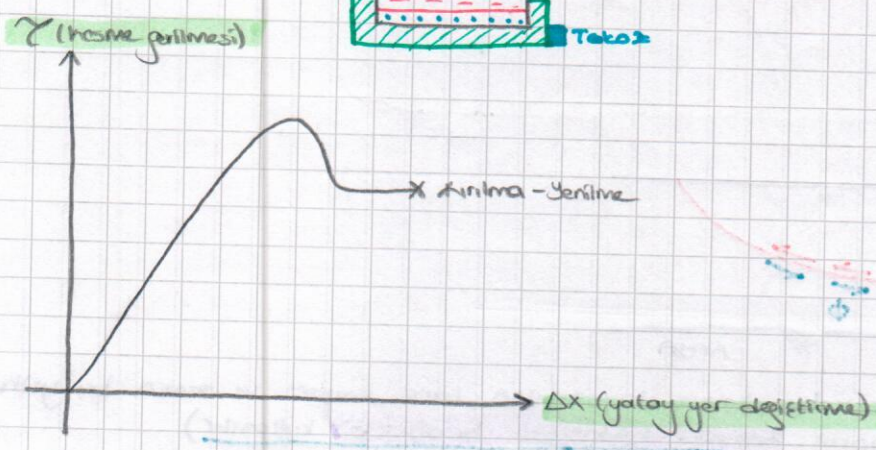
→ DST 'nin en çok tercih edildiği zeminler:
 Silindirik numune alınırken kendini tutan ve kuvvet aktarılabilecek zeminler için deşirilmistir. Sonrasında iri zeminlere uygulanmıştır. Ancak tercih edilen zeminler iri zeminlerdir.

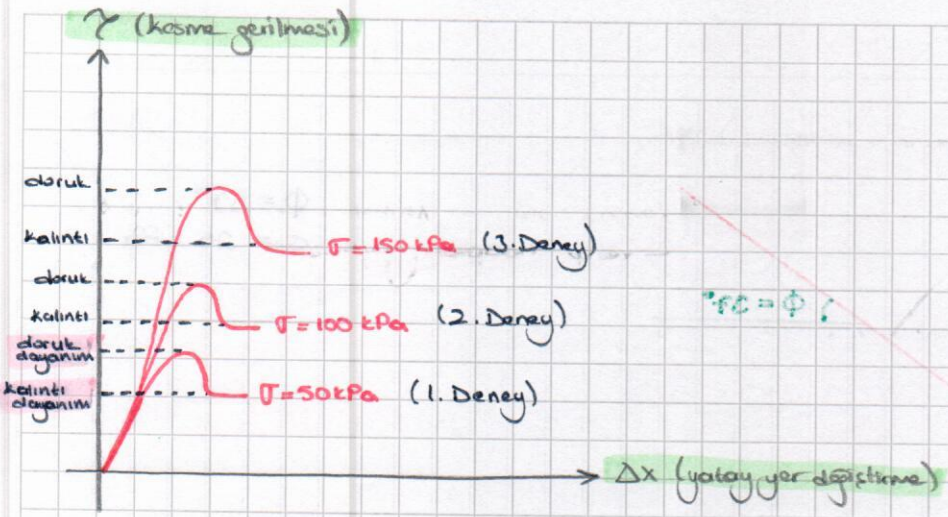


$\sigma = \frac{N}{A}$

$\tau = \frac{T}{A}$

- (teğetsel kuvvet)
 T = kesme kuvveti
 N = normal kuvvet
 A = Alan
 τ = Kesme Gerilmesi



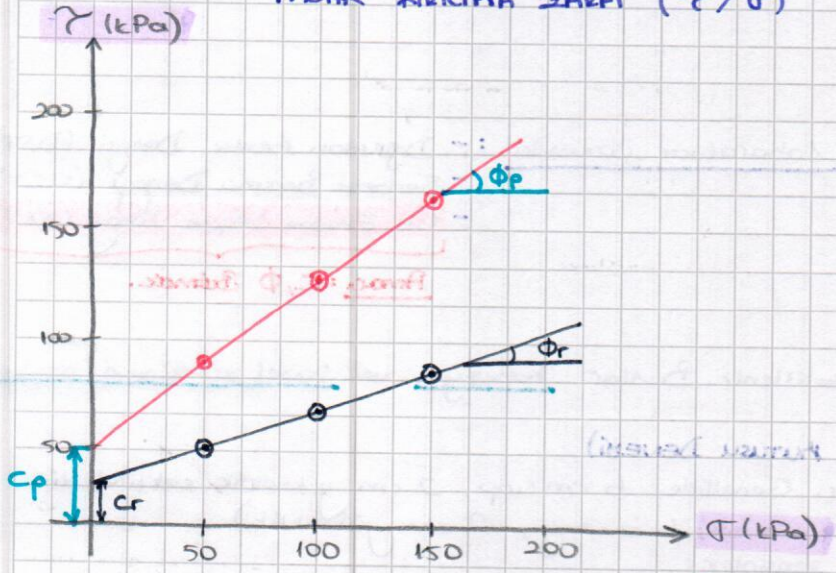


pik = dörük
residüel = kalıntı

$\tau_c = \phi$



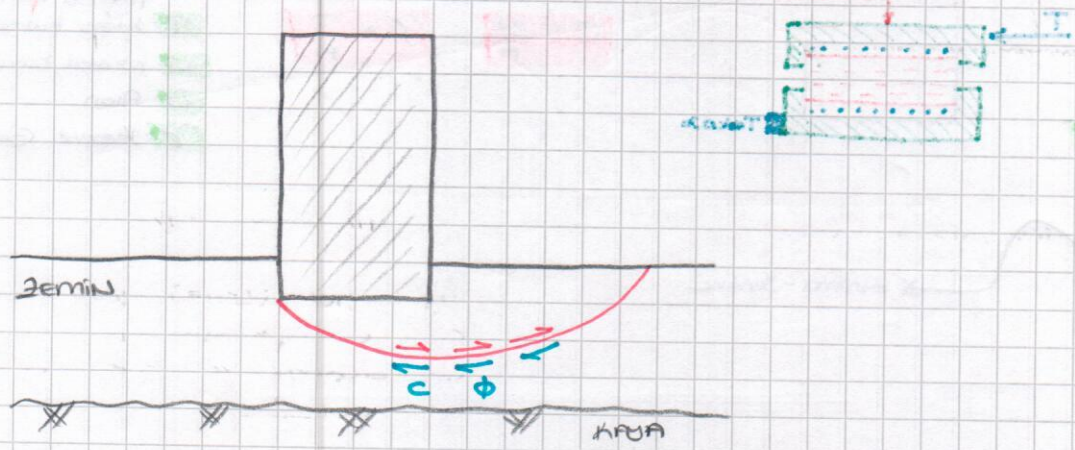
MOHR KIRKMA ZARFI (τ/σ)



ϕ_p : pik içsel sürtünme açısı
 c_p : pik kohezyon
 ϕ_r : residüel içsel sürtünme açısı
 c_r : residüel kohezyon

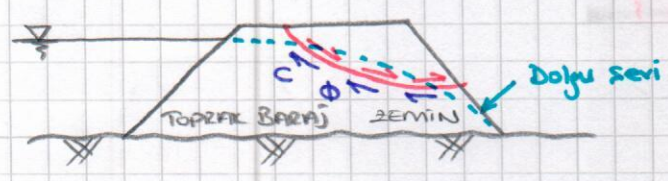
$\phi_p > \phi_r$
 $c_p > c_r \approx 0$

ZEMİNDE KESME DAYANIMI NEREDE / NASIL KULLANILIR? (c ve ϕ)



C ve ϕ 'nin direnci faala ise bu kesme dayanımına karşı kayar ve zemin bu yitki taşır. (Zemin üzerine yapılan yapıların kesme kapasitesi hesabında kullanılır)

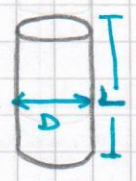
2- Şev duraylılık analizi hesaplarında kullanılır.



Mansap yüzü ve menba yüzü kayabiliyor
C ve ϕ hesapları yapılmalıdır.

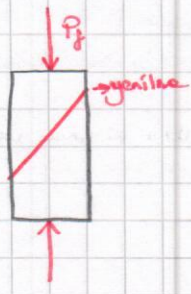
c ve ϕ hesapları yapılmalıdır.

* SERBEST BASINÇ DENEYİ (UCT) - TEK EKSENLİ SIKIŞMA DENEYİ



D: Çap (tipik olarak 35-50 mm. arası)
L: Boy ($2D < L < 2.5D$)

Selvi tüpünden çıkarılan kilitli bir numune ; kırılana (yenilene) kadar p yükü ile yüklenir.

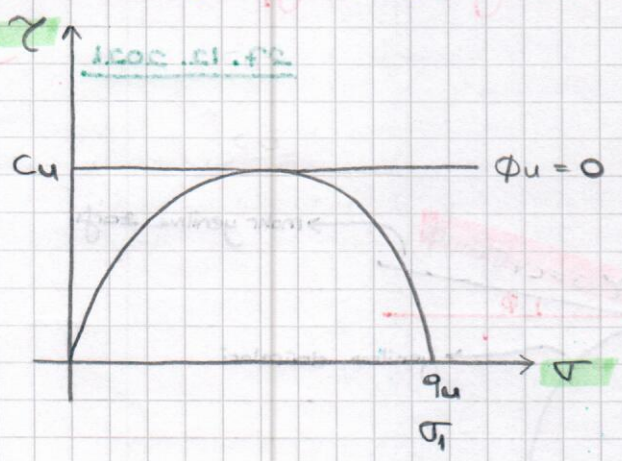


$$q_u = \frac{P_f}{A_f}$$

$$A_f = \frac{A_0}{1 - \epsilon}$$

q_u = Serbest basınç dayanımı
 P_f = kırılma anındaki kuvvet
 A_f = yenilme anındaki kesit alanı
 A_0 = orijinal alan
 ϵ = efsilon

MOHR DİYAGRAMI (τ / σ)



$$C_u = \frac{q_u}{2}$$

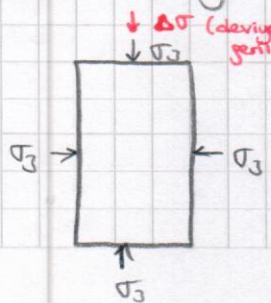
$$* S = C' + \sigma' \tan \phi'$$

$$\phi = 0 \text{ iken } \Rightarrow S_u = C_u$$

C_u = drenajsiz kohzyon
 q_u = serbest basınç dayanımı
 S = kesme dayanımı (kayma)
 S_u = drenajsiz kesme dayanımı
 C_u = drenajsiz kohzyon

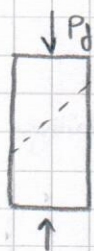
! Geoteknik Müh. Giriş Kitabı \Rightarrow Syf. 406 \Rightarrow Üç Eksentli Sıkışma Deneyi Sekti.

Üç eksentli sıkışma deneyinde σ_1 ve σ_3 kullanılır. \Rightarrow $\sigma_3 \rightarrow$ hücre (çevre) basıncı
 $\sigma_1 \rightarrow$ en büyük asal gerilme,
 $\sigma_2 \rightarrow$ ortanca " " "
 $\sigma_3 \rightarrow$ en küçük " " "



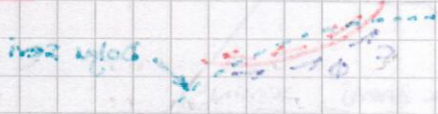
$$\sigma_3 + \Delta \sigma = \sigma_1$$

SERBEST BASING DAYANIMI DENESI



$$q_u = \frac{P_f}{A_f}$$

$$\frac{\Delta L}{L} = \epsilon$$



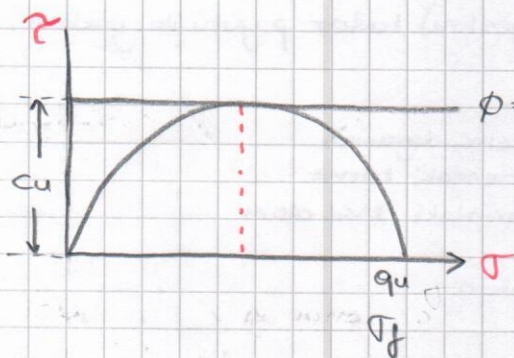
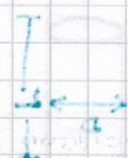
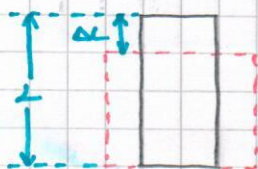
Hacim 1 = Hacim 2

$$A_0 \cdot L = A_f (L - \Delta L)$$

$$A_f = \frac{A_0 \cdot L}{L - \Delta L}$$

$$A_f = \frac{A_0 \cdot L}{L \cdot (1 - \frac{\Delta L}{L})}$$

$$A_f = \frac{A_0}{1 - \epsilon}$$



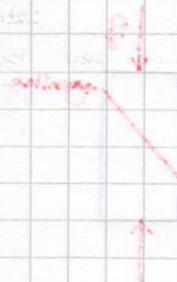
$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi$$

$$\tau = c_u$$

$$s_u = c_u$$

$$s_u = \frac{q_u}{2}$$

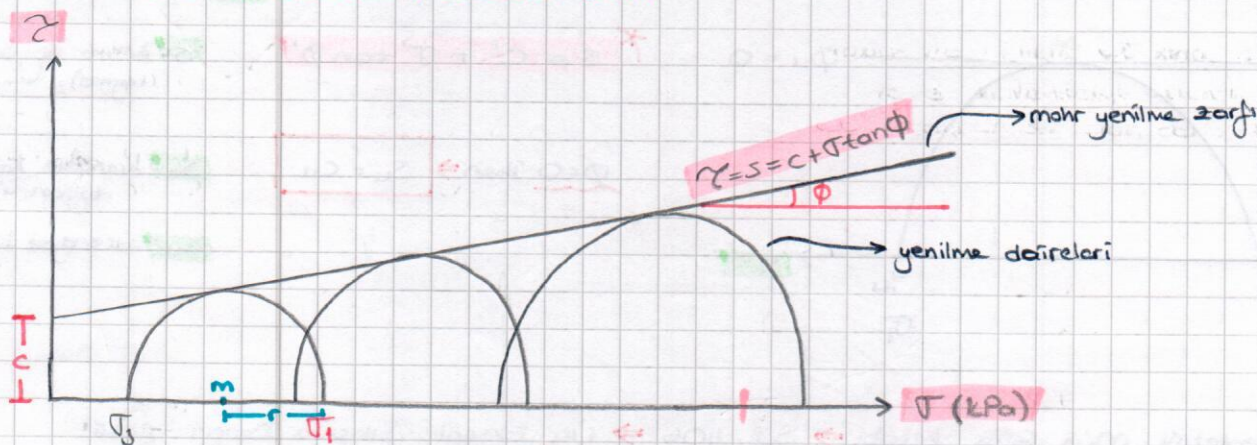
$$c_u = \frac{q_u}{2}$$



$q_u, P_f, A_f, A_0, L, \Delta L, \epsilon$ \Rightarrow Sınavda hepsi verilmeyebilir, verilmeyip de kullanabilir.

Üç EKSENLİ BASING (SIRIŞMA) DENEYİ (3xt)

27.12.2021



$$r = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

$$m \text{ (merkez)} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$$

- 3 Eksenli Denejin üç çeşidi vardır. Bunlar;
- 1) **CD** → Konsolidasyonlu - dreneji
 - 2) **CU** → Konsolidasyonlu - drenejsiz
 - 3) **UU** → Konsolidasyonsuz - drenejsiz

Üç eksenli deneyde araziden getirilen zeminler doyurulmalıdır. (%100 doygunluk koşulu) arazide numunenin üzerinde bir yük vardır ve bu yük zemin laboratuvara getirildiği zaman ortadan kalkar ve bu yük üzeri yani zeminin boşluk oranı artar. Boşluk oranı artan bir zeminin dayanımı azalır. Boşluk oranı arttıkça c ve ϕ düşer.

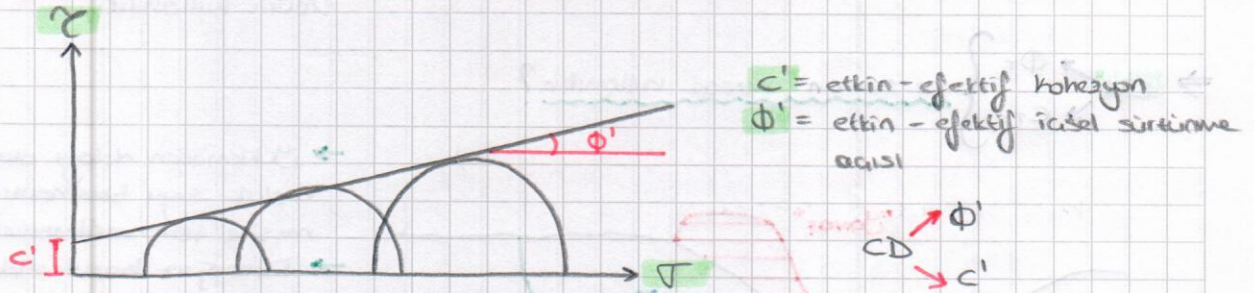
Doyurma Aşaması

1. vana zemine hücre basıncı verir.
 2. vana ile zemin doyurular. (Doyurma vanası 2. vana)
- Hücre basıncı biraz artırılır. Bunun nedeni arazideki boşluk oranına getirmek içindir. Sıkıştırılarak 3. vana açılır ve zemin içindeki suyun bir kısmını alır. Su kalmayana kadar bu işlem devam ettirilir.
- Durduktan yani işlem bittikten sonra zemin tamamen konsolide olmuş olur.

Kırama Aşaması

- CD
- Çok yavaş yüklenilen bir deneydir. 8-10 saat sürer.
- İlave boşluk suyu basıncı (u) = 0 olduğu için bulacağımız gerilmeler "efektif gerilme" cinsindedir.

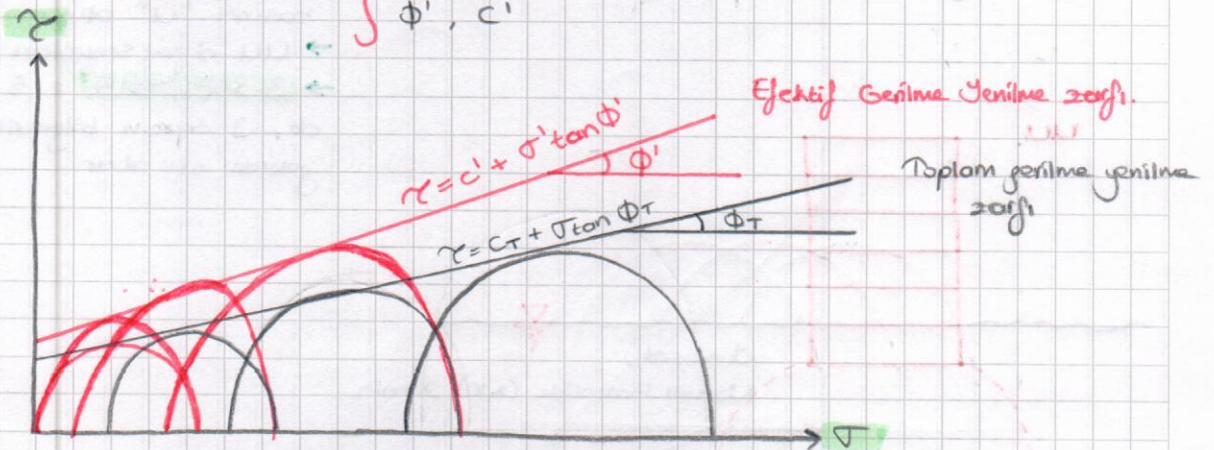
$$\sigma = \sigma' - u \rightarrow \Delta u = 0 \text{ iken} \Rightarrow \sigma_3 = \sigma_3', \sigma_1 = \sigma_1'$$



CU

- 3. vana kapalıdır. Yani suyun dışarıya çıkmasını sağlayan vana kapalı tutulur.
- Numune yüklendikçe sıkışıyor ve Δu gelişiyor. Bu dayı yenilene kadar devam ediyor.
- Bu deneyde ilave boşluk suyu basıncı Δu ölçülür.
- CU türü deneyde elde edilen gerilmeler hem "toplam gerilme" hem de "efektif gerilme" cinsinden ifade edilir.

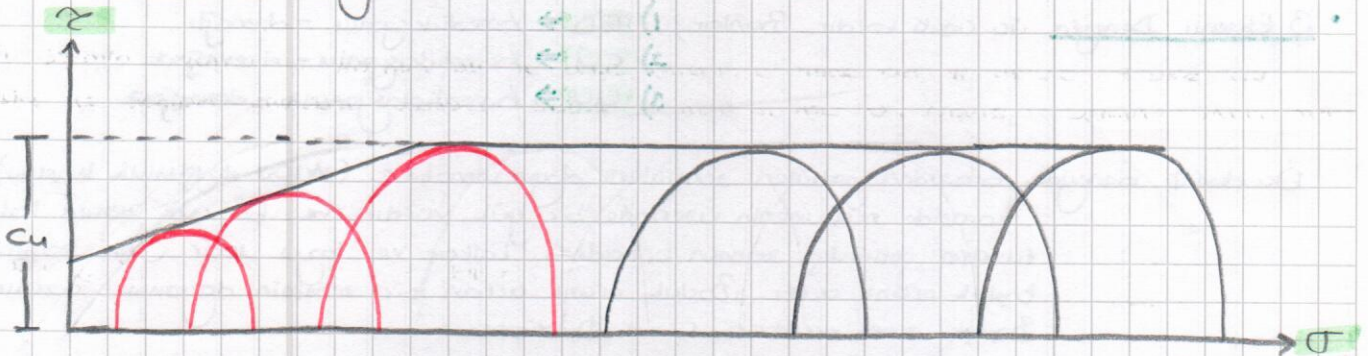
$$CU \rightarrow \Delta u \left. \begin{array}{l} \phi_T, c_T \\ \phi', c' \end{array} \right\}$$



Kırmızı ile çizilenlerde toplam gerilmelerden " u " çıkarılır.

UU

Çok kısa süren bir deneydir.



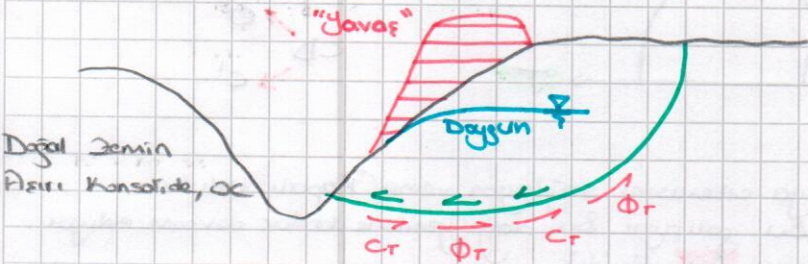
Ne zaman CD Ne zaman CU Ne zaman UU Deneyi Yapılmaktadır?

⇒ CD $\left\{ \begin{array}{l} \phi' \\ c' \end{array} \right\}$ ne zaman, nerede kullanılır?



- Yükleme yavaş yapılmaktadır. Katman serilir ve beklenir. Çünkü zemin doğrudur ve zemine yükleri uygulandıgından Δu sınımlanmaya kadar devam eder.
- Zemin aşırı konsolide, yükleme koşulları drenajlıdır.
- Bu deneyde etkin gerilme parametreleri kullanılır.

⇒ CU $\left\{ \begin{array}{l} \phi_T \\ c_T \end{array} \right\}$ ne zaman, nerede kullanılır?

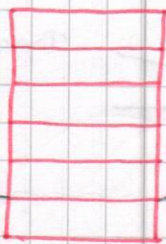


- Yüklemeden dolayı oluşan ilave boşluk suyu basıncının sınımlanmasına izin verilmemektedir.
- Drenajsız koşul elde edilmektedir.
- Çok tercih edilmeyen bir yöntemi dnamakta birlikte CD'den bulunan c' ve ϕ' kullanılabilir. CD'den alınan sonuçlar daha doğrudur.

⇒ UU $\left\{ \begin{array}{l} \phi \\ c \end{array} \right\}$ ne zaman, nerede kullanılır?

- Yük etki alanında boşluk suyu basıncı "u" oluşur.
- UU deney sonuçları kullanılır.
- $3 > E_n > 5 = 5$ deprem bölgelerinde, 3 deprem bölgelerinin olmadığı bölgelerde ele alınır.

UU



Yumuşak, Normal Konsolide (NC) Zemin.

boşluk suyu basıncı

ZEMİN MEKANİĞİ UYGULAMA - ONÜÇÜNCÜ HAFTA VIDEO

CU türü bir üç eksenli deneyden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Örnek grafikteki gibi bir Mohr diyagramı çizerek, toplam sürtünme açısını ve etkin sürtünme açısını bulunuz.

DENEY	σ_3 (kPa)	$\Delta\sigma$ (kPa)	u (kPa)
1	100	110	25
2	200	180	60
3	300	250	95

σ_3 : hücre basıncı

$\Delta\sigma$: deviyatlır gerilme

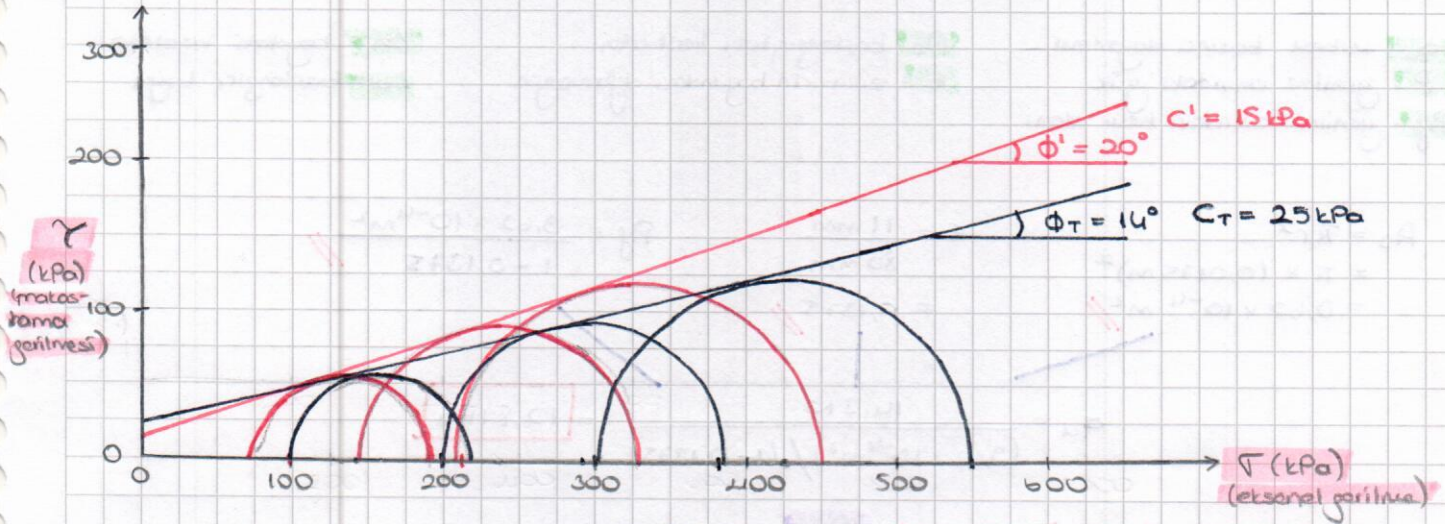
u : gözenek suyu basıncı

c' : Etkin kesel sür. açısı

ϕ' : Etkin kohezyon

ϕ_T : Toplam kesel sür. açısı

c_T : Toplam kohezyon



Deney 1 için \Rightarrow Dairenin bitiş noktası $\rightarrow \sigma_3 + \Delta\sigma = 100 + 110 = 210$ kPa // (σ_1)

\Rightarrow Dairenin orta noktası $\rightarrow \frac{\sigma_3 + \sigma_1}{2} = \frac{100 + 210}{2} = \frac{310}{2} = 155$ kPa //

155 kPa

Etkin Mohr Gerilme Dairesini çizmek için:

\Rightarrow Dairenin başlangıç noktası $\rightarrow \sigma_3 - u = 100 - 25 = 75$ kPa //

\Rightarrow Dairenin bitiş noktası $\rightarrow 210 - 25 = 185$ kPa //

\Rightarrow Orta Nokta $\rightarrow \frac{75 + 185}{2} = 130$ kPa // ($\frac{\sigma_3 + \sigma_1}{2}$)

* Etkin Mohr Gerilme Dairelerini çizmek için (kırmızı ile çizilenler);

her bir deneydeki σ_3 'ten u 'ni çıkar ve pergelin aralığını bozmadan kalenin ucunu altın suya koy ve çiz.

Yukarıdaki işlemi 2 ve 3. deneyler için de uygula.

$\sigma_1 + \sigma_3 = 210$

ZEMİN MEKANİZİ UYGULAMA - ONÜÇÜNCÜ HAFTA VIDEO

SERBEST BASINÇ DENEYİ

Yumuşak kil numunesi üzerinde serbest basınç deneyi yapılmaktadır. Numune silindirik olup çapı 35 mm, yüksekliği 80 mm olarak belirlenmiştir. Denilme anındaki eksonel yük 14,3 N ve yenilme anındaki boydaki kısalma 11 mm olarak belirlenmiştir. Zemin numunesinin serbest basınç dayanımını hesaplayınız.

$$q_u = \frac{P}{A_f}$$

$$A_f = \frac{A_0}{1 - \epsilon}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

q_u = serbest basınç dayanımı
 P = yenilme anındaki yük
 A_f = yenilme anındaki kesit alanı

A_0 = başlangıçtaki kesit alanı
 ϵ = silindirin boyundaki deformasyon

ΔL = boydaki kısalma
 L_0 = başlangıç boyu

$$A_0 = \pi r^2 \\ = \pi \times (0,0175 \text{ m})^2 \\ = 9,62 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\epsilon = \frac{11 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} \\ = 0,1375$$

$$A_f = \frac{9,62 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{1 - 0,1375}$$

$$q_u = \frac{14,3 \text{ N}}{(9,62 \times 10^{-4} \text{ m}^2) / (1 - 0,1375)} = 12,8 \text{ kPa}$$

Drenajsız Kasma Dayanımı $\Rightarrow \frac{q_u}{2}$ EK BİLGİ

UYGULAMA

29.12.2021

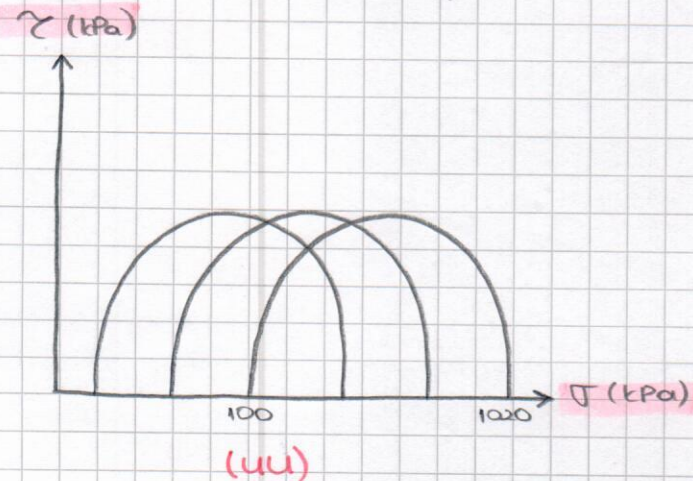
Üç EKSENLİ SIKIŞMA DENEYİ (3XT) LABORATUVAR

Su, hücre içerisinde çevre basıncı sağlanır.

- $L = 90 \text{ mm}$
- Çapı = 38 mm
- Kütlesi = 222,8 g.
- 100 kg var.

\rightarrow Alan = 12 cm²

- $\Delta \sigma = 30 \text{ kPa}$
 - $\Delta \sigma = 920 \text{ kPa}$
 - $\sigma_3 = 100 \text{ kPa}$
- $$\sigma_1 = \Delta \sigma + \sigma_3 \\ = 920 \text{ kPa} + 100 \text{ kPa} \\ = 1120 \text{ kPa} \\ = 1,02 \text{ Mpa}$$



$$c = 50$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$\begin{array}{ccc} \underline{\sigma_3} & \underline{\sigma_1} & \underline{u} \\ 50 & 180 & 10 \end{array}$$

$$\sigma' = \sigma - u$$

$$\underline{\sigma_3'} \quad \underline{\sigma_1'}$$

$$\sigma_1' = \sigma_1 - u$$

$$20 \quad 180$$

$$\sigma_3' = \sigma_3 - u$$

$$60 \quad 260$$

$$80 \quad 350$$

$$c_T = 27,5 \text{ kPa} //$$

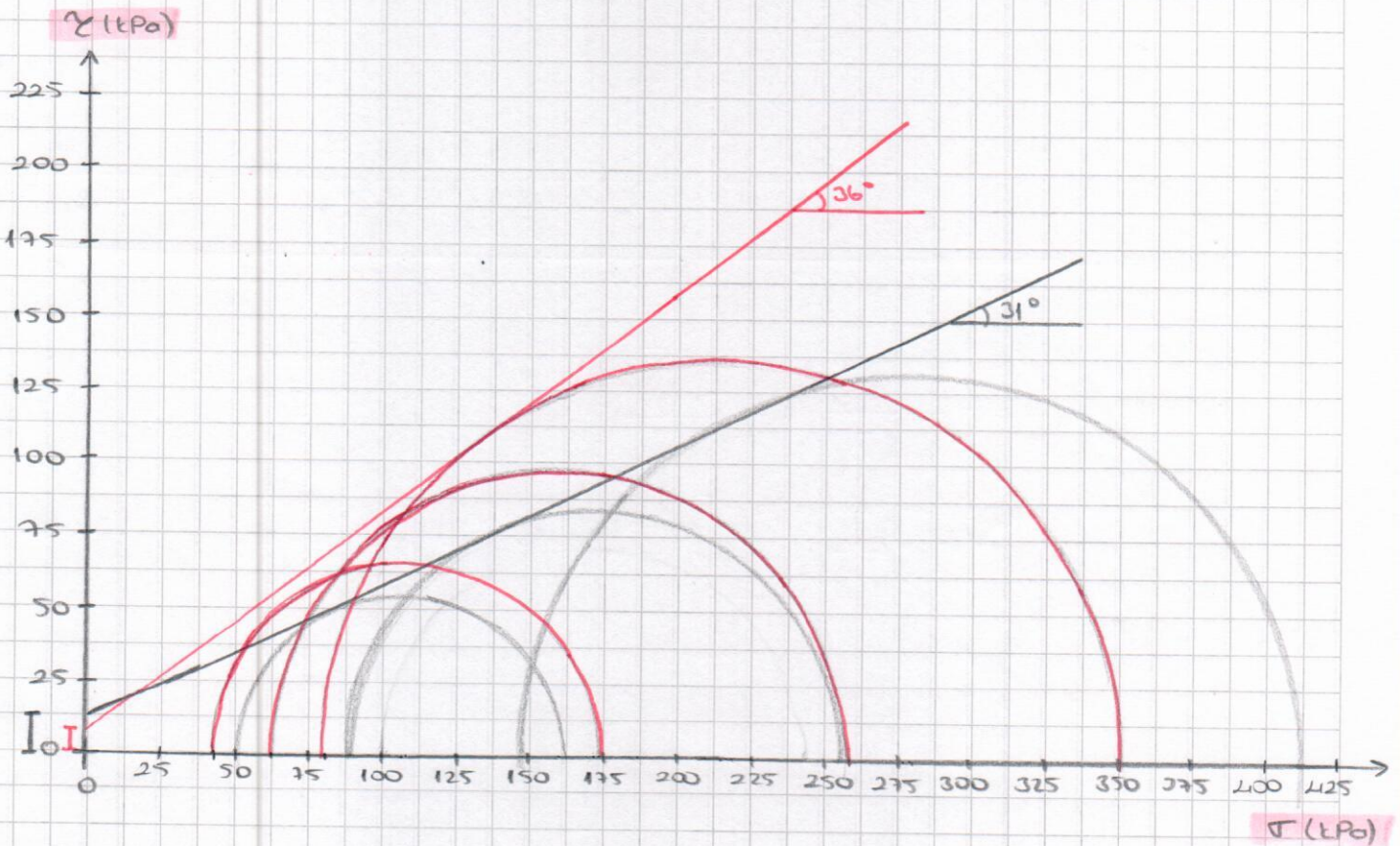
$$c' = 1,5 \text{ kPa} //$$

$$\phi_T = 31^\circ //$$

$$\phi' = 36^\circ //$$

Toplam içsel sür. açısı (c_T)
Toplam kohezyon (ϕ_T)

Etkin içsel sürünme açısı (c')
Etkin kohezyon (ϕ')



$$r = 70 \text{ kPa}, m = 120 \text{ kPa} //$$

$$c_T = 12,5 \text{ kPa} //$$

$$\phi_T = 31^\circ //$$

$$r = 100 \text{ kPa}, m = 200 \text{ kPa} //$$

$$c' = 10 \text{ kPa} //$$

$$\phi' = 36^\circ //$$

Toplam Numune \Rightarrow 250 g

Yüzde Hesaplaması:

$$\frac{250 \text{ gr.}}{100} = \frac{249,8 \text{ g}}{x}$$

54

Elek Analizi

Elek no	Elek açıklığı (mm)	Elekte kalan (g)	Elekten geçen (g)	Geçen Yüzde (%)
3/4"	19.10	0,2	249,8	99,92
3/8"	9.52	39,4	210,4	84,16
4	4.76	15,9	194,5	77,80
8	2.38	13,1	181,4	72,56
10	2	24,8	156,6	62,64
16	1.19	31,3	125,3	50,12
30	0.59	18	107,3	42,92
40	0.42	15,9	91,4	36,56
50	0.29	39,1	52,3	20,92
60	0.25	19,3	33	13,2
100	0.149	24,8	8,2	3,28
200	0.074	6,9	1,3	0,52
Elek altı		1,3	0	0

GÖRGE ÖNCÜ
17290449
Görme

ZEMİN MEKANİKİ UYGULAMALARI

$$d_{60} = 2$$

$$d_{30} = 0,35$$

$$d_{10} = 0,2$$

$$* C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

$$* C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \times d_{60}}$$

(Uniformite katsayısı)

(Eğrimsellik katsayısı)

$$\rightarrow C_u = \frac{2}{0,2} = 10$$

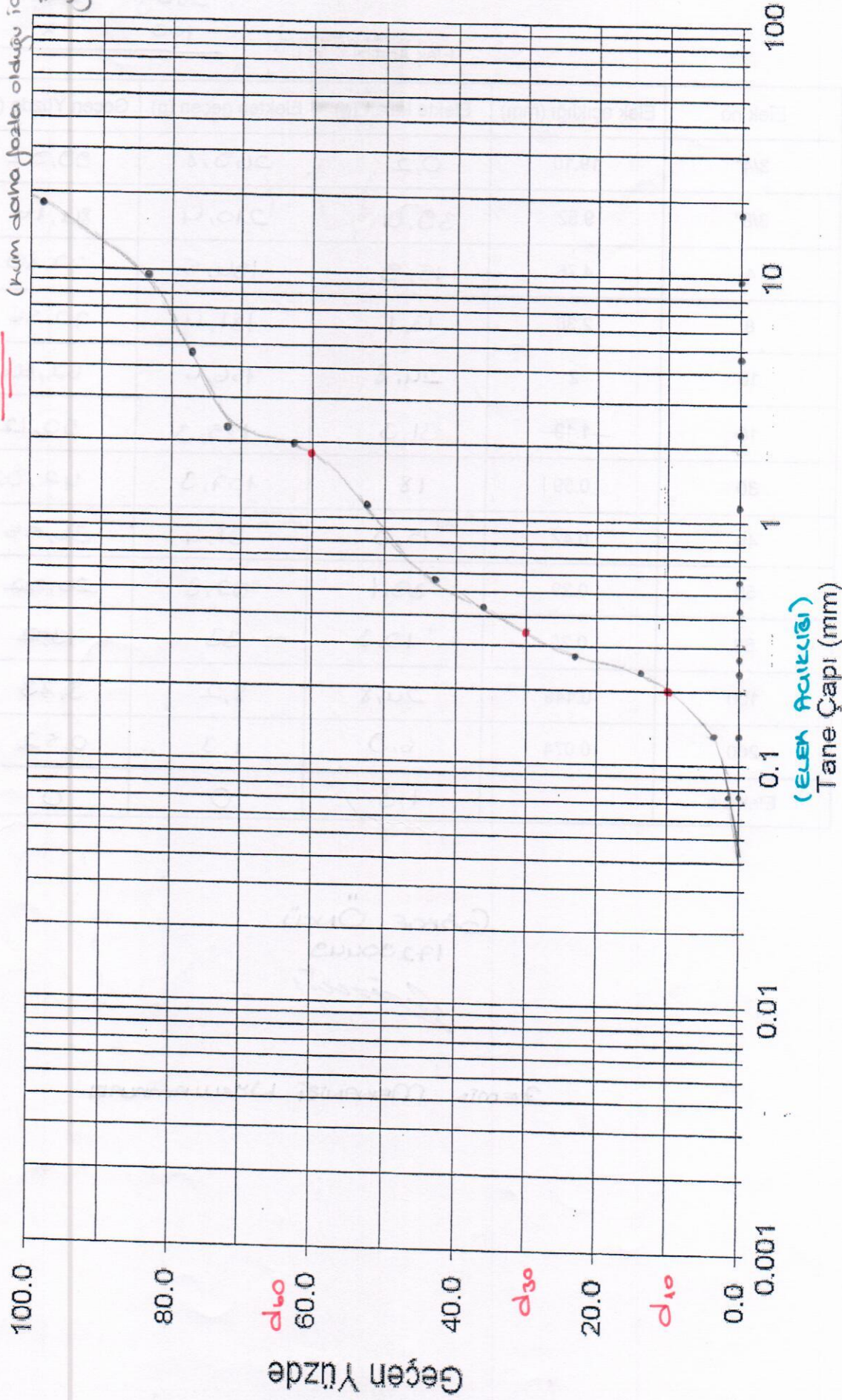
$$\rightarrow C_c = \frac{(0,35)^2}{(0,2)(2)} = 0,30$$

Hidrometrik Analiz

Elek Analizi

Sonuç = Çakıllı kum

(kum daha fazla olduğu için kum sanda yazılır)



Kil

Silt

Kum

Çakıl

Blok

4#	$\frac{12}{10}$	$\frac{60}{30}$	$\frac{3}{65}$	$\frac{18}{3}$	$\frac{47}{18}$	$\frac{6}{28}$
200#	$\frac{78}{78}$	$\frac{10}{10}$	$\frac{65}{65}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{18}{18}$	$\frac{28}{28}$

75 Görge Öncü
17290119
1

ZEMİN SINIFLAMA - ELEK ANALİZİ 2
5-12 arasında (iki tane isimlendirme)

56

(çakıl) G

(kum) S

(silt) M

Elek no:	Soru-1	Soru-2	Soru-3	Soru-4	Soru-5	Soru-6	Soru-7	Soru-8
Elekten geçen yüzde (%)								
4 #	88	40	97	82	53	94	86	25
10 #	50	38	26	14	2	54	65	52
30 #	45	38	31	24	17	10	3	5
40 #	16	28	40	52	64	76	88	43
50 #	70	62	54	46	38	30	22	14
100 #	30	36	42	48	54	60	66	72
200 #	78	10	65	3	18	28	30	1

P → kötü Derece

W → İyi Derece

NO:	D ₁₀	D ₃₀	D ₆₀	C _u	C _c	LL	PL	PI	Ince taneli sınıfı	Zemin sınıfı	Açıklama
Soru-1	-	-	-	-	-	20	16	4	CL-ML	CL-ML	Düşük Plastisiteli Silt Düşük Plastisiteli Kil
Soru-2	0.06	0.25	0.5	8,3	20,8	30	10	20	CL	GW-GC	Killi İyi Derecelenmiş Çakıl
Soru-3	-	-	-	-	-	55	26	29	CL	CL	Düşük plastisiteli Kil
Soru-4	0.16	0.73	2.1	13,12	1,6	-	-	-	-	SW	Çakıllı İyi Derecelenmiş Kum
Soru-5	-	-	-	-	-	75	42	33	MH	GM	Yüksek plastisiteli Siltli çakıl
Soru-6	-	-	-	-	-	45	28	17	ML	SM	Düşük plastisiteli Siltli kum
Soru-7	2.5	6.3	7.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Soru-8	10	30	40	4	225	-	-	-	-	PG	Kumlu kötü Derecelenmiş Çakıl

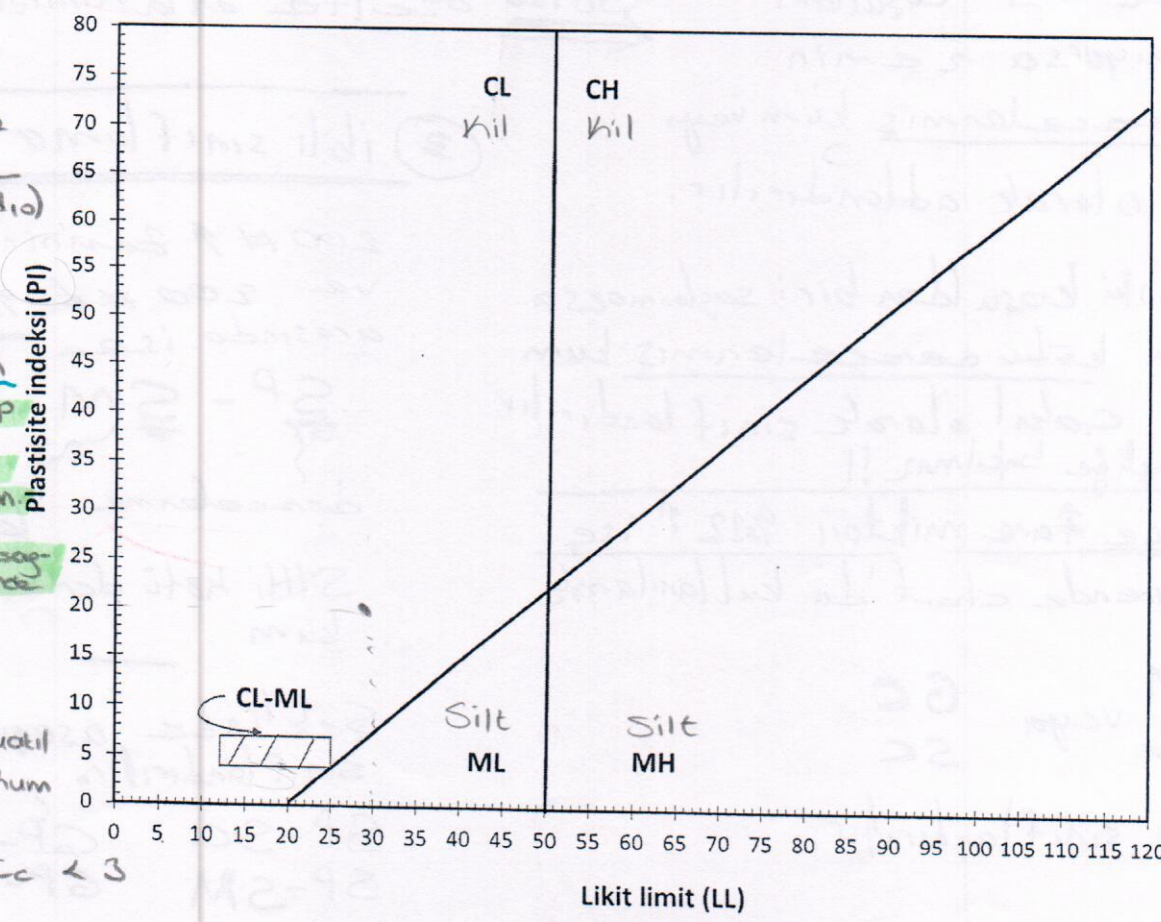
$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

$$C_c = \frac{(d_{30})^2}{(d_{60}) \times (d_{10})}$$

200 # altında kalan
Silti → W-P
5-12 → W-P
Çasayron
12 üstü → Çasayron

C_u > 6 Çakıl
> 4 Kum

C_c 1 < C_c < 3



①

IRI TANELI ZEMİN SINIFLAMASI

4# Çakıl (G)
 Kum (S)
 200# Kil (C), silt (M)

GİRİŞ GW GP GM GC } iri taneli zemin isimlendirmesi
 SW SP SM SC }

⊕ inceleme tane ikeriğine bagli olarak iri taneli zeminler (G, S) w, p veya c, M kisaltmalari ile yukaridaki gibi isimlendirilir

Zeminin %50'nden fazla 200#'dan yansi iri taneli zemin iken

① Incele tane miktarı (200# ↓)
 %5'ise Zemin

GP veya SP
 GW veya SW

olarak siniflandirilir.

+ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \Rightarrow C_u > 6 \rightarrow$ Çakıl
 $C_u > 4 \rightarrow$ Kum
 (uniformalite katsayisi)
 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} \Rightarrow 1 < C_c < 3$
 (Egrisellik katsayisi)

yukaridaki gibi $C_u > 6, C_u > 4$ ve $1 < C_c < 3$ kosullari saglaniyorsa zemin

iyi derecelenmis kum veya çakıl olarak adlandırilir.

Eger iki kosuldan biri saglanmorsa zemin kötü derecelenmis kum veya çakıl olarak siniflandirilir. Plastiklige bakilmaz!!

② Incele tane miktarı %12'ye ise Casagrende chart'da kullanilarak

GM veya GC
 SM veya SC

olarak siniflandirilir.

⊕ Kısaca, zeminin %50'den fazla 200# ekle uzerinde olmasi durumunda, zeminin incele tane ikeriğine bakilir. Bu durum

soz konusuken zeminin incele tane miktarinin %5'ten az olmasi ne %12'den cok olmasi zemin isimlendirmesinde göz önüne alınacaktır.

Solda özette anlatilmistir.

③ ikili siniflama

200# ↑ zeminin %50'ye ve 200# ↓ %5-%12 arasında ise

SP - SM

dercelenme incele tane karakteri

Siltli kötü derecelenmis kum

Şelinde asagidaki gibi siniflandirilir.

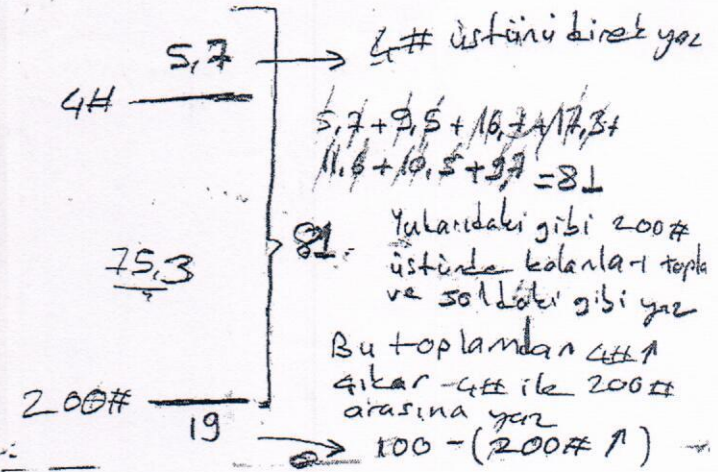
SP-SC GP-GC
 SP-SM GP-GM
 SW-SC GW-GC
 SW-SM GW-GM

elakte kalan (%)

4#	5,7
10#	9,5
30#	16,7
40#	17,3
50#	11,6
100#	10,5
200#	9,7

LL=54
PL=21

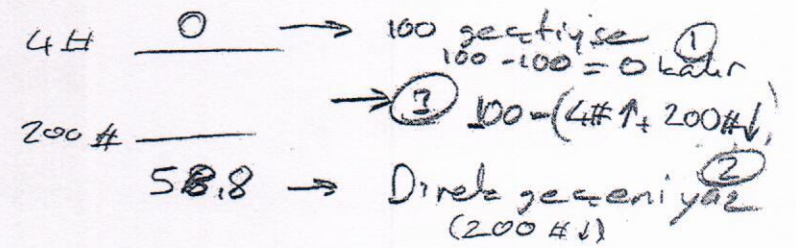
7



elekten geçen (%)

4#	100
10#	85,6
40#	72,3
200#	58,8

8

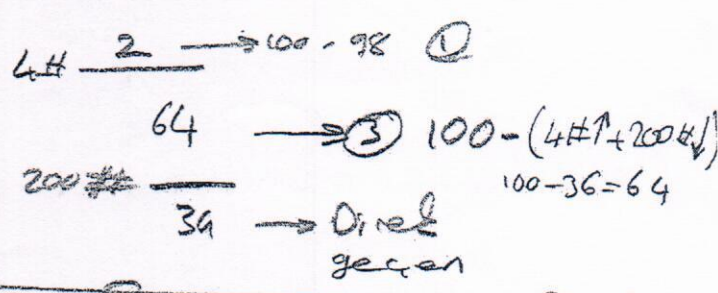


elekten geçen (%)

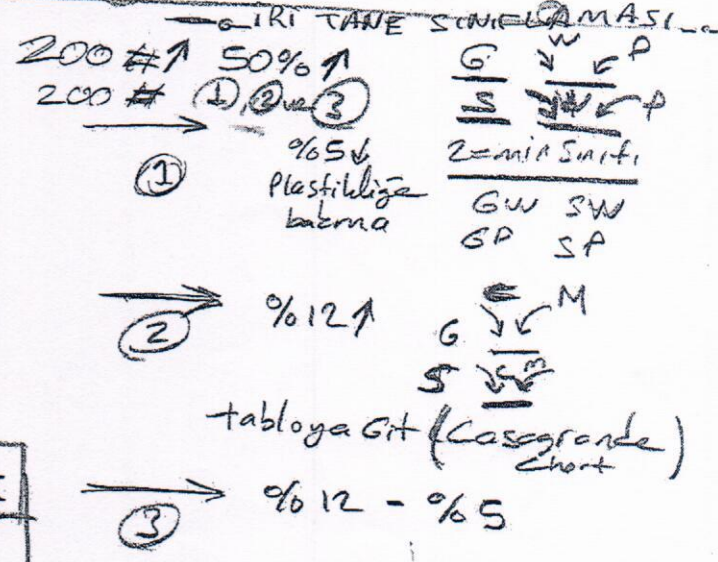
4#	98
10#	90
40#	76
200#	34

LL=37
PL=25

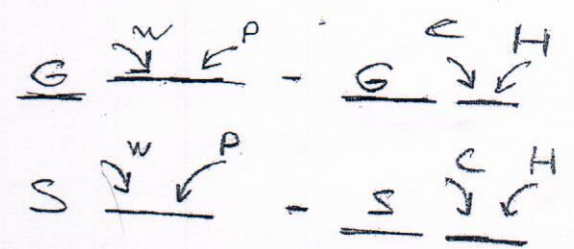
9



4#	?
10#	?
200#	?



D ₁₀	D ₃₀	D ₆₀	C _u	C _c	PL	LL	PI



ZEMİN SINIFLAMA – ELEK ANALİZİ - 1

Elek no:	Soru-1	Soru-2	Soru-3	Soru-4	Soru-5	Soru-6	Soru-8	Soru-9	Soru-7
	Elekten geçen yüzde (%)								Elekte kalan yüzde (%)
4 #	57	32	28	89	76.5	48	100	98	5.7
10 #	-	-	-	-	60	30	85.6	90	9.5
30 #	-	-	-	-	-	-	-	-	16.7
40 #	-	-	-	-	39.7	16	72.3	76	17.3
50 #	-	-	-	-	-	-	-	-	11.6
100 #	-	-	-	-	-	10	-	-	10.5
200 #	4	14	3	61	15.2	2	58.8	34	9.7

	Soru-1	Soru-2	Soru-3	Soru-4	Soru-5	Soru-6	Soru-8	Soru-9	Soru-7
4 #	43	68	72	11	23.5	52	0	2	5.7
200 #	53	18	25	28	61.3	46	41.2	64	75.3
4 #	4	14	3	61	15.2	2	58.8	34	19

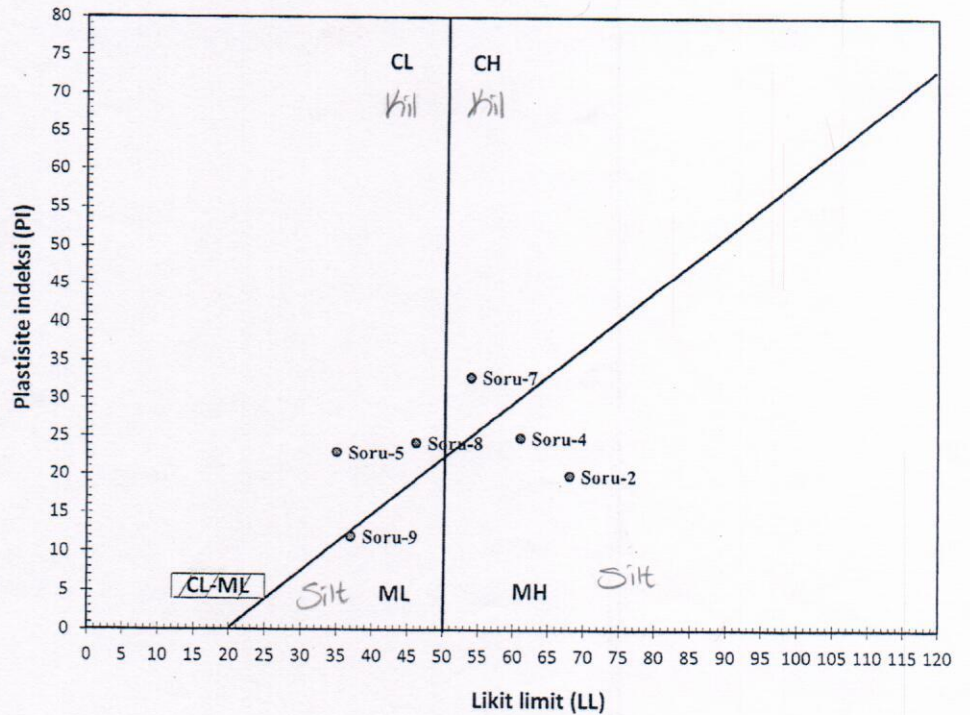
Örnek No	LL	PL	PI	USCS
Soru-2	68	48	20	MH
Soru-4	61	36	25	MH
Soru-5	35	12	23	CL
Soru-7	54	21	33	CH
Soru-8	46.2	21.9	24.3	CL
Soru-9	37	25	12	ML

4 # _____

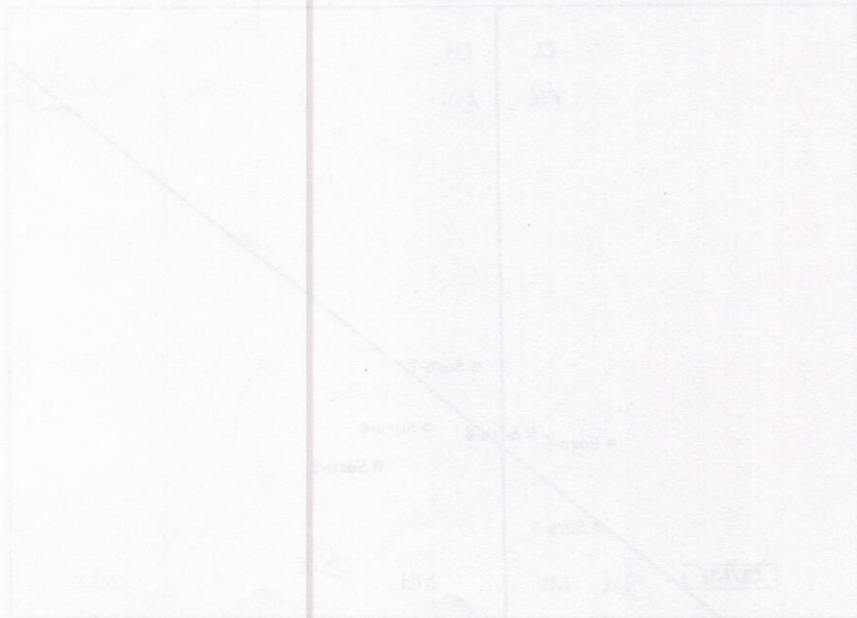
200 # _____



200 numaralı elekten altında
% 50'den fazla kalırsa ince
tanelli olduğu için direkt Casag-
rande diyagramına bakıyoruz.
(Silt ya da kil)



NO:	D ₁₀	D ₃₀	D ₆₀	C _u	C _c	LL	PL	PI	Ince taneli sınıfı	Zemin sınıfı	Açıklama
Soru-1	0.08	0.45	1.05	13.1	2.4	-	-	-	-	SW	Çakıllı iyi derecelenmiş kum
Soru-2	-	-	-	-	-	68	48	20	MH	GM	Siltli çakıl
Soru-3	0.11	0.32	0.96	8.7	1.0	-	-	-	-	GW	İyi derecelenmiş çakıl
Soru-4	-	-	-	-	-	61	36	25	MH	MH	Yüksek plastisiteli silt
Soru-5	-	-	-	-	-	35	12	23	CL	SC	Çakıllı killi kum
Soru-6	0.15	2	9.5	63.3	2.8	-	-	-	-	GW	İyi derecelenmiş çakıl
Soru-7	-	-	-	-	-	54	21	33	CH	SC	Çakıllı killi kum
Soru-8	-	-	-	-	-	46.2	21.9	24.3	CL	CL	Kumlu düşük plastisiteli kil
Soru-9	-	-	-	-	-	37	25	12	ML	SM	Siltli kum



Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)
0.075	0.08
0.15	0.11
0.3	0.32
0.6	0.96
1.2	13.1
2.5	2.4
5.0	-
10.0	-
20.0	-
40.0	-
75.0	-

STATİK KOMPAKSIYON

$$\frac{1,68}{1 + \frac{5}{100}} = 1,60$$

$$5000 - 3515 = 1575$$

$$m_c / V_c = 1575 / 937,4 = 1,68$$

Nokta sayısı	Mold çapı (cm)	Mold yüksekliği (h)	Kompaksiyon verileri			Örnek hazırlama					
			Mold ağırlığı (g)	Mold + örnek ağırlığı (g)	Örnek ağırlığı (g)	Mold Hacmi (cm³)	Doğal yoğunluk (gr/cm³)	Kuru yoğunluk (g/cm³)	Su içeriği (a), (%)	Örnek miktarı (g)	Su miktarı (g)
1	10,1	11,7	3515	5090	1575	937,4	1,68	1,60	5	3000	158
2	10,1	11,7	3515	5205	1690	937,4	1,80	1,50	20	3000	474
3	10,1	11,6	4200	5685	1685	928,9	1,6	1,52	5	3000	150,8
4	10,1	11,6	4200	5860	1660	928,9	1,8	1,7	10	3000	307,6
5	10,1	11,7	3520	5025	1505	936,7	1,6	1,5	5	3000	152,8
6	10,1	11,7	3520	5220	1700	936,7	1,8	1,6	10	3000	307,6

$$158 \times 5 \rightarrow \text{Örnek miktarı}$$

$$\frac{x}{3000 + x} = \frac{5}{100} \Rightarrow \text{Su miktarı (g)}$$

$$W_{opt} = \frac{W_{su}}{W_{kuru}} \Rightarrow \frac{29}{100} = \frac{W_{su}}{1310}$$

$$W_{su} = 379,9$$

$$W_{total} = W_{kuru} + (W/100) \times W_{kuru}$$

$$1380 = W_{kuru} + (5,29/100) \times W_{kuru}$$

$$W_{kuru} = 1310$$

$$W_{su} = W_{total} - W_{kuru} = 1380 - 1310 = 70$$

c) Sıkıştırma için zemine etklenmesi gereken su miktarı = $W_{su,opt} - W_{su}$

$$\Rightarrow 379,9 - 70 = 309,9$$

Sıkıştırılan örneklerin su içeriğinin belirlenmesi

Nokta sayısı	Kap no	Kap ağırlığı (g)	Kap + Yaş kütle (g)	Kap + Kuru kütle (g)	Su içeriği (b), (%)
1	K19	116,59	160,90	163,6	21,4
2	K2	118,41	173,29	168,05	15,2
3	K26	116,53	168,05	165,31	10,9
4	K16	120,05	148,06	158,82	6,6
5	K1	118,1	161,09	168,10	11,4
6	MB22	116,4	174,00	168,10	11,4

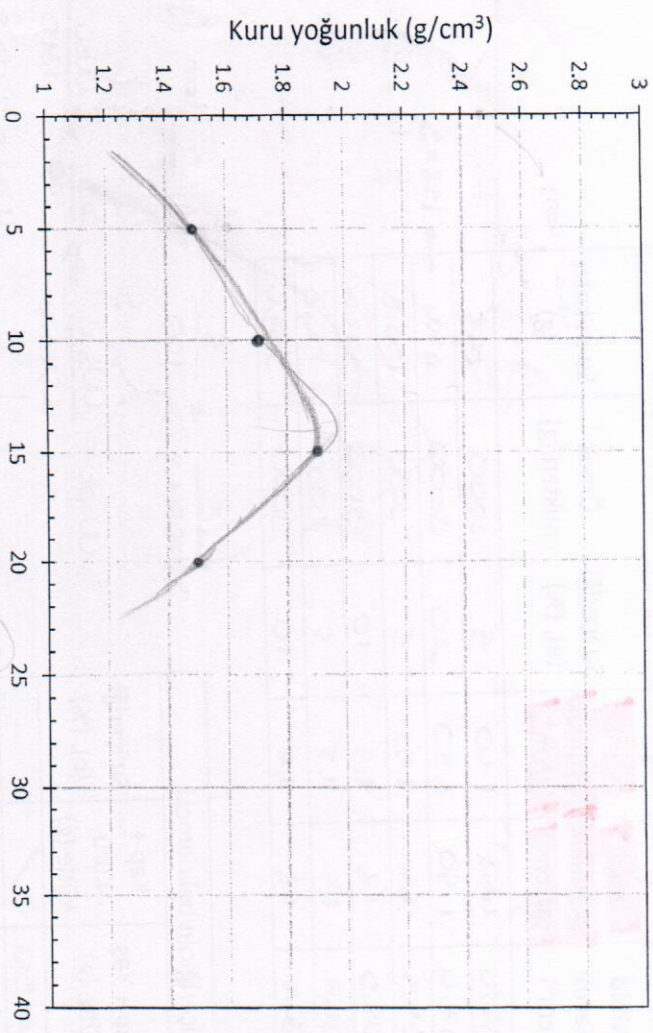
Arazide sıkıştırma için gerekli su miktarının belirlenmesi

Optimum su içeriği (%)	Maksimum kuru yoğunluk (gr/cm³)	Doğal su içeriği (%)	Toplam sıkıştırılacak kütle (ton)	Kuru kütle (ton)	Su kütlesi (ton)	Optimum su (ton)	Eklenmesi gereken su miktarı (ton)
29	1,41	5,29	1380	1310	70	379,9	309,9

Hacca yeterli.

Çerçelik

Kompaksiyon Grafiği



Nokta sayısı	Kuru yoğunluk (g/cm³)	Su içeriği (a), (%)	Su içeriği (b), (%)
1	1,5	5	6,6
2	1,7	10	10,9
3	1,9	15	15,9
4	1,7	20	21,4
5			
6			

FORMÜLLER

- Mold hacmi (cm³) = $\pi R^2 h / 4$
- Örnek ağırlığı (g) = Mold + örnek ağırlığı – Mold ağırlığı
- Doğal yoğunluk (gr/cm³) = Örnek ağırlığı / Mold hacmi
- Kuru yoğunluk (gr/cm³) = Doğal yoğunluk / 1 + (w/100)
- Örnek hazırlama : $x/x+y = w/100$
x: eklenecek su miktarı (g), y: sıkıştırılacak zemin miktarı (g) ve w: elde etmek istediğimiz su içeriği
- Arazide sıkıştırma için gerekli su miktarının belirlenmesi
- Sıkıştırılacak zeminde bulunan Kuru kütleinin ve su kütleinin belirlenmesi

$$W_{\text{doğal}} = W_{\text{kuru}} + W_{\text{su}} \cdot (w, \%) = W_{\text{su}} / W_{\text{kuru}} ; W_{\text{su}} = (w/100) \times W_{\text{kuru}}$$

$$W_{\text{doğal}} = W_{\text{kuru}} + (w/100) \times W_{\text{kuru}}$$

W_{kuru} ve W_{su} hesaplanır

- Arazide sıkıştırma için gerekli optimum su miktarının belirlenmesi

$$W_{\text{opt.}/100} = W_{\text{su,opt.}} / W_{\text{kuru}} ; W_{\text{su,opt.}} = (W_{\text{opt.}/100}) \times W_{\text{kuru}}$$

$W_{\text{opt.}}$: Grafikten bulunan Optimum su içeriği

$W_{\text{su,opt.}}$: Sıkıştırma için gerekli optimum su miktarı

W_{kuru} : hesaplanan (zeminde bulunan)

- Sıkıştırma için zemine eklenmesi gereken su miktarı = $W_{\text{su,opt.}} - W_{\text{su}}$

$$W_{\text{doğal}} = W_{\text{kuru}} + (w/100) \times W_{\text{kuru}} \quad c) 379,9 - 70 = 309,9$$

$$W_{\text{kuru}} = 1310$$

$$W_{\text{su}} = 1380 - 1310 = 70$$

g_d : kuru yoğunluk
 g_w : suyun yoğunluğu (1)
 S : doyumluk (0,9)
 g_s : kati parçacıklı (2,7) yoğunluğu

3. Optimum Su İçeriğindeki Doyumluk Derecesi:

$$g_d = \frac{g_w \cdot S}{w + g_w \cdot S}$$

$$S = 0,9$$

$$w = 0,19 \text{ ve } 0,14$$

$$g_s = 2,65$$

katı parçacıklı yoğunluğu

$$S = \text{doyumluk derecesi } (\%)$$

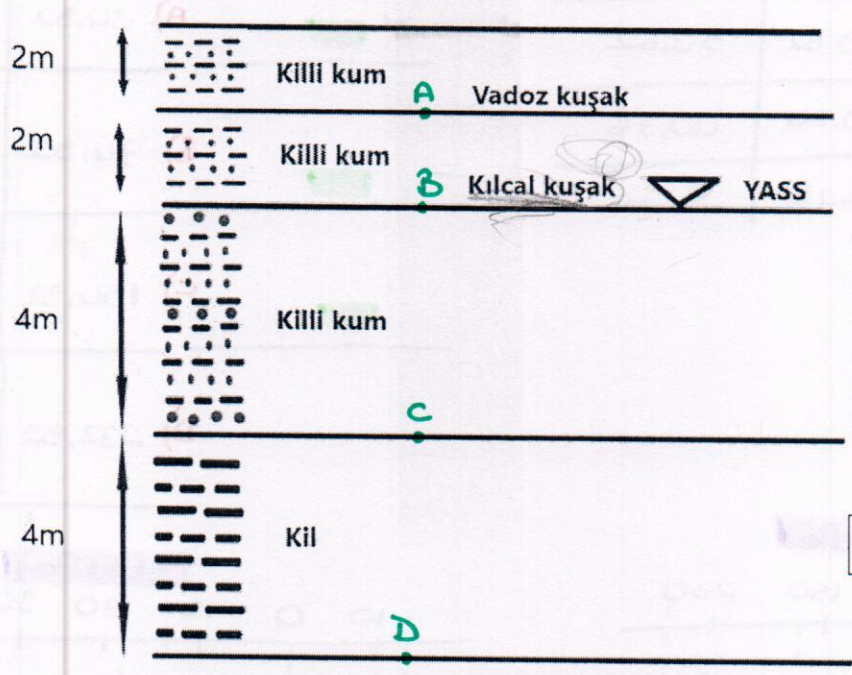
$$w = \text{su içeriği } (\%)$$

$$\rightarrow 0,14 \text{ ve } 0,19$$

$$\sigma' = \sigma - u$$

efektif gerilme - toplam gerilme - boşluk suyu basıncı

Sadece kılcal kuşakta n'yi bulurken (-) ile carp.



w: %20, γ_n : ? $\gamma_n = 17,46 \text{ kN/m}^3$

γ_{sat} : ? $\gamma_{sat} = 20$

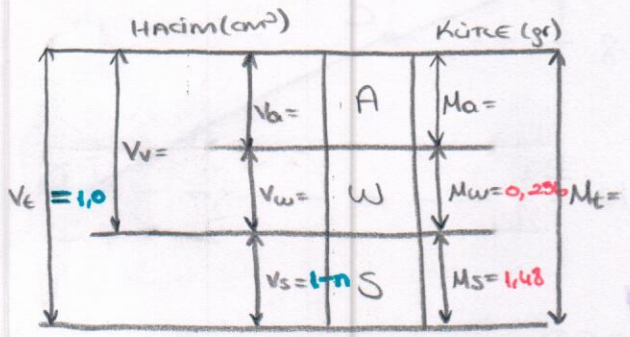
γ_{sat} : 20 kN/m³
n: 0,45
 ρ_s : 2,7 g/cm³

γ_{sat} : 19,5 kN/m³

Soru 1: Verilen zemin profili için toplam gerilme, efektif gerilme ve boşluk suyu basıncı diyagramlarını çiziniz.

Soru 2: Aynı problemi kılcal kuşak kalınlığı 4 m iken çözünüz.

Soru 1:



$m_s = ?$
 $\gamma_s = \frac{m_s}{V_s}$
 $2,7 = \frac{m_s}{V_t - n} \Rightarrow 2,7 = \frac{m_s}{1,0 - 0,45} \Rightarrow m_s = 1,48$

$\gamma_d = ?$
 $\gamma_d = \frac{m_s}{V_t} \Rightarrow \gamma_d = \frac{1,48}{1,0} = 1,48$

$m_w = ?$
 $w = \frac{m_w}{m_s} \Rightarrow 0,2 = \frac{m_w}{1,48} \Rightarrow m_w = 0,296$

$\gamma_n = ?$
 $\gamma_n = \frac{m_t}{V_t} = \frac{m_s + m_w}{V_t} \Rightarrow \frac{1,48 + 0,296}{1,0} = 1,78$

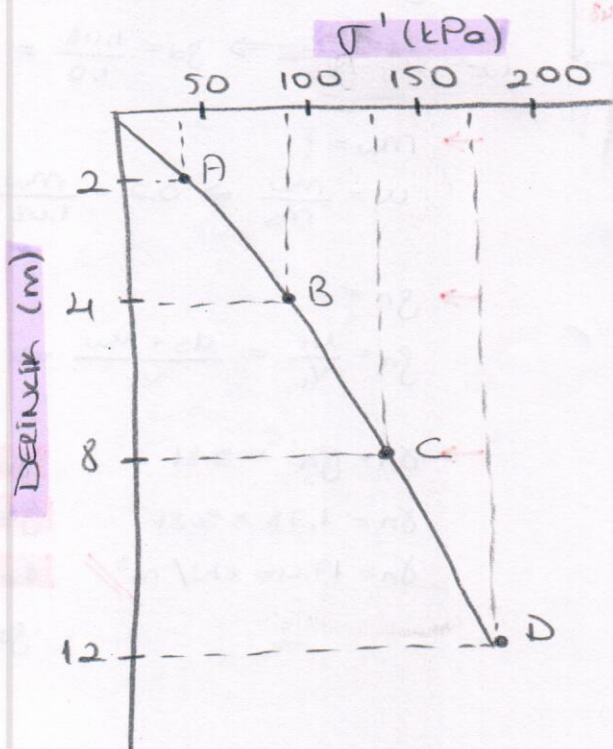
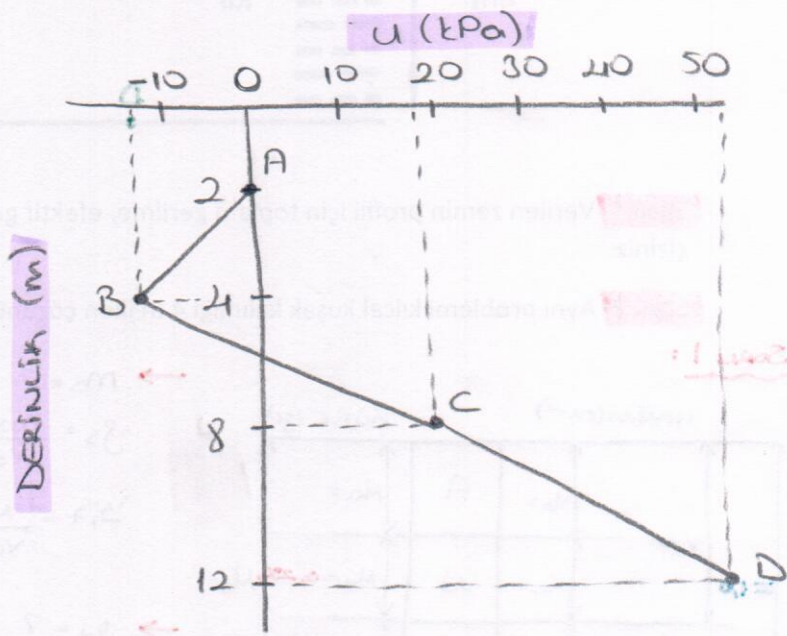
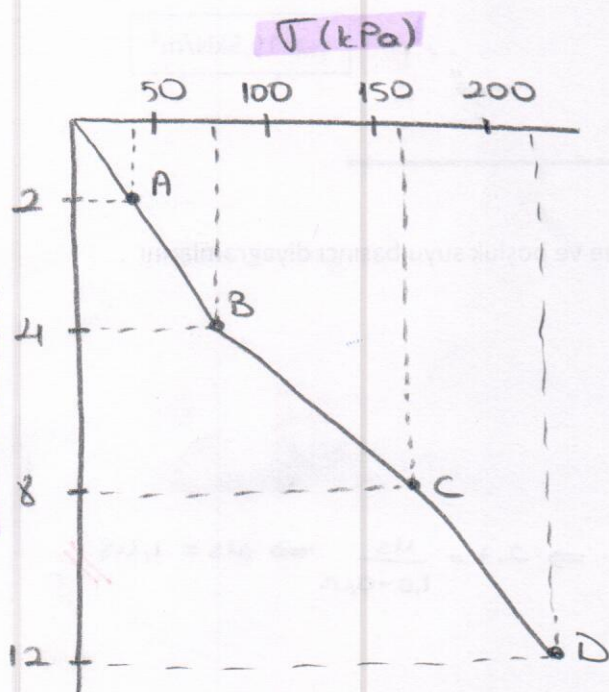
$\gamma_n = \gamma_n \times 0,81$
 $\gamma_n = 1,78 \times 0,81$
 $\gamma_n = 17,46 \text{ kN/m}^3$

γ_n = Birim hacim ağırlık.
 γ_{sat} = Doğrusun yoğunluk
 γ_{sat} = Doğrusun hacim ağırlık
 γ_{sat} veriliyor; 0,81 ile carp γ_{sat} bul.

$\sigma_A = 17,46 (2m) = 34,92 \text{ kPa}$
 $u_A = 0$
 $\sigma'_A = 34,92 - 0 = 34,92 \text{ kPa}$
 $\sigma_{A-B} = 20 \cdot (2m) = 40 \text{ kPa}$
 $u_{A-B} = 2 \cdot \gamma_w \cdot (-0,81)$
 $= 2 \cdot 1 \cdot (-9,81) = -19,62 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{A-B} = 40 - (-19,62) = 59,62 \text{ kPa}$
 $\sigma_{B-C} = 20 \cdot (4m) = 80 \text{ kPa}$
 $u_{B-C} = 4 \cdot (9,81) = 39,24 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{B-C} = 80 \text{ kPa} - 39,24 = 40,76$
 $\sigma_{C-D} = 19,5 \cdot (4m) = 78 \text{ kPa}$
 $u_{C-D} = 4 \cdot (9,81) = 39,24 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{C-D} = 78 - 39,24 = 38,76 \text{ kPa}$

	σ (kPa)	u (kPa)	σ' (kPa)
A	34,92	0	34,92
A-B	40	-19,62	59,62
B-C	80	39,24	40,76
C-D	76	39,24	38,76

	σ	u	σ'
A			
B	A) 34,92	0	34,92
C	B) 74,92	-19,62	94,54
D	C) 154,92	19,62	135,30
	D) 232,92	58,86	174,06



01.12.2021

VİZE SONRASI

time (sn)	25kPa	50kPa	100kPa	200kPa	400kPa
5	8.3661	8.2950	8.1819	7.9008	7.3677
10	8.3657	8.2944	8.1752	7.8941	7.3566
15	8.3639	8.2935	8.1726	7.8909	7.3428
20	8.3632	8.2924	8.1705	7.8862	7.3331
30	8.3619	8.2911	8.1673	7.8810	7.3250
40	8.3614	8.2901	8.1658	7.8756	7.3187
50	8.3608	8.2894	8.1644	7.8715	7.3125
60	8.3605	8.2886	8.1627	7.8659	7.3064
90	8.3599	8.2871	8.156	7.8634	7.2926
120	8.3590	8.2848	8.1522	7.8567	7.2825
150	8.3581	8.2836	8.1479	7.8469	7.2734
180	8.3576	8.2821	8.1447	7.8437	7.2664
240	8.3570	8.2802	8.1392	7.8332	7.2499
300	8.3568	8.2787	8.1355	7.8228	7.2444
600	8.3533	8.2726	8.1238	7.8001	7.2099
900	8.3506	8.2682	8.1117	7.7819	7.1804
1200	8.3497	8.2659	8.1012	7.7702	7.1640
1800	8.3477	8.2624	8.092	7.7531	7.1430
2400	8.3474	8.2605	8.0852	7.7386	7.1208
3600	8.3457	8.2582	8.0778	7.7163	7.0924
7200	8.3417	8.2499	8.0606	7.6812	7.0181
10000	8.3411	8.2442	8.0475	7.6641	6.9889
20000	8.3333	8.2260	8.0232	7.6134	6.9042
30000	8.3303	8.2181	8.006	7.5856	6.8638
40000	8.3265	8.2151	8.0003	7.5716	6.8389
50000	8.3251	8.2134	7.9956	7.5620	6.8244
60000	8.3240	8.2122	7.9924	7.5551	6.8155
70000	8.3222	8.2112	7.9849	7.5501	6.8053
80000	8.3219	8.2112	7.9825	7.5458	6.8004
1Gün = 24 saat = 86400	8.3217	8.2108	7.9806	7.5443	6.7957

$$\Delta H = \text{initial} - 25$$

$$= \dots + 0$$

$$\Delta H = 25 - 50$$

$$= \dots + 0,0524$$

$$\frac{\sum \Delta H}{H_0} = \frac{0,0524}{18,97}$$

$$= 0,3$$

1Gün = 24 saat = 86400

Void ratio and Strain information						Hesaplaması Arkada		
load incremental (kPa)	d_r corrected (mm)	$\Sigma \Delta H$ (mm)	$\epsilon \Sigma \Delta H / H_0$ (%)	H $H_0 - \Delta H$ (mm)	e $(H - H_s) / H_s$	H_0 (mm)	H_s (mm)	Başlangıç
initial	8.3741	0	0	18,97	0,88	18.97	10,1	8.3741
25	8.3217	0.0524	0,3	18,92	0,87			
50	8.2108	0.1633	0,3	18,80	0,86			
100	7.9806	0.3935	2,1	18,57	0,85			
200	7.5443	0.8298	4,4	18,14	0,79			
400	6.7957	1.5784	8,3	17,39	0,71			

$$C_c = 0,1971$$

$$C_r = 0,0428$$

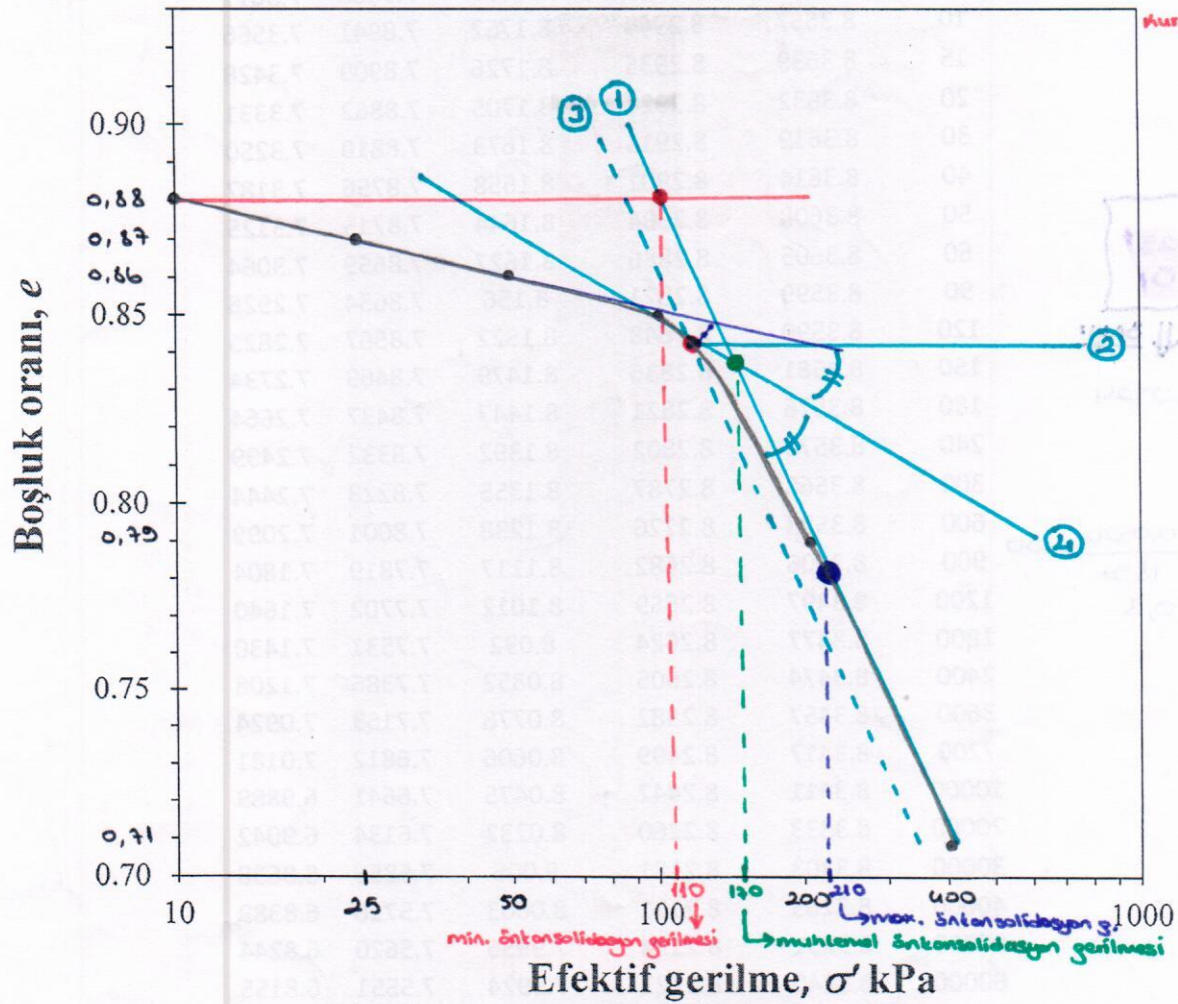
en düşük σ'_p (kPa) : 110 kPaen yüksek σ'_p (kPa) : 240 kPamuhtemel σ'_p (kPa) : 170 kPa

(•) Başlangıç noktasından
1'e çıkacağı bek.
0 nokta min. önkonsolidasyon
gerilmesidir.

(•) 4 ile 1'in kesiştiği
nokta muhtemel
önkonsolidasyon
gerilmesidir.

(•) 1'in bakır sıkışma eğrisinden
ayrıldığı nokta max.
önkonsolidasyon
gerilmesidir.

12.02.21.20
MURAT BOĞANCI



Ring çapı D : 5 cm

Örnek boyu Ho : 1.897 cm

Su içeriği (w, %) : 30

Mt : 70,4

Ms : 54,3 g

ps : 2,73 g/cm³

Ao : ?

Vs : ?

Hs : ? mm

$$H_s = V_s = h_s \cdot A_o \rightarrow 2,7 \text{ g/cm}^3$$

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_s}$$

$$2,7 \text{ g/cm}^3 = \frac{54,3 \text{ g}}{V_s} \Rightarrow V_s = 19,89 \text{ cm}^3$$

$$A_o = \pi r^2 h$$

$$= 3,14 (2,5 \text{ cm})^2 (1,897 \text{ cm})$$

$$= 19,63 \text{ cm}^3$$

$$V_s = h_s \cdot A_o$$

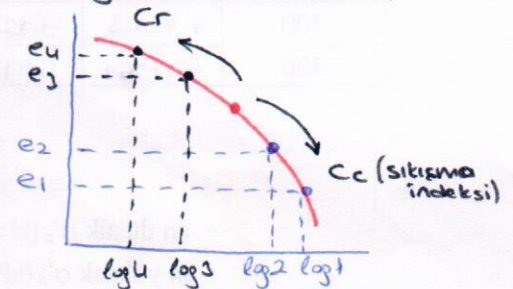
$$19,89 \text{ cm}^3 = h_s (19,63 \text{ cm}^3)$$

$$h_s = 19,89 \text{ cm}^3 / 19,63 \text{ cm}^3$$

$$p_s : M_s / V_s \quad \boxed{h_s = 10,1}$$

$$V_s : H_s A_o$$

(yaniden sıkışma indeksi)

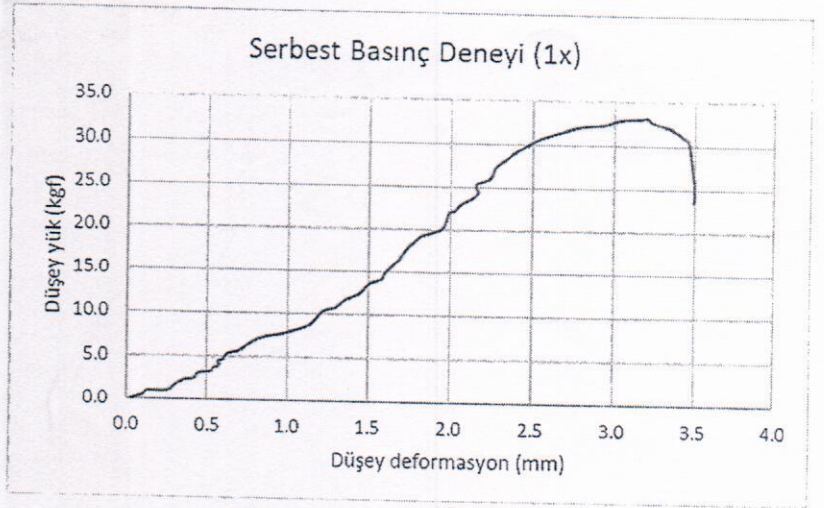


$$C_c = \frac{e_2 - e_1}{\log 2 - \log 1}$$

$$C_r = \frac{e_u - e_s}{\log 4 - \log 3}$$

SERBEST BASINÇ DENEYİ (1X)

Düşey Deformasyon (mm)	Düşey kuvvet (kgf)	Düşey Deformasyon (mm)	Düşey kuvvet (kgf)
0.0	0.0	2.5	30.0
0.1	0.4	2.6	30.6
0.1	0.9	2.7	31.6
0.2	0.9	2.8	32.0
0.3	1.5	2.9	32.2
0.3	1.8	3.0	32.6
0.4	2.2	3.1	32.9
0.4	2.3	3.2	33.0
0.4	3.0	3.2	33.1
0.5	3.2	3.2	32.5
0.5	3.6	3.3	32.1
0.6	3.8	3.4	31.7
0.6	4.4	3.4	30.6
0.6	4.6	3.5	30.0
0.6	5.3	3.5	27.4
0.7	5.7	3.5	25.7
0.8	6.7	3.5	24.3
0.9	7.3	3.5	23.9
1.0	7.7	3.5	23.6
1.1	8.5		
1.2	9.3		
1.2	10.3		
1.4	11.6		
1.4	12.4		
1.5	13.5		
1.6	14.1		
1.6	14.9		
1.7	16.2		
1.7	16.9		
1.7	18.0		
1.8	18.5		
1.8	19.2		
1.9	20.0		
2.0	20.8		
2.0	22.0		
2.0	22.2		
2.1	22.9		
2.1	23.8		
2.2	24.4		
2.2	24.9		
2.2	25.4		
2.2	26.0		
2.3	27.3		
2.3	28.3		
2.4	29.0		



yarıçap = 19mm → 1.9cm

Soru: Örnek çapı : 38 mm ve Örnek boyu : 95 mm olan numunenin serbest basınç dayanımını (q_u) ve drenajsız kesme dayanımını (C_u) bulunuz.

$$A_0 = \pi \cdot r^2$$

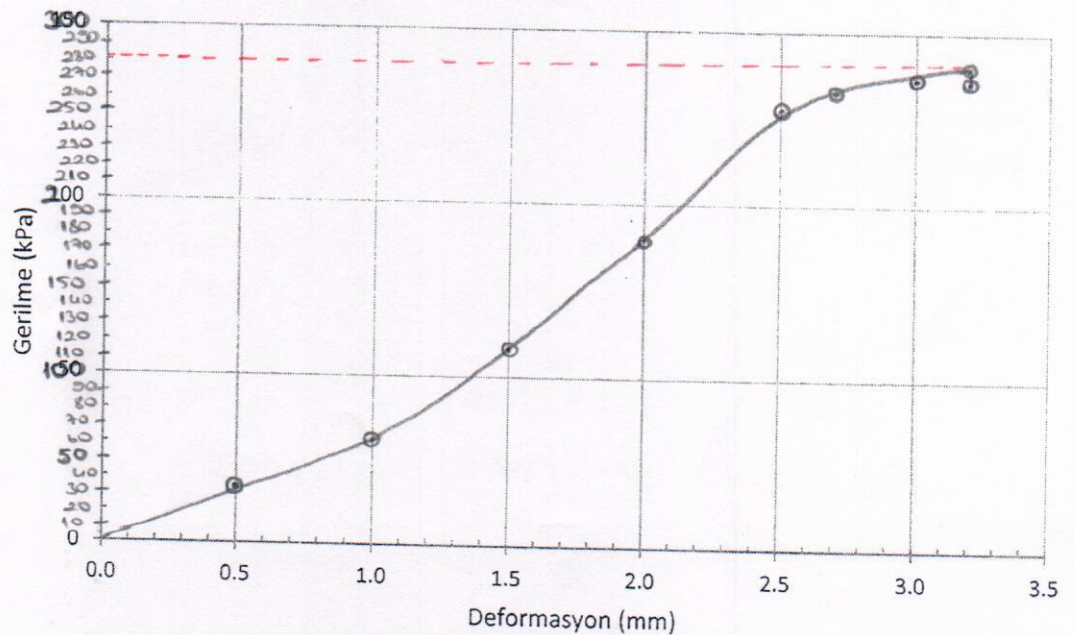
$$A_0 = 3.14 \cdot (1.9)^2 = 11.34 \text{ cm}^2$$

Yük (kgf)	Deformasyon, ΔL (mm)	Birim deformasyon, ϵ	A_f (cm ²) ($A_0/(1-\epsilon)$)	Gerilme (kPa)
3,6	0,5	0,005	11,40	31,58
7,7	1,0	0,010	11,45	67,25
13,5	1,5	0,015	11,51	117,29
20,8	2,0	0,021	11,58	179,62
30,0	2,5	0,026	11,64	257,73
31,6	2,7	0,028	11,67	270,78
32,6	3,0	0,031	11,70	278,63
33,0	3,2	0,033	11,73	281,33
32,5	3,2	0,033	11,73	277,07

YENİLME ANINDA
Numune Ağırlığı → 224 gr.
Hız → 2 mm/dk.
Kıvrım → 84,7
Deformasyon → 1,9 mm (ΔL)

$E = \frac{\Delta L}{L}$ L: örnek boyu
 ΔL : deformasyon

GERİLME:
 $\sigma_f = \frac{A_0}{A_f} \cdot \frac{Yük}{A_f} \times 100$

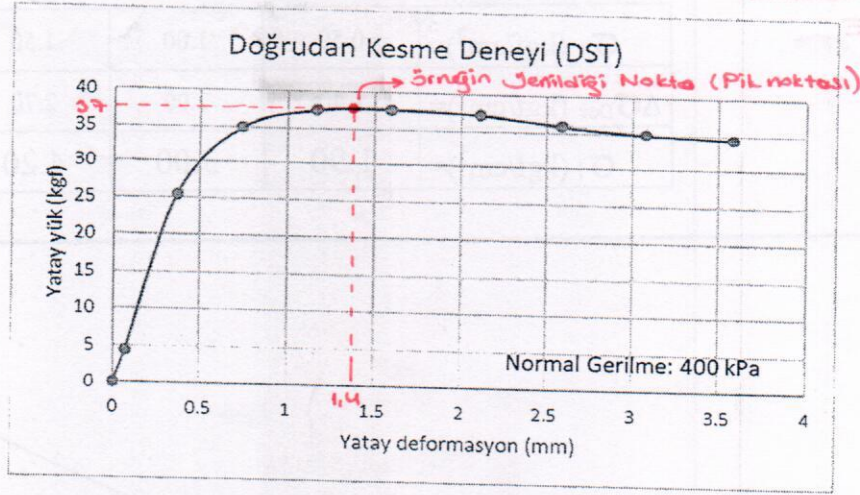


Serbest Basınç Dayanımı (q_u) = 281,33 kPa

Drenajsız Kesme Dayanımı (C_u) = $\frac{q_u}{2} \Rightarrow \frac{281,3}{2} = 140,67 \text{ kPa}$

DOĞRUDAN KESME DENEYİ (DST)

Yatay Deformasyon (mm)	Yatay kuvvet (kgf)
0	0
0.1	4.5
0.4	25.5
0.7	34.9
1.2	37.5
1.6	37.8
2.1	37.3
2.6	35.9
3.1	35.0
3.6	34.4



Normal Gerilme, σ_n (kPa)	Kesme Gerilmesi, τ (kPa)
50	55
100	77
200	83
400	108

Alan Düzeltmesi

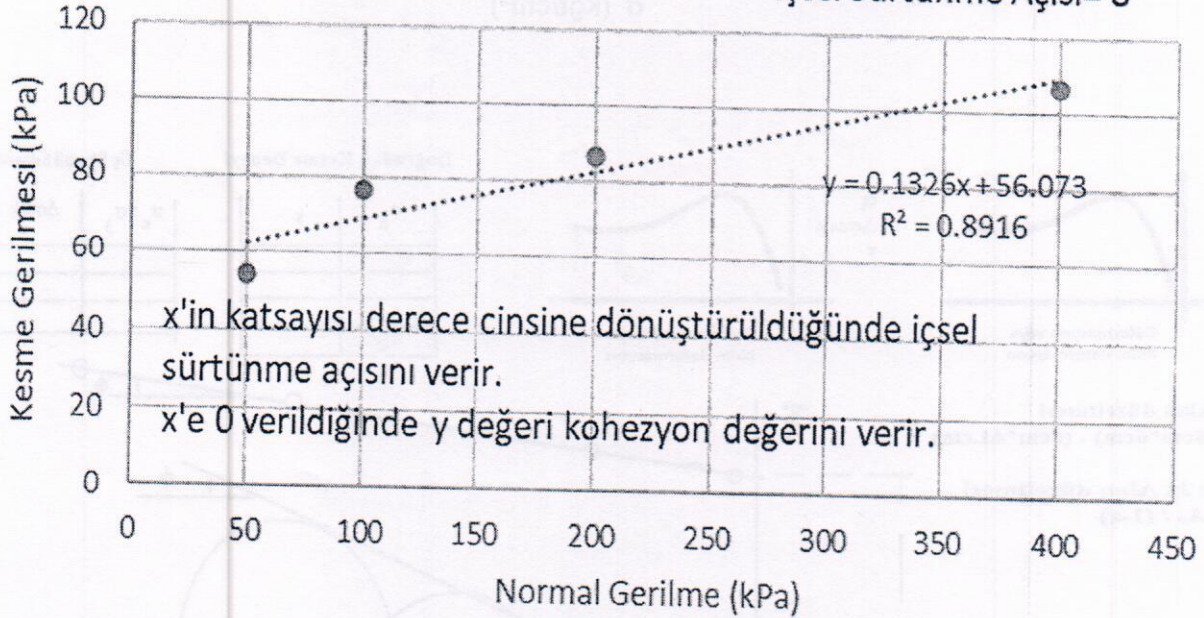
Alan düzeltmesi yaparak kesme gerilmesini bulununuz

$$A_0 = 6 \times 6 = 36 \text{ cm}^2$$

$$A_f = (6 \times 6) - (6 \times \Delta L) \text{ cm}^2$$

Kesme Gerilmesi - Normal Gerilme

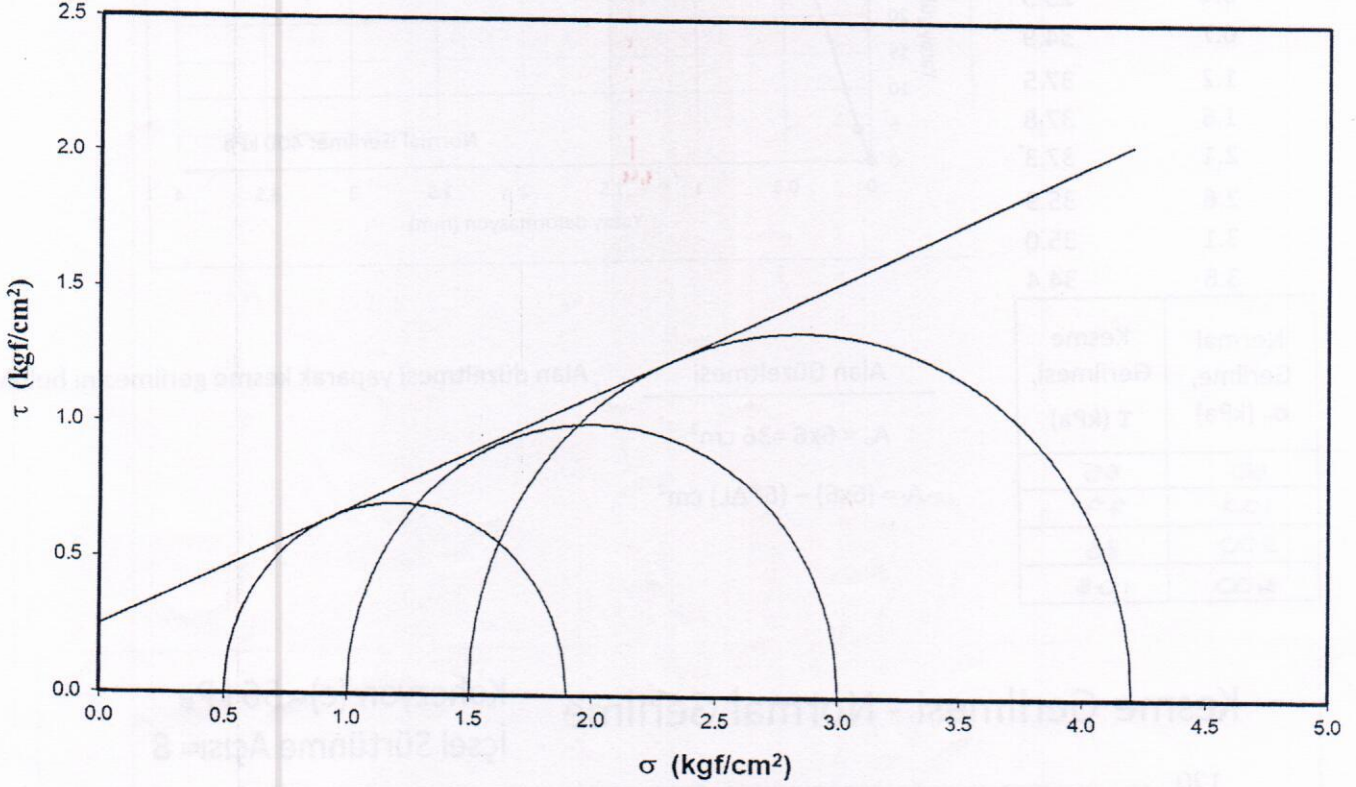
Kohezyon (c) = 56 kPa
İçsel Sürtünme Açısı = 8



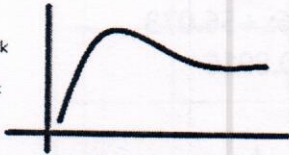
ÜÇ EKSENLİ SIKIŞMA DENEYİ (3X)

σ_3 (kgf/cm ²)=	0.50	1.00	1.50
$\Delta\sigma_{Dev}$ (kgf/cm ²)=	1.40	2.00	2.70
σ_1 (kgf/cm ²)=	1.90	3.00	4.20

$$\Delta\sigma_{Dev} + \sigma_3 = \sigma_1$$

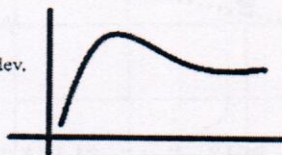


Düşey yük
veya
yatay yük



Deformasyon veya
Birim deformasyon

σ_z
 $\Delta\sigma_{dev}$
 τ



Deformasyon veya
Birim deformasyon

Doğrudan Kesme Deneyi

σ_n	τ

Üç Eksenli Sıkışma Deneyi

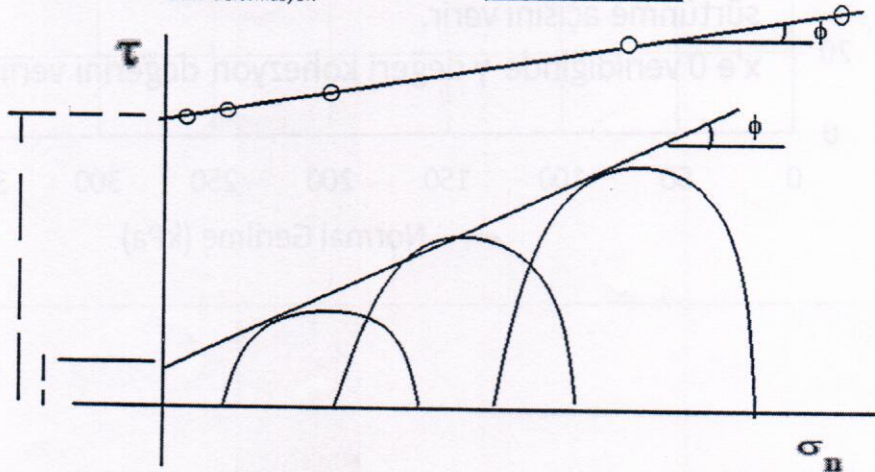
$\sigma_n = \sigma_3$	$\Delta\sigma_{dev}$	σ_1

DST Alan düzeltmesi

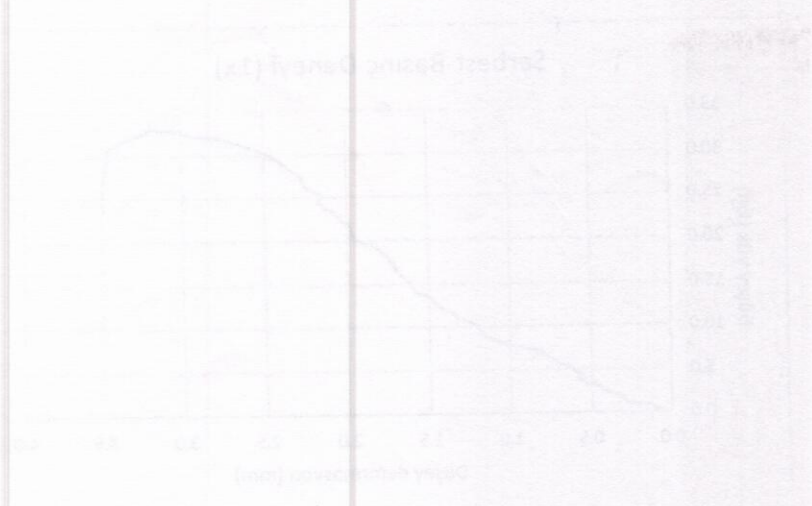
$$A_f = (6\text{cm} \times 6\text{cm}) - (6\text{cm} \times \Delta L_{cm})$$

1x ve 3x Alan düzeltmesi

$$A_r = A_o / (1 - \epsilon)$$

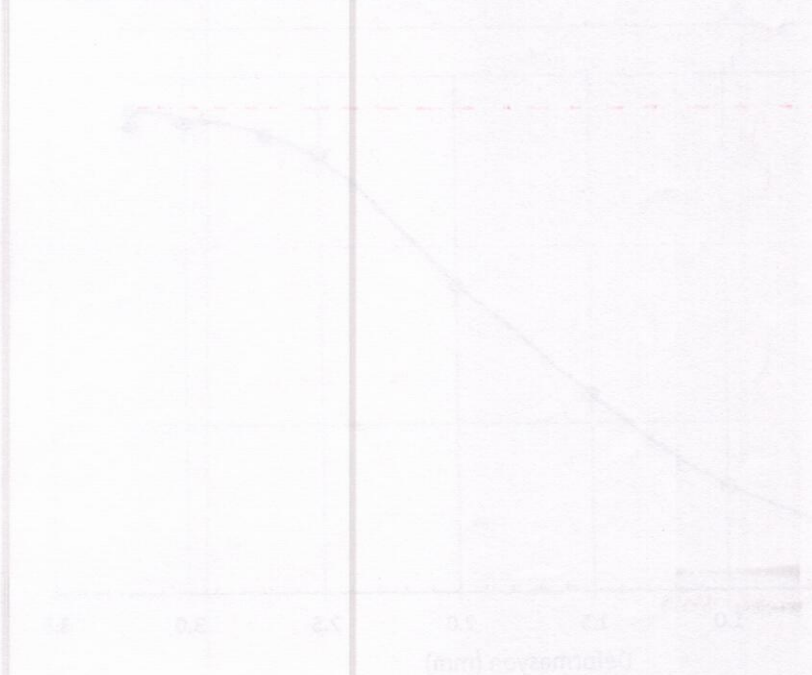


ZERBEST BASINÇ DENEYİ (TK)

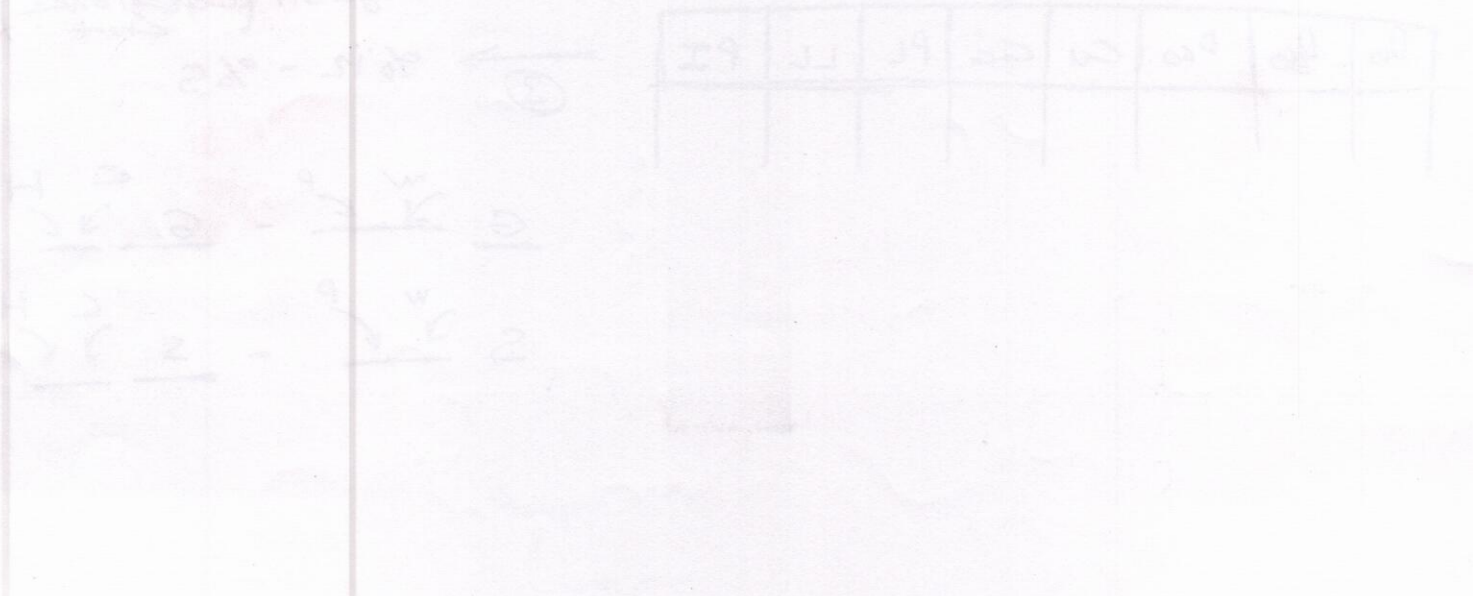
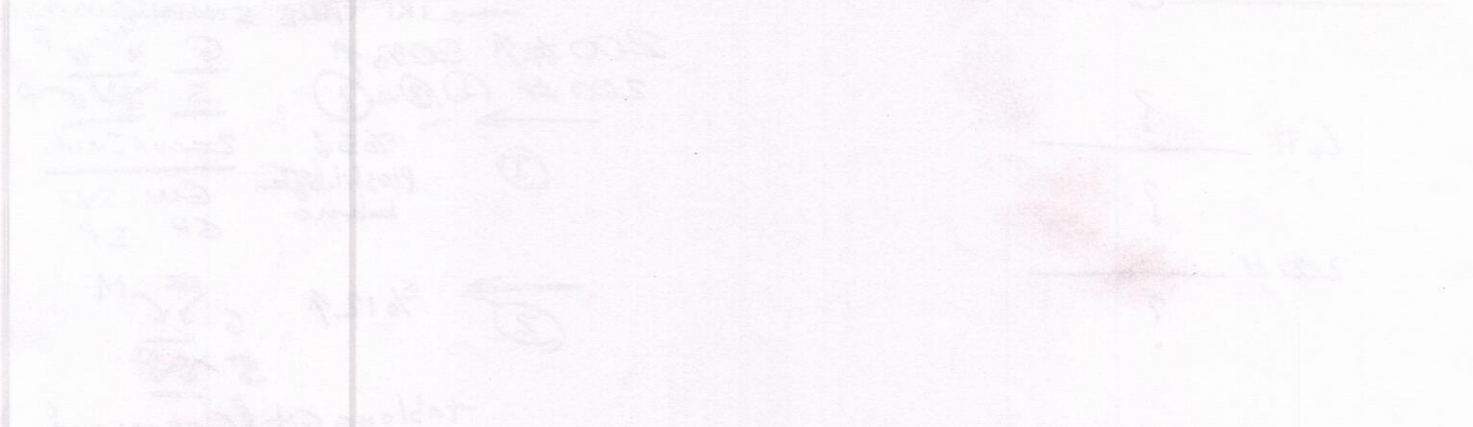
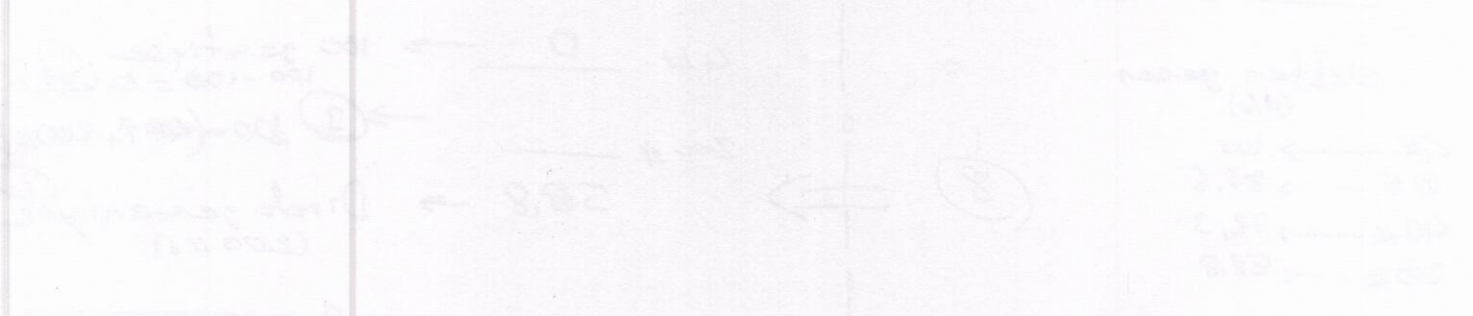
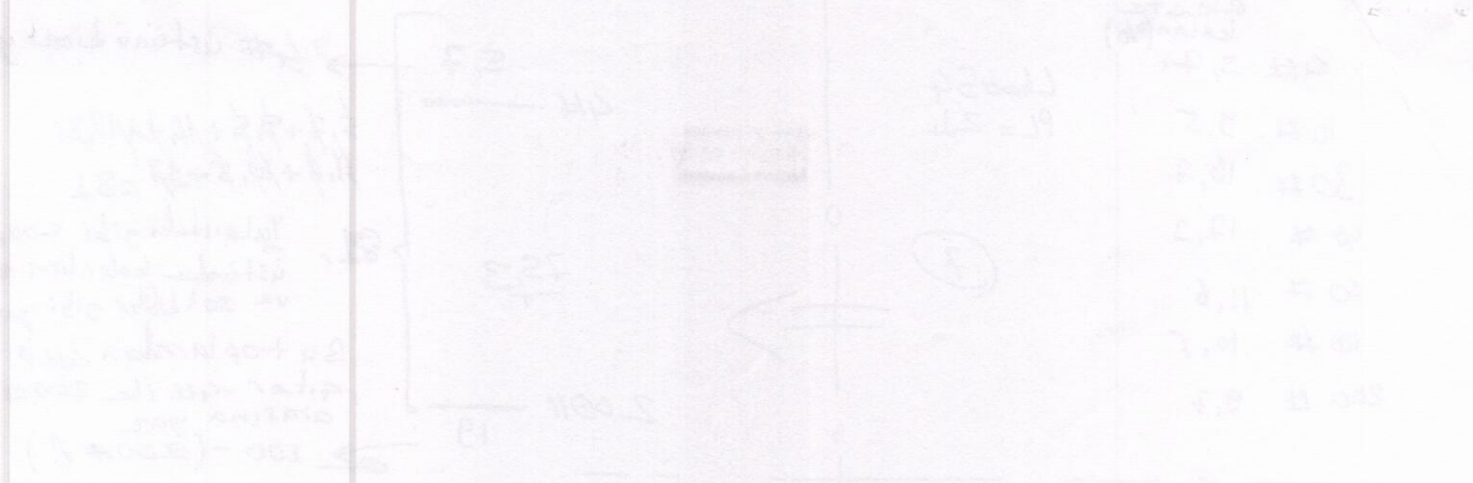


Düsey Deformasyon (mm)	Düsey Kuvvet (kgf)	Düsey Deformasyon (mm)	Düsey Kuvvet (kgf)
0.1	0.0	19.0	3.0
0.2	0.4	19.5	3.5
0.3	0.8	20.0	4.0
0.4	1.2	20.5	4.5
0.5	1.6	21.0	5.0
0.6	2.0	21.5	5.5
0.7	2.4	22.0	6.0
0.8	2.8	22.5	6.5
0.9	3.2	23.0	7.0
1.0	3.6	23.5	7.5
1.1	4.0	24.0	8.0
1.2	4.4	24.5	8.5
1.3	4.8	25.0	9.0
1.4	5.2	25.5	9.5
1.5	5.6	26.0	10.0
1.6	6.0	26.5	10.5
1.7	6.4	27.0	11.0
1.8	6.8	27.5	11.5
1.9	7.2	28.0	12.0
2.0	7.6	28.5	12.5
2.1	8.0	29.0	13.0
2.2	8.4	29.5	13.5
2.3	8.8	30.0	14.0
2.4	9.2	30.5	14.5
2.5	9.6	31.0	15.0
2.6	10.0	31.5	15.5
2.7	10.4	32.0	16.0
2.8	10.8	32.5	16.5
2.9	11.2	33.0	17.0
3.0	11.6	33.5	17.5
3.1	12.0	34.0	18.0
3.2	12.4	34.5	18.5
3.3	12.8	35.0	19.0
3.4	13.2	35.5	19.5
3.5	13.6	36.0	20.0
3.6	14.0	36.5	20.5
3.7	14.4	37.0	21.0
3.8	14.8	37.5	21.5
3.9	15.2	38.0	22.0
4.0	15.6	38.5	22.5
4.1	16.0	39.0	23.0
4.2	16.4	39.5	23.5
4.3	16.8	40.0	24.0
4.4	17.2	40.5	24.5
4.5	17.6	41.0	25.0
4.6	18.0	41.5	25.5
4.7	18.4	42.0	26.0
4.8	18.8	42.5	26.5
4.9	19.2	43.0	27.0
5.0	19.6	43.5	27.5
5.1	20.0	44.0	28.0
5.2	20.4	44.5	28.5
5.3	20.8	45.0	29.0
5.4	21.2	45.5	29.5
5.5	21.6	46.0	30.0
5.6	22.0	46.5	30.5
5.7	22.4	47.0	31.0
5.8	22.8	47.5	31.5
5.9	23.2	48.0	32.0
6.0	23.6	48.5	32.5
6.1	24.0	49.0	33.0
6.2	24.4	49.5	33.5
6.3	24.8	50.0	34.0
6.4	25.2	50.5	34.5
6.5	25.6	51.0	35.0
6.6	26.0	51.5	35.5
6.7	26.4	52.0	36.0
6.8	26.8	52.5	36.5
6.9	27.2	53.0	37.0
7.0	27.6	53.5	37.5
7.1	28.0	54.0	38.0
7.2	28.4	54.5	38.5
7.3	28.8	55.0	39.0
7.4	29.2	55.5	39.5
7.5	29.6	56.0	40.0
7.6	30.0	56.5	40.5
7.7	30.4	57.0	41.0
7.8	30.8	57.5	41.5
7.9	31.2	58.0	42.0
8.0	31.6	58.5	42.5
8.1	32.0	59.0	43.0
8.2	32.4	59.5	43.5
8.3	32.8	60.0	44.0
8.4	33.2	60.5	44.5
8.5	33.6	61.0	45.0
8.6	34.0	61.5	45.5
8.7	34.4	62.0	46.0
8.8	34.8	62.5	46.5
8.9	35.2	63.0	47.0
9.0	35.6	63.5	47.5
9.1	36.0	64.0	48.0
9.2	36.4	64.5	48.5
9.3	36.8	65.0	49.0
9.4	37.2	65.5	49.5
9.5	37.6	66.0	50.0
9.6	38.0	66.5	50.5
9.7	38.4	67.0	51.0
9.8	38.8	67.5	51.5
9.9	39.2	68.0	52.0
10.0	39.6	68.5	52.5

Yük (kgf)	Deformasyon (mm)	Yük (kgf)	Deformasyon (mm)
0.0	0.0	10.0	1.0
1.0	0.1	20.0	2.0
2.0	0.2	30.0	3.0
3.0	0.3	40.0	4.0
4.0	0.4	50.0	5.0
5.0	0.5	60.0	6.0
6.0	0.6	70.0	7.0
7.0	0.7	80.0	8.0
8.0	0.8	90.0	9.0
9.0	0.9	100.0	10.0
10.0	1.0	110.0	11.0
11.0	1.1	120.0	12.0
12.0	1.2	130.0	13.0
13.0	1.3	140.0	14.0
14.0	1.4	150.0	15.0
15.0	1.5	160.0	16.0
16.0	1.6	170.0	17.0
17.0	1.7	180.0	18.0
18.0	1.8	190.0	19.0
19.0	1.9	200.0	20.0
20.0	2.0	210.0	21.0
21.0	2.1	220.0	22.0
22.0	2.2	230.0	23.0
23.0	2.3	240.0	24.0
24.0	2.4	250.0	25.0
25.0	2.5	260.0	26.0
26.0	2.6	270.0	27.0
27.0	2.7	280.0	28.0
28.0	2.8	290.0	29.0
29.0	2.9	300.0	30.0
30.0	3.0	310.0	31.0
31.0	3.1	320.0	32.0
32.0	3.2	330.0	33.0
33.0	3.3	340.0	34.0
34.0	3.4	350.0	35.0
35.0	3.5	360.0	36.0
36.0	3.6	370.0	37.0
37.0	3.7	380.0	38.0
38.0	3.8	390.0	39.0
39.0	3.9	400.0	40.0
40.0	4.0	410.0	41.0
41.0	4.1	420.0	42.0
42.0	4.2	430.0	43.0
43.0	4.3	440.0	44.0
44.0	4.4	450.0	45.0
45.0	4.5	460.0	46.0
46.0	4.6	470.0	47.0
47.0	4.7	480.0	48.0
48.0	4.8	490.0	49.0
49.0	4.9	500.0	50.0
50.0	5.0	510.0	51.0
51.0	5.1	520.0	52.0
52.0	5.2	530.0	53.0
53.0	5.3	540.0	54.0
54.0	5.4	550.0	55.0
55.0	5.5	560.0	56.0
56.0	5.6	570.0	57.0
57.0	5.7	580.0	58.0
58.0	5.8	590.0	59.0
59.0	5.9	600.0	60.0
60.0	6.0	610.0	61.0
61.0	6.1	620.0	62.0
62.0	6.2	630.0	63.0
63.0	6.3	640.0	64.0
64.0	6.4	650.0	65.0
65.0	6.5	660.0	66.0
66.0	6.6	670.0	67.0
67.0	6.7	680.0	68.0
68.0	6.8	690.0	69.0
69.0	6.9	700.0	70.0
70.0	7.0	710.0	71.0
71.0	7.1	720.0	72.0
72.0	7.2	730.0	73.0
73.0	7.3	740.0	74.0
74.0	7.4	750.0	75.0
75.0	7.5	760.0	76.0
76.0	7.6	770.0	77.0
77.0	7.7	780.0	78.0
78.0	7.8	790.0	79.0
79.0	7.9	800.0	80.0
80.0	8.0	810.0	81.0
81.0	8.1	820.0	82.0
82.0	8.2	830.0	83.0
83.0	8.3	840.0	84.0
84.0	8.4	850.0	85.0
85.0	8.5	860.0	86.0
86.0	8.6	870.0	87.0
87.0	8.7	880.0	88.0
88.0	8.8	890.0	89.0
89.0	8.9	900.0	90.0
90.0	9.0	910.0	91.0
91.0	9.1	920.0	92.0
92.0	9.2	930.0	93.0
93.0	9.3	940.0	94.0
94.0	9.4	950.0	95.0
95.0	9.5	960.0	96.0
96.0	9.6	970.0	97.0
97.0	9.7	980.0	98.0
98.0	9.8	990.0	99.0
99.0	9.9	1000.0	100.0



Yük (kgf)	Deformasyon (mm)	Yük (kgf)	Deformasyon (mm)
0.0	0.0	10.0	1.0
1.0	0.1	20.0	2.0
2.0	0.2	30.0	3.0
3.0	0.3	40.0	4.0
4.0	0.4	50.0	5.0
5.0	0.5	60.0	6.0
6.0	0.6	70.0	7.0
7.0	0.7	80.0	8.0
8.0	0.8	90.0	9.0
9.0	0.9	100.0	10.0
10.0	1.0	110.0	11.0
11.0	1.1	120.0	12.0
12.0	1.2	130.0	13.0
13.0	1.3	140.0	14.0
14.0	1.4	150.0	15.0
15.0	1.5	160.0	16.0
16.0	1.6	170.0	17.0
17.0	1.7	180.0	18.0
18.0	1.8	190.0	19.0
19.0	1.9	200.0	20.0
20.0	2.0	210.0	21.0
21.0	2.1	220.0	22.0
22.0	2.2	230.0	23.0
23.0	2.3	240.0	24.0
24.0	2.4	250.0	25.0
25.0	2.5	260.0	26.0
26.0	2.6	270.0	27.0
27.0	2.7	280.0	28.0
28.0	2.8	290.0	29.0
29.0	2.9	300.0	30.0
30.0	3.0	310.0	31.0
31.0	3.1	320.0	32.0
32.0	3.2	330.0	33.0
33.0	3.3	340.0	34.0
34.0	3.4	350.0	35.0
35.0	3.5	360.0	36.0
36.0	3.6	370.0	37.0
37.0	3.7	380.0	38.0
38.0	3.8	390.0	39.0
39.0	3.9	400.0	40.0
40.0	4.0	410.0	41.0
41.0	4.1	420.0	42.0
42.0	4.2	430.0	43.0
43.0	4.3	440.0	44.0
44.0	4.4	450.0	45.0
45.0	4.5	460.0	46.0
46.0	4.6	470.0	47.0
47.0	4.7	480.0	48.0
48.0	4.8	490.0	49.0
49.0	4.9	500.0	50.0
50.0	5.0	510.0	51.0
51.0	5.1	520.0	52.0
52.0	5.2	530.0	53.0
53.0	5.3	540.0	54.0
54.0	5.4	550.0	55.0
55.0	5.5	560.0	56.0
56.0	5.6	570.0	57.0
57.0	5.7	580.0	58.0
58.0	5.8	590.0	59.0
59.0	5.9	600.0	60.0
60.0	6.0	610.0	61.0
61.0	6.1	620.0	62.0
62.0	6.2	630.0	63.0
63.0	6.3	640.0	64.0
64.0	6.4	650.0	65.0
65.0	6.5	660.0	66.0
66.0	6.6	670.0	67.0
67.0	6.7	680.0	68.0
68.0	6.8	690.0	69.0
69.0	6.9	700.0	70.0
70.0	7.0	710.0	71.0
71.0	7.1	720.0	72.0
72.0	7.2	730.0	73.0
73.0	7.3	740.0	74.0
74.0	7.4	750.0	75.0
75.0	7.5	760.0	76.0
76.0	7.6	770.0	77.0
77.0	7.7	780.0	78.0
78.0	7.8	790.0	79.0
79.0	7.9	800.0	80.0
80.0	8.0	810.0	81.0
81.0	8.1	820.0	82.0
82.0	8.2	830.0	83.0
83.0	8.3	840.0	84.0
84.0	8.4	850.0	85.0
85.0	8.5	860.0	86.0
86.0	8.6	870.0	87.0
87.0	8.7	880.0	88.0
88.0	8.8	890.0	89.0

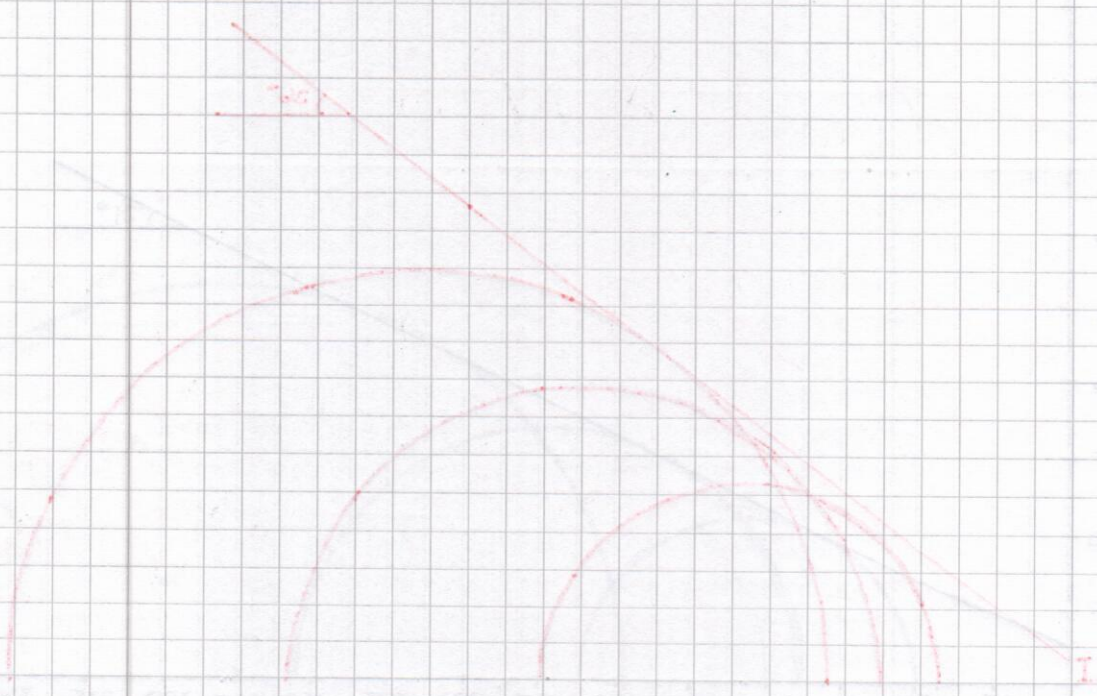


$\frac{11}{01}$ $\frac{10}{00}$ $\frac{10}{00}$

$\frac{10}{00}$ $\frac{10}{00}$

$1 = 7 = 10$

Figure 1 (a) Figure 1 (b) Figure 1 (c)



$1 = 7 = 10$ $1 = 7 = 10$ $1 = 7 = 10$