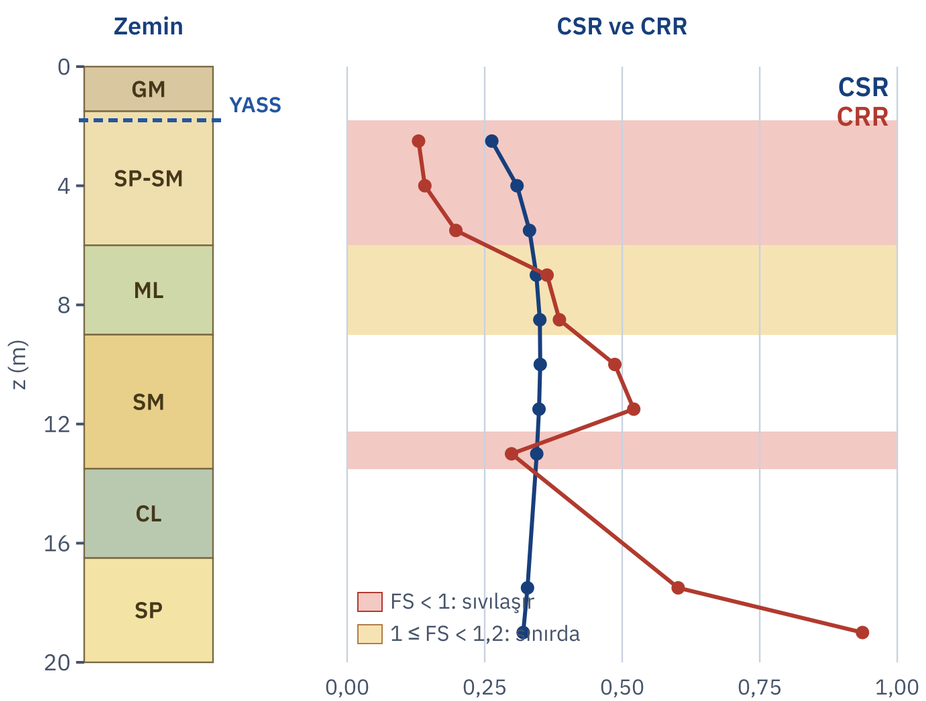
Geoteknik ders sunumu · Sıvılaşma

SPT ile sıvılaşma tetiklenmesi

Ders anlatımı: SPT ile sıvılaşma tetiklenmesi (Idriss–Boulanger); bir sondaj ve bir test noktası uçtan uca elle çözülür, kalan noktalar tablolarla.

Düzeltmeler | CSR · CRR | MSF · Kσ | FS ve bölgeler | Elle çözülebilir



Giriş

Bu derste neler öğreneceğiz?

Sıvılaşmanın **gerilme tabanlı** değerlendirmesini: deprem talebi **CSR** ile zeminin direnci **CRR** karşılaştırılır; **FS = CRR / CSR**

Ham SPT darbe sayısı N_{30}'dan $\mathbf{(N_1)_{60cs}}$'ye giden düzeltmeler: enerji, çubuk boyu, örtü yükü ve ince dane

CSR (r_d, σ_v/σ'_v), CRR eğrisi, **magnitüd ölçekleme** MSF ve **örtü yükü katsayısı** K_σ

Hangi testlerin **elenerek** hesaba girmediğini; bölgelerin ve sıvılaşan kalınlığın nasıl bulunduğunu

Bir sondajdaki **tek test noktasını uçtan uca elle**, diğerlerini aynı adımlarla tabloda

DERS AKIŞI

Her konu **üç adımda** işlenir:

1 · **Kuram**: formül ve gerekçesi

2 · **Soru**: verilenler ve istenen

3 · **Çözüm**: adım adım, sayılarla

Örnek: sondaj BH-1 (YASS 1,80 m; 0–1,5 m dolgu, 1,5–6 m gevşek kum …); a_{max} = 0,35 g, M = 7,5, çekiç enerji oranı %60, $FS_{gerekli}$ = 1,20.

Hangi test değerlendirilir?

KURAM

Bir test; **yeraltı su seviyesinin (YASS) altında**, z_{max} derinliğinden (varsayılan 20 m) derinde olmayan ve **kum gibi davranan** zeminde ise değerlendirilir

Plastisite indisi $PI \geq PI_{lim}$ (varsayılan 7) olan zemin **kil benzeridir**; PI verilmemişse CL, CH, OL, OH ya da PT simgesi bunu işaretler

Kil benzeri zemin çevrimsel yükleme altında **yumuşayabilir** ama burada kullanılan anlamda sıvılaşmaz: çevrimsel yumuşama kontrolüne bırakılır

Değerlendirilmeyen testler **gerekçeleriyle** tüm tablolarda kalır. Sıvılaşmanın sonuçları (oturma, yanal yayılma, taşıma gücü kaybı) bu sürümün dışındadır

Toplam, boşluk suyu ve efektif düşey gerilme

KURAM

γ, YASS'nin üstünde; **γ_{sat}** altında; tabaka tabaka toplanır. Boşluk suyu basıncı YASS'den itibaren **hidrostatiktir** (z_W sondajın YASS derinliği)

Efektif gerilme σ'_v hem CSR'da hem de örtü yükü düzeltmelerinde kullanılır

$$\sigma_v = \sum \gamma_i \, h_i \qquad u = \gamma_w \, (z - z_w) \qquad \sigma'_v = \sigma_v - u$$

Efektif gerilmeyi yalnız su tablasının altındaki testler için hesaplarız: YASS'nin üstünde u = 0 ve test elenir.

N_{30}'dan N_{60}'a

KURAM

Ham darbe sayısı N_{30} (son 30 cm), **%60 enerjili** standart çubuğa getirilir: **C_E** = ER/60 (çekiç), **C_B** (sondaj çapı), **C_S** (numune tüpü)

C_R çubuk boyuna bağlıdır: çubuk boyu = z + yüzeyin üstündeki uzunluk (burada 1,5 m)

$$N_{60} = N_{30} \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_S \cdot C_R$$

Çubuk boyu (m)	< 3	3 – 4	4 – 6	6 – 10	≥ 10
C_R	0,75	0,80	0,85	0,95	1,00

$N_{60} \rightarrow (N_1)_{60} \rightarrow (N_1)_{60cs}$

KURAM

C_N, ölçümü 1 atm (P_a = 101,3 kPa) efektif gerilmeye taşır; üssü m sonucun kendisine bağlı olduğundan **yinelemeyle** bulunur; $C_N \leq 1{,}7$

İnce dane kum benzeri direnci artırır: FC (yüzde, ölçülmüşse testin kendi değeri, yoksa tabakanın değeri) ile temiz kum eşdeğerine geçilir

$$C_N = \left(\frac{P_a}{\sigma'_v}\right)^m \leq 1{,}7 \qquad m = 0{,}784 - 0{,}0768\sqrt{(N_1)_{60cs}} \qquad (N_1)_{60} = C_N N_{60}$$

$$\Delta(N_1)_{60} = \exp\left[1{,}63 + \frac{9{,}7}{FC + 0{,}01} - \left(\frac{15{,}7}{FC + 0{,}01}\right)^2\right] \qquad (N_1)_{60cs} = (N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60}$$

FC (%)	0	5	10	15	20	25	30	35	50
$\Delta(N_1)_{60}$	0,00	0,00	1,15	3,26	4,48	5,07	5,36	5,51	5,61

Deprem talebi: CSR ve r_d

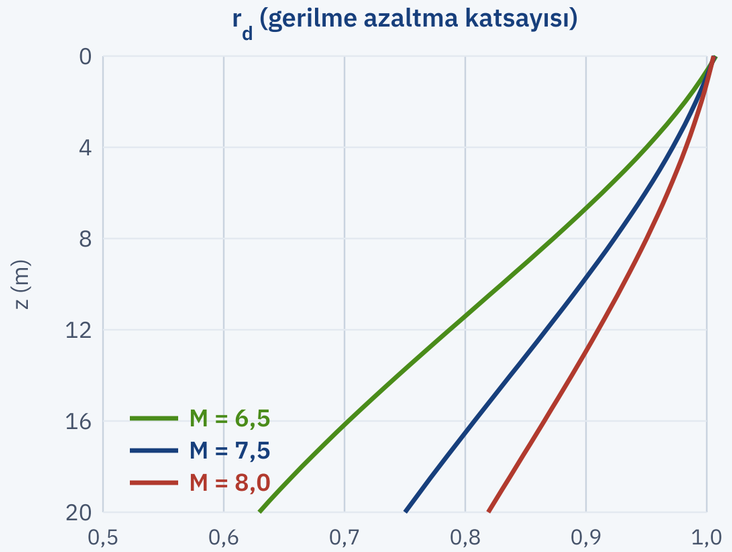
KURAM

CSR, depremin zemine uyguladığı çevrimsel kayma gerilmesinin efektif gerilmeye oranıdır; 0,65 ortalama gerilmeyi, σ_V/σ'_V derinliğin etkisini taşır

r_d (gerilme azaltma katsayısı) derinlikle ve magnitüdle azalır; yüzeyde 1'dir

$$CSR = 0{,}65\,\frac{\sigma_v}{\sigma'_v}\,a_{max}\,r_d \qquad r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z)M]$$

$$\alpha = -1{,}012 - 1{,}126\sin\left(\frac{z}{11{,}73} + 5{,}133\right) \qquad \beta = 0{,}106 + 0{,}118\sin\left(\frac{z}{11{,}28} + 5{,}142\right)$$



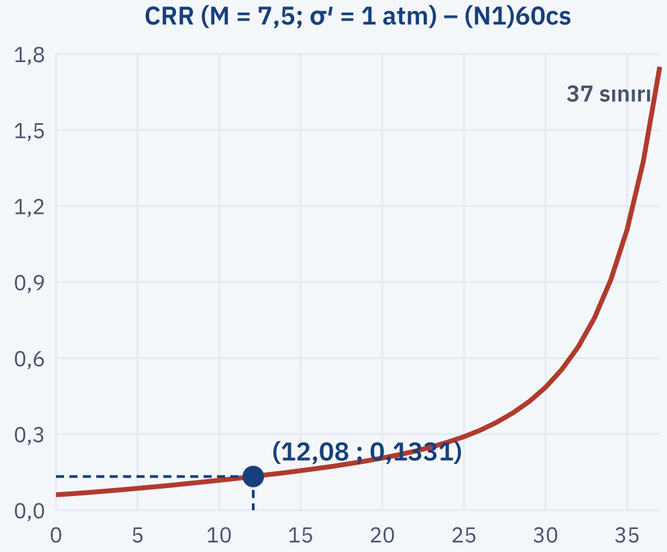
Zeminin direnci: CRR eğrisi

KURAM

$CRR_{M=7,5;\ \sigma'=1}$ yalnız **$(N_1)_{60cs}$**'ye bağlıdır (Idriss–Boulanger eğrisi); M = 7,5 ve σ'_V = 1 atm için geçerlidir

Eğri **$(N_1)_{60cs}$ = 37**'ye kadar kullanılır; daha sıkı bir test bu sınırda değerlendirilir ve uyarı verilir

$$CRR_{7,5,1} = \exp\left[\frac{n}{14{,}1} + \left(\frac{n}{126}\right)^2 - \left(\frac{n}{23{,}6}\right)^3 + \left(\frac{n}{25{,}4}\right)^4 - 2{,}8\right] \qquad n = (N_1)_{60cs}$$



MSF ve K_σ

KURAM

MSF magnitüd ölçekleme: CRR M = 7,5 içindir; başka magnitüdde çevrim sayısı farkını taşır. M < 7,5 için MSF > 1

K_σ örtü yükü katsayısı: CRR 1 atm içindir; σ'_v büyüdükçe direnç oranı azalır. $K_\sigma \le 1{,}1$

$$MSF = 1 + (MSF_{max} - 1)\left(8{,}64\, e^{-M/4} - 1{,}325\right) \qquad MSF_{max} = 1{,}09 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{31{,}5}\right)^2 \le 2{,}2$$

$$K_\sigma = 1 - C_\sigma \ln\frac{\sigma'_v}{P_a} \le 1{,}1 \qquad C_\sigma = \frac{1}{18{,}9 - 2{,}55\sqrt{(N_1)_{60cs}}} \le 0{,}3$$

FS = CRR / CSR; bölge ve kalınlık

KURAM

CRR = $CRR_{7,5;1}$ · MSF · K_σ; **FS = CRR / CSR**. FS < 1: **sıvılaşma tetiklenir**; 1 ≤ FS < $FS_{gerekli}$ (1,20): **sınırda**; gerekli değer proje şartnamesinden alınan girdidir

Her değerlendirilen test kendi tabakasını temsil eder: yukarıdaki ve aşağıdaki testin **orta noktasına** kadar; tabaka sınırında ve YASS'de aralık durur

Komşu aralıklar aynı sonuçtaysa **bölge**de birleşir; bir sondajın **sıvılaşan kalınlığı** FS < 1 bölgelerinin toplamıdır

$$CRR = CRR_{7,5,1} \cdot MSF \cdot K_\sigma \qquad FS = \frac{CRR}{CSR}$$

Soru

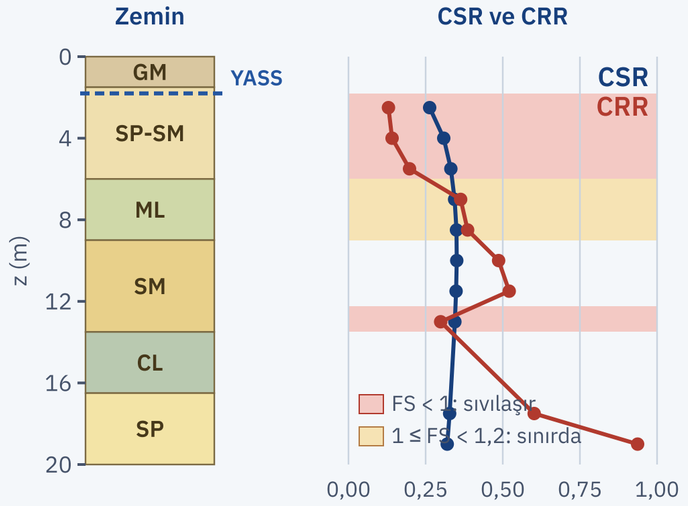
SORU

Verilenler

Sondaj BH-1	**YASS** $z_w = 1{,}80$ **m; 0–1,5 m dolgu (GM):** $\gamma = 18{,}5$**; 1,5–6 m gevşek kum (SP-SM):** $\gamma = 18{,}0$**,** $\gamma_{sat} = 19{,}5$ **kN/m³, FC = 8 %**
Test	$z = 4{,}0$ **m'de** $N_{30} = 10$ **(YASS'nin altında)**
Deprem ve donanım	$a_{max} = 0{,}35g$**,** $M = 7{,}5$**; ER = %60 (**$C_E = C_B = C_S = 1$**), çubuk boyu =** $z + 1{,}5$ **m;** $FS_{req} = 1{,}20$

İSTENEN

Gerilmeler, N_{60}, $(N_1)_{60cs}$ (yinelemeyle), **CSR**, **CRR** ve **FS**.



Çözüm (1/5)

ÇÖZÜM

1 Toplam düşey gerilme (tabaka tabaka; YASS 1,80 m)

$$\sigma_v = 18{,}5(1{,}5) + 18{,}0(1{,}80 - 1{,}5) + 19{,}5(4{,}0 - 1{,}80) = 27{,}75 + 5{,}40 + 42{,}90 = \mathbf{76{,}05}\ \mathrm{kPa}$$

2 Boşluk suyu basıncı ve efektif gerilme

$$u = \gamma_w (z - z_w) = 9{,}81(4{,}0 - 1{,}80) = \mathbf{21{,}58}\ \mathrm{kPa}$$

$$\sigma'_v = \sigma_v - u = 76{,}05 - 21{,}58 = \mathbf{54{,}47}\ \mathrm{kPa}$$

Test YASS'nin **2,20 m** altında: σ_V = 76,05, u = 21,58, **σ'_V = 54,47 kPa**. Bu nokta, sondajın en küçük FS'sinin bulunduğu noktadır (soru sayfasındaki şekil).

Çözüm (2/5)

ÇÖZÜM

3 Çubuk boyu düzeltmesi ve N_{60}

$$L = z + 1{,}5 = 5{,}5\ \text{m} \Rightarrow C_R = 0{,}85 \qquad N_{60} = 10(1)(1)(1)(0{,}85) = \mathbf{8{,}50}$$

4 İnce dane artışı

$$\Delta(N_1)_{60} = \exp[1{,}63 + 9{,}7/8{,}01 - (15{,}7/8{,}01)^2] = \exp[-1{,}0008] = \mathbf{0{,}3676}$$

5 Örtü yükü düzeltmesi: C_N, $(N_1)_{60cs}$'ye bağlı olduğundan yineleme (σ'_v = 54,47 kPa)

Yineleme	n (girdi)	m	C_N	$(N_1)_{60} = C_N N_{60}$	$(N_1)_{60cs} = + \Delta$
1	8,5000	0,5601	1,4158	12,0339	12,4015
2	12,4015	0,5135	1,3754	11,6912	12,0587
3	12,0587	0,5173	1,3786	11,7185	12,0861
…	…	…	…	…	…
8	12,0840	0,5170	1,3784	11,7165	12,0840

8 yinelemede yakınsar: **C_N = 1,3784**, $(N_1)_{60}$ = 11,716, **$(N_1)_{60cs}$ = 12,08**.

Çözüm (3/5)

ÇÖZÜM

6 Gerilme azaltma katsayısı r_d (z = 4,0 m, M = 7,5)

$$\alpha = -1{,}012 - 1{,}126\sin\left(\frac{4}{11{,}73} + 5{,}133\right) = -0{,}1971$$

$$\beta = 0{,}106 + 0{,}118\sin\left(\frac{4}{11{,}28} + 5{,}142\right) = 0{,}0225$$

$$r_d = \exp[\alpha + \beta M] = \exp[-0{,}1971 + 0{,}0225(7{,}5)] = \mathbf{0{,}9718}$$

7 Çevrimsel gerilme oranı

$$CSR = 0{,}65\,\frac{\sigma_v}{\sigma'_v}\,a_{max}\,r_d = 0{,}65\left(\frac{76{,}05}{54{,}47}\right)(0{,}35)(0{,}9718) = \mathbf{0{,}3087}$$

Deprem bu derinlikte efektif gerilmenin yüzde **30,9**'i kadar çevrimsel kayma gerilmesi uygular (CSR = 0,3087).

Çözüm (4/5)

ÇÖZÜM

8 Temel direnç, M = 7,5 ve σ′ = 1 atm için ($(N_1)_{60cs}$ = 12,08)

$$CRR_{7,5,1} = \exp\left[\frac{12{,}08}{14{,}1} + \left(\frac{12{,}08}{126}\right)^2 - \left(\frac{12{,}08}{23{,}6}\right)^3 + \left(\frac{12{,}08}{25{,}4}\right)^4 - 2{,}8\right]$$

$$CRR_{7,5,1} = \exp[-2{,}0168] = \mathbf{0{,}1331}$$

9 Magnitüd ve örtü yükü katsayıları

$$MSF_{max} = 1{,}09 + (12{,}08/31{,}5)^2 = 1{,}2372$$

$$MSF = 1 + (1{,}2372 - 1)(8{,}64\, e^{-7{,}5/4} - 1{,}325) = \mathbf{1{,}0000}$$

$$C_\sigma = 1/(18{,}9 - 2{,}55\sqrt{12{,}08}) = 0{,}0996 \qquad K_\sigma = 1 - 0{,}0996 \ln(54{,}47/101{,}325) = \mathbf{1{,}0619}$$

$CRR_{7,5;1}$ = **0,1331**; MSF = **1,0000**; K_σ = **1,0619**: bu üç sayının çarpımı CRR'yi verir (sonraki sayfa).

Çözüm (5/5)

ÇÖZÜM

10 Direnç ve güvenlik sayısı

$$CRR = CRR_{7,5,1} \cdot MSF \cdot K_\sigma = 0{,}1331(1{,}0000)(1{,}0619) = \mathbf{0{,}1413}$$

$$FS = \frac{CRR}{CSR} = \frac{0{,}1413}{0{,}3087} = \mathbf{0{,}458}$$

FS = 0,458 < 1: bu testte sıvılaşma **tetiklenir**. Test, 3,25 – 4,75 m aralığını temsil eder (yukarıdaki testin 2,5 m ve aşağıdakinin 5,5 m'ye orta noktaları). Aynı on adım her testte yinelenir.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

SORU

Verilenler

Sondaj BH-1	**13 SPT:** $z = 1{,}0$ **–** $19{,}0$ **m; YASS** $1{,}80$ **m;** $z_{max} = 20$ **m;** $PI_{lim} = 7$
Tabakalar	**GM (0–1,5), SP-SM (1,5–6), ML** $PI = 5$ **(6–9), SM (9–13,5), CL** $PI = 18$ **(13,5–16,5), SP (16,5–20)**

İSTENEN

Her test için **değerlendirilir / değerlendirilmez** kararı ve gerekçe.

Çözüm

ÇÖZÜM

z (m)	N_{30}	Zemin	PI	YASS?	Kil benzeri?	Karar
1,0	9	GM	–	**üstünde**	–	**değerlendirilmez**: YASS üstünde
2,5	7	SP-SM	–	altında	hayır	değerlendirilir
4,0	10	SP-SM	–	altında	hayır	değerlendirilir
5,5	16	SP-SM	–	altında	hayır	değerlendirilir
7,0	21	ML	5	altında	hayır	değerlendirilir
8,5	22	ML	5	altında	hayır	değerlendirilir
10,0	27	SM	–	altında	hayır	değerlendirilir
11,5	29	SM	–	altında	hayır	değerlendirilir
13,0	25	SM	–	altında	hayır	değerlendirilir
14,5	13	CL	18	altında	evet	**değerlendirilmez**: kil benzeri (PI ≥ 7)
16,0	15	CL	18	altında	evet	**değerlendirilmez**: kil benzeri (PI ≥ 7)
17,5	40	SP	–	altında	hayır	değerlendirilir
19,0	44	SP	–	altında	hayır	değerlendirilir

13 testin **3'ü elenir**: 1,0 m (YASS üstünde) ve 14,5 ile 16,0 m (CL, PI = 18 ≥ 7). ML tabakası (PI = 5 < 7) kil benzeri sayılmaz, 7,0 ve 8,5 m testleri **değerlendirilir** (FC = 62 %). Elenen testler tablolarda yine yer alır.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

SORU

Verilenler

Sondaj	**Örnek 1'deki BH-1 ve parametreler; on adım her testte aynı**
Bölge kuralı	**her test, kendi tabakasında komşu testlerin orta noktasına kadar; tabaka sınırında ve YASS'de durur**

İSTENEN

Tüm testlerin tablosu; **sıvılaşan bölgeler**, **sıvılaşan kalınlık** ve en küçük FS.

Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

z (m)	N_{30}	Zemin	FC %	σ_v	σ'_v	N_{60}	C_N	$(N_1)_{60cs}$	CSR	CRR	FS	Durum
1,0	9	GM	20	–	–	6,75	1,700	15,95	–	–	–	*YASS üstünde*
2,5	7	SP-SM	8	46,8	39,9	5,95	1,652	10,19	0,263	0,130	0,493	Sıvılaşır
4,0	**10**	**SP-SM**	**8**	**76,1**	**54,5**	**8,50**	**1,378**	**12,08**	**0,309**	**0,141**	**0,458**	**Sıvılaşır**
5,5	16	SP-SM	8	105,3	69,0	15,20	1,191	18,46	0,332	0,198	0,596	Sıvılaşır
7,0	21	ML	62	134,1	83,0	19,95	1,079	27,13	0,344	0,363	1,056	Sınırda
8,5	22	ML	62	162,6	96,8	22,00	1,017	27,98	0,350	0,386	1,102	Sınırda
10,0	27	SM	18	191,9	111,4	27,00	0,966	30,18	0,351	0,487	1,386	Güvenli
11,5	29	SM	18	221,6	126,4	29,00	0,924	30,89	0,349	0,521	1,494	Güvenli
13,0	25	SM	18	251,2	141,4	25,00	0,878	26,03	0,345	0,299	0,867	Sıvılaşır
14,5	13	CL	88	–	–	13,00	0,816	16,12	–	–	–	*kil benzeri (PI ≥ 7)*
16,0	15	CL	88	–	–	15,00	0,788	17,34	–	–	–	*kil benzeri (PI ≥ 7)*
17,5	40	SP	4	338,7	184,6	40,00	0,812	32,50	0,328	0,602	1,835	Güvenli
19,0	44	SP	4	369,4	200,7	44,00	0,799	35,15	0,320	0,937	2,928	Güvenli

En küçük FS = 0,458 (z = 4,0 m). Sıvılaşma bölgeleri: **1,80 – 6,00 m** ve **12,25 – 13,50 m**; sınırda: 6,00 – 9,00 m. Sıvılaşan kalınlık = 5,45 m. 4,0 m satırı elle çözülen Örnek 1'dir.

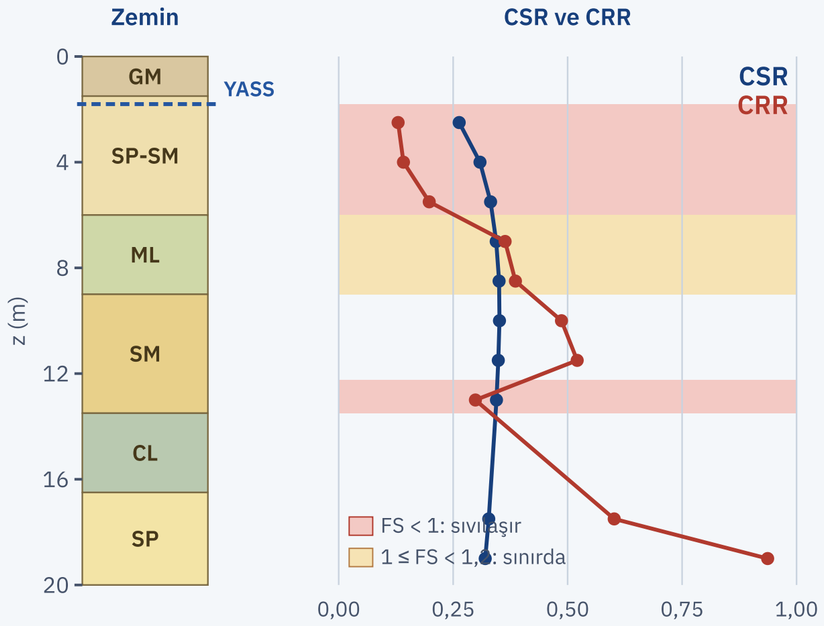
Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

1 Her test kendi aralığını temsil eder; aynı sonuçlu komşu aralıklar birleşir

Bölge	Aralık (m)	Kalınlık (m)	Testler	FS aralığı
Sıvılaşan 1	1,80 – 6,00	4,20	2,5; 4,0; 5,5 m	0,458 – 0,596
Sınırda	6,00 – 9,00	3,00	7,0; 8,5 m	1,056 – 1,102
Sıvılaşan 2	12,25 – 13,50	1,25	13,0 m	0,867
Toplam sıvılaşan		**5,45**		

Örnek: 4,0 m testi 3,25 – 4,75 m'yi temsil eder; 2,5 m testi 1,80 – 3,25 m'yi (YASS'de durur), 5,5 m testi 4,75 – 6,00 m'yi (tabaka sınırında durur) kapsar: toplam **4,20 m**. Sondajın sıvılaşan kalınlığı 5,45 m'dir.



Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

SORU

Verilenler

Taban durum	**BH-1: $a_{max} = 0{,}35g$, $M = 7{,}5$, YASS $1{,}80$ m, ER = %60**
Değişenler	**bir seferde yalnız biri: $a_{max} = 0{,}25g$ / $0{,}45g$; $M = 6{,}5$ / $8{,}0$; YASS $3{,}0$ m / $1{,}0$ m; ER %45 / %80**

İSTENEN

BH-1'in **en küçük FS** ve **sıvılaşan kalınlığı**; 4,0 m testinde MSF'nin elle kontrolü.

Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

Durum	Değişiklik	En küçük FS	z (m)	Sıvılaşan kalınlık (m)	Sınırda (m)
Taban	a_{max} 0,35g; M 7,5; YASS 1,8; ER 60	**0,458**	4,0	5,45	3,00
a_{max} azalır	0,25g	**0,641**	4,0	4,20	0,00
a_{max} artar	0,45g	**0,356**	4,0	8,45	3,25
Magnitüd azalır	M 6,5	**0,510**	4,0	4,20	0,00
Magnitüd artar	M 8,0	**0,436**	4,0	8,45	3,25
YASS derinleşir	3,0 m	**0,517**	4,0	4,00	3,00
YASS yükselir	1,0 m	**0,412**	2,5	5,75	3,00
Enerji düşer	ER %45 (C_E 0,75)	**0,388**	4,0	15,20	0,00
Enerji artar	ER %80 (C_E 1,33)	**0,560**	4,0	4,20	0,00

a_{max} en etkili girdidir: 0,25g'de sıvılaşan kalınlık 4,20 m, 0,45g'de 8,45 m. **Çekiç enerjisi** beklenmedik büyüktür: ER %45 ile N_{60} küçülür ve sıvılaşan kalınlık 15,20 m'ye çıkar. Ölçülen enerji oranını **bilmek** bu yüzden önemlidir.

Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

1 M = 6,5 ve M = 8,0 için magnitüd ölçekleme katsayısı ($(N_1)_{60cs}$ = 12,08)

$$MSF_{6,5} = 1 + (1{,}2372 - 1)(8{,}64\, e^{-6{,}5/4} - 1{,}325) = \mathbf{1{,}0892}$$

$$MSF_{8,0} = 1 + (1{,}2372 - 1)(8{,}64\, e^{-8{,}0/4} - 1{,}325) = \mathbf{0{,}9631}$$

2 Aynı testte (4,0 m) FS

M	r_d	CSR	MSF	CRR	FS
6,5	0,9502	0,3018	1,0892	0,1539	**0,510**
7,5	0,9718	0,3087	1,0000	0,1413	**0,458**
8,0	0,9828	0,3122	0,9631	0,1361	**0,436**

Küçük magnitüd daha az çevrim demektir: MSF büyür ve FS 0,458 → **0,510** olur; M = 8,0 için FS 0,436. Hem r_d hem MSF magnitüde bağlıdır; ikisi aynı yöne etkir.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

SORU

Verilenler

Sondajlar	**BH-1 (YASS 1,80 m), BH-2 (2,40 m), BH-3 (3,10 m); aynı parametreler**
Kesit	**BH-1 $x = 0$, BH-2 $x = 32$, BH-3 $x = 70$ m**

İSTENEN

Her sondajın **en küçük FS**'si, **sıvılaşan** ve **sınırda** kalınlıkları; proje özeti.

Çözüm

ÇÖZÜM

Sondaj	YASS (m)	Test	Elenen	En küçük FS	z (m)	Sıvılaşan bölgeler (m)	Kalınlık (m)	Sınırda (m)
BH-1	1,80	13	3	**0,458**	4,0	1,80–6,00; 12,25–13,50	5,45	3,00
BH-2	2,40	13	3	**0,697**	3,0	2,40–5,25	2,85	3,50
BH-3	3,10	13	6	**0,841**	6,0	5,00–8,25	3,25	1,75

Üç sondajın üçünde de sıvılaşma tetiklenir. En küçük FS = 0,458 (BH-1, 4,0 m); en kalın sıvılaşan zemin BH-1'de (5,45 m). 39 testin 27'si değerlendirildi, 12'si elendi (YASS üstü ya da kil benzeri).

Kesit çizgisi varsa renk bandı sondajlar arasında doğrusal enterpole edilir; gri alan değerlendirilmeyen zemindir.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Özet

Akılda kalacak noktalar

FS = CRR / CSR; CSR = 0,65 (σ_v/σ'_v) a_{max} r_d; CRR = $CRR_{7,5;1}$ · MSF · K_σ

N_{60} = N_{30} C_E C_B C_S C_R; **$(N_1)_{60cs}$** = C_N N_{60} + Δ(FC), C_N yinelemeyle bulunur

Örnek (BH-1, 4,0 m): σ'_v 54,47 kPa; N_{60} 8,50; C_N 1,378; $(N_1)_{60cs}$ 12,08; CSR 0,3087; CRR 0,1413 (MSF 1,000, K_σ 1,062) → **FS 0,458**

Eleme: YASS üstü, z_{max} altı ve kil benzeri (PI ≥ 7) testler hesaba girmez; **bölge**: testler komşu orta noktalarına kadar

Duyarlılık: a_{max} ve ölçülen çekiç enerjisi sonucu en çok değiştiren girdilerdir; sıvılaşmanın sonuçları ayrı hesaptır

Kaynaklar

Boulanger, R.W., Idriss, I.M. (2014). CPT and SPT based liquefaction triggering procedures. Report UCD/CGM-14/01, University of California, Davis.

Idriss, I.M., Boulanger, R.W. (2008). Soil liquefaction during earthquakes. EERI, MNO-12.

Boulanger, R.W., Idriss, I.M. (2006). Liquefaction susceptibility criteria for silts and clays. J. Geotech. Geoenviron. Eng., 132(11).

Youd, T.L. et al. (2001). Liquefaction resistance of soils: summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops. J. Geotech. Geoenviron. Eng., 127(10).

Seed, H.B., Idriss, I.M. (1971). Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. J. Soil Mech. Found. Div., 97(SM9).

NOT

Sayısal örneklerin tümü modülün kendi hesap motoruyla üretilmiştir; modül aynı değerleri verir. Modülün açılış projesi bu üç sondajdır (a_{max} = 0,35g, M = 7,5).

GeoTerva

Çevrim içi geoteknik hesaplar

Teoriden uygulamaya

Kendi sondajlarınızı, SPT sonuçlarını, YASS'yi ve deprem parametrelerini GeoTerva'da girin; modül her test için düzeltmeleri, CSR, CRR, FS'yi, bölgeleri, sıvılaşan kalınlığı ve renk bantlı kesiti, adım adım çözümü ve raporu birlikte verir.

Modülü açın →

Teori sayfası →

Telefonla açın
Örnek modüller kayıt gerektirmez.

Derslerinizde kullanmak isterseniz: info@geoterva.com