

**Proje**

Proje Adı: ÖRNEK SIVILAŞMA ANALİZİ

Zemin Profili: SK1

Yapı Sahibi: ÖRNEK SIVILAŞMA ANALİZİ

Yönetmelik TBDY EK16B

Sıvılaşma Potansiyelinin Belirlenmesi**TBDY Sıvılaşma Potansiyeli**

16.6.2 – Zemin sıvılaşması, yeraltı su seviyesinin altında yer alan ve yüzeyden 20 m derinliğe kadar olan kohezyonsuz ya da düşük kohezyonlu ($PI < \%12$) zeminlerin deprem sarsıntısı altında, boşluk suyu basıncındaki artışa paralel kayma mukavemeti ve rijitliğindeki önemli oranda azalış olarak tanımlanacaktır.

16.6.3 – Zemin sıvılaşmasının değerlendirilmesine yönelik olarak yapılacak zemin araştırma çalışmaları en az, standart penetrasyon deneyi, (SPT) ve/veya koni penetrasyon deneyinin (CPT)'nin yapımına ek olarak, ilgili zemin tabakalarındaki dane çapı dağılımı, su muhtevası ve Atterberg limit değerlerinin belirlenmesini içerecektir.

16.6.4 – Potansiyel olarak sıvılaşabilir zeminler, yeraltı su tablasının altında yer alan kum, çakıllı kum, siltli killi kum, plastik olmayan silt ve silt-kum karışımları olarak tanımlanacaktır.

16.6.5 – Temel altı zeminlerinin potansiyel olarak sıvılaşabilir zeminlerden oluştuğu ve bu zemin tabakalarında düzeltilmiş SPT vuruş sayısının, N1,60 , 30 darbe / 30 cm değerinden küçük olduğu durumlarda zemin sıvılaşması tetiklenme değerlendirmesi yapılacaktır.

16.6.6 – Deprem Tasarım Sınıfı'nın $DTS = 4$ olduğu ve aynı zamanda aşağıdakilerden en az birinin sağlandığı durumlarda sıvılaşma tetiklenme analizi yapılmayabilir:

(a) Kil içeriğinin %20'den fazla ve plastisite indisinin %10'dan yüksek olduğu kumlu zeminlerde;

(b) ince dane yüzdesinin % 35'den fazla ve düzeltilmiş SPT vuruş sayısının, N1,60 , 20 vuruş / 30 cm'den yüksek olduğu kumlu zeminlerde;

16.6.7 – Zemin sıvılaşması değerlendirmesinde sıvılaşma tetiklenmesi riski yanında, sıvılaşma sonrası zemin mukavemeti ve rijitlik kaybı ile temel zemininde oluşabilecek yerdeğiştirmelerin dikkate alınması gereklidir.

SPT Profili ve Zemin Özellikleri**İnce Özellikleri**

FC: İnce dane oranı

Ip: Plastisite indis

wL: Likit limit

wp: Plastik limit

IL: Sıvılık indis

SPT için Düzeltme Katsayıları

Em: Şahmerdan verimi

CB: Kuyu çarpanı

CS: Numune alma faktörü

CR: Tij uzunluğu katsayısı

CE: Enerji oranı düzeltme katsayısı

DepremsellikKısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı $S_{DS}=1,061$ Tasarım depreminin moment büyüklüğü $M_w=7,5$

Em=0,73

CB=1,05

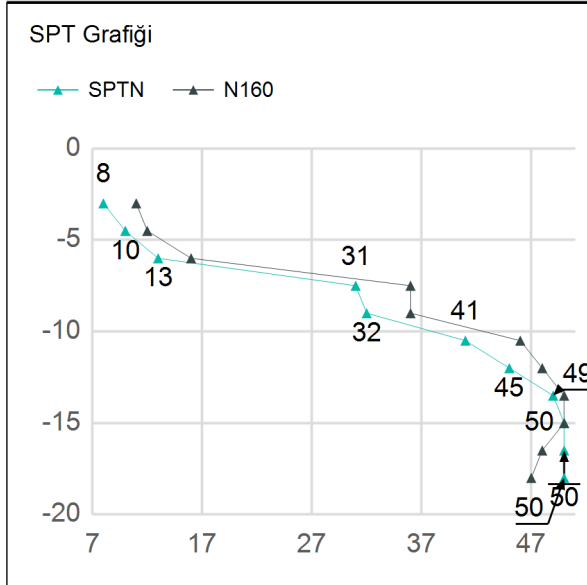
CS=1

CR=0,8

CE=1,22



| Z[m] | SPTN | N160 | Tabaka | FC [%] | Ip [%] | w L [%] | wp [%] | IL | Potansiyel |
|-------|------|------|--------|-----------|--------|---------|--------|-------|------------|
| -3 | 8 | 11 | clSa | 77,3 1 | 4,9 | 29,5 | 24,6 | -0,35 | Var |
| -4,5 | 10 | 12 | clSa | 77,3 1 | 4,9 | 29,5 | 24,6 | -0,35 | Var |
| -6 | 13 | 16 | clSa | 77,3 1 | 4,9 | 29,5 | 24,6 | -0,35 | Var |
| -7,5 | 31 | 36 | Sap | 96,0 5 | 0 | 0 | 0 | ∞ | Yok |
| -9 | 32 | 36 | Sap | 96,0 5 | 0 | 0 | 0 | ∞ | Yok |
| -10,5 | 41 | 46 | Sap | 96,0 5 | 0 | 0 | 0 | ∞ | Yok |
| -12 | 45 | 48 | Sap | 96,0 5 | 0 | 0 | 0 | ∞ | Yok |
| -13,5 | 49 | 50 | Sap | 96,0 5 | 0 | 0 | 0 | ∞ | Yok |
| -15 | 50 | 50 | Sap | 96,0 5 | 0 | 0 | 0 | ∞ | Yok |
| -16,5 | 50 | 48 | Sap | 96,0 5 | 0 | 0 | 0 | ∞ | Yok |
| -18 | 50 | 47 | Sap | 96,0 5 | 0 | 0 | 0 | ∞ | Yok |





Zemin Sıvılaşma Değerlendirmesi

$$N_{1,60} = C_N \times C_R \times C_S \times C_B \times C_E$$

z: Derinlik

σ'_v : Düşey efektif gerilme

SPTN: İlk 150mm penetrasyondan sonra 300mm penetrasyon için gerekli vuruş sayısıdır (ASTM D1586).

C_N : Örtü yükü düzeltme katsayısı

N_1 : Örtü yükü düzeltme katsayısı ile düzeltilmiş vuruş sayısı

N_{160} : Düzeltilmiş vuruş sayısı

SPT düzeltmeleri;

$$C_N = 9.78 \sqrt{\frac{1}{\sigma'_{v0}}} \leq 1.70$$

$$N_1 = C_N \times SPTN$$

$$C_E = E_m / 0.60$$

İnce dane içeriğine göre N_{160f} ,

$$N_{1,60f} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

$$\alpha = 0 \quad ; \quad \beta = 1$$

$$(IDI \leq \%5)$$

$$\alpha = \exp[1,76 - (190/IDI^2)] \quad ; \quad \beta = 0,99 + IDI^{1,5}/1000 \quad (\%5 < IDI \leq \%35)$$

$$\alpha = 0,5 \quad ; \quad \beta = 1,2$$

Sıvılaşma direnci,

$$\tau_R = CRR_{M7,5} C_M \sigma'_{v0}$$

Moment büyüklüğü 7,5 olan depreme karşı gelen çevrimsel dayanım oranı,

$$CRR_{M7,5} = \frac{1}{34 - N_{1,60f}} + \frac{N_{1,60f}}{135} + \frac{50}{[10N_{1,60f} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

Deprem büyüklüğü düzeltme katsayısı,

$$C_M = \frac{10^{2,24}}{M_w^{2,56}}$$

Zeminde oluşan kayma gerilmesi,

$$\tau_{deprem} = 0,65 \sigma'_{v0} (0,4 S_{DS}) r_d$$

Gerilme azaltma katsayıları,

$$r_d = 1,0 - 0,00765z \quad z \leq 9,15m$$

$$r_d = 1,174 - 0,0267z \quad 9,15m < z \leq 23m$$

$$r_d = 0,744 - 0,008z \quad 23m < z \leq 30m$$

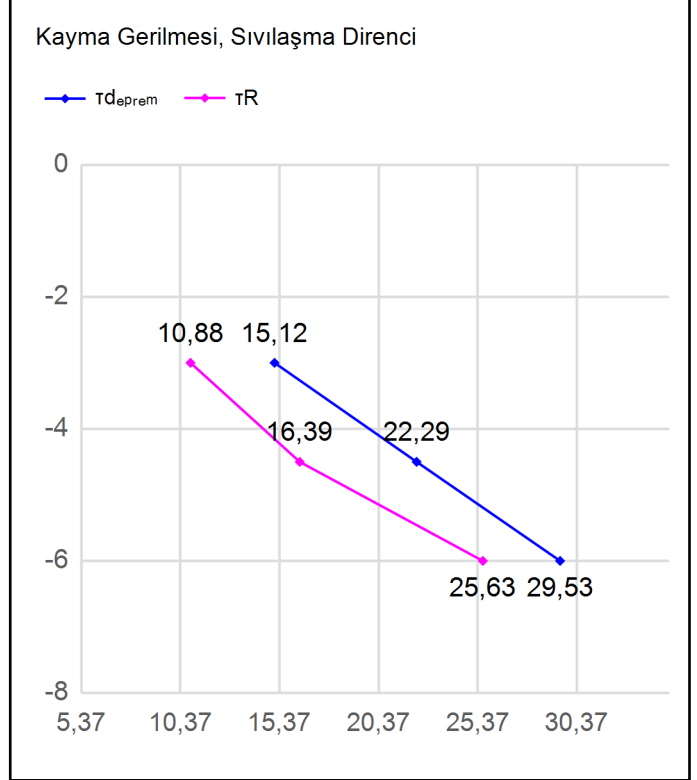
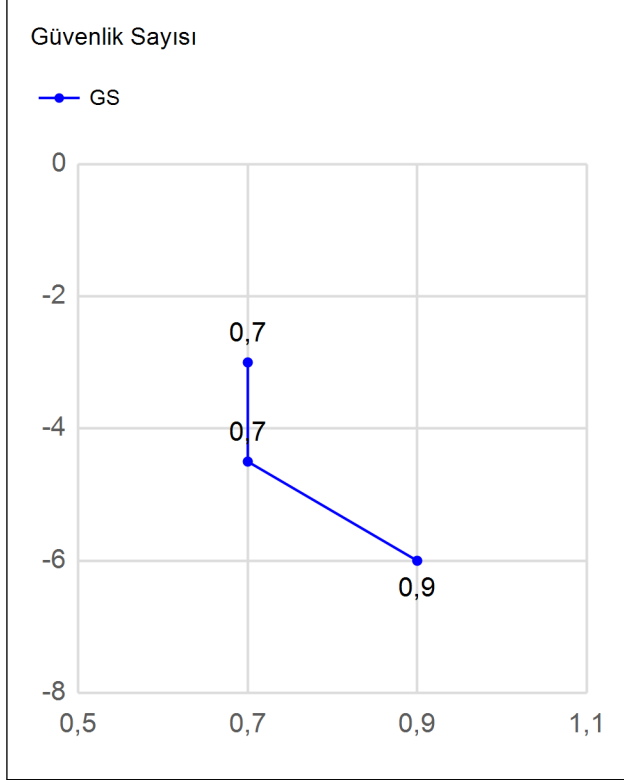
$$r_d = 0,50 \quad z > 30m$$

Sıvılaşmaya karşı güvenlik koşulu,

$$\frac{\tau_R}{\tau_{deprem}} \geq 1,10$$



| z [m] | Tabaka | N | σ'_{vo} [kN/m ²] | σ_{vo} [kN/m ²] | N _{1,60} | FC | α | β | N _{1,60f} | CRRM75 | CM | Tr [kN/m ²] | rd | TDep. [kN/m ²] | GS | Ko. |
|-------|--------|----|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------|----------|---------|--------------------|--------|----|-------------------------|------|----------------------------|-----|-----|
| -3 | c1Sa | 8 | 56,1 | 56,1 | 11 | 77,3 1 | 5 | 1,2 | 18,2 | 0,19 | 1 | 10,88 | 0,98 | 15,12 | 0,7 | X |
| -4,5 | c1Sa | 10 | 78,8 | 83,7 | 12 | 77,3 1 | 5 | 1,2 | 19,4 | 0,21 | 1 | 16,39 | 0,97 | 22,29 | 0,7 | X |
| -6 | c1Sa | 13 | 92,6 | 112,2 | 16 | 77,3 1 | 5 | 1,2 | 24,2 | 0,28 | 1 | 25,63 | 0,95 | 29,53 | 0,9 | X |





İyileştirilmiş Zemin Sıvılaşma Değerlendirmesi

$$\gamma_s = \gamma_c$$

$$\frac{\tau_s}{G_s} = \frac{\tau_c}{G_c}$$

γ_s : zemindeki kayma birim deformasyonu,

γ_c : kolondaki kayma birim deformasyonu,

τ_s : zemindeki kayma gerilmesi,

τ_c : kolondaki kayma gerilmesi

G_s : zemin kayma modülü,

G_c : kolon kayma modülü,

$$\tau_d A_t = \tau_s \times A_s$$

τ_d : depremin yarattığı kesme gerilmesi,

A: toplam alan,

A_s : zemin alanı,

A_c : kolonların toplam kesit alanı,

K_g : iyileşme sonrası azaltılmış olan deprem kayma gerilmelerinin orijinal zemindeki kayma gerilmelerine oranı,

γ_r : rijit kolondaki kayma birim deformasyonun zemindeki kayma birim deformasyonuna oranı

Bu değerler kullanılarak alan oranı a_r ve kayma modülü oranı G_r hesaplanır.

$$a_r = \frac{a_c}{A}$$

$$G_r = \frac{G_c}{G_s}$$

$$K_g = \frac{\tau_s}{\tau_d}$$

$$\gamma_r = 1.04 G_r^{-0.65} - 0.04 \leq 1$$

$$K_g = \frac{1}{G_r a_r + (1 - a_r)}$$

$$K_g = \frac{1}{\gamma_r G_r a_r + (1 - a_r)}$$



SETAF2018

A=59,98

Rijit kolon sayısı= 40

Rijit kolon çapı = 400

Rijit kolon tipi: DerinKaristirma

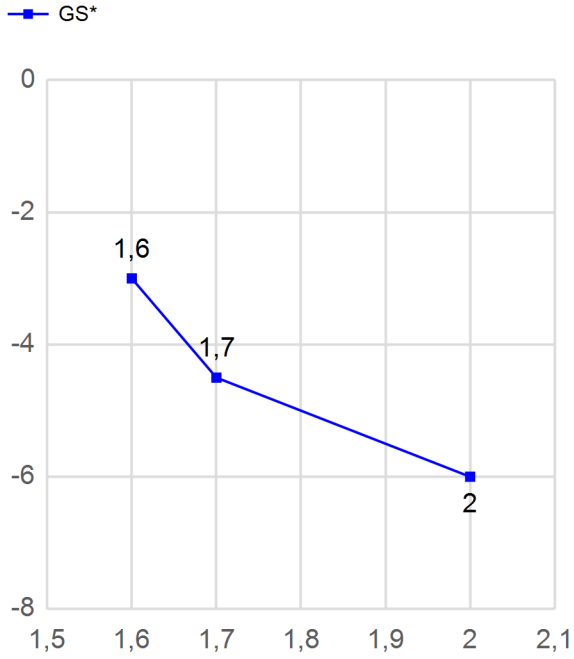
Ac= 5,03

As= 54,95

ar= 0,08

| z [m] | Tabaka | N | σ'_v [kN/m ²] | σ_v [kN/m ²] | N160 | Gc [kN/m ²] | Gs [kN/m ²] | Gr | yr | Kg | Tr [kN/m ²] | T*Dep. [kN/m ²] | GS* | Kon. |
|-------|--------|----|----------------------------------|---------------------------------|------|-------------------------|-------------------------|------|------|------|-------------------------|-----------------------------|-----|------|
| -3 | c1Sa | 8 | 56,1 | 56,1 | 11 | 240000 | 8333,3 | 28,8 | 0,56 | 0,44 | 10,88 | 6,686 | 1,6 | √ |
| -4,5 | c1Sa | 10 | 78,8 | 83,7 | 12 | 240000 | 8333,3 | 28,8 | 0,56 | 0,44 | 16,39 | 9,859 | 1,7 | √ |
| -6 | c1Sa | 13 | 92,6 | 112,2 | 16 | 240000 | 8333,3 | 28,8 | 0,56 | 0,44 | 25,63 | 13,058 | 2 | √ |

İyileştirilmiş Zeminde Güvenlik Sayısı



Kayma Gerilmesi, Sıvılaşma Direnci

