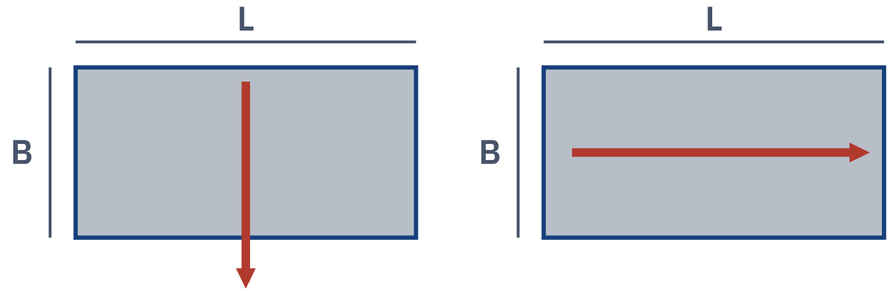
Geoteknik ders sunumu · Temeller

Vesic taşıma gücü denklemi

Ders anlatımı: Vesic'in benimsediği katsayılar ve kendi katkısı: temelin şeklini ve yükün doğrultusunu dikkate alan eğim üssü, taban eğimi ve zemin eğimi; her konuda çözümlü örnek.

Eğim üssü m
Eğik yük
Taban eğimi
Zemin eğimi
Meyerhof ile örtüşme
Çözümlü örnekler



yük B'ye paralel
$m = m_B = 1{,}667$

yük L'ye paralel
$m = m_L = 1{,}333$

Giriş

Bu derste neler öğreneceğiz?

- **Vesic denkleminin** hangi katsayıları benimsediğini, hangilerinin **kendisine ait** olduğunu ayırt etmeyi
- Eğim katsayılarındaki **m üssünü** temelin B/L oranı ve yükün doğrultusuna göre hesaplamayı
- **Eğim katsayılarını** gerçek yük h ve v ile bulmayı ve kayma sınırlarını denetlemeyi
- **Taban eğimi** ve **zemin eğimi** katsayılarını (Vesic biçimleri) uygulamayı; Hansen'inkilerle karşılaştırmayı
- Drenajsız ($\varphi = 0$) biçimi ve yeraltı suyu durumlarını ele almayı
- Eğim, taban ve zemin eğimi yokken denklemin **Meyerhof genel denklemine** indiğini görmeyi

DERS AKIŞI

Her konu **üç adımda** işlenir:

1 · **Kuram**: kural nedir, neden öyle?

2 · **Soru**: verilenler ve istenen

3 · **Çözüm**: adım adım, sayılarla

Örnek temel, modülün açıldığı model: kum içinde 1,2 m × 1,2 m kare temel, D_f = 1 m, YASS 0,5 m, c = 0, φ' = 32°.

Benimsediği ve kendi katsayıları

KURAM

Vesic denklemi Hansen denklemiyle **aynı yapıdadır**: her terimde şekil, derinlik, eğim, taban eğimi ve zemin eğimi düzeltmesi:

$$q_u = c\,N_c\,F_{cs}F_{cd}\,i_c b_c g_c + q\,N_q\,F_{qs}F_{qd}\,i_q b_q g_q + \tfrac{1}{2}\gamma B\,N_\gamma\,F_{\gamma s}F_{\gamma d}\,i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Vesic **her şeyi yeniden türetmedi**: **De Beer'in şekil** ve **Hansen'in derinlik** katsayılarını olduğu gibi aldı; N_γ de onun kapalı formudur: $N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\varphi$.

Kendi katkısı: eğim katsayıları (üssü temelin şekline ve yükün doğrultusuna bağlı) ve taban eğimi ile zemin eğimi katsayıları.

Eğim, taban eğimi ve zemin eğimi yokken (modülün varsayılanları) i = b = g = 1 olur ve denklem **Meyerhof genel denklemiyle birebir** aynıdır.

KATSAYILARIN KAYNAĞI

Katsayı	Kaynak
N_c, N_q	Prandtl, Reissner
N_γ	Vesic
F_s (şekil)	De Beer
F_d (derinlik)	Hansen
i (eğim)	**Vesic**
b (taban eğimi)	**Vesic**
g (zemin eğimi)	**Vesic**

Soru

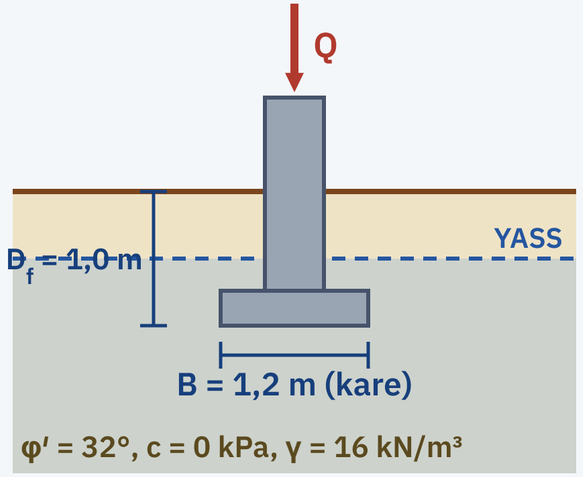
SORU

Verilenler

Temel	**kare, B = L = 1,2 m, taban derinliği D_f = 1,0 m**
Zemin	**kum:** $\varphi' = 32^\circ,\ c = 0$
Birim ağırlık	$\gamma = 16\ \mathrm{kN/m^3}$ **(üstte),** $\gamma_{sat} = 19{,}5\ \mathrm{kN/m^3}$ **(YASS altında)**
Yük	**düşey, merkezi**

İSTENEN

N_c, N_q, N_γ ile **F_{cs}, F_{qs}, $F_{\gamma s}$** ve **F_{qd}, F_{cd}** değerlerini bulunuz.



Çözüm

ÇÖZÜM

1 Taşıma gücü katsayıları (φ′ = 32°, tan 32° = 0,6249)

$$N_q = e^{\pi \tan 32^\circ} \tan^2(61^\circ) = 23{,}18 \qquad N_c = \frac{23{,}18 - 1}{0{,}6249} = 35{,}49$$

$$N_\gamma = 2(23{,}18 + 1)(0{,}6249) = \mathbf{30{,}21}$$

2 Şekil katsayıları (De Beer; B/L = 1)

$$F_{cs} = 1 + \frac{23{,}18}{35{,}49} = \mathbf{1{,}653} \qquad F_{qs} = 1 + \tan 32^\circ = \mathbf{1{,}625} \qquad F_{\gamma s} = 1 - 0{,}4 = \mathbf{0{,}600}$$

3 Derinlik katsayıları (Hansen; D_f/B = 1,0/1,2 = 0,833 ≤ 1)

$$F_{qd} = 1 + 2(0{,}6249)(0{,}2210)(0{,}833) = \mathbf{1{,}230} \qquad F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c \tan \varphi} = \mathbf{1{,}241}$$

Meyerhof sunumundaki katsayılarla **aynıdır**: Vesic bunları değiştirmedi.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Temelin şeklini ve yükün doğrultusunu bilen üs

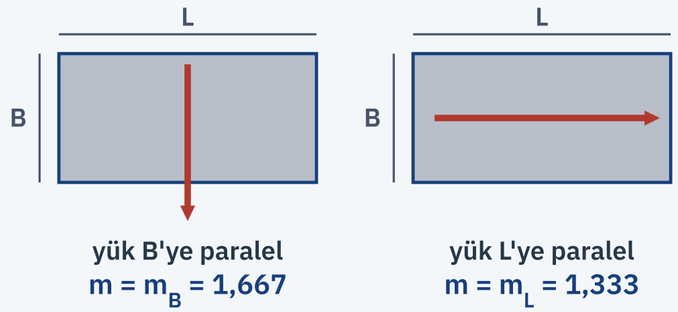
KURAM

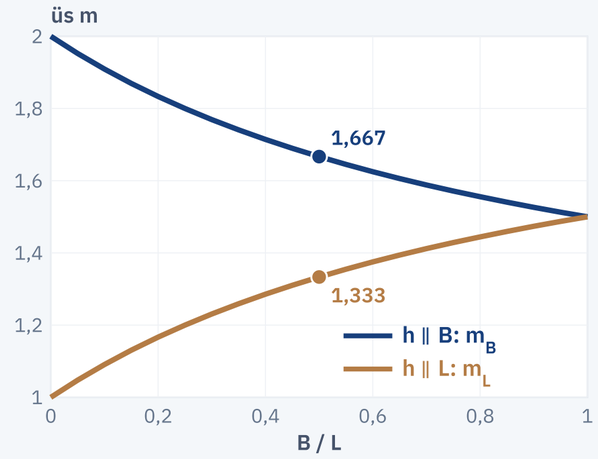
Meyerhof'un eğim katsayılarında üs sabittir (2), Hansen'inkilerde de (5). Vesic'inki, temelin **B/L oranına** ve yatay yükün **hangi kenara paralel** olduğuna bağlıdır:

$$m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L} \quad (h \parallel B) \qquad m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B} \quad (h \parallel L)$$

Şerit temel (B/L → 0): **m_B = 2**, **m_L = 1**. Kare temelde iki doğrultu aynıdır: m = 1,5.

Aynı dikdörtgen temel iki doğrultuda yüklendiğinde m farklıdır: **kısa kenara paralel yükte üs büyüktür**, katsayılar daha hızlı düşer. Bu bölümdeki diğer yöntemlerin hiçbiri bu ayrımı yapmaz.





Soru

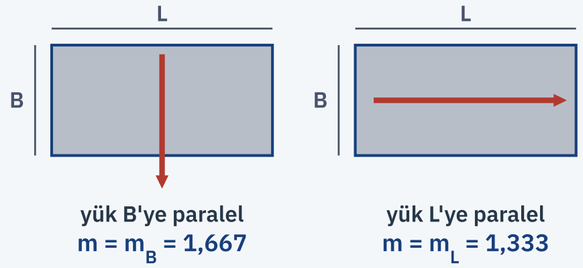
SORU

Verilenler

Temeller	**(a) kare 1,2 × 1,2 m · (b) şerit · (c) dikdörtgen 1,2 × 2,4 m (B/L = 0,5)**
Yük	**yatay bileşen B'ye paralel ve L'ye paralel**

İSTENEN

Her temel ve her doğrultu için **m** değerini bulunuz.



Çözüm

ÇÖZÜM

1 (a) Kare (B/L = 1) ve (b) şerit (B/L → 0)

$$(\text{a}):\ m = \frac{2+1}{1+1} = \mathbf{1{,}500}\ \ (\text{iki doğrultuda})$$

$$(\text{b}):\ m_B = \frac{2+0}{1+0} = \mathbf{2{,}000}, \quad m_L = \mathbf{1{,}000}$$

2 (c) Dikdörtgen 1,2 × 2,4 m (B/L = 0,5; L/B = 2)

$$m_B = \frac{2+0{,}5}{1+0{,}5} = \mathbf{1{,}667} \qquad m_L = \frac{2+2}{1+2} = \mathbf{1{,}333}$$

Aynı dikdörtgen temelde yük kısa kenara paralelse m = 1,667, uzun kenara paralelse 1,333. Yük kısa kenar yönündeyse eğim katsayısı $(1 - x)^m$ daha hızlı azalır: bu yön **daha elverişsizdir**.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Vesic: $(1 - h/(v + c \cot \varphi))^m$

KURAM

h = H/A ve v = V/A, Hansen'dekiyle aynı biçimde, **aynı yük durumunun** basınçlarıdır (v = q_{uyg}; h > 0 iken q_{uyg} gerekir):

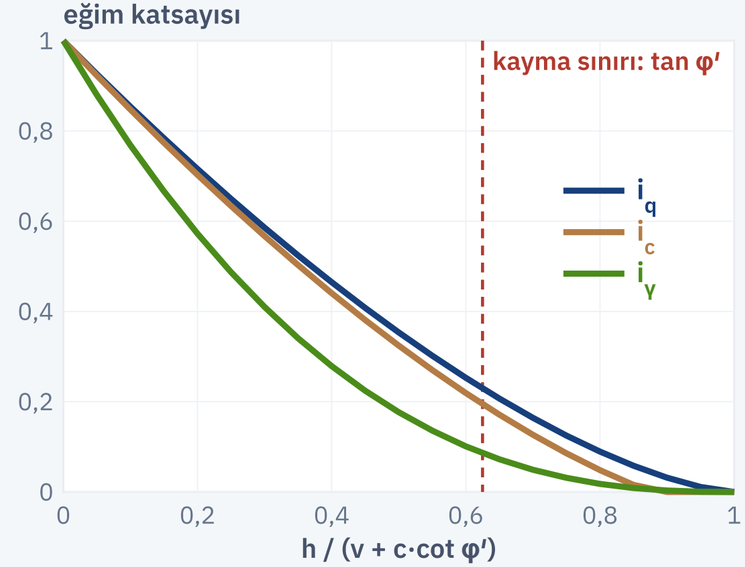
$$i_q = \left(1 - \frac{h}{v + c\cot\varphi}\right)^m \qquad i_\gamma = \left(1 - \frac{h}{v + c\cot\varphi}\right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1} \; (\geq 0)$$

$$\varphi = 0: \quad i_c = 1 - \frac{m\,h}{c\,N_c}, \qquad i_q = i_\gamma = 1$$

h > v tan φ + c: taban kayar; modül uyarır (kayma ayrıca kontrol edilir). **h ≥ v + c cot φ** (φ = 0'da **h ≥ c**): modül durur.

i_c eksiye geçmez, sıfırda tutulur. Grafikte kayma sınırı h/(v + c cot φ) = tan φ çizgisidir.



Soru

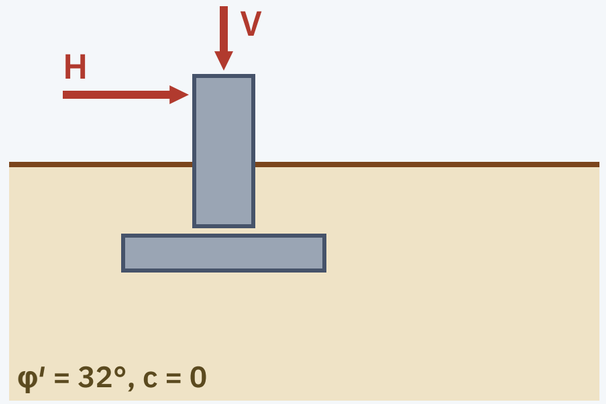
SORU

Verilenler

Temel, zemin	**kare 1,2 × 1,2 m,** $\varphi' = 32^\circ,\ c = 0$ **(modül modeli);** $N_q = 23{,}18$
Yük durumu	$v = q_{uyg} = 150\ \mathrm{kPa},\ h = 30\ \mathrm{kPa}$ **(ek: 60, 90, 120)**
Yük yönü	**kare temel: m = 1,5**

İSTENEN

i_q, i_c, i_γ katsayılarını bulunuz ve kayma sınırını denetleyiniz.



Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

1 Oran (c = 0: v + c cot φ = v = 150 kPa)

$$x = \frac{h}{v + c\cot\varphi} = \frac{30}{150} = \mathbf{0{,}200} \qquad m = 1{,}5$$

2 Katsayılar

$$i_q = (1 - 0{,}2)^{1{,}5} = \mathbf{0{,}716} \qquad i_\gamma = (1 - 0{,}2)^{2{,}5} = \mathbf{0{,}572}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1} = 0{,}716 - \frac{0{,}284}{22{,}18} = \mathbf{0{,}703}$$

3 Kayma sınırı

$$v\tan\varphi + c = 150(0{,}6249) = \mathbf{93{,}7}\ \text{kPa} \geq h = 30 \ \Rightarrow\ \text{kayma yok}$$

$$(h \geq v = 150 \text{ ise durur})$$

Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

h (kPa)	h/(v + c cot φ)	i_c	i_q	i_γ	kayma kontrolü
0	0,00	1,000	1,000	1,000	geçer
30	0,20	0,703	0,716	0,572	geçer
60	0,40	0,441	0,465	0,279	geçer
90	0,60	0,219	0,253	0,101	geçer
120	0,80	0,048	0,089	0,018	**uyarı: h > 93,7**

h = 30 kPa (v'nin %20'si) q terimini **%28**, öz ağırlık terimini **%43** düşürür. Üs m + 1 olduğu için **öz ağırlık terimi her zaman daha çok** etkilenir. c = 5 kPa olsaydı v + c cot φ = 158,0 kPa ve i_q = 0,729 olurdu.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

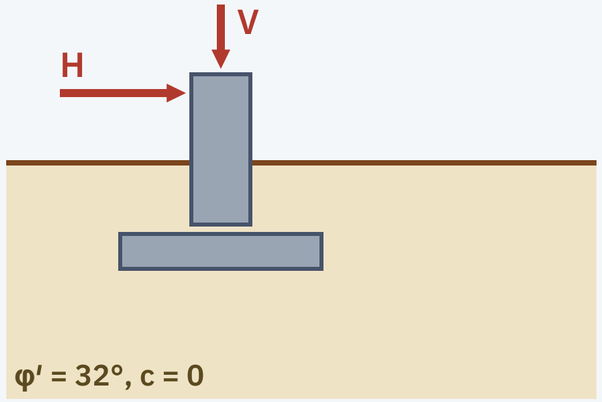
SORU

Verilenler

Temel, zemin	**kare 1,2 m,** $\varphi' = 32^\circ,\ c = 0$
Yük durumu	$v = 150\ \mathrm{kPa},\ h = 30\ \mathrm{kPa}$**: düşeyle** $\beta = \tan^{-1}(30/150) = 11{,}31^\circ$

İSTENEN

i_q ve i_γ değerlerini Meyerhof, Hansen ve Vesic yöntemleriyle bulup karşılaştırınız.



Çözüm

ÇÖZÜM

1 Meyerhof (β açısıyla), Hansen (x = h/v = 0,2) ve Vesic (m = 1,5)

$$\text{Meyerhof}: F_{qi} = \left(1 - \frac{11{,}31}{90}\right)^2 = \mathbf{0{,}764}, \quad F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{11{,}31}{32}\right)^2 = \mathbf{0{,}418}$$

$$\text{Hansen}: i_q = (1 - 0{,}5x)^5 = \mathbf{0{,}590}, \quad i_\gamma = (1 - 0{,}7x)^5 = \mathbf{0{,}470}$$

$$\text{Vesic}: i_q = (1 - 0{,}2)^{1{,}5} = \mathbf{0{,}716}, \quad i_\gamma = (1 - 0{,}2)^{2{,}5} = \mathbf{0{,}572}$$

	i_q	i_γ
Meyerhof	0,764	0,418
Hansen	0,590	0,470
Vesic	**0,716**	**0,572**

Her katsayı kendi N_γ ve şekil katsayılarıyla birlikte kullanılmalıdır. Vesic'in i_q değeri Meyerhof'unkine yakın, i_γ değeri üçünün en yükseğidir.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Vesic'in kendi katsayıları

KURAM

Vesic (1975) taban eğimi ve zemin eğimi için de kendi katsayılarını önerdi. φ > 0 için kohezyon katsayısı sürşarj katsayısından türetilir (η ve ω üstelde radyan):

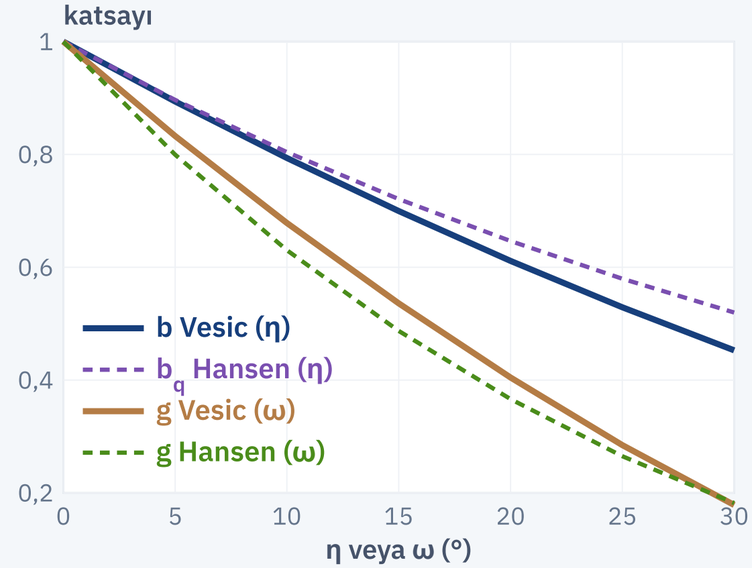
$$b_q = b_\gamma = (1 - \eta \tan\varphi)^2 \qquad g_q = g_\gamma = (1 - \tan\omega)^2$$

$$\varphi > 0: \quad b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_q - 1} \qquad g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_q - 1}$$

$$\varphi = 0: \quad b_c = 1 - \frac{2\eta}{\pi + 2} \quad g_c = 1 - \frac{2\omega}{\pi + 2} \quad b_q = b_\gamma = 1$$

Hansen'in b_q, b_γ katsayıları üstel ($e^{-2\eta \tan\varphi}$) ve $g_q = (1 - 0{,}5 \tan\omega)^5$'tir; küçük açılarda yakındır, ω büyüdükçe ayrışırlar (grafik).

ω > φ ise şev kendi başına dengede değildir: modül durur. η ve ω en çok 45° girilir ($(1 - \tan\omega)^2$ orada sıfıra iner).



Soru

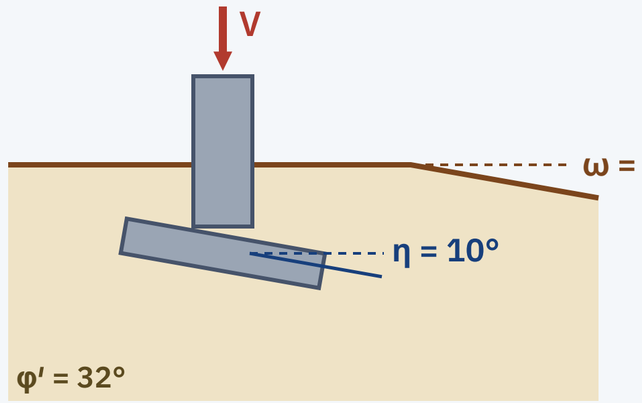
SORU

Verilenler

Zemin	$\varphi' = 32^\circ,\ \tan\varphi = 0{,}6249,\ N_q = 23{,}18$
Taban eğimi	**η = 10° (0,1745 rad)**
Zemin eğimi	**ω = 10°**
Karşılaştırma	**Hansen katsayıları**

İSTENEN

Vesic'in **b_c, b_q, b_γ** ve **g_c, g_q, g_γ** değerlerini bulunuz; Hansen'inkilerle karşılaştırınız; φ = 0 biçimlerini yazınız.



Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

1 Taban eğimi η = 10° (Vesic)

$$b_q = b_\gamma = (1 - 0{,}1745 \cdot 0{,}6249)^2 = \mathbf{0{,}7938} \qquad b_c = 0{,}7938 - \frac{1 - 0{,}7938}{23{,}18 - 1} = \mathbf{0{,}7845}$$

2 Zemin eğimi ω = 10° (tan 10° = 0,1763)

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0{,}1763)^2 = \mathbf{0{,}6784} \qquad g_c = 0{,}6784 - \frac{1 - 0{,}6784}{23{,}18 - 1} = \mathbf{0{,}6639}$$

3 φ = 0 biçimleri (10° için)

$$b_c = 1 - \frac{2(0{,}1745)}{\pi + 2} = \mathbf{0{,}932} \qquad g_c = 1 - \frac{2(0{,}1745)}{\pi + 2} = \mathbf{0{,}932} \qquad b_q = b_\gamma = 1$$

Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

	b_c	b_q	b_γ	g_c	$g_q = g_\gamma$
Vesic	0,784	0,794	0,794	0,664	0,678
Hansen	0,932	0,804	0,745	0,932	0,630

b_q ve g_q iki yöntemde **yakın** (0,794 ve 0,804; 0,678 ve 0,630) ama **kohezyon katsayıları çok farklıdır**: Vesic'in b_c, g_c değerleri sürşarj katsayısından türer (0,784 ve 0,664), Hansen'inkiler 1 – açı/147° (0,932). c = 0 olan kumda bu fark sonucu etkilemez.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Denklemi birleştirmek ve kontrol

KURAM

Altı düzeltme göz korkutsa da **sıradan durumda hepsi 1'dir**: modülün varsayılanlarında (h = 0, η = 0, ω = 0) i = b = g = 1 olur ve denklem Meyerhof genel denkleminin aynısıdır. q_u göçme anındaki düşey basınçtır; modül brüt ve net basıncı ayrı tutar:

$$q_{u,net} = q_u - q \qquad q_{all,g} = \frac{q_u}{FS} \qquad q_{all,n} = \frac{q_{u,net}}{FS}$$

Uygulanan basınç q_{uyg} aynı yük durumunun tabandaki **düşey brüt basıncıdır** (V/A). Temel şu koşullarda geçer:

$$q_{uyg} \le q_{all,g} \qquad FS_{\text{gerçek}} = \frac{q_u}{q_{uyg}} \qquad q_{uyg} - q \le q_{all,n}$$

Emniyetli düşey yük $Q_{all} = q_{all,g} \cdot A$. h > 0 iken q_{uyg} girilmelidir.

KATSAYI NE ZAMAN 1?

Katsayı	1 olduğu durum
F_s	şerit temel (B/L = 0)
F_d	D_f = 0 (taban yüzeyde)
i	h = 0 (düşey yük)
b	η = 0 (düz taban)
g	ω = 0 (düz zemin)

Katsayılar değişmez; q ve γ değişir

KURAM

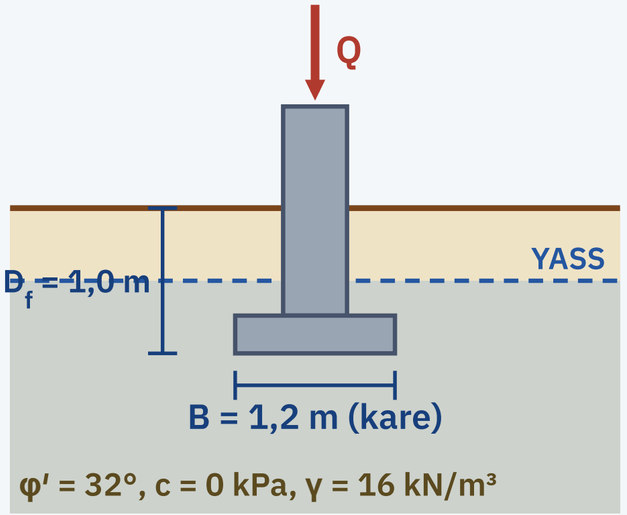
Yeraltı suyu bu bölümdeki diğer modüllerle **aynı iki durumla** ele alınır. YASS altında etkin birim ağırlık γ′ = γ_{sat} − γ_w (γ_w = 9,81). D_w yeraltı suyunun yüzeyden derinliği:

$$\text{I } (D_w \le D_f):\ q = \gamma D_w + \gamma'(D_f - D_w),\ \ \gamma \to \gamma' \text{ (üçüncü terim)}$$

$$\text{III } (D_f < D_w \le D_f + B):\ q = \gamma D_f,\ \ \bar{\gamma} = \frac{1}{B}\left[\gamma D + \gamma'(B - D)\right],\ D = D_w - D_f$$

$D_w = D_f$ durumunda q = γ D_f ve üçüncü terimde γ′ kullanılır.

Tabanın bir B altından daha derinde su **etkisizdir**. Su yalnızca **q ve γ** aracılığıyla girer; F, i, b, g aynı kalır.



Soru

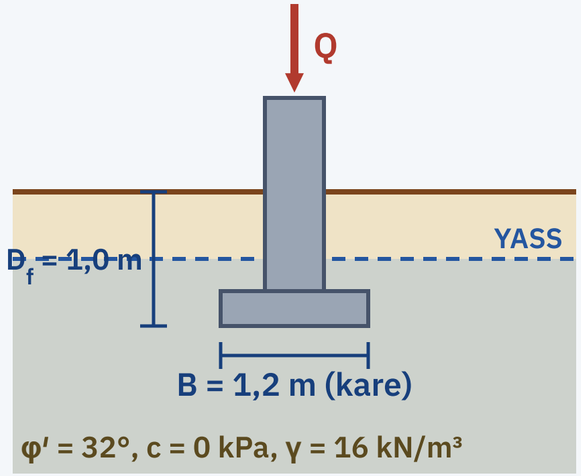
SORU

Verilenler

Temel	**kare, B = L = 1,2 m, taban derinliği D_f = 1,0 m**
Zemin	**kum:** $\varphi' = 32^\circ,\ c = 0$
Birim ağırlık	$\gamma = 16\ \mathrm{kN/m^3}$ **(üstte),** $\gamma_{sat} = 19{,}5\ \mathrm{kN/m^3}$ **(YASS altında)**
Yeraltı suyu	**D_W = 0,5 m (durum I)**
Yük	**düşey, merkezi**
Güvenlik	**FS = 3**

İSTENEN

q_u, brüt ve net **q_{all}** ile emniyetli yük **Q_{all}**; sonra c = 5 kPa için q_u.



Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

1 Katsayılar (Örnek 1: φ′ = 32°; B/L = 1; D_f/B = 0,833; h = η = ω = 0)

$$N_q = 23{,}18,\ N_\gamma = 30{,}21 \qquad F_{qs} = 1{,}625,\ F_{\gamma s} = 0{,}6,\ F_{qd} = 1{,}230 \qquad i = b = g = 1$$

2 Durum I: q = 16(0,5) + (19,5 – 9,81)(0,5); γ′ = 9,69 kN/m³ (üçüncü terimde)

$$q = \mathbf{12{,}845}\ \mathrm{kPa} \qquad \gamma' = \mathbf{9{,}69}\ \mathrm{kN/m^3}$$

Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

3 Taşıma gücü (c = 0: kohezyon terimi yok)

$$q_u = (12{,}845)(23{,}18)(1{,}625)(1{,}230) + \tfrac{1}{2}(9{,}69)(1{,}2)(30{,}21)(0{,}6)$$
$$= 595{,}1 + 105{,}4 = \mathbf{700{,}46}\ \text{kPa}$$

4 Emniyetli basınç ve yük (A = 1,2² = 1,44 m²)

$$q_{all,g} = \frac{700{,}46}{3} = \mathbf{233{,}49}\ \text{kPa} \qquad q_{all,n} = \frac{700{,}46 - 12{,}845}{3} = 229{,}20\ \text{kPa}$$

$$Q_{all} = 233{,}49(1{,}44) = \mathbf{336{,}2}\ \text{kN}$$

Meyerhof genel denklemiyle aynı girdilerle (β = 0) bulunan q_u = **700,46 kPa**: iki denklem **birebir aynı**. c = 5 kPa olsaydı kohezyon terimi 363,9 kPa eklenir ve q_u = 1 064,3 kPa olurdu.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

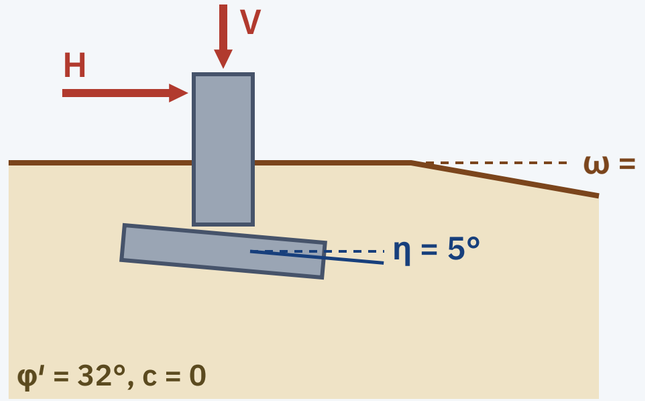
SORU

Verilenler

Temel	**kare, B = L = 1,2 m, taban derinliği D_f = 1,0 m**
Zemin	**kum:** $\varphi' = 32^\circ,\ c = 0$
Birim ağırlık	$\gamma = 16\ \mathrm{kN/m^3}$ **(üstte),** $\gamma_{sat} = 19{,}5\ \mathrm{kN/m^3}$ **(YASS altında)**
Yeraltı suyu	**D_w = 0,5 m**
Yük durumu	$v = q_{uyg} = 90\ \mathrm{kPa},\ h = 18\ \mathrm{kPa}$ **(h ∥ B)**
Taban, zemin	**η = 5°, ω = 10°**
Güvenlik	**FS = 3**

İSTENEN

q_u ve **q_{all}** değerlerini bulunuz; temelin q_{uyg} = 90 kPa için geçip geçmediğini ve kaymayı kontrol ediniz.



Çözüm (1/3)

ÇÖZÜM

1 Eğim katsayıları (x = h/v = 18/90 = 0,2; m = 1,5)

$$i_q = (1 - 0{,}2)^{1{,}5} = \mathbf{0{,}716} \qquad i_\gamma = (1 - 0{,}2)^{2{,}5} = \mathbf{0{,}572} \qquad i_c = 0{,}703$$

2 Taban ve zemin eğimi katsayıları (η = 5° = 0,0873 rad; ω = 10°)

$$b_q = b_\gamma = (1 - 0{,}0873 \cdot 0{,}6249)^2 = \mathbf{0{,}894} \qquad b_c = 0{,}889$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - \tan 10^\circ)^2 = \mathbf{0{,}678} \qquad g_c = 0{,}664$$

Çözüm (2/3)

ÇÖZÜM

3 Üç terim (c = 0; F katsayıları Örnek 6'daki gibi)

$$q\text{ terimi} = (12{,}845)(23{,}18)(1{,}625)(1{,}230)(0{,}716)(0{,}894)(0{,}678) = 258{,}2$$

$$\gamma\text{ terimi} = \tfrac{1}{2}(9{,}69)(1{,}2)(30{,}21)(0{,}6)(0{,}572)(0{,}894)(0{,}678) = 36{,}6$$

4 Taşıma gücü ve emniyetli basınç

$$q_u = 258{,}2 + 36{,}6 = \mathbf{294{,}8}\ \text{kPa} \qquad q_{all,g} = \frac{294{,}8}{3} = \mathbf{98{,}3}\ \text{kPa}$$

Çözüm (3/3)

ÇÖZÜM

5 Kontrol (q_{uyg} = 90 kPa)

$$q_{uyg} = 90 \le q_{all,g} = 98{,}3 \;\Rightarrow\; \textbf{geçer}$$

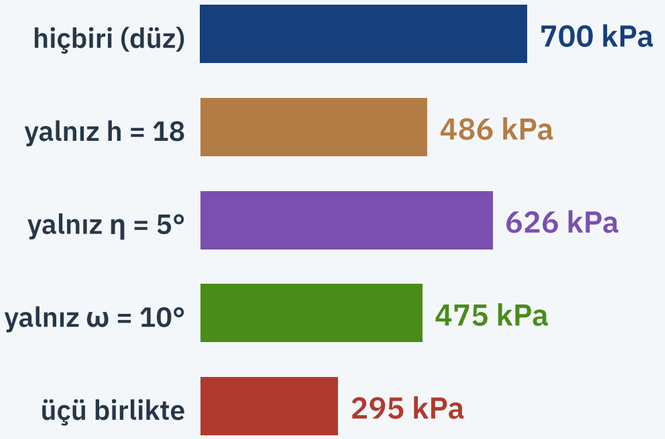
$$FS_{\text{gerçek}} = \frac{294{,}8}{90} = \mathbf{3{,}28} \ge 3$$

$$q_{uyg} - q = 77{,}2 \le q_{all,n} = 94{,}0 \;\Rightarrow\; \textbf{geçer}$$

6 Kayma sınırı

$$h = 18 \le v\tan\varphi = 56{,}2\ \text{kPa} \;\Rightarrow\; \text{kayma yok}$$

Düz modelde 700 kPa olan q_u bu yük durumunda **295 kPa**'a (%58) iner. Tek tek: zemin eğimi −%32, yatay yük −%31, taban eğimi −%11. Temel her üç koşulda geçer (FS = 3,28).



Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

φ = 0: kohezyon katsayılarının kendi biçimleri

KURAM

φ = 0'da $N_c = 5{,}14$, $N_q = 1$, $N_\gamma = 0$ olur; öz ağırlık terimi kalkar, sürşarj terimi yalnızca $q\,g_q$ olur. Bu modülde kohezyon terimi **çarpımsal** kalır (Hansen'in toplamsal biçiminden farklı olarak):

$$q_u = c\,N_c\,F_{cs}F_{cd}\,i_c\,b_c\,g_c + q\,g_q$$

Kohezyon katsayılarının φ = 0 biçimleri tabloda: eğim için **$i_c = 1 - m\,h/(c\,N_c)$**, taban ve zemin eğimi için **1 − 2·açı/(π + 2)** (açı radyan).

h ≥ c olursa taban kayar ve modül durur. φ = 0'da $F_{cs} = 1 + (B/L)/5{,}14$ ($N_q/N_c = 1/5{,}14$) ve $F_{cd} = 1 + 0{,}4\,k$.

φ = 0 BİÇİMLERİ

Katsayı	Değer
N_c	5,14
F_{cs}	$1 + (B/L)/5{,}14$
F_{cd}	$1 + 0{,}4\,k$
i_c	$1 - m\,h/(c\,N_c)$
b_c	$1 - 2\eta/(\pi + 2)$
g_c	$1 - 2\omega/(\pi + 2)$
g_q	$(1 - \tan\omega)^2$

Soru

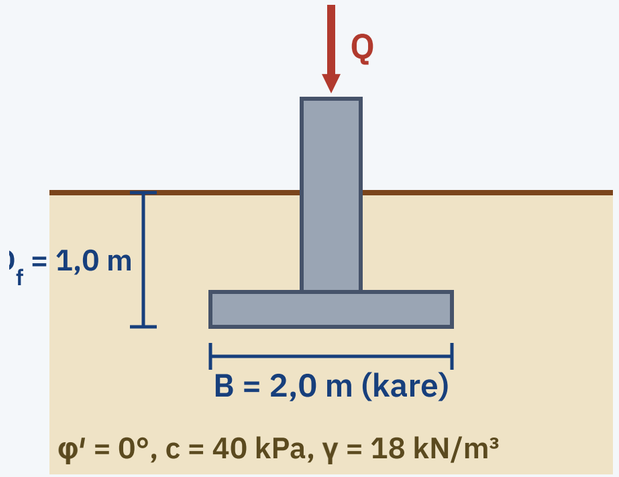
SORU

Verilenler

Temel	**kare B = L = 2 m, D_f = 1 m**
Zemin	**kil:** $\varphi = 0,\ c_u = 40\ \mathrm{kPa},\ \gamma = 18\ \mathrm{kN/m^3}$**; yeraltı suyu yok**
Durumlar	**(a) düşey yük · (b)** $v = 100,\ h = 10\ \mathrm{kPa}$ **·** **(c)** $h = 10$ **ve** $\eta = \omega = 10^\circ$

İSTENEN

Her durum için $\mathbf{q_u}$ değerini bulunuz.



Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

1 (a) Düşey yük: $F_{cs} = 1 + 1/5{,}14$; $F_{cd} = 1 + 0{,}4(0{,}5)$; $q = 18$ kPa

$$q_u = 40(5{,}14)(1{,}195)(1{,}200) + 18 = 294{,}72 + 18 = \mathbf{312{,}72}\ \text{kPa}$$

2 (b) $h = 10$ kPa, $c = 40$ ($m = 1{,}5$)

$$i_c = 1 - \frac{1{,}5(10)}{40(5{,}14)} = \mathbf{0{,}927} \;\Rightarrow\; q_u = 273{,}22 + 18 = \mathbf{291{,}22}\ \text{kPa}$$

Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

3 (c) h = 10, η = ω = 10°: $b_c = g_c = 1 - 2(0{,}1745)/(\pi + 2) = 0{,}932$; $g_q = (1 - \tan 10°)^2$

$$q_u = 40(5{,}14)(1{,}195)(1{,}200)(0{,}927)(0{,}932)(0{,}932) + 18(0{,}678) = 237{,}4 + 12{,}2 = \mathbf{249{,}6}\ \text{kPa}$$

Durum	$c\,N_c F_{cs} F_{cd} \cdot (i\,b\,g)$	$q\,g_q$	q_u (kPa)
(a) düşey	294,7	18,0	**312,7**
(b) h = 10	273,2	18,0	**291,2**
(c) h, η, ω	237,4	12,2	**249,6**

Yalnız h = 10 kPa taşıma gücünü %7, h ile birlikte taban ve zemin eğimi %20 düşürür. Hansen'in toplamsal biçimi aynı düşey durumda 305,84 kPa verir (Hansen sunumu): iki yöntem %2 içinde.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Soru

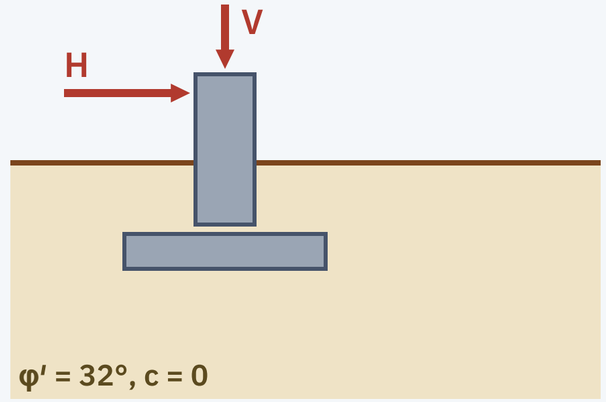
SORU

Verilenler

Temel	**kare, B = L = 1,2 m, taban derinliği D_f = 1,0 m**
Zemin	**kum:** $\varphi' = 32^\circ,\ c = 0$
Birim ağırlık	$\gamma = 16\ \mathrm{kN/m^3}$ **(üstte),** $\gamma_{sat} = 19{,}5\ \mathrm{kN/m^3}$ **(YASS altında)**
Yeraltı suyu	**D_w = 0,5 m**
Yük durumu	$v = 150\ \mathrm{kPa},\ h = 30\ \mathrm{kPa}$**; Meyerhof için** $\beta = 11{,}31^\circ$

İSTENEN

Düşey yükte ve bu eğik yükte iki denklemin **q_u** değerlerini terim terim karşılaştırınız.



Çözüm (1/2)

ÇÖZÜM

Düşey yük	Vesic	Meyerhof
q terimi	595,1	595,1
γ terimi	105,4	105,4
q_u (kPa)	**700,46**	**700,46**

Eğim, taban ve zemin eğimi yokken Vesic denklemi Meyerhof genel denklemiyle **birebir aynıdır** (700,46 kPa): Vesic'in ayrışması yalnızca eğimli durumlarda başlar. Bu, modülün kendi doğrulama yoludur.

Çözüm (2/2)

ÇÖZÜM

Eğik yük	Vesic (m = 1,5)	Meyerhof (β = 11,31°)
i_q / F_{qi}	0,716	0,764
i_γ / $F_{\gamma i}$	0,572	0,418
q terimi	425,8	454,9
γ terimi	60,3	44,1
q_u (kPa)	**486,1**	**499,0**



Eğik yükte fark küçük: **%2,6** (Vesic daha düşük). Meyerhof'un $F_{\gamma i}$'si daha çok kırar, F_{qi}'si daha az; q terimi baskın olduğundan sonuçlar yakındır.

Çözümü GeoTerva'da kontrol edin ↗

Özet

Akılda kalacak noktalar

Vesic denklemi Hansen denklemiyle aynı yapıdadır; **De Beer şekil** ve **Hansen derinlik** katsayılarını, $N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\varphi$'yi olduğu gibi alır

Kendi katkısı: eğim üssü m, taban eğimi b ve zemin eğimi g katsayıları

Eğim: $i_q = (1 - h/(v + c\cot\varphi))^m$, $i_\gamma = (\ldots)^{m+1}$; $m = (2 + B/L)/(1 + B/L)$ $(h \parallel B)$ ya da $(2 + L/B)/(1 + L/B)$ $(h \parallel L)$; şeritte $m_B = 2$, $m_L = 1$

Taban eğimi $b_q = b_\gamma = (1 - \eta\tan\varphi)^2$; **zemin eğimi** $g_q = g_\gamma = (1 - \tan\omega)^2$; $\varphi > 0$'da b_c, g_c sürşarj katsayısından, $\varphi = 0$'da $1 - 2\cdot$açı$/(\pi + 2)$

Sınırlar: $h > v\tan\varphi + c$ kayma uyarısı; $h \geq v + c\cot\varphi$ ($\varphi = 0$'da $h \geq c$) durma; $\omega > \varphi$ durma

$i = b = g = 1$ iken denklem **Meyerhof genel denklemidir**; **yeraltı suyu** yalnızca q ve γ'yı değiştirir

Kontrol: $q_{uyg} \leq q_{all,g}$, $FS_{gerçek}$ ve net; her yöntemin katsayıları kendi N_γ'sıyla birlikte kullanılır

Kaynaklar

Vesic’in eksiksiz taşıma gücü denklemi — B/L oranına bağlı yük eğimi üssü ve kendi taban eğimi katsayıları — Vesic, A.S., "Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations," Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 1973 çalışmasına dayanmakta olup standart geoteknik kaynaklarda tutarlı biçimde aktarılmaktadır (yakından ilişkili Hansen denklemiyle birlikte — bu bölümdeki Hansen modülüne bakınız). Bu bölümün tamamında kullanılan kapalı Nγ ifadesi, Das, B.M., Principles of Geotechnical Engineering, 9th ed., Cengage Learning, 2018 (Bölüm 16) eserinde verildiği şekliyle Vesic’e aittir; derinlik katsayıları ise Das, B.M., Principles of Foundation Engineering, 8th ed., Cengage Learning, 2016 (Tablo 4.3) eserinde aktarıldığı şekliyle Hansen’e aittir. Bu sayfanın metninde “kaynak” bu iki kitaptan birincisini, “ikinci kaynak” ise ikincisini ifade etmektedir.

NOT

Sayısal örneklerin tümü modülün kendi hesap kitaplığıyla üretilmiştir, modül aynı değerleri verir.

GeoTerva

Çevrim içi geoteknik hesaplar

Teoriden uygulamaya

Bu sunumdaki örnek temeli GeoTerva'da adım adım hesaplayın: modül bu modelle açılır.

Modülü açın →

Teori sayfası →

Telefonla açın
Örnek modüller kayıt gerektirmez.