

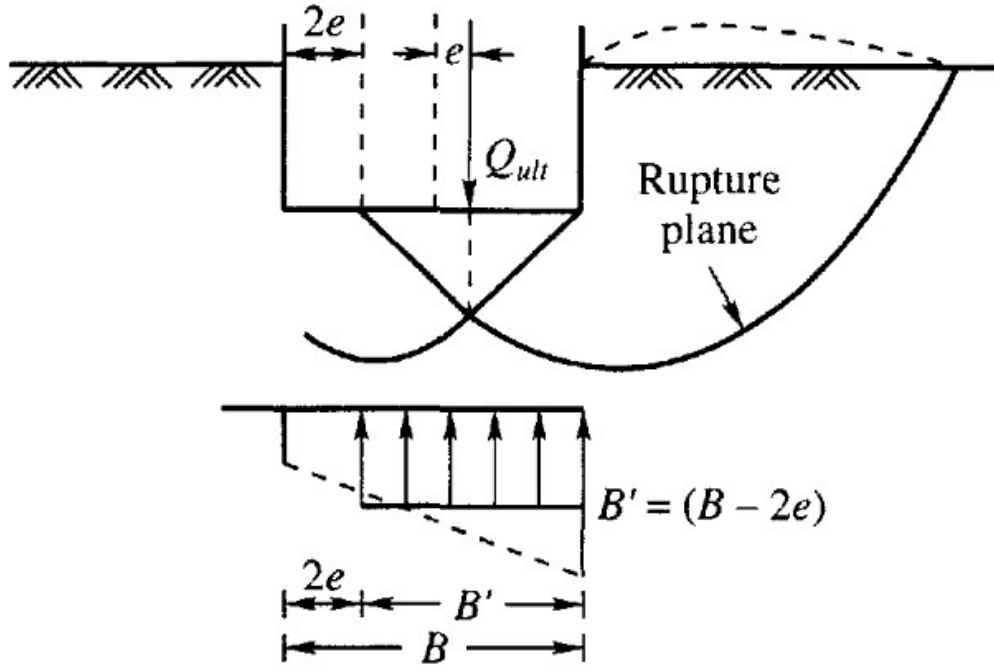


EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ

DOÇ. DR. ERDAL UNCUOĞLU
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
2020



Eksanrik Yüklü Temellerin Taşıma Gücü



Meyerhof (1953, 1963); yapmış olduğu araştırmalar sonucunda efektif temel boyutlarını aşağıdaki gibi tanımlamıştır;

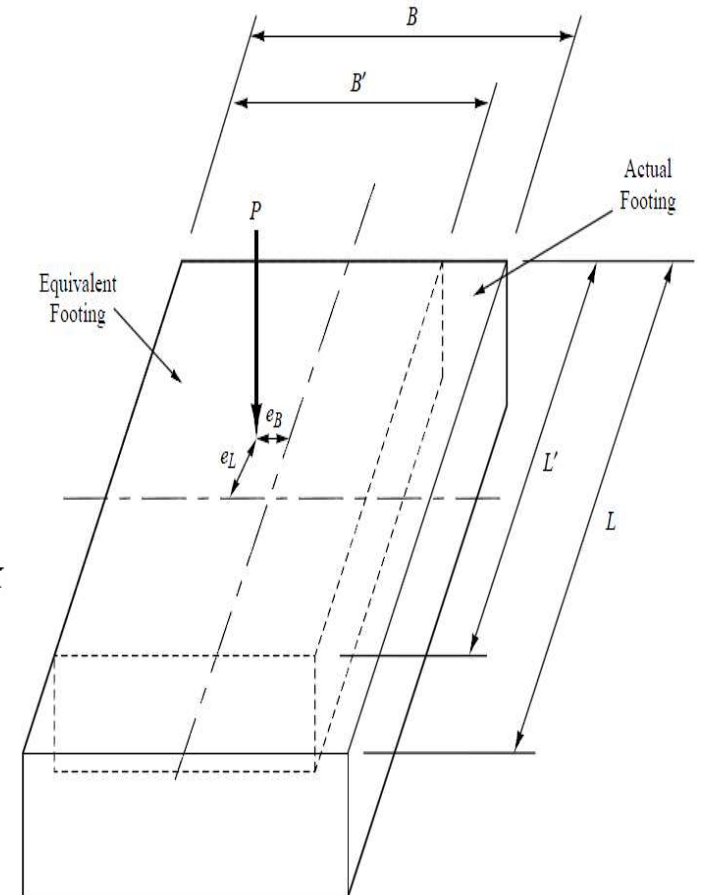
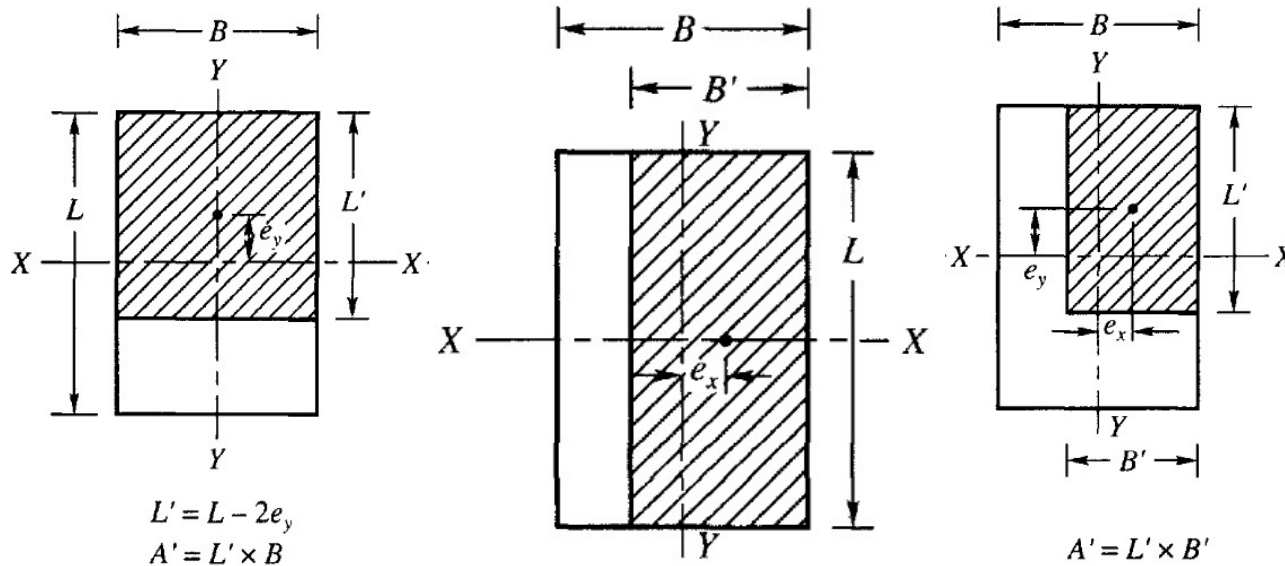
$$L' = L - 2e_y$$

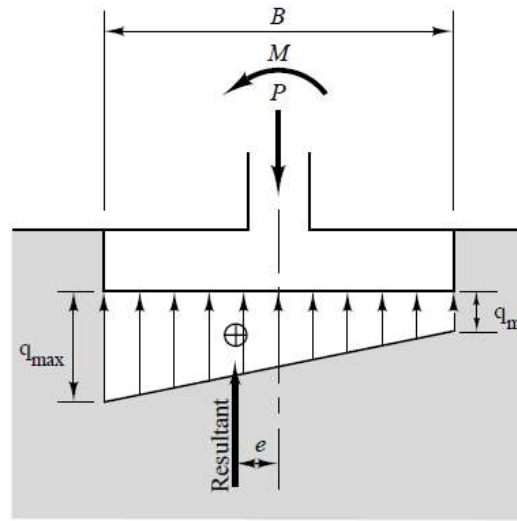
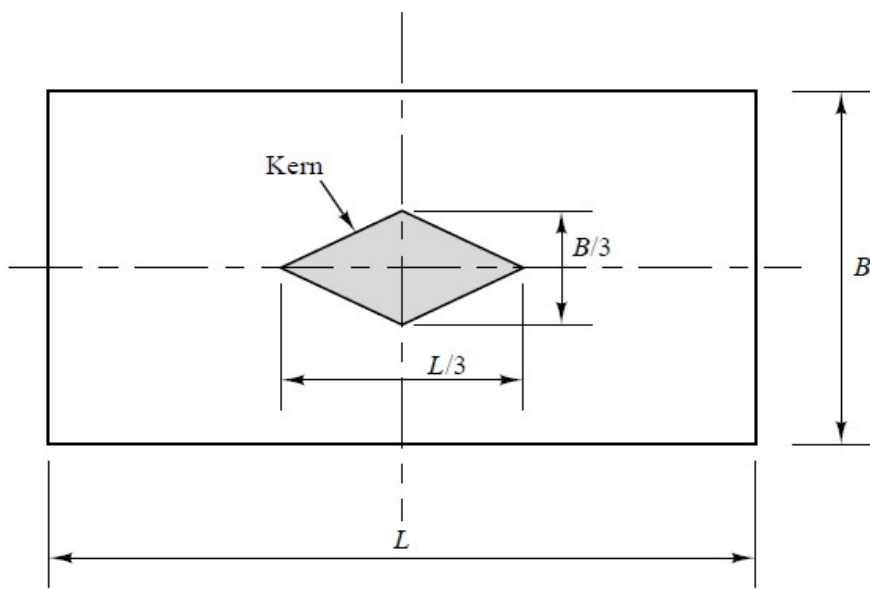
$$B' = B - 2e_x$$

Buna göre efektif temel alanı, A' olmak üzere $A' = B' \times L'$ dür.

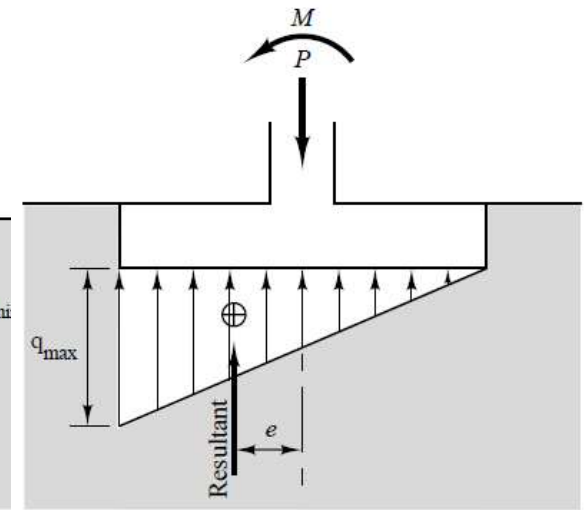
$$Q_{ultimate} = Q_{nihai} = Q_{sınır} = q_u \times A' = q_u \times B' \times L'$$

q_u : Temelin merkezinde etkiyen düşey yük etkisindeki sınır taşıma gücüdür.

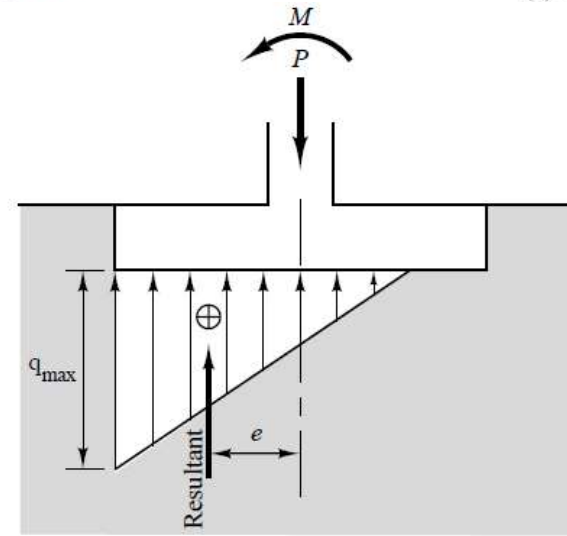




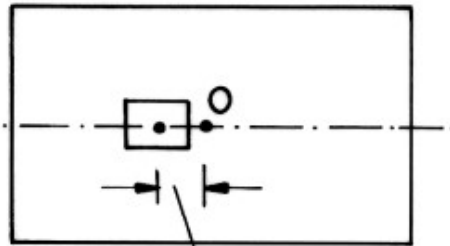
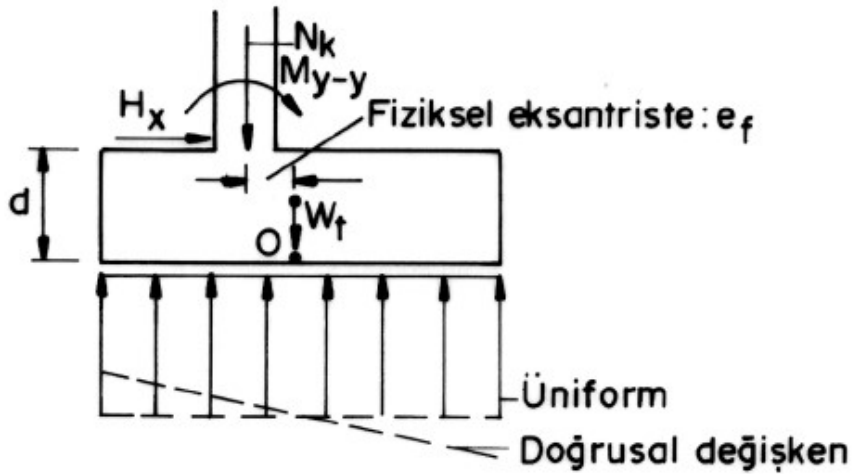
(a) $e < B/6$



(b) $e = B/6$



(c) $e > B/6$



Fiziksel eksantriste: e_f

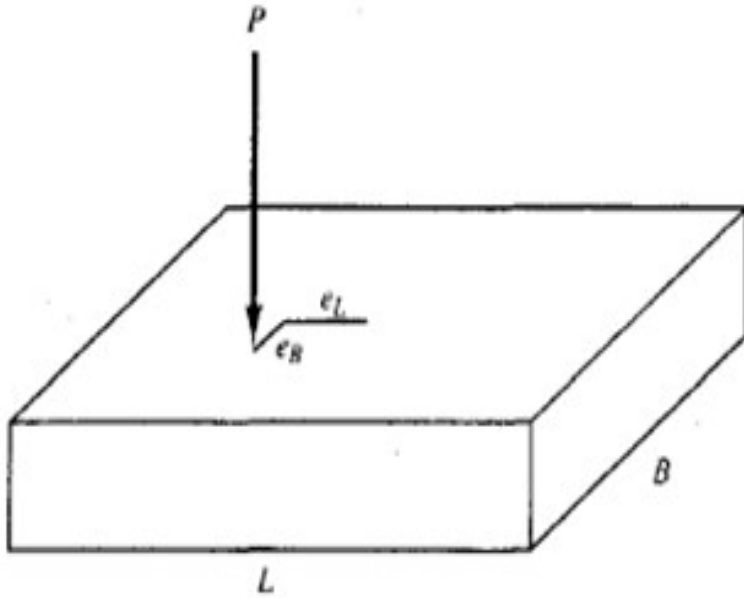
$$e_f = \frac{H_x \cdot d + M_{y-y}}{N_k}$$

$$q_{\max.} \leq q_a$$

$$q_{\min} = \left(\frac{P + W_f}{A} - u_D \right) \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

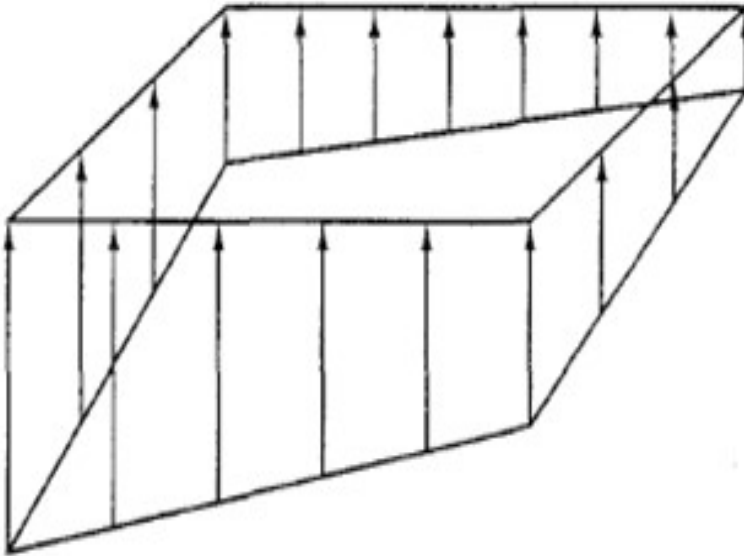
$$q_{\max} = \left(\frac{P + W_f}{A} - u_D \right) \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

Bir Doğrultuda Asimetrik Tekil Temel



- Yük hem B hem de L yönlerinde eksantrik ise, temel tabanı boyunca basınç elde etmek için, aşağıdaki koşul sağlanmalıdır:

$$\frac{6e_B}{B} + \frac{6e_L}{L} \leq 1.0$$

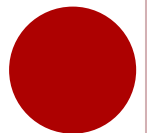


- Dört köşedeki gerilmeler:

$$q = \left(\frac{P + W_f}{A} - u_D \right) \left(1 \pm \frac{6e_B}{B} \pm \frac{6e_L}{L} \right)$$

$$q_{\max} = \frac{Q}{A} \left(1 + 6 \frac{e_x}{L} + 6 \frac{e_y}{B} \right)$$

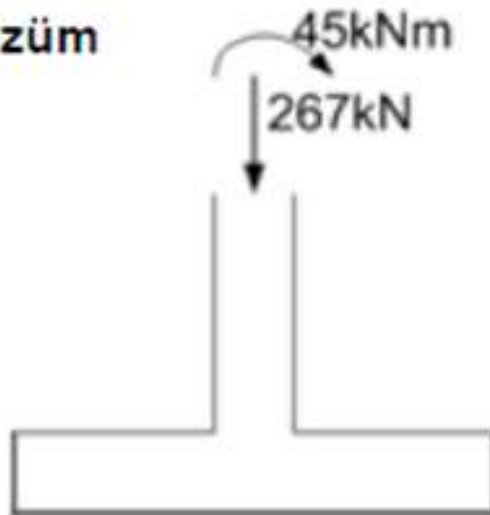
$$q_{\min} = \frac{Q}{A} \left(1 - 6 \frac{e_x}{L} - 6 \frac{e_y}{B} \right)$$



Örnek

1.5m x 1.5m boyutlarında kare tekil temel 0.6m derinliktedir. Bu temel 267kN'luk eşmerkezli düşey yük ve 45kNm büyüklüğünde moment etkisi altındadır. Moment temel kenarlarından birine paralel olarak etmektedir. Ayrıca temel üst yüzeyi yeryüzü seviyesindedir. Yeraltı suyu ise 6m derinliktedir. Bu durum için temel basınç dağılımının bileşkesinin yerini ve dizayn için uygunluğunu kontrol edin. Buna ek olarak minimum ve maksimum temel gerilmelerinin hesaplayın.

Çözüm



$$W_f = (1.5m \times 1.5m) \times 0.6m \times 23.6 kN/m^3 = 32kN$$

$$e = M / (P + W_f) = 45kNm / (267kN + 32kN) = 0.15m$$

$$B / 6 = 1.5m / 6 = 0.25m$$

$$e \leq B/6 \text{ OK!}$$

$$q_{\min} = \left(\frac{P + W_f}{A} - u_D \right) \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \longrightarrow q_{\min} = 53kPa$$

$$q_{\max} = \left(\frac{P + W_f}{A} - u_D \right) \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \longrightarrow q_{\max} = 85kPa$$

Temel alanı 2.75 m x 4.00 m olan bir temel normal konsolide kil zemin üzerinde yer almaktadır. Temel derinliği $D_f = 1.20$ m dir. temel zemininden alınan numuneler üzerinde laboratuvar da yapılan üç eksenli basınç deneylerinden (CU deneylerinde boşluk basıncı ölçülmüştür) aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Konsolidasyonsuz-Drenajsız deneylerde (UU); $\phi_u = 0$ ve $c_u = 0.4 \text{ kg/cm}^2$

Konsolidasyonlu-Drenajsız deneylerde (CU); $\phi' = 25^\circ$ ve $c' = 0$

Zeminin doğal birim hacim ağırlığı, $\gamma_n = 1.80 \text{ t/m}^3$ bulunmuştur.

Temel, merkez noktasında düşey $V = 110$ ton ve yatay $H = 21$ ton yükleri ile yüklenmiştir.

Aşağıda verilen durumlar için taşıma gücünü hesaplayınız.

a) inşaatın bitiminden hemen sonra

b) inşaatın bitiminden uzun süre sonra

$$Q_{II} = q_{II} \times A = 234.686 \text{ ton}$$

b) inşaatın bitiminden uzun süre sonra

Üç eksenli deneylerden elde edilen (c_d, ϕ_d) ile (c', ϕ') parametreleri pratik olarak aynıdır. Normal konsolide killerde c' ve c_d sıfır veya çok küçüktür. Bu durumda; $c=0$ için taşıma gücü formülü aşağıdaki formu alır.

$$q_u = q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

$\phi=25^\circ$ için Meyerhof tarafından önerilen taşıma gücü katsayıları eşitlikleri kullanılarak $N_q=10.7$ ve $N_\gamma=6.8$ olarak elde edilir. Zemin yüzeyi ve temel tabanı eğimli olmadığından b ve g katsayıları 1'e eşit alınmıştır. yapılan hesaplamalar sonucu $d_q=d_\gamma=1.07$ olarak bulunmuş olup hesap kolaylığı için ≈ 1.0 olarak alınmıştır.

$$q_u = q N_q s_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

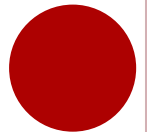
$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 K_p B/L = 1 + 0.1 (2.464) (2.75/4) = 1.169$$

$$i_q = (1 - (\theta^\circ/90^\circ))^2 = (1 - (10.8^\circ/90^\circ))^2 = 0.77$$

$$i_\gamma = (1 - (\theta^\circ/\phi^\circ))^2 = (1 - (10.8^\circ/25^\circ))^2 = 0.32$$

$$q_u = 2.16 \times 10.7 \times 1.169 \times 0.77 + 0.5 \times 1.8 \times 2.75 \times 6.8 \times 1.169 \times 0.32 = 27.100 \text{ t/m}^2$$

$$Q_u = q_u \times A = 298.095 \text{ ton}$$



Aynı problemde yüklerin uzun kenar doğrultusunda $e_L = 0.4$ m ve kısa kenar doğrultusunda $e_B = 0.2$ m eksantriste ile etkimesi halinde taşıma gücünü hesaplayalım.

Eksantrik yükleme durumunda, $A=B \times L$ alanındaki temel, $B' = B - 2e_B$ ve $L' = L - 2e_L$ olmak üzere $A' = B' \times L'$ efektif alanına sahip temele dönüştürülür.

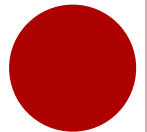
Bu yeni efektif alan eksantrik R bileşke kuvvetinin temel tabanını kestiği noktayı merkez kabul eder. Bu durumda V düşey bileşeninin bu efektif alana üniform yayıldığı kabul edilir.

$$B' = B - 2e_B = 2.75 - (2 \times 0.2) = 2.35 \text{ m}$$

$$L' = L - 2e_L = 4.00 - (2 \times 0.4) = 3.20 \text{ m}$$

$$A' = B' \times L' = 2.35 \times 3.20 = 7.52 \text{ m}^2$$

$V = 110$ ton ve $H = 21$ ton yükleri de göz önüne alınarak problem çözümü önceki soruda olduğu gibi gerçekleştirilir.



a) inşaatın bitiminden hemen sonra

Eğik yükleme durumu mevcuttur. Bu yüklerin bileşkesinin ya da eğik yükün düşeyle yaptığı açı;

$$\tan\delta = H / V = 21/110 = 0.19 \text{ olup } \tan^{-1} (0.19) = 10.8^\circ$$

İnşaatın bitiminden hemen sonra drenajsız koşullar geçerlidir. Bu nedenle de $\phi=0$ durumu söz konusu olup taşıma gücü formülü, $N_c = 5.14$, $N_q = 1.0$ ve $N_\gamma = 0$ olduğundan, aşağıdaki formunu alır. Temel tabanı ve zemin yüzeyi yatay olduğundan b ve g katsayıları 1 olacaktır.

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c + q i_q$$

Temel taban seviyesi üzerinde yer alan zemin tabakasının ağırlığı nedeni ile oluşan sürşarj basıncının değeri, $q = 1.20 \times 1.80 = 2.16 \text{ t/m}^2$ dir. Meyerhof tarafından önerilen eşitlikler kullanılarak şekil, derinlik ve yük eğim katsayıları hesaplanmıştır.

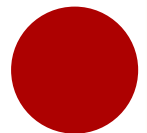
$$s_c = 1 + 0.2 B'/L' = 1 + 0.2 (2.35/3.20) = 1.15$$

$$d_c = 1 + 0.2 D_f/B' = 1 + 0.2 (1.2/2.35) = 1.10$$

$$i_c = (1 - (\theta^\circ/90^\circ))^2 = (1 - (10.8^\circ/90^\circ))^2 = 0.77$$

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c + q i_q = (4.0 \text{ t/m}^2 \times 5.14 \times 1.15 \times 1.10 \times 0.77) + (2.16 \times 0.77) = 21.69 \text{ t/m}^2$$

$$Q_u = q_u \times A' = 163.106 \text{ ton}$$



b) inşaatın bitiminden uzun süre sonra

Üç eksenli deneylerden elde edilen (c_d, ϕ_d) ile (c', ϕ') parametreleri pratik olarak aynıdır. Normal konsolide killerde c' ve c_d sıfır veya çok küçüktür. Bu durumda; $c=0$ için taşıma gücü formülü aşağıdaki formu alır.

$$q_u = q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

$\phi=25^\circ$ için Meyerhof tarafından önerilen taşıma gücü katsayıları eşitlikleri kullanılarak $N_q=10.7$ ve $N_\gamma=6.8$ olarak elde edilir. Zemin yüzeyi ve temel tabanı eğimli olmadığından b ve g katsayıları 1'e eşit alınmıştır. yapılan hesaplamalar sonucu $d_q=d_\gamma=1.07$ olarak bulunmuş olup hesap kolaylığı için ≈ 1.0 olarak alınmıştır.

$$q_u = q N_q s_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

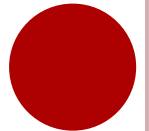
$$s_q = s_\gamma = s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 K_p B'/L' = 1 + 0.1 (2.464) (2.35/3.20) = 1.181$$

$$i_q = (1 - (\theta^\circ/90^\circ))^2 = (1 - (10.8^\circ/90^\circ))^2 = 0.77$$

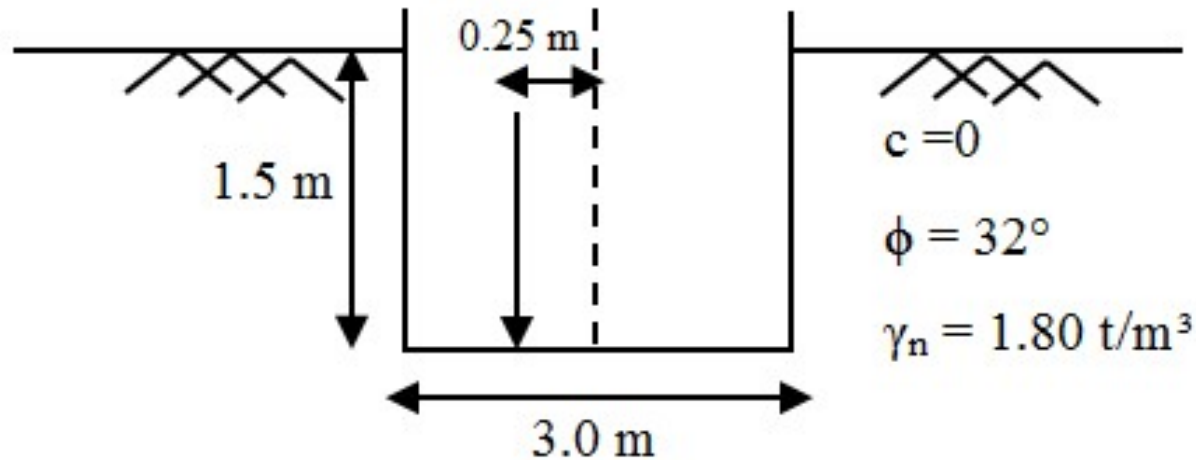
$$i_\gamma = (1 - (\theta^\circ/\phi^\circ))^2 = (1 - (10.8^\circ/25^\circ))^2 = 0.32$$

$$q_u = 2.16 \times 10.7 \times 1.181 \times 0.77 + 0.5 \times 1.8 \times 2.35 \times 6.8 \times 1.181 \times 0.32 = 26.453 \text{ t/m}^2$$

$$Q_u = q_u \times A' = 198.924 \text{ ton}$$



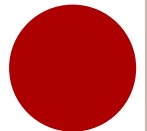
Şekildeki şerit temelde düşey yük eksantrik olup eksantristenin değeri $e = 0.25$ m dir. şerit temelin 1.0 m uzunluğunun emin taşıma gücünü bulunuz. Yer altı su seviyesi oldukça derinlerdedir. Güvenlik katsayısı 3.0 olarak alınacaktır.



$$e = 0.25 \text{ m}$$

$$B/6 = 3.0 / 6 = 0.50 \text{ m}$$

$$e < B/6$$



Geleneksel yöntemle göre eksantrik yüklü bir temelin taşıyabileceği yük, $q_{maksimum} \leq q_a$ şartını sağlamalıdır. q_a , aynı koşullardaki merkezi yüklü temelin izin verilebilir taşıma gücüdür.

Terzaghi taşıma gücü teorisi ile çözüm yapılacaktır.

$$\phi = 32^\circ \quad \text{için} \quad N_c = 44 \quad N_q = 28 \quad N_\gamma = 27$$

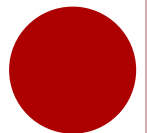
olarak verilmiştir.

$$q_u = (1.80 \times 1.50 \times 28) + (0.5 \times 1.80 \times 3.0 \times 27) = 148.5 \text{ t/m}^2$$

$$q_a = q_u / 3 = 148.5 / 3 = 49.50 \text{ t/m}^2$$

$$q_{maksimum} = \frac{Q}{A} \times \left(1 + 6 \frac{e_x}{B}\right) = \frac{Q}{3 \times 1} \left(1 + 6 \frac{0.25}{3}\right) \leq 49.50 \text{ t/m}^2$$

$$Q \leq 99.0 \text{ ton}$$



Meyerhof tarafından önerilmiş olan eşdeğer temel yaklaşımına göre ise efektif temel boyutları ve efektif temel alanı kavramları kullanılarak taşıma gücü hesaplanır.

Şerit ya da sürekli temelerde eksantriste genişlik boyunca bulunur.

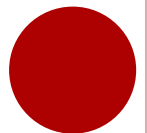
$$B' = B - 2e_x = 3.0 - (2 \times 0.25) = 2.50 \text{ m}$$

$$L' = L - 2e_y = L = 1.0 \text{ m}$$

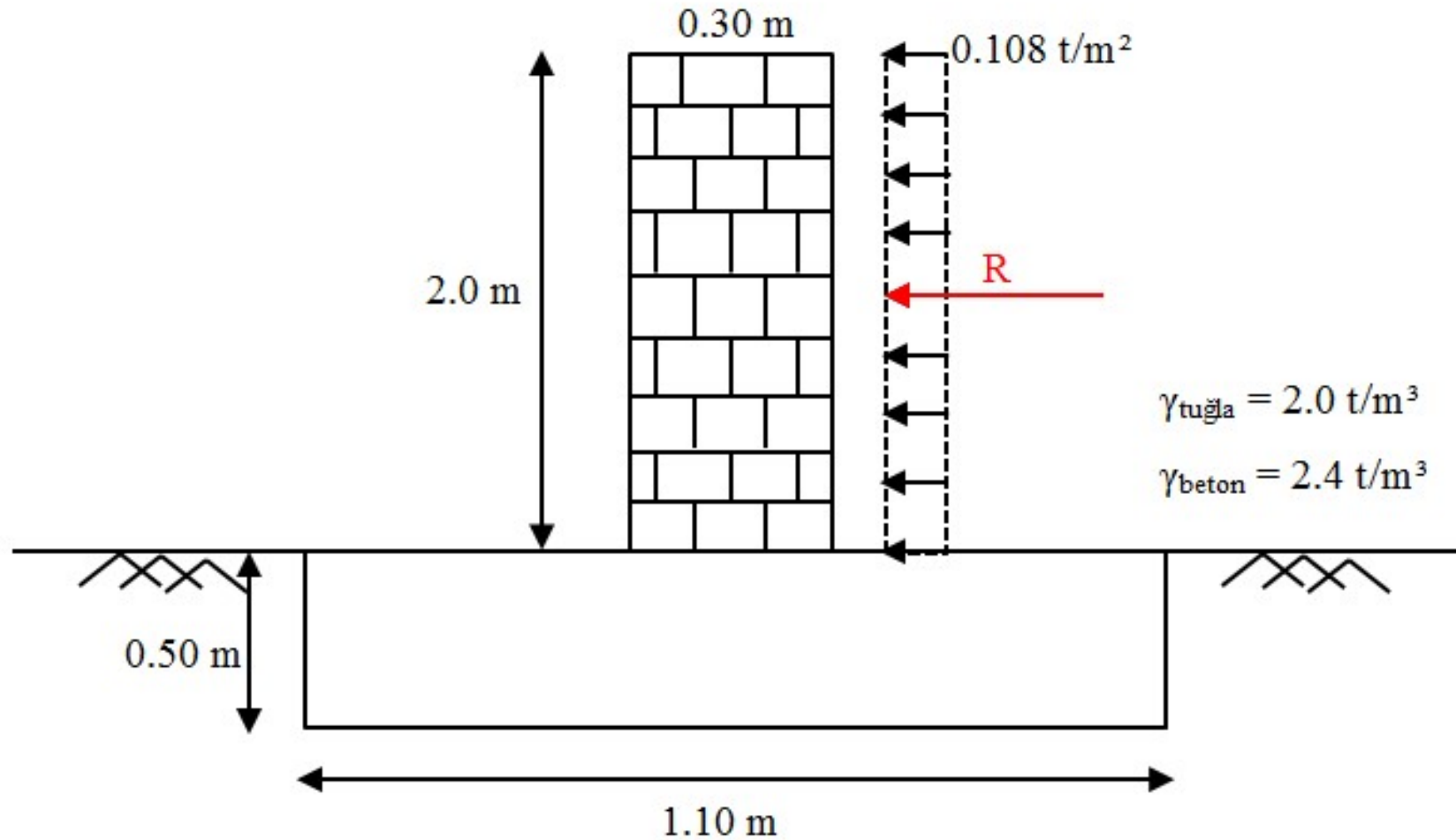
$$q_u = (1.80 \times 1.50 \times 28) + (0.5 \times 1.80 \times 2.50 \times 27) = 136.35 \text{ t/m}^2$$

$$q_a = q_u / 3 = 136.35 / 3 = 45.45 \text{ t/m}^2$$

$$Q = 45.45 \times 2.5 \times 1.0 = 113.62 \text{ ton}$$



Şekilde görülen duvar, tek yönlü üniform bir rüzgar yükü etkisindedir. Temel tabanı altındaki basınç dağılımını bulunuz.



Duvar altı temel, şerit ya da sürekli bir temel olacağından $L = 1.0$ m birim uzunluk için işlem yapılacaktır. Ayrıca; şerit ya da sürekli temellerde, eksantriste, genişlik boyuncadır.

$$W_{\text{temel}} = 1.10 \times 1.0 \times 0.5 \times 2.4 = 1.32 \text{ t/m}$$

$$W_{\text{duvar}} = 0.30 \times 2.0 \times 1.0 \times 2.0 = 1.20 \text{ t/m}$$

$$\Sigma W = N = 2.52 \text{ t/m}$$

$$R = 0.108 \times 2.0 \times 1.0 = 0.216 \text{ t/m}$$

$$M = R \times 1.50 \text{ m} = 0.216 \times 1.5 = 0.324 \text{ t/m}$$

$$e = M / N = 0.324 / 2.52 = 0.129 \text{ m}$$

$$B / 6 = 0.183 \text{ m}$$

$e < B/6$ olduğundan yamuk şeklinde bir taban basınç dağılımı oluşur.

$$q_{\text{maksimum}} = \frac{Q}{A} \times \left(1 + 6 \frac{e_x}{B}\right) = \frac{2.52}{1.1 \times 1} \left(1 + 6 \frac{0.129}{1.1}\right) = 3.90 \text{ t/m}^2$$

$$q_{\text{minimum}} = \frac{Q}{A} \times \left(1 - 6 \frac{e_x}{B}\right) = \frac{2.52}{1.1 \times 1} \left(1 - 6 \frac{0.129}{1.1}\right) = 0.68 \text{ t/m}^2$$

