



INM 308

Zemin Mekaniği

Zeminlerin Taşıma Gücü; Sığ Temeller

Doç. Dr. İnan KESKİN

inaneskin@karabuk.edu.tr, inaneskin@gmail.com

www.inaneskin.com

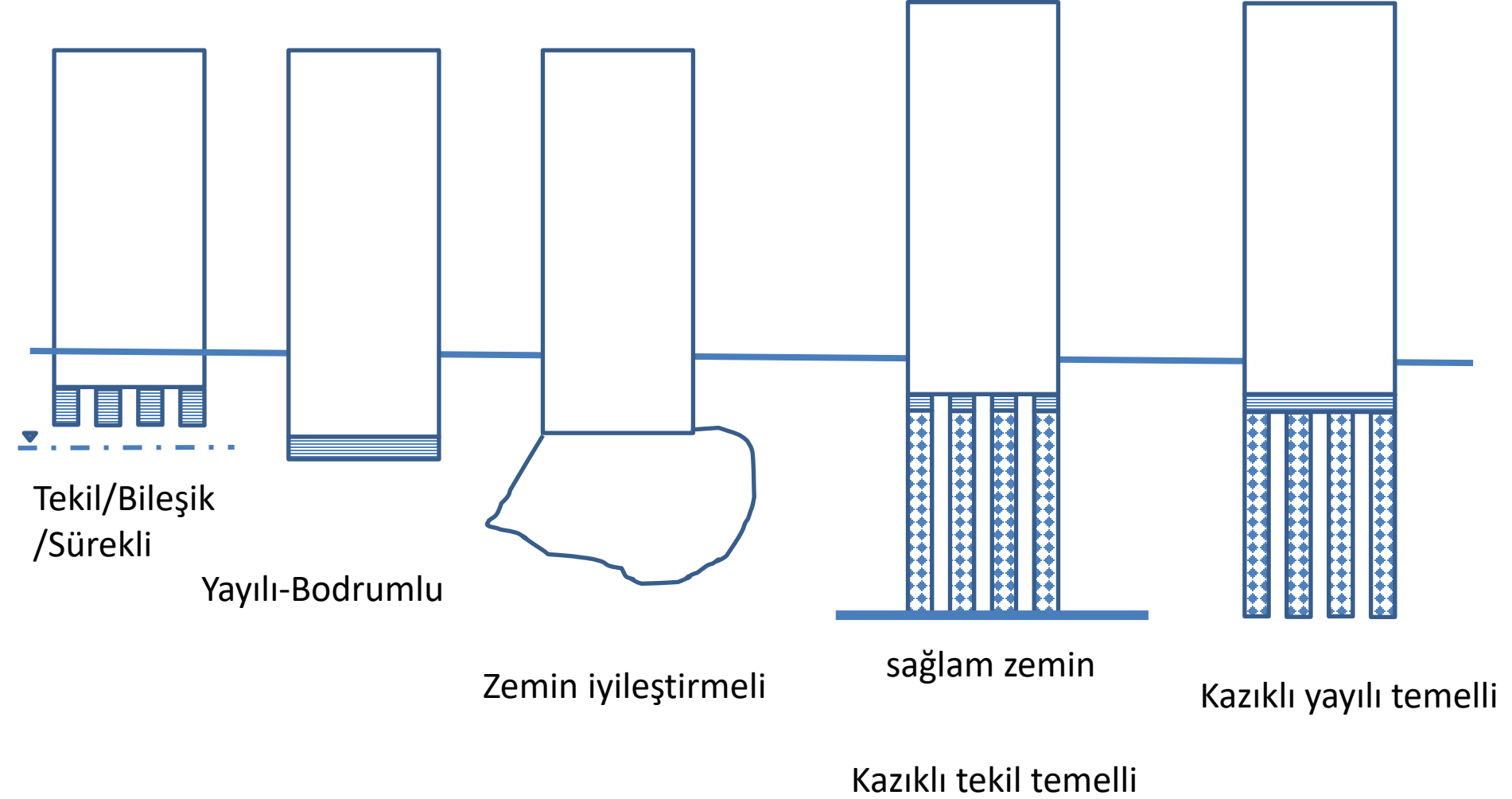
ZEMİN MEKANİĞİ

Haftalık Konular

Hafta 1:	Zemin Etütleri Amacı ve Genel Bilgiler
Hafta 2:	Kil Minarelleri ve Zemin Yapısı
Hafta 3:	Zeminlerde Kayma Direnci Kavramı, Yenilme Teorileri
Hafta 4:	Zeminlerde Kayma Direncinin Ölçümü; Serbest Basınç Deneyi, Kesme Kutusu Deneyi, Üç Eksenli Basınç Deneyi, Vane Kanatlı sonda Deneyi
Hafta 5:	Zeminlerde Kayma Direncinin Belirlenmesine Yönelik Deneyler; Laboratuvar Uygulaması
Hafta 6:	Zeminlerde Kayma Direncinin Belirlenmesine Yönelik Problem Çözümleri
Hafta 7:	Yanal Zemin Basınçları
Hafta 8:	Yanal Zemin Basınçları; Uygulamalar
Hafta 9:	Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi; Temel Kavramlar
Hafta 10:	Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi Örnek Problemler
Hafta 11:	Zeminlerin Taşıma Gücü; Sığ Temeller
Hafta 12:	Zeminlerin Taşıma Gücü; Kazıklı Temeller
Hafta 13:	Zemin Sıvılaşması ve Analizi
Hafta 14:	Genel Zemin Mekanik Problem Çözümleri
Hafta 15:	Final Sınavı

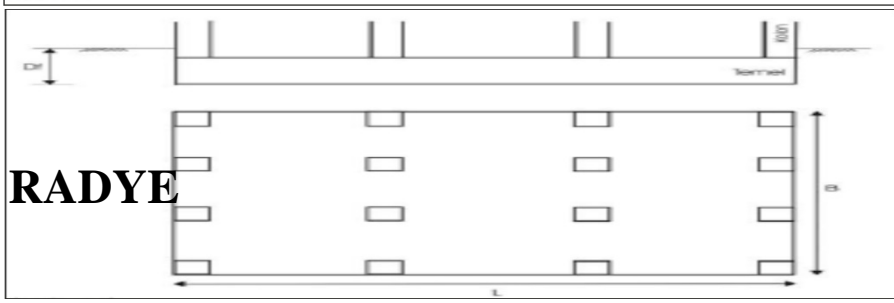
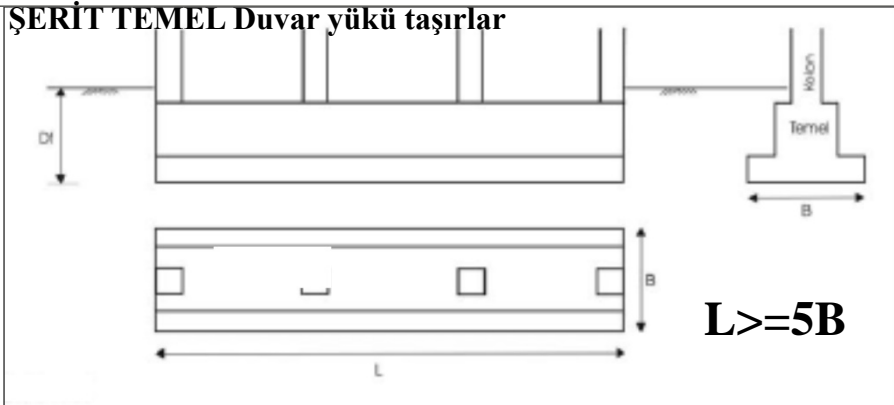
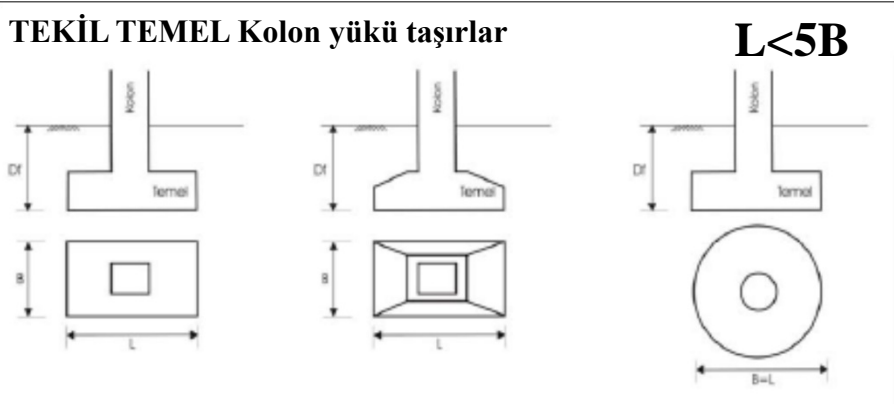
TEMELLER

Olağan koşullarda bina temel tasarımı, aşağıdaki yollardan birinin tercihi yada seğimi ile başlar.

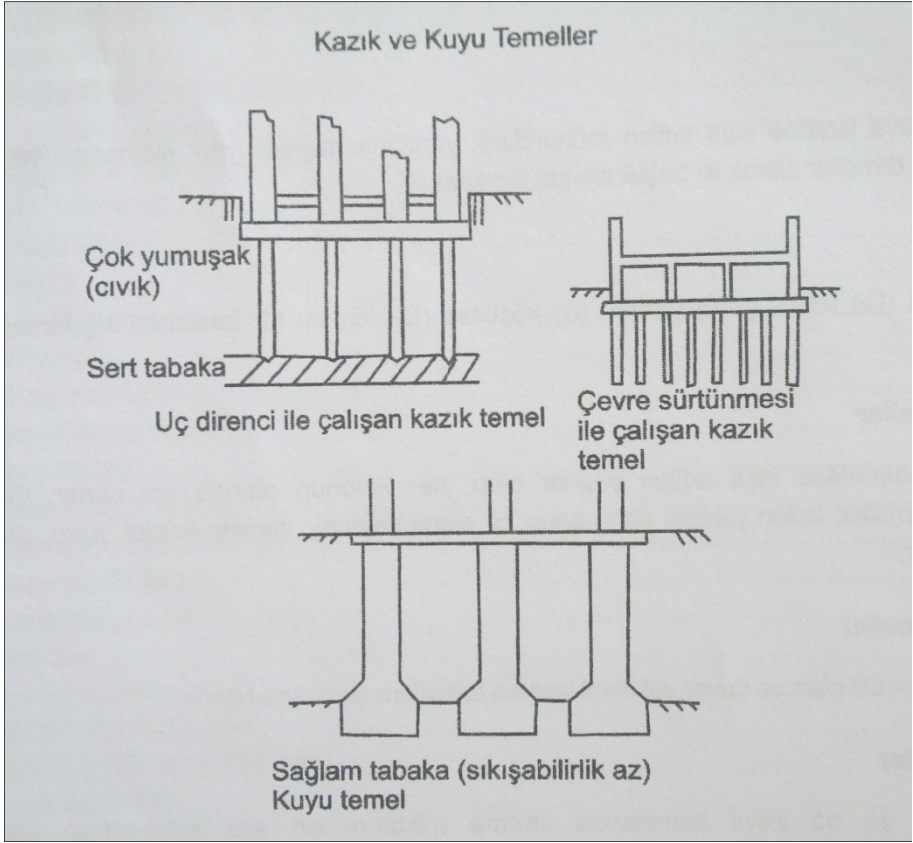


TEMELLER

Zemin veya kaya üzerine inşaa edilen mühendislik yapılarını taşıyan yapı elemanlarına temel denir. Sığ ve derin temeller olmak üzere iki başlıkta toplanır.



$D_f < B$

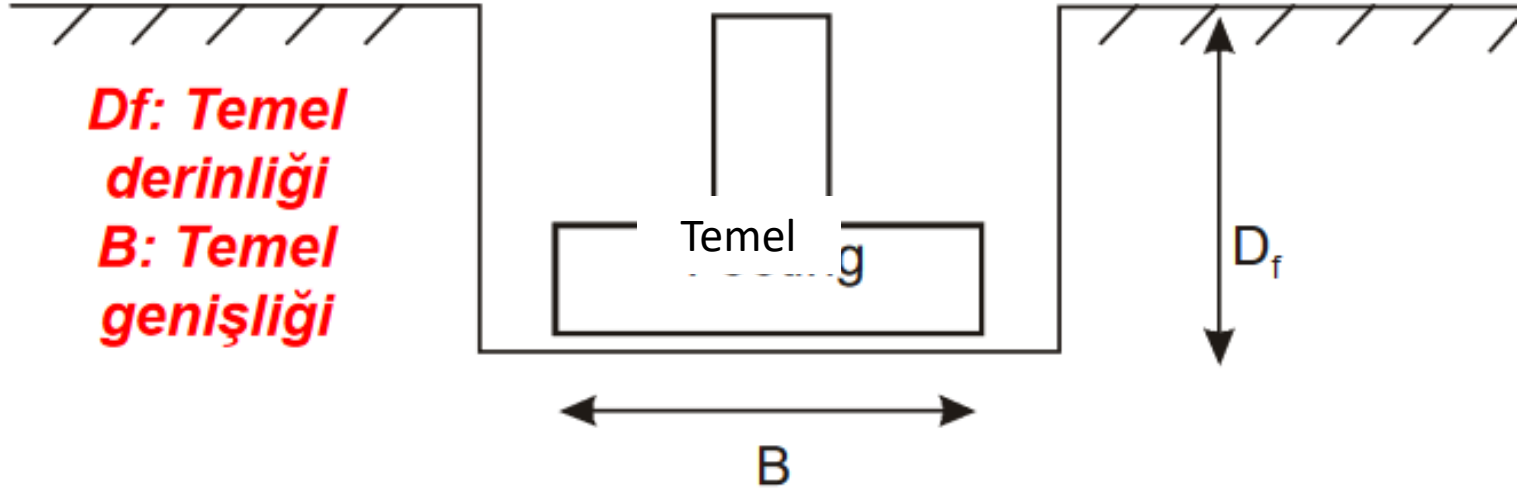


$D_f > B$

TEMELLER

Temel; Zemin veya kaya üzerine inşaa edilen mühendislik yapılarını taşıyan yapı elemanlarına temel denir. Sığ ve derin temeller olmak üzere iki başlıkta toplanır.

Temel Zemini; yapı yükünü doğrudan veya temeller yardımıyla taşıyan zemin ortamıdır.



Temel

Sığ Temel

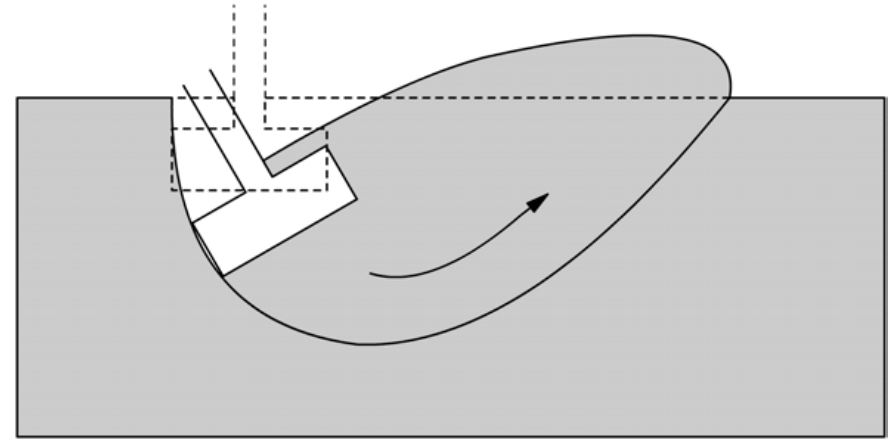
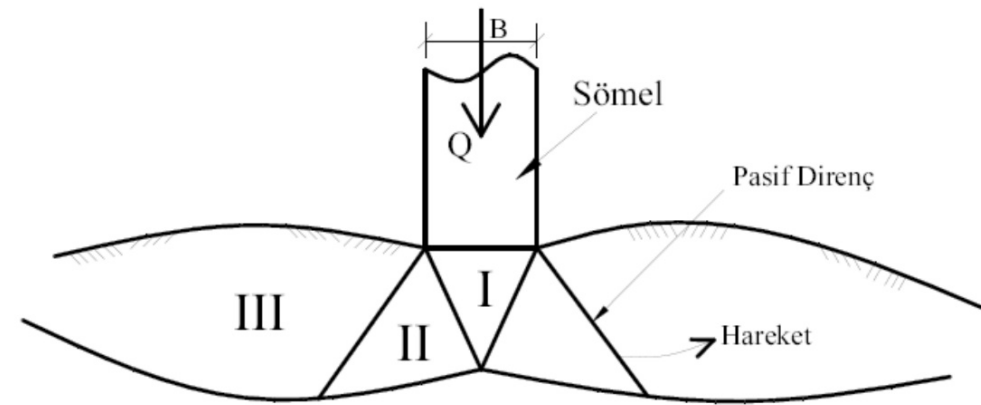
Derin Temel

TAŞIMA GÜCÜ

Taşıma gücünden fazla yüklenen zeminlerde temel yapısı, zemin içerisine artan bir hızla batarak geçer. Bu göçmenin meydana geldiği yüke **zemin taşıma gücü** denir.

Rijit yapıların temelleri genellikle taşıma gücü esasına göre boyutlandırılır. **Temel zemini taşıma gücü analizlerinde; zeminin kayma direnci ile konsolidasyon karakteri dikkate alınır.** Bu özellikleri temsil edecek parametreler bozulmamış numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri ile arazide yapılan yerinde deneyler ile tespit edilir.

Temel zemini taşıma gücü analizi ise teorik ve deneysel olmak üzere iki şekilde yapılır.

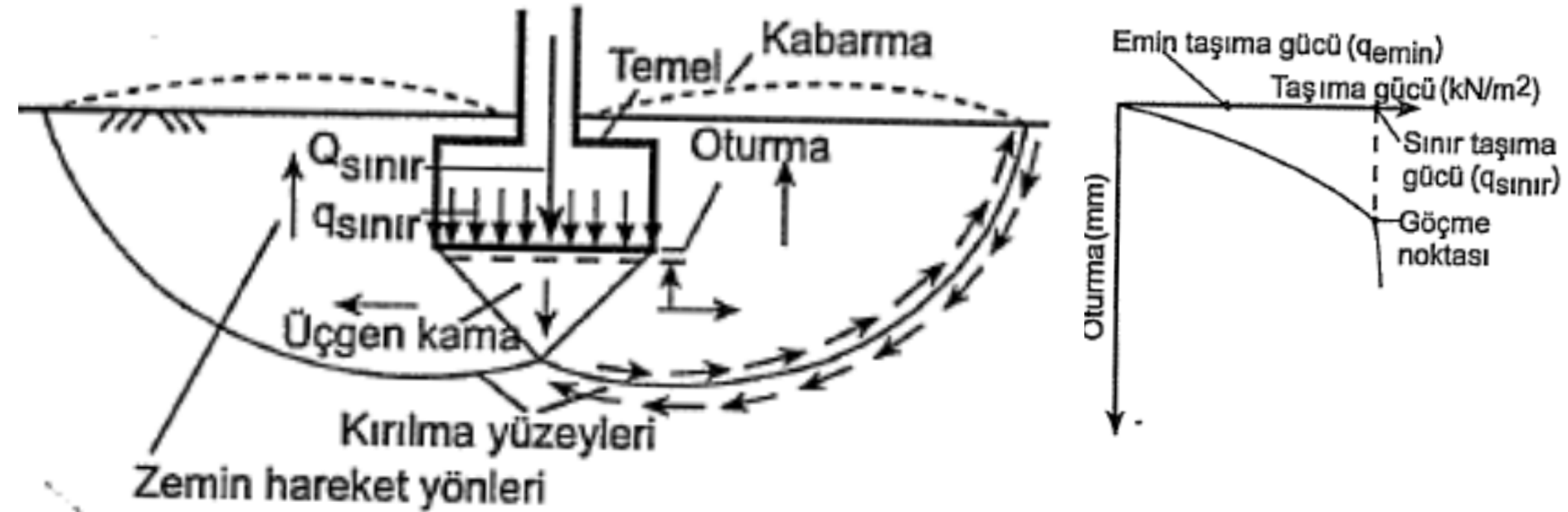


Bir temeli gittikçe artan bir biçimde yüklenirse.

TAŞIMA GÜCÜ

Göçme anında, temelin veya temel zemininin birim alanının taşıyabileceği gerilme (basınç) değerine **sınır taşıma gücü** denilir.

$$q_{sınır} = \frac{Q_{sınır}}{A}$$



Q; yük, **q=Q/A**; zemine uygulanan basınç, **Q_{sınır}**; temelin göçmesine veya temel zemininin kırılmasına neden olan toplam yük

TAŞIMA GÜCÜNDE GÜVENLİK KAVRAMI

Her mühendislik probleminde olduğu gibi temel mühendisliğinde de etkiyen gerilmelerin güvenli olarak tanımlanan bir taşıma gücünden daha küçük olduğunun gösterilmesi gerekmektedir. Bu nedenle taşıma gücüne bir güvenlik sayısı uygulanarak güvenli taşıma gücü değeri elde edilir.

Güvenlik sayısının uygulanmasında genelde iki yol izlenmektedir.

1. Son gücü veya net taşıma gücünü bir güvenlik sayısı ile bölme

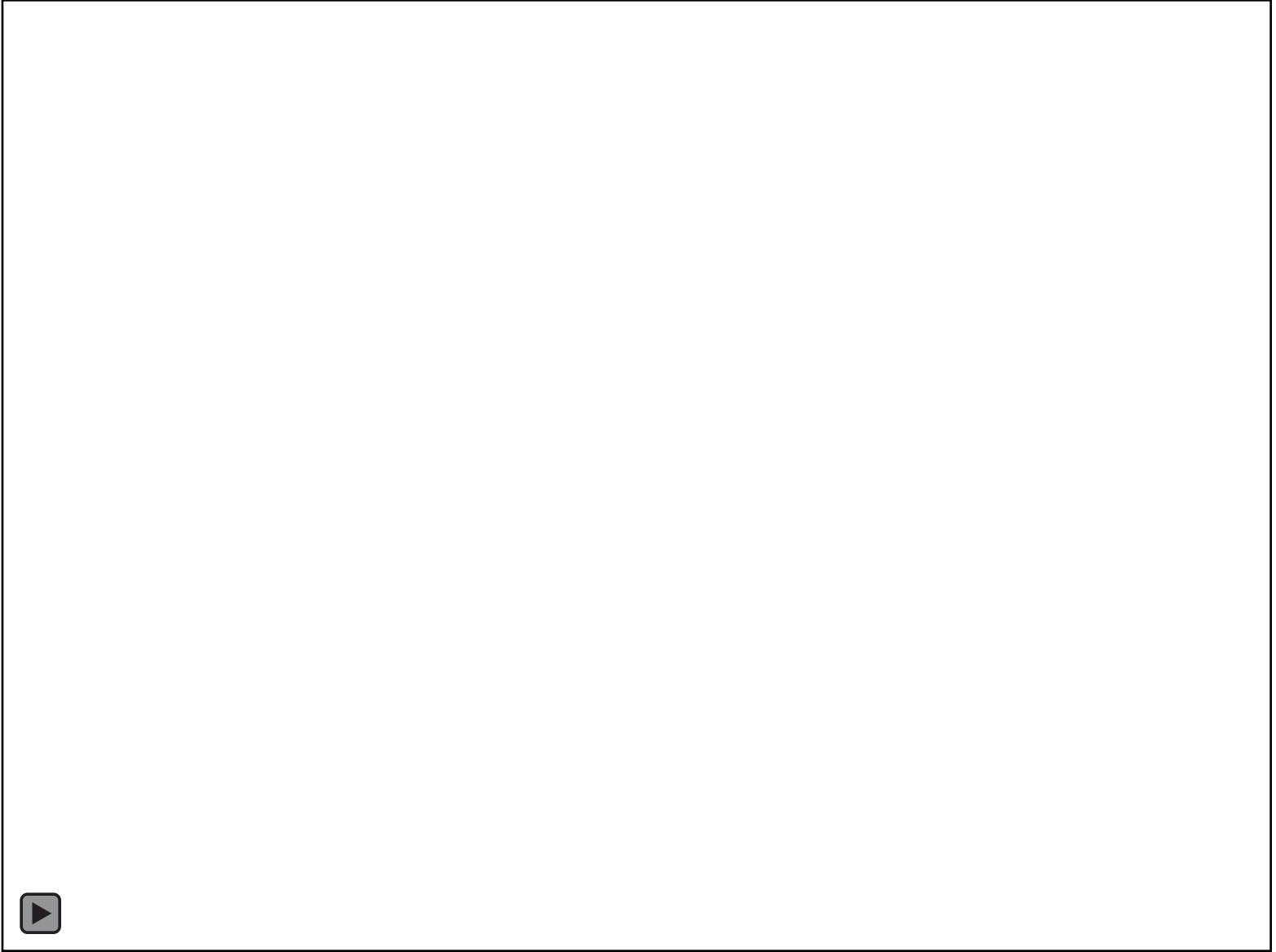
$$q_{emin} = \frac{q_{sınır}}{GS}$$

2. Özellikle kohezyonsuz zeminlerde zemin parametrelerinin yeterince incelikli belirlenmesindeki güçlükler nedeniyle kayma mukavemeti parametrelerinin pik değerine başlangıçta bir güvenlik sayısı uygulamak ve bu parametreleri taşıma gücü eşitliklerinde kullanarak güvenli değerler bulmak

$$c_d = \frac{c}{GS_2} \quad \phi_d = \frac{\tan\phi}{GS_1}$$

$c_d, \phi_d =$ güvenli kayma dayanım parametreleri,
 $c, \phi =$ pik değerler, $GS_1, GS_2 =$ güvenlik sayıları

TAŞIMA GÜCÜ GÖÇMESİ



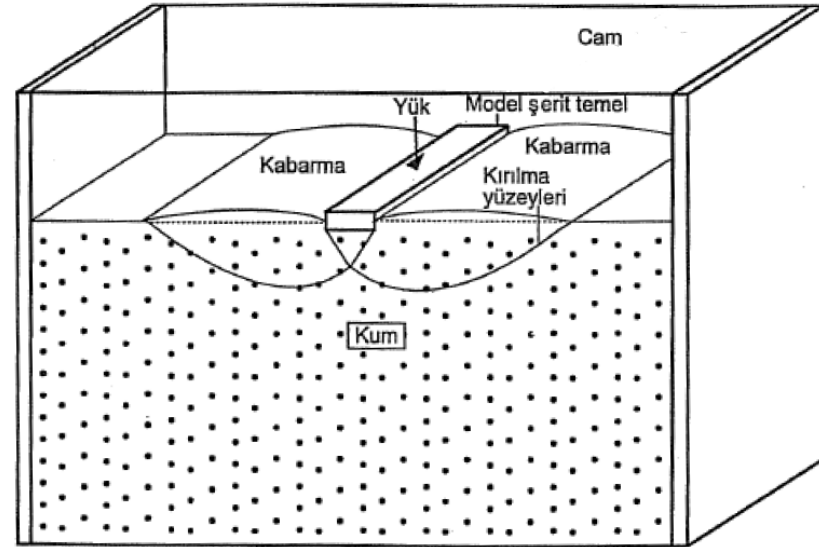
https://www.youtube.com/watch?v=MS4H_u0ARpo&t=11s

TAŞIMA GÜCÜ GÖÇMESİ

Temelden aktarılan yüklerin zeminde oluşturduğu kayma gerilmeleri, zeminin kayma mukavemetini aşarsa taşıma gücü göçmesi oluşur. Bu tür göçmeler yıkıcıdır ve mutlaka kaçınılmalıdır.

Taşıma gücü göçmeleri üç grupta tanımlanabilir (Vesic, 1975; Day, 2002)

1. Genel kayma göçmesi
2. Yerel kayma göçmesi
3. Zımbalama göçmesi

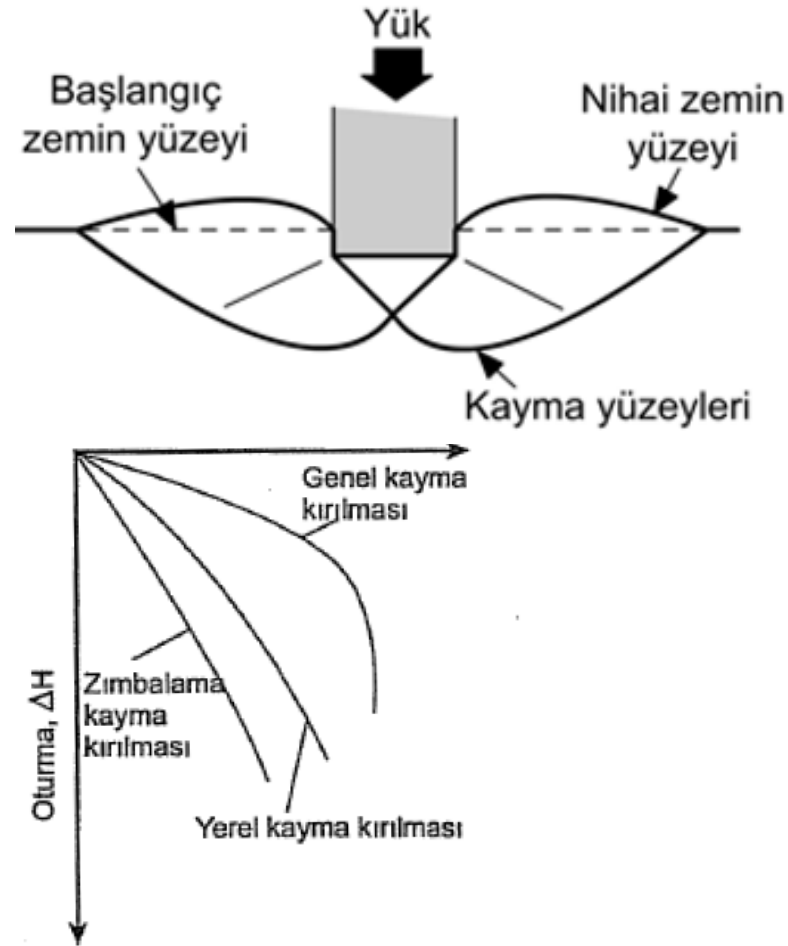


TAŞIMA GÜCÜ GÖÇMESİ

Genel Kayma Göçmesi

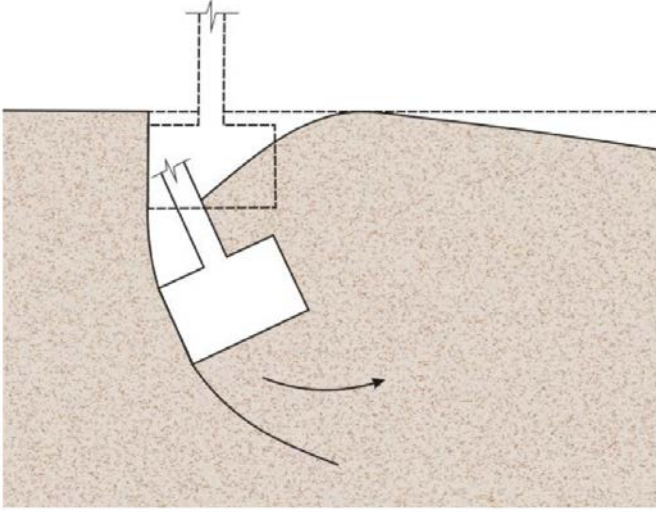
Belirgin bir pik taşıma gücüne ulaşılmaktadır. Kırılma yüzeyleri belirgin olup, zemin yüzeyine kadar uzanır yanda kabarma görülür, oturma yük eğrisinde kırılma belirgindir.

Genel kayma kırılması, sıkı veya sert zeminlerde meydana gelir. $\phi > 35$ yada $D_r > 0.70$

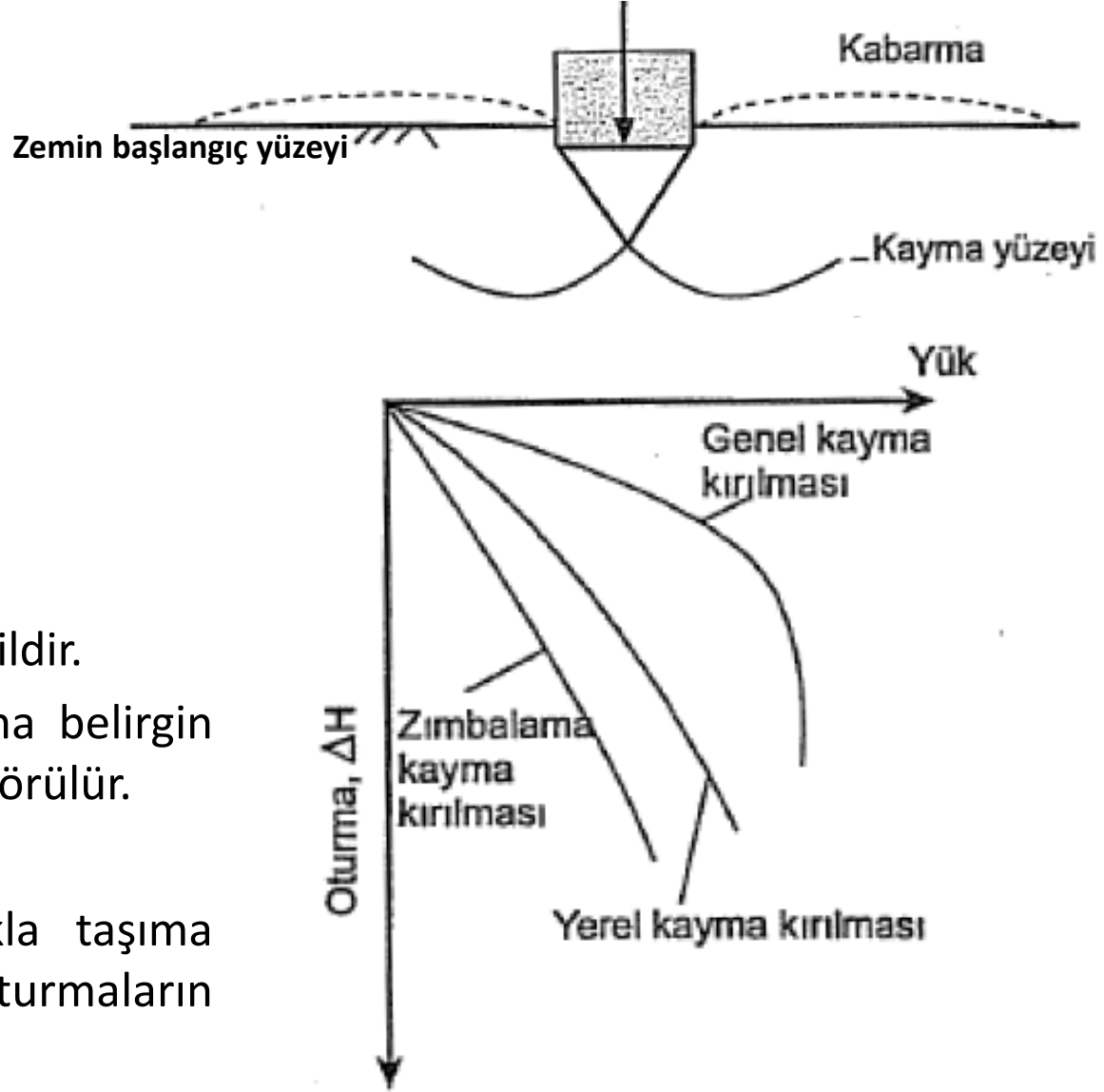


TAŞIMA GÜCÜ GÖÇMESİ

Yerel Kayma Göçmesi



- ❑ Kırılma yüzeyleri belirgin değildir.
- ❑ Oturma yük eğrisinde kırılma belirgin olmayıp, yanlarda kabarma görülür.
- ❑ Nadiren karşılaşılır.
- ❑ Binalardaki hasar çoğunlukla taşıma gücü göçmesinden değil oturmaların etkisinden kaynaklanır.

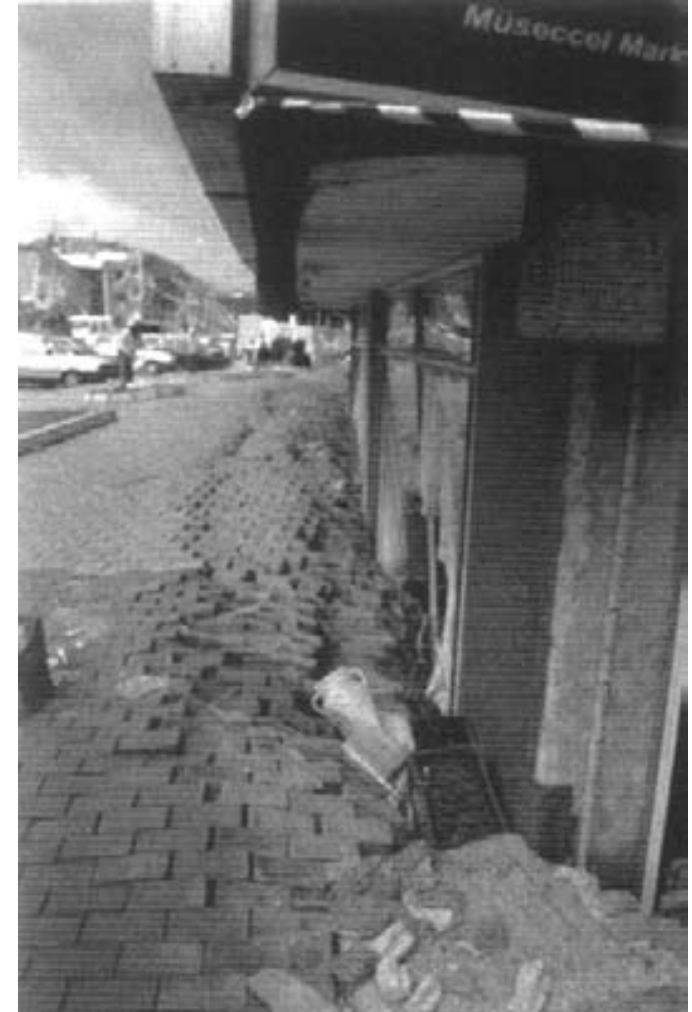
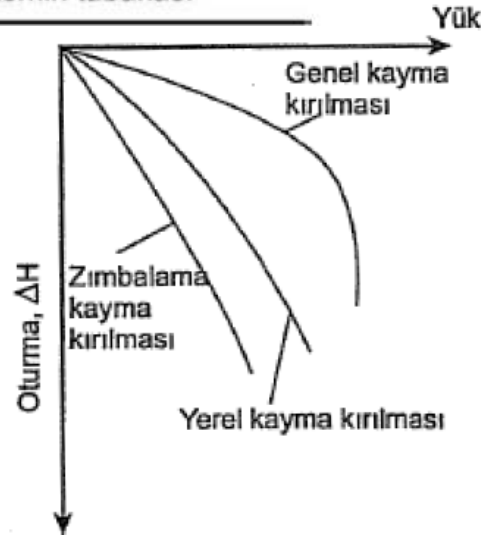
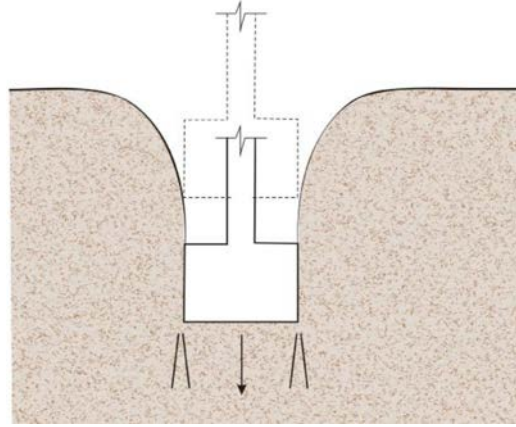
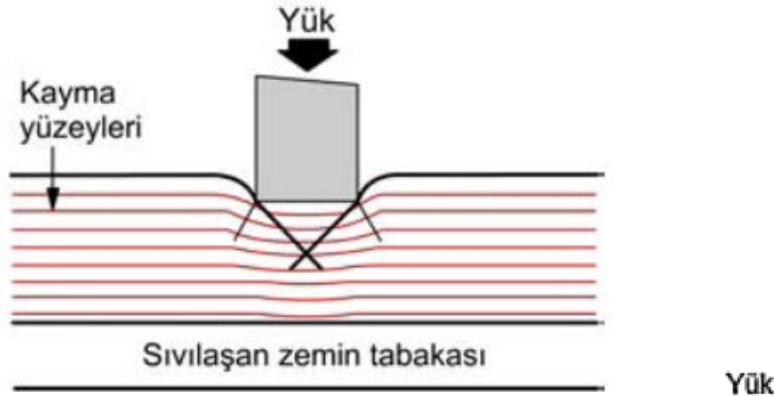


Yerel kayma kırılması yumuşak veya gevşek zeminlerde meydana gelir. $\phi < 20^\circ$ yada $D_r < 0.20$

TAŞIMA GÜCÜ GÖÇMESİ

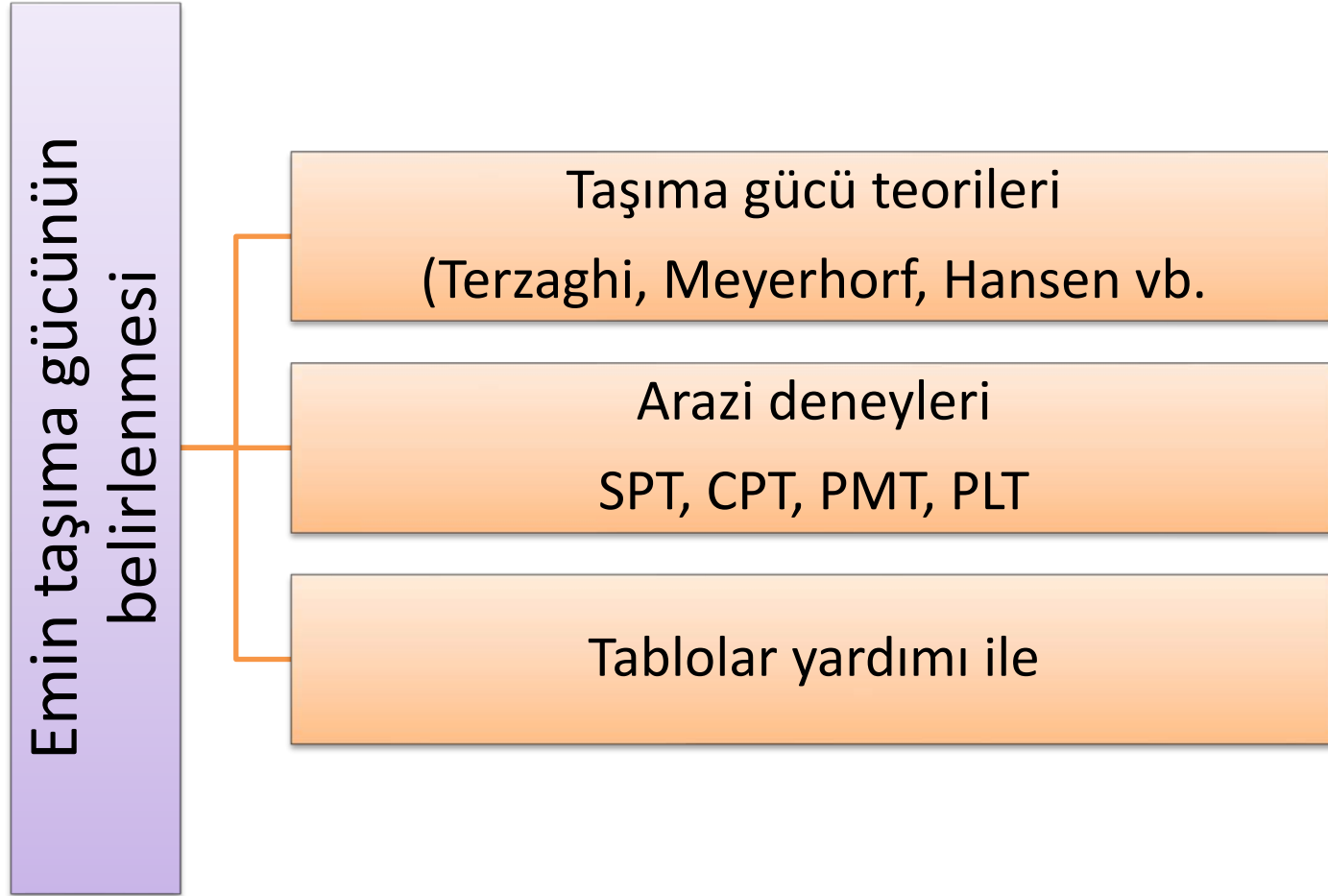
Zımbalama Göçmesi

Bu göçme tipinde kayma yüzeyi zemin yüzeyine ulaşamaz. Temel yanlarda kabarma ve kırılma yüzeyleri oluşturmadan göreceli olarak büyük oturmaya uğrar. Oturma yük eğrisinde yerel kayma kırılmasına benzer kırılma noktası belirgin değildir.



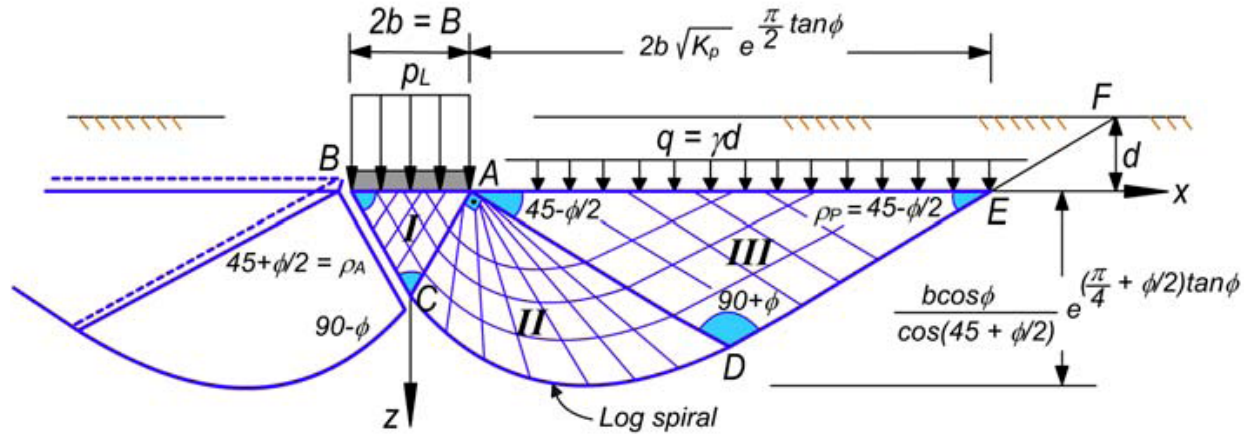
Zayıf zeminlerde drenajlı koşullarda ve sıkı kumlar üzerinde yüksek yükler altında görülebilmektedir.

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI



YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Terzaghi (1943) taşıma Gücü Kuramı



Terzaghi, taşıma kapasitesi hesaplarında çeşitli kabuller yapmıştır. Bunlar, aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Coduto, 2001).

1. Temel derinliği D olmak üzere, temel genişliği B 'den daha küçük olmalıdır (Yüzeysel temel şartı $D \leq B$).
2. Temel tabanı, temel ve zemin arasında kayma oluşmayacak şekilde pürüzlü olmalıdır.
3. Zemin, homojen yarı sonsuz uniform bir kütledir.
4. Taşıma gücü limit değerlerine ulaşıldığında, zeminde genel kesme kırılması oluşur.
5. Zeminde konsolidasyon oturması oluşmaz.
6. Temel zemine göre çok rijittir.
7. Temele etkiyen yükler, basınç şeklinde olup, eksantrisine mevcut değildir.

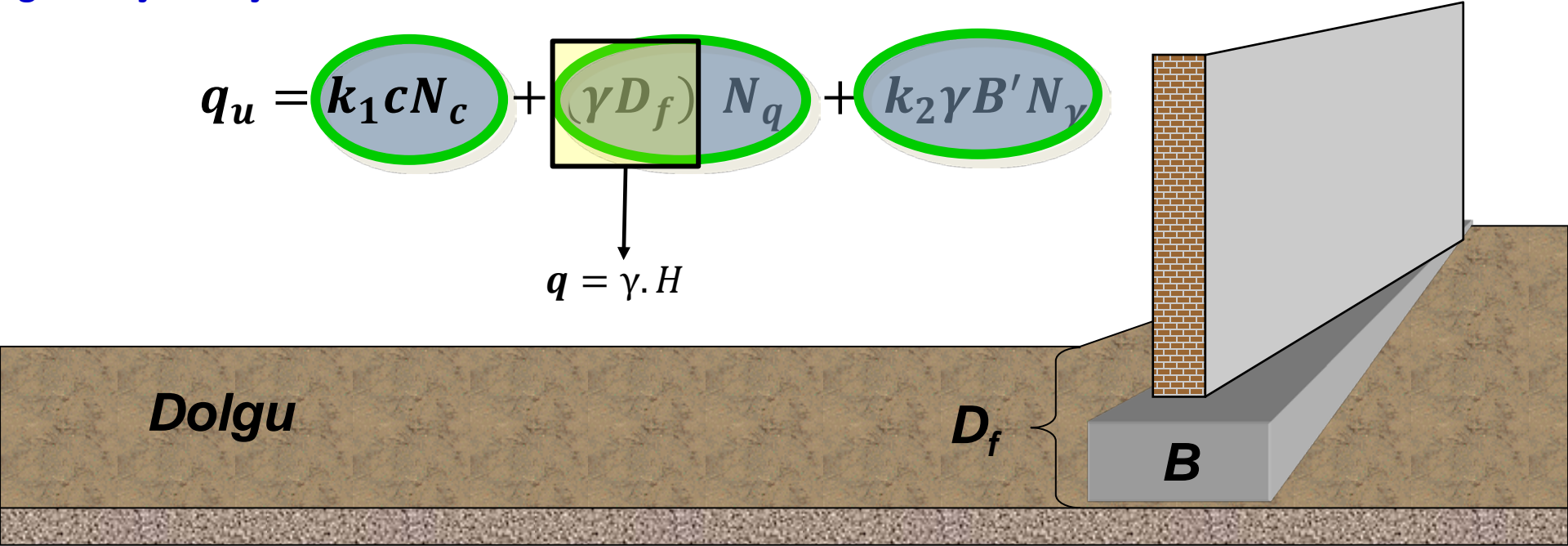
YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Terzaghi (1943) Taşıma Gücü Kuramı

Bazı şekil katsayıları ile Terzaghi taşıma gücü formülü üç boyutlu durumlar için aşağıdaki gibi genelleştirilmiştir.

$$q_u = k_1 c N_c + (\gamma D_f) N_q + k_2 \gamma B' N_\gamma$$

$q = \gamma \cdot H$



Taşıma gücü formülünde yer alan üç terimin anlamı şu şekildedir:

$c \cdot N_c$: Temel zeminindeki kohezyonun taşıma gücüne katkısı. Eğer $c = 0$ olursa, bu terim yok olur.

$\gamma \cdot D_f \cdot N_q$: Temel tabanı üzerinde yer alan ve temeli çevreleyen sürşarj yükünün taşıma gücüne katkısı. Bu terimde yer alan γ değeri zemin taban seviyesi üzerinde yer alan zeminin birim hacim ağırlığıdır.

$\gamma \cdot B \cdot N_\gamma$: Temel zemininin içsel sürtünmesinin taşıma gücüne katkısı. Bu terimde yer alan N_γ içsel sürtünme açısının fonksiyonudur. γ değeri temel tabanı altındaki zeminin birim hacim ağırlığıdır.

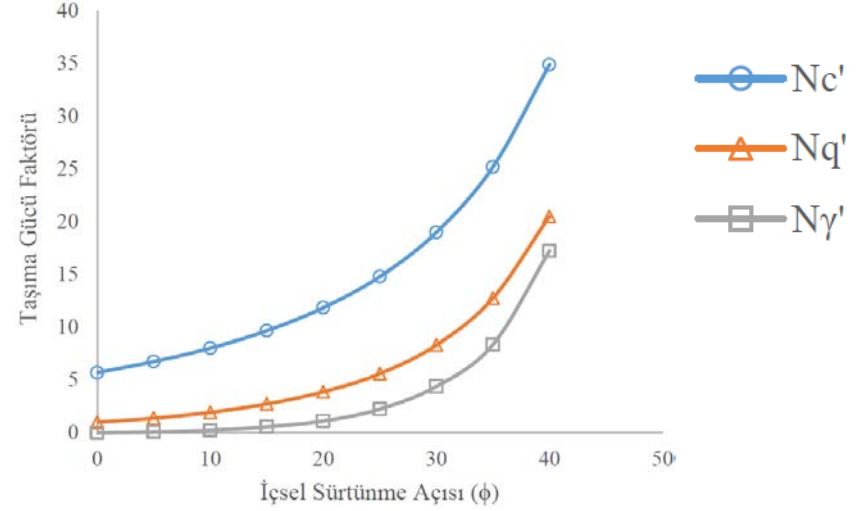
YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Terzaghi (1943) taşıma Gücü Kuramı

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5,70	1,00	0,00	26	27,09	14,21	9,84
1	6,00	1,10	0,01	27	29,24	15,90	11,60
2	6,30	1,22	0,04	28	31,61	17,81	13,70
3	6,62	1,35	0,06	29	34,24	19,98	16,18
4	6,97	1,49	0,10	30	37,16	22,46	19,13
5	7,34	1,64	0,14	31	40,41	25,28	22,65
6	7,73	1,81	0,20	32	44,04	28,52	26,87
7	8,15	2,00	0,27	33	48,09	32,23	31,94
8	8,60	2,21	0,35	34	52,64	36,50	38,04
9	9,09	2,44	0,44	35	57,75	41,44	45,41
10	9,61	2,69	0,56	36	63,53	47,16	54,36
11	10,16	2,98	0,69	37	70,01	53,80	65,27
12	10,76	3,29	0,85	38	77,50	61,55	78,61
13	11,41	3,63	1,04	39	85,97	70,61	95,03
14	12,11	4,02	1,26	40	95,66	81,27	115,31
15	12,86	4,45	1,52	41	106,81	93,85	140,51
16	13,68	4,92	1,82	42	119,67	108,75	171,99
17	14,60	5,45	2,18	43	134,58	126,50	211,56
18	15,12	6,04	2,59	44	151,95	147,74	261,60
19	16,56	6,70	3,07	45	172,28	173,28	325,34
20	17,69	7,44	3,64	46	196,22	204,19	407,11
21	18,92	8,26	4,31	47	224,55	241,80	512,84
22	20,27	9,19	5,09	48	258,28	287,85	650,67
23	21,75	10,23	6,00	49	298,71	344,63	831,99
24	23,36	11,40	7,08	50	347,50	415,14	1072,80
25	25,13	12,72	8,34				

Temel Şekli	k_1	k_2
Şerit	1	0.5
Kare	1.3	0.4
Daire	1.3	0.3
Diktörtgen	$1 + 0.2 \frac{B}{L}$	$0.5 - 0.1 \frac{B}{L}$

Terzaghi modifiye taşıma gücü faktörleri



$$N_c = (N_q - 1) \frac{1}{\tan \phi}$$

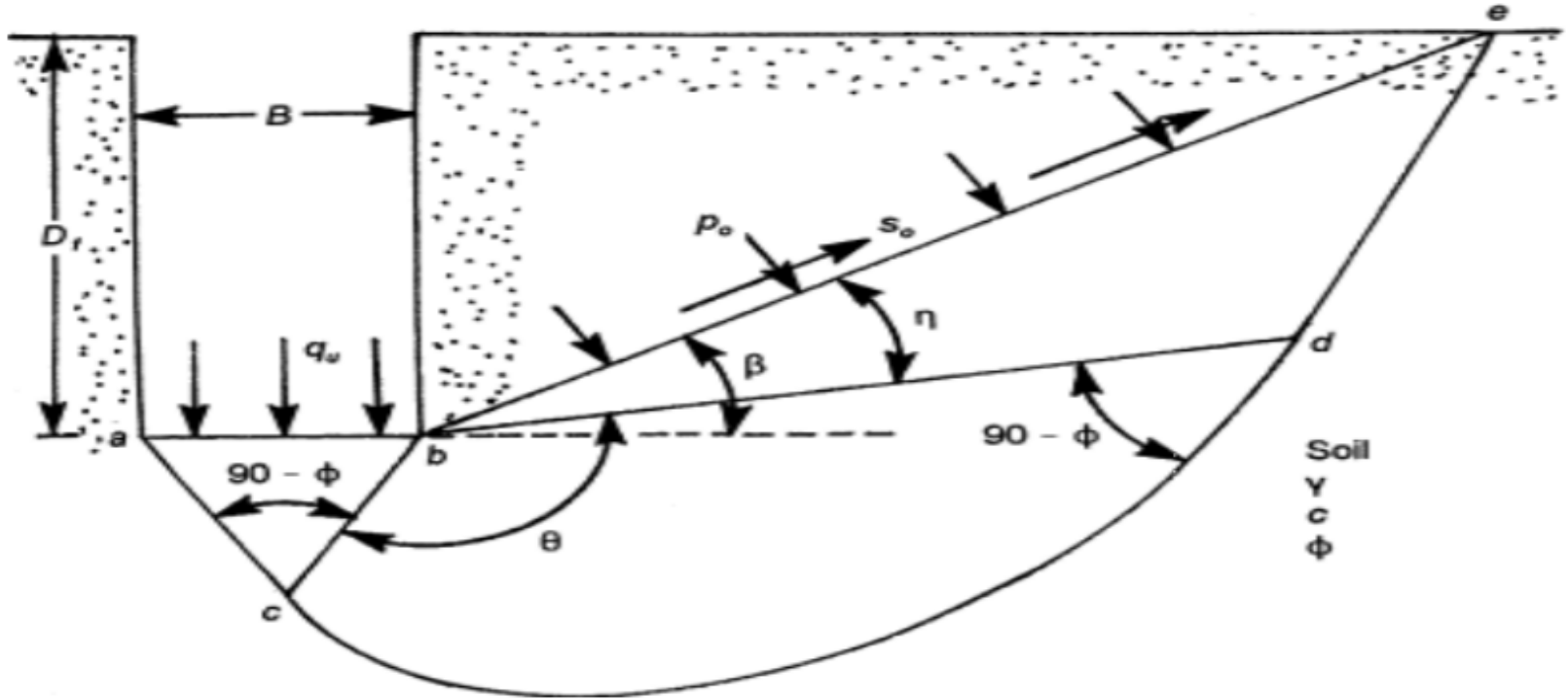
$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} * \frac{\phi}{2}\right) \tan \phi}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_\gamma = \frac{2(N_q + 1) \tan \phi}{1 + 0.4 \sin(4\phi)}$$

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Meyerhof 1951, 1963 Taşıma Gücü Kuramı

Meyerhof (1951, 1963), Terzaghi'nin hesaplamalarına benzer bir yaklaşımla, temellerin şekil ve derinlik faktörlerini de dikkate alarak bir taşıma gücü formülü geliştirmiştir



Meyerhof zemini **abc** ; **elestik zon**, **bcd** ; **radyal kayma zonu**, **bde** ; **karişım kayma zonu**, olmak üzere üç ana bölgeye ayırmıştır. Taşıma gücü faktörlerini de buna bağlı olarak tekrar hesaplamıştır.

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Meyerhof 1951, 1963 Taşıma Gücü Kuramı

Terzaghi yöntemine göre batık temellerde daha iyi sonuç verir. Temelin üzerinde kalan zemin, sadece yük oluşturmaz aynı zamanda dayanım da oluşturur. Daha gerçekçi ancak daha karmaşıktır.

$$\text{Düşey Yük; } q_u = cN_c s_c d_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$\text{Eğimli Yük; } q_u = cN_c s_c d_c i_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Burada;

c = Zeminin Kohezyon Dayanımı (kPa)

$\gamma D_f = q'$ = Temel seviyesinde örtü yükü-şürşarj etkisi (Efektif Gerilme (kPa))

B' = Temel Geniliği (Eksantrik ve eğimli yük durumunda Efektif Boyut) (m)

γ = Temel tabanı altındaki zeminin Birim Hacim Ağırlığı (kN/m³)

N_c ; N_q ; N_γ = Taşıma Gücü Katsayıları (Faktörleri) alttaki eşitliklerle hesaplanabilir veya Tablo'dan (Zeminin İçsel Sürtünme Açısı, ϕ ye bağlı olarak) alınabilir.

Bağıntıda ki diğer Boyutsuz Düzeltme Faktörleri-Katsayıları;

s = Şekil faktörlerini,

d = Derinlik faktörlerini,

i = Yükün düşeyden farklı etkimesini, yük eğim faktörünü,

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad N_c = (N_q - 1) \frac{1}{\tan \phi} \quad N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Meyerhof 1951, 1963 Taşıma Gücü Kuramı

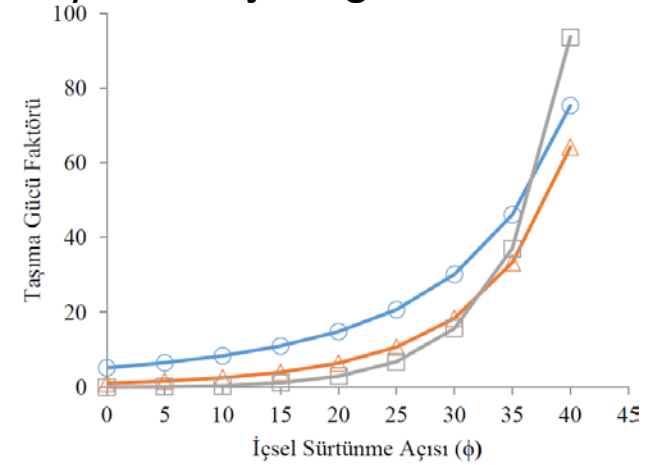
$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \frac{1}{\tan \phi}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5,14	1,00	0,00	17	12.34	4.77	3.53	34	42.16	29.44	41.06
1	5.38	1,09	0,07	18	13.10	5.26	4.04	35	46.12	33.30	48.03
2	5.63	1,20	0,15	19	13.93	5.80	4.68	36	50.59	37.75	56.31
3	5.90	1,31	0,24	20	14.83	6.40	5.39	37	55.63	42.92	66.19
4	6,19	1,43	0,34	21	15.82	7.07	6.20	38	61.35	48.93	78.03
5	6,49	1,57	0,45	22	16.88	7.82	7.13	39	67.87	55.96	92.25
6	6.81	1.72	0.57	23	18.05	8.66	8.20	40	75.31	64.20	109.41
7	7.16	1.88	0.71	24	19.32	9.60	9.44	41	83.86	73.90	130.22
8	7.53	2.06	0.86	25	20.72	10.66	10.88	42	93.71	85.38	155.55
9	7.92	2.25	1.03	26	22.25	11.85	12.54	43	105.11	99.02	186.54
10	8.35	2.47	1.22	27	23.94	13.20	14.47	44	118.37	115.31	224.64
11	8.80	2.71	1.44	28	25.80	14.72	16.72	45	133.88	134.88	271.76
12	9.28	2.97	1.69	29	27.86	16.44	19.34	46	152.10	158.51	330.35
13	9.81	3.26	1.97	30	30.14	18.40	22.40	47	173.64	187.21	403.67
14	10.37	3.59	2.29	31	32.67	20.63	25.99	48	199.26	222.31	496.01
15	10.98	3.91	2.65	32	35.49	23.18	30.22	49	229.93	265.51	613.16
16	11.63	4.34	3.06	33	38.64	26.09	35.19	50	266.89	319.07	762.89

Meyerhof taşıma gücü faktörleri

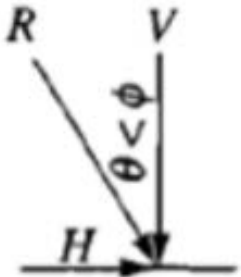


- N_c'
- N_q'
- N_γ'

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Meyerhof 1951, 1963 Taşıma Gücü Kuramı

Faktörler	Formüller
Şekil :	$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B}{L}$ <i>tüm ϕ'ler için</i>
	$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L}$ $\phi > 10^\circ$
	$s_q = s_\gamma = 1$ $\phi = 0$
Derinlik :	$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$ <i>tüm ϕ'ler için</i>
	$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$ $\phi > 10$
	$d_q = d_\gamma = 1$ $\phi = 0$
Eğim :	$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2$ <i>tüm ϕ'ler için</i>
	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$ $\phi > 0$
	$i_\gamma = 0$ $\theta > 0$ $\phi = 0$



Burada, L, temelin uzun kenar boyutunu, D, temel taban derinliğini temsil etmektedir.

K_p , pasif toprak basıncı katsayısı,

$$K_p = \tan^2 (45 + \Phi/2)$$

Ayrıca, θ açısı, bileşke yük R'nin düşeyle yaptığı açıdır. Bu açı değeri, 0 olduğunda Meyerhof formülünde kullanılan tüm yük eğim faktörleri 1 değerini almaktadır (Bowles, 1996)

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Brinch Hansen 1961, 1970 Taşıma Gücü Kuramı

Brinch Hansen'in formülü Meyerhof'un devamı niteliğindedir. Formüle temel tabanı ve zeminin eğimi faktörlerini eklemiştir.

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Burada;

c = Zeminin Kohezyon Dayanımı (kPa)

$\gamma D_f = q'$ = Temel seviyesinde örtü yükü-şürşarj etkisi (Efektif Gerilme (kPa))

B' = Temel Genişliği (Eksantrik ve eğimli yük durumunda Efektif Boyut) (m)

γ = Temel tabanı altındaki zeminin Birim Hacim Ağırlığı (kN/m³)

N_c ; N_q ; N_γ = Taşıma Gücü Katsayıları (Faktörleri) alttaki eşitliklerle hesaplanabilir veya Tablo'dan (Zeminin İçsel Sürtünme Açısı, ϕ ye bağlı olarak) alınabilir.

Bağıntıda ki diğer Boyutsuz Düzeltme Faktörleri-Katsayıları;

s = Şekil faktörlerini,

d = Derinlik faktörlerini,

i = Yükün düşeyden farklı etkimesini, yük eğim faktörünü,

b = Temel tabanının yatay olmadığı durum faktörünü,

g = Zeminin eğimli olma durumunu dikkate alan faktör.

Meyerhof'dan farklı

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} \quad N_c = (N_q - 1) \frac{1}{\tan \phi}$$

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \tan \phi$$

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

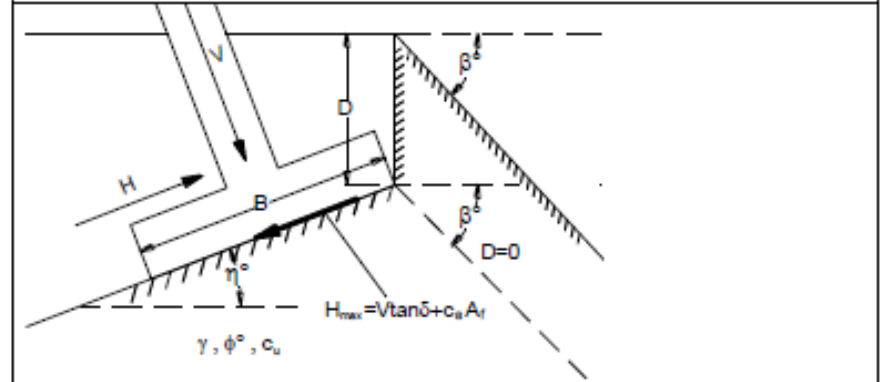
Brinch Hansen'in (1961) Taşıma Gücü Kuramı

Faktör	İlişki	Kaynak
Baçım veya Şekil (s)	$s'_c = 0.2 \left(\frac{B'}{L'} \right) \Rightarrow \phi^\circ = 0$ ve $s_c = 1 + \left(\frac{B' N_q}{L' N_c} \right) \Rightarrow \phi^\circ > 0$ $s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \sin \phi^\circ \Rightarrow (\phi^\circ \geq 0)$ $s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B'}{L'} \right) \geq 0.6$ *Sürekli Temellerde, (s) faktörleri 1' e eşittir.	De Beer(1970) Vesic (1973) Hansen(1970)
Derinlik (d)	$d'_c = 0.4(D/B) \Rightarrow \phi^\circ = 0$ için ($D/B \leq$ veya $>$) Şart (a) ; $D_f/B \leq 1$ $d_c = 1 + 0.4 \left(\frac{D}{B} \right)$ $d_q = 1 + 2 \tan \phi^\circ (1 - \sin \phi^\circ)^2 \left(\frac{D}{B} \right)$ $d_\gamma = 1$ Şart (b) ; $D_f/B > 1$ $*d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$ $*d_q = 1 + 2 \tan \phi^\circ (1 - \sin \phi^\circ)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$ $*d_\gamma = 1$	Hansen(1970) Meyerhof(1963) Vesic (1973)
(*) İlişkilerdeki, $\tan^{-1} \left(\frac{D}{B} \right)$ değeri RADYAN türünden alınacaktır. (B' ve L') = Efektif Genişlik ve Uzunluk		

Faktör	İlişki	Kaynak
Yük Eğimi (i)	$i'_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f c_a}} \Rightarrow (\phi^\circ = 0 \text{ şartlarında})$ $i_c = i_q - \left(\frac{1 - i_q}{N_q - 1} \right) \quad (\phi^\circ > 0 \text{ durumlarında})$ $i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f c_a \cot \phi^\circ} \right]^{\alpha_1}$ $2 \leq \alpha_1 \leq 5$ $i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - \frac{\eta^\circ}{450}) H_i}{V + A_f c_a \cot \phi^\circ} \right]^{\alpha_2}$ $2 \leq \alpha_2 \leq 5$ Burada; $H_i =$ Temele uygulanan Kesme veya Yatay Kuvvet (H_B veya $H_L =$ Kısa veya Uzun Kenar doğrultusundaki Yatay Kuvvet. $H_L > 0$ ise, Her ikisi de kullanılır. $V =$ Normal/Düşey Kuvvet $c_a =$ Taban Adezyonu ($0.6 \sim 1.0 c_u$) $c_u =$ Taban Kohezyonu $\phi^\circ =$ İçsel sürtünme açısı $A_f =$ Efektif Alan ($B' \times L'$) $B' =$ Efektif Temel genişliği $L' =$ Efektif Temel Uzunluğu $\eta^\circ =$ Temel taban eğimi	Hansen (1970)
Zemin Eğimi (g)	$g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi^\circ = 0 \text{ şartlarında})$ $g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi^\circ > 0 \text{ durumlarında})$ $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta^\circ)^5$	Hansen (1970)
Taban Eğimi (b)	$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi^\circ = 0 \text{ şartlarında})$ $b_c = 1.0 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi^\circ > 0 \text{ durumlarında})$ $b_q = \exp(-2.7 \eta \tan \phi^\circ)$ $b_\gamma = \exp(-2.7 \eta \tan \phi^\circ) \quad (\eta = \text{Radyan alınacak})$	Hansen (1970)

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Brinch Hansen'in (1961) Taşıma Gücü Kuramı



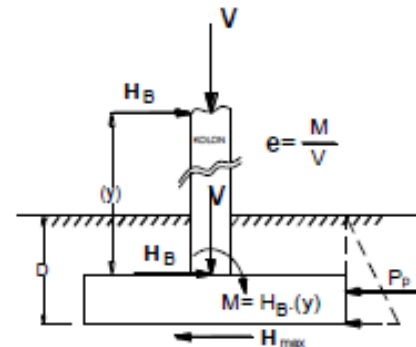
$$\begin{aligned} L/B \leq 2.0 &\Rightarrow \phi_{vr} \\ L/B > 2.0 &\Rightarrow \phi_{ps} = 1.5\phi_{vr} - 17^\circ \text{ veya} \\ &\phi_{ps} = 1.1(\phi_{vr}) \\ \phi_{vr} \leq 34^\circ &\Rightarrow \phi_{vr} = \phi_{ps} \end{aligned}$$

δ = Temel ve zemin arasındaki
Sürtünme açısı ($0.5\phi \leq \delta \leq \phi$)
 A_f = Efektif Alan ($B' \times L'$)
 c_u = Tabanın Adезyonu ($0.6 \sim 1.0c_u$)
 c_u = Taban Kohezyonu

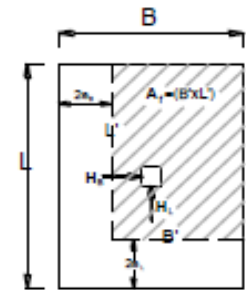
ϕ_{vr} = Üç Eksenli Test ile elde edilen İçsel Sürtünme Açısı değeri
 ϕ_{ps} = Direk Kesme Deneyi ile elde edilen İçsel Sürtünme Açısı değeri

Not: Üç eksenli test ile elde edilen İçsel Sürtünme Açısı, kesme kutusu deneyi ile elde edilen İçsel Sürtünme Açısına göre $1^\circ \sim 5^\circ$ daha küçük değer elde edilir. Bunun için bu değerlerin düzeltilmesi gerekir.

*Genellikle, $\phi_{vr} = 32^\circ \sim 35^\circ$ den daha büyük olmadıkça, düzeltmeye Gerek yoktur ve yapılan düzeltmelerde 5° den fazla fark olmamalı.



$$H_{max} + P_p \geq SF (H_B)$$



$$B' = B - 2e_B$$

$$L' = L - 2e_L$$

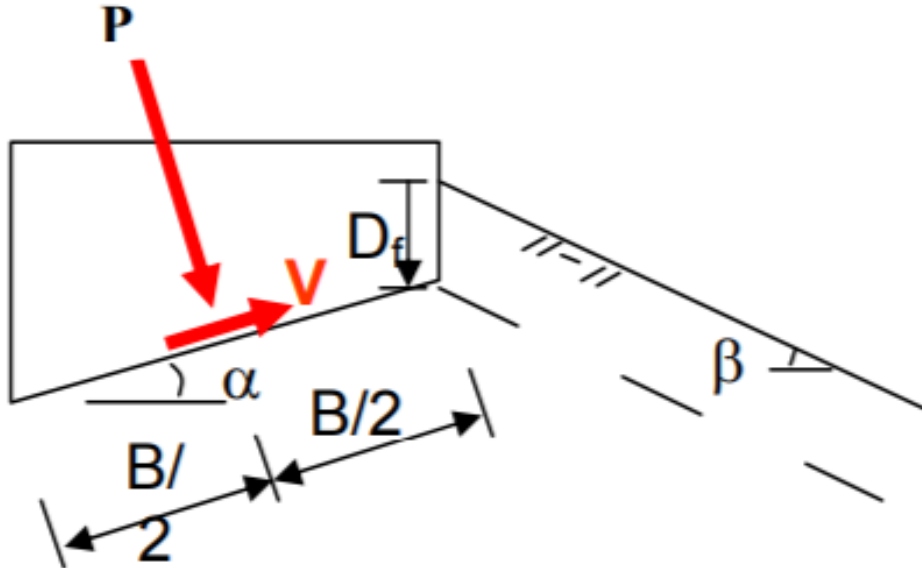
Bir önceki slaytta verilen eşitlikler ve denklemler, şekillerden faydalanılarak değerlendirilmektedir.

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Vesic'in (1973,1975) Taşıma Gücü Kuramı

Vesic kendisinden önce yapılan çalışmaları özetlemiştir. Formülü Brinch Hansen'in formülüne benzemektedir. Vesic (1973, 1975) taşıma gücü hesaplama yöntemi, Hansen (1961) tarafından geliştirilen yöntemle benzemektedir. İki yöntem arasındaki farklılıklardan biri, N_γ taşıma gücü faktörüdür. Vesic, b_i temel sapma faktörleri, g_i zemin eğim faktörleri ve i_i yük eğim faktörlerinin hesaplanmalarında da farklı yaklaşımlar geliştirmiştir.

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$



$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \frac{1}{\tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi$$

Meyerhorf'dan farklı

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Vesic'in (1973) Taşıma Gücü Kuramı

Şekil Faktörleri

$$s_c = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_q}{N_c}\right)$$
$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi'$$
$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L}\right)$$

Derinlik Faktörleri

$$k = \tan^{-1} \left(\frac{D}{B}\right)$$
$$d_c = 1 + 0.4k$$
$$d_q = 1 + 2k \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2$$
$$d_\gamma = 1$$

Eğim Faktörleri

$$i_c = 1 - \frac{mV}{L'B'cN_c} \geq 0$$
$$i_q = \left[1 - \frac{V}{P + \frac{L'B'c}{\tan \phi}} \right]^{m+1} \geq 0$$
$$i_\gamma = \left[1 - \frac{V}{P + \frac{L'B'c}{\tan \phi}} \right]^m \geq 0$$

Taban Eğim Faktörleri

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi)^2$$
$$b_c = 1 - \frac{2\alpha}{\pi + 2}$$

Zemin Eğim Faktörleri

$$g_c = 1 - \frac{2\beta}{\pi + 2}$$
$$g_q = g_\gamma = (1 - \tan \beta)^2$$

Yükün eğimi B yönünde olduğu zaman

$$m = \frac{2 + B/L}{1 + B/L} = m_B$$

Yükün eğimi L yönünde olduğu zaman

$$m = \frac{2 + L/B}{1 + L/B} = m_L$$

Yükün eğimi diğer yönlerde olduğu zaman

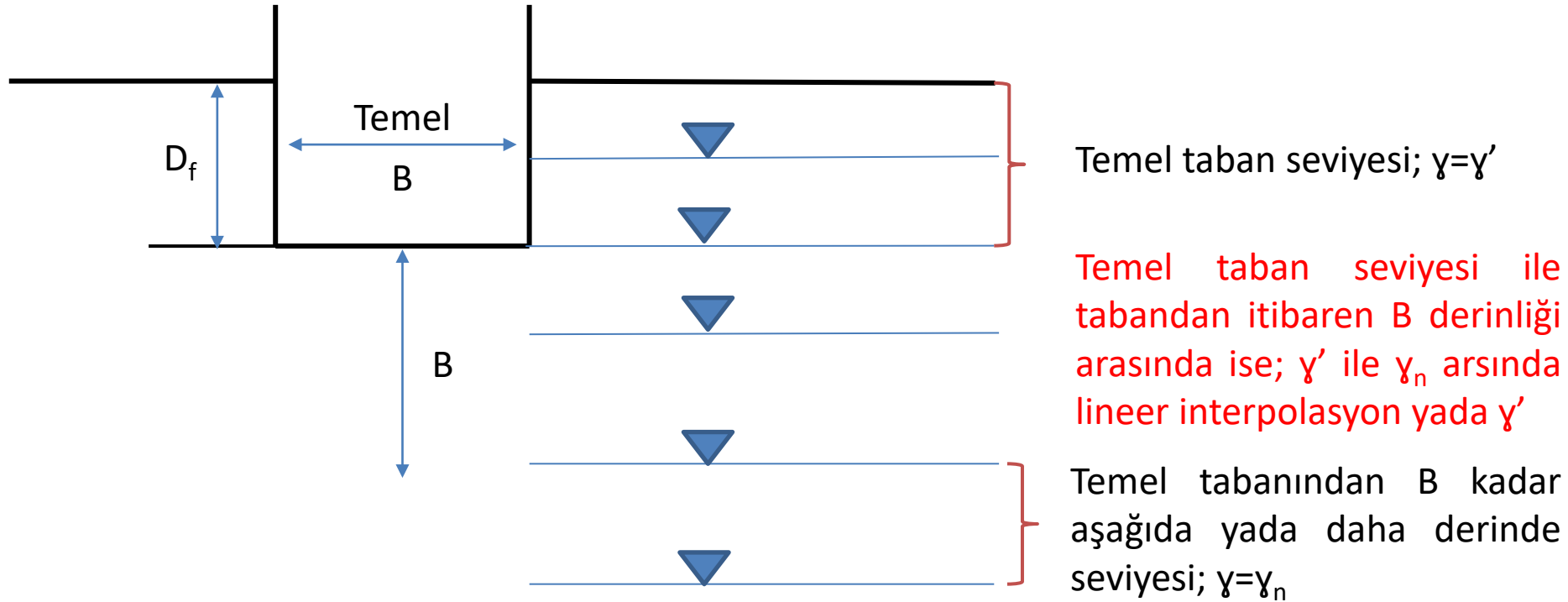
$$m = m_L \cos^2 \theta_n + m_B \sin^2 \theta_n$$

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Taşıma gücüne YASS'nin etkisi

YASS mevcut olması durumunda YASS düzeyine bağlı olarak zeminin b.h.a değeri değişecektir.

YASS altındaki zemin suya doymun olduğundan mukavemeti YASS üzerinde olan zemine kıyasla daha düşük olacaktır.



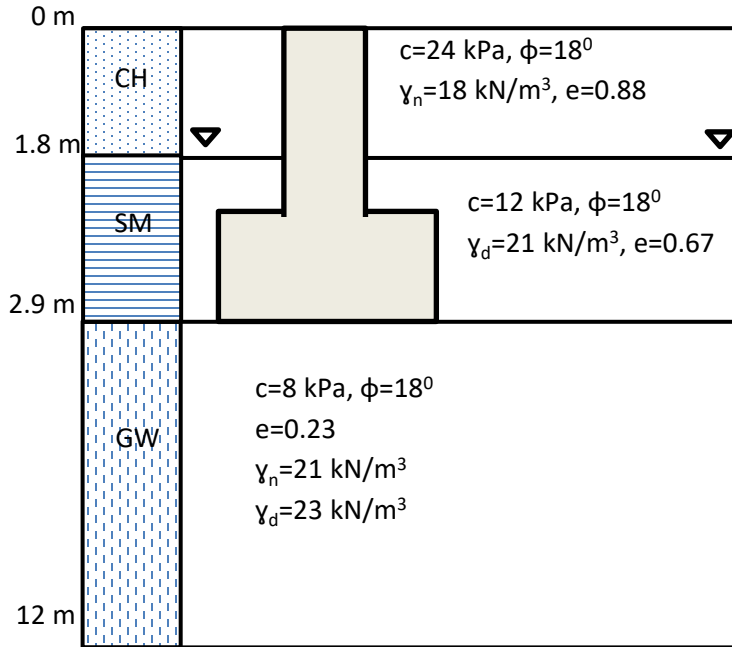
$$\gamma' = \text{batık birim hacim ağırlık} = \gamma' = \gamma_d - \gamma_{su}$$

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Terzaghi Taşıma Gücü Faktörleri

Tabakalı zeminlerde taşıma gücü

Tabakalı zeminlerde birim hacim ağırlık, kayma mukavemeti açısı ve kohezyon gibi zemin parametreleri derinlik boyunca değişmektedir. Yüzeyledeki kayma göçmeleri birden fazla tabakada görülebilir.



Bu konuda literatürde mevcut olan çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır.

*Yüzeylede gevşek veya yumuşak çok kalın bir zemin, altında sıkı veya sert zemin şeklinde bir zemin profili mevcutsa; **Göçme düzlemi tamamen üstteki zayıf zemin içinde kalacaktır;** Bu nedenle sınır taşıma gücü değeri bu tabakaya göre belirlenmelidir.

*Eğer üstte bulunan zayıf zemin tabakanın kalınlığı temel genişliği (B)'nden küçükse; **üst tabakada zımbalama meydana gelecektir.** Bununla birlikte alt tabakadaki zeminde de kayma göçmesi görülecektir.

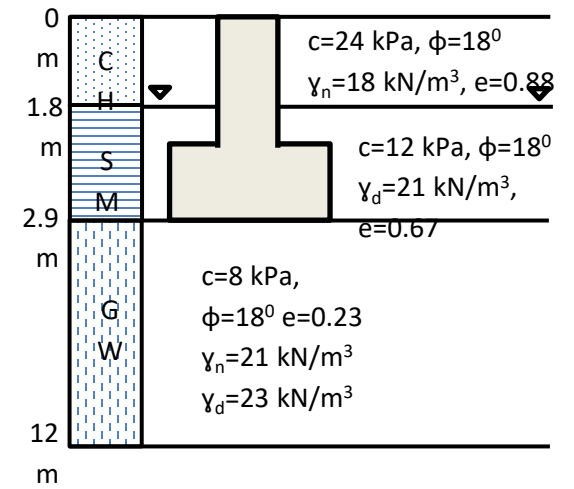
*Yüzeyledeki tabaka kalınlığı oldukça büyükse; **göçme mekanizması sadece üst tabakada kayma göçmesi şeklinde olacaktır.**

$$\gamma' = \text{batık birim hacim ağırlık} = \gamma' = \gamma_d - \gamma_{su}$$

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Tabakalı zeminlerde taşıma gücü

Görüş_1

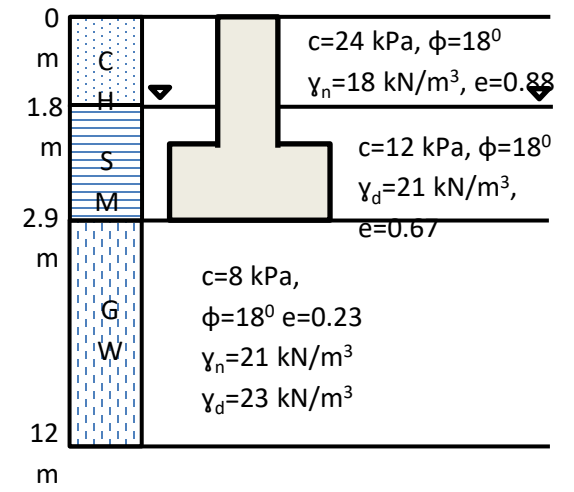


Temel tabanı ve tabandan aşağı bir B derinliği arasındaki bölgede **en düşük değerdeki c , ϕ ve γ değerlerini kullanarak taşıma gücü değerlendirilir.** Bu bölge taşıma gücü yenilmelerinin meydana geldiği bölgedir ve bu nedenle zemin parametrelerinin kullanılması gereken tek bölgedir. **Kaymanın bir kısmı daha sağlam tabakalarda meydana geldiği için bu yöntem güvenli tarafta kalmaktadır.**

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Tabakalı zeminlerde taşıma gücü

Görüş_2

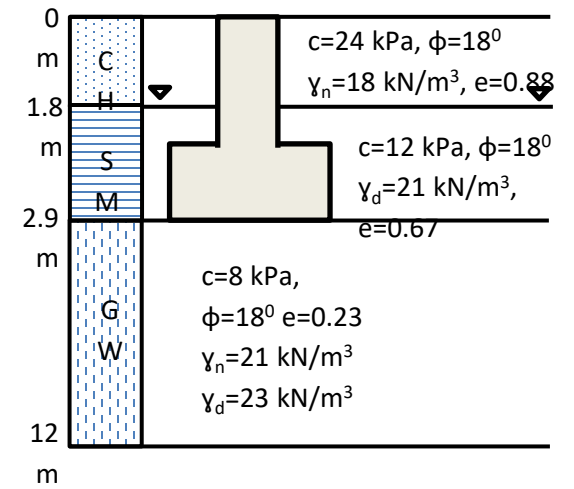


Temel tabanı ve tabandan aşağı bir B derinliği arasındaki bölgede her bir tabakanın göreceli kalınlıklarına bağlı olarak c , ϕ ve γ 'nın ağırlıklı ortalama değerleri bulunur ve bu değerlere göre taşıma gücü değeri hesaplanır.

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Tabakalı zeminlerde taşıma gücü

Görüş_3



Temel altında bir seri göçme yüzeyi göz önüne alınır ve *şev stabilitesi analizlerinde kullanılan yöntemlere benzer yöntemler kullanılarak her bir yüzey üzerindeki gerilmeler değerlendirilir. En düşük q_u değerine sahip yüzey kritik göçme yüzeyi olarak kabul edilir.*

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bölüm: 16.7. Temellerin Tasarımı İçin Genel Kurallar

Bu yönetmelikte, yüzeysel ve derin temellerin geoteknik tasarımı için taşıma gücü ilkesi esas alınmıştır. *Temel zeminin, olası göçme mekanizmalarına karşı gelen tasarım taşıma gücü'nün yeterliliği aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.*

$$E_t \leq R_t$$

Burada;

E_t statik ve depremi içeren yükleme durumlarına ilişkin tasarım etkileri'ni,

R_t ise ilgili göçme mekanizmasına karşı gelen tasarım dayanımı'nı ifade etmektedir

Temel zemininde oluşan etkiler; E_t , düşey yük etkileri ile birlikte depremde bina taşıyıcı sisteminden temele aktarılan kuvvetler esas alınarak hesaplanmaktadır.

Tasarıma esas aksenal kuvvet ve eğilme momenti, temel tabanında düşey doğrultudaki temel taşıma gücü ile karşılanmaktadır. Tasarıma esas yatay kesme kuvveti, zemin ile temel tabanı arasında sürtünme direnci ile birlikte temel yan yüzeyinde oluşan pasif toprak basıncının en çok %30 u dikkate alınarak karşılanmaktadır.

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bölüm: 16.7. Temellerin Tasarımı İçin Genel Kurallar

Tasarım dayanımları; R_t , statik ve deprem yükü içeren durumlara ilişkin karakteristik dayanım R_k 'nin dayanım katsayısı γ_R 'ye bölünmesi ile belirlenmektedir.

$$R_t = \frac{R_k}{\gamma_R}$$

Dayanım katsayısının γ_R , TBDY-2018 Deprem Yönetmeliğinde öngörülen değerleri temel türüne ve hesaplanan dayanıma göre aşağıdaki tablodan elde edilmektedir.

<i>Dayanım Türü</i>	<i>Dayanım Katsayısı Simgesi</i>	<i>Dayanım Katsayısı Değeri</i>
Temel Taşıma Gücü	γ_{Rv}	1.4
Sürtünme Direnci	γ_{Rh}	1.4
Pasif Direnç	γ_{RP}	1.4

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bölüm: 16.7. Temellerin Tasarımı İçin Genel Kurallar

Statik ve deprem etkisini içeren yükleme durumlarının her birinde aşağıdaki eşitsizlik sağlanacaktır:

$$q_0 \leq q_t$$

Burada

q_0 temel seviyesinde etkiyen düşey yük, kesme ve moment etkilerinin oluşturduğu temel taban basıncıdır.

q_t ise tasarım dayanımı R_t ' nin temel taşıma gücüne ilişkin karşılığıdır ve aşağıdaki denklem ile tanımlanır.

$$q_t = \frac{q_k}{\gamma_{Rv}}$$

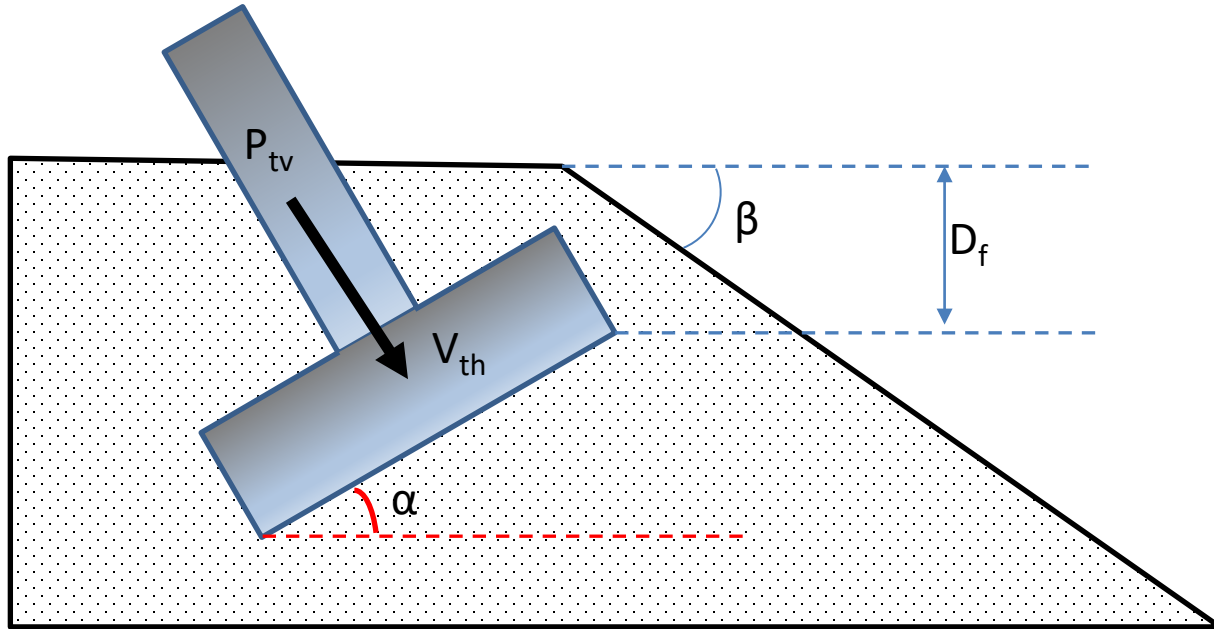
Temel taşıma gücünün karakteristik dayanımı q_k nin belirlenmesinde bir çok farklı yöntem olduğu (Tezahi, Meyerhorf, Hansen, Vesic) ders kapsamında ifade edildi. TBDY-2018 de Hansen yöntemindeki formül kullanılmaktadır.

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bölüm: 16.7. Temellerin Tasarımı İçin Genel Kurallar

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$



YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bölüm: 16.7. Temellerin Tasarımı İçin Genel Kurallar

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Burada;

A_c = Temel altında basınç gerilmelerinin oluşturduğu toplan alan

c = Zeminin Efektif Kohezyonu

D_f = Temel derinliği

B' =Temel Genişliği (Eksantrik ve eğimli yük durumunda Efektif Boyut)

L = Temel uzunluğu

γ = Temel tabanı altındaki zeminin Birim Hacim Ağırlığı (kN/m^3)

P_{tv} =temel tabanında etkiyen düşey basınç kuvveti (kN)

V_{th} =temel tabanında etkiyen tasarım yatay kuvveti (kN)

α = temel tabanı eğim açısı

β =Temel zemini eğim açısı

N_c ; N_q ; N_γ =Taşıma Gücü Katsayıları (Faktörleri) alttaki eşitliklerle hesaplanabilir veya Tablo'dan (Zeminin İçsel Sürtünme Açısı, ϕ ye bağlı olarak) alınabilir.

Bağıntıda ki diğer Boyutsuz Düzeltme Faktörleri-Katsayıları;

s = Şekil faktörlerini,

d = Derinlik faktörlerini,

i = Yükün düşeyden farklı etkimesini, yük eğim faktörünü,

b = Temel tabanının yatay olmadığı durum faktörünü,

g = Zeminin eğimli olma durumunu dikkate alan faktör.

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bölüm: 16.7. Temellerin Tasarımı İçin Genel Kurallar

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) \quad N_c = (N_q - 1) \frac{1}{\tan \phi} \quad N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi'$$

Temel şekil katsayıları; (s_c, s_q, s_γ) sürekli temellerde B/L çok küçüleceğinden bu durumda şekil faktörleri 1 alınabilir.

$$s_c = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \left(\frac{N_q}{N_c} \right) \quad s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi' \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

Derinlik katsayıları; (d_c, d_q, d_γ)

Sığ temellerde $\frac{D_f}{B} < 1$ için $k = \frac{D_f}{B}$ alınabilir.

Daha derin temellerde $\frac{D_f}{B} > 1$ ise $k = \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ olmak üzere

$$d_c = 1 + 0.4k \quad d_q = 1 + 2k \cdot \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 \quad d_\gamma = 1$$

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bölüm: 16.7. Temellerin Tasarımı İçin Genel Kurallar

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Yükleme Eğikliği Katsayıları; (i_c , i_q , i_γ) yükün temele dik etkimesi durumunda yük eğim faktörleri 1 olarak alınabilir.

B yönünde Eğimli Yükler için

$$m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

L yönünde Eğimli Yükler için

$$m = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

$$i_c = 1 - \frac{m \cdot V_{th}}{A \cdot c' \cdot N_c} \geq 0$$

$$i_q = \left[1 - \frac{V_{th}}{P_{th} + \frac{A_c \cdot c'}{\tan \phi'}} \right]^m \geq 0$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{V_{th}}{P_{th} + \frac{A_c \cdot c'}{\tan \phi'}} \right]^{m+1} \geq 0$$

YÜZEYSEL TEMELLERDE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bölüm: 16.7. Temellerin Tasarımı İçin Genel Kurallar

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Temel Zemini Eğimi Katsayıları; (g_c , g_q , g_γ) Şev kenarına yakın inşa edilen temelerde taşıma gücü daha düşük olmaktadır. Düz zeminde bu faktörler 1 olarak alınabilir.

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{1470}$$

$$g_q = [1 - \tan\beta]^2$$

$$g_\gamma = [1 - \tan\beta]^2$$

Temel Taban Eğimi Katsayıları; (b_c , b_q , b_γ) genelde temel tabanları yataydır ve bu durumda taban eğim faktörleri 1 olarak alınabilir.

$$b_c = 1 - \frac{\alpha}{1470}$$

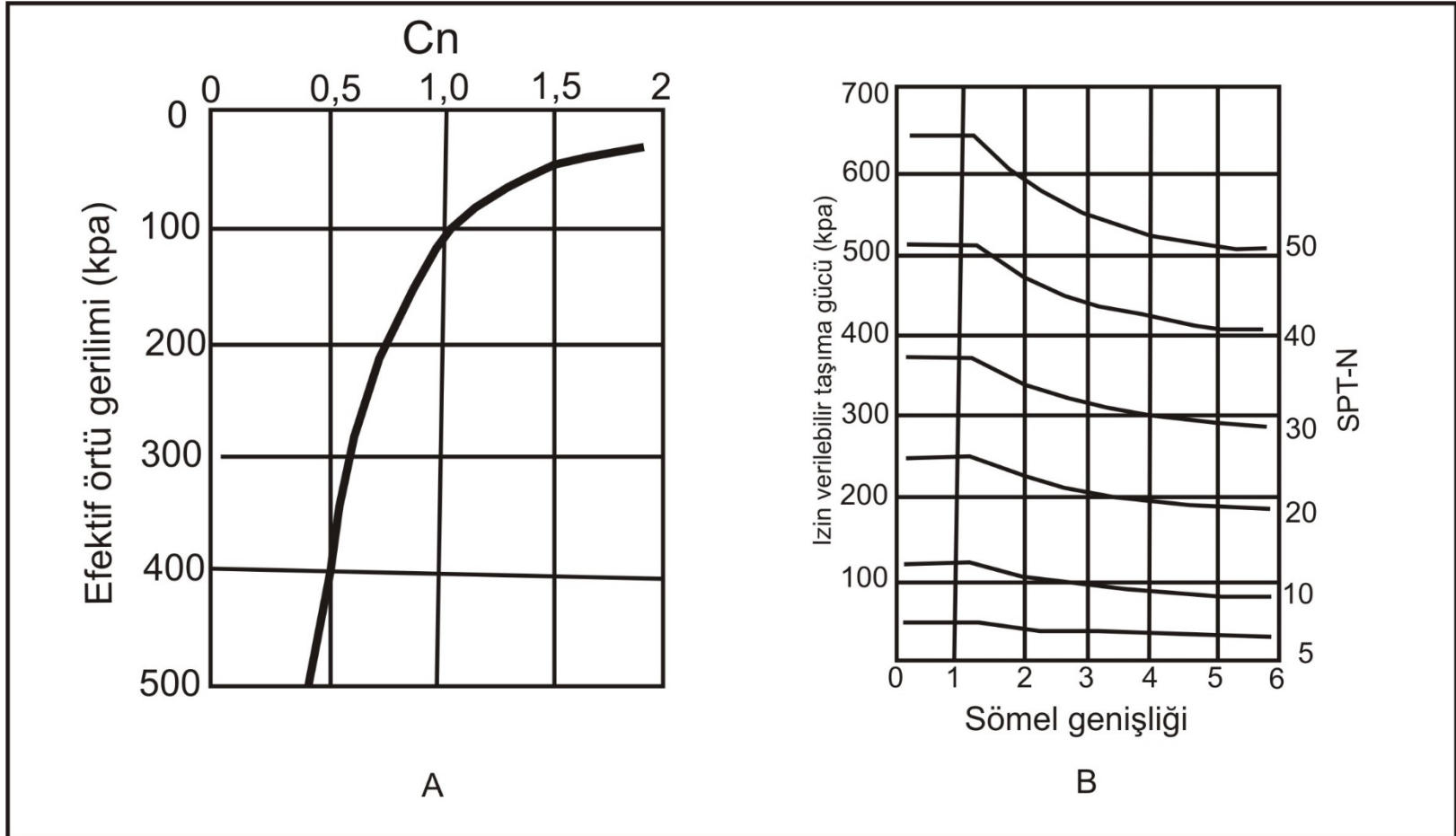
$$b_q = \left[1 - \frac{\alpha \cdot \tan\phi'}{570}\right]^2$$

$$b_\gamma = \left[1 - \frac{\alpha \cdot \tan\phi'}{570}\right]^2$$

ARAZİ DENEYLERİ İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

SPT Deneylerine Bağlı Olarak Taşıma Gücü Hesabı

SPT-N ve temel genişliği parametreleri ile oturma kavramını esas alan ampirik ilişkilerle ve efektif normal gerilmeden yola çıkılarak düzeltilmiş N değerine göre Tezaghi ve Peck 1967'nin önermiş olduğu abaklar vasıtasıyla q_c hesaplanabilir.



ARAZİ DENEYLERİ İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

SPT Deneylerine Bağlı Olarak Taşıma Gücü Hesabı

SPT deneylerine bağlı olarak emniyetli taşıma gücünün hesabı için en uygun denklemler Meyerhof (1974) tarafından verilmiştir. Meyerhof denklemleri ile temelin en fazla 25 mm. (2.5 cm.) oturmasına karşılık gelen emniyetli taşıma gücü değerleri bulunur. Meyerhof tarafından tekil temeller için emniyetli taşıma gücünü hesaplamaya yönelik olarak önerilen denklemler aşağıda verilmektedir:

$$q_a = 12 \cdot N \cdot K_d \quad B \leq 1.22 \text{ m. için}$$

$$q_a = 8 \cdot N \cdot \left(\frac{B + 0.305}{B} \right)^2 \cdot K_d \quad B > 1,22 \text{ m. için}$$

$$K_d = 1 + 0.33 \frac{D}{B} \leq 1.33$$

$q_a = 25 \text{ mm. oturma için emniyetli taşıma gücü (kN/m}^2\text{)}$

$N = \text{SPT darbe sayısı}$

$D = \text{Temel derinliği (m)}$

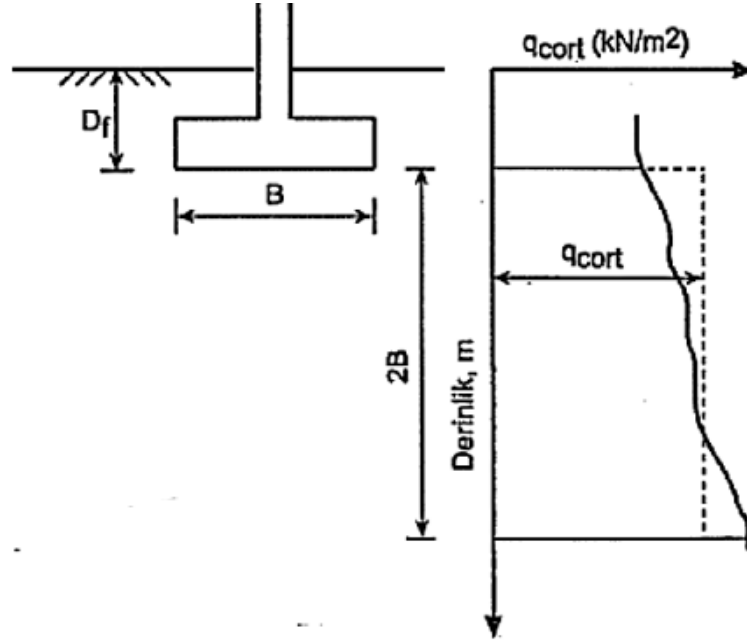
$B = \text{Temel genişliği (m)}$

ARAZİ DENEYLERİ İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

CPT Deneylerine Bağlı Olarak Taşıma Gücü Hesabı

Koni penetrasyon deneyi ile emin taşıma gücünün belirlenmesi için *L'Herminier (1953)* aşağıdaki basit bağıntıyı vermiştir;

$$q_{emin} = \frac{q_{cort}}{10}$$



q_{cort} ; Temel taban düzeyinden itibaren $2B$ derinliği için ortalama koni uç direnci q_{ort} , q_{emin} :
kN/m²

ARAZİ DENEYLERİ İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

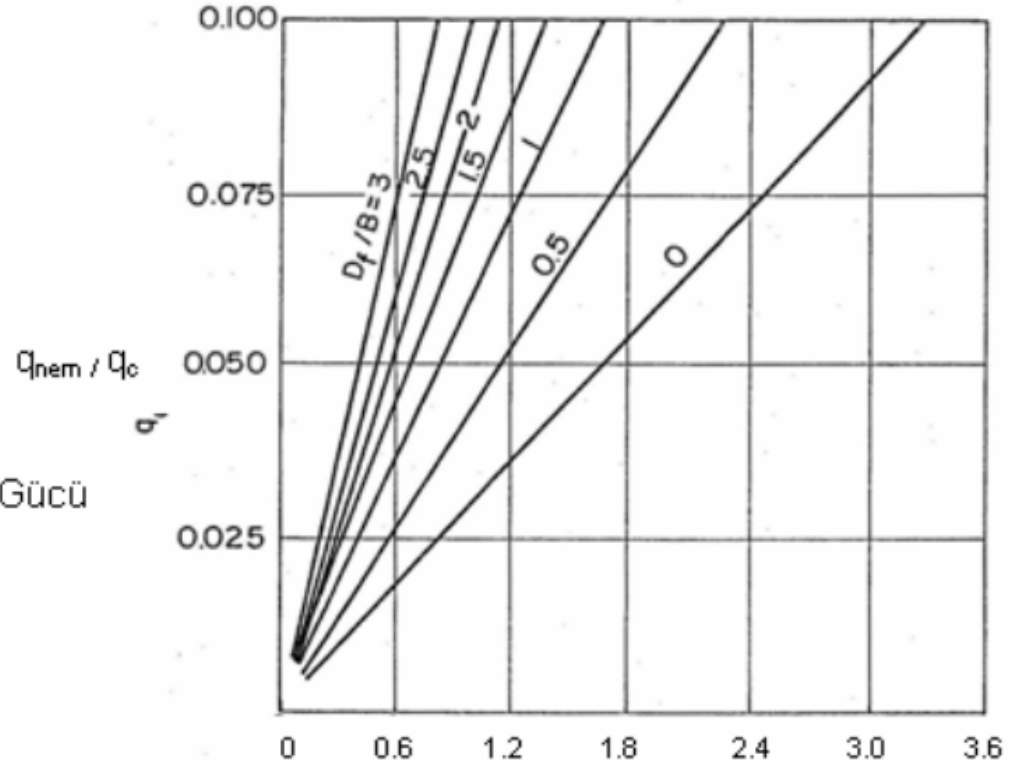
CPT Deneylerine Bağlı Olarak Taşıma Gücü Hesabı

Meyerhof (1956) zeminin emniyetli taşıma gücü q_{emin} ile koni k penetrasyon uç direnci q_c ; arasında aşağıdaki korelasyonu önermiştir.

$$q_{nem} = \frac{q_c B}{40} \left[1 + \frac{D_f}{B} \right] \text{ kN/m}^2$$

Denklemin Abak Formu

q_{nem} = Emniyetli Taşıma Gücü
 q_c = Koni Uç Direnci
 D_f = Temel Derinliği
 B = Temel Genişliği

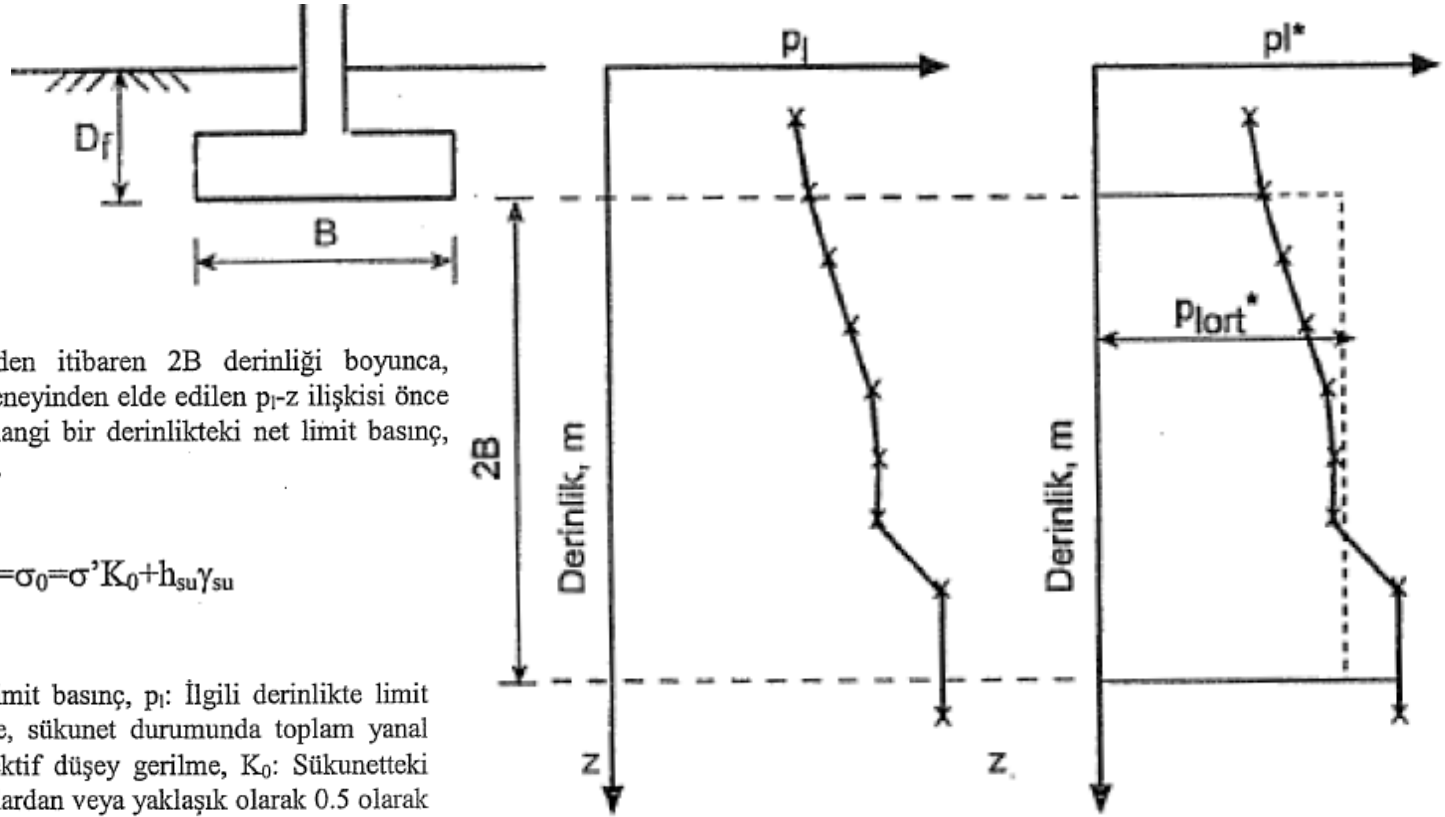


ARAZİ DENEYLERİ İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Presiyometre Deneylerine Bağlı Olarak Taşıma Gücü Hesabı

Presiyometre deneyi ile zeminin emin taşıma gücünün belirlenmesinde aşağıdaki basit bağıntı verilebilir (Baguelin vd. 1978)

$$q_{emin} = \frac{Pl_{ort}}{3}$$



p_{lort}^* : Temel taban düzeyinden itibaren $2B$ derinliği boyunca, ortalama net limit basıncı. PMT deneyinden elde edilen p_l - z ilişkisi önce p_l^* - z ilişkisine dönüştürülür. Herhangi bir derinlikteki net limit basıncı, p_l^* , aşağıdaki bağıntı ile elde edilir.

$$p_l^* = p_l - p_0, \quad p_0 = \sigma_0 = \sigma' K_0 + h_{su} \gamma_{su}$$

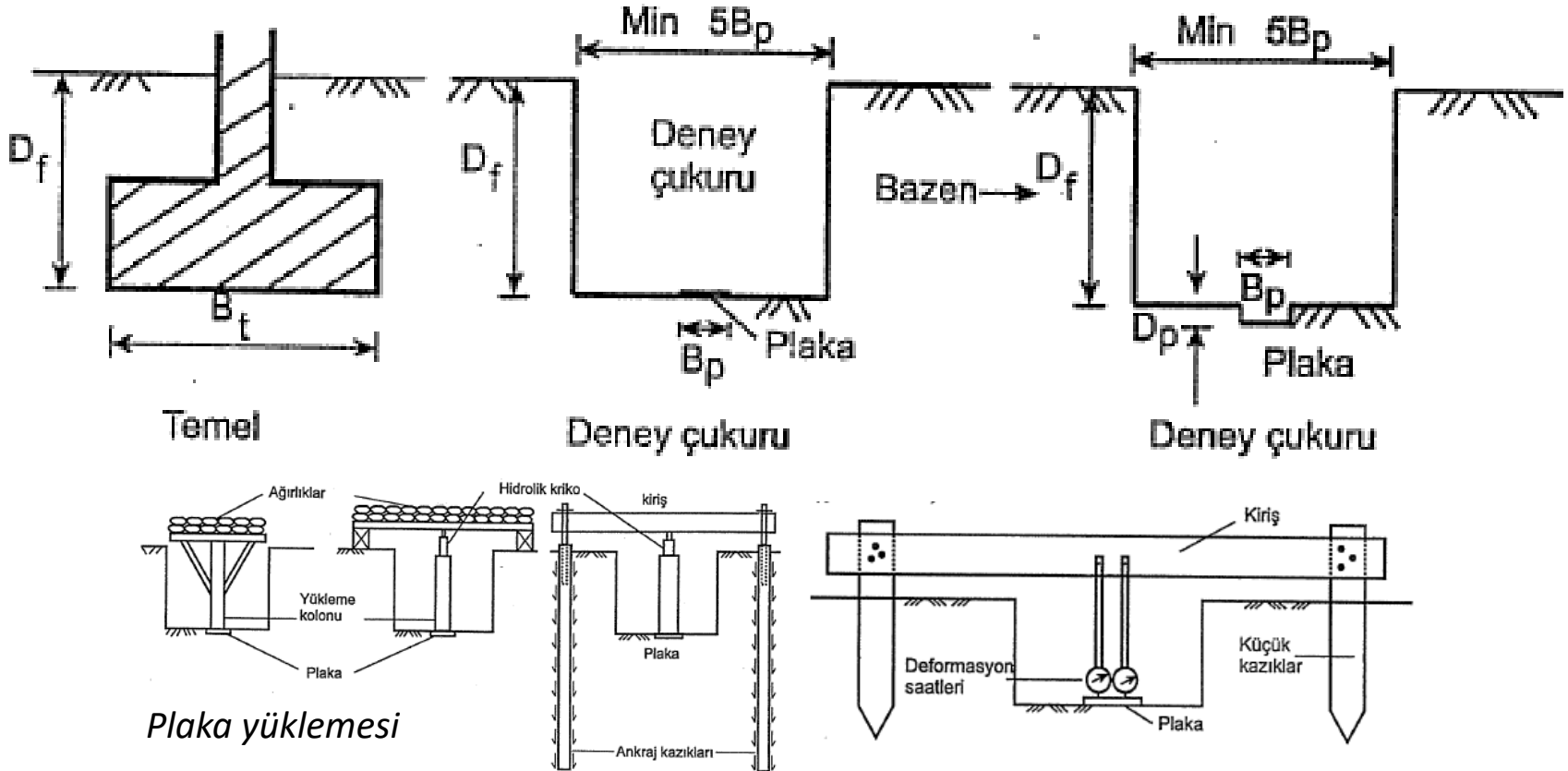
p_l^* : Düşünülen derinlikte net limit basıncı, p_l : İlgili derinlikte limit basıncı p_0 : İlgili deney derinliğinde, sükunet durumunda toplam yanıl basıncı, σ' : Deney derinliğinde efektif düşey gerilme, K_0 : Sükunetteki toprak basıncı katsayısı (İlgili tablolardan veya yaklaşık olarak 0.5 olarak alınabilir.), h_{su} : İlgili derinlikte su derinliği (Yüksekliği).

ARAZİ DENEYLERİ İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Plaka Yükleme Deneylerine Bağlı Olarak Taşıma Gücü Hesabı

Deney temel taban düzeyinde, kare veya daire biçimli çelik bir plakanın, adım adım yüklenmesi ve yükler altında plakanın oturmasının ölçülmesi olarak özetlenebilir.

Plakanın kenar uzunluğu veya çapı 0.3-0.7 m arasındadır. Kalınlığı en az 25 mm (Rijit) dir. Deney için açılan çukurun genişliği, plaka genişliğinin en az 5 katı olması gerekir. Böylece çukur derinliğinin deney sonuçları üzerine olan etkisi önlenmiş olur.



TABLolar YARDIMI İLE TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Temel altındaki taşıyıcı malzeme	Kıvamlılık	Müsaade edilebilir taşıma basıncı q_a (kN/m ²)	
		q_a aralığı	Taşıma için tavsiye edilen değer
Masif kristalize mağmatik ve metamorfik kayaç	Sert, sağlam kayaç	6000-10000	8000
Yapraklanmalı metamorfik kayaç (sağlam)	Orta, sert sağlam kayaç	3000-4000	3500
Tortul kayaç: sıkı çimentolu Şeyl, Kumtaşı, Silt taşı boşluksuz kireç taşı	Orta, sert sağlam kayaç	1500-2500	2000
Ayrılmış ve parçalanmış herhangi bir kayaç (şeyl gibi killi kayaçlar hariç) RQD < 25	Yumuşak kayaç	800-1200	1000
Sıkı şeyl veya sağlam şartlarda diğer killi kayaç	Yumuşak kayaç	800-1200	1000
İyi derecelenmiş ince ve iri taneli zemin karışımı (GW-GC, GC, SC)	Çok sıkı	800-1200	1000
Çakıl, çakıl kum karışımı iri çakıl ve çakıl karışımı (GW, GP, SW, SP)	Çok sıkı Orta sıkı-sıkı Gevşek	600-1000	700
		400-700	500
		200-600	300
İri orta taneli kum az çakıllı kum (SW, SP)	Çok sıkı Orta sıkı-sıkı Gevşek	400-600	400
		200-400	300
		100-300	150
İnce orta kum, siltli veya killi orta iri kum (SW, SM, SC)	Çok sıkı Orta sıkı-sıkı Gevşek	300-500	300
		200-400	200
		100-200	150
Homojen inorganik olmayan kil, kumlu veya siltli kil (CL, CH)	Çok katı-sert Orta katı-katı Yumuşak	300-600	400
		100-300	200
		50-100	50
Organik olmayan silt, kumlu veya killi silt	Çok katı-sert	200-400	300
		100-300	150
		50-100	50

Zemin cinsi	q_{emins} kN/m ²
Sağlam kayaç	> 1000
Sıkı çakıl Sıkı çakıl+kum } Orta sıkı çakıl Orta sıkı çakıl+kum } Sıkı kum	400- 600
Orta sıkı çakıl Orta sıkı çakıl+kum } Sıkı kum	200-400
Orta sıkı kum	> 300
Gevşek kum	100-300
Çok sert taşlı kil	< 100 sakıncalı
Sert kil	300-500
Orta sert kil	150-300
Yumuşak kil	75-150
	< 75 sakıncalı

Zemin Cinsi	V_p (m/sn)	V_s (m/sn)	Yoğunluk (gr/cm ³)	q_n (kg/cm ²)
Gabro	4500-6450	2250-3420	2.7-3.5	123.5-225.8
Bazalt	4500-6400	2250-3200	2.7-3.3	121.5-211.2
Diyorit	4500-5760	2250-3060	2.72-2.99	122.4-172.2
Granit	3300-5640	1750-2870	2.5-2.81	82.5-158.4
Şist	3200-5200	1454-2363	2.4-2.9	76.8-150.8
Kireçtaşı	1200-5970	600-2880	1.74-2.9	20.8-173.1
Çamurtaşı	600-1900	300-700	1.6-2.4	9.6-45.6
Sel çakılı	900-2200	250-600	1.8-2.2	16.2-48.4
Çakıl, kuru kum	500-1000	200-300	1.4-2.3	7-23
Gevşek kum	600-1800	150-500	1.3-1.8	7.8-32.4
Alüvyon çakılı	400-1900	100-430	1.5-2.4	6-45.6
Sel kili	500-1800	100-350	1.3-1.8	6.5-32.4
Balçık zemin	100-600	50-200	1.2-1.8	1.2-10.8
Alüvyon kili	300-600	70-130	1.4-2	4.2-12













SAYISAL UYGULAMALAR

SORU 1

Şekildeki temel inşaatı için yapılan araştırma çukurlarından alınan zemin numuneleri üzerinde yapılan deneylerden elde edilen veriler tablodaki gibidir. Yapı için 1.5 m derinliğinde 15m*20m boyutlarında radye temel planlanmaktadır. Zemin taşıma gücünü farklı taşıma gücü teorileri ve TBDY-2018 e göre hesaplayınız.



Araştırma Çukuru	Zemin Sınıfı	γ_n (kN/m ³)	LL (%)	PL (%)	IP (%)	w_n (%)	C (kN/m ²)	ϕ (°)
AÇ-1	CH	18.4	55	25	30	17	52	4
AÇ-2	CH	18.8	67	31	36	15	49	6
AÇ-3	CH	18.3	83	22	61	17	51	8
Ortalama		18.5				16	50	6

SAYISAL UYGULAMALAR

CEVAP Terzaghi taşıma gücü kuramına göre çözüm

$$q_u = k_1 * c * N_c + \gamma_1 * D_f * N_q + k_2 * \gamma_2 * B * N_\gamma$$

İçsel sürtünme açısı 6° olarak alındığında

N_c : 7.73, N_q : 1.81 ve N_γ : 0.20 **Terzaghi tablosundan bulunur**

Temel Şekli	k_1	k_2
Şerit	1	0.5
Kare	1.3	0.4
Daire	1.3	0.3
Diktörtgen	$1 + 0.2 \frac{B}{L}$	$0.5 - 0.1 \frac{B}{L}$

$$k_1 = 1 + 0.2 \frac{15}{20} = 1.15$$

$$k_2 = 0.5 - 0.1 \frac{15}{20} = 0.425$$

$$q_u = 1.15 * 50kN/m^2 * 7.73 + 18.5kN/m^3 * 1.5m * 1.81 + 0.425 * 18.5kN/m^3 * 15m * 0.20$$

$$q_u = 444.475kN/m^2 + 50.23kN/m^2 + 23.58kN/m^2$$

$$q_u = 518.29kN/m^2$$

Güvenlik Faktörünü 2.5 alalım.

$$q_{emin} = \frac{q_u}{G_s} = \frac{518.29}{2.5} = 207.316kN/m^2$$

SAYISAL UYGULAMALAR

CEVAP TBDY-2018'e göre çözüm

$$q_k = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) = 1.71$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi' = (N_q - 1) \frac{1}{\tan \phi} = 6.75$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi' = 0.149$$

Temel şekil katsayıları; (s_c, s_q, s_γ) sürekli temelerde B/L çok küçüleceğinden bu durumda şekil faktörleri 1 alınabilir.

$$s_c = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \left(\frac{N_q}{N_c} \right) = 1 + \left(\frac{15}{20} \right) \left(\frac{1.71}{6.75} \right) = 1.19$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi' = 1 + \left(\frac{15}{20} \right) \tan 6 = 1.078$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right) = 1 - 0.4 \left(\frac{15}{20} \right) = 0.7$$

SAYISAL UYGULAMALAR

CEVAP TBDY-2018'e göre çözüm

$$q_k = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Derinlik katsayıları; (d_c, d_q, d_γ)

Sığ temellerde $\frac{D_f}{B} < 1$ için $k = \frac{D_f}{B}$ alınabilir.

Daha derin temellerde $\frac{D_f}{B} > 1$ ise $k = \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ olmak üzere

$$k = \frac{D_f}{B} \Rightarrow k = \frac{1.5}{15} = 0.1$$

$$d_c = 1 + 0.4.k \Rightarrow d_c = 1 + 0.4 * 0.1 = 1.04$$

$$d_q = 1 + 2k.tan\phi'(1 - \sin\phi')^2 \Rightarrow d_q = 1 + 2 * 0.1 * \tan 6 (1 - \sin 6)^2 = 1.016$$

$$d_\gamma = 1$$

SAYISAL UYGULAMALAR

CEVAP TBDY-2018'e göre çözüm

$$q_k = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Yükleme Eğikliği Katsayıları; (i_c, i_q, i_γ) yükün temele dik etkimesi durumunda yük eğim faktörleri 1 olarak alınabilir.

$$i_c = 1, \quad i_q = 1, \quad i_\gamma = 1$$

Temel Zemini Eğimi Katsayıları; (g_c, g_q, g_γ) Şev kenarına yakın inşa edilen temelerde taşıma gücü daha düşük olmaktadır. Düz zeminde bu faktörler 1 olarak alınabilir.

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{1470} = 1$$

$$g_q = [1 - \tan\beta]^2 = 1$$

$$g_\gamma = [1 - \tan\beta]^2 = 1$$

Temel Taban Eğimi Katsayıları; (b_c, b_q, b_γ) genelde temel tabanları yataydır ve bu durumda taban eğim faktörleri 1 olarak alınabilir.

$$b_c = 1 - \frac{\alpha}{1470} = 1$$

$$b_q = \left[1 - \frac{\alpha \cdot \tan\phi'}{570} \right]^2 = 1$$

$$b_\gamma = \left[1 - \frac{\alpha \cdot \tan\phi'}{570} \right]^2 = 1$$

SAYISAL UYGULAMALAR

CEVAP TBDY-2018'e göre çözüm

$$q_k = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

$$q_k = (50 * 6.75 * 1.19 * 1.04 * 1 * 1 * 1) + (18.5 * 1.5) * (1.75 * 1.078 * 1.016 * 1 * 1 * 1) + (0.5 * 18.5 * 15 * 0.149 * 0.7 * 1 * 1 * 1 * 1)$$

$$q_k = (417) * (53.18) + 14.47 = 484.65 \text{ kN/m}^2$$

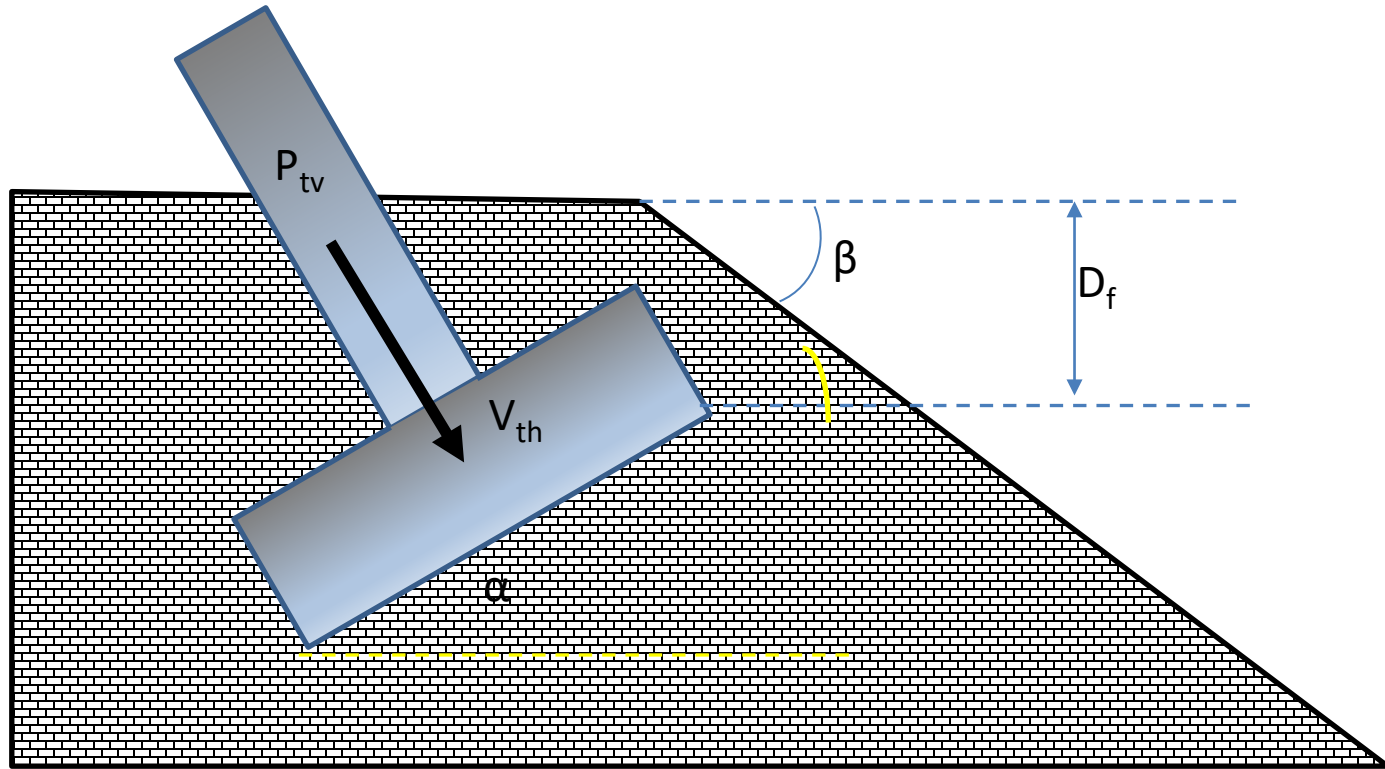
Temel taşıma gücü dayanım katsayısı ilgili tablodan 1.4 alınır.

$$q_t = \frac{q_k}{\gamma_{Rv}} = \frac{484.65}{1.4} = 346.178 \text{ kN/m}^2$$

SAYISAL UYGULAMALAR

ÖDEV

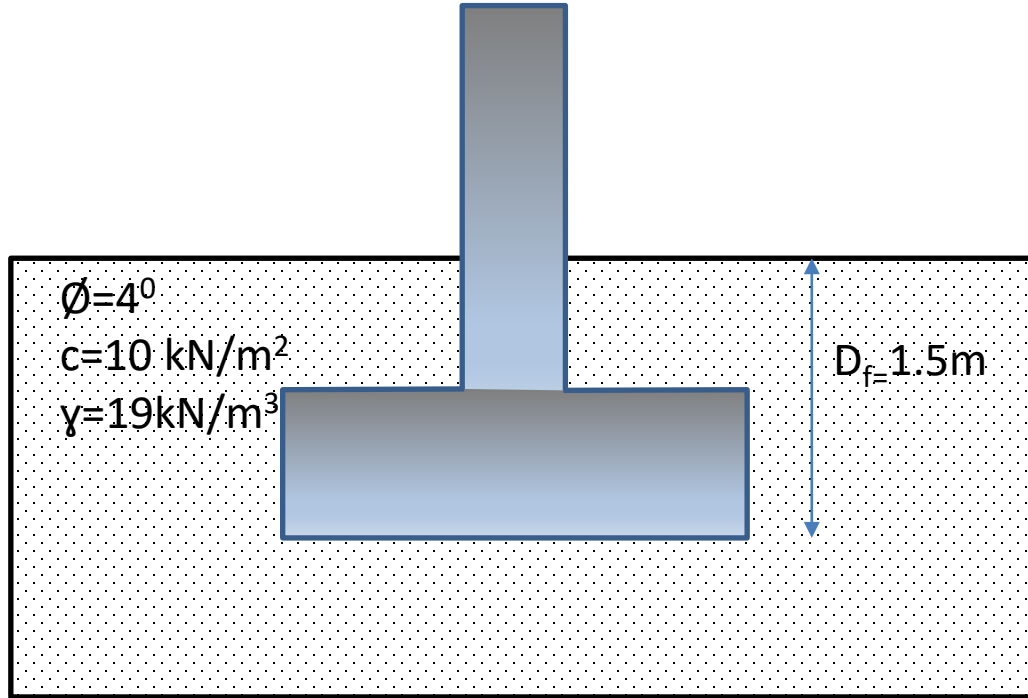
Söz konusu temelin taban eğiminin 25° ve temel zemin eğiminin 30° olduğunu göz önünde bulundurarak temel zemini için taşıma gücünü TBDY-2018'e göre hesaplayınız.



SAYISAL UYGULAMALAR

SORU 2

Yeraltı suyunun bulunmadığı şekildeki gibi bir zemin ortamına inşa edilecek yapının temel boyutları 10m*10m yapının tasarımında kullanılması açısından zemin taşıma gücünü hesaplayınız.



SAYISAL UYGULAMALAR

CEVAP TBDY-2018'e göre çözüm

$$q_k = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) = 23.18$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi' = (N_q - 1) \frac{1}{\tan \phi} = 35.49$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi' = 27.72$$

Temel şekil katsayıları; (s_c , s_q , s_γ) sürekli temellerde B/L çok küçüleceğinden bu durumda şekil faktörleri 1 alınabilir.

$$s_c = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \left(\frac{N_q}{N_c} \right) = 1 + \left(\frac{10}{10} \right) \left(\frac{23.18}{35.49} \right) = 1.653$$

$$s_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi' = 1 + \left(\frac{10}{10} \right) \tan 32 = 1.624$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right) = 1 - 0.4 \left(\frac{10}{10} \right) = 0.6$$

SAYISAL UYGULAMALAR

CEVAP TBDY-2018'e göre çözüm

$$q_k = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5\gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Derinlik katsayıları; (d_c , d_q , d_γ)

Sığ temellerde $\frac{D_f}{B} < 1$ için $k = \frac{D_f}{B}$ alınabilir.

Daha derin temellerde $\frac{D_f}{B} > 1$ ise $k = \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ olmak üzere

$$k = \frac{D_f}{B} \Rightarrow k = \frac{1.5}{10} = \mathbf{0.15}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k \Rightarrow d_c = 1 + 0.4 * 0.15 = \mathbf{1.06}$$

$$d_q = 1 + 2k \cdot \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2 \Rightarrow d_q = 1 + 2 * 0.1 * \tan 32 (1 - \sin 32)^2 = \mathbf{1.027}$$

$$d_\gamma = \mathbf{1}$$

SAYISAL UYGULAMALAR

CEVAP TBDY-2018'e göre çözüm

$$q_k = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Yükleme Eğikliği Katsayıları; (i_c, i_q, i_γ) yükün temele dik etkimesi durumunda yük eğim faktörleri 1 olarak alınabilir.

$$i_c = 1, \quad i_q = 1, \quad i_\gamma = 1$$

Temel Zemini Eğimi Katsayıları; (g_c, g_q, g_γ) Şev kenarına yakın inşa edilen temelerde taşıma gücü daha düşük olmaktadır. Düz zeminde bu faktörler 1 olarak alınabilir.

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{1470} = 1$$

$$g_q = [1 - \tan\beta]^2 = 1$$

$$g_\gamma = [1 - \tan\beta]^2 = 1$$

Temel Taban Eğimi Katsayıları; (b_c, b_q, b_γ) genelde temel tabanları yataydır ve bu durumda taban eğim faktörleri 1 olarak alınabilir.

$$b_c = 1 - \frac{\alpha}{1470} = 1$$

$$b_q = \left[1 - \frac{\alpha \cdot \tan\phi'}{570} \right]^2 = 1$$

$$b_\gamma = \left[1 - \frac{\alpha \cdot \tan\phi'}{570} \right]^2 = 1$$

SAYISAL UYGULAMALAR

CEVAP TBDY-2018'e göre çözüm

$$q_k = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + (\gamma D_f) N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

$$q_k = (10 * 35.49 * 1.653 * 1.06 * 1 * 1 * 1) + (19 * 1.5) * (23.18 * 1.624 * 1.027 * 1 * 1 * 1) + (0.5 * 19 * 10 * 27.72 * 0.6 * 1 * 1 * 1 * 1)$$

$$q_k = (621.84) * (1101.83) + (1580.04) = 3303.68 \text{ kN/m}^2$$

Temel taşıma gücü dayanım katsayısı ilgili tablodan 1.4 alınır.

$$q_t = \frac{q_k}{\gamma_{Rv}} = \frac{3303.68}{1.4} = 2359.79 \text{ kN/m}^2$$