Bölüm 5
Zeminlerin Mühendislik Özellikleri

5.1. GİRİŞ

Zemin (ayrışmış kaya) insanlığın en eski ve belki de en karmaşık mühendislik malzemesidir. Doğanın denge durumundaki yapısına müdahale edildiği zaman, diğer deyişle zeminin ilave yük altına girmesi ya da kazılması durumunda, bu malzemelerin mühendislik davranışının belirlenmesi gereklidir. Zeminlerin fiziksel ve indeks özellikleri, gerilme-deformasyon ilişkileri, geçirimlilik özelliği, direnç parametreleri, taşıma gücü, stabilitesi ve jeolojik özellikleri mühendislik amaçlı çalışmalarda büyük önem taşımaktadır.

ZEMİN KAVRAMI

Zemin

Kayaçların ayrışması sonucunda oluşan ayrık taneli malzemelere zemin denir. **Kohezyonsuz zeminlerin** en önemli özellikleri dane boyutları ve granülometrileridir. Bununla birlikte bu tür zeminler kohezyonlu zeminlere göre çok daha fazla geçirgendirler. Eğer iyi derecelenmiş ve relatif sıkılıkları yüksek ise kohezyonsuz zeminler (teorikte kum), kayma dirençlerinin yüksekliği ve sıkışma özelliklerinin küçüklüğü nedeniyle duraylılık yönünden sağlam bir temel oluştururlar. **Kohezyonlu zeminlerde** (teorikte kil) karşılaşılan mühendislik sorunları ise, bu tür zeminlerin geçirgenliklerinin düşük olması nedeniyle, uzun süreli bir karakter gösterirler.

5.2. Zemin Deneyleri

Zeminlerin taşıma gücü, sıvılaşma özellikleri, sınıflandırılması, şişme potansiyeli gibi bir çok özelliği zeminlerden alınmış örnekler üzerinde yapılan bir dizi laboratuvar deneyi ile tespit edilebilmektedir.

Laboratuvar Deneyi	Zemin Özellikleri	Elde Edilen Parametreler	Sonuç
Kesme kutusu (Drenajlı, drenajsız, konsolidasyonlu, konsolidasyonsuz)	Konsolidasyonlu zeminler (taşıma gücü için konsolidasyonsuz, drenajsız deney)	Kohezyon ve içsel sürtünme açısı	Taşıma gücü
Serbest basınç	Kendi kendini dik olarak ayakta tutabilecek killi zeminler	İçsel sürtünme açısı "0" ve $C_u = q_u / 2$	Taşıma gücü
Kıvam limitleri	Killi ve siltli zeminler	LL, PL, PI ve kıvam indisi	Şişme potansiyeli, yaklaşık taşıma gücü
Kanatlı kesici (Veyn) deneyi	Yumuşak ve plastik killerde	Kohezyon	Taşıma gücü
Pressiyometre deneyi	Her türlü zeminde (iri blok içeren zeminlerde yanıltıcı sonuçlar verebilir)	PI, kohezyon, içsel sürtünme açısı	Taşıma gücü, oturma miktarı
Penetrasyon deneyi	Killi ve siltli zeminler (çakıl ve kum olmamalı)	SPT (N)	Taşıma gücü
Granülometrik analiz	Her türlü zeminde	Zemin sınıfı ve tane dağılımı	Sıvılaşma
Konsolidasyon deneyi	Bozulmamış örnek üzerinde	Sıkışma ve konsolidasyon katsayısı	Zamana bağlı oturma
Plaka yükleme deneyi	Yumuşak zeminlerde	Çökme-basınç eğrisi	Yük altında zemin davranışı

ARAZİ DENEYLERİ

Mühendislik jeolojisinde, zemin numunelerini çeşitli şekillerde almak mümkündür. İnce daneli zeminlerde, gerilme durumunun değişmesi yüzünden numune örseleneceğinden ve numune alma işlemi sırasında numune fiziksel etkiye maruz kalacağından, alınan numunelerin tamamen örselenmemiş olmadığı bilinmektedir. Ayrık daneli zeminlerde ise örselenmemiş numune alma oldukça zor ve pahalı bir işlemdir. Bu nedenlerden dolayı, zemin özelliklerinin, ***yerinde arazi deneyleri*** ile belirlenmesi tercih edilir.

STANDART PENETRASYON DENEYİ (SPT)

AMAÇ

İnce taneli zeminlerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve taşıma gücünün belirlenmesi

DENEYİN UYGULANIŞI

Deney önceden açılmış bir sondaj kuyusundan yapılan bir arazi deneyidir. . Bunun için 76 cm yükseklikten serbestçe düşen 63,5 kg ağırlığında bir tokmak kullanılır. Sonda, önce 15 cm çakılarak kuyu tabanındaki örselenmiş derinlik geçilir, sonra 30 cm çakılır ilk 15 cm'sinden sonra, sondanın 60 cm çakılması için gerekli vuruş sayısına 'standart penetrasyon direnci' denir. Deney.çakıllı ve çok sert zeminler için uygun değildir. Kum,ince çakıl,şilt ve kil için uygundur.

PRESİYOMETRE DENEYİ (PT)

AMAÇ

Presiyometre deneyi zeminin yük/deformasyon parametrelerinin belirlendiği bir arazi (in-situ) deneyidir

DENEYİN UYGULANIŞI

Deney basit anlamda genişleyebilir silindirik bir probun önceden delinmiş bir kuyuya indirilerek şişirilmesi ve bu esnada prob içerisindeki basınç ve hacim değişikliklerinin ölçülmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir.

Menard Presiyometre deneyi ile her bir deney seviyesinde elde edilen yük/deformasyon grafiklerinden zeminin temel mekanik özellikleri; deformasyon (presiyometre) modülü, E ve limit basınç değeri Pl belirlenmektedir.

KONİK PENETRASYON DENEYİ (CPT)

AMAÇ

Deney verileri ile zemin tabakaları hassas bir şekilde tanımlanmakta zemine ait efektif gerilme, kayma mukavemeti, içsel sürtünme açısı, izafi sıkılık, konsolidasyon katsayısı vs.) belirlenebilmektedir.

DENEYİN UYGULANIŞI

Tepe açısı 60°, plandaki izdüşüm alanı 10 cm² ve çevre alanı 150 cm² olan bir metal konik uç 20 ton kapasiteli bir hidrolik baskı yoluyla 2 cm/sn sabit hızla zemine penetre edilir. Bu penetrasyon sırasında 2 cm ara ile ölçülen uç ve çevre mukavemeti verileri elektronik alıcı aracılığı ile bilgisayara kaydedilmektedir. Deneyde, zemin parametreleri laboratuar çalışmasına gerek duyulmadan elde edilebilmektedir. Deneyin yapılmasının ve sonuçların yorumlanmasının diğer yöntemlere göre daha az zaman alması iş gücü ve maliyet açısından avantaj sağlamaktadır.

DİLATOMETRE DENEYİ (DMT)

AMAÇ

Deneyle zemin tipleri, birim hacim ağırlıkları ile kumlarda içsel sürtünme açısı, killerde ise drenajsız kayma mukavemeti, aşırı konsolidasyon oranı, konsolidasyon katsayısı, permeabilite katsayısı, gibi parametreler tayin edilebilmektedir.

DENEYİN UYGULANIŞI

Deney, genişliği 95 mm, kalınlığı 14 mm, uzunluğu 220 mm ve tepe açısı 12 ile 16 derece olan bıçağın zemine itilmesi ve bir yüzünde yer alan 60 mm çaplı genişleyebilir çelik bir membranın basınçlı gaz ile şişirilmesi şeklindedir.

SIVILAŞMA ANALİZİ

5.3. Zeminlerin Plastisite Özellikleri

Bir malzemenin, etkisi altında bulunduğu gerilmelerden dolayı kırılmadan ve hacimsel değişikliğe uğramadan kalıcı deformasyona uğraması **plastisite** olarak adlandırılmaktadır. Plastisite yalnızca killi zeminlerde görülmektedir.

LİKİT LİMİT (LL)

Viskozitesi yüksek bir sıvı gibi akışkanlığa sahip zeminin plastik duruma dönüştüğü su muhtevasıdır. Yani bir zeminin kendi ağırlığında akabildiği minimum su muhtevasıdır.

PLASTİK LİMİT (PL)

Islak zeminin yoğrulma sırasında yüzeyinde çatlakların belirdiği andaki su muhtevasıdır.

PLASTİSİTE İNDEKSİ

Likit limit ile plastik limitin farkı olarak tanımlanır.

LİKİTLİK İNDİSİ

Kıvam limitlerinin laboratuvarda ölçülmesinden sonra arazideki durumunu belirlemek için likitlik indisi hesaplanmalıdır.

$$I_L = (Wn - PL) / PI$$

Wn: doğal su içeriği

KIVAM İNDİSİ

Likitlik indisine benzer olarak zeminin arazide doğal haldeki kıvamın nasıl olduğu hakkında bilgi verir.

$$I_c = (LL - Wn) / PI$$

Wn: doğal su içeriği

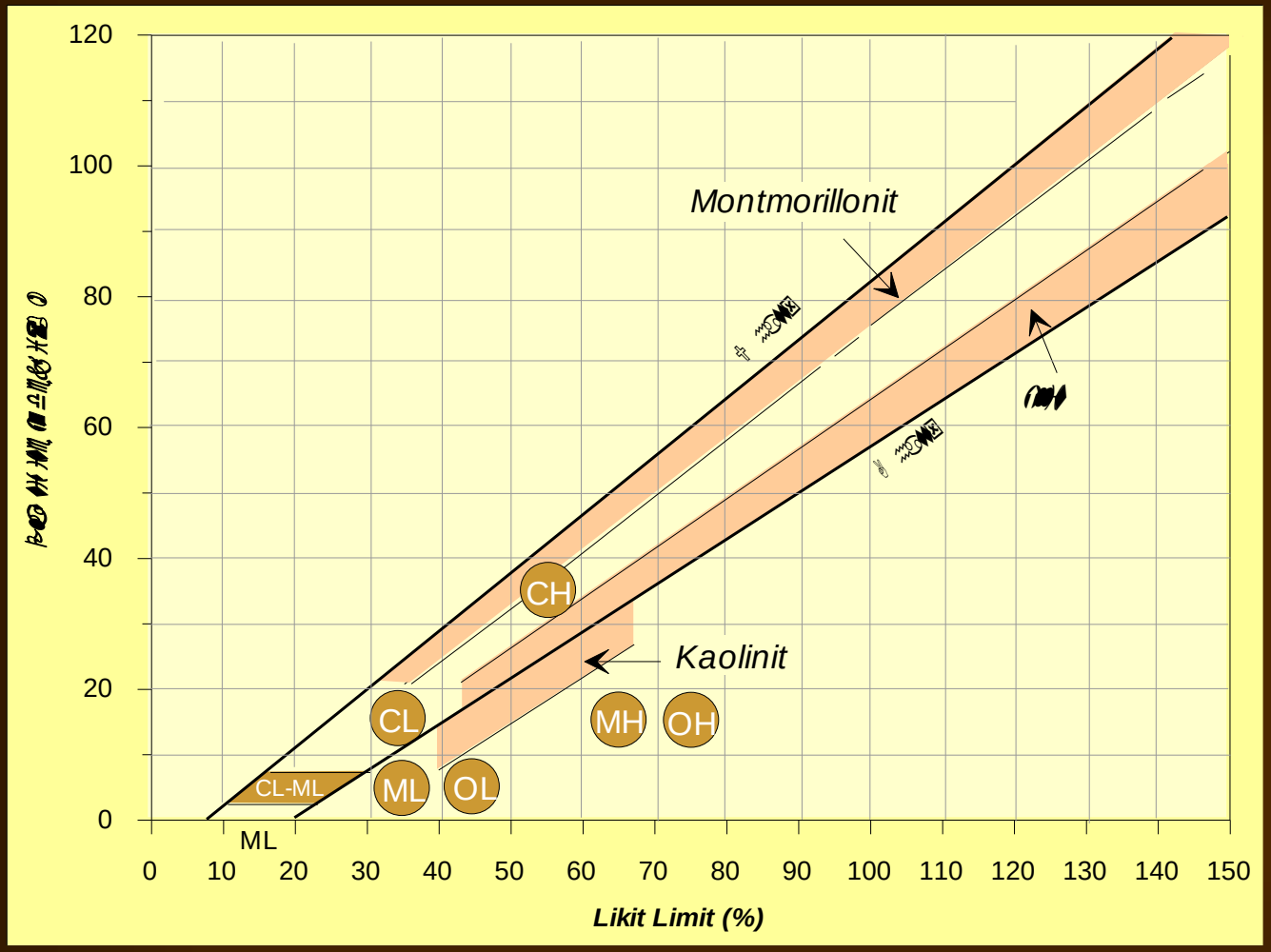
Ic = 1 (zemin plastik limitte)
Ic = 0 (zemin likit limitte)
Ic 1'den küçük (zemini su içeriği likit limitin üstünde)
Ic 1'den büyük (zemin yarı katı veya katı)

AKTİVİTE (Ac)

Killerin su içeriğindeki değişmeye bağlı olarak hacimlerindeki değişmeyi gösteren bir indis.

Ac = Plastisite indisi / Zeminin kil yüzdesi

ZEMİNLERİN SINIFLANDIRILMASI



M: silt
C: kil
O: organik

H: yüksek plastisiteli
L: düşük plastisiteli

CASANGRANDE PLASTİSİTE KARTI

ZEMİNLERİN ŞİŞME POTANSİYELİ

Killer üzerindeki mühendislik uygulamalarının hemen hemen hepsi kildeki doğal su içeriğini değiştirir. Killer üzerine uygulanan gerilimler, doğal ve yapay yükler, kilin yapısında nem hareketine yol açar. Bu nedenle killerin plastisitesi onların şişme potansiyelleriyle ilişkilidir.

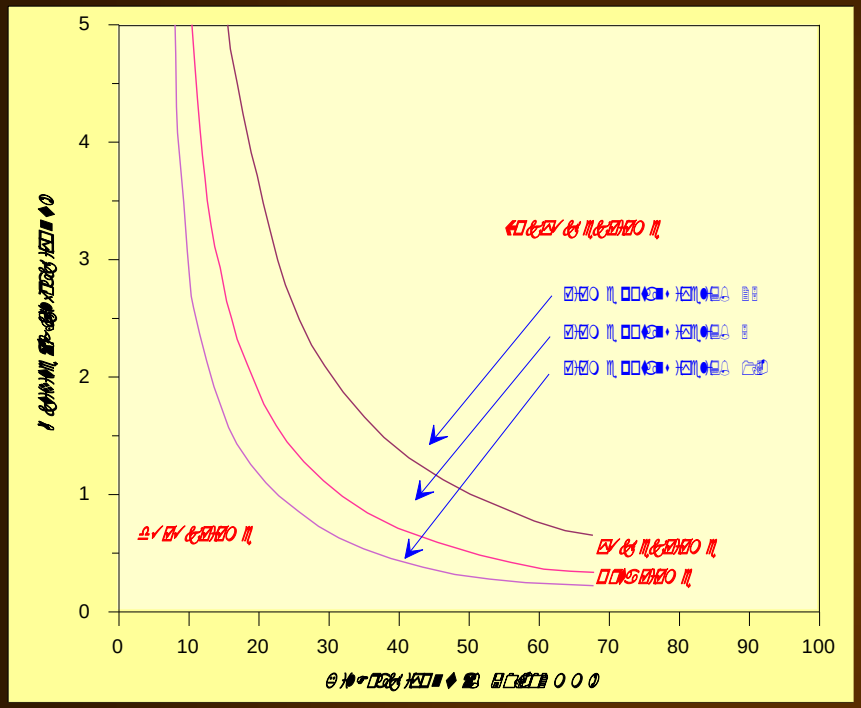
Plastisite derecesi tanımlama ölçütleri (Leonards, 1962)	
Plastisite indeksi (%)	Plastisite derecesi
0-5	Plastik değil
5-15	Az plastik
15-40	Plastik
> 40	Çok plastik

Plastisite derecesi tanımlama ölçütleri (IAEG, 1979)	
Plastisite indeksi (%)	Plastisite derecesi
> 1	Plastik değil
1-7	Düşük plastisiteli
7-17	Orta plastisiteli
17-35	Yüksek plastisiteli
> 35	Çok yüksek plastisiteli

Kıvamlılık indeksi tanımlama ölçütleri (Ulusay, 2001)	
Kıvamlılık indeksi (%)	Plastisite derecesi
< 0	Akışkan
0-0.25	Çok yumuşak
0.25-0.50	Yumuşak
0.50-0.75	Orta
0.75-1.00	Katı
> 1.00	Çok katı

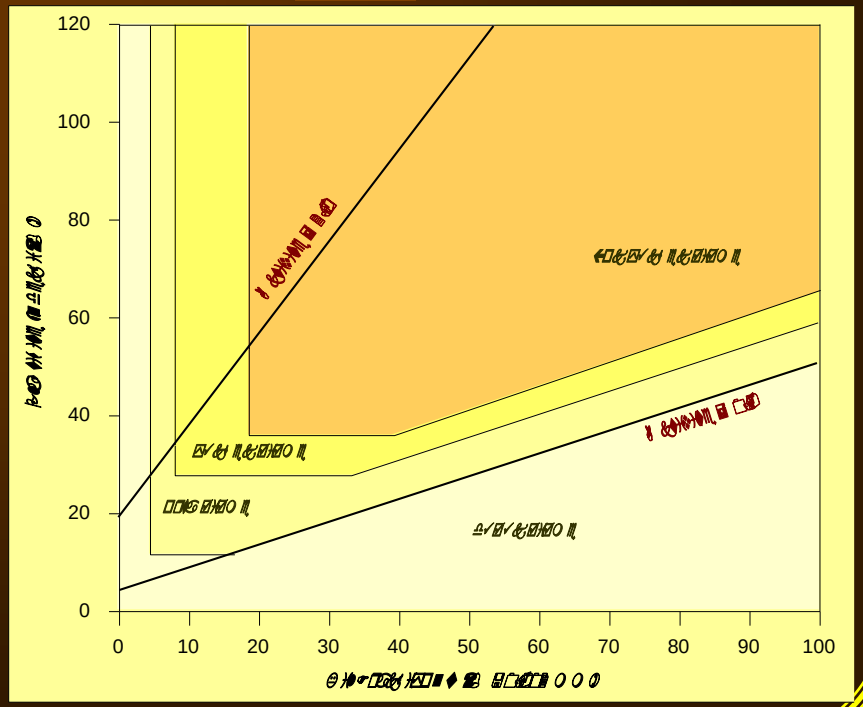
Zeminlerin plastisite derecesine ve kıvamlılık indeksi değerlerine göre sınıflandırılması.

ZEMİNLERİN ŞİŞME POTANSİYELİ



(Van Der Merve, 1964)

Şişme potansiyeli tanımlama ölçütleri (O'Neill ve Poormoayed, 1980)			
Likit Limit (%)	Plastisite İndeksi (%)	Şişme Potansiyeli	Sınıflama
< 50	< 25	< 0.5	Düşük
50-60	25-35	0.5-1.5	Orta
> 60	> 35	> 1.5	Yüksek



(Seed vd., 1962)

UYGULAMA 1

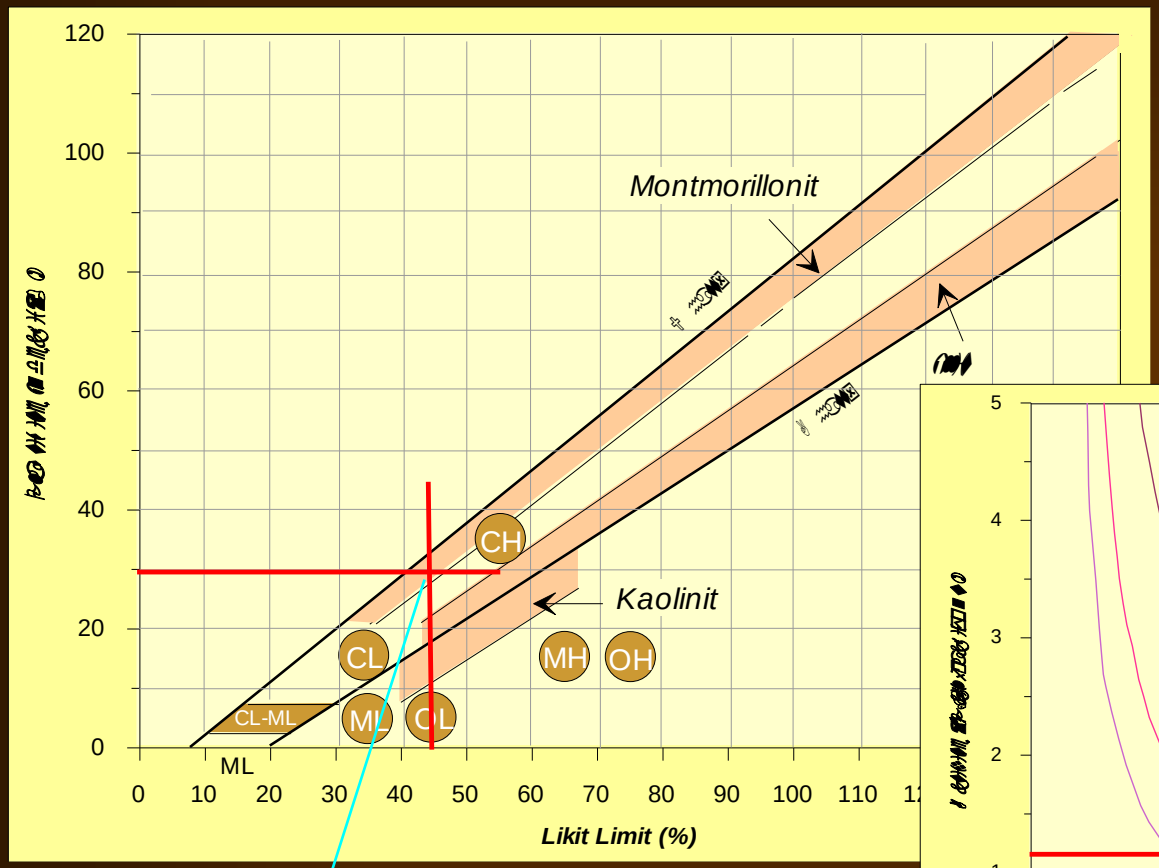
Kohezyonlu bir zeminde yapılan deneyler sonucunda, likit limit % 45, plastik limit % 15 ve kil içeriği % 24.2 olarak bulunmuştur.

a) Plastisite grafiğine göre zemini sınıflayarak kilin türünü belirleyiniz.
b) Zeminin aktivite değerini hesaplayınız.
c) Zemine ait doğal su içeriği % 29 olması halinde likitlik indisini bulunuz.
d) Zeminin şişme potansiyeli belirtiniz.

CEVAP

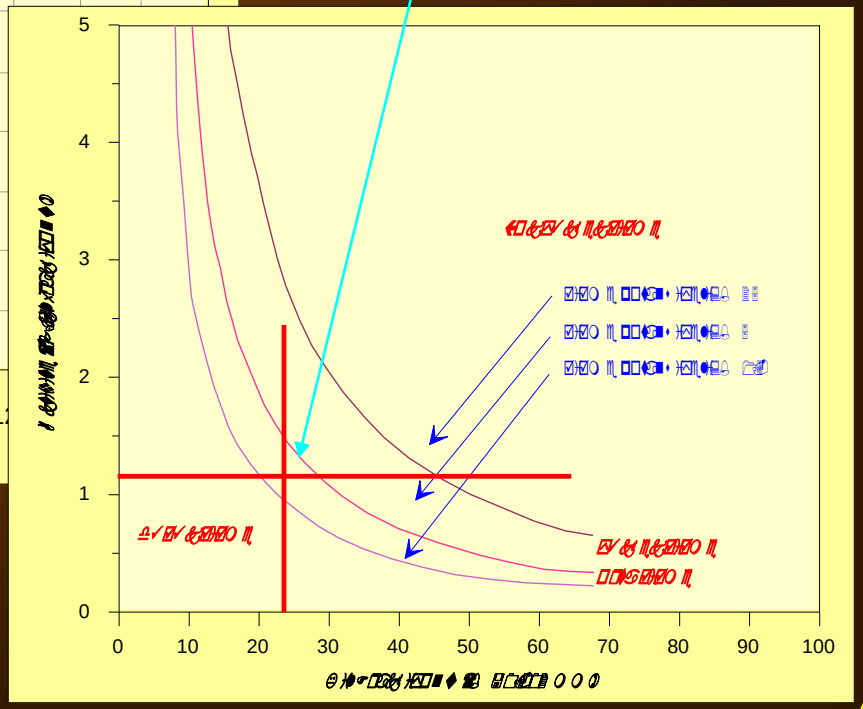
a) Düşük plastisiteli kil (montmorillonit)
b) 1.16
c) % 16.7
d) Orta şişme potansiyeli

UYGULAMA 1



c) IL = (20-15)/30
IL = % 16.7

d) Orta şişme potansiyeli



a) Düşük plastisiteli kil (montmorillonit)

b) Ac = 30/24.2
Ac = 1.16

Ac = Plastisite indisi / Zeminin kil yüzdesi

ZEMİNLERİN ŞİŞME MİKTARI

Plastik killer ıslandıkları ve kurudukları zaman yüksek miktarda şişme ve büzülme gösterirler. Bunun sonucunda ise büyük ölçüde hacimsel değişikliğe uğrarlar.

$$\log P_s = 2.132 + 0.0208\, P_L + 0.665\, \gamma_k - 0.0269\, w_n \quad (kg/cm^2)$$

$$\log S_p = 0.0367\, L_L - 0.0833\, w_n + 0.458 \quad (\%)$$

$$S_p = 2.27 + 0.131\, P_L - 0.27 w_n \quad (\%)$$

$$S_p^1 = S_p\, [1 + A\, (P_s)^{1/2}\,]2 \quad (\%)$$

P_s	: şişmeyi önleyecek karşı basınç	*(Komornik ve David, 1969)*
S_p	: şişme yüzdesi	*(Johnson ve Snethen, 1979)*
S_p^1	: düzeltilmiş şişme yüzdesi	*(Bowles ve Gogol, 1970)*
L_L	: likit limit (%)	
w_n	: su içeriği (%)	
γ_k	: kuru birim hacim ağırlık (t/m^3)	**A: 0.0735 (SI birimi)**

UYGULAMA 2

Yüzeyden itibaren 2.5 m derinlikte yer alan kilin likit limit % 75, plastik limit % 25, su içeriği değeri % 22 ve kuru birim hacim ağırlık 1.58 t/m3 bulunmuştur. Olası şişme miktarını belirleyiniz.

$\log S_p = 0.0367 \times 75 - 0.0833 \times 22 + 0.458 = 1.378$ — S_p: % 23.9

$S_p = 2.27 + 0.131 \times 75 - 0.27 \times 22$ — S_p: % 6.16

Ortalama S_p: % 15

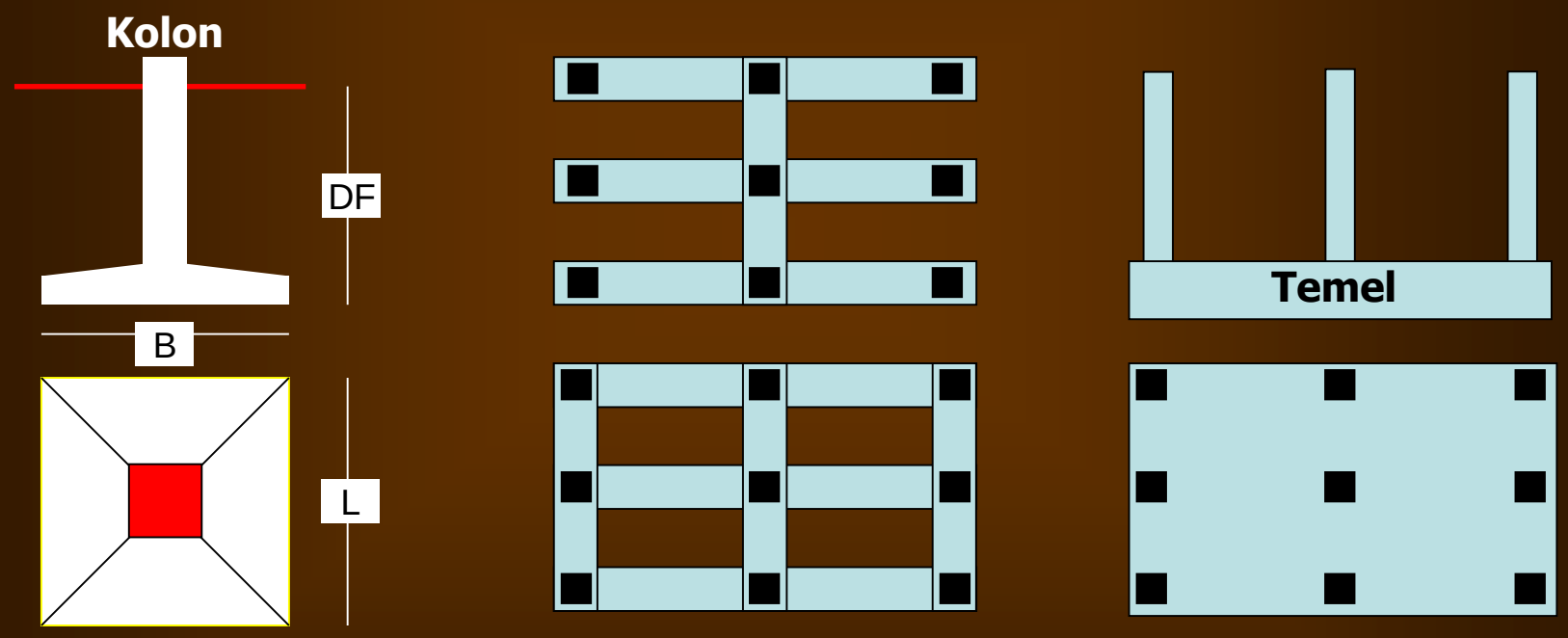
$\log P_s = 2.132 + 0.0208 \times 75 + 0.665 \times 1.58 - 0.0269 \times 22$ — Ps: 1.416 kg/cm^2; Ps: 141 kPA

$S_p^1 = 15 \times [1 + 0.0735\,(139)^{1/2}]$ — S_p^1: % 1.97

ΔH: 2.5 x 0.0197 x 1000 = 49.3 mm

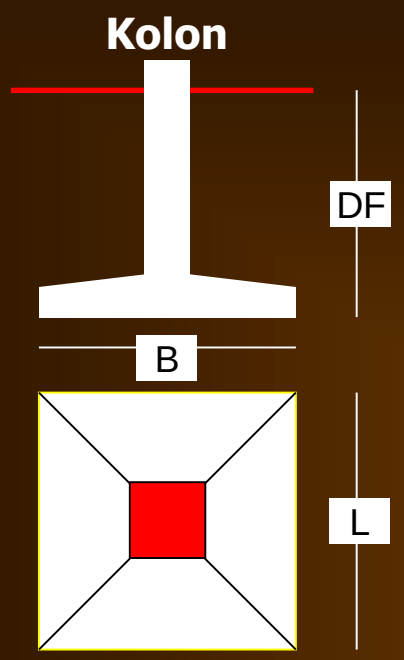
5.4. Sığ Temellerin Taşıma Gücü

Temel tasarımı ile zemin-temel-yapı etkileşiminin irdelenmesinde kullanılacak zemin özelliklerinin ve zemin parametrelerinin belirlenmesi için yapılan veri toplama ve değerlendirme işlemlerine zemin etüdü denir.



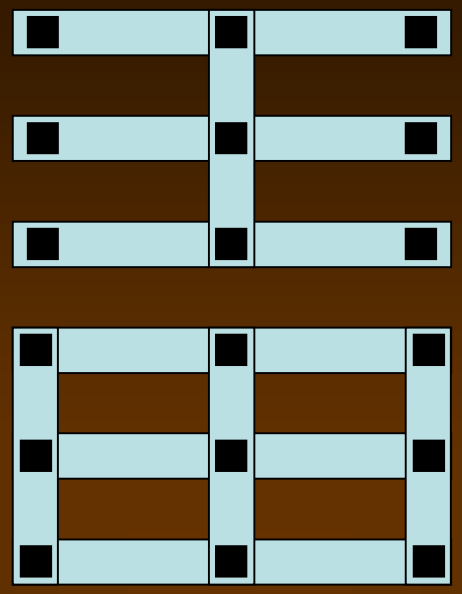
Tekil (münferit) temel **Şerit (sürekli) temel** **Radye (yayılı) temel**

Sığ temel tipleri



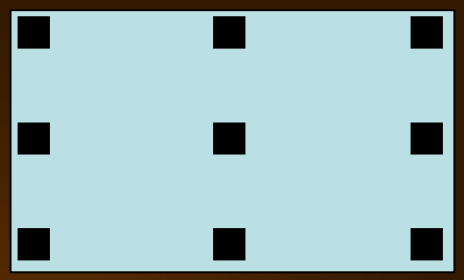
Tekil (münferit) temel

Nispeten sığ derinlikte inşa edilen yapılar olup, her kolonun altında yer alırlar. Genellikle betonarme olan bu temeller kolon yükünü daha geniş bir alana yayarak zemine iletirler. Kare, dikdörtgen veya dairesel olabilirler



Şerit (sürekli) temel

Temel boyunun (L) temel genişliğinden (B) 5 kat veya daha fazla olduğu temellerdir.



Radye (yayılı) temel

Radye temellerde temel genişiliği tüm yapı alanının genişliği kadardır. Radye temeller çok yumuşak ya da zayıf zeminlerde uygulanır. Tek başına koruyucu bir önlem olmamakla beraber sıvılaşmaya duyarlı bölgelerde kullanılırlar. Ayrıca zemin koşullarından dolayı farklı oturmalar bekleniyorsa radye temel tipi tercih edilir.

Taşıma gücü, temelin yenilmeden taşıyabileceği maksimum taban basıncı olarak tanımlanır ve zeminin kayma direnci parametrelerinin deneysel olarak belirlenmesinden sonra çeşitli bağıntılarla hesaplanır.

$$Q_d = A \times q_d$$

Zeminin taşıyacağı nihai yük — *Temel alanı* — *Nihai taşıma gücü*

Her türlü mühendislik probleminde olduğu gibi, temel mühendisliğinde de etkiyen gerilmeleri zeminin güvenli şekilde taşıyabilmesi için bu gerilmelerin nihai taşıma gücünden daha küçük olması gerekmektedir. Bu amaçla nihai taşıma gücüne bir güvenlik katsayısı uygulanarak güvenli bir taşıma gücü elde edilir.

$$q_a = q_d / G_s$$

İzin verilebilir taşıma gücü — *Nihai taşıma gücü* — *Güvenlik sayısı*

Güvenlik katsayısının seçimi, yapının özelliği ve kullanım süresi ile temelde meydana gelebilecek yenilmenin sonuçlarına bağlı olarak gelişir. Homojen zeminler üzerinde inşa edilecek kalıcı yapılar için aşağıdaki tabloda verilen değerler kullanılır.

Sınıf	Yapı Tipi	Zemin Araştırmaları	
		Detaylı	Sınırlı
A	Demir yolu köprüsü, ambar, yüksek fırın, istinat duvarı, silo	3.0	4.0
B	Otoyol köprüsü, hafif sanayi yapıları, işyeri binaları	2.5	3.5
C	Apartmanlar ve resmi binalar	2.0	3.0

1. Geçici yapılar için yukarıda verilen değerler % 75 oranında azaltılabilir. Ancak bu değer hiçbir zaman 2'den küçük olmamalıdır.

2. Genellikle zeminde taşıma gücü duraysızlığından endişe duyulduğunda değerler % 20 – 50 arasında arttırılabilir.

3. Tüm temeller ayrıca, izin verilebilir oturma değerlerine göre de analiz edilmelidir.

5.4.1. Kohezyonlu zeminlerin taşıma gücü

Sığ temellerin taşıma gücünün hesaplanması için araştırmacılar tarafından çeşitli bağıntılar önerilmiştir. Günümüze kadar halen yaygın şekilde kullanılan formüller, Terzaghi (1943) tarafından önerilen nihai taşıma gücü formülleridir (yatay temel ve topografya)

$$q_d = c\,N_c + \gamma_1\,D_f N_q + 0.5\,N_\gamma\,B\,\gamma_2 \qquad \text{(ŞERİT TEMEL)}$$

$$q_d = 1{,}3\,c\,N_c + \gamma_1\,D_f N_q + 0.4\,N_\gamma\,B\,\gamma_2 \qquad \text{(KARE TEMEL)}$$

$$q_d = 1{,}3\,c\,N_c + \gamma_1\,D_f N_q + 0.3\,N_\gamma\,B\,\gamma_2 \qquad \text{(DAİRE TEMEL)}$$

q_d	: nihai taşıma gücü
c	: kohezyon
D_f	: temel derinliği
γ_1	: temel tabanı üzerindeki zemin birim hacim ağırlığı
γ_2	: temel tabanı altındaki zemin birim hacim ağırlığı
B	: temel genişliği
N_c, N_γ, N_q	: temel tabanı altındaki zeminin içsel sürtünme açısına bağlı taşıma gücü faktörleri

Suya doygun killerde içsel sürtünme açısı sıfır olacağından c = qu / 2 alınır (c: kohezyon, qu: serbest basınç dayanımı). Bu koşullar için aşağıdaki formüller önerilir.

$$q_d = 5{,}7\,c \qquad \text{(ŞERİT TEMEL)}$$

$$q_d = 17{,}4\,c \qquad \text{(KARE ve DAİRE TEMEL)}$$

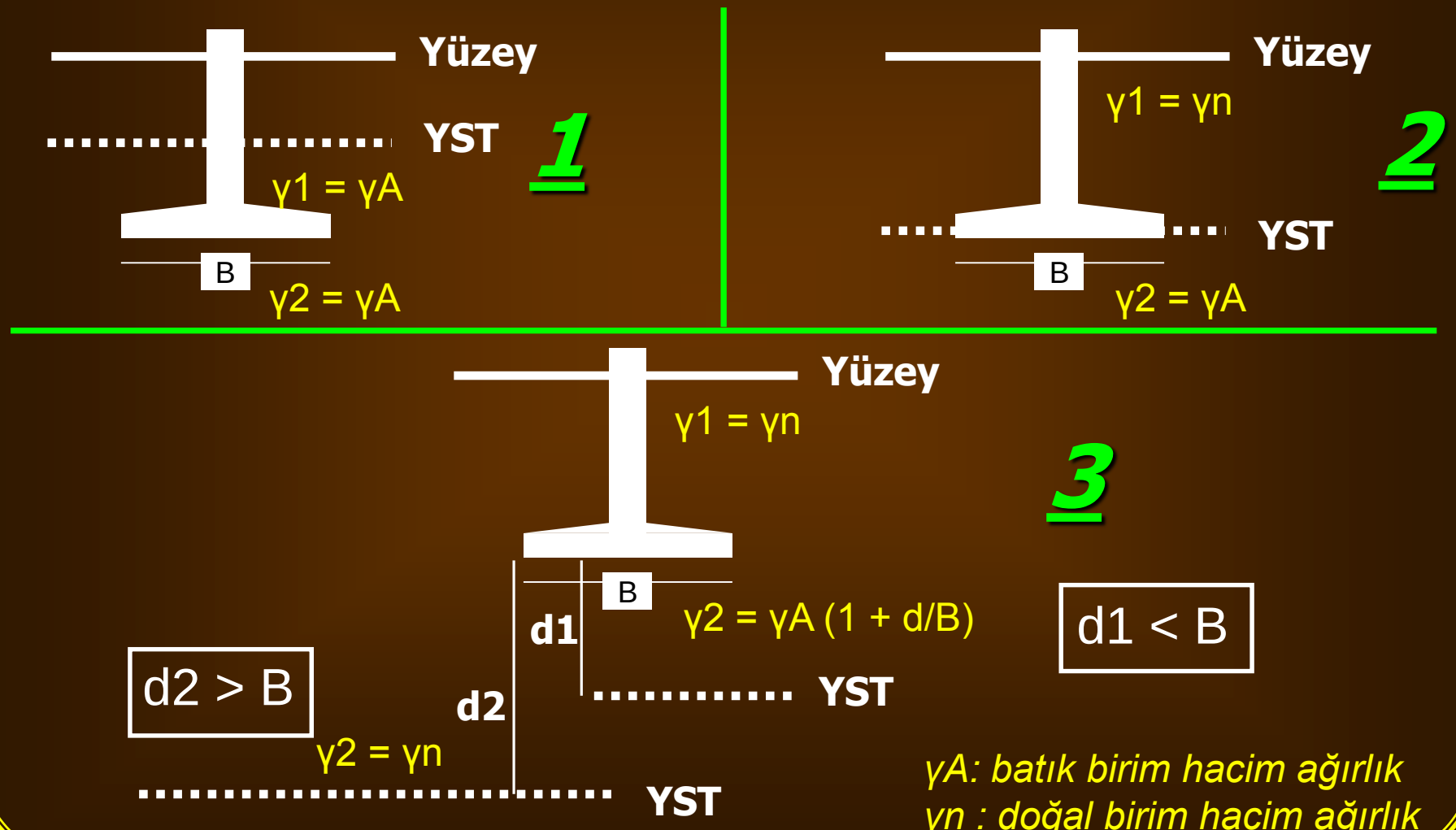
Terzaghi taşıma gücü faktörleri

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				

* Kumbhojkar (1993)

Kohezyonlu zeminlerin taşıma gücü (YST Koşulları)

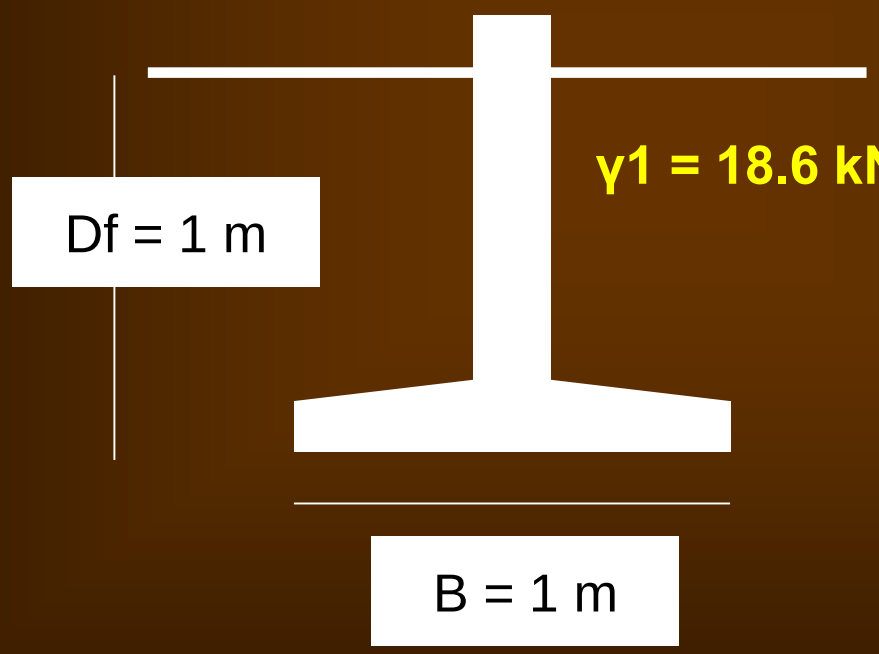
Etüt yapılan alanda yer altı suyu bulunması durumunda birim hacim ağırlık değerleri aşağıdaki gibi alınmalıdır.



γA: batık birim hacim ağırlık
γn : doğal birim hacim ağırlık

UYGULAMA 3

Özellikleri aşağıda verilen zemine bir demiryolu köprüsüne ait ve gömme derinliği 1 m olan şerit temel atıldığı bilinmektedir. Terzaghi eşitliklerinden yararlanarak izin verilebilir taşıma gücünü hesaplayınız.



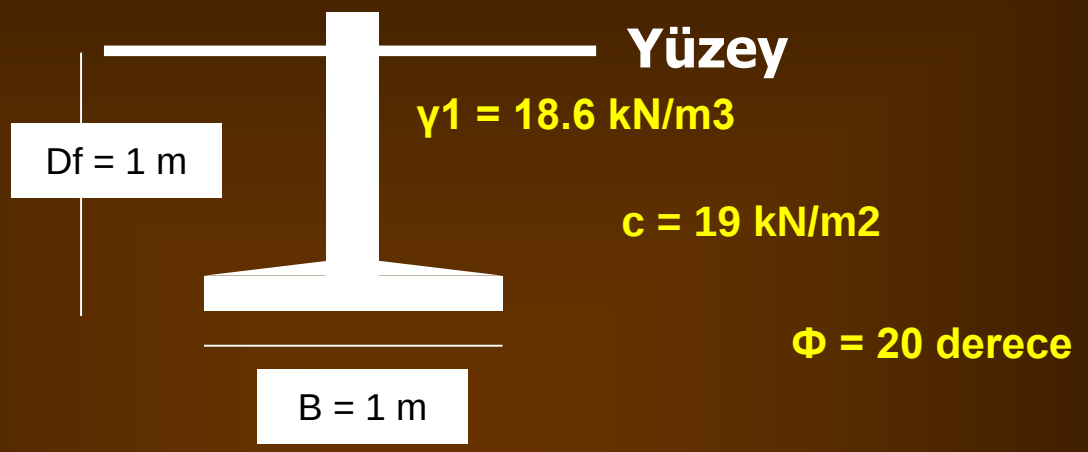
Yüzey

γ1 = 18.6 kN/m3

c = 19 kN/m2

Φ = 20 derece

Çözüm



Terzaghi taşıma gücü faktörleri
Nc: 17.89; Nq: 7.44; Nγ: 3.64

qd: (19 x 17.69) + (18.6 x 1 x 7.44) + (0.5 x 18.6 x 1 x 3.64) = 508.3 kN/m2

qs: 508.3 / 4 = 127.1 kN/m2 = 0.13 MPa

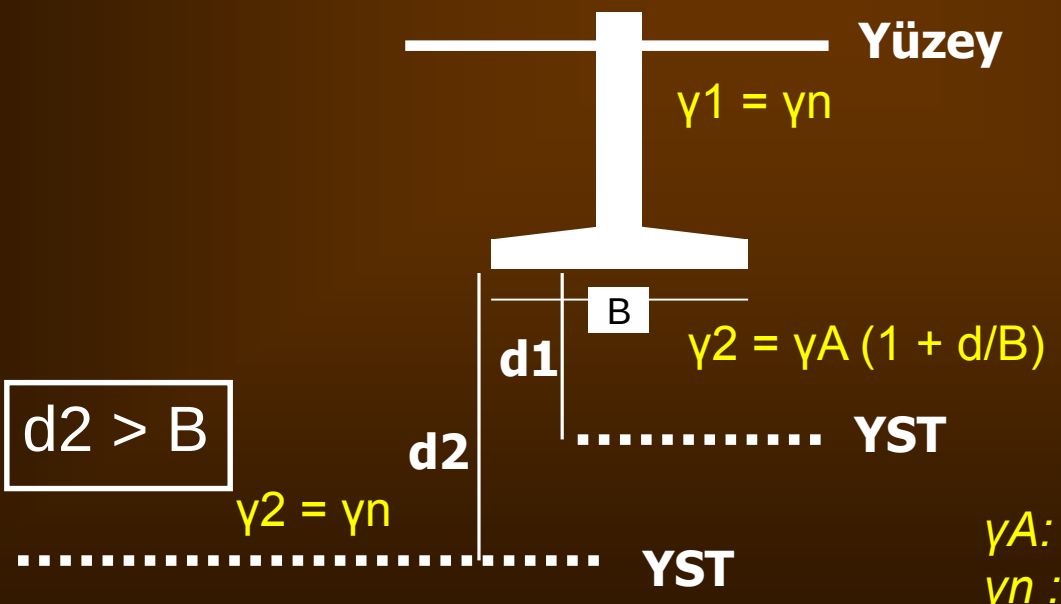
UYGULAMA 4

Genişliği 2 m, derinliği 3 m olan şerit bir temel olması durumunda ve deneyler sonucunda doygun birim hacim ağırlığı 2.23 gr/cm3, doğal birim hacim ağırlığı 1.8 gr/cm3, kohezyon 0.7 kg/cm2, içsel sürtünme açısı 15 derece olarak bulunan bir zeminin;

a. Yer altı su seviyesi temel tabanından 4 m derinlikteki,

b. Temel tabanı seviyesindeki

nihai ve izin verilebilir taşıma gücünü belirleyiniz (güvenlik sayısı: 3)



hatırlatma

d1 < B

γA: batık birim hacim ağırlık
γn : doğal birim hacim ağırlık

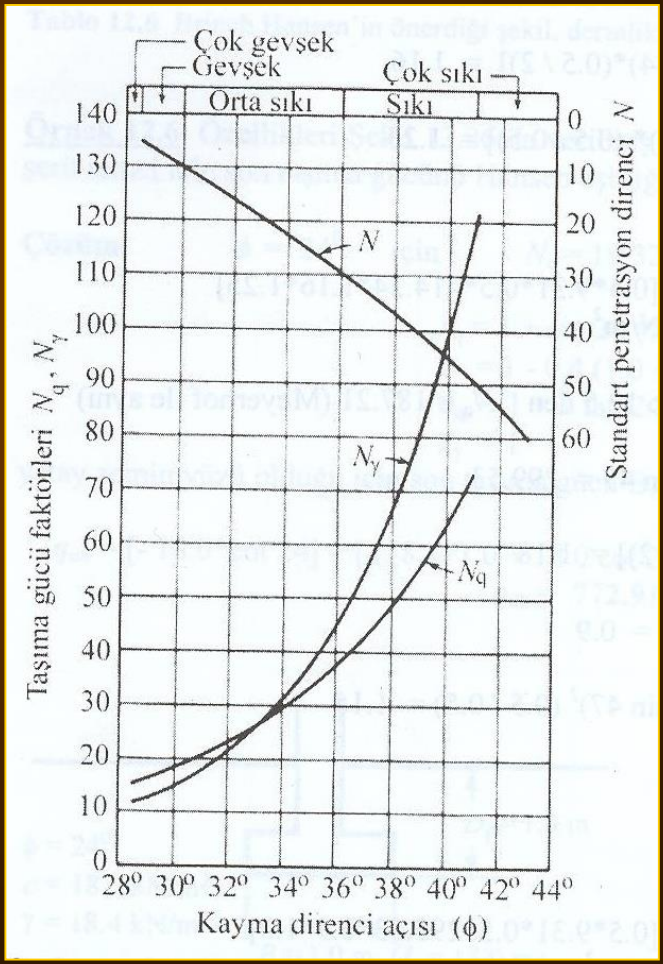
5.4.2. SPT İLE TAŞIMA GÜCÜ

SPT deneyinde elde edilen N darbe sayıları ile bulunan taşıma gücü değerleri, kohezyonsuz silt, çakıl ve özellikle kumlu zeminlerde güvenle kabul edilebilir. SPT deneyi ile taşıma gücü hem ampirik yöntemle dolaylı olarak hem de doğrudan hesaplanabilir.

N – Φ ilişkisine dayanan ampirik yöntem

Peck, Hansen ve Thornburn (1953) tarafından SPT deneyi darbe sayısı (N) ile kayma direnci açısı ve taşıma gücü faktörleri arasında geliştirdiği ampirik ilişki yandaki şekilde verilmiştir. Elde edilen verilerle ise son taşıma gücü aşağıdaki formül yardımıyla belirlenir.

$$q \text{ (nihai taşıma gücü)} = \gamma\, Df\, N_q + 0.5\, \gamma\, B\, N_\gamma$$



5.4.2. SPT İLE TAŞIMA GÜCÜ

Terzaghi-Peck; Meyerhof; Bowles Eşitlikleri

Terzaghi-Peck tarafından önerilen yaklaşımlar yaygın olarak kullanılmasına rağmen son derece tutucu sonuçlar vermektedir. Bununla birlikte Bowles (1983) Meyerhof (1956) tarafından 2.54 cm oturmaya izin verebilecek şekilde geliştirilmiş formüllere ilavelerde bulunarak aşağıdaki bağıntıları önermiştir.

$$q \text{ (izin verilebilir taşıma gücü, kN/m}^2) = 20\, N\, k_d \qquad B \leq 1.22 \text{ m}$$

$$q \text{ (izin verilebilir taşıma gücü)} = 12.5\, N\, [\,(B + 0.305) / B]^2\, k_d \qquad B > 1.22 \text{ m}$$

$$k_d = 1 + 0.33\,(Df/B)$$

İnceleme alanında yeraltı suyu seviyesinin SPT-N değerlerinin elde edildiği derinliklerde olması halinde aşağıdaki düzeltme (Cw), izin verilebilir taşıma gücü ile çarpılmalıdır.

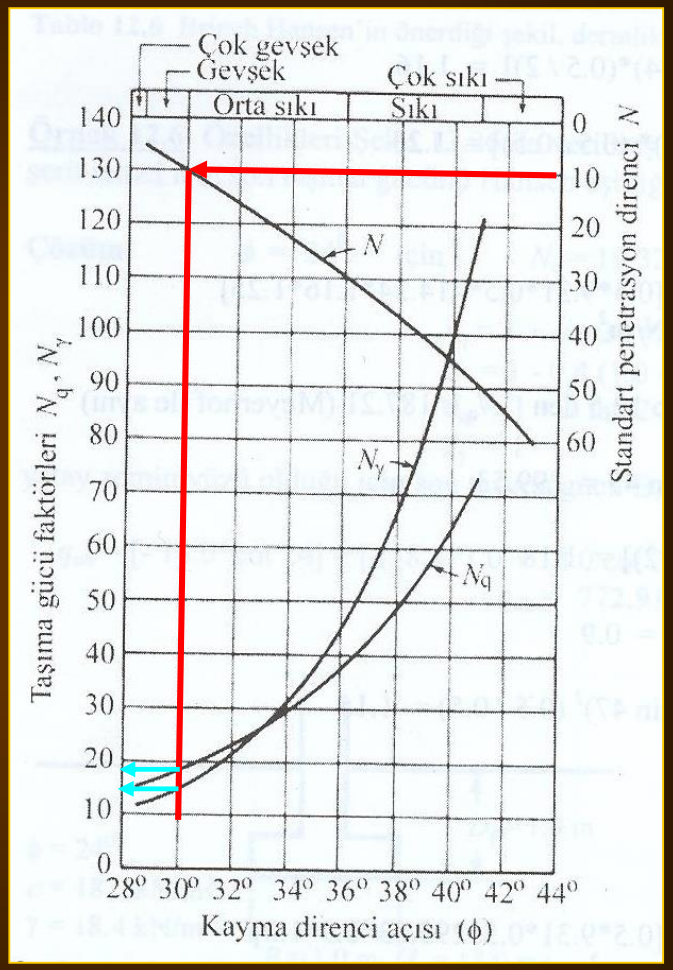
Cw: 0.5 + 0.5 (Statik seviye/(Df + B))

Örtü düzeltme faktörü (CN) = 170 / (70 + σı)

σı : Efektif örtü gerilmesi (kPa)

UYGULAMA 5

Birim hacim ağırlığı 17.7 kN/m3 ölçülen kum tabakasında gerçekleştirilen SPT deneylerinde düzeltilmiş N darbe sayısı ortalama 10 bulunmuştur. Temel derinliği 1.2 m ve boyutları 1.5 x 15 m (B x L) olan şerit temel için taşıma gücünü Peck, Hansen ve Thornburn (1953) yöntemini kullanarak hesaplayınız.



N: 10 için Nq: 18 ve Nγ: 15

$$q \text{ (nihai taşıma gücü)} = \gamma\, Df\ N_q + 0.5\, \gamma\, B\, N_\gamma$$

qn : (17.7 x 1.2 x 18) + (0.5 x 17.7 x 1.5 x 15) = 581 kN/m2

UYGULAMA 6

Kum üzerinde inşa edilecek bir yapının temel derinliği 1.5 m, temel genişliği 3 m'dir. Yapılan sondajlarda yer altı suyu ile karşılaşılmamıştır. Zemin örneklerinin doğal birim hacim ağırlığı 17 kN/m3, doygun birim hacim ağırlığı 20 kN/m3 olarak belirlenmiştir. SPT deney sonuçları aşağıda verilen zeminin izin verilebilir taşıma gücünü belirleyiniz.

Derinlik (m)	SPT-N
0.50	5
1.55	7
2.30	9
3.00	12
3.70	10
4.45	11
5.20	15

ÇÖZÜM

Derinlik (m)	SPT-N	σ¹ (efektif normal gerilme)	C_N (örtü gerilim düzeltmesi)	N1 (düzeltilmiş SPT sayısı)
0.50	5	-	-	-
1.55	7	26.35	1.76	12.3
2.30	9	39.1	1.56	14.4
3.00	12	51	1.4	16.8
3.70	10	60.9	1.3	13
4.45	11	66.1	1.25	13.75
5.20	15	-	-	-

Ortalama düzeltilmiş N: 14

Cw: 0.5 + 0.5 (3.5/(1.5 + 3)) = 0.88

q (izin verilebilir taşıma gücü, kN/m^2) = 20 N k_d $B \leq 1.22$ m

q (izin verilebilir taşıma gücü) = 12.5 N [(B + 0.305) / B]^2 k_d $B > 1.22$ m

$k_d = 1 + 0.33\ (Df/B)$

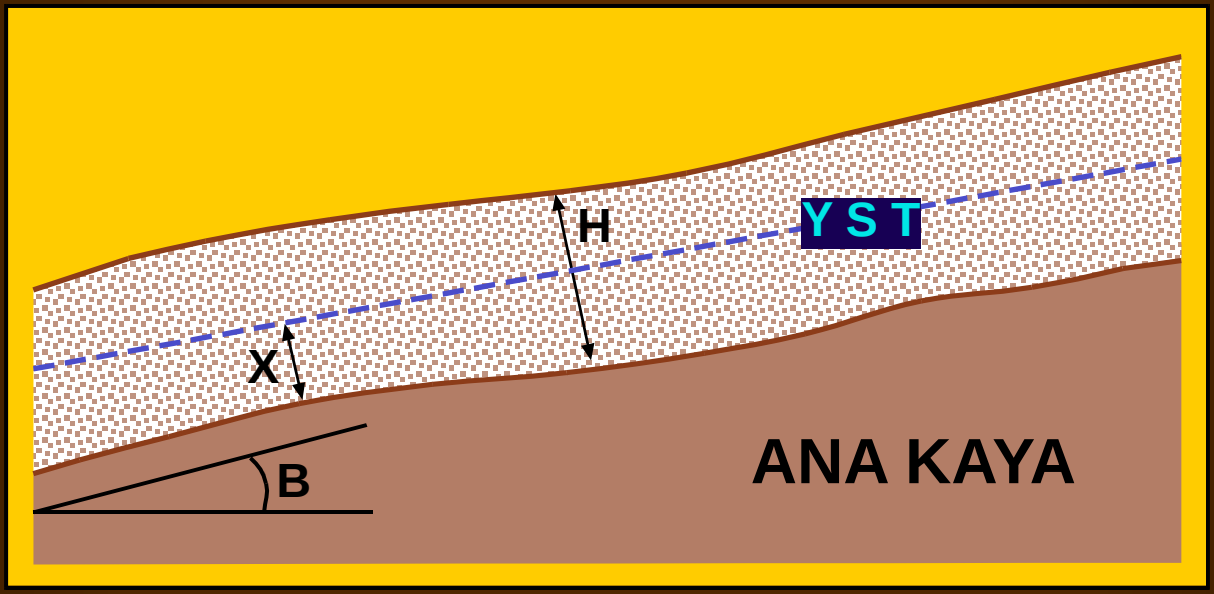
qa: 12.5 x 14 ((3 + 0.305)/3)^2 x 1.165 = 247.43 kPa

qa: 247.43 kPa x 0.88 = 217.73 kPa

5.7. ŞEV STABİLİTESİ

SONSUZ YAMAÇTA STABİLİTE

Kayan kütlenin derinliği diğer iki boyutuna oranla çok küçükse, bu tür yamaçlar sonsuz yamaç olarak adlandırılır.



KOHEZYONSUZ ZEMİNLER

Yamaç üniform boşluk suyu basıncı alacağından dolayı güvenlik sayısı: