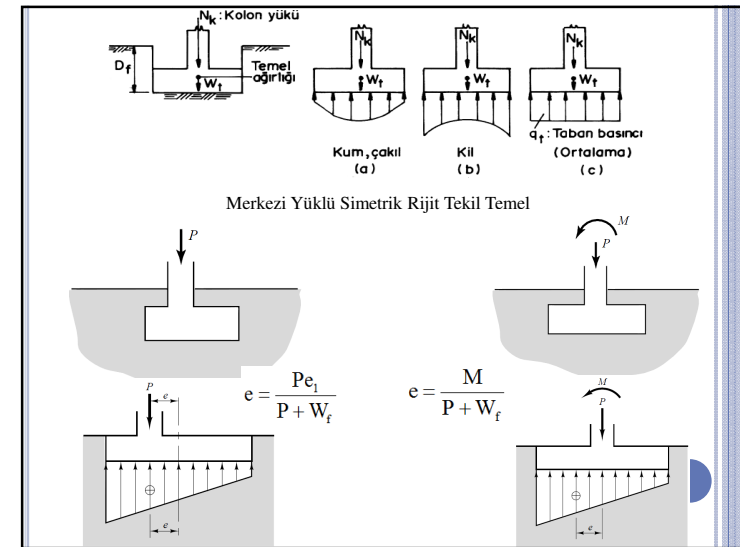
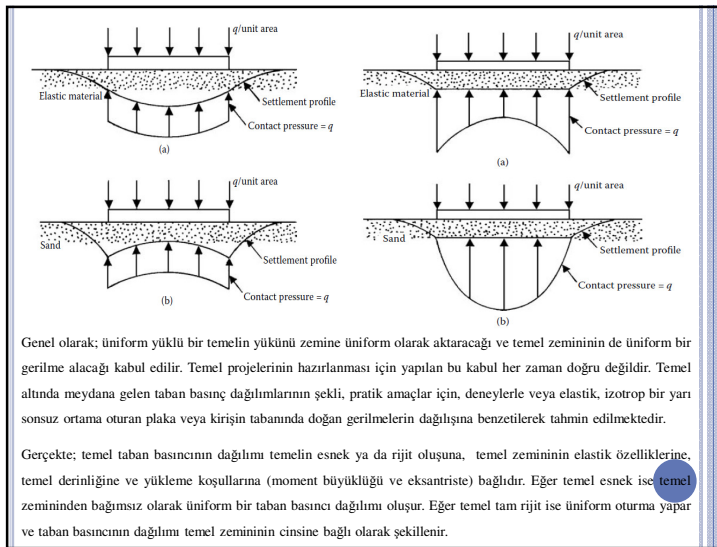


YÜZEYSEL TEMELLER - II

DOÇ. DR. ERDAL UNCUGÖLÜ
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
2021



2. TEMAS BASINCI



- Rijit temellerin tasarımı için **taşıma gücü** kavramı ve esnek temellerin tasarımı için de **yatak katsayısı** yaklaşımı kullanılır.

$$q_{\max} \leq q_a \quad \text{ya da} \quad q_{\max} \leq q_s \quad \text{olmalıdır.}$$

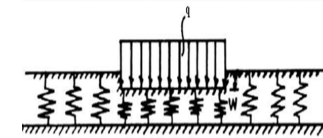
- Bununla birlikte; maksimum taban basıncı ya da seçilen taşıma gücü (q_a ya da q_s) değerinde oluşacak oturmalar izin verilen sınırları aşmamalıdır.
- Rijit yaklaşımda, yükün uygulanması sonrasında da temelin düzlem olarak kaldığı varsayılır.
- Rijit temel durumunda, yatay yük ve buna bağlı olarak gelişen moment etkisi sonucu eksantrik yükleme meydana gelebilir.
- Radynin eni kalınlığına göre oldukça büyük olduğundan radye temeller esnek temeller olarak tasarlanır. Plak altında oluşan taban basınç dağılımları temel plağında oluşacak oturmaları tayin etmekte, kesme kuvveti ve momentlerin değerleri de rijit yöntemden elde edilen değerlere göre önemli ölçüde değişmektedir.
- Radye temellerde taban basınç dağılımları, plağın kendi rijitliği ve üzerinde yer aldığı zeminin özelliklerine göre farklılık gösterebilir.

Rijit olmayan yöntemler, yerel temel deformasyonlarının temas basıncı dağılımı üzerindeki etkilerini dikkate aldığı için oturma ve temas basıncı arasındaki ilişkinin tanımlanması gerekir.

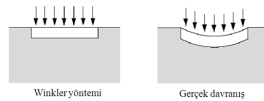
Bu ilişki, genellikle, **yatak katsayısı** ya da **temel zemini reaksiyon katsayısı** yaklaşımı ile kurulur. $k_s = q/s$ dir.

Yay kuvvetlerinin toplamı, uygulanan yapısal yükler ile radye temel ağırlığına eşit olmalıdır.

En basit ve en eski rijit olmayan yöntem tümü aynı k_s değerine sahip yaylar kullanan Winkler yöntemidir. Winkler yöntemi (elastik zemine oturan kiriş yöntemi) aşağıda sıralanan dezavantajları barındırır.



- Zemin yük-oturma davranışı doğrusal değildir
- Üniform zemin üzerinde bulunan üniform yüklü bir radye üniform oturacaktır. Aslında, merkezdeki oturma daha büyük olacaktır. Elastik temelde üniform yük altında plağın oturması kase şeklindedir.

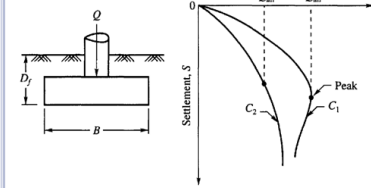


Ancak;

- Yaylar birbirinden bağımsızdır. Yaylar “bağımsız” etkimez. Yayların bağımsız olması boyu kısalan bir yayın diğerini etkilemeyeceği sonucu ortaya koyar.
- Hatalar muhafazakar değildir.
- Yay katsayıları temelin boyutlarına bağlıdır. Plaka yükleme deneyine göre elde edilen yatak katsayısı değerleri bu yüzden hatalı sonuçlar verir.
- Tabakalı zemin koşullarında uygulanamaz.
- Düşey yönde yüklenen zemin yatay yönde de ötelenme yapar. Bu özellik yay sisteminde göz önüne alınmamaktadır.

3. TAŞIMA GÜCÜ

Şekilde, yüzeysel temeller için en basit durum olan, merkezi düşey yüke maruz olan bir tekil temel görülmektedir. Temel, zemin yüzeyinden itibaren bir D_f derinliğinde yer almaktadır ve bir Q yüküne maruzdur. Uygulanan Q yüküne karşılık S oturmaları kaydedilecek olursa şekilde görülen yük oturma eğrileri elde edilir.



Yük deplasman eğrilerinin şekli;

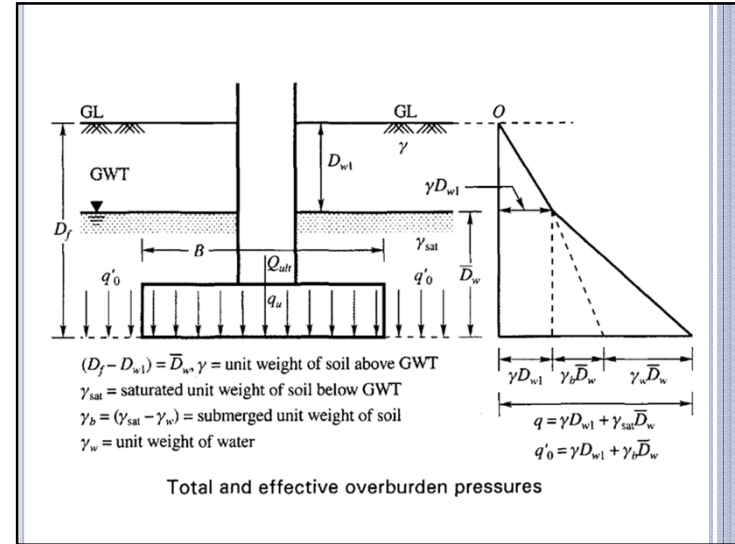
- **temelin boyutları ve şekline,**
- **temel zeminine,**
- **uygulanan yükün karakteri, hızı ve tekrerrürüne**

C_1 : Sıkı kum ya da Sert kil - Q_u aşıkâr.

C_2 : Gevşek Kum ya da Yumuşak Kil - Q_u aşıkâr değil. Zemin belirgin bir Q_u değerine ulaşmaksızın sıkışmaya devam edecektir. Bu tip bir eğride, Q_u değeri; temelin zemine sabit bir hızda penetre (battığı) olduğu noktadaki yük değeri olarak tanımlanır.

Taşıma Gücünü Etkileyen Unsurlar;

- Zeminin türü ve özellikleri,
- Temelin boyutları,
- Temel gömülme derinliği,
- Yükün eğimi ve eksantrikliği,
- Temelin şekli,
- Yer altı su seviyesinin konumu,
- Temel tabanının pürüzlülüğü,
- Etkiyen moment ve titreşimler
- Temel yapımından sonra geçen süre



Taşıma Gücü Terimleri

q_0 : Temel taban seviyesindeki toplam zemin ağırlığından kaynaklanan basınç değeridir.

q'_0 : Temel tabanı seviyesindeki efektif basınç değeridir.

q_u : **Zeminin nihai (sınır) taşıma gücü**; taşıma gücü terimi ile temelin göçmeden taşıyabileceği ya da zeminin karşı koyabileceği maksimum temel taban basıncı değeri ifade edilmektedir.

q_u ile gösterilen taşıma gücü değerinin temel alanı A ile çarpılması sonucu yüzeysel temelin göçmeden taşıyabileceği maksimum yük değeri bulunur.

$$Q_u = q_u \cdot A$$

q_{mu} : **Zeminin net nihai (sınır) taşıma gücü**; zeminin üst yapı yükü nedeniyle karşı koyabileceği maksimum ilave basınç artışı değeridir. Temel tabanı seviyesindeki taşıma gücünden o seviyedeki zemin ağırlığından doğan basıncın çıkarılması ile elde edilir.

$$q_{mu} = q_u - q'_0$$

q_a : **izin verilebilir taşıma gücü**; üst yapı yükü nedeni ile zeminde meydana gelecek kayma göçmesini önlemek için sınır taşıma gücü q_u ' nun belirli bir güvenlik katsayısı ile bölünmesi sonucu elde edilir. Emin taşıma gücü olarak da adlandırılır.

$$q_a = q_u / FS = q_{emin}$$

Temeller tasarlanırken tabana basınçlarının $q_a = q_{emin}$ değerinden büyük olmaması sağlanır.

q_{mu} : izin verilebilir net taşıma gücü

$$q_{mu} = (q_u - \gamma D_f) / FS = q_{mu} / FS$$

q_s : **Güvenli (emniyetli) taşıma gücü**; Bu taşıma gücü değeri temelin izin verilebilir sınırlar içerisinde oturma yapmasını sağlamaktadır.

Temel; emin taşıma gücüne (q_a veya q_{mu}) göre boyutlandırılır ve oturmalar hesaplanır. Oturma miktarlarının istenilen sınırların altında kaldığı gerilme, **zemin emniyet gerilmesidir**.

Bu yüzden;

$$q_s \leq q_a \text{ veya } q_{mu} \text{ dir.}$$

q_u , nihai (sınır) taşıma gücü değeri

q_a , izin verilebilir taşıma gücü değeri

$$q_a = q_u / F.S$$

✓ Taşıma gücü kriteri

q_{net} , net nihai (sınır) taşıma gücü değeri

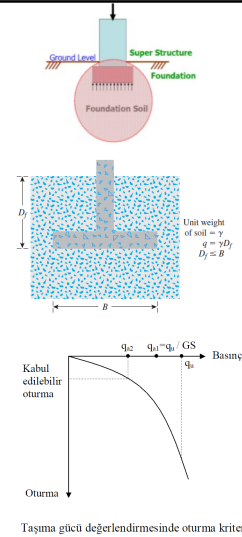
$$q_{net} = q_u - q_0' = q_u - \gamma \cdot D_f$$

q_s : Güvenli (emniyetli) taşıma gücü değeri

✓ Taşıma gücü ve oturma kriteri

Zemin Emniyet Gerilmesi ?

Tasarımda $q_{maksimum} \leq q_a$ ya da q_s olması istenir.



Güvenlik Katsayısı

Zemin türü	Kum	←	→	Kil	
Arazi Araştırmaları	Kapsamlı	←	→	Yetersiz	
Zemin Profilinin Değişimi	Uniform	←	→	Düzensiz	
Yapının Önemi, Maliyeti ve Yıkılması	Düşük	←	→	Yüksek	
Tas. Yüklü Gerçekleşme Olasılığı	Düşük	←	→	Yüksek	
Güvenlik Sayısı	Uç Değerler	2.0	←	→	4.0
	Tipik Değerler	2.5	←	→	3.5

Güvenlik sayısı değeri, yüzeysel temeller için genellikle 3 olarak alınmaktadır.

- ✓ Kayma mukavemeti parametrelerinin (c ve ϕ) güvenli tarafa alınarak yorumlanması,
- ✓ Temel tasarımlarının taşıma gücünden ziyade oturma kriteri göz önüne alınarak yapılması,
- ✓ Servis yüklerinin büyük olasılıkla tasarım yüklerinden az olması ($A = Q_{toplam}/q_a$)
- ✓ Yüzeysel temellerin, genellikle, hesaplanan boyutlardan daha büyük inşa edilmeleri (min. boyut)

Göçme; zemin taşıma gücündeki ani düşüş olarak tanımlanır. Bu yüzden; göçme yükü, pik kayma gerilmesi durumundaki yük değeri, yenilme yükü de kritik durumdaki yük değeri olarak tanımlanır.

Dilatan zeminler için göçme yükü: pik kayma gerilmesi değeridir.

Dilatan olmayan zeminler için göçme yükü ise: kritik durumdaki kayma gerilmesidir.

Büyük kayma deformasyonlarında (>%10), dilatasyon açısının sıfır olduğu durumda bütün zeminlerin ulaştığı kayma gerilmesi kritik durum kayma mukavemetidir.

Belirli zeminler için, eğer kesme işlemi çok büyük kayma deformasyonu değerlerine kadar (>%50) sürdürülürse kayma mukavemeti kritik durumdaki kayma mukavemetinin altına düşer. Bu mukavemet değeri rezidüel kayma mukavemeti olarak adlandırılır.

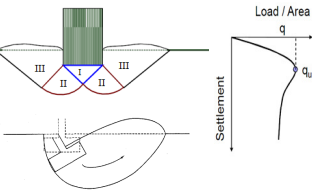
Temelden aktarılan yüklerin zeminde oluşturduğu kayma gerilmeleri zeminin kayma mukavemetini aşarsa taşıma gücü göçmeleri meydana gelir. Bu tip göçmeler yıkıcıdır ve mutlaka kaçınılmalıdır.

Taşıma gücü göçmeleri 3 grupta tanımlanabilir.

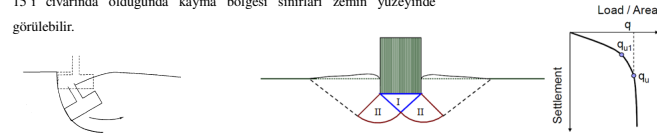
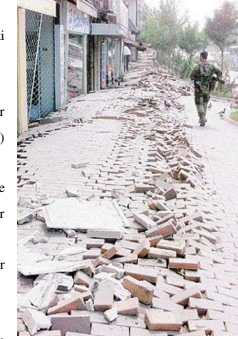
- Genel Kayma Göçmesi
- Kısmi (Bölgesel) Kayma Göçmesi
- Zımbalama Göçmesi

Genel Kayma Göçmesi

- Ani ve yıkıcı bir göçme meydana gelir. Bu tip bir göçme Terzaghi (1943) tarafından genel kayma göçmesi olarak adlandırılmıştır.
- İyi tanımlı göçme yüzeyleri mevcuttur. I no'lu bölge aşağı doğru hareket eder. Daha sonra II ve III no'lu bölgeler yanlara ve daha sonra da yukarı doğru itilir.
- Temele bitişik konumdaki zemin yüzeylerinde kabarmalar oluşur.
- Sıkı kum zeminler, aşırı konsolide kil zeminler ve hızlı yüklenen drenajsız koşullardaki doygun normal konsolide killerde görülebilir.
- Kabarmalar temelin iki kenarında da görülebilmese rağmen göçme sadece bir kenarda oluşur ve buna genellikle temel dönmeleri eşlik eder. Göçme, temelin kayması sonucu meydana gelir. Temelin yana yatması da muhtemeldir.
- $D_r > 70$ olan sıkı kum zeminlerde temel genişliğinin yaklaşık % 7'si kadar bir oturma değerinde temelin belirgin bir pik taşıma gücüne ulaşarak aniden göçtüğü gözlenmiştir.

**Kısmi (Bölgesel, Lokal) Kayma Göçmesi**

- Genellikle; orta sıklıktaki kum ($D_r = \%35$ ila $\%70$) ve orta katlıktaki killerde gözlenir.
- Yük ile birlikte önemli miktarda oturma meydana gelir.
- Kısmi Kayma Göçmesi durumunda pik bir taban basıncı değeri hiçbir şekilde gözlenmeyebilir. Terzaghi (1943), bu tip bir göçmeyi kısmi (lokal) kayma göçmesi olarak adlandırmıştır.
- Göçme yüzeyi ilk olarak temelin altında gelişir ve daha sonra yük artışı ile birlikte yavaş bir şekilde dışarıya doğru genişler. Zemin içerisinde bir yerde sonlanır.
- Temelin hemen yanlarında zemin yüzeyinde küçük miktarda kabarmalar gözlenebilir. Temel yana yatmaz.
- Ani yenilme meydana gelmez, temel derine batmaya devam eder.
- Oturma değerleri; temel genişliğinin % 8'ini aştığında zemin yüzeyinde kabarmalar gözlenmeye başlar. Oturma değerleri, temel genişliğinin % 15'i civarında olduğunda kayma bölgesi sınırları zemin yüzeyinde görülebilir.

**Zımbalama Kayma Göçmesi**

- I no'lu bölge aşağı yönde hareket eder, rölatif olarak büyük oturmalar meydana gelir, q_u belirgin şekilde tanımlanamaz. Göçme yüzeyi, temelin altında yer alan kama bölgesi ötesinde genişlemez.
- Temel kenarlarına bitişik konumdaki zemin yüzeylerinde kabarma oluşmaz ve temel yana yatmaz. Temelin etrafında kenar yüzeylerde düşey kayma gerilmeleri meydana gelir. Temel altında, elastik dengede bulunan kama şeklindeki bir zemin bölgesinin hareketi ile aşırı oturmalar oluşur.
- Gevşek kumlarda, drenajlı koşullarda yavaş yüklenen yumuşak killerde ve altında kalın zayıf zemin tabakası bulunan ince, sağlam zemin tabakalarında gözlenir. Bu tip zeminlerin yüksek sıkışabilirliği büyük oturmalar ve iyi tanımlanmamış kayma göçmelerine neden olmaktadır.
- Relatif sıklık derecesi % 35'den az olan gevşek kum zemin üzerindeki temeller, kum zemin yüzeyinde herhangi bir kabarma olmaksızın zeminin içine batarlar. Oturmanın ilerlemesi ile birlikte taban basıncı da yavaş yavaş artmaktadır. Oturma miktarı, temel genişliğinin % 15 ila % 20 değerine kadar artarak maksimum değerine ulaşır. Oturma değerleri, temel genişliğinin % 6 ila % 8'i bir değere ulaştığında kaymalar gözlenir.

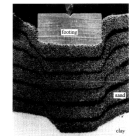
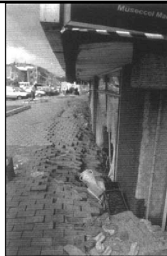
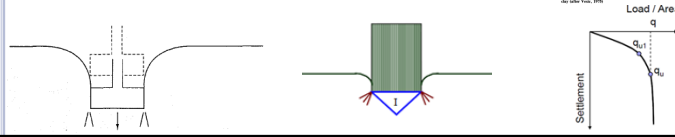
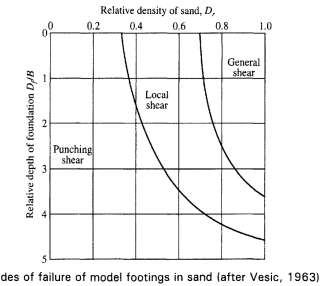


Fig. 1. Punch shear failure of a footing on loose sand resting on clay (after Terzaghi, 1943)



- Bahsedilen bu üç göçme tipinden hangisinin gerçekleşeceğine dair kesin kriterler halen mevcut değildir.

- Vesic (1963); model temeller üzerinde yaptığı deneyler sırasında bahsedilen bu üç göçme tipinin de oluşumunu gözlemiştir.



- Vesic (1963), yaptığı çalışmalar sonucunda, D_f/B oranının artması ile göçme tiplerinin değişim gösterdiği relatif sıklık değerlerinin de arttığını ortaya koymuştur.

Vesic (1963) tarafından elde edilmiş olan şeklindeki grafikte kritik bir derinlik bulunduğu ve bu derinliğin altında sadece zımbalama kayma göçmesi meydana geleceği belirtilmektedir. Dairesel temeller için bu kritik derinlik $D_f/B = 4.0$ civarındayken uzun dikdörtgen temeller için $D_f/B = 8.0$ civarındadır.

Modes of Shear Failure (Summary)			
	General	Local	Punching
Relative Settlement	Less	Large	Large
Bulging	Significant	Less	No
Tilting of Footing	Expected	Not expected	Not expected
Ultimate Load	Well defined	Not well defined	Not well defined
Failure Pattern	Wedge +	Wedge +	Not well defined
	Slip Surface + Bulging	Slip Surface + Bulging(no or less)	
Occurs in (Soil Type)	Dense	Less compressible	Highly Compressible

Göçme türlerinde gözlenen göçme yüzeyleri merkezi düşey yük uygulanması durumunda geçerlidir. Yükün eksantrik olarak etkimesi durumunda göçme tipi değişecek ve temel, eksantrisitenin bulunduğu doğrultuda devrilecek, yan yatacaktır. Devrilme davranışı, neredeyse, tüm temel göçmelerinde gözlenebilmektedir. Çünkü; zeminde, bir noktadan diğerine kayma mukavemeti ve sıkışabilirlikte değişimler oluşmakta ve bunun sonucunda da temelin bir tarafında daha büyük yenilme meydana gelmektedir. Bu durum; yükün ağırlık merkezini yenilmenin meydana geldiği tarafa taşımakta ve böylelikle de bu taraftaki basıncın şiddeti artarak devamında devrilme oluşmaktadır.

Pratikte; yüzeysel temellerin tasarımı ile ilgili problemlerde, genellikle, genel kayma göçmesi durumu kontrol edilerek temelin oturma analizi yapılır. Temellerdeki oturma miktarının izin verilebilir sınırlar içerisinde tutulması ve aşırı oturmaların oluşmayacağını ortaya konması ile aynı zamanda yerel ve zımbalama kayma göçmelerine karşı da önlem alınmış olur.

Prof. Dr. Feyza Çinicioğlu, İMO Seminar, 2005.

Emniyetli taşıma gücü değeri yerine zemin emniyet gerilmesi anlayışı hakimdir. Kullanılan terminolojinin fazla önemli olmadığı söylenebilir. Ancak kullanılan isim, arkasındaki anlayışı da etkilemektedir. Standart bir malzeme için belli bir emniyet gerilmesi değeri sunulabilir. Ama zemin standart değil, doğal bir malzemedir, neredeyse her seviyedeki her noktada farklı özellik gösterir. Ayrıca gösterdiği davranış yüklenme şekli, miktarı ve boyutları ile yakından ilgilidir. Emniyetli taşıma gücü sadece zemin özelliklerine değil aynı zamanda temelin boyutları, tipi ve derinliğine bağlı olarak değişecektir. Emniyetli taşıma gücü değerleri bu bilgiler uygulanarak verilmelidir.

Ülkemizdeki uygulamaya genellikle konunun uzmanı olmayanlar hakimdir. Bu yüzden oturma kriteri nadiren uygulanmaktadır. Parametre tayini rastgeledir. Arazi ve laboratuvar deneyleri ile elde edilen parametrelerin en ufak bir benzerliğinin bulunmadığı örnekler sayılamayacak kadar çoktur. Emniyetli taşıma gücü formülleri bile genellikle yanlış uygulanmaktadır. Hazır bilgisayar programlarına yanlış veriler girilerek yanlış sonuçlar sunulmaktadır. Doğru zemin etüdünün ve değerlendirmesinin yapılamaması sonucunda da yapı mühendisi giderek zeminin özelliklerini tek bir sayıyla ifade etmek gibi bir yanlışla düşmektedir.

Bu aksaklıkların esas vebali de inşaat mühendislerinin omuzlarındadır. Çünkü Geoteknik Mühendisliği İnşaat Mühendisliğinin bir anabilim dalıdır. Bütün dünyada da bu böyledir. Yer kabuğunun katmanları ve oluşumuyla ilgilenen veya bunlara ait genel özellikleri ölçen bilim dalları zemini tanısalara bile yapıyla birlikte davranışını tanımazlar. Zemin Mekanikliği konusu iyi bir mekanik ve akışkanlar mekanikliği bilgisi gerektirir. Jeoloji ve Jeofizik mühendisleri sadece ve sadece geoteknik mühendisliği ihtisası yaparak ve mekanik, akışkanlar mekanikliği, statik gibi konulardaki eksikliklerini gidererek bu alanda yeterli birikime sahip olabilirler.

SORULAR ?????