

# TBDY 2018'E GÖRE YAPILACAK GEOTEKNİK HESAPLAMALARIN İÇERİK VE SAYISAL ÇÖZÜMLEMELERİ

## 1. Bölüm

GENEL ZEMİN TİPLERİ

GENEL ZEMİN PARAMETRELERİ

PARAMETRELERİN İFADE ETTİKLERİ

Hazırlayan: İnş. Müh. Gökhan DEMİRBAŞ

# ÖNSÖZ VE GENEL AÇIKLAMALAR

Yapmayı planladığım sunumda; genel kavramların tanıtılmasının ardından basitten karmaşığa giden farklı zemin profilleri (Çoklu Katmanlar, Yer Altı Su Seviyesinin Değişimi, Farklı Sondaj Loglarının İdealize Edilmesi, Kritik Profil Seçimi vb...) için çeşitli hesaplamaların örneklendirilmesini amaçlamaktadır.

Mühendislik açısından zemin temel [Ana Kaya] kayanın üzerindeki mineral, organik madde ve tortulların nispeten gevşek yığılımından oluşmaktadır. (D. Holtz)

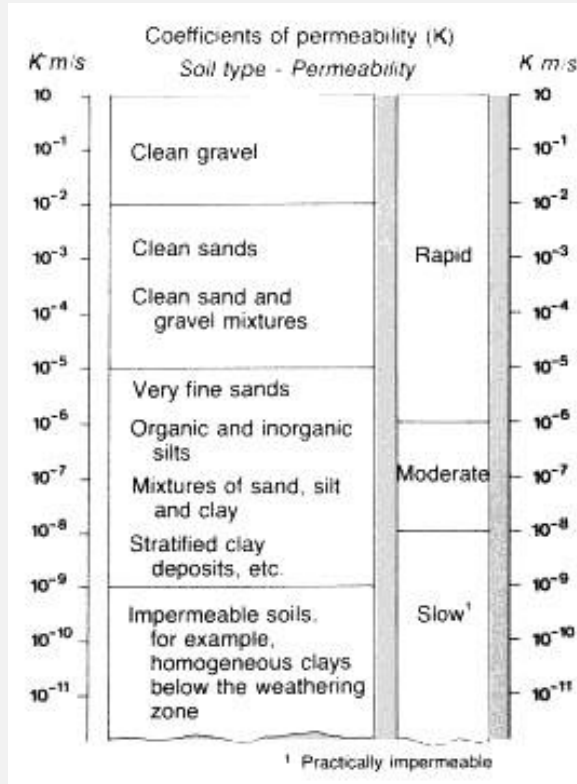
Geoteknik kapsamda incelenecek zeminler Kaya, Kayaç, Çakıl, Kum, Silt ve Kil olarak sıralanabilir. Günlük mühendislik problemlerinde karşımıza çıkacak bu zeminler çoğu zaman karmaşık ve iç içe geçmiş olarak izlenecektir. Hatta bazı durumlarda bu iç içe geçmişlik zeminin davranışını değiştirecektir.

Kaya ve kayaçlar özel durumlar dışında İnşaat Mühendislerine zorluk çıkaran zeminler değildir. İlerleyen dönemlerde kaya ve kayaçlar ile ilgili (RQD-RMR) inceleme yapacağız. Sunumlarda genel olarak çakıl, kum, silt ve killi zemin kombinasyonu incelemek olup genel tanımlamalar bilimsellik terk edilmeden basitçe anlatılacaktır.

# GENEL ZEMİN TİPLERİ VE PARAMETRELERİ

Zeminler tane çaplarına, geçirimsizliklerine ve kohezyon-granülerlik durumlarına göre gruplara ayrılır.

Geçirimsizlik (permabilite) bir zemin türünün içerisinde suyu geçirme hızı olarak kabaca tanımlanabilir. Çakıl ve kum ağırlıklı zeminler; suyu alt katmanlara hızlıca iletirken, tane bakımından daha küçük zeminlerde bu süreç çok daha uzun olur.



Killerin permabilitesi çok düşük olup çoğu zaman hesaplamalarda drenajsız (geçirimsiz) kabul edilirler. Yanda gösterilen şemada farklı zemin türlerinin geçirimsizlik miktarları vardır. Burada gözlemlediğimiz K katsayısı permabiliteyi ifade eder ve belirli bir zamanda suyun geçiş hızını ifade eder. Görüldüğü üzere killer şemanın en alt bölümlerinde yer alır.

Çoğu zaman temellerin drene edilmesi gerektiği durumlarda çakıl temel altına serilmesindeki sebep permabilitesinin yüksek olmasıdır. Burada dikkat edilmesi gereken asıl zemin türü siltlerdir. Silt zeminler çok ince taneli kumlar olarak görülebilir de kil-kum arasında bir formda olabilirler. Siltler bazı durumlarda kumlara yakın davranış gösterirken bazı durumlarda plastik davranış göstererek killere yaklaşır. Siltlerin Plastik ve Plastik olmayan davranışlarının deneyler ile (Atterberg Limitleri - Su İçerikleri - İnce Dane Oranı) belirlenmesi gerekir. Geoteknik incelemeler kapsamında siltli zeminlere dikkatli yaklaşmalı ve davranışının incelenmesi gerekir.

## KOHEZYON VE İÇSEL SÜRTÜNME AÇISI

Kohezyon ince taneli zeminlerin birbirine tutunabilme kapasitesidir. Bu konuyu basitçe anlatmak istememin sebebi mühendislerin kohezyon ve içsel sürtünme açısı gibi kavramları bütün hesaplamalarında kullanması fakat sorulduğunda ise basit bir şekilde anlatamamasıdır. Eğer büyük hacimli plastisitesi yüksek bir kili düz bir zemine dökerseniz yayılır lakin dağılmaz. Bunun sebebi kilin kohezyonudur. Kohezyonun yüksek olmasındaki ana faktör (daha detaylı araştırmanız için «**Spesifik Yüzey**») yüzey alanıdır. Aşırı küçük taneli (KİL) zeminlerin yüzey alanları çok büyük olduğundan elektriksel çekimi diğer zemin türlerine göre çok yüksektir. Kohezyondan bahsedildiğinde akla hep killi zeminler gelir. Unutmamak gerekir ki her türlü zeminde az veya çok kohezyon vardır.

*“Unfortunately, soils are made by nature and not by man, and the products of nature are always complex... As soon as we pass from steel and concrete to earth, the omnipotence of theory ceases to exist. Natural soil is never uniform. Its properties change from point to point while our knowledge of its properties are limited to those few spots at which the samples have been collected. In soil mechanics the accuracy of computed results never exceeds that of a crude estimate, and the principal function of theory consists in teaching us what and how to observe in the field.”*

**Karl von Terzaghi**

## KOHEZYON VE İÇSEL SÜRTÜNME AÇISI

İnşaat mühendislerinin zemin konusunda uğraştığı bilinmezlik miktarını hayal edebilmeniz için; 1000m<sup>2</sup> lik bir araziden 20m derinliğinde 5 adet 72mm çapında sondaj kuyusu açarak burada çeşitli deneyler yapıyor ve numuneler alıyoruz. Bu yapılan işlemler sonucunda bu zemin ile ilgili bilgi sahibi olmaya çalışıyoruz. Bu örnekteki sondajların hacmi 7,2 m<sup>3</sup> olup toplam incelenen hacim 20000m<sup>3</sup>'tür (10 binde 3,6). Bu kadar büyük bir kütlede içinde 5 adet çizgiyi inceleyen bir bilim dalı ile uğraşırken bilinmezleri azaltmak için Mühendis çeşitli kabuller yapmak zorunda kalır.

Bu nedenle granüler zeminlerin kohezyonsuz, kohezyonlu zeminlerinde anlık hesaplamalarda içsel sürtünme açısının olmadığı, drenajsız davranacağı varsayılarak hesaplamalar yapılır.



Bazı zemin tiplerinde kohezyon yok sayılabilecek kadar azken bazı zemin türlerinde asli taşıma kapasitesini (dayanımı) oluşturur. Kohezyonsuz zeminlerde birbirine bağlanma görülmez. Bu zemin tipleri granüler zeminler olarak tanımlanır ve taşıma kapasitelerini genellikle içsel sürtünme açısından alırlar. İçsel sürtünme açısını basitçe anlatmak için şunu hayal edelim. Bir kum saatinden akan kum taneleri dipte bir tepcecik oluşturur. Bu tepcecik eğiminin açısı bizim içsel sürtünme açısı olarak tanımladığımız kavramdır.

# ZEMİN TÜRLERİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Zemin katmanları çok nadiren temiz bir şekilde karşımıza çıkar. Temiz kavramı geoteknik mühendisliğinde bir zemin katmanın içerisinde kendinden başka hiçbir zeminin olmadığı homojen olarak dağılmış zeminleri ifade eder. Sondajların çok büyük bir bölümünde «Az siltli az kumlu çakıl» «Kumlu- Siltli Düşük Plastisiteli Kil» gibi tanımlamalar görürüz. Bu zemin türlerinin her biri kendine has karışım içerikleri, karışım miktarları, plastiklik içerir. Bu nedenle her bir durum kendi içerisinde dikkatlice incelenmelidir.

## Çakıl Zeminler

Genellikle granüler, drenajlı ve kohezyonsuz kabul edilirler. Taşıma gücü kapasiteleri içsel sürtünme açlarına bağlıdır. Büyük taşıma gücü değerleri hesaplanır. Çoğu zaman büyük oturmalar beklenmez. Tanımlanmaları sıklık ve içeriklerine bağlıdır. Elastisite modülleri ve Kayma Dalgası hızları yüksek beklenir. SPT verileri mühendisi yanılabilir. Çok iri çakıllı zeminlerde presiyometre deneyleri anlamsız sonuçlar verebilir [Blok – Parçalı Kayaç].

## Kum Zeminler

Genellikle granüler, drenajlı ve kohezyonsuz kabul edilirler. Taşıma gücü kapasiteleri içsel sürtünme açlarına bağlıdır. Büyük ani elastik deformasyonlar gözlenebilir. Kum zeminlerdeki temel tasarımında kritik nokta, taşıma gücü kapasitesi değil oturma olarak sınırlandırılmalıdır. Tanımlanmaları sıklık ve içeriklerine bağlıdır. Çoğu deney (Plastisite, konsolidasyon vb... hariç) anlamlı sonuçlar verir. Dinamik etkiler altında boşluk suyu basıncının değişimine çok dikkat edilmelidir (Sıvılaşma) (**TBDY 2018 Madde 16.6.4**).

## Killi Zeminler

Kohezyonlu olarak kabul edilirler. Çoğu zaman (Su Seviyesinin Altındaki) drenajsız kabul edilirler. Drenaj durumları permabilitelerine bağlıdır. Taşıma gücü hesaplarında iki farklı yöntem izlenir. Ani dayanım hesaplarında drenajsız kayma mukavemeti kullanılırken uzun dönem taşıma kapasitelerinde kohezyon ve içsel sürtünme açıları kullanılarak farklı durumlar irdelenir. Çok yüksek deformasyonlar gösterebilirler. Kil üzerindeki temel tasarımları da kumlar gibi taşıma gücü kapasitesi ile değil zemin deformasyonu ile sınırlandırılmalıdır. Suyun varlığı ve yokluğu davranışlarını dramatik ölçülerde değiştirir. Konsolidasyon oturması beklenir ve su içeriklerinin önemi büyüktür. Tanımlanmaları katılık ve plastisitelerine bağlıdır. Organik içeriklerinin varlığı araştırılmalıdır. Çoğu tür deney uygulanabilir zeminlerdir.

## Siltli Zeminler

Genellikle granüler olup kohezyonlu davranış sergileyebilirler. Drenaj durumları plastisitelerine ve permabilitelerine bağlıdır. Davranışlarını algılamak için tüm deneyler ve veriler dikkatle incelenmelidir. Taşıma gücü kapasiteleri içsel sürtünme açısına ve kohezyona aynı anda bağlı veya ayrı olabilir (Hesap içeren sunumlarda gerçek deney sonuçları ile farkı göstereceğim). Büyük elastik oturmalar oluşabilir. Konsolidasyon oturması beklenmez. Plastisitesi çok düşük veya plastik olmayan siltlerde dinamik etkiler altında boşluk suyu basıncının etkisi göz önüne alınmalıdır (Sıvılaşma) (**TBDY 2018 Madde 16.6.4**). Organik içeriklerinin varlığı araştırılmalıdır. Çoğu tür deney uygulanabilir zeminlerdir.

## GENEL OLARAK BİLİNMESİ GEREKEN ZEMİN PARAMETRELERİ

TANIM	Sembol	Birim	TANIM	Sembol	Birim
Doğal Birim Hacim Ağırlığı	$\gamma_d$	t/m <sup>3</sup>	İçsel Sürtünme Açısı	$\Phi$	derece
Suya Doygun Birim Hacim Ağırlığı	$\gamma_{sat}$	t/m <sup>3</sup>	Kohezyon	c	t/m <sup>2</sup>
Kuru Birim Hacim Ağırlığı	$\gamma_{dry}$	t/m <sup>3</sup>	Drenajsız Kayma Mukavemeti	$c_u$	t/m <sup>2</sup>
Su İçeriği	$W_n$	%	İnce Dane İndeksi	IDI	%
Likit Limit	LL	%	Hacimsel Sıkışma Katsayısı	$m_v$	cm <sup>2</sup> /kg
Plastik Limit	PL	%	Kayma Hızı Dalgası	$V_s$	m/sn
Plastisite İndeksi	PI	%	Elastisite Modülü (Young)	E	t/m <sup>2</sup>
Permabilite	K	m/sn	Poisson Oranı	$\mu$	Birimsiz
Sıklık - Katılık	-	-	Kayma Modülü	$G_s$	t/m <sup>2</sup>

\*Genellikle Deney sonuçları kg/cm<sup>2</sup> - kg/cm<sup>3</sup> değerleri ile verilir. Konsolidasyon deneyi sonuçları cm<sup>2</sup>/kg verilir.