



INS305

Zemin Mekaniği I

Zeminlerin Oluşumu

Doç. Dr. İnan KESKİN

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

www.inankeskin.com

ZEMİN MEKANİĞİ

Haftalık Konular

Hafta 1:	Zeminlerin Oluşumu
Hafta 2:	Zeminlerin Fiziksel ve Endeks Özelliklerinin Tanımlanması ve Problem Çözümleri
Hafta 3:	Zeminlerin Fiziksel ve Plastisite Özelliklerine Yönelik Deneyler
Hafta 4:	Zeminlerde Tane Dağılımı ve Analizi
Hafta 5:	Zeminlerin Sınıflandırılması
Hafta 6:	Zemin Sınıflama Sistemleri Uygulamaları ve Karşılaştırmalar
Hafta 7:	Zeminlerde Su
Hafta 8:	Yeraltı Gerilmeleri; Zemin kütlesi nedeniyle oluşan gerilmeler
Hafta 9:	Yeraltı Gerilmeleri; Düşey yükleme ile oluşan zemin kütlesindeki gerilmeler
Hafta 10:	Zeminlerin Kompaksiyonu
Hafta 11:	Standart Proktor Deneyi ve Modifiye Proktor Deneylerinin Uygulaması
Hafta 12:	Sıkışma ve Konsolidasyon Teorisi
Hafta 13:	Konsolidasyon Deneyi
Hafta 14:	İleri Zemin Mekaniği Problem Çözümleri
Hafta 15:	Bu ders için Ara Sınav, 7. ve 15. haftalar arasındaki bir tarihte yapılır. Sınavın yapıldığı tarihten itibaren konular bir hafta ileri alınır.

ZEMİN MEKANİĞİ

Ders Devamı ve Başarısı ile ilgili genel Bilgiler

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ ÖNLİSANS, LİSANS EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV YÖNETMELİĞİ

Devam zorunluluğu

MADDE 23 – (1) Derse ve uygulamalara devam zorunludur. Teorik derslerin %30'undan, uygulamalı derslerin %20'sinden fazlasına katılmayan öğrenci o dersin sınavlarına giremez. Belirtilen devamsızlık üst sınırı, üçüncü fıkrada belirtilen durumlar dışında hiçbir şekilde aşılamaz. Bir ders hem teorik hem de uygulamadan oluşuyorsa bu dersin devam zorunluluğu teorik veya uygulama saatinden hangisi fazla ise fazla olan üzerinden, eşit ise eşit olarak hesaplanır. Devamsızlıkları nedeniyle sınava girme hakkı kazanamayanların isimleri dersi veren öğretim elemanı tarafından en geç derslerin son bulunduğu tarihte öğrencilere duyurulur.

(2) Tekrarlanan teorik ve uygulamalı derslerde devam şartı aranıp aranmayacağına ilgili yönetim kurulu tarafından karar verilir. Bu durumdaki öğrencilerin başarı notunun belirlenmesinde, dersi tekrarladığı dönemdeki sınav notları dikkate alınır.

(3) Üniversite Yönetim Kurulu tarafından görevlendirilen öğrencilerin, milli takım ve üniversiteler arası spor karşılaşmalarında veya kültürel etkinliklerde bu etkinliklere katılmalarının zorunlu olması durumunda öğrenime devam edemedikleri süreler, devam süresinin hesabında dikkate alınmaz; bu süreler içinde giremedikleri ara sınavlara ilgili yönetim kurulunca belirlenecek tarihlerde girerler. Öğrenciler bu faaliyetlere ilişkin programları; bu faaliyetleri yürüten yetkililerden alacakları belgelerle birlikte dekanlığa/müdürlüğe bildirmek zorundadırlar. Yukarıdaki faaliyetler kapsamında Üniversite Yönetim Kurulunun bir öğrenci için verebileceği toplam izin süresi en fazla yirmi gündür. İzinlerin faaliyetlerden önce alınması zorunludur. Spor yarışmaları ile kültürel etkinliklere katılacak öğrencilere söz konusu faaliyetlerden hemen önce yapılacak olan en son hazırlık çalışmaları için Üniversite Yönetim Kurulu tarafından izin verilebilir.

(4) Derslere devam durumu öğretim elemanı tarafından izlenir.

https://oidb.karabuk.edu.tr/yonetmenlik/egitim_ogretim_sinav.pdf

ZEMİN MEKANİĞİ

Ders Devamı ve Başarısı ile ilgili genel Bilgiler

Değerlendirme Ölçütleri			AKTS Hesaplama İçeriği			
Yarıyıl Çalışmaları	Sayısı	Katkı	Etkinlik	Sayısı	Süresi	Toplam İş Yüğü Saati
Ara Sınav	1	%40	Ders Süresi	14	4	56
Kısa Sınav	0	%0	Sınıf Dışı Ç. Süresi	12	2	24
Ödev	1	%10	Ödevler	1	6	6
Devam	0	%0	Sunum/Seminer Hazırlama	0	0	0
Uygulama	0	%0	Ara Sınavlar	1	8	8
Proje	0	%0	Uygulama	0	0	0
Yarıyıl Sonu Sınavı	1	%50	Laboratuvar	0	0	0
Toplam		%100	Proje	0	0	0
			Yarıyıl Sonu Sınavı	1	18	18
			Toplam İş Yüğü			112
			AKTS Kredisi			4

Birim Bilgileri:	MÜHENDİSLİK FAK. /İnş.Müh.		
Ders Bilgileri:	(1) INS305 Zemin Mekaniği I	Teorik Saati : 3	Uyg./Lab. Saati : 1
Yoklama Bilgileri:	Toplam 14 Hafta (56 Saat). Teorik Toplamı 42 Saat, Devamsızlık Oranı (%30)/13 Saat. Uygulama Toplamı 14 Saat, Devamsızlık Oranı (%20)/3 Saat.		

ZEMİN MEKANIĞI

Ders Devamı ve Başarısı ile ilgili genel Bilgiler

Dersin Öğrenme Çıktıları

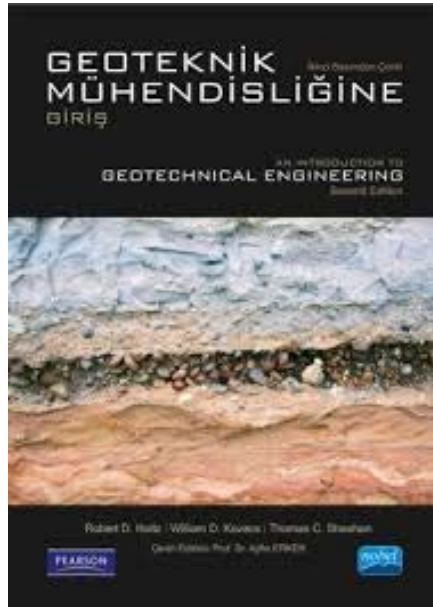
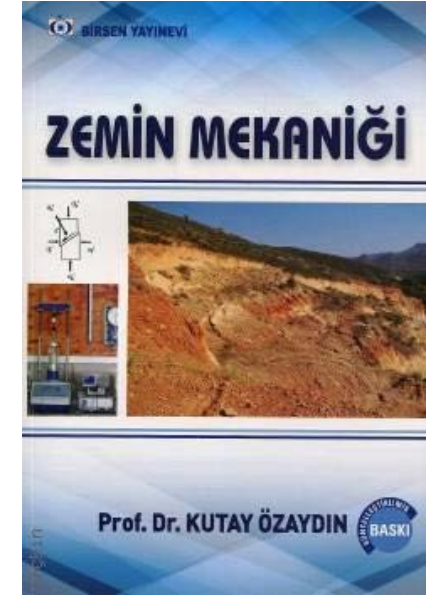
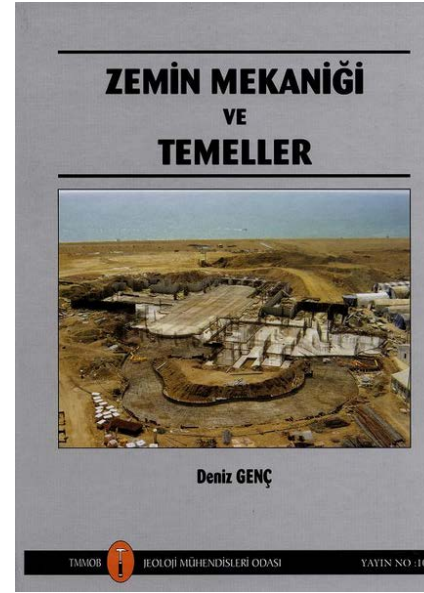
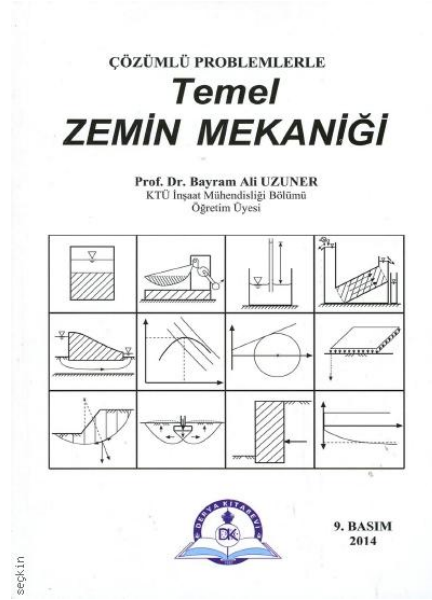
Sıra No	Açıklama
Ö01	Farklı zemin türlerinin oluşum mekanizmalarını ve etkileyen faktörleri açıklayabilir.
Ö02	Zeminlerin fiziksel ve indeks özelliklerini açıklayabilir.
Ö03	Zeminleri sınıflandırma sistemlerini kullanarak sınıflar.
Ö04	Zeminlerin geçirgenlik özelliklerini belirler.
Ö05	Zemin ortamında meydana gelecek gerilmeleri hakkında bilgi sahibi olur ve hesaplamasını yapabilir.
Ö06	Zeminlerde sıkışma özelliklerine etki eden faktörleri belirler ve oturma hesabı yapabilir.

Programın Öğrenme Çıktıları

Sıra No	Açıklama
P09	Mesleki ve etik sorumluluk bilinci
P08	Yaşam boyu öğrenmenin gerekliliği bilinci; bilgiye erişebilme, bilim ve teknolojiadaki gelişmeleri izleme ve kendini sürekli yenileme becerisi
P07	Türkçe sözlü ve yazılı etkin iletişim kurma becerisi; en az bir yabancı dil bilgisi
P12	İnşaat Mühendisliği çözümlerinin ve uygulamalarının evrensel ve toplumsal boyutlardaki etkilerinin bilincinde olmak; hizmet ve endüstri yapılarının planlanması, projelendirilmesi, yapımı ve denetimi konuları hakkında bilgi sahibi olmak
P11	İnşaat Mühendisliği uygulamalarının evrensel ve toplumsal boyutlarda sağlık, çevre ve güvenlik üzerindeki etkileri ile çağın sorunları hakkında bilgi; İnşaat Mühendisliği çözümlerinin hukuksal sonuçları konusunda farkındalık
P10	Proje yönetimi ile risk yönetimi ve değişiklik yönetimi gibi iş hayatındaki uygulamalar hakkında bilgi; girişimcilik, yenilikçilik ve sürdürülebilir kalkınma hakkında farkındalık
P03	Karmaşık bir bilgisayar tabanlı sistemi, süreci, cihazı veya ürünü gerçekçi kısıtlar ve koşullar altında, belirli gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlama becerisi; bu amaçla modern tasarım yöntemlerini uygulama becerisi
P02	Karmaşık İnşaat Mühendisliği problemlerini saptama, tanımlama, formüle etme ve çözme becerisi; bu amaçla uygun analiz ve modelleme yöntemlerini seçme ve uygulama becerisi
P01	Matematik ve Fen Bilimleri ile Temel Mühendislik konularında yeterli bilgi birikimi; bu alanlardaki kuramsal ve uygulamalı bilgileri, İnşaat Mühendisliği problemlerini modelleme ve çözme için uygulayabilme becerisi
P06	İnşaat Mühendisliği disiplini içinde ve çok disiplinli takımlarda etkin biçimde çalışabilme becerisi; bireysel çalışma becerisi
P05	İnşaat Mühendisliği problemlerinin incelenmesi için deney tasarlama, deney yapma, veri toplama, sonuçları analiz etme ve yorumlama becerisi
P04	İnşaat Mühendisliği uygulamaları için gerekli modern teknik ve araçları geliştirme, seçme ve kullanma becerisi; bilişim teknolojilerini etkin bir şekilde kullanma becerisi.

ZEMİN MEKANIĞI

Önerilen ve Yararlanılan Kaynaklar



ZEMİN MEKANİĞİ

Ders Devamı ve Başarısı ile ilgili genel Bilgiler

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ ÖNLİSANS, LİSANS EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV YÖNETMELİĞİ

Devam zorunluluğu

MADDE 23 – (1) Derse ve uygulamalara devam zorunludur. Teorik derslerin %30'undan, uygulamalı derslerin %20'sinden fazlasına katılmayan öğrenci o dersin sınavlarına giremez. Belirtilen devamsızlık üst sınırı, üçüncü fıkrada belirtilen durumlar dışında hiçbir şekilde aşamaz. Bir ders hem teorik hem de uygulamadan oluşuyorsa bu dersin devam zorunluluğu teorik veya uygulama saatinden hangisi fazla ise fazla olan üzerinden, eşit ise eşit olarak hesaplanır. Devamsızlıkları nedeniyle sınava girme hakkı kazanamayanların isimleri dersi veren öğretim elemanı tarafından en geç derslerin son bulunduğu tarihte öğrencilere duyurulur.

(2) Tekrarlanan teorik ve uygulamalı derslerde devam şartı aranıp aranmayacağına ilgili yönetim kurulu tarafından karar verilir. Bu durumdaki öğrencilerin başarı notunun belirlenmesinde, dersi tekrarladığı dönemdeki sınav notları dikkate alınır.

(3) Üniversite Yönetim Kurulu tarafından görevlendirilen öğrencilerin, milli takım ve üniversiteler arası spor karşılaşmalarında veya kültürel etkinliklerde bu etkinliklere katılmalarının zorunlu olması durumunda öğrenime devam edemedikleri süreler, devam süresinin hesabında dikkate alınmaz; bu süreler içinde giremedikleri ara sınavlara ilgili yönetim kurulunca belirlenecek tarihlerde girerler. Öğrenciler bu faaliyetlere ilişkin programları; bu faaliyetleri yürüten yetkililerden alacakları belgelerle birlikte dekanlığa/müdürlüğe bildirmek zorundadırlar. Yukarıdaki faaliyetler kapsamında Üniversite Yönetim Kurulunun bir öğrenci için verebileceği toplam izin süresi en fazla yirmi gündür. İzinlerin faaliyetlerden önce alınması zorunludur. Spor yarışmaları ile kültürel etkinliklere katılacak öğrencilere söz konusu faaliyetlerden hemen önce yapılacak olan en son hazırlık çalışmaları için Üniversite Yönetim Kurulu tarafından izin verilebilir.

(4) Derslere devam durumu öğretim elemanı tarafından izlenir.

https://oidb.karabuk.edu.tr/yonetmenlik/egitim_ogretim_sinav.pdf

ZEMİN MEKANIĞI

Ders Devamı ve Başarısı ile ilgili genel Bilgiler

Bologna Süreci Ders Bilgileri

Bilgi Paketi Süreci Ders Bilgileri:INS308 Zemin Mekaniği II Kayıt değiştiriliyor...

Amacı

Zemin Mekaniği konularının inşaat mühendisliğindeki yeri ve öneminin uygun örneklerle aktarılması.

Amacı (İngilizce)

To express the importance of soil mechanics in the scope of civil engineering by proper cases

İçeriği

Zemin etütünün temelleri, killerin özellikleri, zeminlerde gerilme kavramı, kayma dayanımına ilişkin deneyler, Yanal zemin basınçları, şev stabilitesi,

İçeriği (İngilizce)

The concept of ground survey, clay mineralogy, stress distribution within soil layers, experiments on shear strength, Lateral earth pressures, Slope

Ders Notları

Ders Notları (İngilizce)

Değerlendirme Sistemi

Yarıyıl Çalışmaları	Sayısı	Katkı%
Ara Sınav	1	% 40
Kısa Sınav	0	% 0
Ödev	1	% 10
Devam	0	% 0
Uygulama	0	% 0
Proje	0	% 0
Yarıyıl Sonu Sınavı	1	% 50
Toplam :	3	100

AKTS/İş Yüğü Tablosu

Etkinlik	Sayısı	Süresi	Toplam İş Yüğü(Saat)
Ders Süresi	14	4	56
Sınıf Dışı Ç. Süresi	12	2	24
Ödevler	1	12	12
Sunum/Seminer Hazırlama	0	0	0
Ara Sınavlar	1	15	15
Uygulama	0	0	0
Laboratuvar	0	0	0
Proje	0	0	0
Yarıyıl Sonu Sınavı	1	20	20
Toplam İş Yüğü(Saat)	127	25,5	= 4,98
Hesaplanan AKTS Kredisi	5 (Dersin AKTS Kredisi : 5)		

Ders Kategorisi

Matematik ve Temel Bilimler	% 10	Mühendislik Bilimleri	% 20	Mühendislik Tasarımı	% 20	Sosyal Bilimler	%
Eğitim Bilimleri	%	Fen Bilimleri	%	Sağlık Bilimleri	%	Alan Bilgisi	% 40

Dersin Kaynakları URL (Materyal Paylaşımı) Kayıt başarıyla düzeltili

Dokümanlar

Ödevler

Sınavlar

☐ Dersin Stajı Var

Kaydet

Yazdır

Yazdır(İngilizce)

Özileme

Ek İşlemler

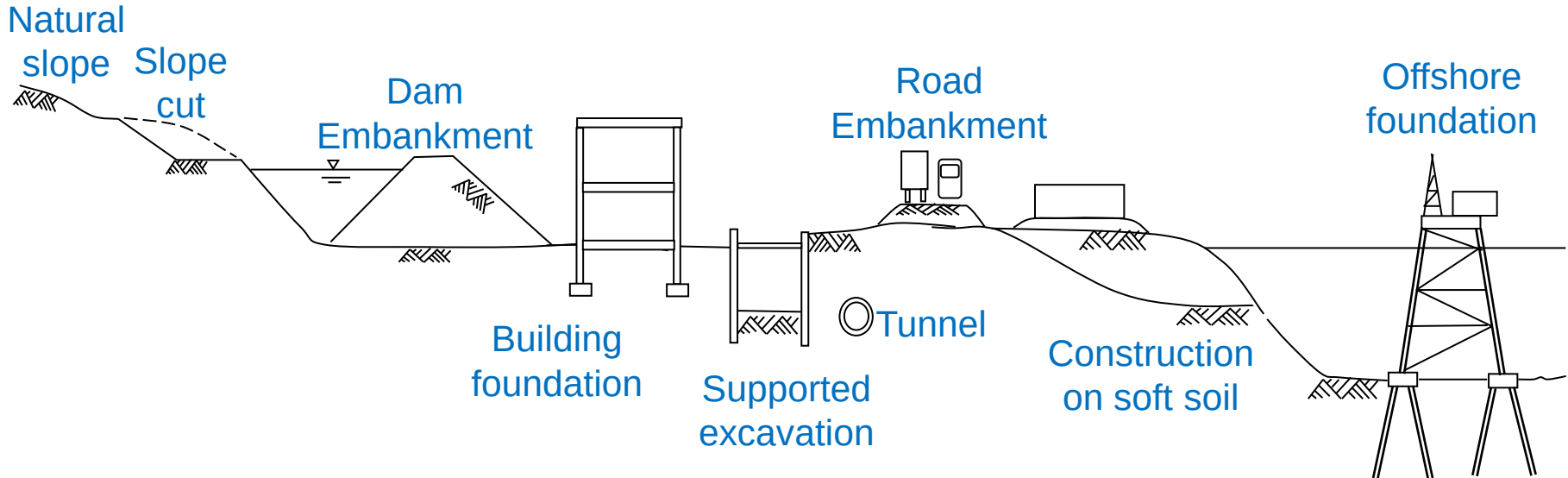
<https://obs.karabuk.edu.tr/oibs/bologna/index.aspx?lang=tr&curOp=showPac&curUnit=0200&curSunit=419#>

ZEMİN MEKANİĞİ

*Zemin mekaniği, **fizik ve mekaniğe** dayalı olarak zeminlerin, özellikle **gerilme ve deformasyon** özelliklerini inceler.*

Mühendislik yapılarının teknik ve ekonomik olarak yapılabilirliğinin belirlenmesi için üzerinde inşa edileceği zeminler hakkında yanıtlandırılması gereken sorular zemin mekaniğinin doğmasına ve gelişmesine neden olmuştur.

Zemin ile zemin içerisinde temeli olan taşıyıcı sistem birbirleriyle karşılıklı etkileşim içerisinde Zeminin mukavemet özellikleri inşaatın dinamik hareketlerini etkilerken inşaatın davranışı da zeminin dinamik hareketlerini etkilemektedir ki buna zemin yapı etkileşimi denir.

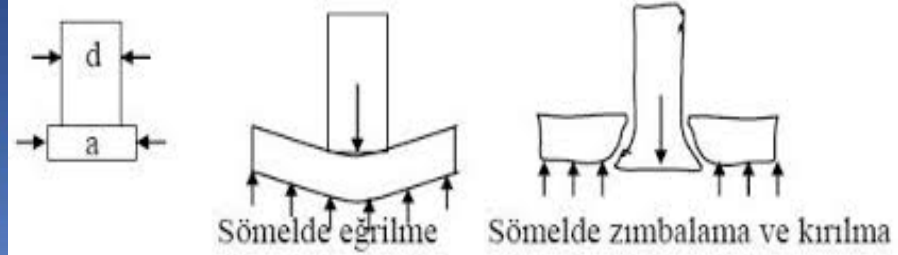


ZEMİN MEKANİĞİ UYGULAMA ALANLARI

İnşaat mühendisliği uygulamalarında her projede zeminlerle ilgili bazı problemler kaşıımıza çıkmaktadır. Bu problemleri aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz.

1. Temeller ile ilgili problemler:

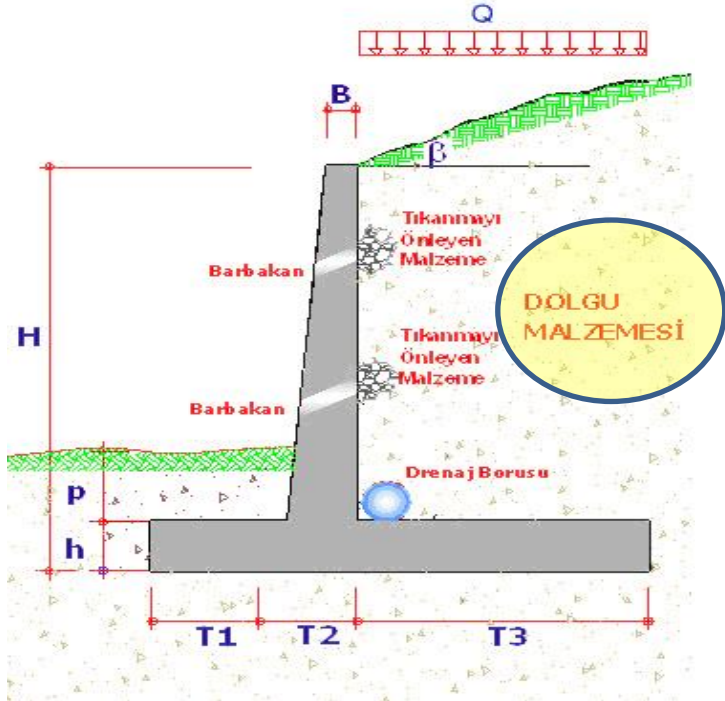
Bütün mühendislik yapıları (binalar, köprüler, karayolları, barajlar, vb.) zemin veya kaya tabakaları üzerine oturtulmaktadır. *Yapı temellerinin zemin tabakaları üstüne veya içine oturtulması durumunda, yapıdan aktarılacak yükler altında arazideki zeminlerin davranışının tasarım aşamasında göz önüne alınması gerekmektedir.* Uygulanan yükler altında zeminin mukavemetinin aşılması durumunda göçme meydana gelmesi ve üst yapının güvenliğinin toptan tehlikeye girmesi söz konusu olmaktadır. *Temel altındaki zemin tabakalarının mukavemeti aşılmaya bile, sıkışmalardan dolayı ortaya çıkan oturmalar yapı üzerinde çok zararlı etkiler yapabilmektedir.*



ZEMİN PROBLEMLERİ

2. Zeminlerin inşaat malzemesi olarak kullanılması:

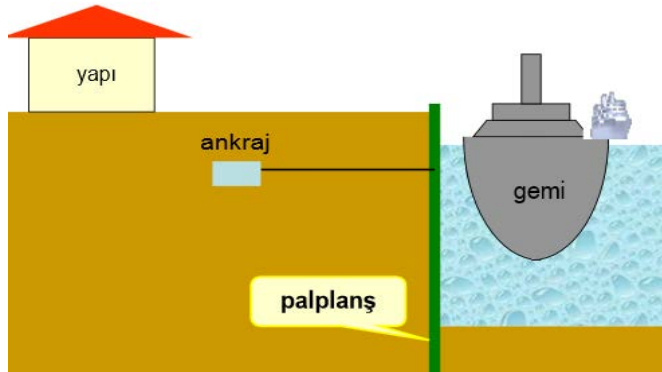
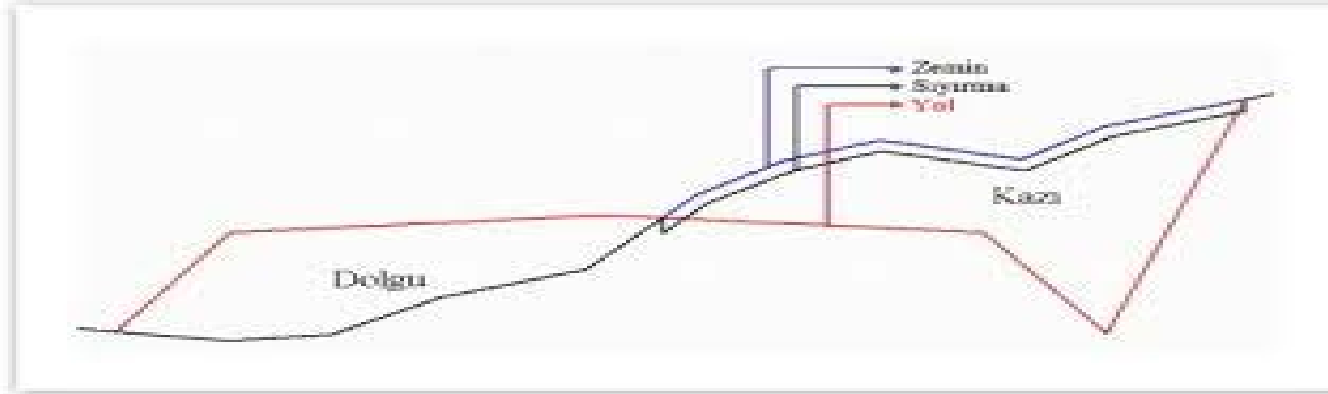
İlk çağlardan beri insanlar binaların, ulaşım sistemlerinin ve su toplama ve depolama yapılarının inşasında zeminleri inşaat malzemesi olarak kullanmışlardır. *Bugün için de karayolları ve havaalanları kaplamaları altında, su seddeleri ve toprak barajlar inşasında, vb. birçok inşaat mühendisliği projesinde zeminler doğrudan inşaat malzemesi olarak yaygın kullanım alanı bulmaktadır.* Zeminlerin inşaat malzemesi olarak kullanılmasında, yapının amacına uygun malzemenin seçilmesi, zeminin usulüne uygun olarak yerleştirilmesi ve sıkıştırılması gibi hususlara dikkat etmek gerekmektedir.



ZEMİN PROBLEMLERİ

3. Kazılar ve Şevler:

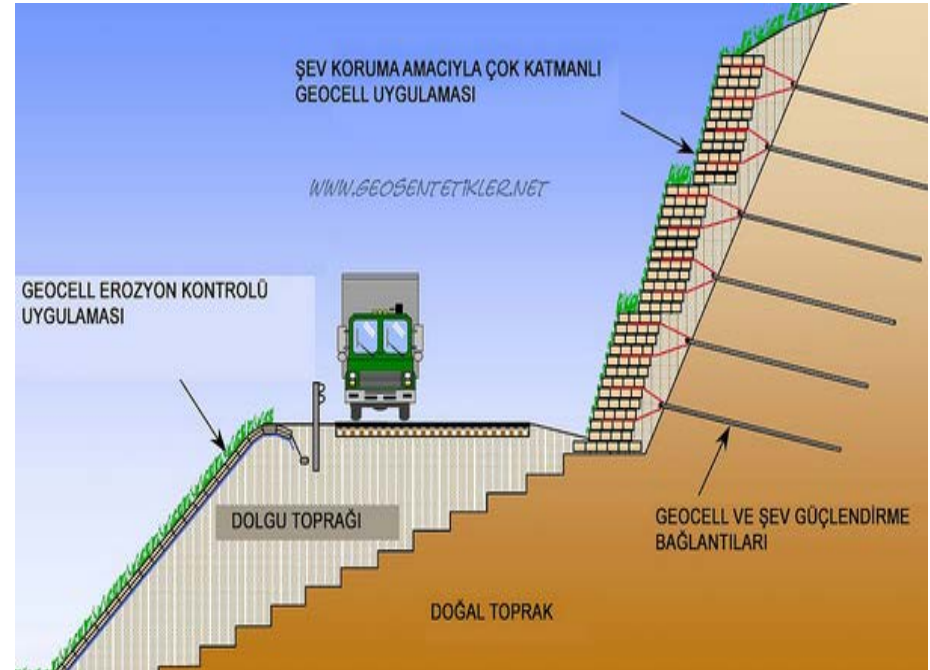
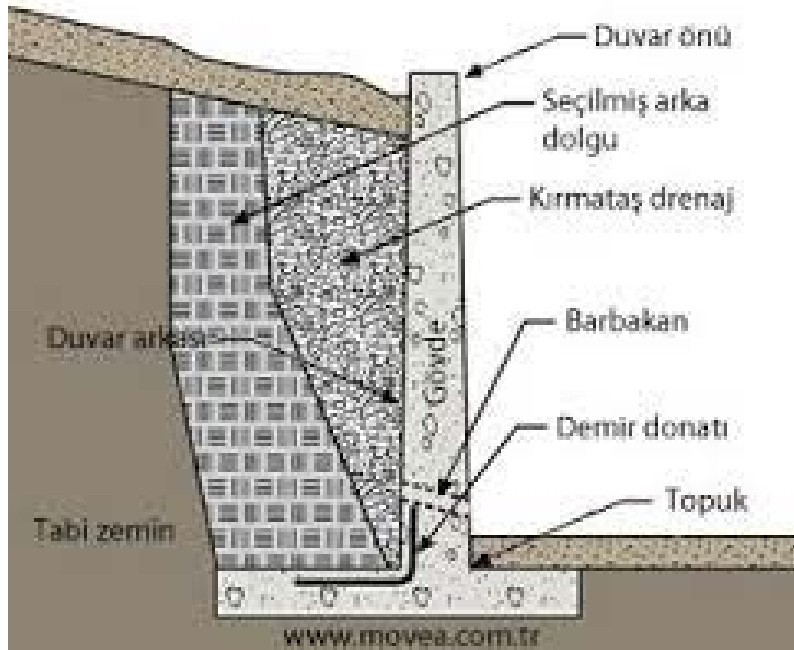
Zemin yüzeyinin eğik olması durumunda, şev açısı ve yüksekliğine bağlı olarak, zemin kütlelerinin yer çekimi kuvvetleri etkisi altında kayma tehlikesi mevcuttur. *Tabii şevlerde, kazı kenarlarında ve dolgu şevlerinde kaymalar meydana gelmesinin önlenmesi inşaat mühendisliğinin en karmaşık ve zor problemlerinden birini oluşturmaktadır.* Kazı ve dolgularda güvenli şev açısının ve yüksekliğinin seçilebilmesi ve tabii şevlerin **kaymaya karşı güvenlik katsayılarının belirlenebilmesi için zeminlerin kısa ve uzun süreli kayma mukavemetlerinin ve muhtemel kayma yüzeyinin belirlenmesi gerekli olmaktadır**



ZEMİN PROBLEMLERİ

4. İstinat Yapıları:

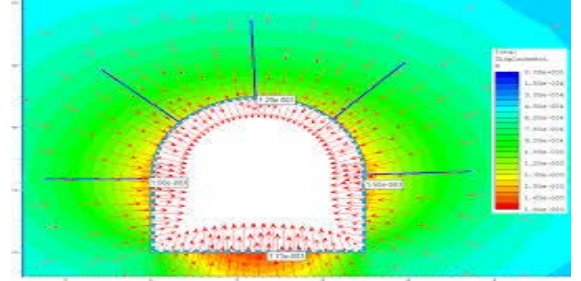
Kazı ve dolgu şevlerinin uzun süre düşey olarak tutulabilmesi için zemin kütlesinin önüne bir istinat yapısı yerleştirilmesi gerekli olmaktadır. Ayrıca bazı durumlarda tabii şevlerin önünde ve liman yapılarında da istinat yapıları kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan istinat yapıları arasında istinat duvarları (kagir veya betonarme), palplanşlar, yerinde dökme kazıklar ve bentonit-hendek duvarlar gibi yapılar sayılabilir. *Bu yapıların tasarımı için yapı arkasındaki zemin kütlesinden gelecek basınçların ve kazı tabanı seviyesi altındaki zeminlerin mukavemet ve sıkışabilirlik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.* İstinat yapısının güvenliği (ve dolayısıyla arkasındaki zemin kütlesi ile üzerinde yer alan yapıların güvenliği) zemin özelliklerinin sağlıklı olarak belirlenmesi durumunda sağlanabilmektedir



ZEMİN PROBLEMLERİ

5. Yeraltı Yapıları:

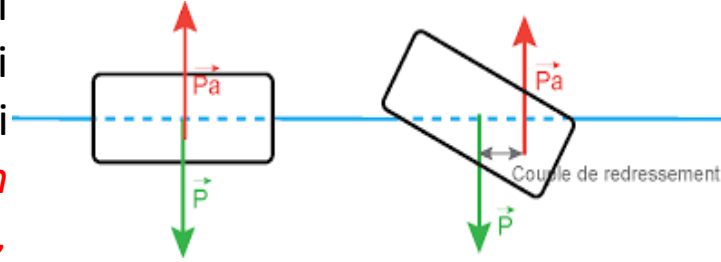
Zemin tabakaları içine gömülü yapıların tasarım ve inşaatı için arazideki zeminlerin özelliklerinin ve davranış biçimlerinin belirlenmesi gerekmektedir. *Zeminler içinde açılan tünellerin duraylılığı ve tünel kaplamasına gelecek toprak basınçlarının hesabı, zemin içine gömülü su boruları ve depoları gibi yapılara ve bodrum duvarlarına gelecek basınçların hesabı, zeminlerle ilgili inşaat mühendisliği problemlerinden bir kısmını oluşturmaktadır.* Yeraltı yapılarının tasarım hesapları yanında inşaat yönteminin seçilmesi ve inşaatın yürütülmesi sırasında da zeminle ilgili özelliklerin dikkate alınması gerekmektedir.



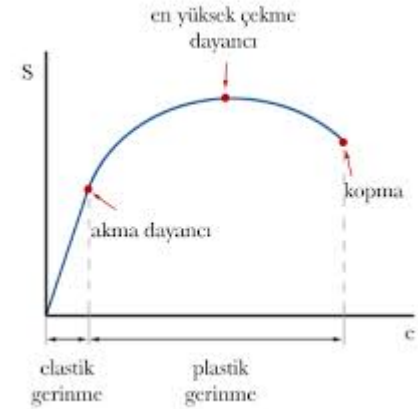
ZEMİN MEKANİĞİ PROBLEMLERİNİN ANALİZİ

Zeminlerle ilgili problemler **hesap yöntemleri açısından** üç grupta incelenmektedir.

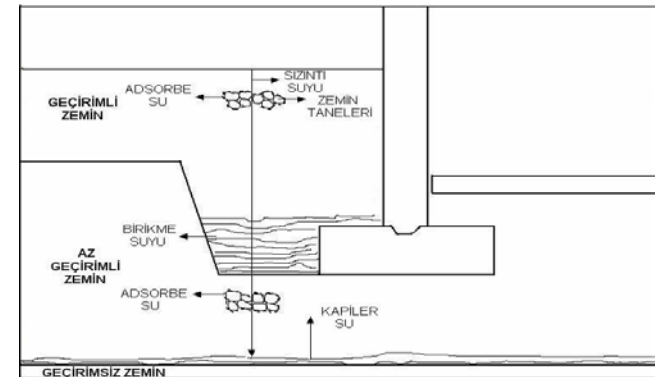
1. Stabilité problemleri; Bu tür problemlerde zeminin ani ve toptan göçme olasılığı ve bunun zemin kütleleri ve/veya üzerlerinde yer alan yapıların güvenliği üzerindeki etkisi analiz edilir. **Bu gruba giren problemler arasında temellerin taşıma gücü hesabı, şev ve istinat duvarlarının analizleri sayılabilir.**



2. Elastik ve Plastik Şekil Değiştirme Problemleri; Zemin üzerine yük uygulandığı zaman elastik (geri gelen) ve plastik (kalıcı) şekil değiştirmeler oluşur. **Zeminlerin gerilme – şekil değiştirme ve gerilme – oturma – zaman davranışlarının** belirlenmesi ve uygulanacak yükler altında meydana gelmesi olası şekil değiştirmeleri analiz edilir.



3. Zemin içerisinde Su Hareketi ile İlgili Problemler; Zeminler içerisinde oluşan **su basınçları ve su akımı** stabilite ve hacimsel şekil değiştirme problemlerine büyük oranda etki etmektedir. Bu gibi problemlerin analizinde ve çözümünde zemin mekaniği kuramları kullanılmaktadır.



ZEMİN MEKANİĞİ BAZI SORULARA CEVAP BULABİLİR

1. Zemin etüdü için kaç sondaj kuyusu gereklidir ve kuyular hangi derinlikte olmalıdır?
2. Zeminin taşıma gücü nedir?
3. Bir yapı yada dolgu yükünün neden olduğu gerilme zeminde belirtilen derinlikte ne olacaktır?
4. Mühendislik yapısı nedeniyle zeminde oturma olacak mı? Ne kadar sürede tamamlanacaktır?
5. Söz konusu zemin karayolu yada demiryolu dolgusu için uygun mudur?
6. Zemin dolguda doğrudan kullanılabilir mi? Kullanılamaz ise istenmeyen özelliklerin düzeltilmesi için karışım yapmak gerekir mi?
7. Yeraltı suyundaki düzensiz değişimler zemini nasıl etkiler?
8. Zemin kütlesi içerisinde suyun hareket hızı nedir?
9. Kazı şevi nasıl olmalıdır?
10. Yapılan kazı güvenli mi?
11. Saha yeraltı suyunu kirletmeden atık alanı olarak kullanılır mı?
12. Alan radyasyon üreten santrallere karşı güvenli mi? Sızıntı meydana gelmemesi için oturma kontrol edilebilir mi?
13. Deprem bir felakete neden olabilir mi?
14. Deprem sonrasında zemin de sıvılaşma gözlenir mi?
15. .
16. .
17. .
18. ...***gibi bir çok mühendislik problemine verilecek cevaplar zemin mekaniği bilgisi ile yanıtlanabilir***

TARTIŞMA: arazinizin deniz kilinden oluştuğunu varsayarak stabilite ile ilgililip problemleri tartışınız.

ZEMİN MEKANİĞİ DENEYLERİ

Arazide sağlam ve güvenliği yüksek yapıların inşa edilebilmesi için zeminler üzerindeki zemin mekaniği uygulamaların büyük titizlikle yapılması gerekir.



ZEMİN MEKANİĞİ DENEYLERİ

Zemin Mekanik Laboratuvarlarında yanda malzemelerin fiziksel, indeks, mekanik, deformabilite, konsolidasyon ve şişme özellikleri tayin edilmektedir. sıralanan deneyler yapılarak kaya ve zemin .

Fiziksel ve İndeks Özellikler

- Su içeriği tayini
- Birim hacim ağırlık tayini (doğal, kuru, doymuş)
- Özgül ağırlık tayini
- Atterberg limitleri (likit limit, plastik limit, plastisite indisi, büzülme limiti)
- Tane Boyu Dağılımı (Elektroanalizi, Hidrometre deneyi)
- Boşluk oranı, gözeneklilik ve doymuşluk derecesinin tayini

Kompaksiyon Deneyi

- Standart ve modifiye proktor yöntemi ile optimum su içeriği değerinin belirlenmesi

Dayanım ve Deformabilite Özellikleri

- Serbest basınç deneyi
- Üç eksenli deneylerle makaslama dayanımı tayini (konsolidasyonsuz-drenajsız ve konsolidasyonlu-drenajlı koşullarda)
- Deformasyon kontrollü doğrudan makaslama deneyi

Konsolidasyon ve Taşıma Gücü Özellikleri

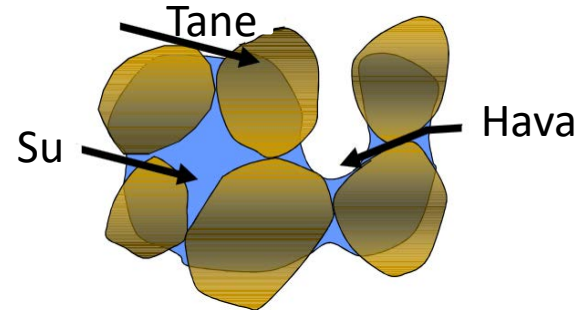
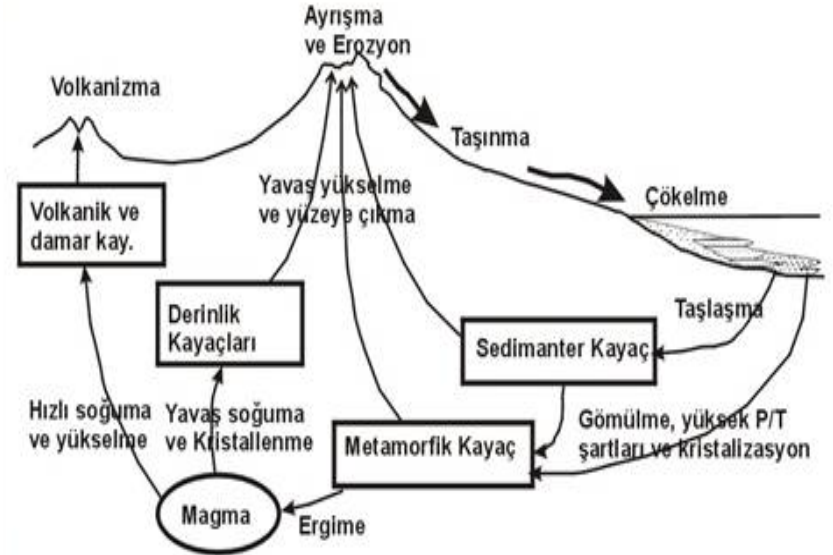
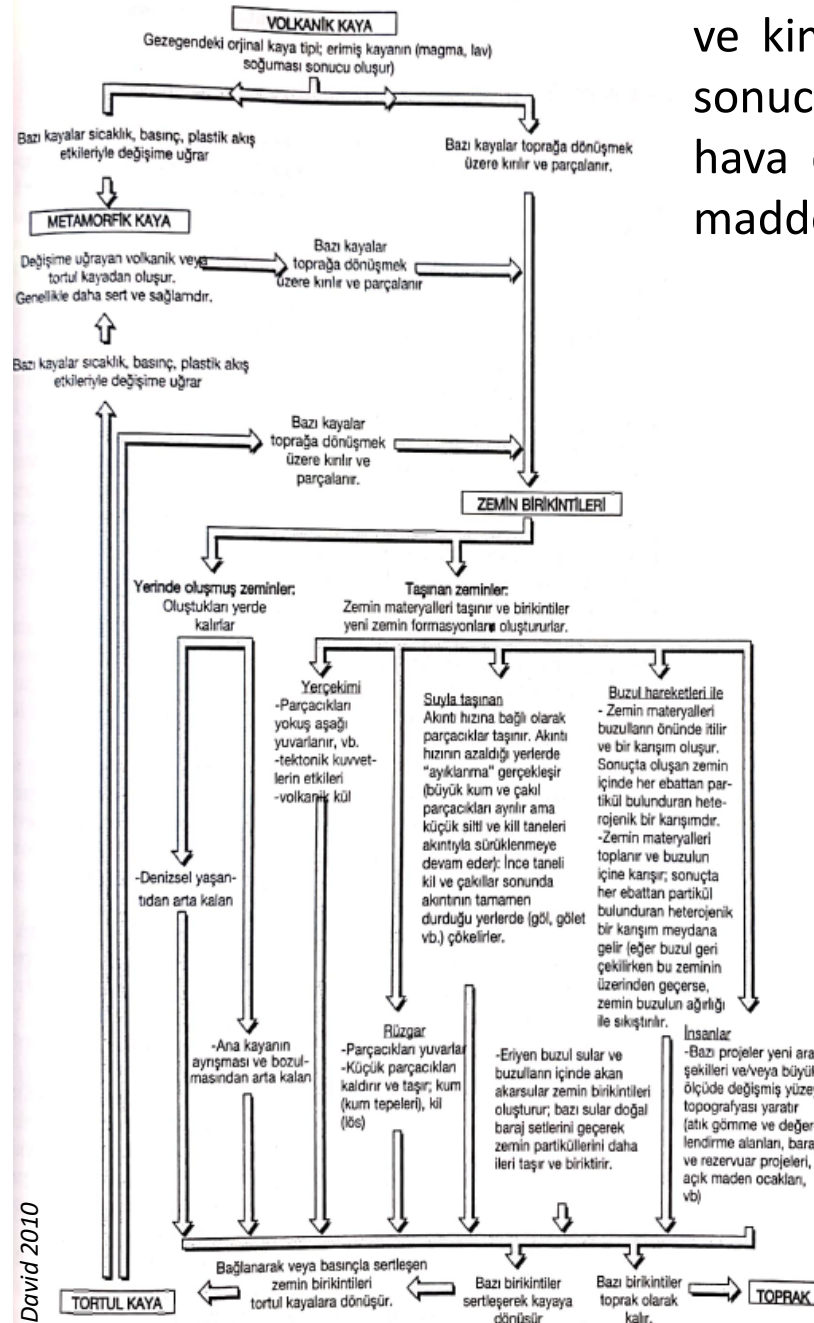
- Konsolidasyon deneyi
- Şişme deneyi
- California Taşıma Oranı (CBR) deneyi

Permeabilite tayini

- Düşen seviyeli permeabilite deneyi
- Sabit seviyeli permeabilite deneyi

ZEMİNLERİN OLUŞUMU

Zemin; kayaların fiziksel parçalanması (mekanik ayrışma) ve kimyasal ayrışması ile oluşur. Ve kayaların ayrışması sonucu oluşan katı taneler ile bunlar arasındaki su ve/veya hava dolu boşluklardan meydana gelen, içinde organik maddeler içerebilen doğal malzeme olarak tanımlanabilir.



Zemin bozunmanın son ürünüdür.

ZEMİNLERİN OLUŞUMU

Ayrışma, yerkabuğunu oluşturan kayalarda yüzey ya da yüzeye yakın kesimlerde yerdeğiştirmeye uğramadan, mekanik ve kimyasal süreçlerle meydana gelen nitelik değişimleri olarak tanımlanır.

Ayrışma, **fiziksel-mekanik** (*parçalanma/ufalanma*) ve **kimyasal** (*bozuşma /çözünme*) süreçler olmak üzere iki kategoride gerçekleşir.

Bu iki ayrışma süreci çoğunlukla birlikte etkir veya birbirine ortam hazırlar. Hava bileşiminde yer alan gazlar, su, sıcaklık, canlı ve organik maddeler ayrışma sürecinin başlıca etkenleridir.



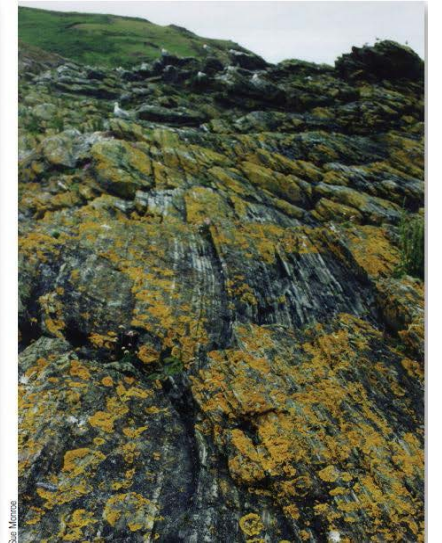
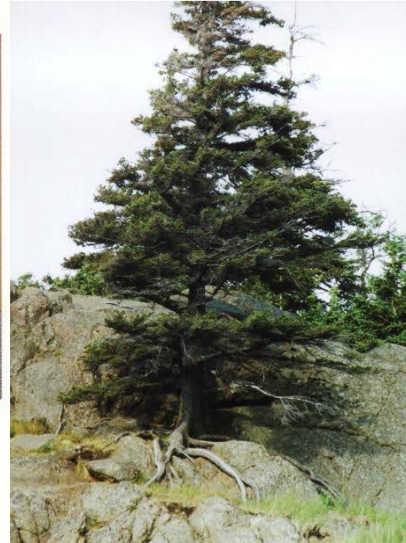
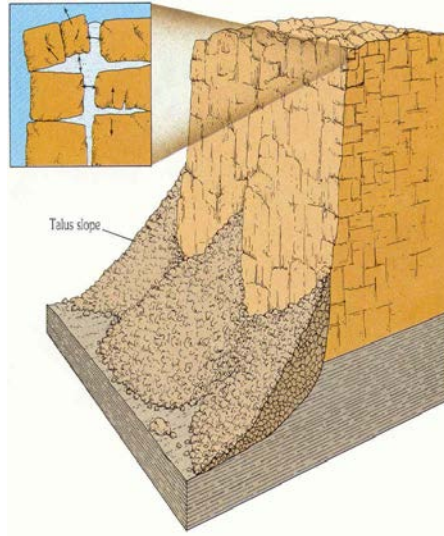
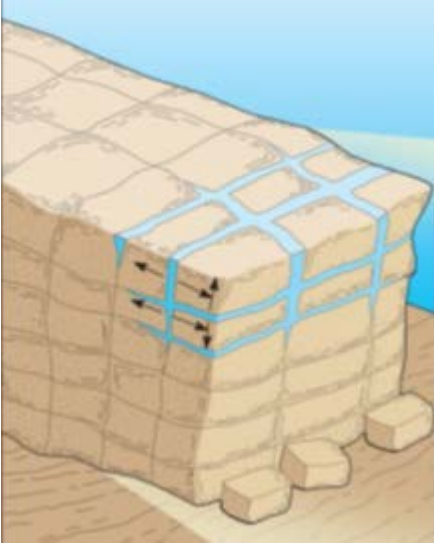
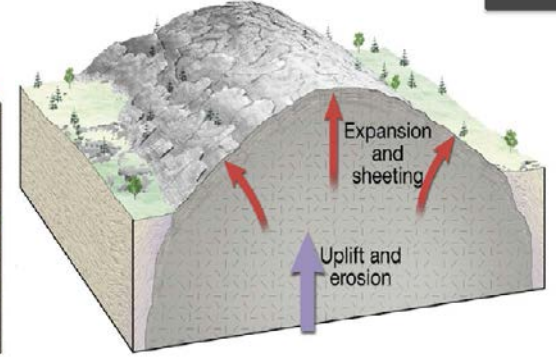
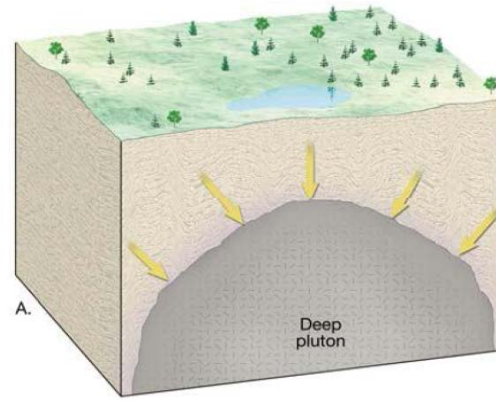
ZEMİNLERİN OLUŞUMU

Fiziksel Bozunma:

Ana kayanın kimyasal kompozisyonunda herhangi bir değişim olmadan parça boyutundaki ufalanma

Fiziksel bozunmanın ajanları;

- Gerilim boşalımı (unloading)
- Erozyon
- Donma-Çözünme
- Organizmalar



ZEMİNLERİN OLUŞUMU

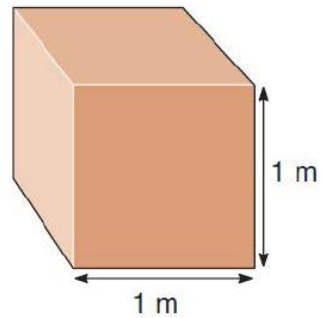
Kimyasal Bozunma:

Kimyasal ayrışma kayaçların ve minerallerin, ana malzemenin bozunması ile kimyasal açıdan değiştiği süreçleri kapsar. Mekanik ayrışmanın tersine kimyasal ayrışma, ayrılan malzemelerin bileşimini değiştirir.

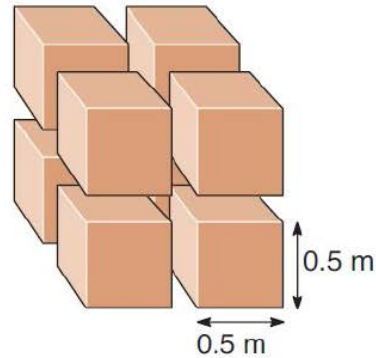
Kimyasal bozunmanın ajanları

- Hidrasyon
- Hidroliz
- Oksidasyon
- Karbonatlaşma
- Çözünme

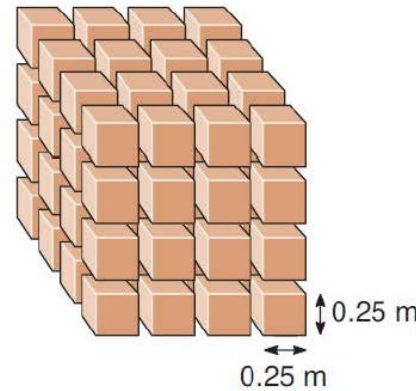
Yüzey alanı = 6 m²



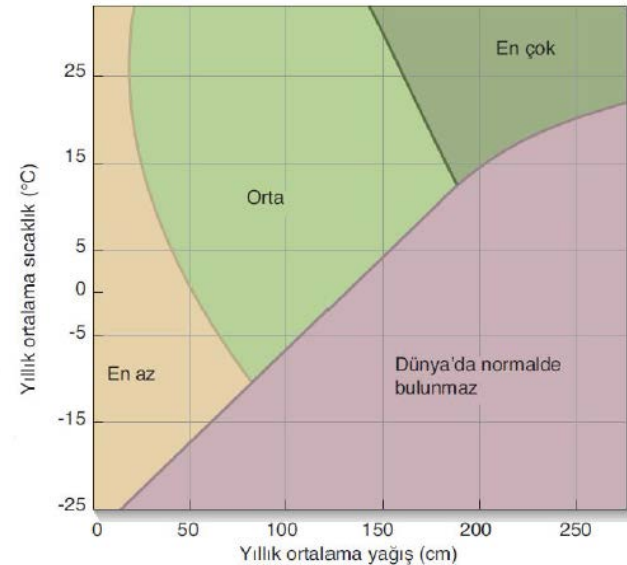
Yüzey alanı = 12 m²



Yüzey alanı = 24 m²



Kimyasal ayrışma sıcaklığın yüksek ve yağışın bol olduğu yerlerde en çok, ister sıcak isterse soğuk olsun kurak ortamlardan azdır. Ayrıca yüzey alanı kimyasal ayrışmayı etkileyen diğer bir faktördür.



ZEMİNLERİN OLUŞUMLARINA GÖRE SINIFLANMASI

Oluşma Biçimine Göre Zeminler

Rezidüel
(Yerinde Oluşmuş)

Taşınmış

Kalıntı (Residual) zemin

Bozunmanın geliştiği yerde kalan (ana kayanın hemen üzerindeki) toprak zemin

- Orjinal lokasyonunda taşınma yok;
- Ana kayanın bir çok özelliklerini korur ve bileşenlerini içerir;
- Tanecikler köşelidir;
- Tane boyu dağılımı heterojendir.
- Türü ana kayanın karakterine bağlıdır.
- Mühendislik özellikleri iyi ile kötü arasında değişir ve genellikle derinlere doğru iyileşir.



ZEMİNLERİN OLUŞUMLARINA GÖRE SINIFLANMASI

Taşınmış zemin; Oluştığı ortamdan taşınarak farklı bir depolanma alanında biriken toprak zemin.

Su, rüzgar gibi taşıyıcı ajanlarla taşınan toprak zemin taneleri boylarına göre depolanır.

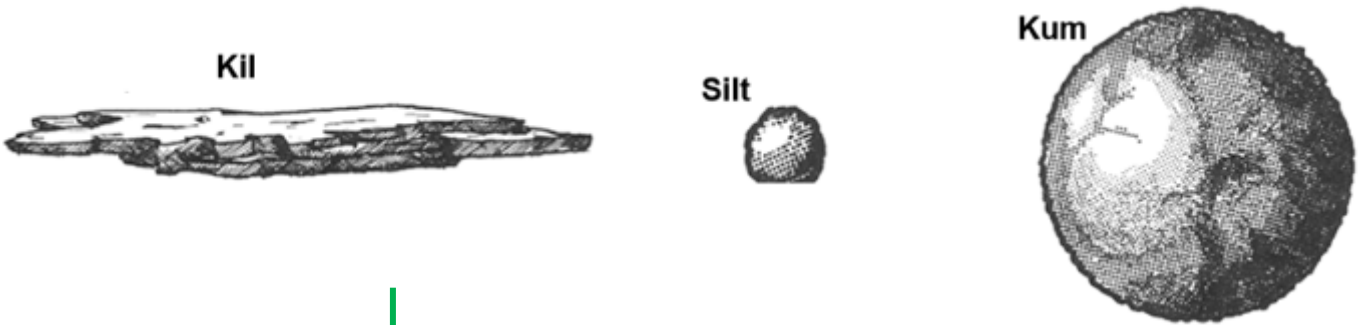
Silt, kil, kum gibi farklı seviyelerin gözlemlendiği katmanlı (ardalanmalı) bir yapı sunarlar.

Taşınma ve depolanma süreçleri bağlı olarak taşınmış zeminler altı grupta toplanırlar.

1. **Buzul toprak zeminleri (Glacial soils):** Buzul taşıyıcı ajanları ile taşınan tanelerin depolanması ile oluşan zemin
2. **Alüvyonlar (Alluvial soils):** Nehir içerisinde akış halindeki suyun taşıdığı ve nehir boyunca depolanmanın geliştiği zeminler
3. **Gölsel zeminler (Lacustrine soils):** Sakin göllerde depolanarak oluşan zeminler
4. **Denizel zeminler (Marine soils):** Denizlerde depolanarak oluşan zeminler
5. **Rüzgar zeminleri (Aeolian soils):** Rüzgar ile taşınarak depolanan zeminler
6. **Kolüvyal zeminler (Colluvial soils):** Tanelerin oluştuğu yerde yerçekimi etkisi ile taşındığı ve depolandığı zeminler

ZEMİN TANELERİNİN GÖRECELİ BÜYÜKLÜK KARŞILAŞTIRMASI

Çok Küçük → Küçük → Büyük



Kohezyonlu zeminler

Kohezyonsuz zeminler/Granüler Zeminler

Kil	Silt	Kum	Çakıl	Tane boyutu mm	
0.002	0.075	4. 75	75	USCS/ASTM	
0.002	0.060	2.00	60	BS	
0.002	0.075	2.00	60	TSE	

İnce Taneli Zeminler

Kaba Taneli Zeminler

ZEMİN TANELERİNİN GÖRECELİ BÜYÜKLÜK KARŞILAŞTIRMASI

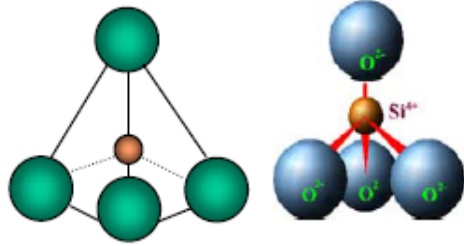
	Zemin Tipi	Dane Tipleri	Daneler arası bağlar
Kaba Daneli Zeminler	Çakıllar	Kuartz ve Feldispat (Yuvarlak veya köşeli)	Sürtünme
	Kumlar	Kuartz ve Feldispat (Yuvarlak veya köşeli)	Sürtünme ve kimyasal
İnce Daneli Zeminler	Siltler	Çoğunlukla kuartz	Sürtünme, kimyasal ve elektriksel
	Killer	Mika, kaolinit, bentonit (Çok küçük düzlemsel daneler)	Kimyasal ve elektriksel

Zemin cinsi	Dane boyutu (mm)
Çakıl	75 - 4.75
Kum	4.75 – 0.075
Silt	0.075 - 0.002
Kil	< 0.002

KİL MİNERALLERİ

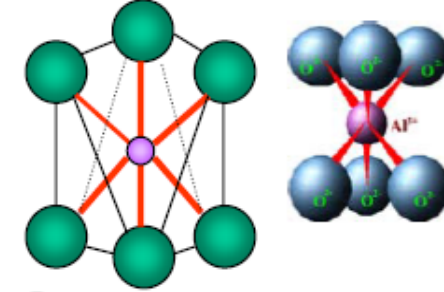
Killer, tane boyutları 2 mikron (0,002 mm) veya daha küçük olan, hidratlı alüminyum veya magnezyum silikatlardan oluşan ikincil minerallerdir.

Tetrahedron Yapı



● Oksijen (anyon)
● Silika (katyon)

Oktahedron Yapı



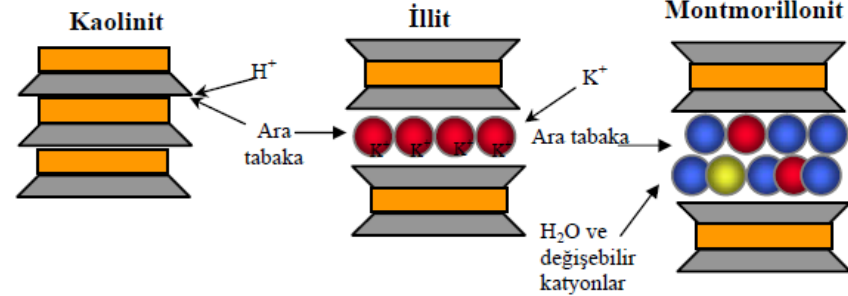
● Oksijen veya Hidroksil (anyon)
● Alüminyum (katyon)

 **Temsili**

 **Temsili**

1:1 killer
(bir tetrahedral ve
bir octahedral)

2:1 killer
(iki tetrahedral ve
bir octahedral)



Kaolinit,
nacrite, dickite,
halloysite, vb.

Simektit

Mika

Vermikülit

Kloritler

Montmorillonit,
beidellite,
saponite, vb.

İllit,
muskovit,
biyotit, vb.

Tri- or di-
vermikülit

KİL MİNERALLERİ

Kilin türü; zeminin geçirimliliğine, şişme-büzülme davranışına, sıkışabilirlik ve kayma direnci gibi önemli özelliklerini doğrudan etkilemektedir.

Kil Minerali Tipi	Kimyasal Formülü
Montmorillonit	$Al_2(OH)_2Si_4O_{10}$
İllit	$K_{0-2}Al_4(Si_{8-6}Al_{0-2})O_{20}(OH)_4$
Kaolinit	$Al_2(OH)_4Si_2O_5$

Yaygın kil mineral tiplerinin kimyasal oluşumu (Mitchell, 1993).

Özellik	Kaolinit	Simektit	Fine-grained mica (illit)
Şişme	Düşük	Yüksek	Düşük-yok
Bağ yapısı	Hidrojen (güçlü)	Van der Waal's (zayıf)	Potasyum ionik (güçlü)
Genel sınıfı	1:1 (TO)	2:1 (TOT)	2:1 (TOT)

KİL MİNERALLERİ

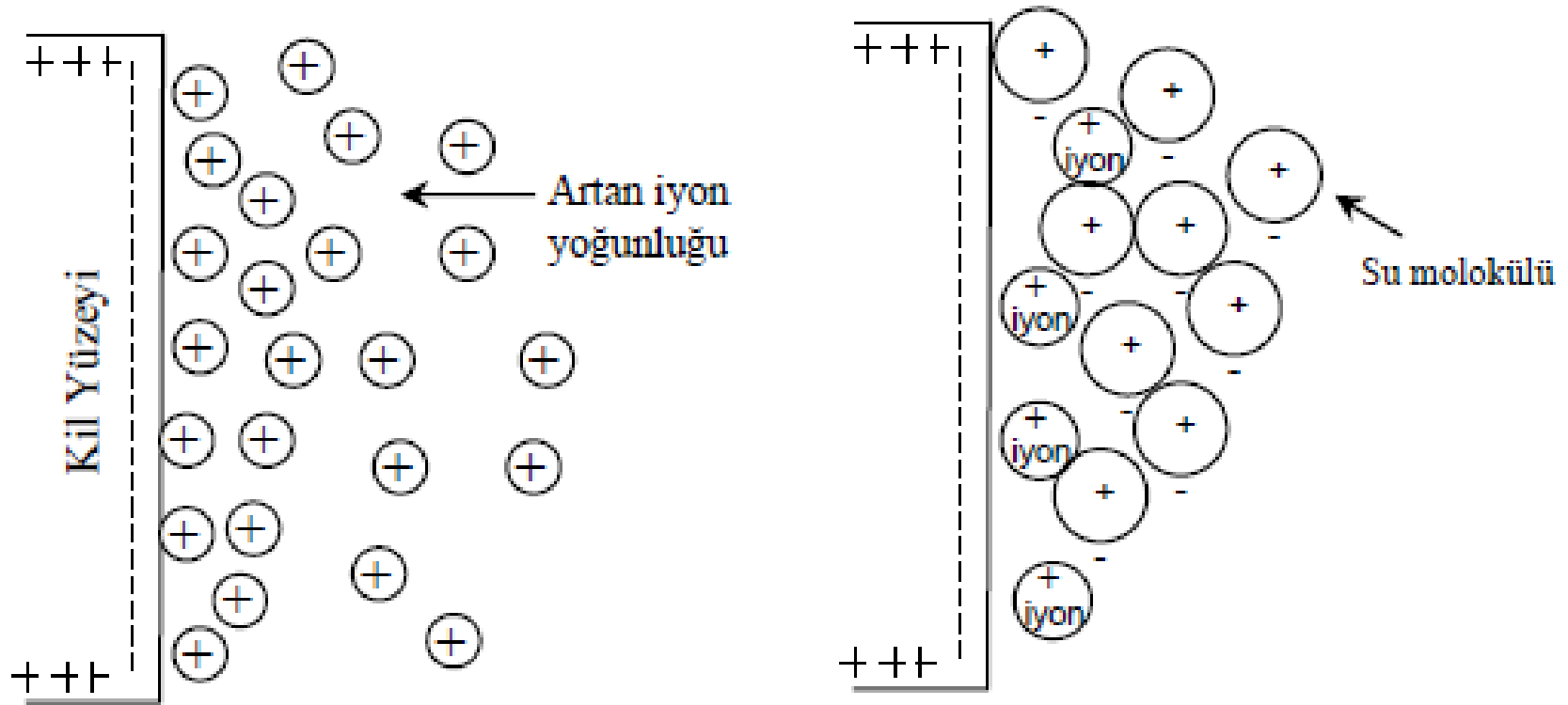
Özelik	Montmorillonit	İllit	Kaolinit
Tane Boyutu (µm)	0.01-1.0	0.02-2.0	0.5-5.0
Tane Şekli	Eş boyutlu yaprak	Pul	6 köşeli pul
Dış Yüzey Alanı (m ² /g)	70-120	70-100	10-30
İç Yüzey Alanı (m ² /g)	550-650	-	-
Plastisite	Yüksek	Orta	Düşük
Likit Limit	110-710	60-120	29-70
Plastisite İndisi	51-100	34-60	26-38
Kohezyon	Yüksek	Orta	Düşük
Şişme Kapasitesi	Yüksek	Orta	Düşük
Elektrik Yükü	0.5-0.9	1.0-1.5	0
KDK (meq/100g)	80-150	10-40	3-15
Özgül Gravite	2,35-2,7	2,6-3,0	2,6-2,8
Tabakalar arası mesafe (nm)	1.0-2.0	1.0	0.7
Tabakalar arası bağ	Van der Waal's bağları (zayıf çekim kuvveti)	Potasyum iyonları	Hidrojen
Net negatif yük (cmol _c /kg)	80-120	15-40	2-5

Kil minerallerinin karşılaştırmalı özellikleri (Mitchell, 1993).

KİL MİNERALLERİ

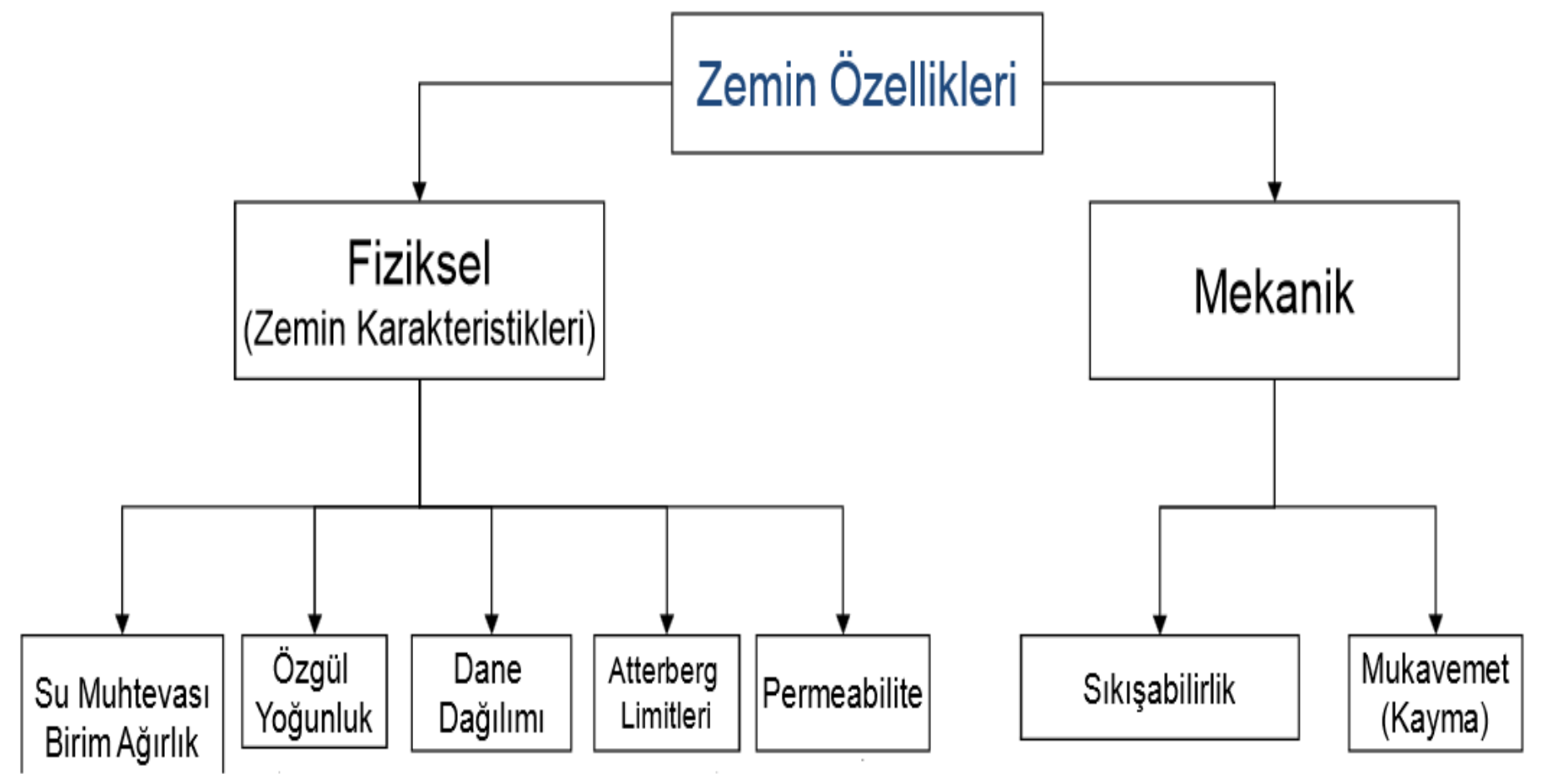
Şişen killer, bol miktarda silikat mineralleri içeren, bazik – ultra bazik volkanik kayaların, metamorfik kayaların, kumtaşı ve şeyllerin atmosfer etkilerine maruz kalması, oksidasyonredüksiyon, hidrasyon-dehidrasyon, iyon değişimi, taşınma vb. jeolojik süreçler sonucunda meydana gelmektedir

Kil mineralleri, genellikle yüzeylerinde negatif ve uç kısımlarında ise pozitif elektrik yüklerine sahip tabakalı partiküllerdir.



Kil yüzeyi ve adsorbe edilen su mekanizması (Mitchell, 1993).

ZEMİN ÖZELLİKLERİ



YERALTI ARAŞTIRMALARI

Bir yapının projelendirilmesinden önce yapının üzerinde yer alacağı oluşumların özelliklerinin bilinmesi gerekecektir. Bu nedenle iyi planlanmış bir temel araştırması, söz konusu yapının teknik ve ekonomik yapılabilirliği koşullarını belirler. Bir zemin mühendisi, sondaj kuyularının miktar ve derinliğini, araştırma türünü, arazide hangi deneylerin yapılacağını, örnek tipini, örnek alma miktarını ve laboratuvar deneylerinin içeriğini proje mühendisi ile birlikte belirlemeli ve araştırmalara başlamalıdır.

Araştırma programında göz önünde bulundurulacak temel öğe, zemin özelliklerinin inşaatı tasarlanacak yapının oluşturacağı ek gerilmeleri karşılayacak derinliğe kadar irdelenmesidir.

Bir araştırma programı

1. Sondaj kuyularını yada araştırma çukurlarını
2. Örnek almayı
3. Yerinde yada laboratuvar deneylerini içerir

Sondaj kuyularında derinlik; tasarlanan yapıdan gelen ek gerilmenin zemindeki efektif gerilmenin % 10'na karşılık geldiği derinlik olarak önerilmektedir. Yaygın bir kural olarak kazı için seçilecek sondaj kuyusu derinliği kazı derinliğinin 1.5 katı olması önerilir. Araştırma derinliğinin saptanmasında başka bir kural kat adetine göre yapılmaktadır.

$$\text{Dar, hafif yapılar için; } D = 3S^{0,7} + D_f$$

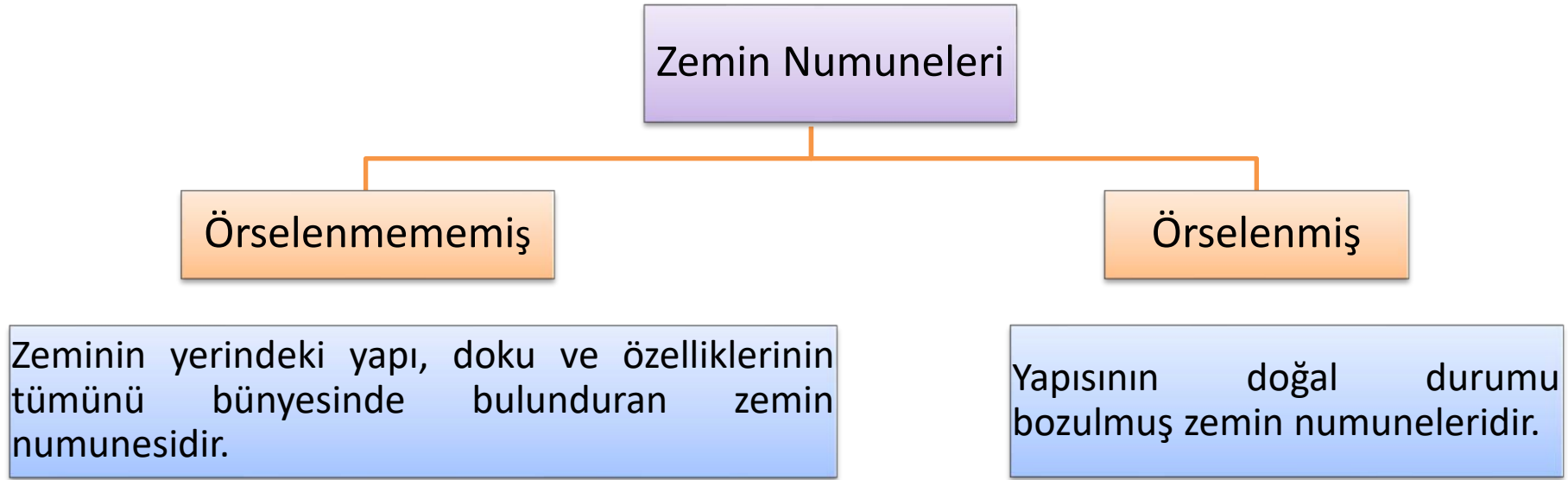
$$\text{Geniş, ağır yapılar için; } D = 6S^{0,7} + D_f$$

S: kat adeti, D_f tasarlanan yada tahmin edilen temel derinliği

ZEMİNLERDEN NUMUNE ALINMASI

Zemin Numuneleri

Zeminlerin değişik özelliklerini (Dane yapısı, derecelenme, tabakalanma, geçirimlilik, şişme, çökme, sıkışma, sıvılaşma vb.) Özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yapılacak laboratuvar deneylerinde kullanılmak üzere, yeterli miktarda numune alınır. Bu nedenle alınan zemin özelliklerinin kitleyi iyi temsil etmesi asıl amaçtır.



Yeraltı suyu, zeminin kazılabilme özelliği ve ekonomik güce bağlı olarak üç şekilde numune alınır:

1. Elle numune alma
2. El burgusu ile numune alma
3. Sondajlarla numune alma

ZEMİNLERDEN ÖRNEK NUMUNE ALINMASI

Örselenmemiş numunelerde örselenmeye ve yoğrulmaya karşı bazı önlemler alınarak korunmuş numunelerdir. Ancak gerçek koruma aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı tam olarak yapılamamaktadır.

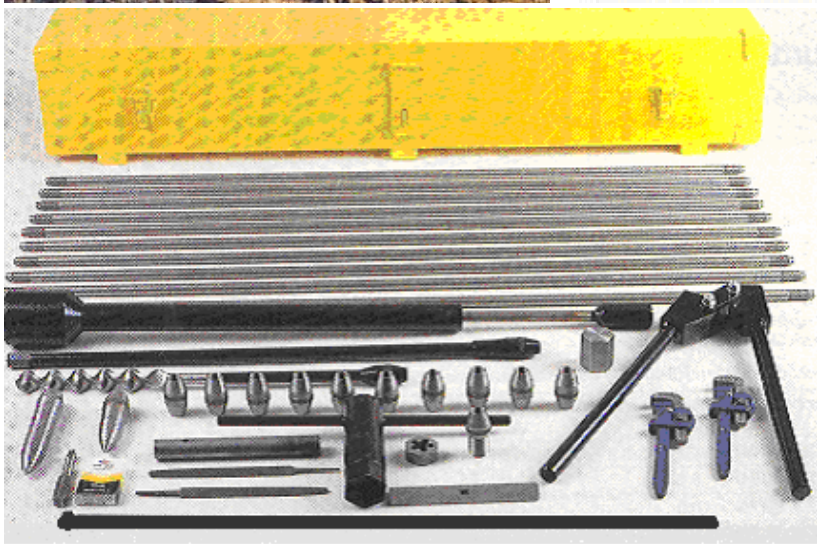
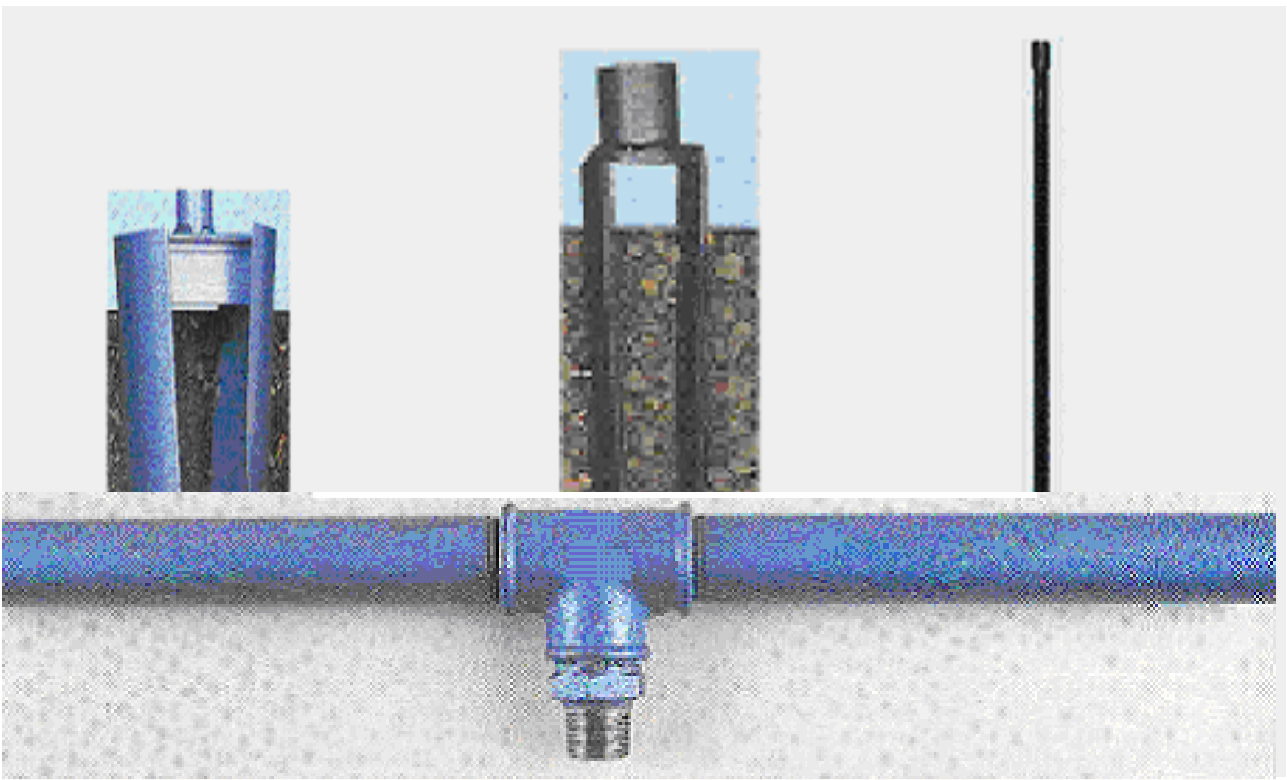
1. Örnek alıcı kenarlarındaki sürtünme, örneği sıkıştırmaktadır. Delici çapı küçültülerek bu etki azaltılabilir.
2. Açılan zeminde çevre basıncı etkisinin kalkması, numunenin alındığı sondaj çukurunda hacim genişlemesine neden olmaktadır.
3. Örnek alma tüpünün zemine girişi, hacimsel değişmeye neden olur. Zemin içinde çakıl bulunması olayın etkisini artırmaktadır.
4. Zemin içerisindeki hidrostatik basıncın kalkması, örnekte gaz küreciklerinin oluşmasına neden olmaktadır.
5. Kullanılan yöntem ve yeraltı su seviyesine bağlı olarak, su kapsamı farklı olur.
6. Numune örneği, taşıma sürecinde örselenebilir.
7. Delme işlemini yapan ekibin teknik deneyimi örselenmeyi etkiler.
8. Çalışma koşulları hem çalışanları hem de örnekleri fiziksel olarak etkiler.

ZEMİNLERDEN ÖRNEK NUMUNE ALINMASI

Zemin numunelerinin alınması, taşıma ve deney anına kadar geçen sürede olabilecek olumsuzlukları önlemek için uyulması gereken bazı kurallar aşağıdaki gibidir.

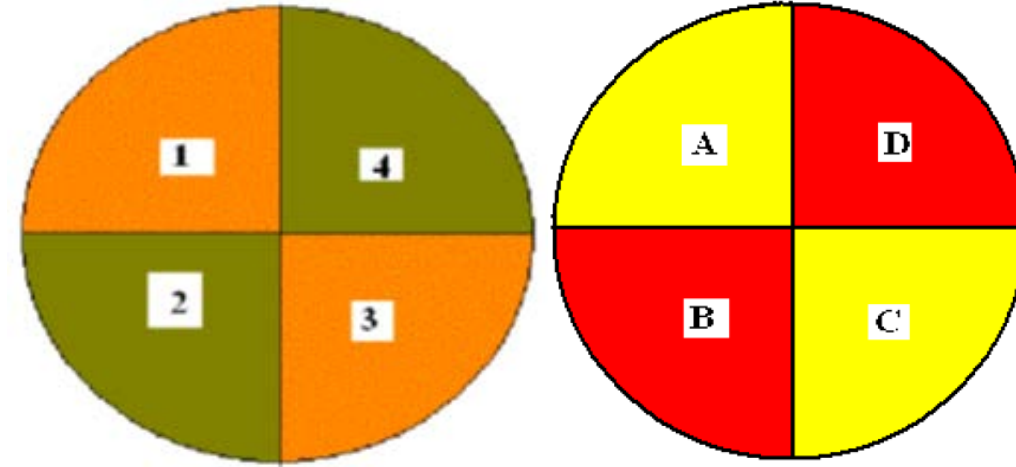
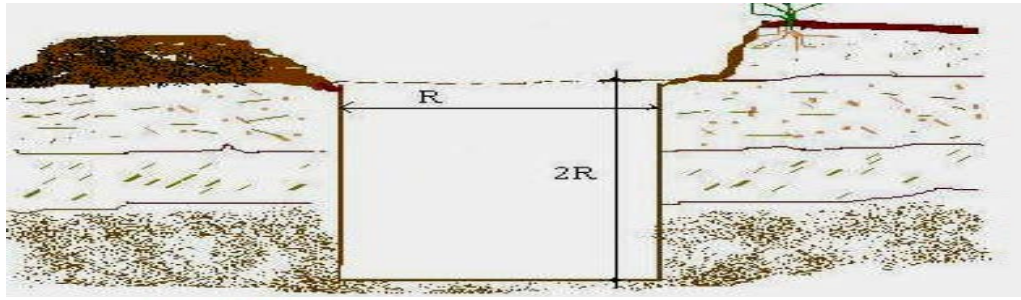
1. Numune alınacak yer, yapı alanı içerisinde amaca göre seçilmiş belirli noktalar olmalıdır.
2. Arazi üzerinde, daha önceden yük altında kalan, ağır iş makineleri ya da taşıtların uzun süre kullandıkları izlere rastlayan noktalardan numune alınmamalıdır.
3. Arazi üzerinde ulaşılması güç, çalışma riski yüksek noktalar numune alma noktası olarak seçilmemelidir (Derin uçurum, derinliği belli olmayan su kenarları, yüksek gerilim hatlarına yakın noktalar vb.).
4. Çalışmayı engelleyici derecede çok şiddetli yağışlı havalarda numune alınmamalı, zorunluluk varsa önlem alınmalıdır.
5. Çok soğuk ve çok sıcak havalarda (Su kaybı, donma vb. olumsuzluklar) numune alınmamalıdır.
6. Akarsu kenarları, dalga riski bulunan sığ suların kıyılarında numune alma noktası seçilmemelidir.
7. Özellikle yapıya elverişli olmayan bitkisel toprak tabakası derinliği içinde kalan derinliklerden numune alınmamalıdır.
8. Faylar, kesme yüzeyleri, yeni oluşmuş zemin ayrılma hatları numune alma noktası olarak seçilmez.
9. Numune almada kullanılan alet ve makinelerin sağlıklı çalışıp çalışmadıkları ya da standardına uygunluğu kontrol edilmelidir.
10. Numune alımında çalışacak ekip ve elemanlar deneyimli ve yeterli teknik bilgiye sahip olmalıdırlar.

ZEMİNLERDEN ÖRNEK NUMUNE ALMA ARAÇ ve YÖNTEMLERİ



ZEMİNLERDEN ÖRNEK NUMUNE ALMA ARAÇ ve YÖNTEMLERİ

Örselenmiş Numune Alımı

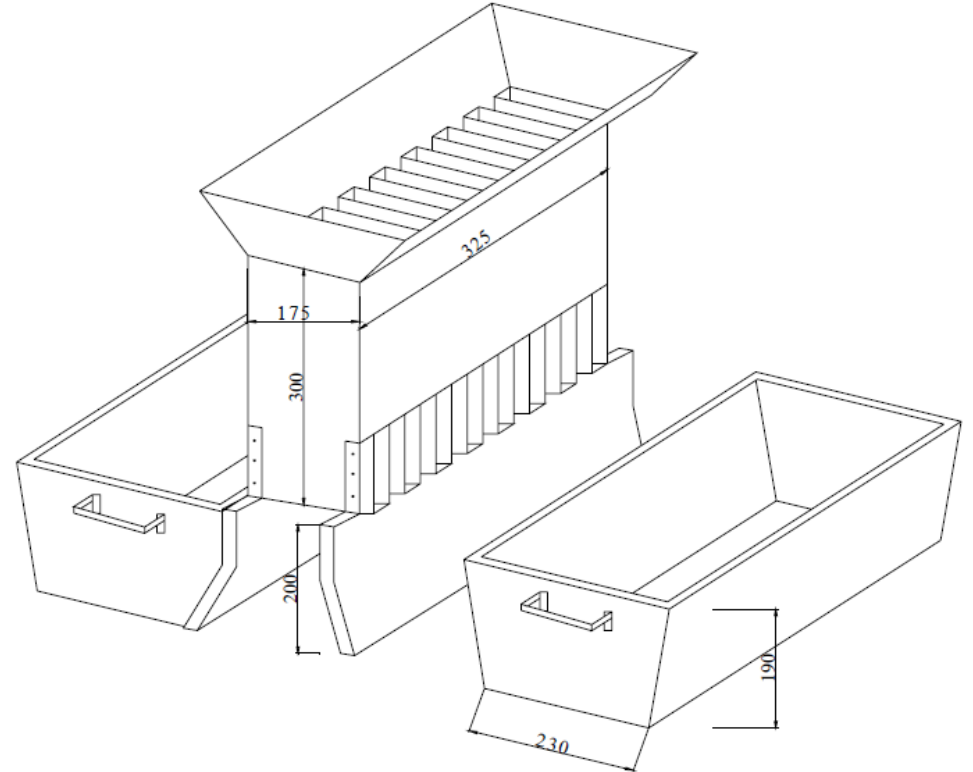
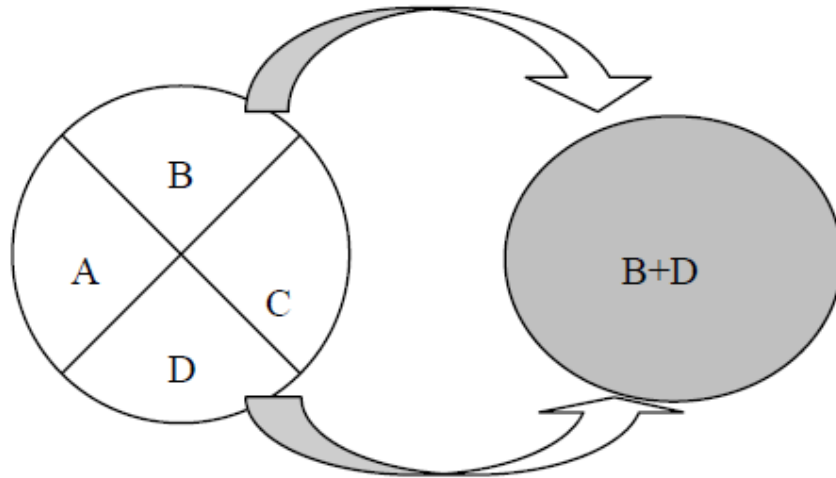
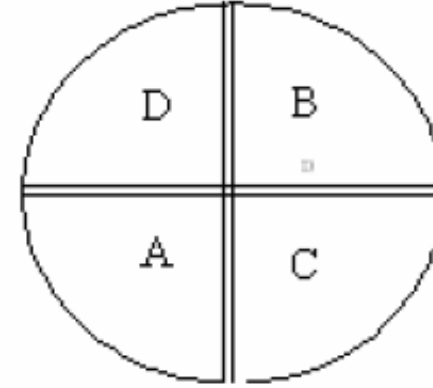


1. Kazma ve küreğin rahatlıkla kullanılabileceği boyutlarda, derinliği çapının en az iki katı olan çukur açılır.
2. Çukurdan çıkarılan numune branda üzerine düzgün bir yığın şeklinde dökülerek dört eşit parçaya bölünür.
3. *Karşılıklı yığınlardan 2 ve 4 no lu kısımları atılıp, 1 ve 3 no lu kısımlardan yeni bir yığın oluşturulur. Bu yığın tekrar dört eşit parçaya bölünür.*
4. Aynı işlem numunenin kullanılacağı deney için gerekli numune miktarını elde edinceye kadar tekrarlanır.

DENEYİN ADI	GEREKLİ NUMUNE (KG)	
	İnce daneli zemin	İri daneli zemin
Dane dağılımı	1-1,5	10
Özgül ağırlık	1	2
Su içeriği	0.5	1
Kıvam limitleri	1	2-3
Proktor	4-5	8-10
Geçirgenlik	2-3	3-4
Serbest basınç	2	3
Üç eksenli kesme	3	4
Konsolidasyon	2	3

ZEMİNLERDEN ÖRNEK NUMUNE ALMA ARAÇ ve YÖNTEMLERİ

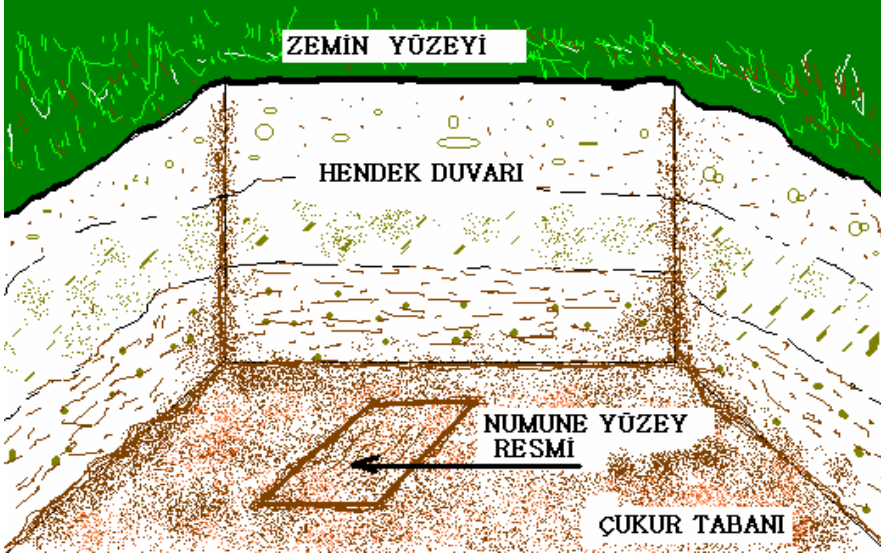
Örselenmiş Numune Alımı



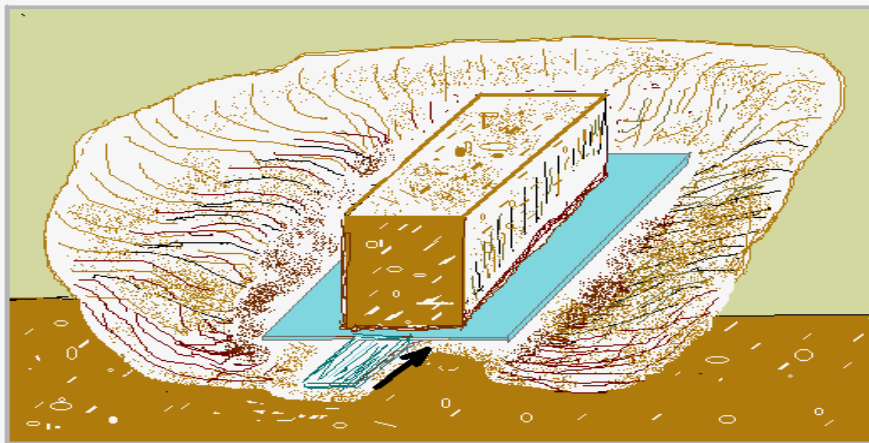
ZEMİNLERDEN ÖRNEK NUMUNE ALINMA ARAÇ ve YÖNTEMLERİ

Örselenmemiş Numune Alımı

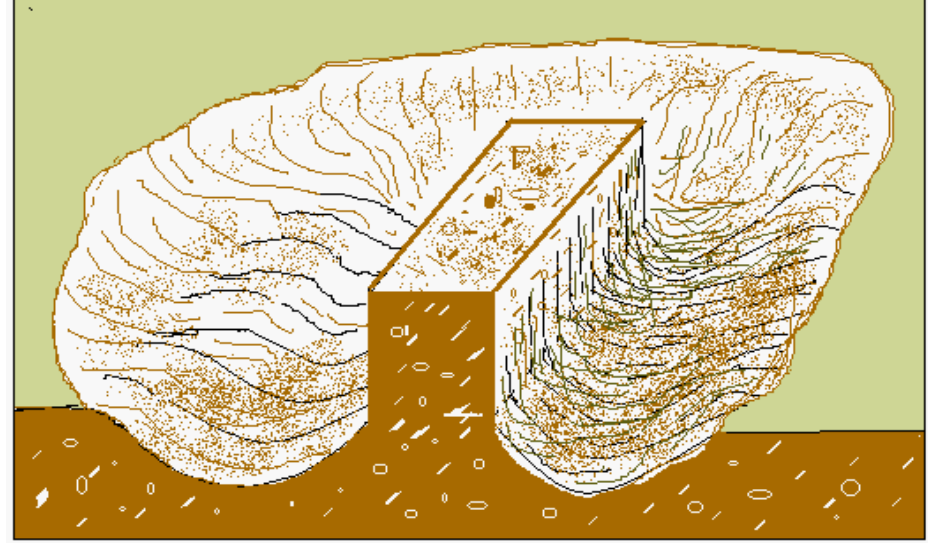
1. Elle örselenmemiş numunelerin alınması



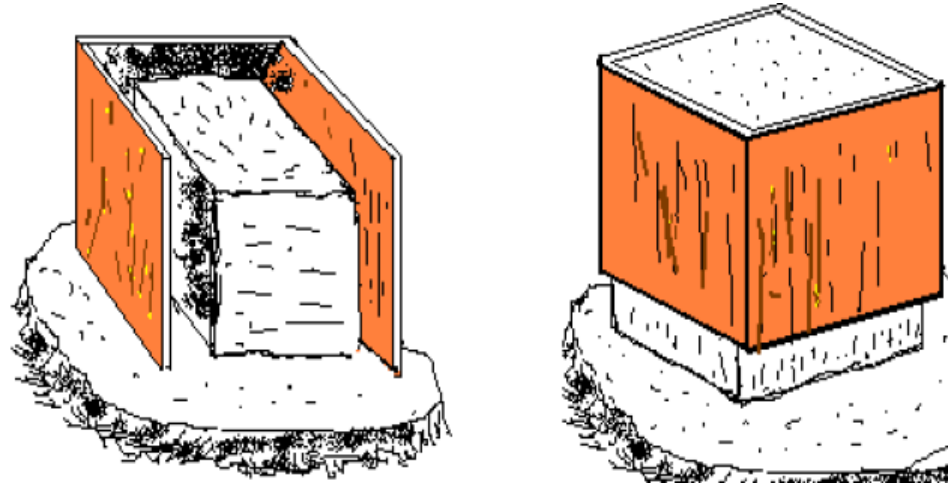
Zemin yüzeyi düzeltilir ve numunelerin boyu işaretlenir.



Numune kesilerek ana tabakadan ayrılır.



Numune etrafında hendek açılır.

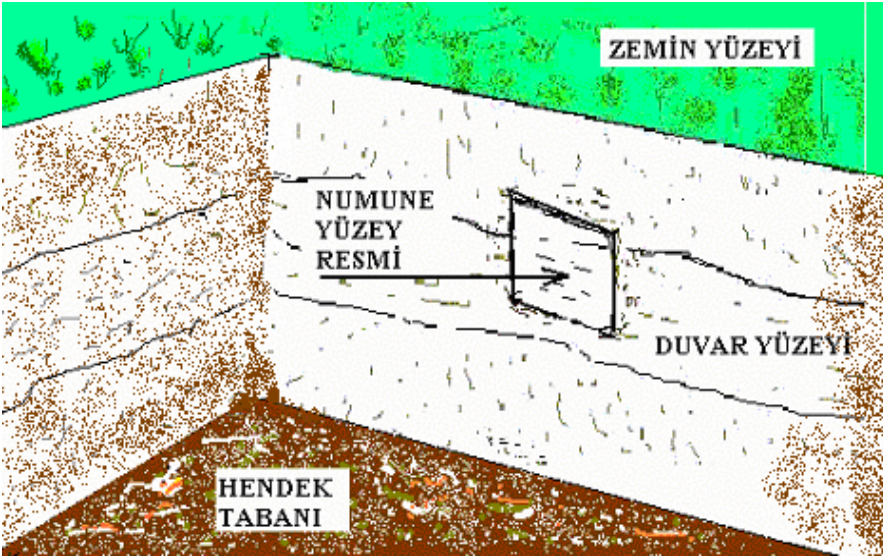


Kolayca örselenebilecek numuneler ana tabakadan ayrılmadan önce sandığa konulur.

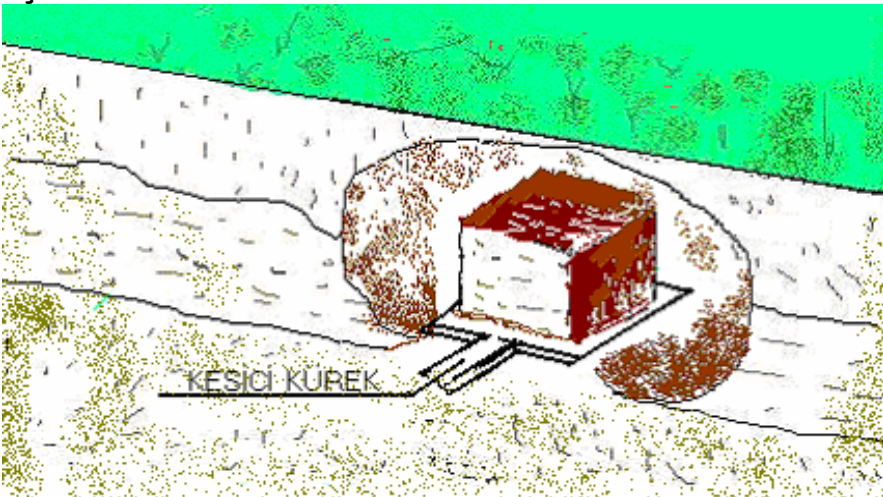
ZEMİNLERDEN ÖRNEK NUMUNE ALINMA ARAÇ ve YÖNTEMLERİ

Örselenmemiş Numune Alımı

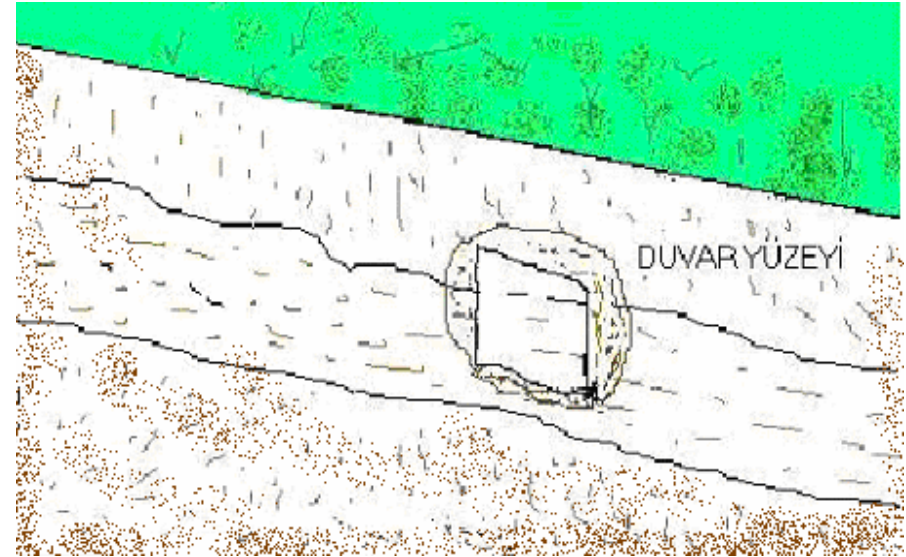
2. Çukur Cidarından Numune Alma



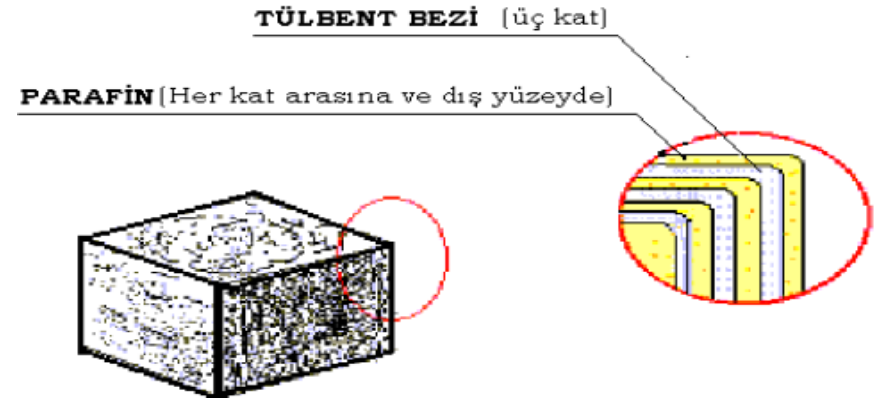
Duvar yüzeyi düzeltilir ve numune ölçüleri işaretlenir.



Numune kesilerek yerinden çıkarılır.



Numunenin etrafı ve arkada kalan kısmı özenle kazılır ve numune kabaca biçimlendirilir.



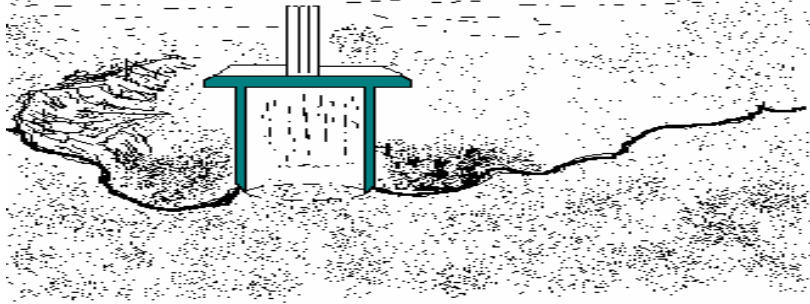
Su içeriğinin korunması gereken numunelerde, özel izole işlemi yapılması gerekir

ZEMİNLERDEN ÖRNEK NUMUNE ALINMA ARAÇ ve YÖNTEMLERİ

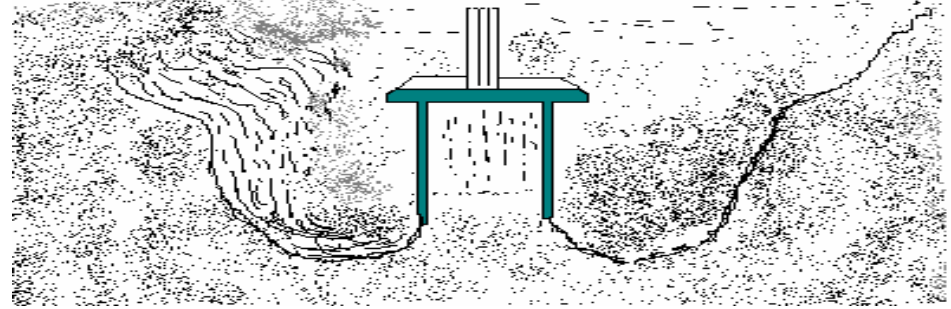
Örselenmemiş Numune Alımı

3. Silindirik Numunelerin Alınması

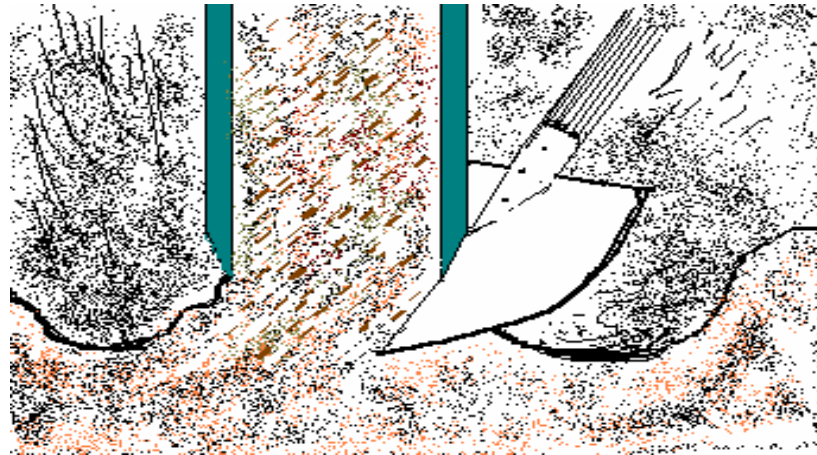
Bu tip numuneler genellikle çukur tabanından alınır. Uygulamada numune alt ağzı keskinleştirilmiş madeni bir kap içerisine alınır. Numune şeklinin silindir yada prizma olmasında zeminin dane büyüklüğü dikkate alınır. Dane büyüklüğü fazla olan zeminlerde prizma kullanılmamalıdır.



Kesici kalıbın zemine girmesi sağlanır.



Kalıp çevresi kesici uç açığa çıkıncaya kadar boşaltılır.



Numune kesilerek yerinden çıkarılır.