ZEMİN ETÜDÜ

Celal Bayar Üniversitesi
Turgutlu Meslek Yüksekokulu
İnşaat Bölümü

Öğretim Görevlisi Dr. Tekin TEZCAN
tekin.tezcan@cbu.edu.tr

ZEMİN ETÜDÜ

Zemin etüdü aşağıdaki bilgilerin elde edilmesi için gereklidir.

1. Arazinin; yapılması öngörülen yapı ve çevre etkileri yönünden uygunluğu
2. Zemin tabakalarının cinsi, kalınlığı ve derinliği
3. Donma tehlikesi durumu
4. Yer altı suyundan dolayı zemin tabakalarında ayrışma ve erime olup olmadığı
5. Zeminde betonu bozucu kimyasal veya organik maddelerin durumu

ZEMİN ETÜDÜ

6. Kayma tehlikesi durumu



ZEMİN ETÜDÜ

6. Kayma tehlikesi durumu



ZEMİN ETÜDÜ

7. Zeminin taşıma gücü

Zeminin, danelerinin durumu bozulmadan birim alanda emniyetli bir şekilde taşıyabileceği yük miktarına “Zeminin Taşıma Gücü" denir.

İnşası bittikten sonra, binanın kendi yükü ve üzerine binen hareketli yükler altında zemin tabakaları sıkışır. Böylece bina bir miktar oturma yapar. Bu oturmaya "Tasman“ denir.

Tasman miktarı, 10 - 20 mm. den fazla olursa, yapı tehlikeye girebilir. Önce çatlamalar sonra küçük kopmalar ve giderek çökmeler meydana gelir.

ZEMİN ETÜDÜ

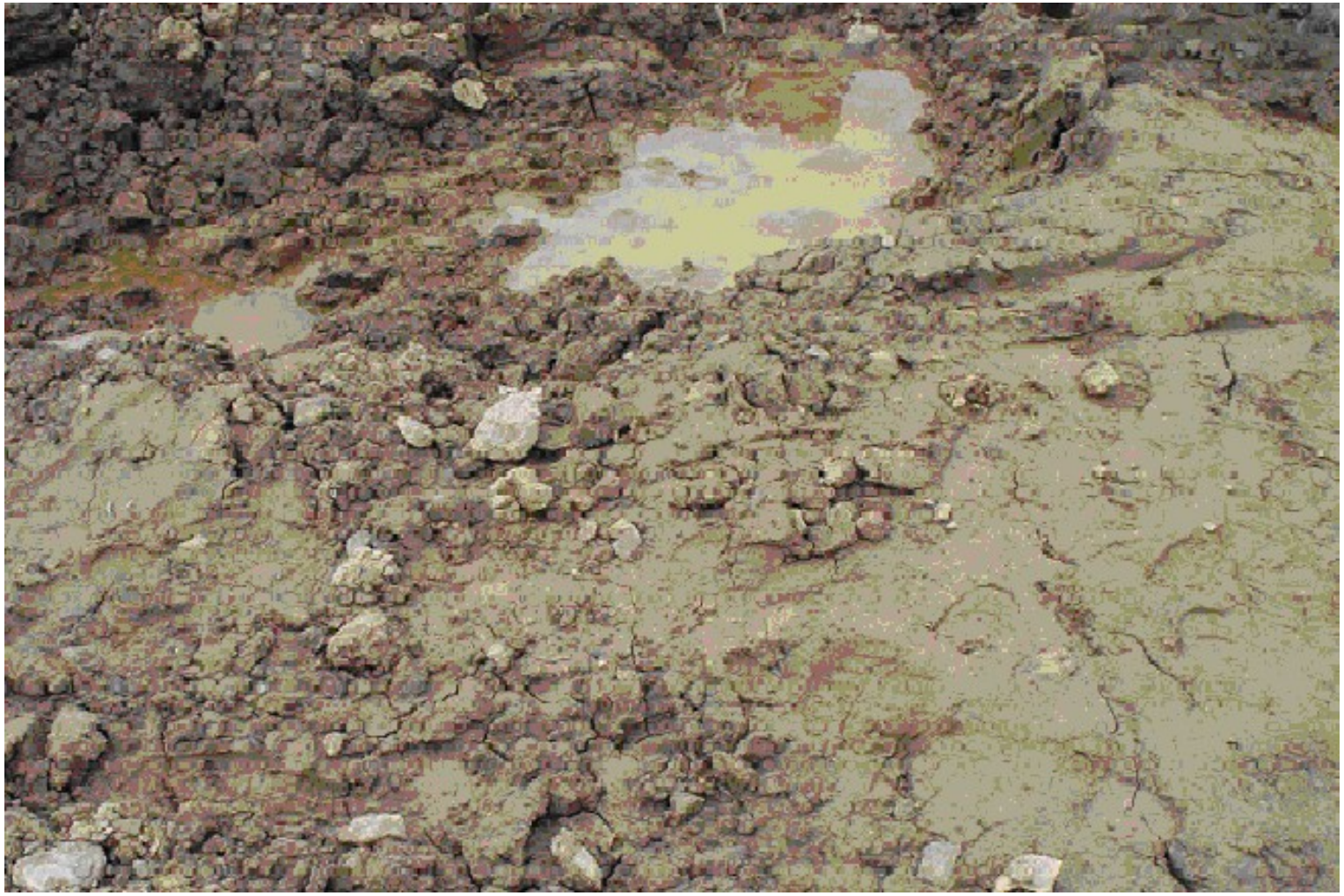
Binanın her yerinde aynı miktarda tasman olması istenir. Farklı oturmalar, binada çatlaklara neden olur.



ZEMİN ETÜDÜ

8. Zeminin; yapı maliyetini artırıcı, ıslah, sağlamlaştırma, fazla miktarda kazı ve dolgu gibi ek işler gerektirmesi

Örneğin; Bataklık bir zeminin ıslahı, fazla miktarda kazı ve dolgu gerektirir.



ZEMİN ETÜDÜ

9. Doğal ve yapay nedenlerle, risk taşıyıp taşımadığı



ZEMİN ETÜDÜ

9. Doğal ve yapay nedenlerle, risk taşıyıp taşımadığı



ZEMİN ETÜDÜ

9. Doğal ve yapay nedenlerle, risk taşıyıp taşımadığı



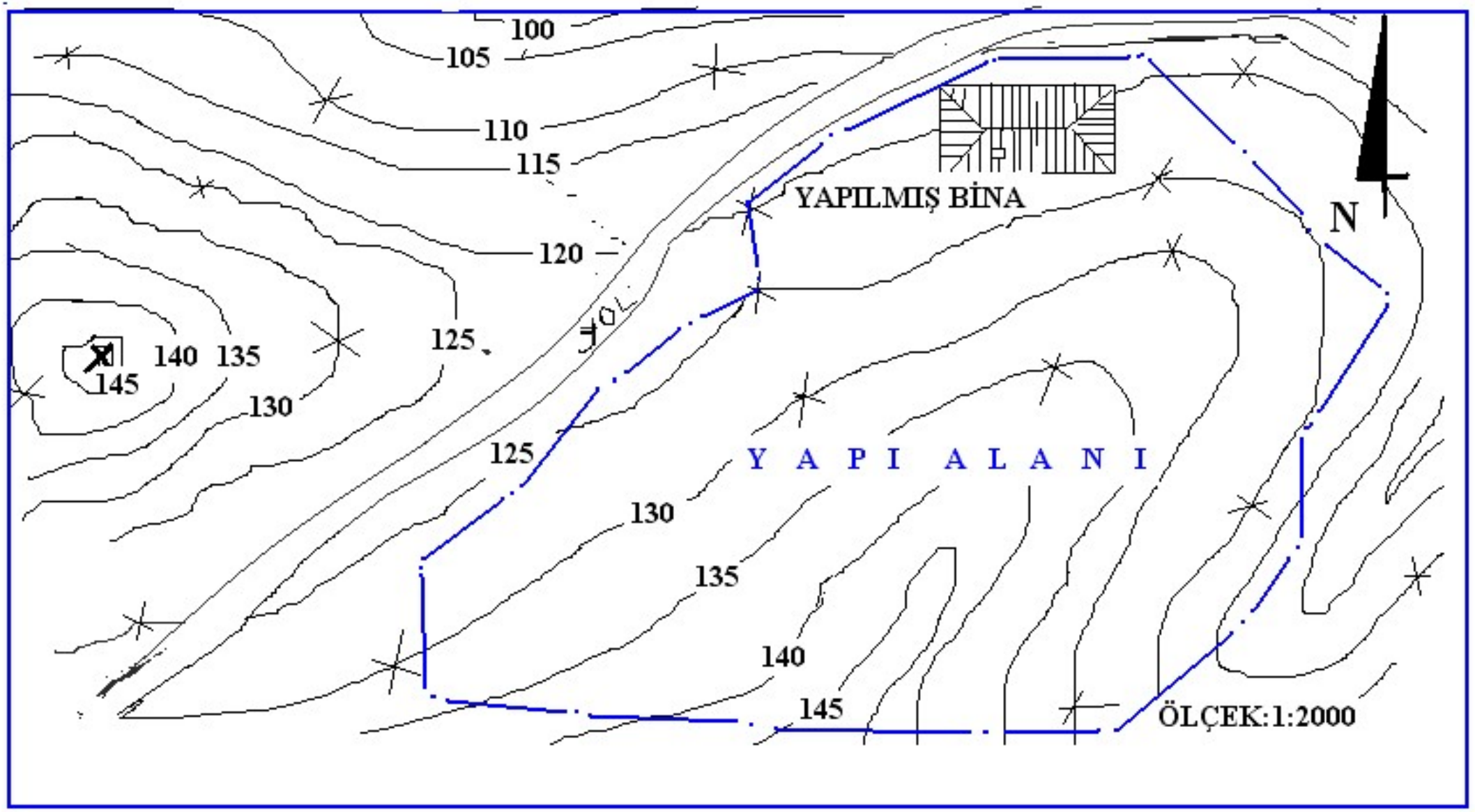
ZEMİN ETÜDÜ

10. Yapılacak binanın kazı ve inşası sürecinde, mevcut yapılara olumsuz etkileri, yaratacağı tehlikeler ve önlemesi



YAPI ZEMİNİNİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN ARAÇLAR

1. Tesviye eğrili arazi haritaları



YAPI ZEMİNİNİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN ARAÇLAR

2. El araçları



YAPI ZEMİNİNİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN ARAÇLAR

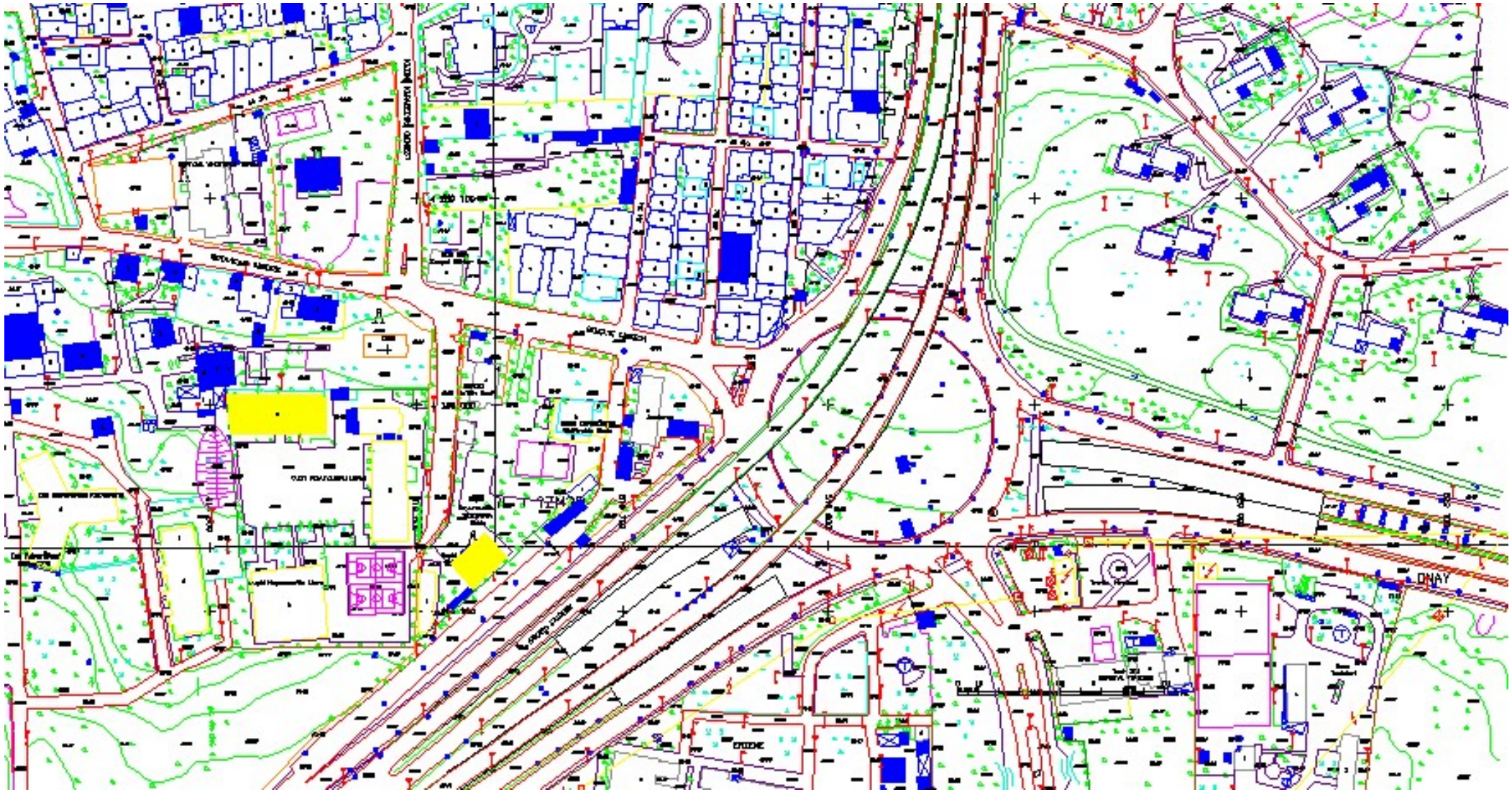
3. Zeminden numune alma aletleri



ZEMİNDEN ELLE NUMUNE ALMADA KULLANILAN ALETLER

YAPI ZEMİNİNİN İNCELENMESİNDE KULLANILAN ARAÇLAR

4. Özellikle baraj, yol gibi geniş alanları kapsayan yapılarda bölgenin hava fotoğrafları



ZEMİN ETÜDÜ YÖNTEMLERİ

Başlıca zemin etüdü yöntemleri şunlardır.

1. Soruşturma (gözlem) yapmak
2. Muayene çukurları açmak
3. Sondalama yapmak
4. Sondaj yapmak

1. SORUŞTURMA (GÖZLEM) YAPMAK

Yapı alanı gezilerek zemin hakkında; çevre , topoğrafik yapı, dane şekli, görünüm, komşu arsalar, mevcut yollar ve heyelan durumu gibi bilgiler toplanır.

Bina yapılacak arsanın yakınlarında, daha önce yapılmış binalar varsa, bunlar incelenir. Fiziki yapıları, yıpranmışlıkları, varsa bina yakınındaki çökme ve kaymalar, gözlemlenir. Yapıları kullananlar yada, yerel yönetimlerden binalarla ilgili projeler, deney sonuçları, hesap ve çizimler alınarak incelenir. Böylece zeminle ilgili kaba bilgiler elde edilmiş olur.

Ancak bu, çok güvenilir bir yöntem değildir.

2. MUAYENE ÇUKURLARI AÇMAK

Zeminlerden örnek numune almak üzere; taban genişliği kazma, kürek kullanılabilecek boyutlarda, zeminin: yapı,cins ve özelliklerine uygun olarak, kademeli, dik yada eğimli, olarak açılan çukurlardır.

Yapı alanında, belli aralıklarda ve değişen derinliklerde çukurlar açılarak zeminin incelenmesi ve belli bir fikir edinilmesidir.

Zeminde basit bir çukur, baca yada galeri açılır buradan alınan zemin örnekleri üzerinde deneyler yapılmak üzere laboratuvara gönderilir.

2. MUAYENE ÇUKURLARI AÇMAK



NUMUNE ALMA

Muayene çukurundan örselenmemiş (doğadaki durumu, yapısı tamamen korunmuş) yada örselenmiş numune almak için aşağıdaki yöntemler kullanılabilir.

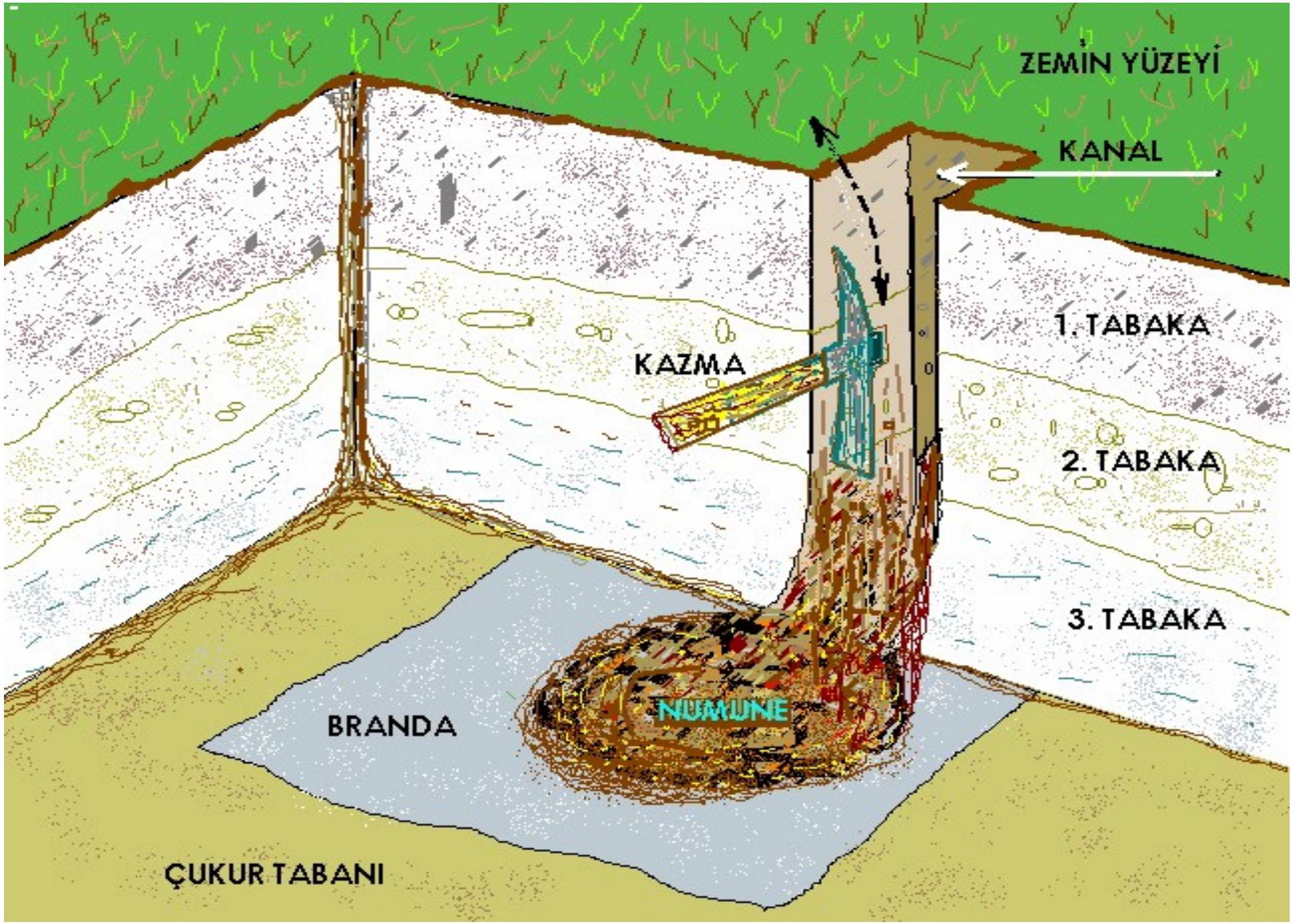
A. Kanal Açarak Numune Alma

B. El Burgusu İle Numune Alma

C. Mekanik Burgu İle Numune Alma

D. Numune Silindiri İle Numune Alma

A. KANAL AÇARAK NUMUNE ALMA



A. KANAL AÇARAK NUMUNE ALMA

1. Gereken derinlikte muayene çukuru açılır.

2. Gözle görülebilir zemin tabakaları belirlenir.

3. Çukur tabanına toplama brandasını serilir.

4. Kazma ile yukarıdan aşağıya doğru ve bütün tabakalardan geçecek şekilde bir kanal açılır.

5. Kanaldan branda üzerine numune dökülmesi sağlanır.

6. Numune laboratuvara götürülmek üzere torbaya konup etiketlenir.

B. EL BURGUSU İLE NUMUNE ALMA

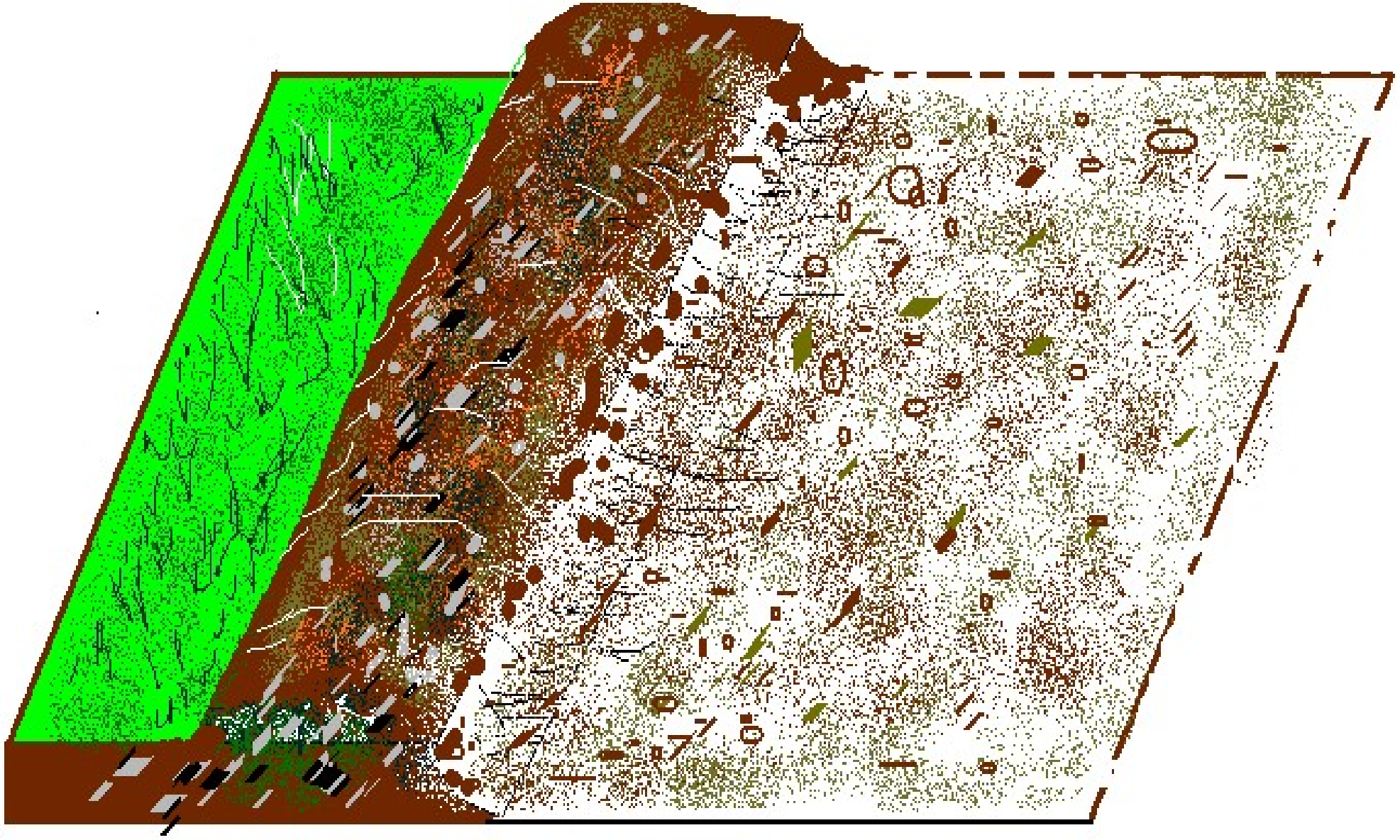


Genellikle sehpa kullanılmadan kaldırılabilen el burgusu ve delici uçlar yardımı ile 20 mm çaplı ve 5 m derinliğe kadar inceleme yapılabilir.

Örselenmiş numunelerin alınması ve yer altı su seviyesinin gözlenmesi için kullanılır.

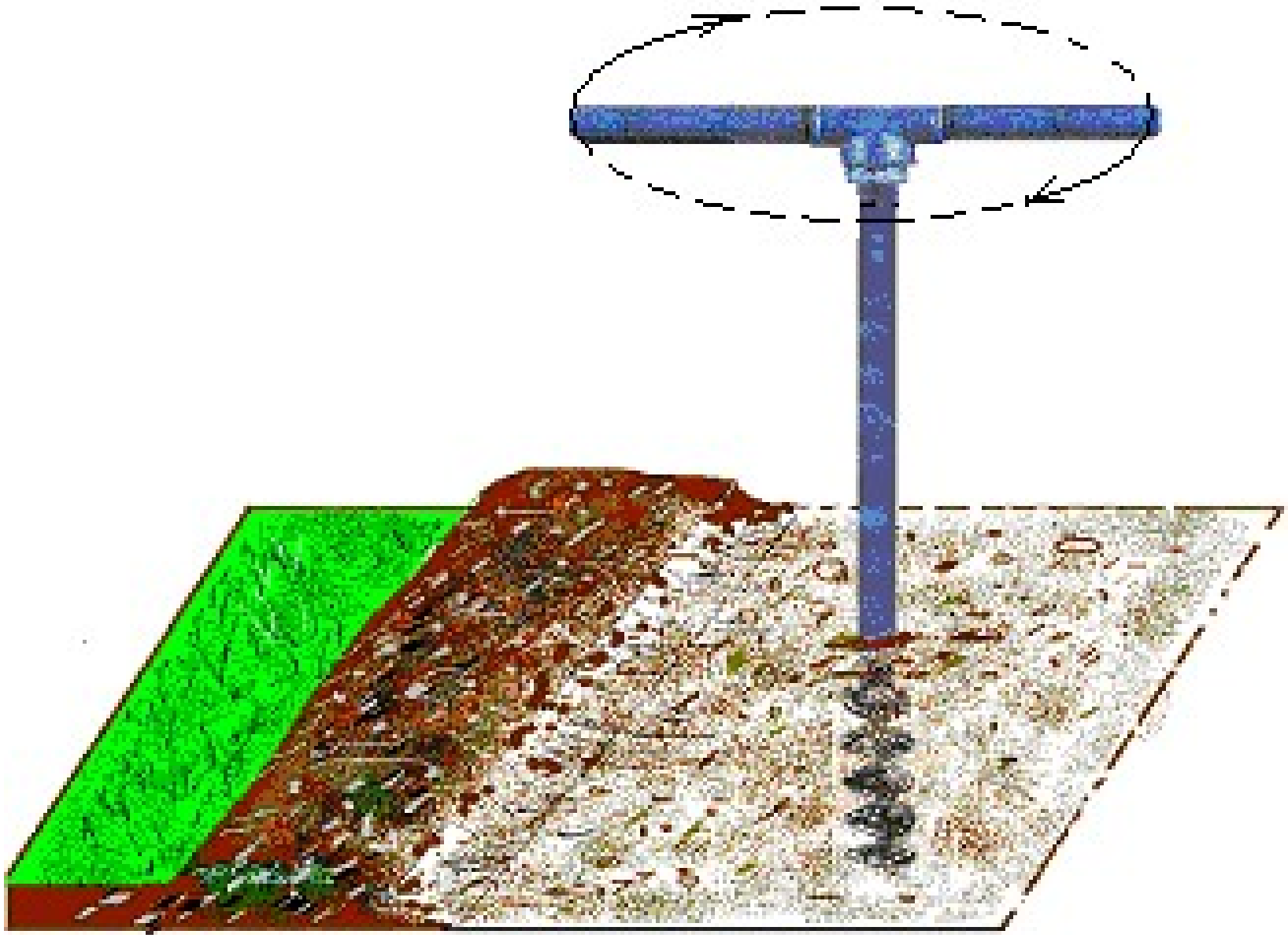
B. EL BURGUSU İLE NUMUNE ALMA

Numune alınacak noktada zemin yüzeyi temizlenir



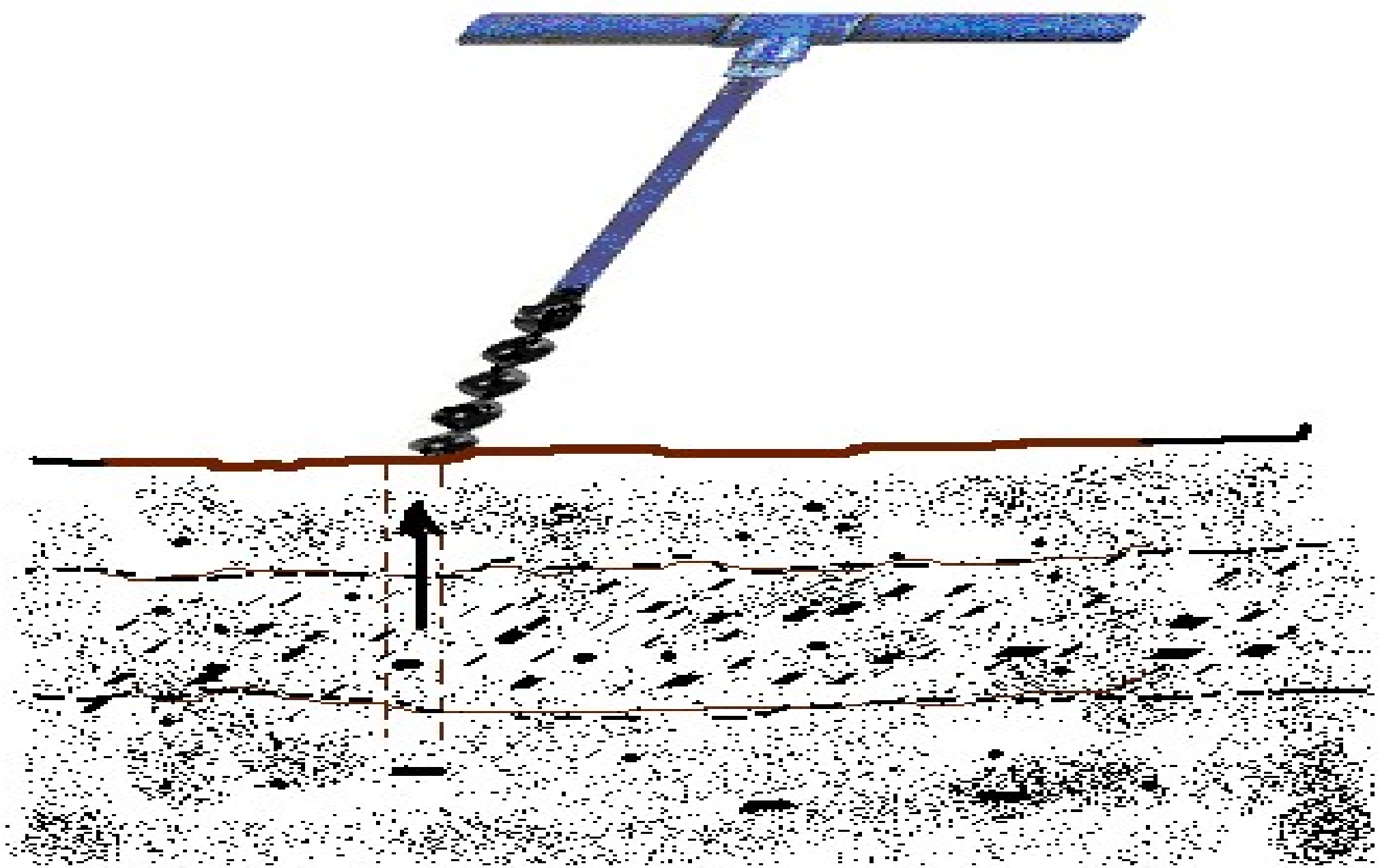
B. EL BURGUSU İLE NUMUNE ALMA

Burgu zemine dik durumda döndürülür. Böylece istenilen derinliğe kadar inilir.



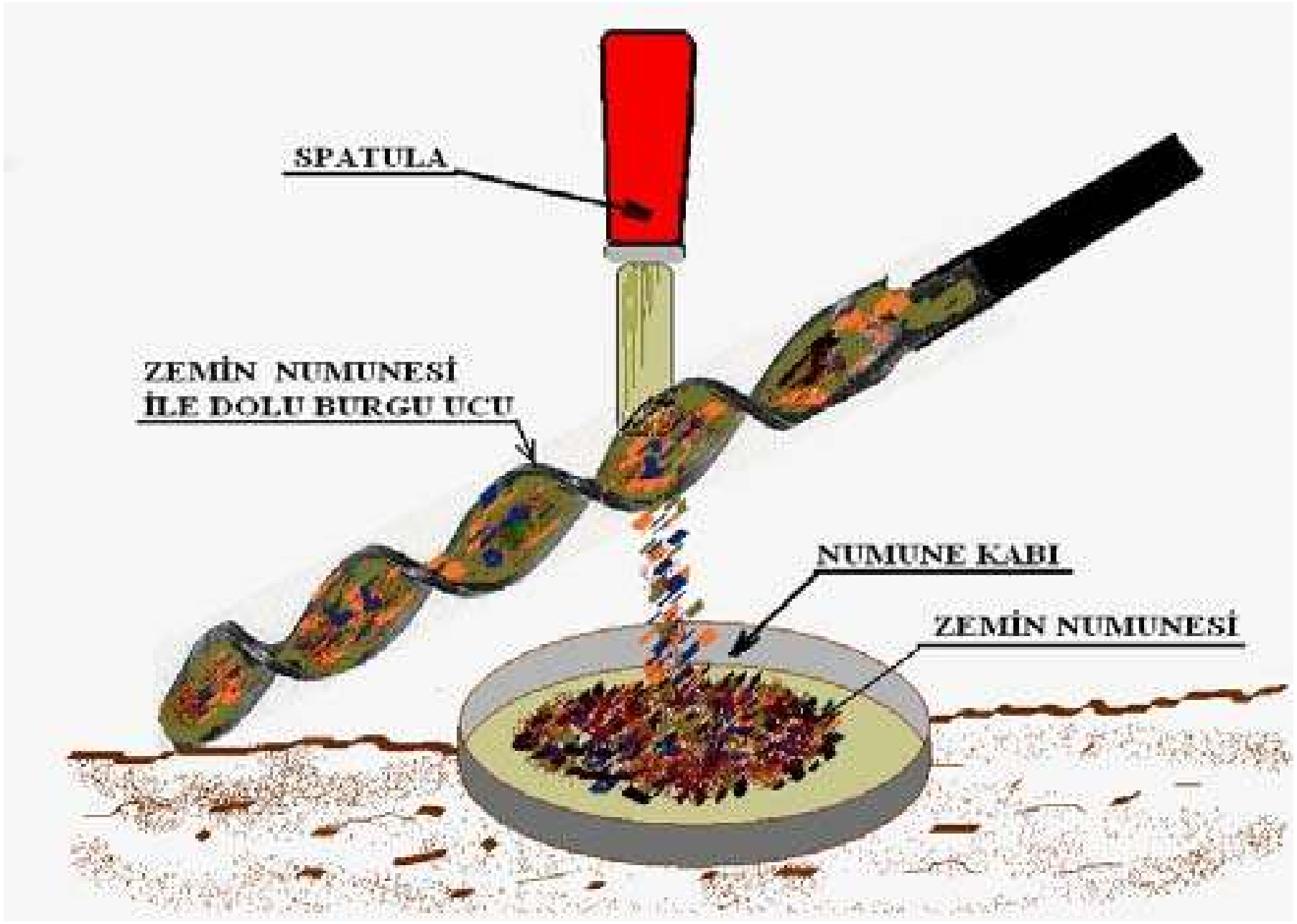
B. EL BURGUSU İLE NUMUNE ALMA

Bıçakların arası doldukça burgu dışarı çekilir.



B. EL BURGUSU İLE NUMUNE ALMA

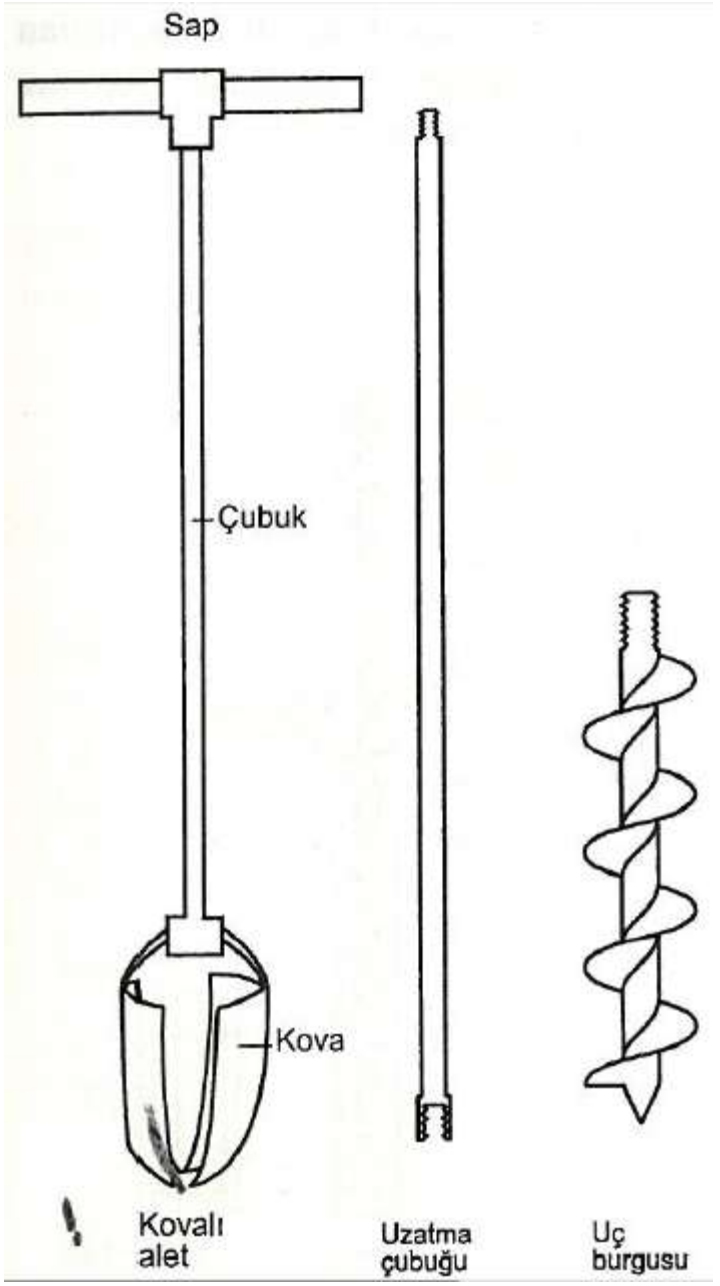
Bıçakların arasındaki numune dikkatlice alınır.



B. EL BURGUSU İLE NUMUNE ALMA

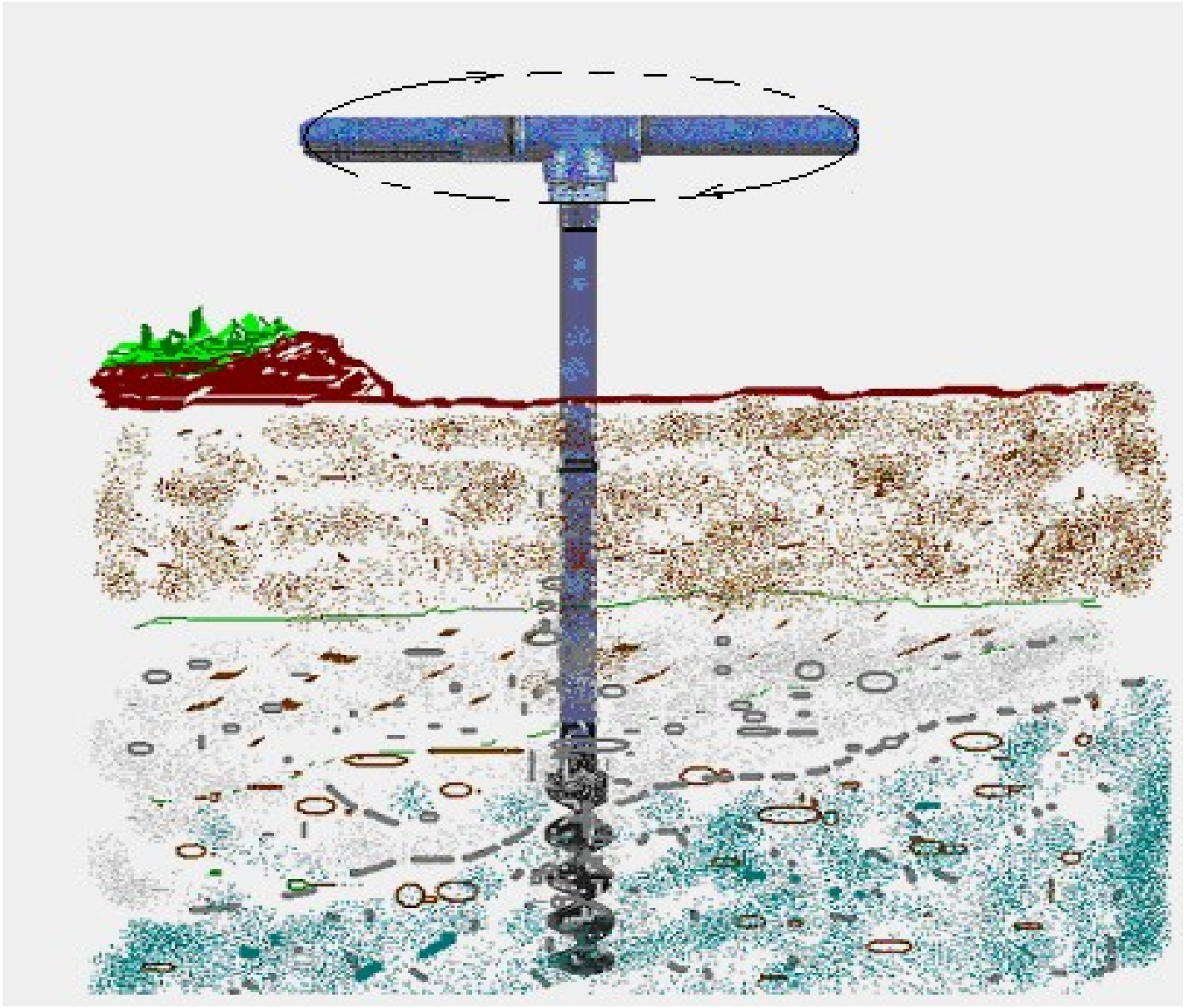
Numune kaplarına boşaltılan örnekler laboratuvara götürülür.





B. EL BURGUSU İLE NUMUNE ALMA

Derinlik arttıkça uzatma boruları eklenip delme ve numune alma işlemine devam edilir.



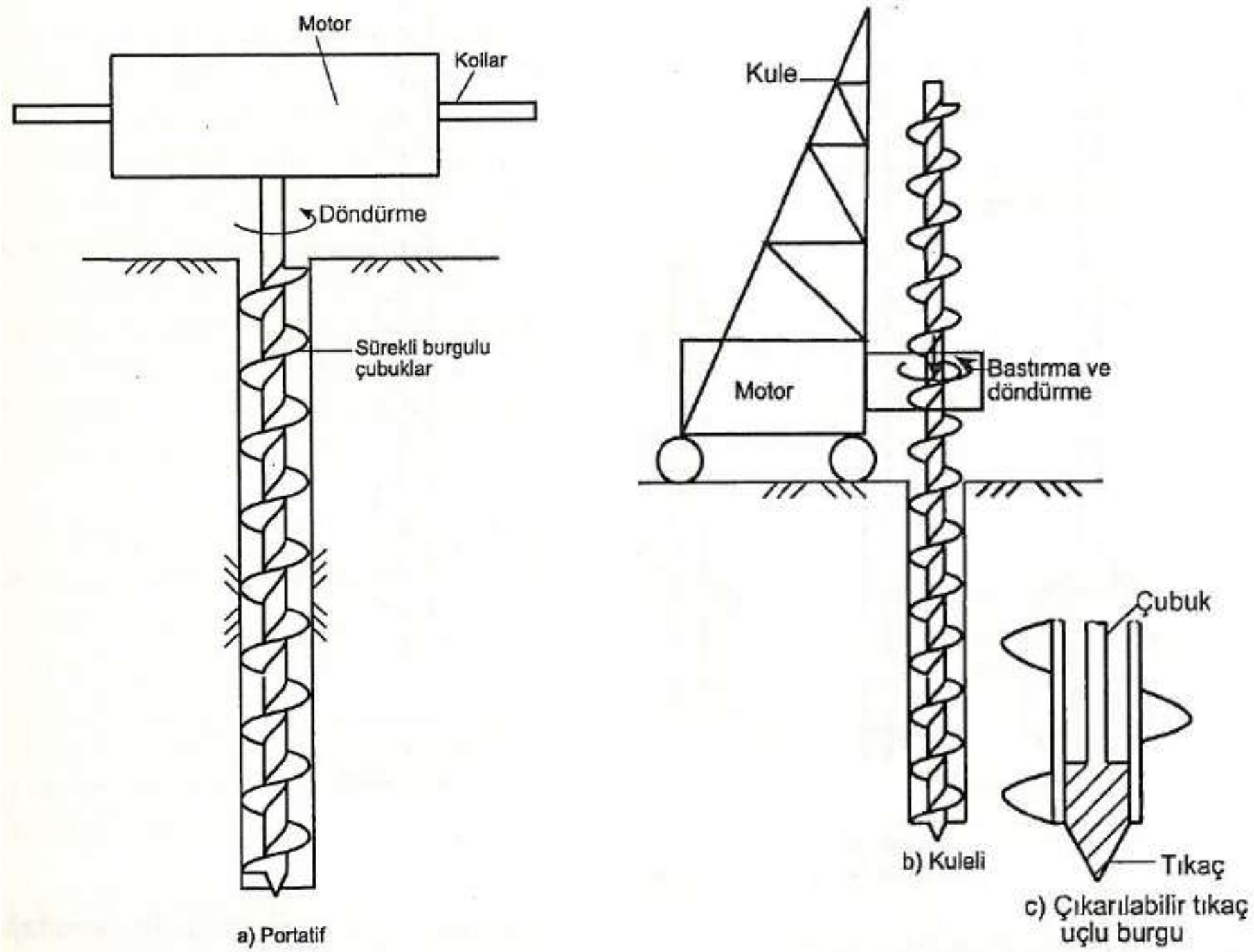
C.MEKANİK BURGUYLA NUMUNE ALMA



Genellikle içi boş bir gövde içerisinde; helisel bir burgudan oluşur. Kohezyonlu zeminler için daha uygundur. Kayalık zeminlerde karot alıcılardan yararlanılabilir.

Bu yöntemle sondaj; fazla ağırlık ve güç gerektirdiğinden, ağır bir taşıta monte edilebilir. Helisel burgunun yüzeye taşıdığı parçacıklar, geçilen tabakaların niteliği ve derinliği hakkında fikir verir.

C.MEKANİK BURGUYLA NUMUNE ALMA



D.NUMUNE SİLİNDİRİYLE NUMUNE ALMA

Bu yöntem ile örselenmemiş zemin numuneleri almak mümkündür.

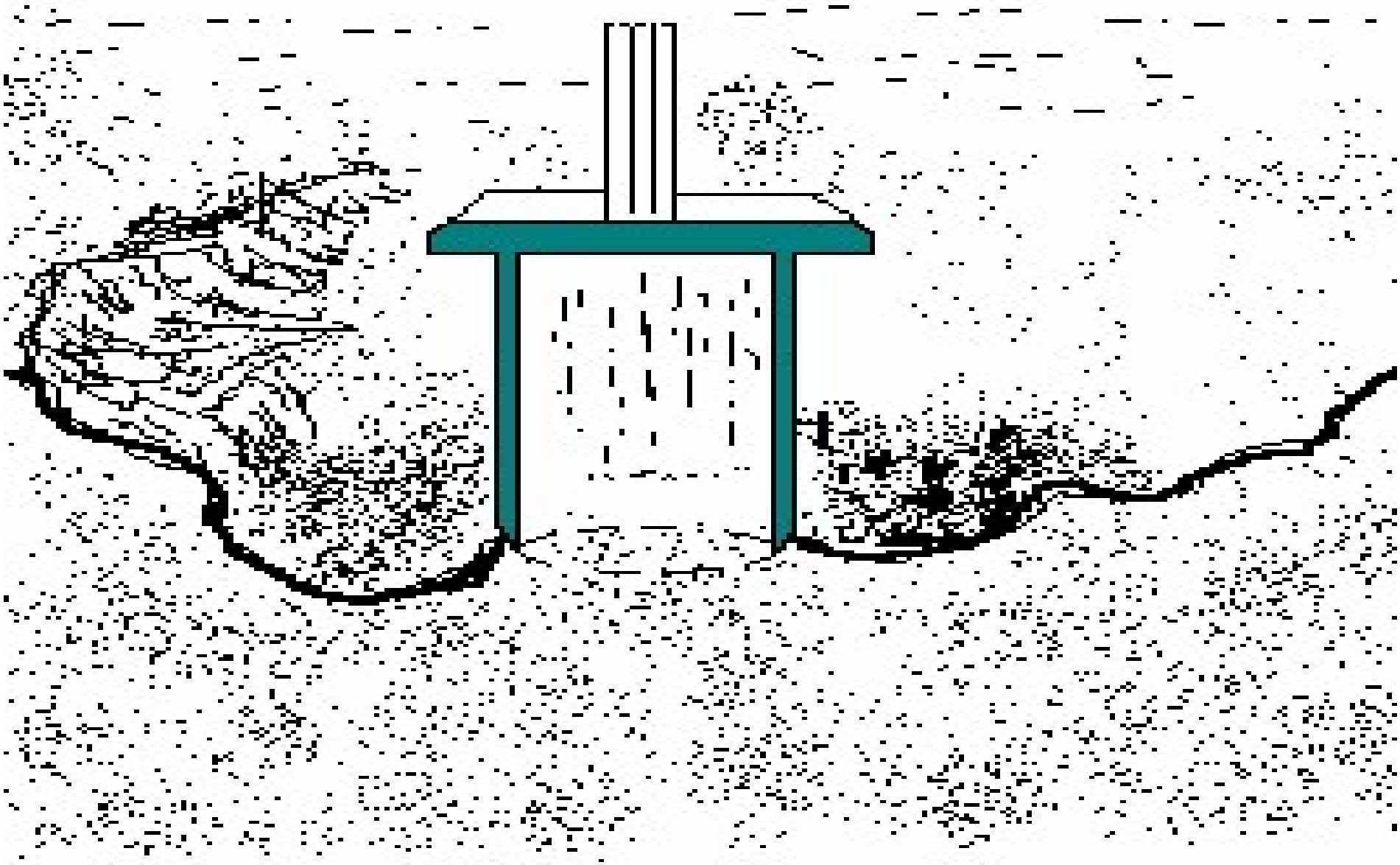
Önce numune alınacak zemin yüzeyi temizlenir.

Sonra numune silindiri yani, alt ağzı keskinleştirilmiş madeni silindir bir kap zemine batırılır.

Kabın içine dolan zemin örneği örselenmeden yani sarsılıp yapısı bozulmadan incelenmek üzere laboratuvara gönderilir.

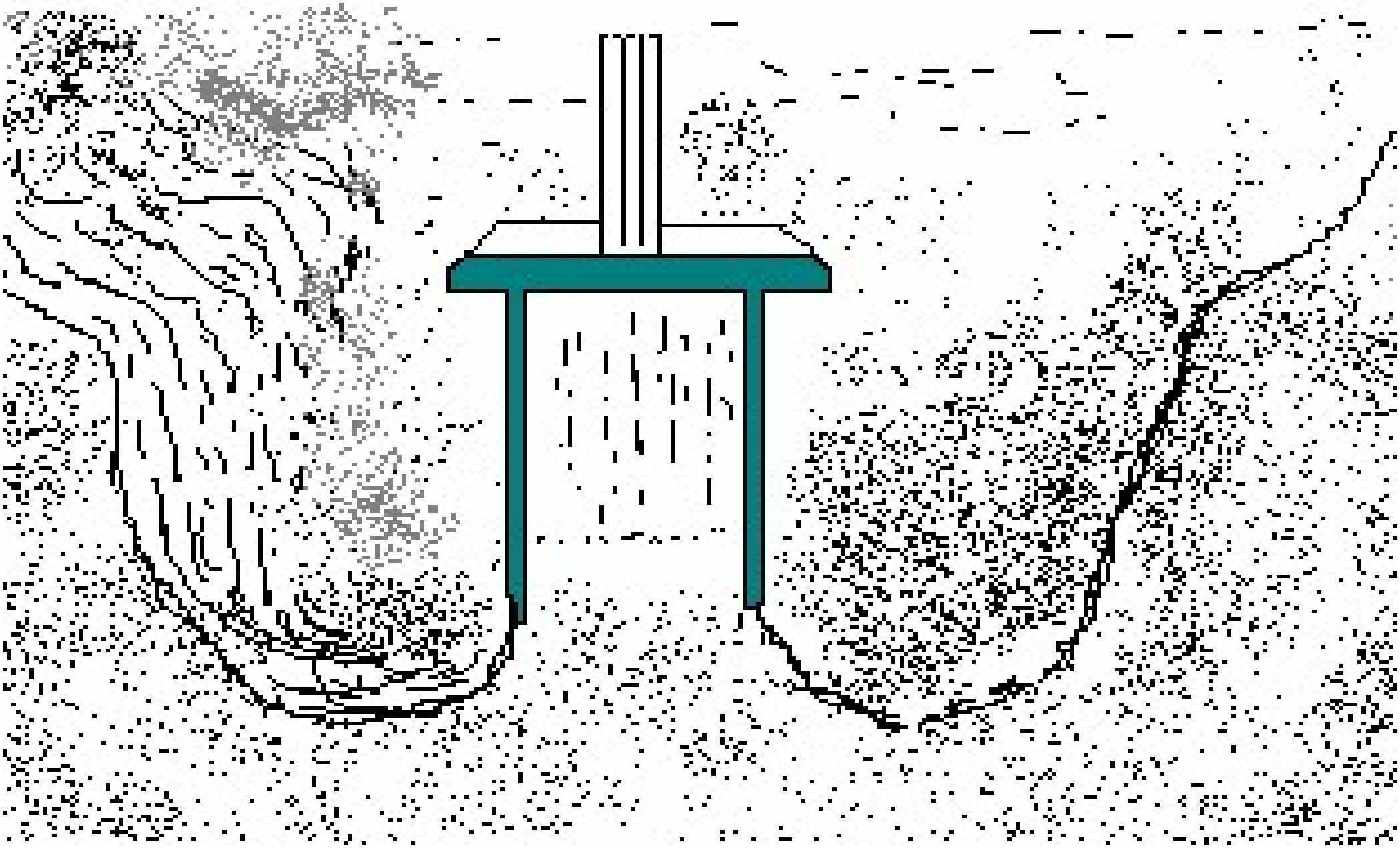
D.NUMUNE SİLİNDİRİYLE NUMUNE ALMA

Kesici kalıp zemine dik olarak tutulur ve kalıba kuvvet uygulanarak zemin içerisine girmesi sağlanır.



D.NUMUNE SİLİNDİRİYLE NUMUNE ALMA

Kalıp çevresi kesici uç açığa çıkıncaya kadar boşaltılır.



D.NUMUNE SİLİNDİRİYLE NUMUNE ALMA

Kürekle kesici ucun alt seviyesinden kesilerek numune kalıpla birlikte dışarı alınır.



3. SONDALAMA YAPMAK

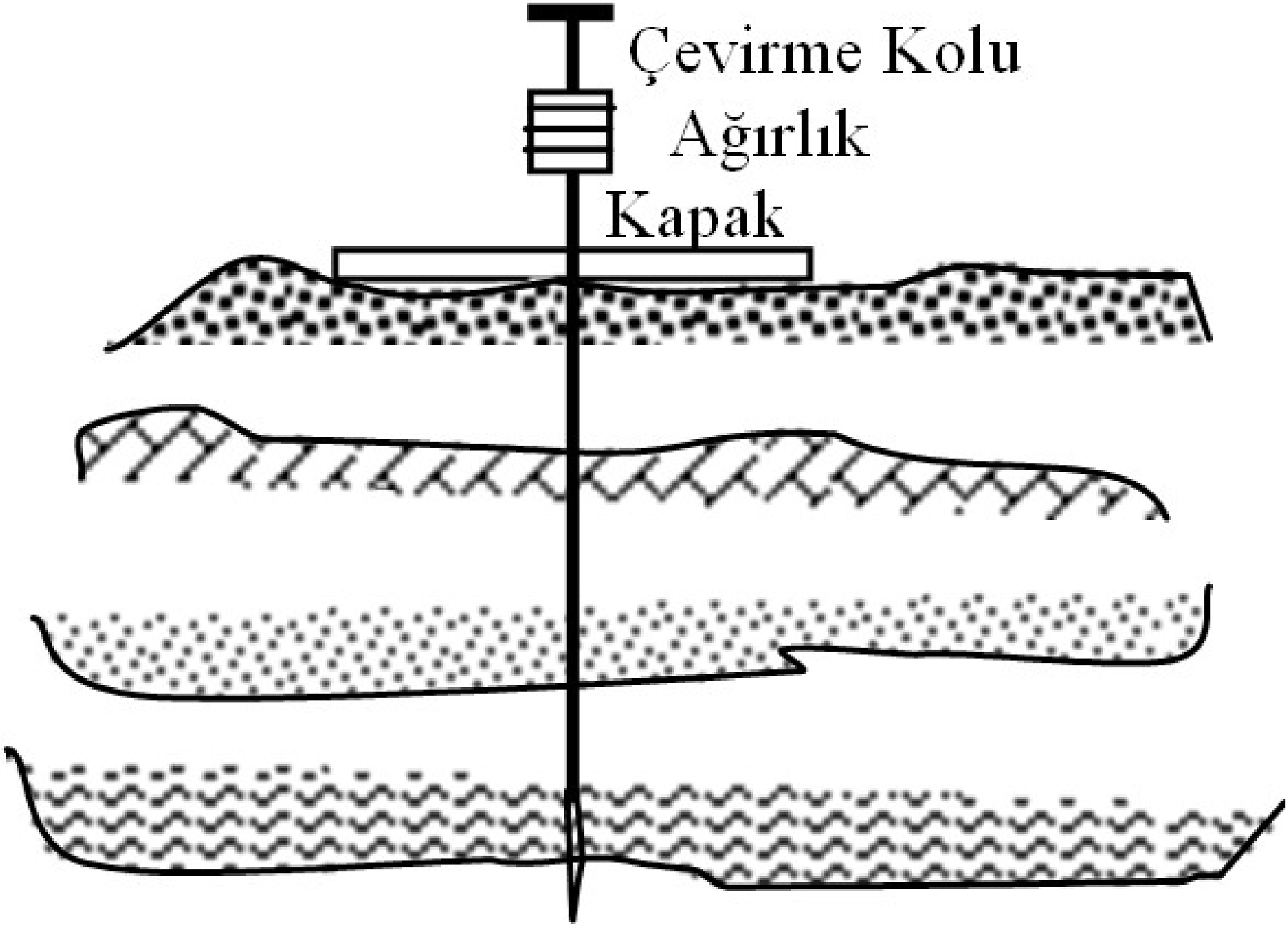
Kayalık olmayan zeminlerde, küçük alanlarda, sonda çubuğu (deney mili) kullanılarak yapılan basit bir yöntemdir.

Sonda çubuğunun çapı 2–4 cm. ve uzunluğu 3–5 m. kadardır.

Sonda çubuğu zemine batırılır. Her 5 vuruşta bir, milin zemine batma miktarı ölçülüp bir grafiğe işlenir. Bu grafik yardımıyla zeminin dayanımı elde edilir.

Yeterince derine çakılan çubuk, zeminden çekilerek çıkarılır. Çubuğun yanlarında çentikler vardır. Bu çentiklerde biriken toprak incelenerek, zemin hakkında bilgi edinilir.

3. SONDALAMA YAPMAK



4. SONDAJ YAPMAK

Aşağıdaki durumlarda zemin etüdü için sondaj yöntemini kullanmak gerekir.

a. Çok büyük boyutlu yapılarda

b. Yapımı için ileri teknoloji gerektiren yapılarda

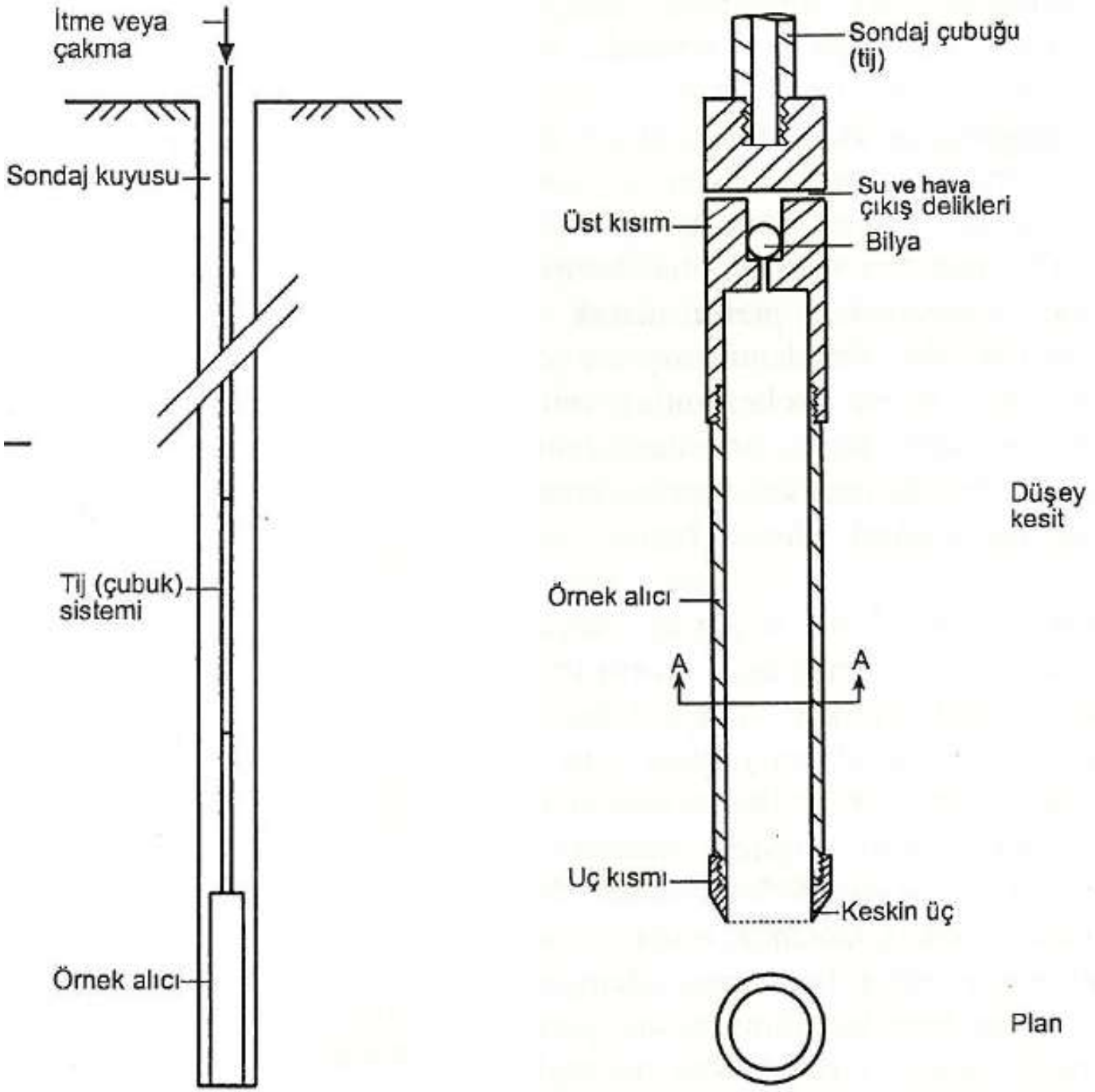
c. Deprem bölgelerinde

d. Nehir yatakları ve dolgu zeminlerde

e. Yer altı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde

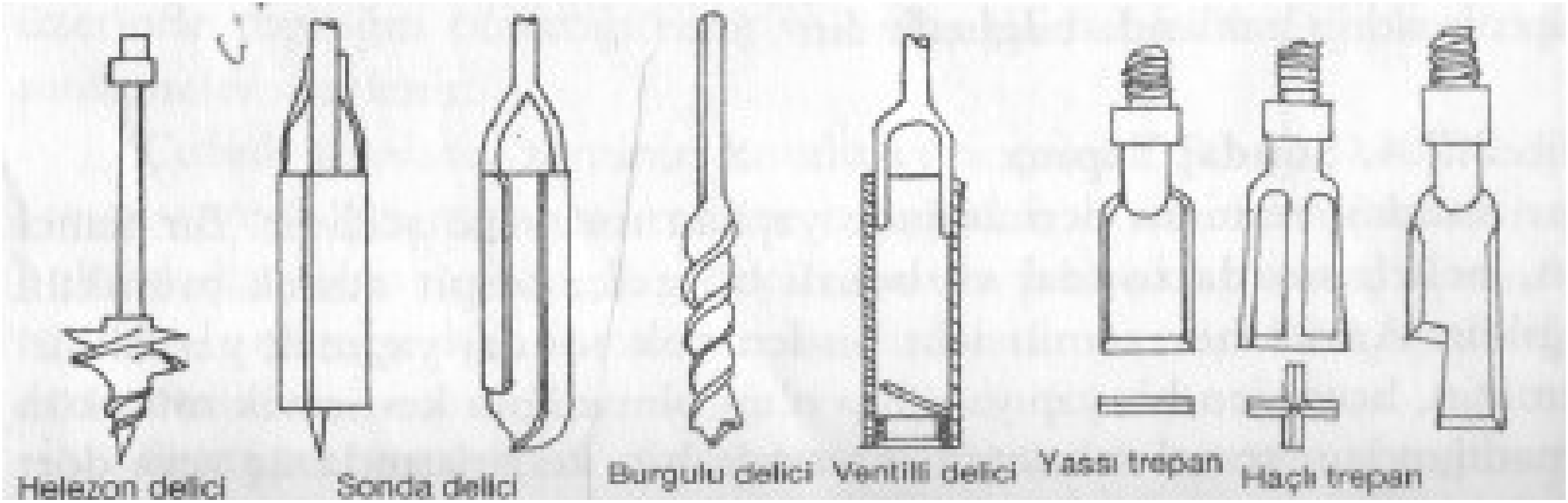
f. Değişken ve tabakalı yapı gösteren zeminlerde

4. SONDAJ YAPMAK



4. SONDAJ YAPMAK

Bir sondaj sistemi, sondaj uçları ve sondaj ucunu derine indirecek sondaj çubuklarından oluşur.



Sondaj uçları

4. SONDAJ YAPMAK



4. SONDAJ YAPMAK



DARBELİ VE DÖNMELİ SONDAJ MAKİNELERİ





4. SONDAJ YAPMAK

Sondaj yönteminin avantajları:

1. Hızlı çalışılabilir.

2. Her yerde uygulanabilir.

3. Ekonomiktir.

Sondaj yönteminin dezavantajları:

1. Numune tabakaları birbirine karışabilir.

2. Kaya zeminlerde uygulamak zordur.

3. Zemini görmeden çalışılır.

ZEMİN YÜKLEME DENEYLERİ

Bir zeminin veya derin temel elemanlarının (kazıkların) gerçek yük altındaki taşıma gücünü ve oturma davranışını belirlemek amacıyla arazide doğrudan yapılan statik veya dinamik saha testleridir.

1. STATİK YÜKLEME DENEYLERİ

Zemine veya kazık üzerine yüklerin belirli kademeler halinde, yavaşça ve oturmalar tamamlandıkça uygulanması esasına dayanır.

a. Tabla deneyi

b. Kazık yükleme testi

c. Basınçlı hava yada su ile yapılan deneyler

2. DİNAMİK YÜKLEME DENEYLERİ

Zemine belirli frekanslarda titreşimler, vibrasyonlar veya ani darbe kuvvetleri verilerek yapılan testlerdir. Örneğin kazıklar için yapılan PDA (Pile Dynamic Analysis-Dinamik Kazık Analizi) testi gibi.

TABLA DENEYİ

Deneyin yapılış sırası aşağıdaki gibidir.

1. Zeminde binanın temel kirişlerinin oturacağı yerler dışında bir çukur açılır.

Temel tabanı derinliğinde kazılan çukurun kesiti en az 100x100 cm olmalıdır.

Çukurun tabanı kesinlikle sulanmaz ve kabartılmaz.

Doğal durumu bozulmadan düzeltilir.

TABLA DENEYİ

2. Çukurun üzerine aşağıdaki gibi ahşap bir tabla hazırlanır.

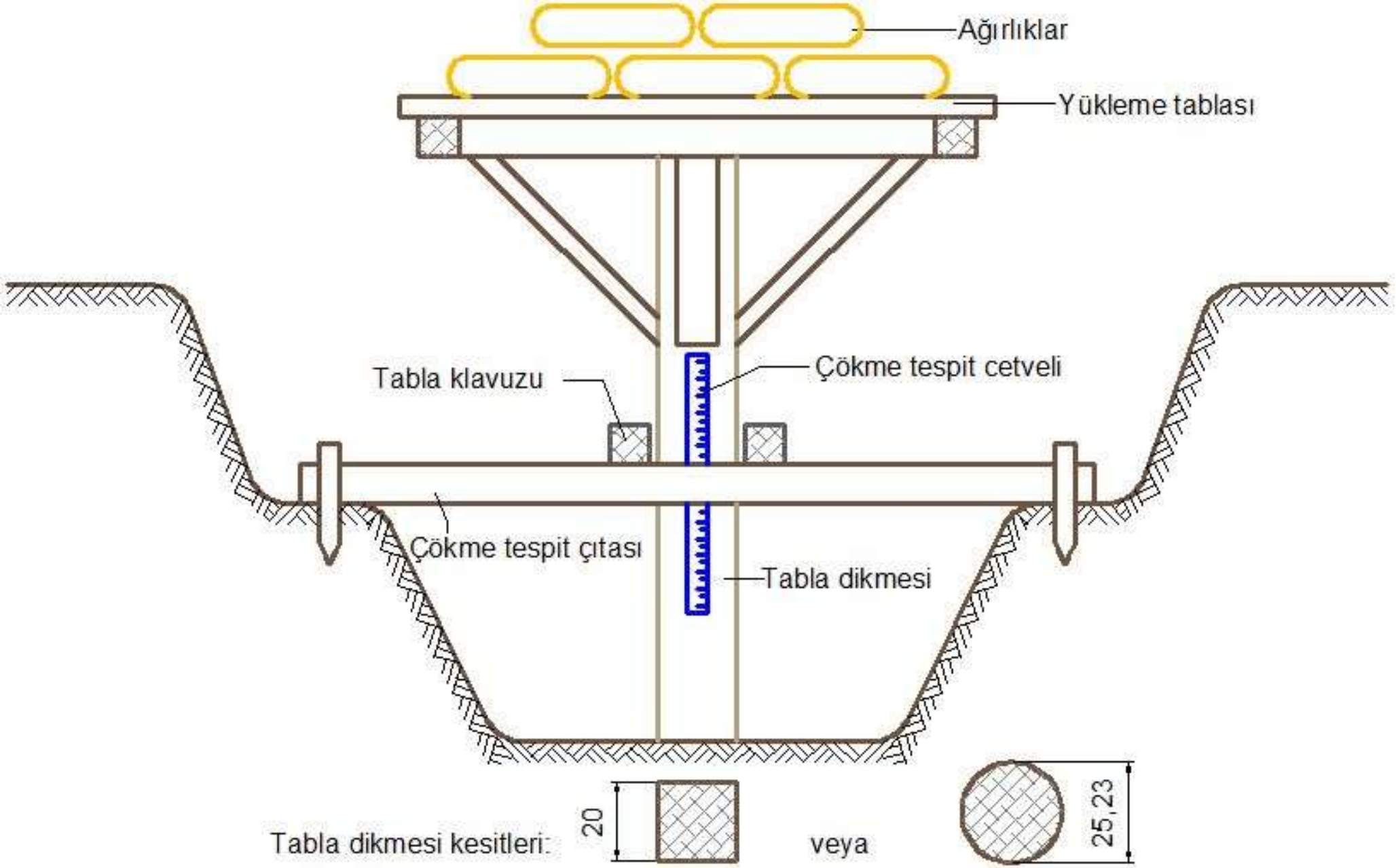


TABLA DENEYİ

3. Tablanın üzerine, 24 saatte bir 0,5 kg/cm² basınç oluşacak şekilde yükleme yapılır. Bu iş için 50 kg'lık çimento torbaları kullanılır.

Basınç = Yük / Alan dır.

Kare kesitli dikme için Alan = $a^2 = 20^2 = 400$ cm²

Yük = Basınç × Alan

formülünden basıncı 0,5 kg/cm² yapacak yük değeri;

Yük = 0,5 × 400 = 200 kg. olur.

Kare kesitli dikme için her gün 200 / 50 = 4 adet çimento torbası eklenir.

Her gün yüklemeden önce dikme üzerindeki cetvelden tablanın son 24 saatte ne kadar oturduğu ölçülür.

TABLA DENEYİ

3. Daire kesitli dikme için

Alan = $\pi \cdot r^2 = 3{,}14 \cdot (12{,}615)^2 = 500\ cm^2$

Yük = Basınç × Alan

formülünden basıncı 0,5 kg/cm^2 yapacak yük değeri;

Yük = 0,5 × 500 = 250 kg.

Daire kesitli dikme için her gün 250 / 50 = 5 adet çimento torbası eklenir.

Her gün yüklemeden önce dikme üzerindeki cetvelden tablanın son 24 saatte ne kadar oturduğu ölçülür.

TABLA DENEYİ

4. Elde edilen verilere göre aşağıdaki grafik çizilir.

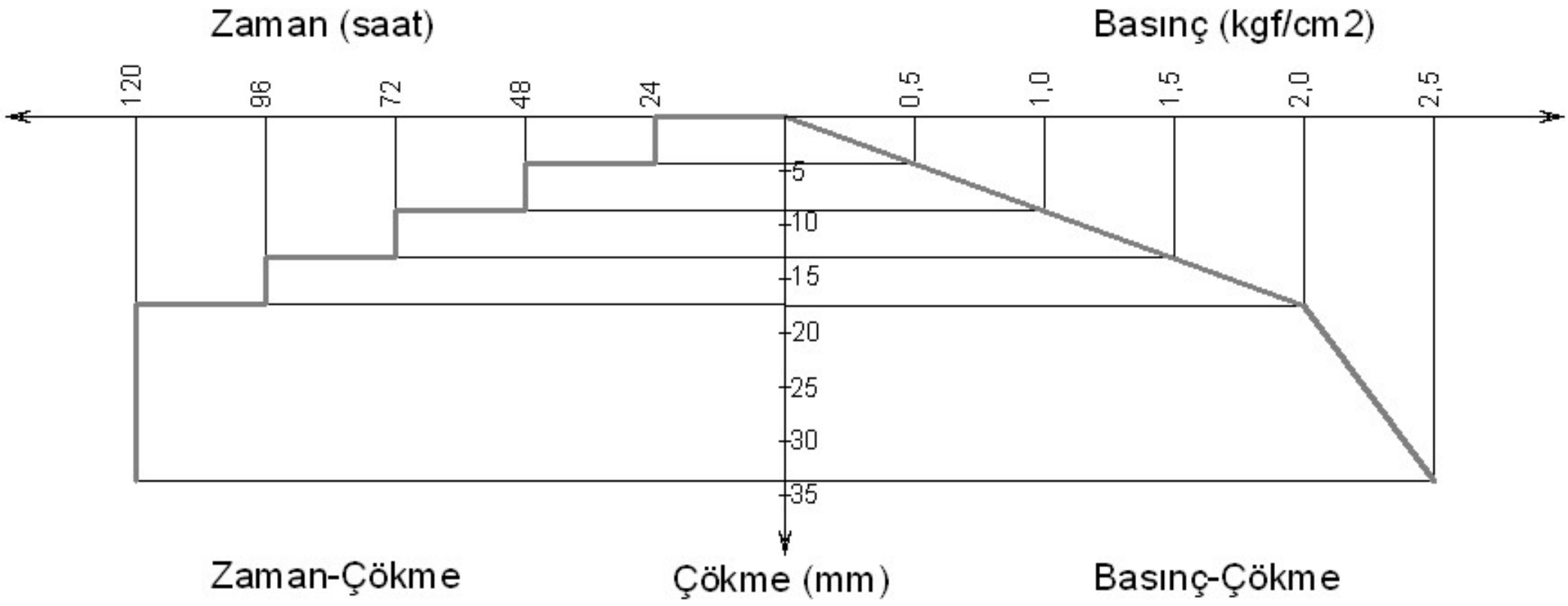


TABLA DENEYİ

5. Grafiğin sağ tarafındaki noktalar birleştirilir. Bu kısımda doğruya yakın bir grafik elde edilir.

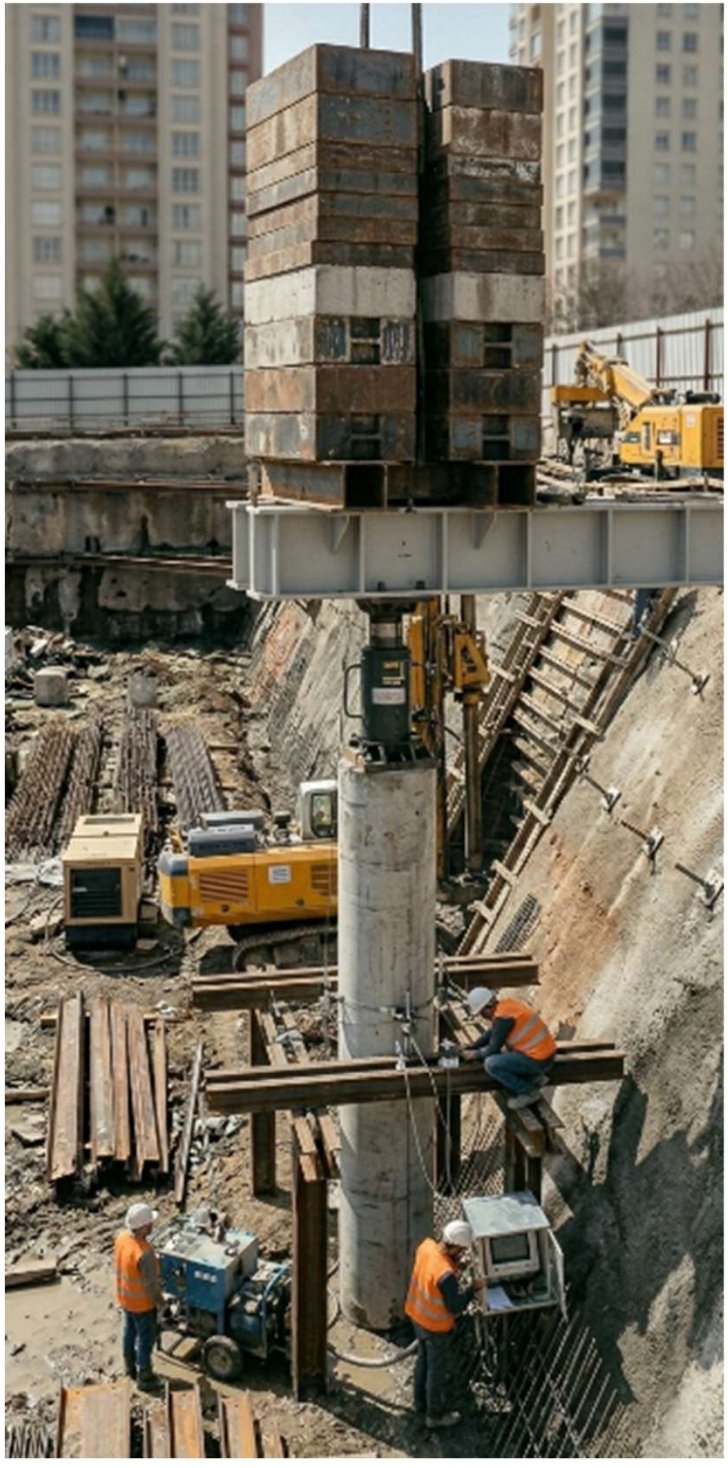
6. Grafikteki doğruda kırılma olduğunda deney kesilir. Bir önceki basınç değeri zemin emniyet gerilmesini verir.

(Yukarıdaki örnekte basınç 2 kg/cm² iken doğruda kırılma olmuştur. Dolayısıyla bu örnekte, Zemin Emniyet Gerilmesi 1,5 kg/cm² dir)

7. Eğer grafikte belirgin bir kırılma olmuyorsa, oturma miktarlarına bakılır. 24 saat içinde 10 mm`yi aşan çökme olduğunda deney durdurulur. Bir önceki basınç değeri zemin emniyet gerilmesi olarak alınır.

KAZIK YÜKLEME TESTİ

Yük kademelerinin özel bir kaldıraç, ağırlık transferi veya mekanik düzenek kombinasyonu ile kontrollü olarak zemine aktarıldığı, statik yükleme deneylerinden biridir.



KAZIK YÜKLEME TESTİ

Kazık Yükleme Testi, imal edilen kazıkların performansını gerçek saha koşullarında ölçerek yapının gelecekteki güvenliğini garanti altına alır.



KAZIKLAR İÇİN PDA TESTİ

PDA (Pile Dynamic Analysis-Dinamik Kazık Analizi) dinamik yükleme testlerinden biridir.



KAZIKLAR İÇİN PDA TESTİ

Kazık başına yerleştirilen özel sensörler (ivmeölçer ve yük hücreleri) aracılığıyla, kazığa bir ağırlık düşürülerek oluşturulan titreşim dalgalarının ölçülmesi işlemidir.





KAZIKLAR İÇİN PDA TESTİ

Darbe sırasında oluşan kuvvet ve ivme sinyalleri, bir Dinamik Kazık Yükleme Cihazı ile kaydedilir ve dijitalleştirilir.





ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ RAPORU

İnşaatın temel kazısına başlamadan önce zeminin tanınması gerekir. Bu amaçla araziye ait; yer, mevcut durum, yüzey şekli, çevre etkenleri gibi konularda incelemeler yapılır.

Araştırma ve hesaplamalar sonunda zemin ve temel etüdü raporu hazırlanır. Bu rapor üç bölümden oluşur.

1. bölüm: Zeminin jeolojik özellikleri

2. bölüm: Verilerin değerlendirilmesi

3. bölüm: Sonuç ve öneriler

ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ RAPORU

1. BÖLÜM: ZEMİNİN JEOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Bu kısımda aşağıdaki bilgiler yer alır.

a. Projenin tanıtımı

- ✓ Arazi sınırları ve yapı alanı
- ✓ Arazi eğimi bitki örtüsü
- ✓ Yapının büyüklüğü, geometrisi ve taşıyıcı sistemi
- ✓ Yapı elemanları ve inşaat malzemeleri
- ✓ Yapıdan zemine aktarılacak yük miktarı
- ✓ Yapı arsasına ulaşım için mevcut kara ve demir yolları
- ✓ Bölgede altyapı hizmetlerinin durumu
- ✓ Çevredeki doğal engeller (Akarsu, uçurum vb.)

b. Etüdün amaç ve kapsamı

c. Kullanılan arazi ekipmanı

ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ RAPORU

1. BÖLÜM: ZEMİNİN JEOLOJİK ÖZELLİKLERİ

(devam)

d. İlgili firmalar ve danışmanlar
e. Yeraltı suyu seviyesi
f. Komşu yapıların durumu (yıpranmışlıkları, kat adedi vb.)
g. Faylar
h. Mevcut kazılar ve ocakların gözlem sonucu
i. Stabilize yönünden sorunlu bölgeler
j. Kazı güçlükleri
k. Seçilen yerin tarihçesi
l. Seçilen yerin jeolojisi
m. Varsa hava fotoğraflarından elde edilen bulgular
n. Sondaj ve arazi çalışmalarına katılan personelin gözlemleri

ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ RAPORU

2. BÖLÜM: VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

a. Arazi ve laboratuvar çalışmalarının özeti

b. Beklenmeyen deney sonuçlarının tespiti, gerçek durumu yansıtır olup olmadığının incelenmesi

c. Arazi ve laboratuvar verilerinin tablolar halinde verilmesi, bunların projede istenen koşullarla ilgisi

d. Yeraltı su tablası seviyesi ve mevsimsel değişimleri

e. Yeraltı tabakalarının farklıkları ile beraber gösterimi

f. Her formasyonun detaylı tarifi, fiziksel, mukavemet, sıkışabilirlik özelliklerinin tanımı

g. Varsa boşlukların durumu ve yapılacak binaya etkisi

h. Her tabaka için zemin değerlerinin sınırları. Bu değerler tasarım için en uygun değerlerin seçiminde yol gösterici olacak şekilde sunulur.

ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ RAPORU

3. BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER

a. Önerilen tasarım parametreleri
b. İnşaat sırasında karşılaşılacak muhtemel sorunların çözümü
c. İlerde karşılaşılacak muhtemel sorunlar ve bunlarla ilgili öneriler
d. Yüzeysel veya derin temel seçimi
e. Yüzeysel temellerde minimum temel derinliği, temel tipinin muhtemel oturmalara göre tespiti
f. Temel betonarme projesinin hesap ve tasarımı için öneri ve değerler
g. Derin temellerde, kazık tipi, kesiti ve boyunun irdelenmesi ve seçimi

ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ RAPORU

3. BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER
(devam)

h. Kazık yükleme deneyleri ile ilgili öneriler
i. Önerilen kazıkların düşey ve yatay yüklere göre incelenmesi
j. Kazık ve kazık başlıklarının hesap ve tasarımı için öneri ve değerler
k. Zemin iyileştirmesi gerekiyorsa, iyileştirme türü ve bununla ilgili açıklamalar
m. İksa yapılması gerekiyorsa, ilgili parametreler
n. Kazı işleriyle ilgili, kazı güçlüğü ve kazı sınıfı önerileri
o. Kazıdan çıkan zeminin dolgu olarak kullanılabilirliği ve koşulları
p. Özel drenaj ve yalıtım önerileri
r. Zeminin sıvılaşma riski ile ilgili açıklamalar ve öneriler