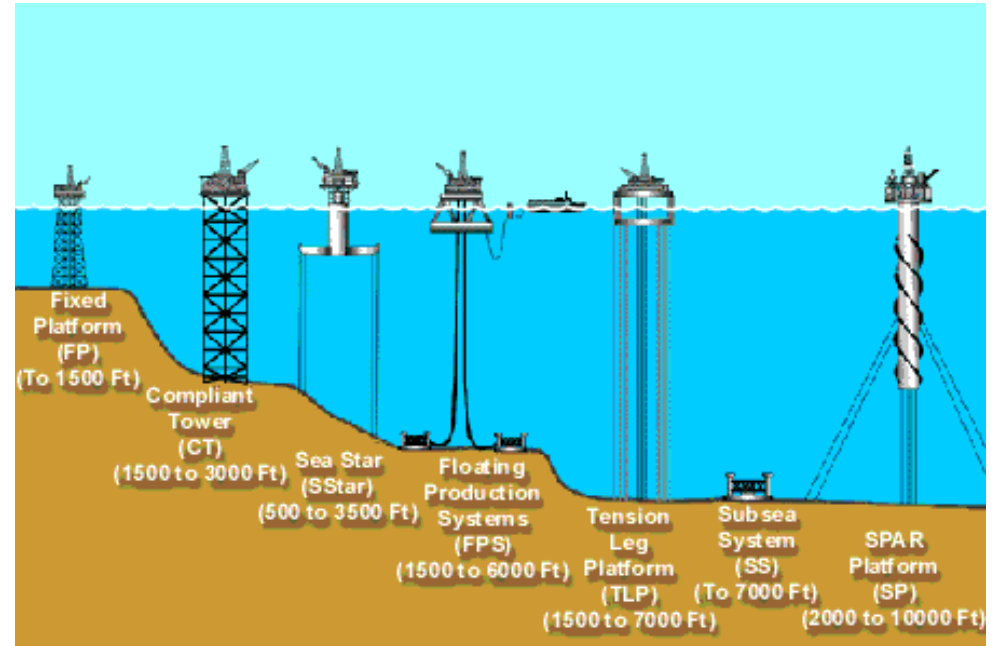


SONDAJ BİLGİSİ

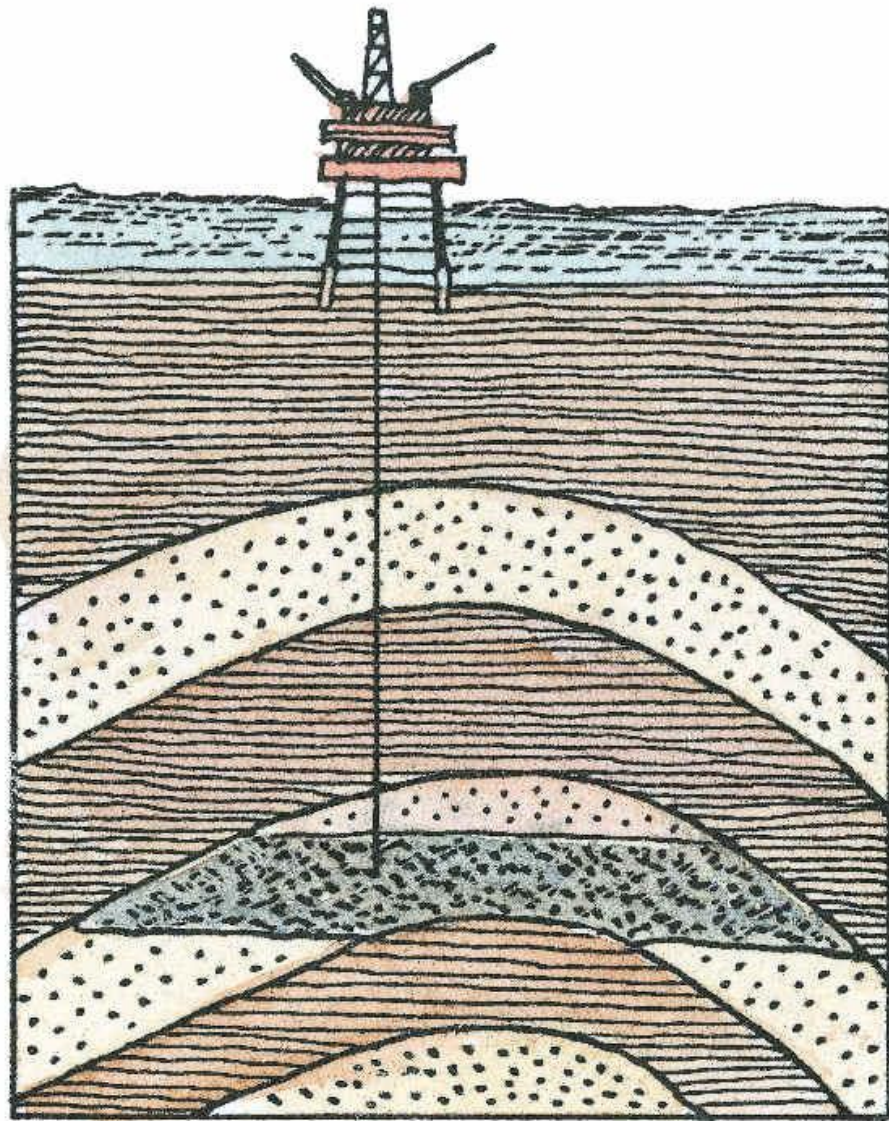


Sondaj, yeraltı kaynaklarını araştırma, üretim ve işletmek için,

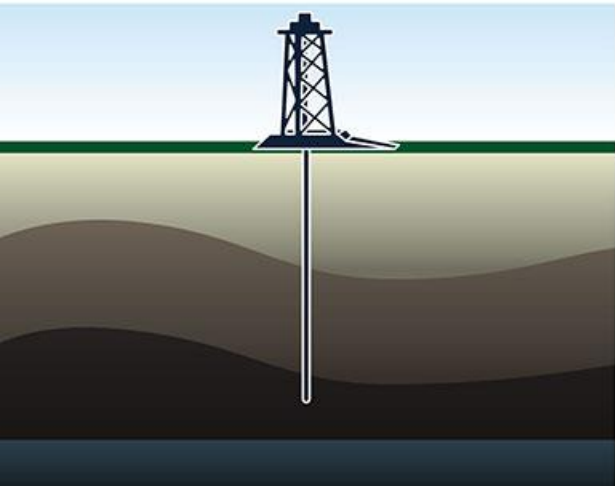
ayrıca mühendislik yapılarının temel koşullarının saptanması - iyileştirilmesi ve

jeofizik verileri elde etmek amacıyla

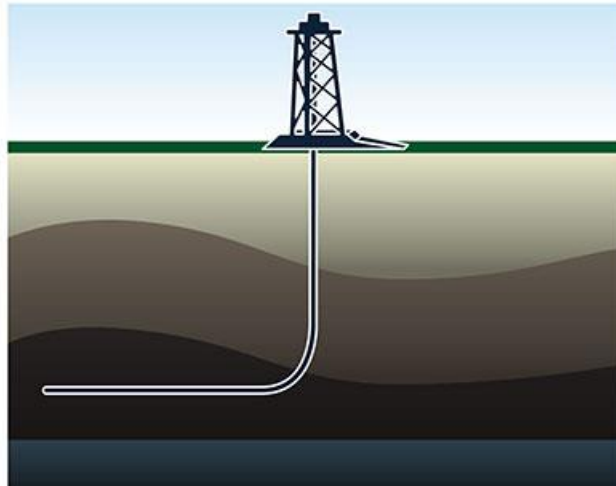
düşey, yatay veya herhangi bir yön ile açılı olarak yapılan silindirik kazı işlemidir.



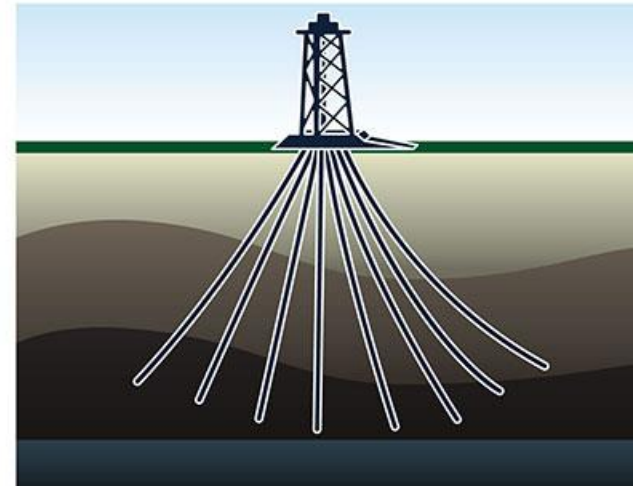
Vertical well



Horizontal well



Directional well



SONDAJ ÇALIŞMALARININ GELİŞİMİ

- Çinlilerin Tibet ile Chungkina arasındaki bölgede 1200 yıllarında açtıkları kuyularda 500-1000 m' lik sondajlar açmışlardır.
- Mısırlılar M.Ö. 3000 yıllarında taş çıkarmak amacıyla sığ kuyular açmışlardır.
- Avrupa'nın en eski sondaj kuyusu M.S. 1126 yıllarında Fransa Artois'da basınçlı akiferlerde açılmıştır.
- İlk petrol sondajı Fransa'da 1794 yılında açılmış ve 30 m derinliğe inilmiştir.
- **1859 yılında Colonel Drake** tarafından Pensilvanya'da açılan petrol kuyusu, petrol ve sondaj endüstrisi için bir dönüm noktası olmuştur. Darbeli sondaj ile açılmıştır.
- İlk karotlu sondaj, 1864 yılında İtalya-Fransa arasında açılan Mt. Lewis tüneline yapılmıştır.
- İlk rotari (döner) sondaj, 1867 yılında Pensilvanya'da açılan kömür madeninde 200 m açılmıştır.

Ülkemizde Sondaj Tarihçesi

- Türkiye’de bilinen en eski sondajlar, İskenderun’a bağlı Çengen Köyü’nde muhtemelen 1887 yılında petrol araştırması amacıyla yapılmıştır.
- Tekirdağ-Mürefte-Gaziköyde 1892 yılında bir Türk tarafından yapılmıştır.
- 1898 yılında, Tekirdağ-Şarköy’de, Osmanlı Bankası tarafından Fransız Şirketine petrol arama amaçlı olarak yaptırılmıştır.
- Ülkemizde ilk derin petrol kuyusu, 1934 yılında Midyat’ta 1351 metre derinlikte darbeli yöntemle Petrol Arama ve İşletme İdaresi adına yapılmıştır.
- 1935 yılında Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA) kurulmuştur.
- 1954 yılında TPAO petrol arama çalışmalarını yapmak amacıyla kurulmuştur.
- 1956 yılında Devlet Su İşleri Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı kurulmuştur.

SONDAJ ALANINDAKİ BAŞLICA GELİŞMELER

Başlangıç dönemi

- Konili matkap
- Sondaj çamuru kullanımı

Gelişme dönemi

- Üç kanatlı matkap
- Gücü yüksek pompa
- Güçlü motorlar
- Kuyu genişletme matkabı (reamer)

Bilimsel dönem

- Kuyu basınç kontrolü
- Çamur özelliklerinin ölçümü
- Matkap tasarımı
- İlerleme hızının artışı

Otomasyon dönemi

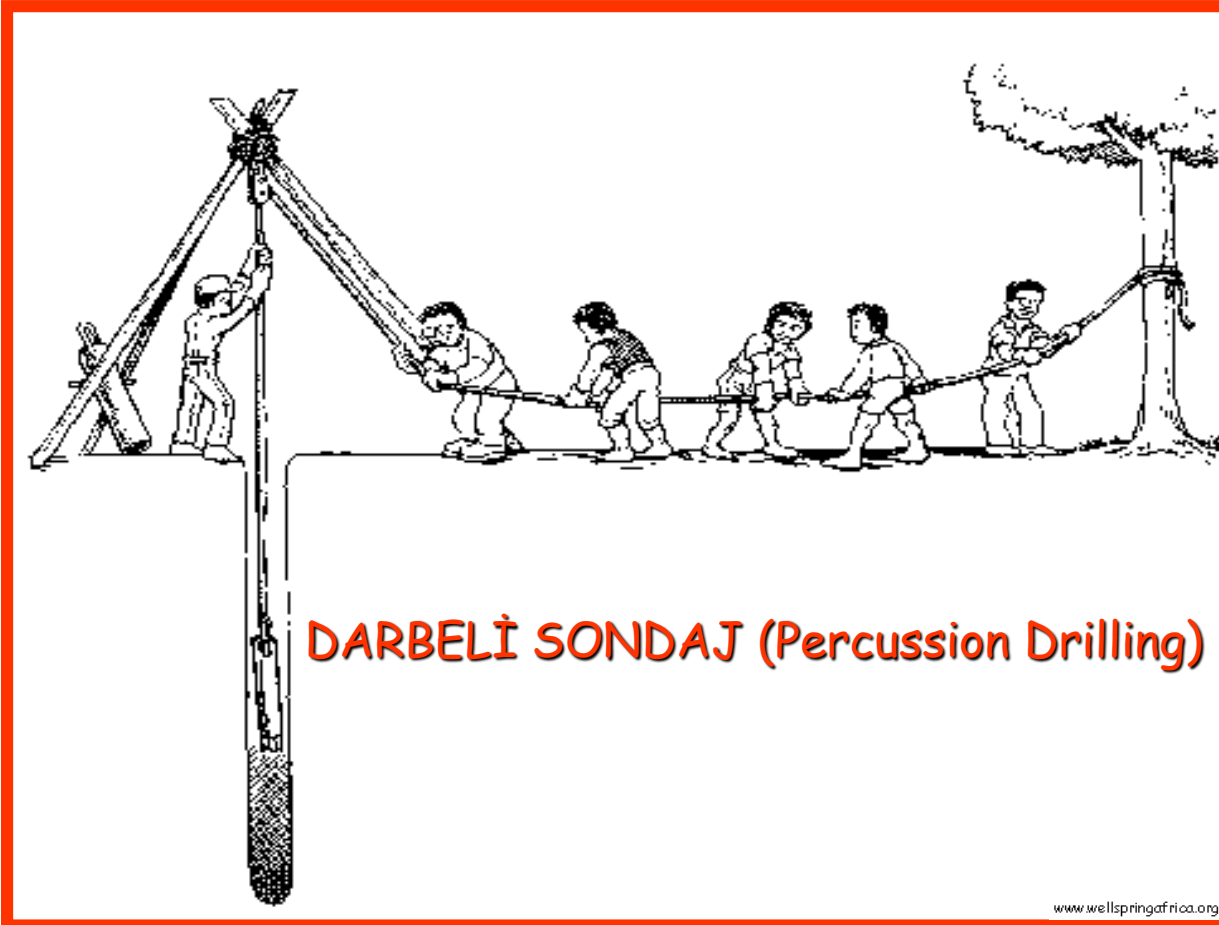
- Bilgisayar teknolojisi
- PDC matkaplar

SONDAJ ALANINDAKİ TEMEL GELİŞMELER

Dönemler	Gelişmeler
1810-1820 1830-1840 1840-1860	Buhar motoruyla çalışan sondaj makinası yapıldı. Buhar ile çalışan darbeli sondaj makinası geliştirildi. Darbeli sondaj makinası icat edildi.
1860-1870	Sondajda basınçlı hava kullanıldı. Elmaslı sondaj keşfedildi. Elmaslı ve konili matkaplar ilk defa kullanıldı.
1870-1880	Elmaslı sondaj derinliği 670 metreye ulaştı. Kaya sondajında gelişmeler oldu. Maden sondajları geliştirildi. Sullivan elmaslı sondaj makinası üretildi.
1880-1890	Elmaslı sondaj derinliği 1750 metreye ulaştı.
1890-1900	Basınçlı hava ile çalışan kaya delme aletleri üretildi. Kömür aramalarında döner sondaj kullanıldı. Petrol sondajında kullanılmak üzere buharlı döner sondaj makinası geliştirildi. Çelik sondaj dizisi geliştirildi.
1920-1940 1900-1920 1940-1966	Konili matkap kusuru tamamen bitirildi. Matkaplarda ilk defa tungsten karbür kullanıldı. Sondaj araştırmaları genişletildi. Hidrolik ilkelerin daha iyi anlaşılması sağlandı. Tungsten karbür uçlu matkapların gelişimi sağlandı. Yapay elmasın tanıtımı, turbin sondajının tanıtımı sondaj optimizasyonu yapıldı. Çamur teknolojinin geliştirilmesi sağlandı.
1966- Günümüz	PDC matkaplarda iyileştirmeler yapıldı. Optimum sondaj incelemelerinin genişletilmesi sağlandı. Turbin sondajları geliştirilerek kullanıldı. Sondaj sırasında sondaj parametreleri kullanıldı. Sondajın bilgisayar ile kontrolü sağlandı ve sondajcılıkta tam otomasyona geçildi. Sondaj kuyusunun tamamen planlanması sağlandı.

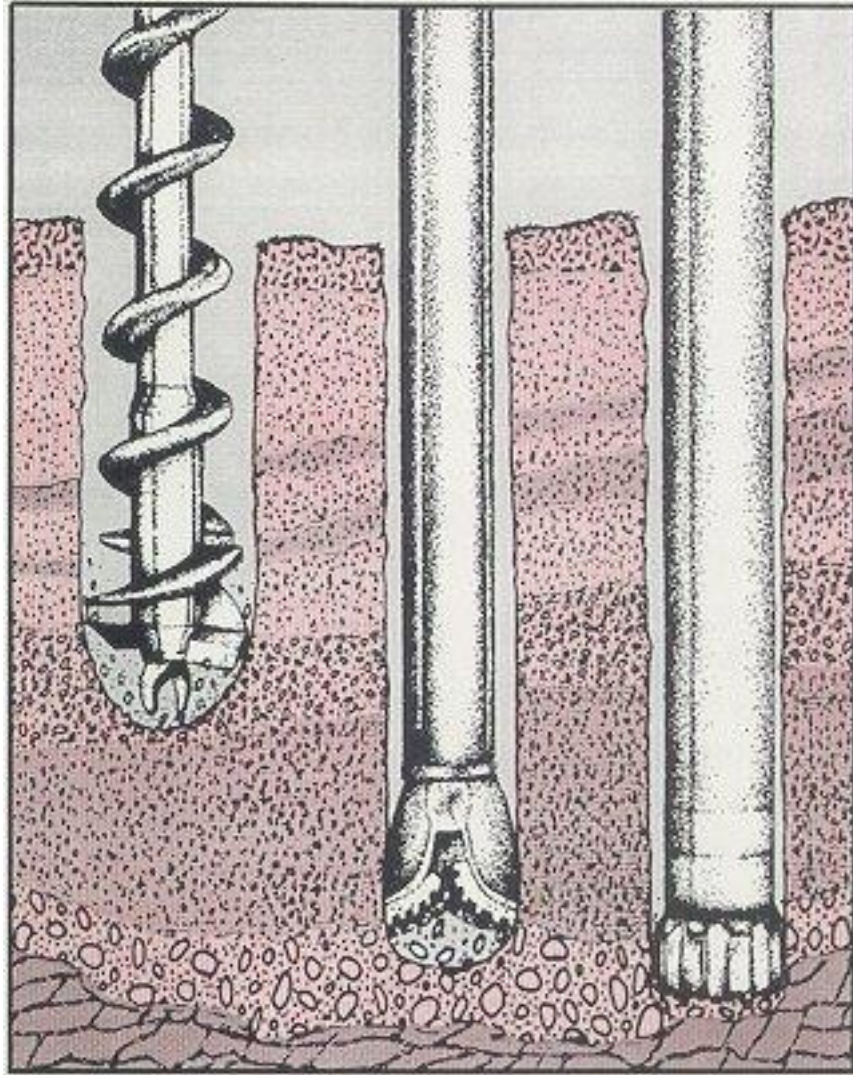


Hand-auger drilling for boreholes up to 10m deep



DARBELI SONDAJ (Percussion Drilling)

DÖNER (ROTARY) SONDAJ





Sondajların Amacı ve Sınıflandırılması

- Sondaj kuyuları farklı uygulamalara sahip olup, metalik maden ve endüstriyel hammadde, kömür kaynaklarının aranmasında, geliştirilmesinde, üretiminde, değerlendirilmesinde ve planlanmasında,
- petrol-doğalgaz, jeotermal rezervuarların, yeraltı suyu aranmasında ve üretiminde,
- baraj alanlarının değerlendirilmesinde,
- tünellerde, köprülerde, zayıf zeminlerin iyileştirilmesinde ve diğer birçok alanda farklı amaçlar için kullanılmaktadır.

SONDAJ KUYULARININ KULLANIM ALANLARI

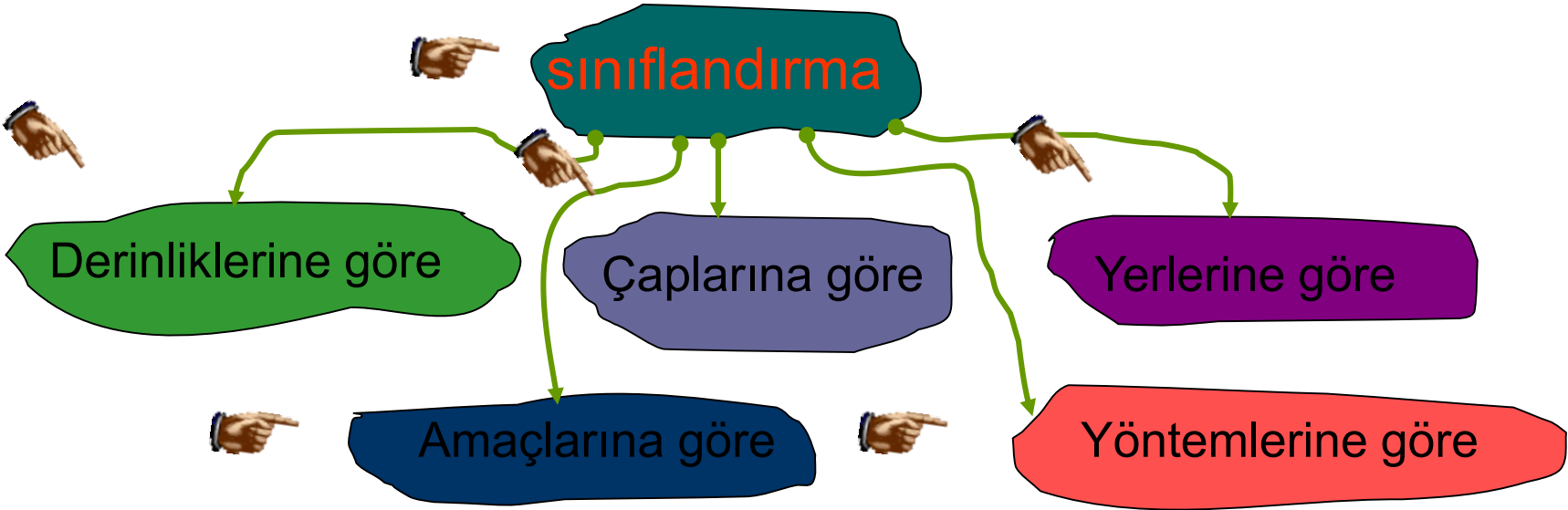
Maden Arama ve Etüt	Genel Madencilik	Maden Üretimi	Petrol – Gaz ve Jeotermal	Mühendislik ve İnşaat Yapıları	Jeofizik Veri Üretme
Kömür	Havalandırma	Patlama	Arama	Temel Araştırmaları	Sismik Çalışmalarda
Metalik Maden Yatakları (demir, altın, bakır, krom vb.,)	Su ve metan gazı drenajı	Çözelti Madenciliği (tuz, trona vb.,)	Üretim	Zemin – Kaya İyileştirmeleri	Kuyu logu
Endüstriyel Hammaddeler	Jeolojik Araştırma	Kaya saplamaları	Enjeksiyon (CO ₂ basma) Jeotermal sondajlarda soğuyan suyun yeniden kuyuya verilmesi	Jeoteknik Araştırmalar	Düşey Elektrik Sondajı (DES)
				Hidrojeolojik Araştırmalar	

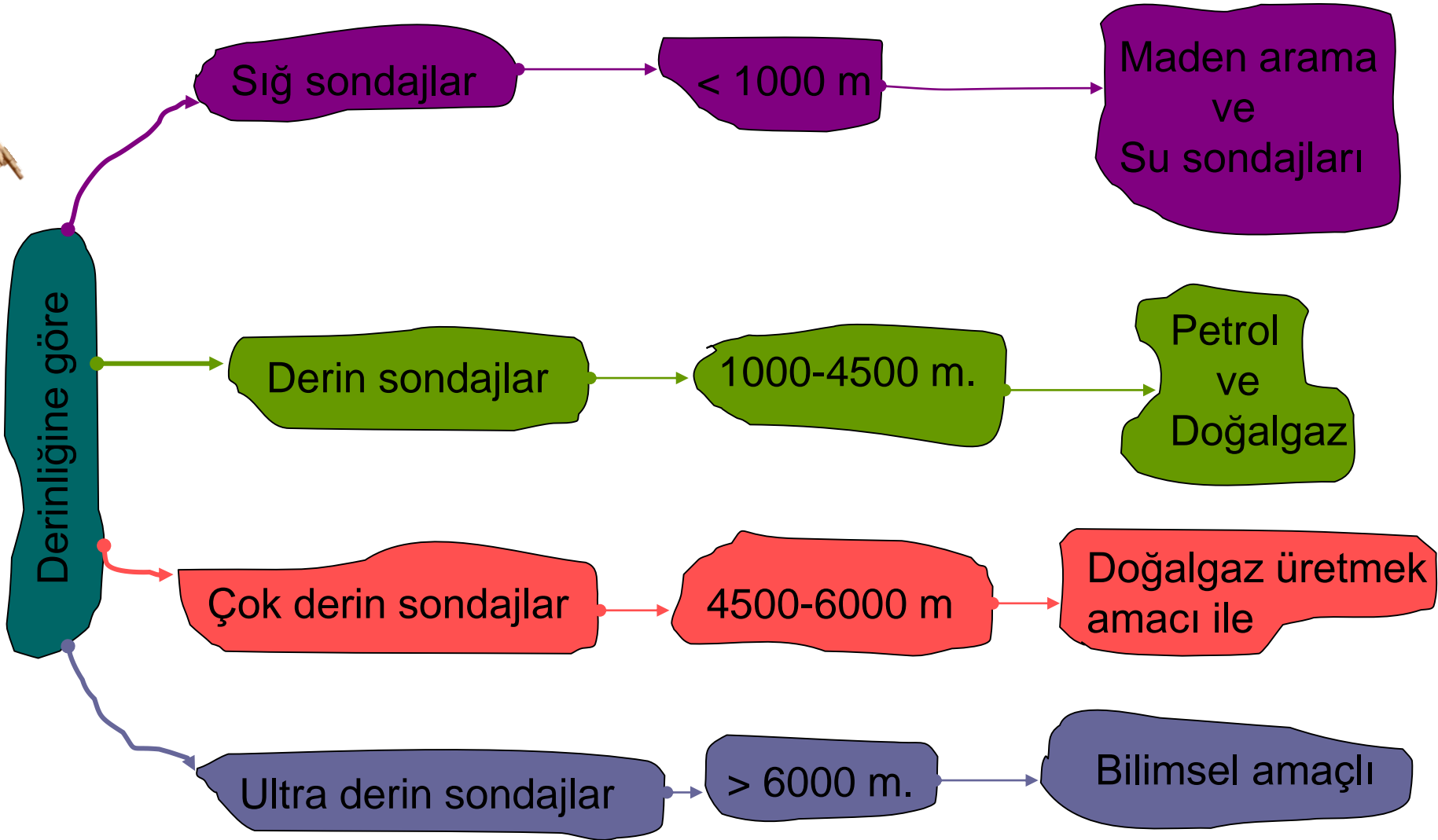
SONDAJLARIN SINIFLANDIRILMASI

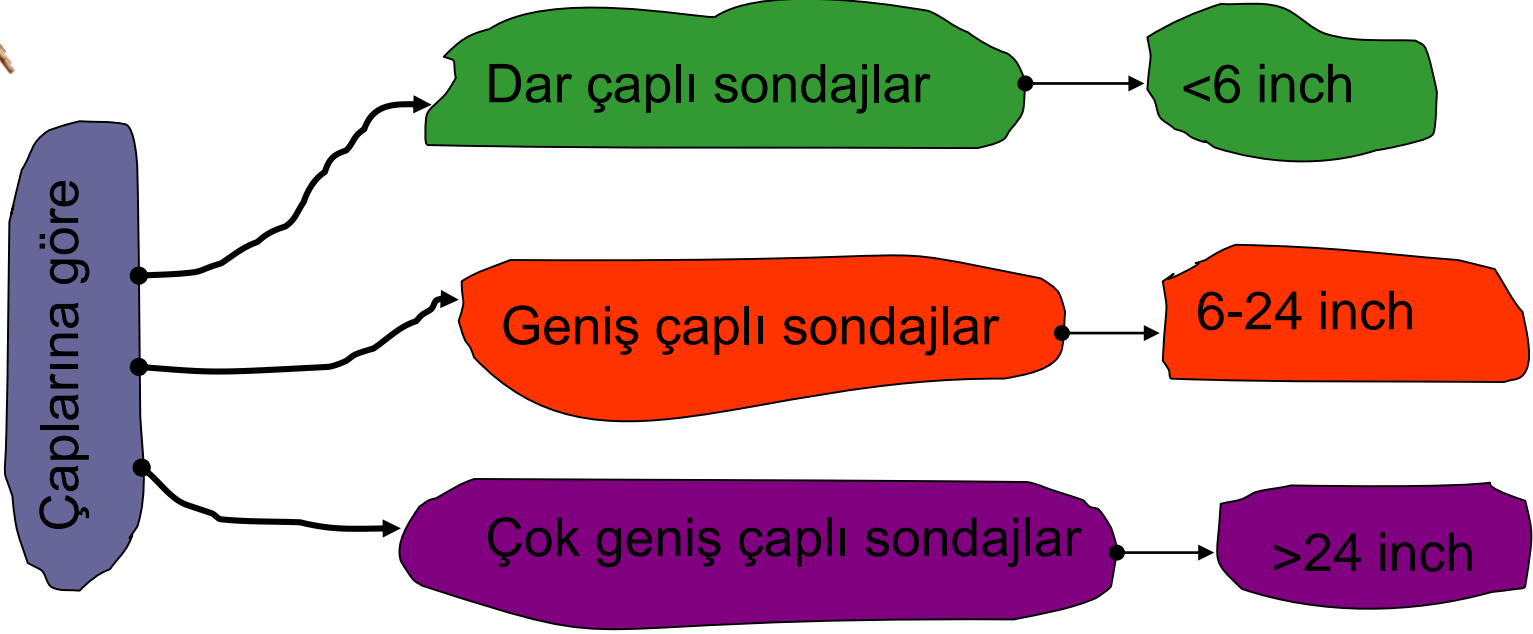
Amaç	Derinlik	Yapıldığı Yer	Çap	Aranan Madde	Kuyu Temizleme İşlemi	Yöntem
Arama Geliştirme Üretim Diğer	Sığ Derin Çok Derin Aşırı Derin	Yeraltı Yerüstü Deniz	Dar Geniş Çok Geniş	Petrol ve Doğalgaz Jeotermal Enerji Su Metalik Maden Endüstriyel Hammadde Diğer	Düz Çamurlu Ters Çamurlu Düz Havalı Ters Havalı	Darbeli Döner Bileşik Diğer

SONDAJLARIN SINIFLANDIRILMASI

- Mühendisliğin pekçok dalı ile ilgili olan sondajcılık, amaç, özellik ve yöntemleri bakımından farklılıklar gösteren geniş kapsamlı bir iş koludur.
- Sondaj işlemlerini anlaşılır hale getirmek için, sondajları amaç ve özelliklerine göre aşağıda verilen gruplara ayırarak sınıflandırma yapılabilir.









Yerlerine göre

Yer üstünde yapılan sondajlar

Yeraltında (galeri ve tünel) yapılan sondajlar

Su üstünde (sığ ve açık sularda) yapılan sondajlar



Yöntemlerine göre

Darbeli Sondaj

Döner sondaj

Kombine (bileşik) sondaj

- A- Tablalı Yöntem
- B- Kovanlı (morset) Yöntem
- C- Başlıklı Yöntem
- D- Turbo Sondaj

- A- Kombine Sistem
- B- Hava Çekiçli Yöntem
- C- Çekiç kafalı Yöntem



Amaçlarına göre

Yapılış amaçlarına göre

Arama sondajları
Geliştirme sondajları
Üretim sondajları
Yardımcı sondajlar

Aranan maddenin türüne göre

Petrol sondajları
Su sondajları
Temel (zemin) sondajları
Enjeksiyon sondajları
Enerji amaçlı sondajlar
Jeotermal sondajlar





Temizleme Sistemleri



Düz dolaşimli sondaj
Ters dolaşimli sondaj
Havalı Yöntem

Jeoloji Müh.
Petrol Müh.
Maden Müh.
Jeofizik Müh.
İnşaat Müh.

Kuyu Jeoloğu ← Sondaj Mühendisi → Makine Mühendisi

+
Mud logger

↓
Başsondör veya Formen

↓
Sondör

↓
Sondaj İşçisi

Metalürji Müh.
Malzeme Müh.
Kimya Müh.
Bilgisayar Müh.
Elektrik-Elektronik Müh.

SONDÖR (Görev ve Sorumlulukları)

- Bir sondaj kuyusunu başlangıcından teslimine kadar sevk ve idare eden kişiye **SONDÖR** denir.
- İyi bir sondör en doğru kararı en kısa zamanda alıp uygulamaya koyabilen kişi demektir.
- Bir sondör çalıştığı vardiye sürecinde yanında çalışan kişilerin amiri, elindeki makina ve malzemelerden sorumludur.
- **Görevleri:**
 - İşi bir önceki vardiyeden teslim alır ve çalışma alanını terketmez.
 - Amirlerinden aldığı talimatlara uyarak iş taksimatı yapar.
 - Kuyu ve yanında çalışan personelin emniyetini sağlar.
 - Makina parkının iyi kullanılmasını sağlar.
 - Vardiye defterini tutar ve Rapor defterini özet olarak yapar.
 - Sondaj sürecinde nünunelerin zamanında alınması ve saklanmasını temin eder.
 - Gerektiği durumlarda amirlerine bilgi verir.

Sondaj mühendisinin görevleri genel olarak Őunlardır;

1. Delinecek formasyonlara uygun sondaj yöntemini/yöntemlerini seĀmek
2. Kuyu derinliğine uygun sondaj makine/kule ve ekipmanları seĀmek
3. Sondaj ĀalıŐmalarının kesintisiz ve emniyetli bir Şekilde yapılmasını sağlamak
4. Sondaj personelini yönetmek
5. Günlük vardiya kayıtlarının tutulmasını sağlamak
6. Proje mühendisi ve/veya kuyu jeologu ile görüŐerek gerekirse sondaj programında deĐiŐiklik yapmak
7. GeĀilen formasyonlardan kırıntı veya karot örnek alınmasını sağlamak

Sondaj çalışmalarında sondaj mühendisliği görevini üstlenen mühendislik elemanları

- 1. Petrol ve Doğalgaz Sondajları:** TPAO (Türk Petrolleri Anonim Ortaklığı) ve özel şirketler tarafından yapılmaktadır. Sondaj mühendisliği görevini petrol mühendisleri tarafından yapıldığı görülmektedir. Az sayıda da olsa, maden mühendisleri de petrol/doğalgaz sondaj çalışmalarında sondaj mühendisi olarak görev yapmaktadır.
- 2. Jeotermal Sondajlar:** MTA(Maden Tetkik ve Arama), İller Bankası ve özel şirketler tarafından yapılmaktadır. MTA'da sondaj mühendisliği maden mühendisleri, İller Bankasında ve özel sektörde ise jeoloji mühendisleri tarafından yapılmaktadır.
- 3. Su Sondajları:** DSİ (Devlet Su İşleri), İller Bankası, Köylere Hizmet Götürme Birlikleri ve özel sondaj kuruluşları tarafından yapılmaktadır. Sondaj mühendisliği görevi, genellikle jeoloji mühendisleri tarafından üstlenilmiştir.
- 4. Jeoteknik Etüt ve Enjeksiyon Sondajları:** DSİ, İller Bankası, TCK (Karayolları), EİEİ (Elektrik İşleri Etüt İdaresi) ve özel sondaj şirketleri tarafından yapılmaktadır. Jeoteknik etüt ve Enjeksiyon sondajlarında, sondaj mühendisliği görevi genellikle jeoloji mühendisleri tarafından üstlenilmiştir.
- 5. Maden Arama Sondajları:** MTA, TTK(Türkiye Taşkömürü İşletmeleri), TKİ(Türkiye Kömür İşletmeleri) ve özel sondaj şirketleri tarafından yapılmaktadır. Devlet kuruluşlarında, maden arama sondajlarında sondaj mühendisliği görevinin maden ve jeoloji mühendisleri tarafından ağırlıklı olarak üstlenildiği görülmektedir. Özel kuruluşlarda ise genellikle jeoloji mühendisleri görev yapmaktadır.
- 6. Patlatma Deliği Sondajları :** lkemiz kamu kurumlarında(TTK, TKİ vb.) ve özel şirketlerde, patlatma deliği sondajları genellikle maden mühendisleri tarafından yönetilmektedir. Bu çalışmalarda az sayıda da olsa jeoloji mühendisleri görev yapmaktadır.
- 7. Yönlendirilebilir Yatay Sondajlar :** lkemizde yeni gelişmekte olan bu sondaj türü, birkaç özel alt yapı kuruluşu tarafından ve genellikle inşaat mühendisleri kontrolünde yapılmaktadır. Çok az sayıda jeoloji mühendisi, yönlendirilebilir yatay sondaj çalışmalarında görev almaktadır.

Sondaj Yöntemleri

1. Döner Sondaj Yöntemi
2. Döner-Darbeli Sondaj Yöntemi

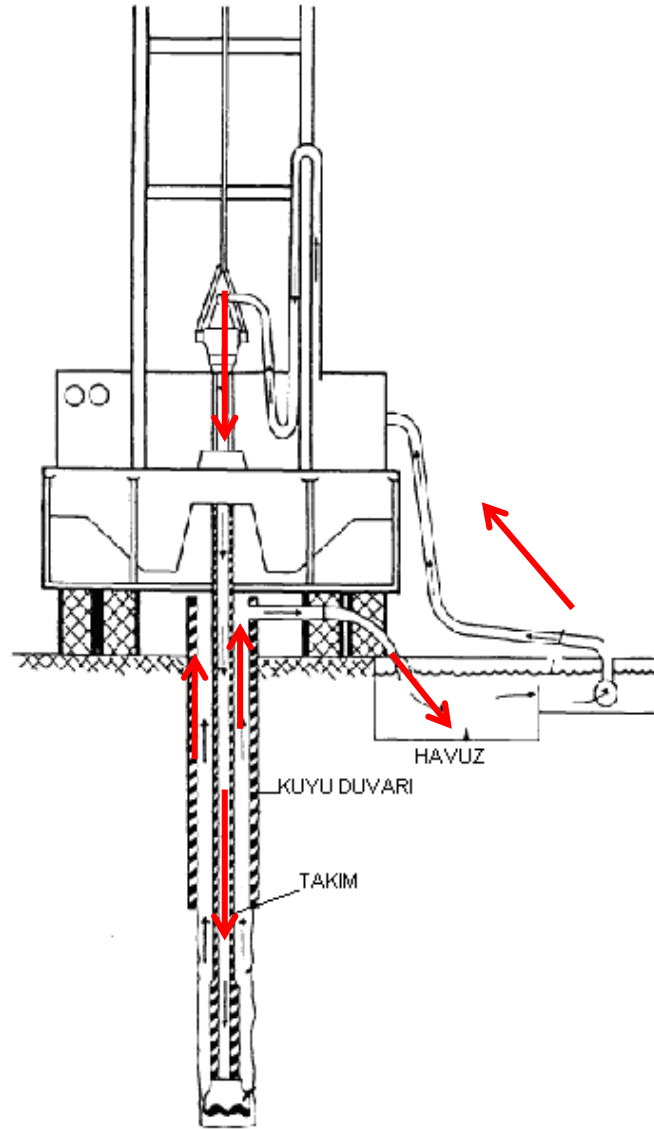
Ana Sondaj Yöntemleri



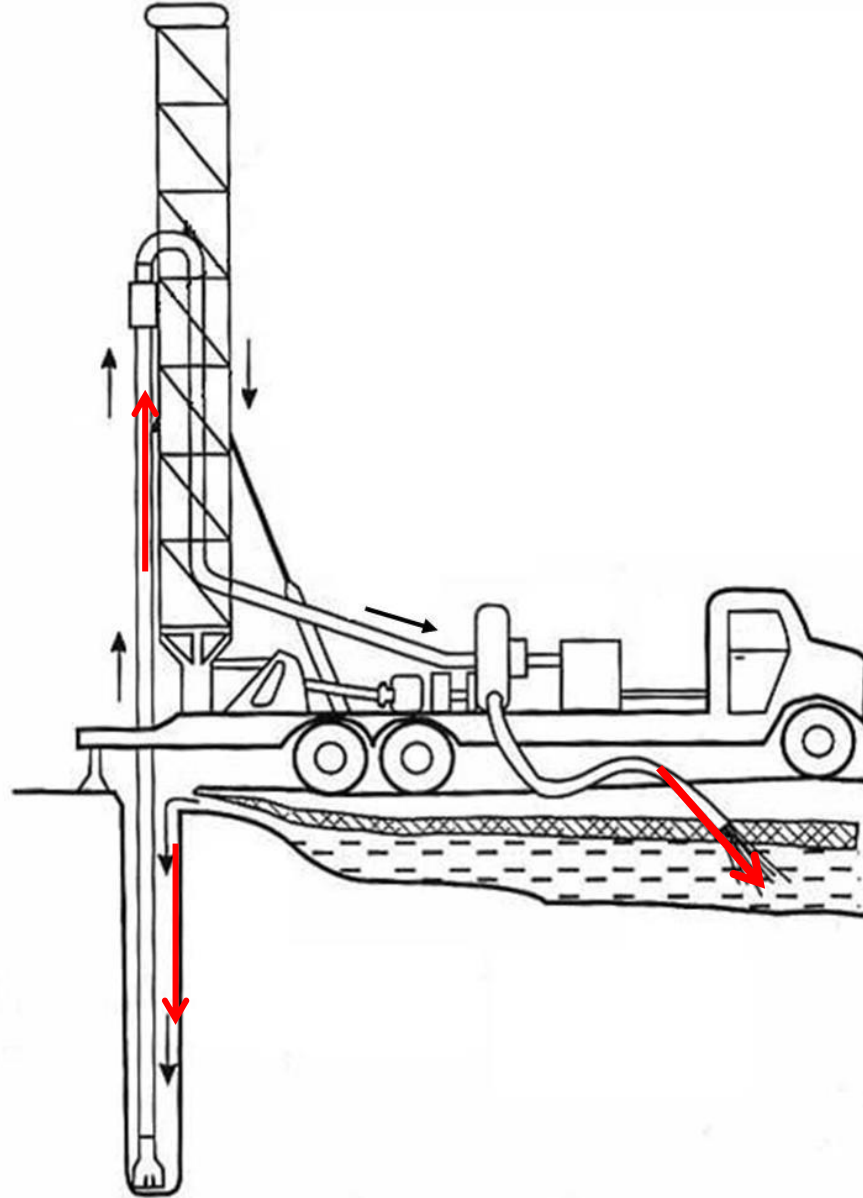
DÖNER SONDAJ YÖNTEMİ

Baskı (yük) altında dönen bir matkabın kesici dişleri aracılığıyla formasyonu parçalaması sonucu oluşan formasyon parçalarının bir dolaşım sıvısı (çamur veya su) ile dışarı atılması işlemidir.

Düz dolaşimli döner sondaj yöntemi



Ters dolaşımli döner sondaj yöntemi



DÖNER-DARBELİ SONDAJ YÖNTEMİ

Darbe ve baskı (yük) altında, düşük hızda dönen bir matkabın dişleri ile formasyonu parçalaması sonucunda formasyon kırıntılarının hava aracılığıyla kuyu dışarısına atılması işlemidir.

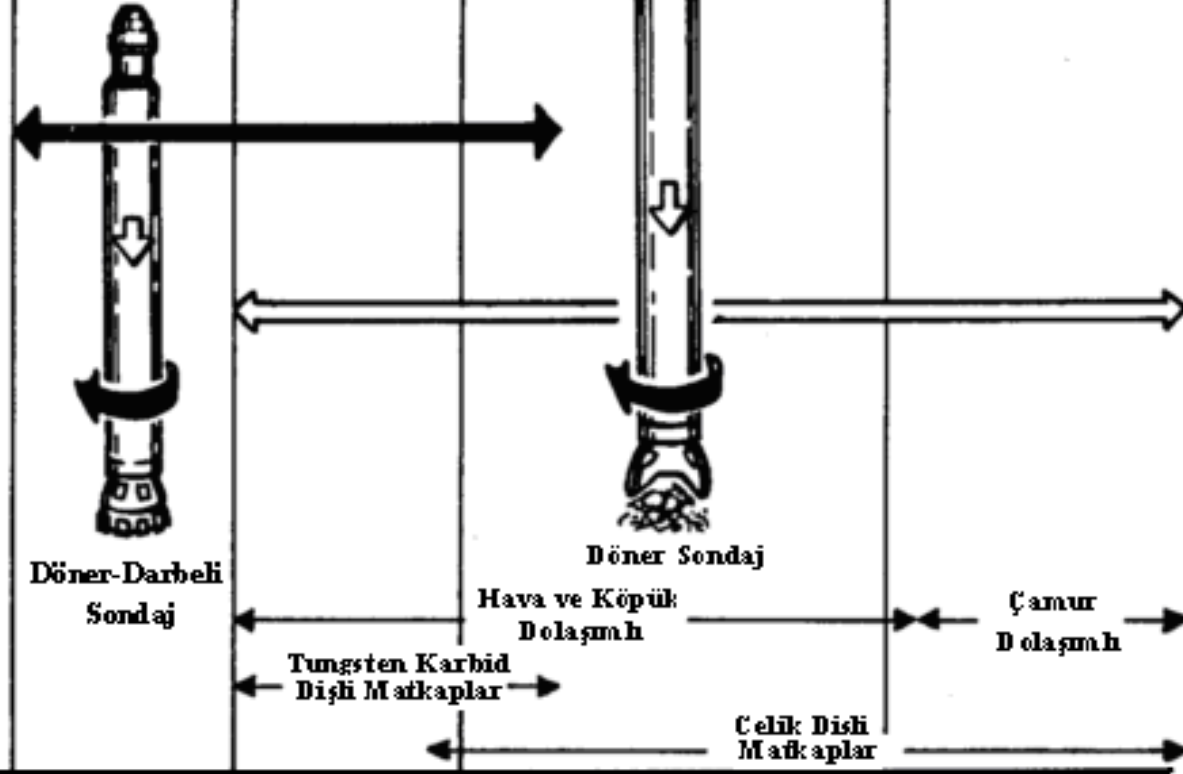
Döner-darbeleri sondaj yöntemi genellikle zor, çok zor ve aşırı zor delinebilen formasyonların delinmesinde kullanılmaktadır.

Sondaj Yöntemi Seçme Kartı

Bilgiler

Jeolojik Köken ▶	Mağmatik ve Metamorfik			Sedimantar				
Formasyon Örnekleri ▶	Granit Baralt	Gnays	Kuvarsit Şist	Kireçtaşı	Kumtaşı	Şeyl	Kil	Ahıvyon
Delinebilirlik ▶	Çok Zor-Zor			Zor-Kolay			Çok Kolay	

Sondaj Yöntemi



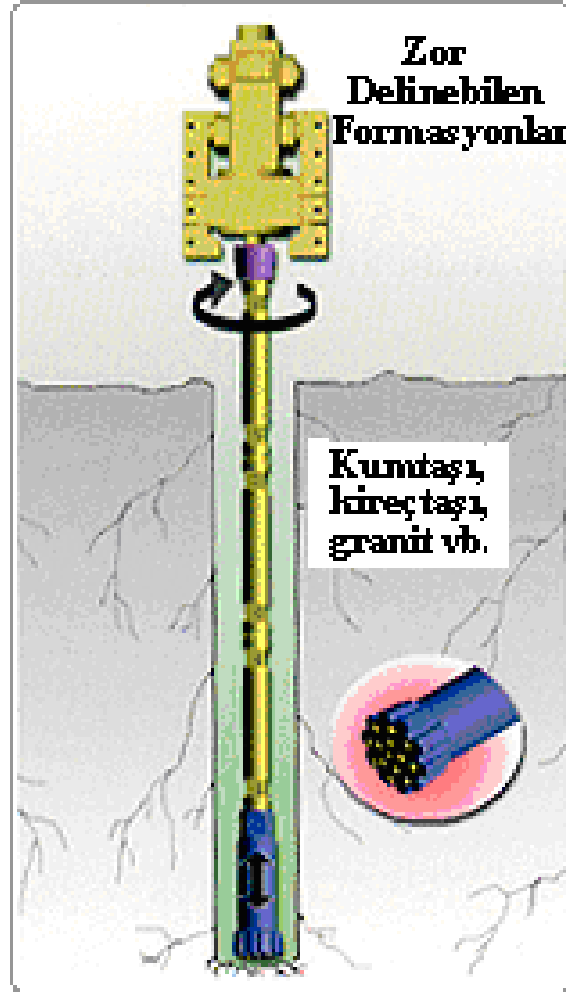
Çap 4 - 8 inç

6 - 12 inç

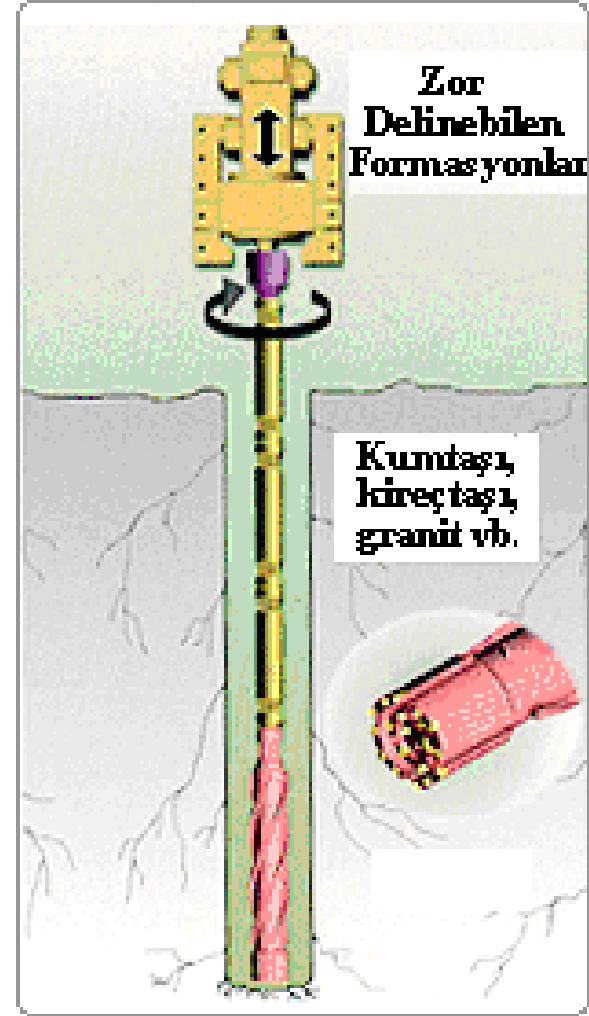
Derinlik 15 - 60 m

15 - 300 m

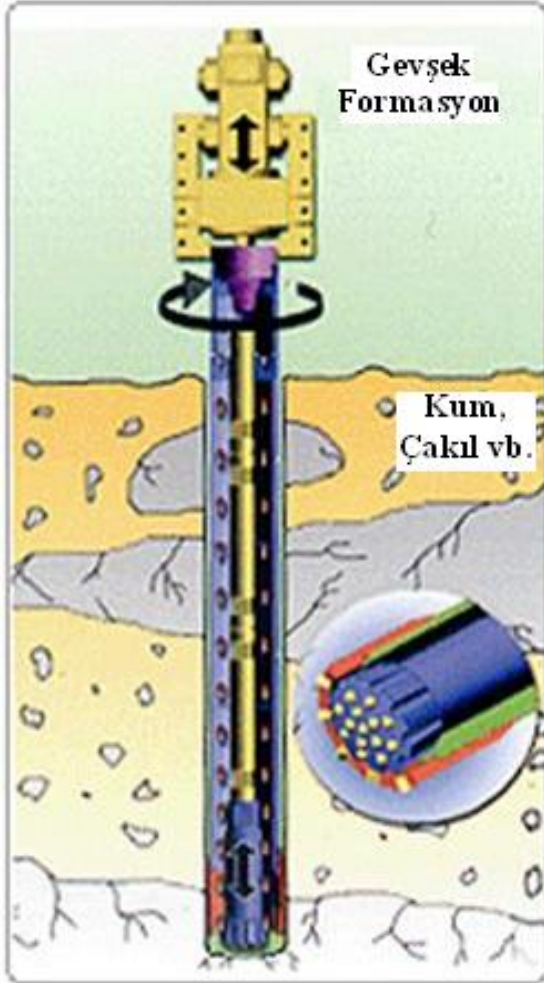
Kuyu Dibi Çekici



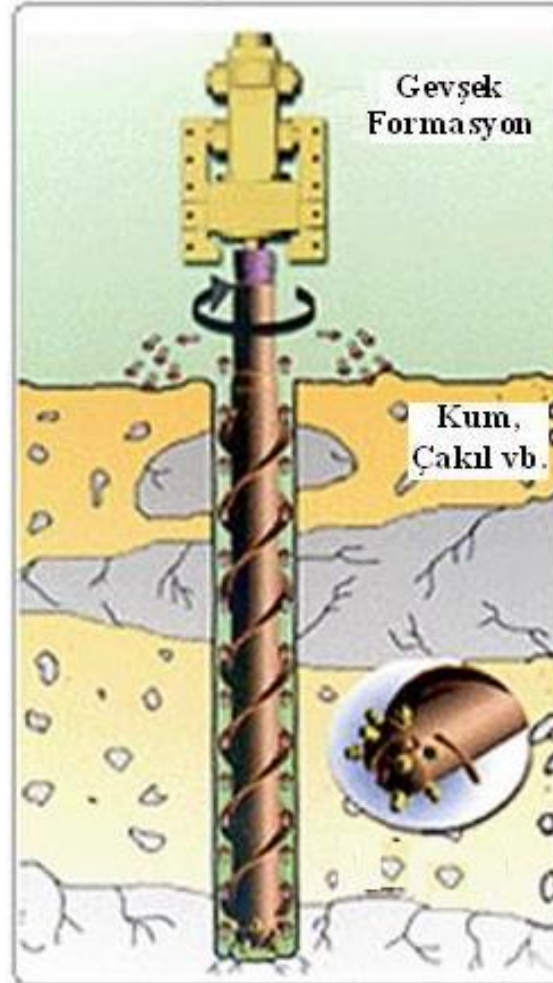
Yerüstü Çekici



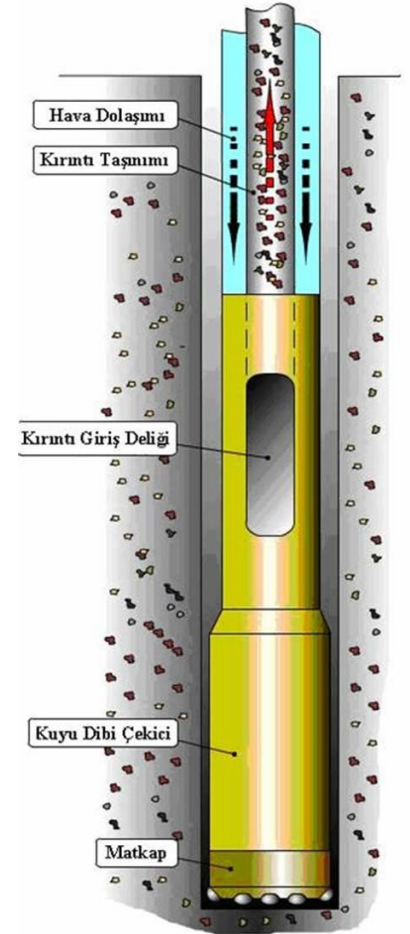
Koruma Borusu Eşliğinde Sondaj



Burgulu Sondaj



Ters Dolaşimli Kuyu Dibi Çekici ile Sondaj



TURBO SONDAJ

- İlke ve ana mekanizmaları düz dolaşımli döner sondaj ile aynıdır. Tek farkı deliciye dönme hareketini kuyu içindeki bir türbinin sağlamasıdır. Dönme sondaj sıvısı ile sağlanır. Genellikle su kullanılır.
- Turbo sondajın avantajları
 - 1. Daha hafif ve düşük dayanımlı tij kullanılabilmesi
 - 2. Daha az gürültü
 - 3. “Kamçılama” sondaj dizinin kuyu çeperine sürtünmesi gelişmez
- Turbo sondajın dezavantajları
 - 1. Daha fazla sondaj sıvısına gerksinim duyulur.
 - 2. Sondaj sıvısının temizlenmesine çok özen gösterilmelidir (kırıntı vs %2'den az)
 - 3. Pahalı bir parçanın (dönme türbinini) kuyu içinde çalıştırılması

Döner Sondaj Yönteminin Ana Bileşenleri

Döner sondaj yöntemi, bazı sistem veya elemanlardan oluşur. Bu sistemler;

Sistem

Dönme Sistemi

Vinç Sistemi

Güç Aktarma Sistemi

Dolaşım Sistemi

Sondaj Dizisi

İşlevi

Dönme ve Delme

Taşıma

Güç İletimi

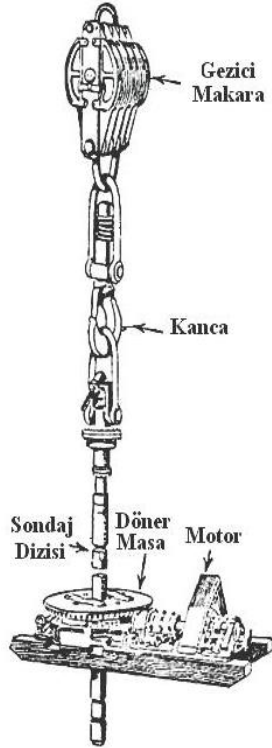
Boşaltma ve Temizleme

Delme

DÖNME SİSTEMİ

Döner sondajda, dönme hareketinin yön değiştiriş biçimi üç ayrı ekipman aracılığıyla olabilir.

1. Döner Masa
2. Döner Kafa
3. Morset
4. Top Drive



Gezici Makara

Kanca

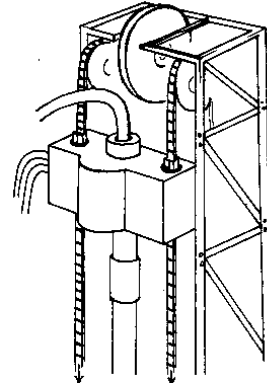
Sondaj Dizisi

Döner Masa

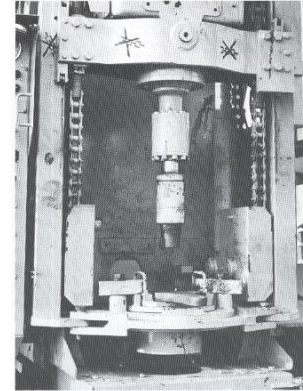
Motor



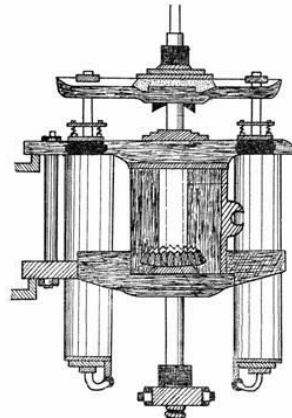
Döner Masa



Döner Kafa



Morset



Top Drive...

http://www.youtube.com/watch?v=bTMUtMaNm_4

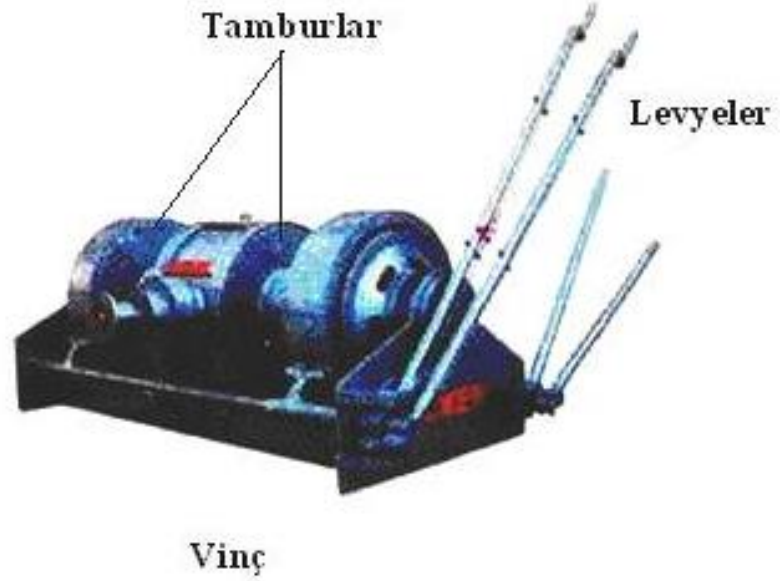
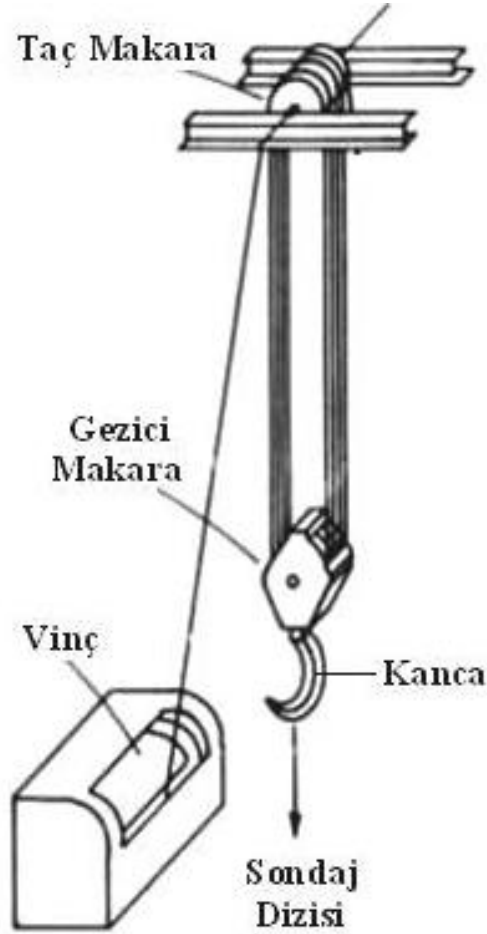
Verimlidir, Sökme/Takma işlemlerini Kelly kullanarak yapılan sondaja oranla 2-3 kat hızlı yapar. Yüksek tork değerlerinde çalıştırılabilir ve takım sıkışması, kopması ve diğer manevra problemlerini minimuma indirir.

Ekonomiktir, Sondaj hızı ve verimini arttırarak maliyetleri düşürür.

Güvenlidir, Rampadan tij alma, sökme ve takma işlemlerini kolay bir şekilde yaparak kaza riskini minimuma indirir.

Prestijdir, teknolojiye ayak uyduran şirketler her zaman bir adım öndedir.

VİNÇ SİSTEMİ

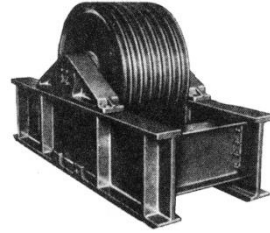


Makaralar

Döner sondajda, çelik halatların üzerlerine sarıldığı iki tür makara bulunmaktadır.

1. Taç Makara
2. Gezici Makara

Döner sondajda, genellikle gezici makaraya, gezici makara bulunmadığı durumda ise doğrudan iş halatına bağlı olan özel kancalar kullanılmaktadır.



Taç Makara



Gezici Makara

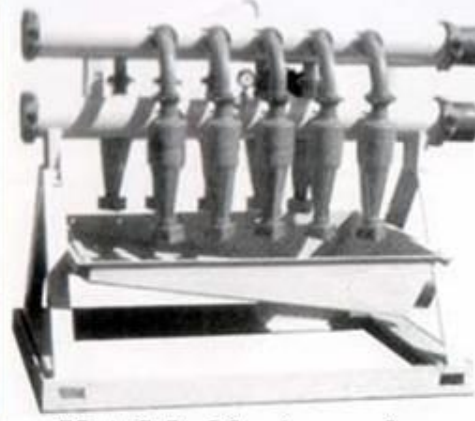


Kanca

DOLAŞIM SİSTEMİ



Sallantılı Elek



Katı Madde Ayrıcılar



Çamur Pompası

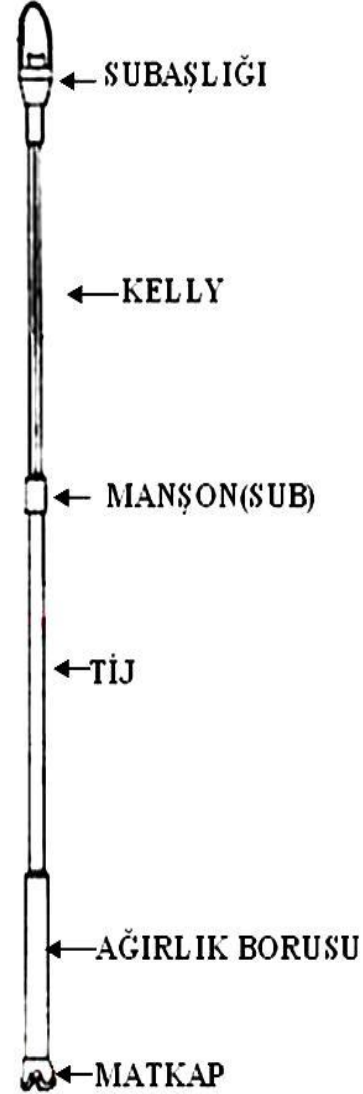
https://www.youtube.com/watch?v=7PrZPzIIOvc&index=137&list=PL2JUY4CysQN1y_scZJzMCvuZ-H_2G9_169

Çamur Havuzlarının Dizaynı

- • Genellikle, çamur havuzunun hacmi, bitmiş deliğin hacminin 1,5-3 katı olmalıdır.
- • Ters rotary sondajlar için, sondaj sıvı kayıpları genellikle yüksektir. Havuzun hacmi genellikle bitirilmiş delik hacminin 3 katıdır.
- • Askıdaki kesintileri etkin bir şekilde uzaklaştırmak için, havuz 2 kısımdan oluşur: Çökeltme ve emme havuzları çoğu sondörler her iki görevi gören tek bir havuz kullanırlar.
- Çamur tankları içersinde hareket ederken, sondaj çamurlarının hızı mümkün olduğu kadar az olmalıdır.
- • Genişten ziyade derin havuzlar sondaj çamurunun hızını azaltmada başarılıdır.
- • Tek bir havuz kullanıldığında, havuzun tabanı emme noktasına doğru eğimlidir. Emme hortumu, havuzu tabanı üzerine yerleştirilmelidir.

SONDAJ DİZİSİ

TİPİK BİR DÖNER SONDAJ DİZİSİ



Kule Tipleri

Kara Kuleleri (Onshore / Land Rigs)

Kullanılan ekipman bağlamında farklı kapasitelere sahip olsalar da genel tasarımları birbirlerine çok yakındır.



Deniz Kuleleri (Offshore / Floating Rigs):

- ❑ Göl, bataklık gibi durgun sularda kullanılan kulelere **Barge**,

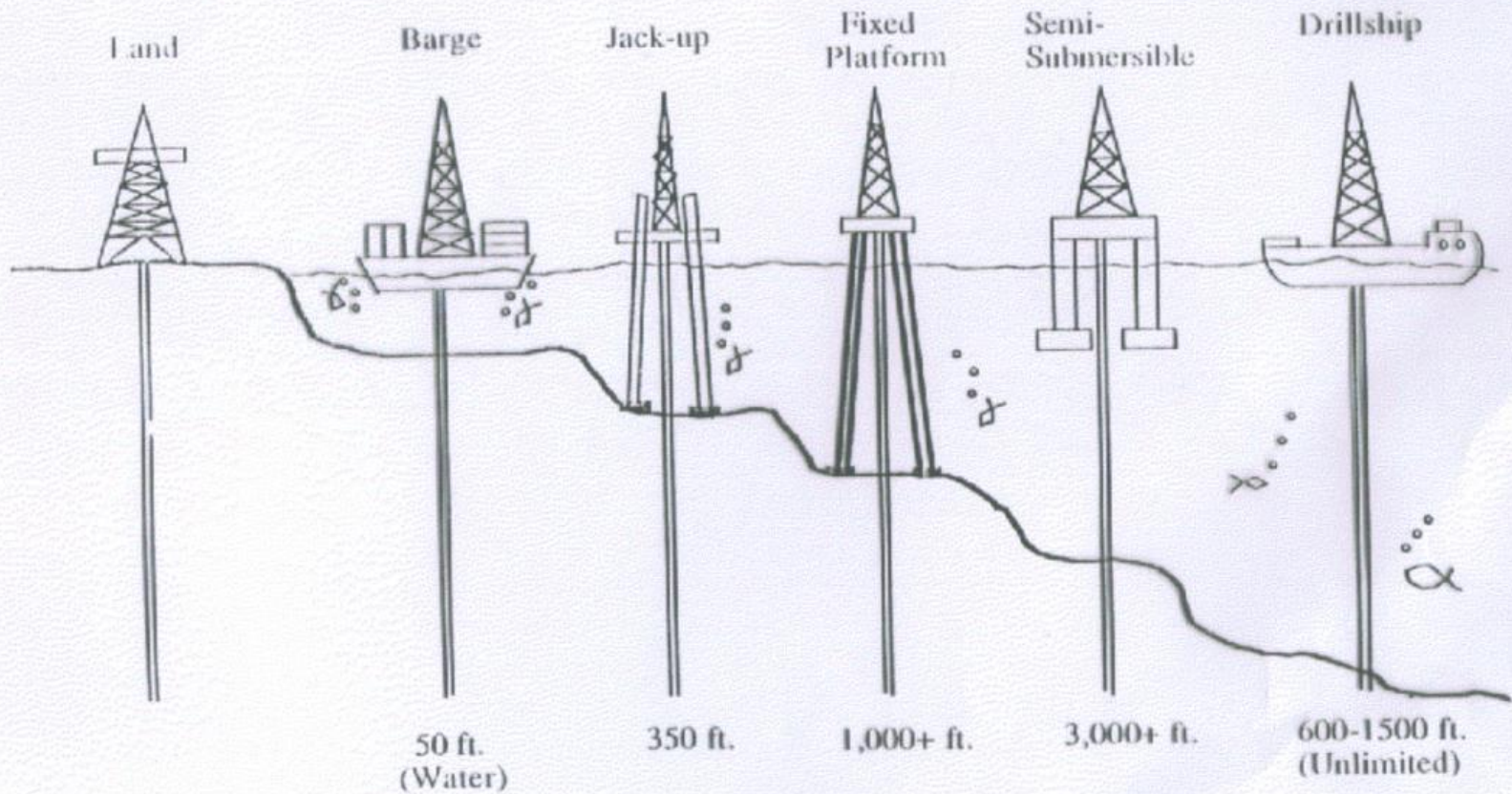


- ❑ 0-150 m. arasında su derinliği olan yerlerde kullanılan kulelere **Jack-Up**,
- ❑ 150-600 m. arasında su derinliği olan yerlerde kullanılan kulelere **Semi Submersible**,
- ❑ Su derinliğinin 600 m.' den fazla olduğu su derinliklerinde kullanılan kulelere ise **Drill Ship** adı verilmektedir.



Deniz Kuleleri (Offshore / Floating Rigs)

Drilling Rig Types / Operating Profiles



P-51/W.F.B./A-87

T.D. > 30,000 ft.

UPETROM F200

200 ton kule taşıma kapasitesi

4000 m. sondaj kapasitesi

41.7 m. kule yüksekliği

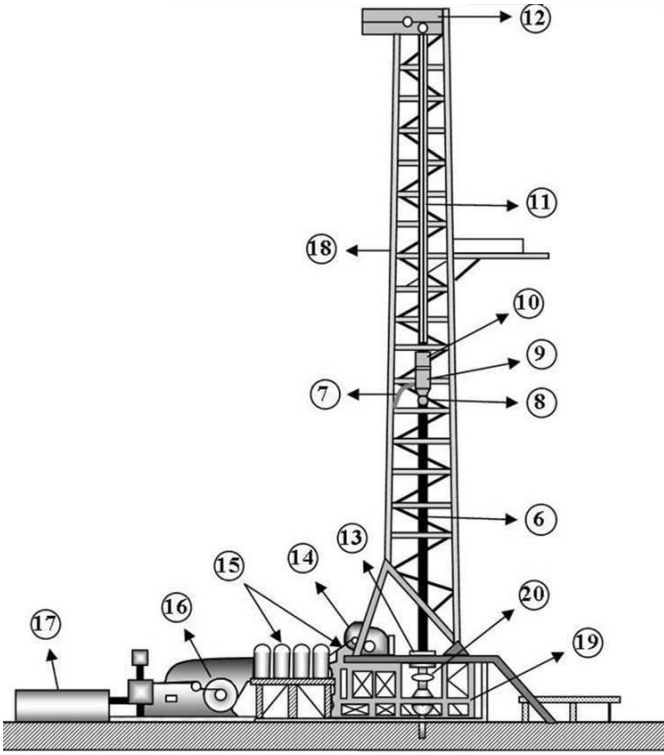


Kara kuleleri (Onshore / Land Rigs)

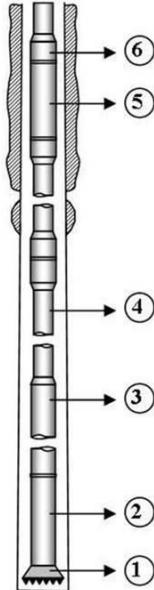
SONDAJ MAKİNALARI

Genel olarak bir sondaj makinesi şu birimlerden oluşur;

1. Taşıyıcı Ünite (kamyon, kızak, palet, treyler vb.)
2. Güç Ünitesi (motor) / (dizel, elektrikli vb.)
3. Güç Aktarma Organları (şanzıman, şaft vb.)
4. Kule (sabit, seyyar vb.)
5. Vinç Sistemi
6. Hidrolik Sistemler(pompa, tank, hortumlar vb.)
7. Dönüş Sistemi(döner kafa, döner masa, top drive veya morset)
8. Çamur Pompası
9. Kompresör(Havalı sondaj için tasarlanmış makinede)
10. Kontrol Panosu veya Sondör Kabini

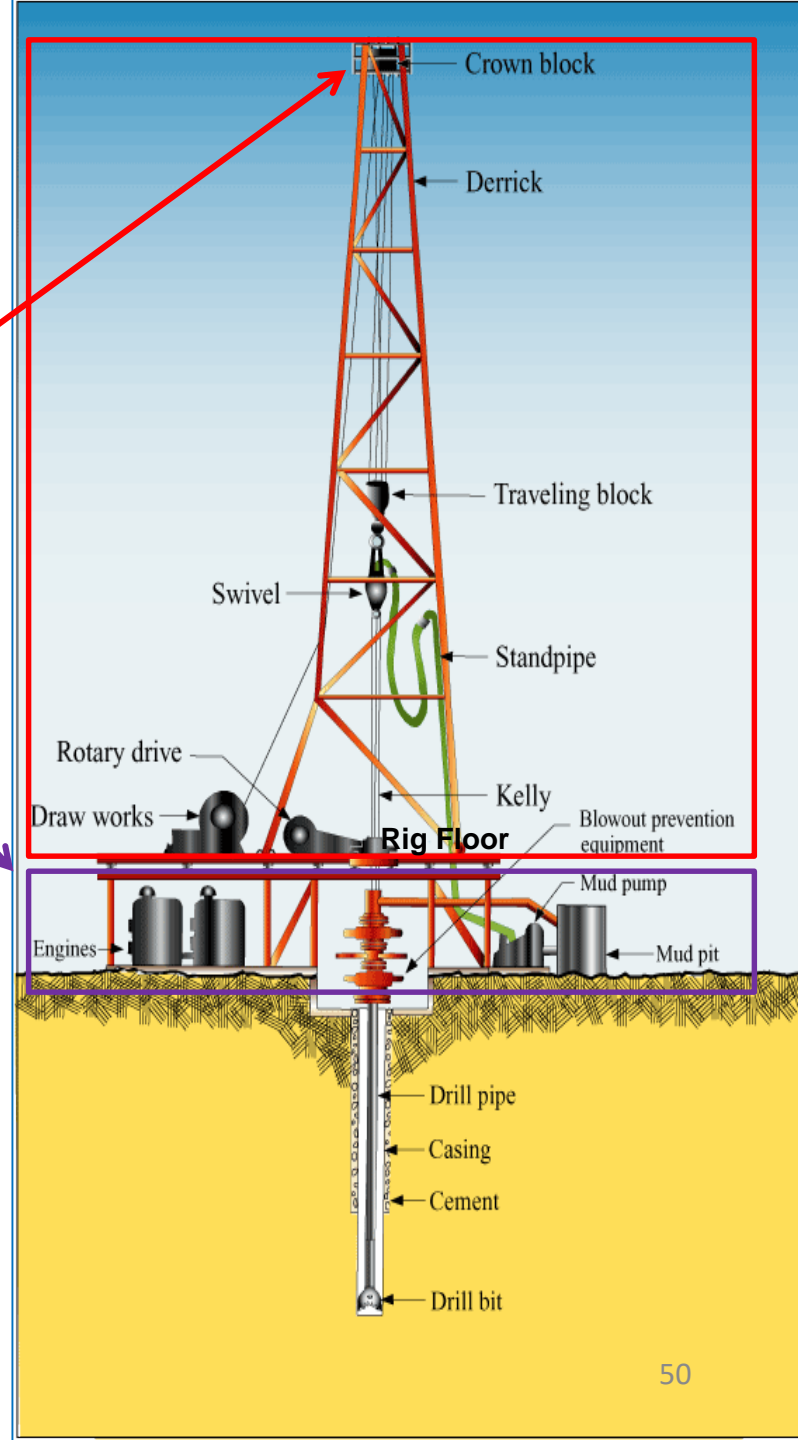


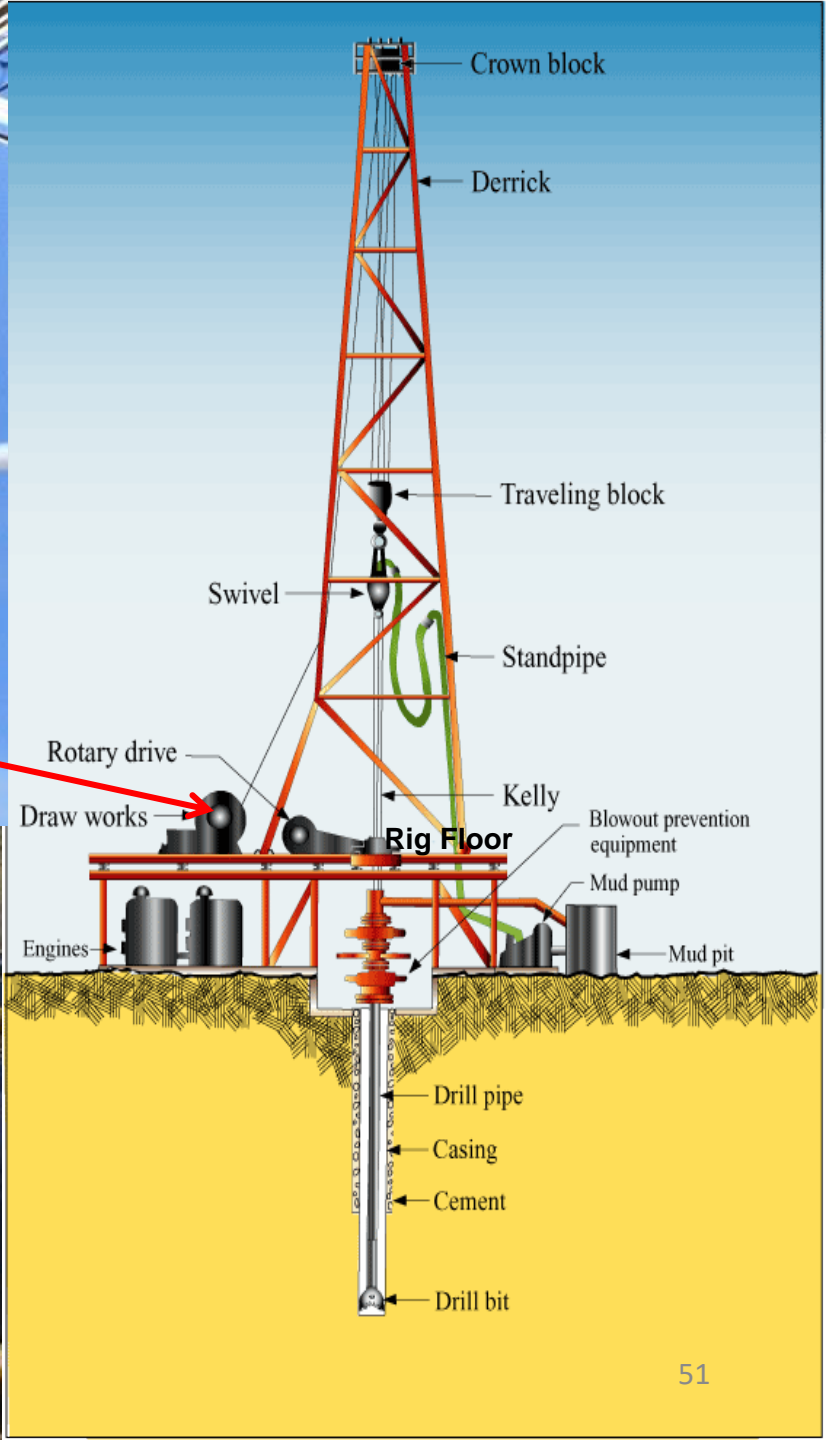
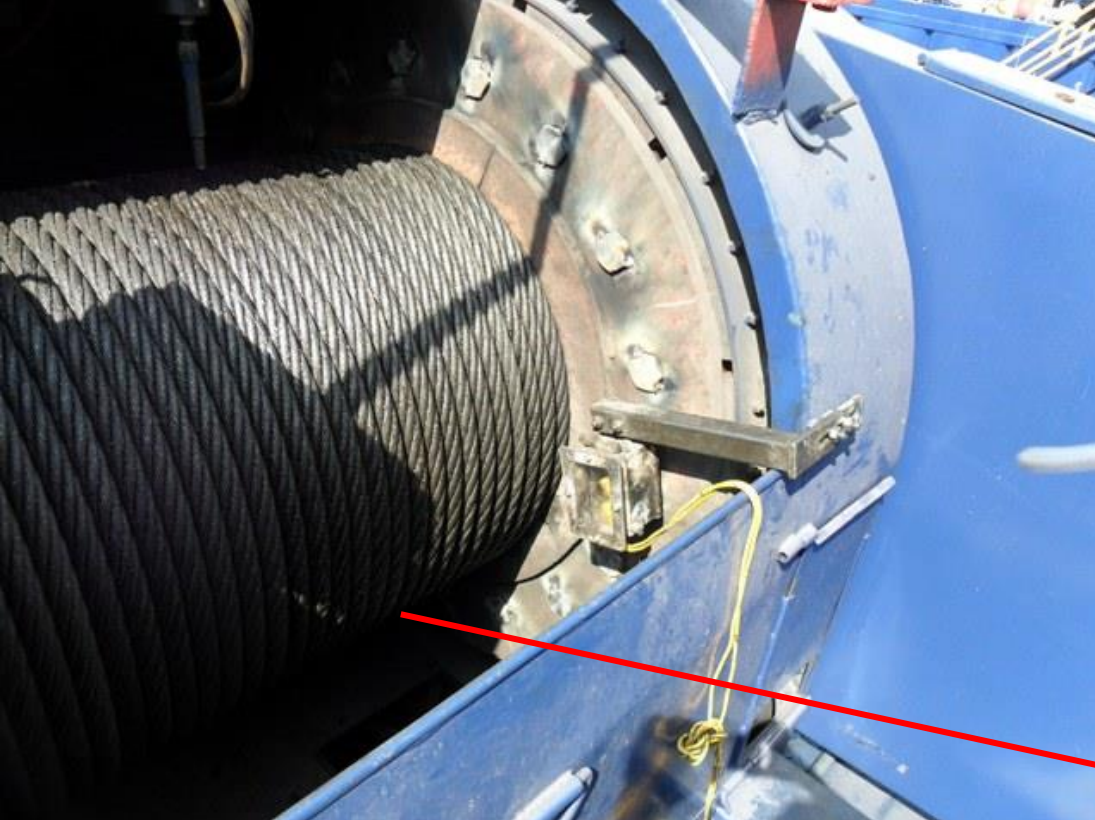
- 1 Matkap
- 2 Çap değiştirici
- 3 Ağırlık boruları
- 4 Sondaj boruları
- 5 Bağlantı elemanları
- 6 Köşeli boru
- 7 Çamur hortumu ve borusu
- 8 Subaşığı
- 9 Kanca
- 10 Hareketli makara
- 11 Halat
- 12 Taç makara
- 13 Döner masa
- 14 Vinç
- 15 Motorlar ve güç dağıtımı
- 16 Çamur pompası
- 17 Çamur tankı
- 18 Kule
- 19 Alt yapı
- 20 Kuyu başı emniyet vanaları

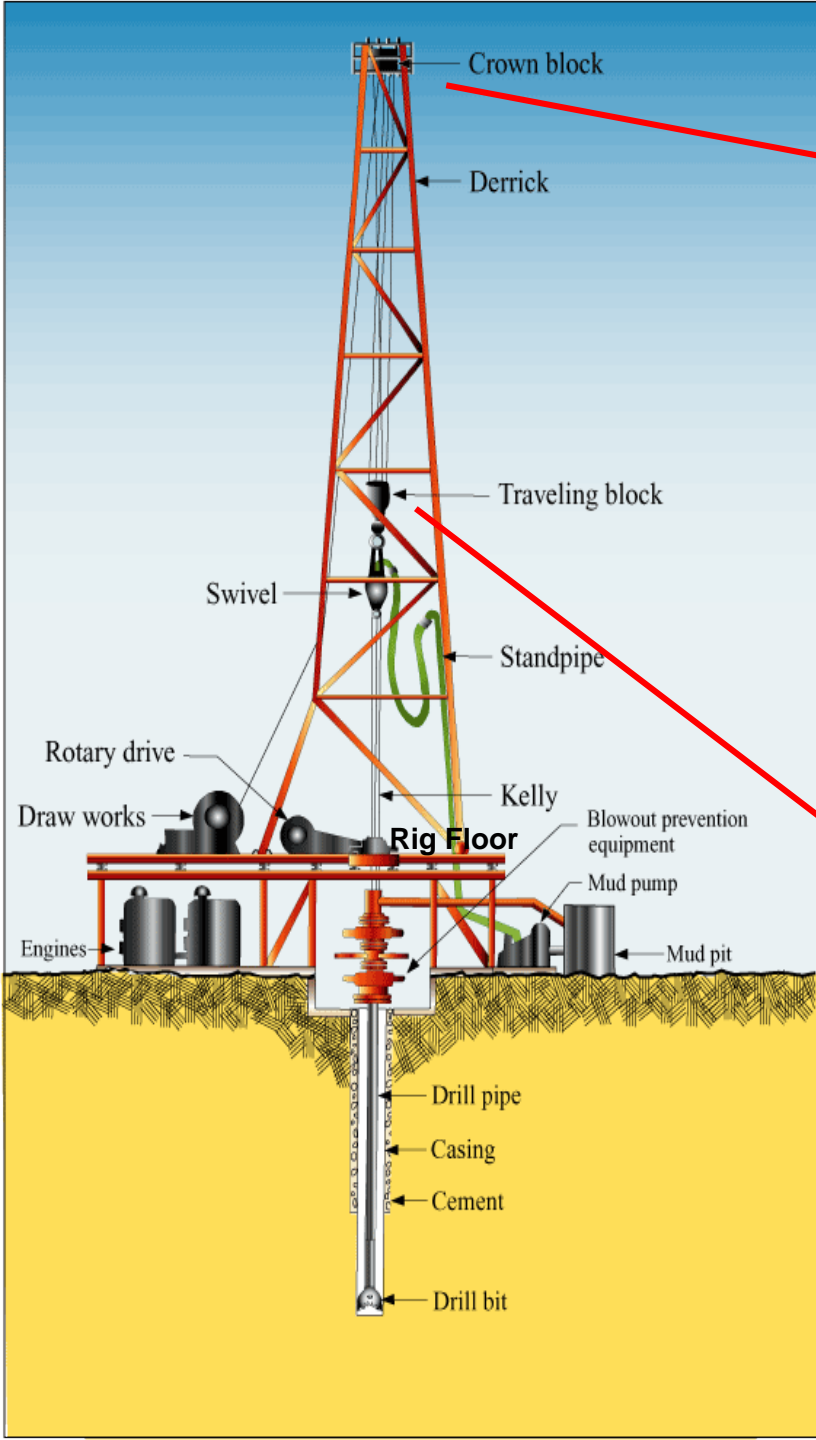


Petrol/Doğalgaz ve Jeotermal Sondaj Makineleri

- Kule (Mast)
- Temel (Substructure)
- Masa(Rig Floor)
- Drawworks
- Taç Makara (Crown Block)
- Hareketli Makara (Traveling Block)
- Kanca (Hook)
- Elevator







Hook





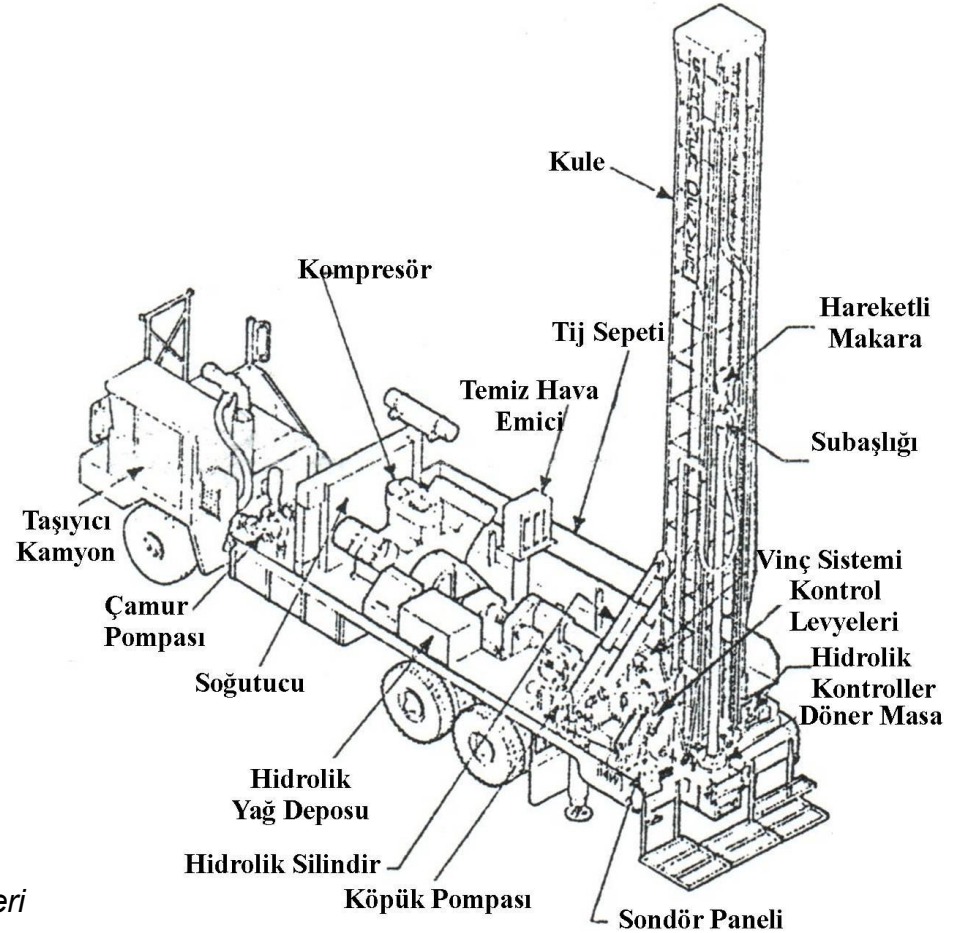
Hook



Elevator

Su Sondaj Makineleri

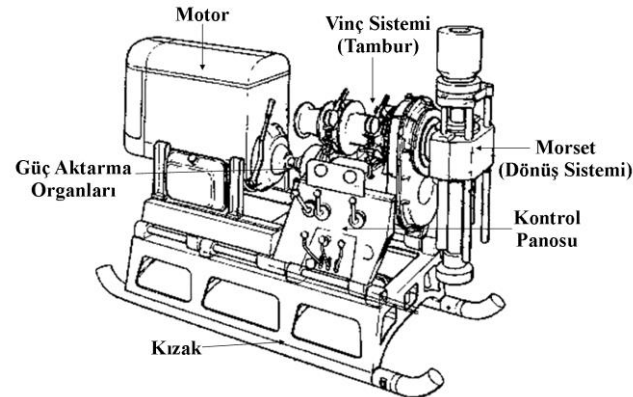
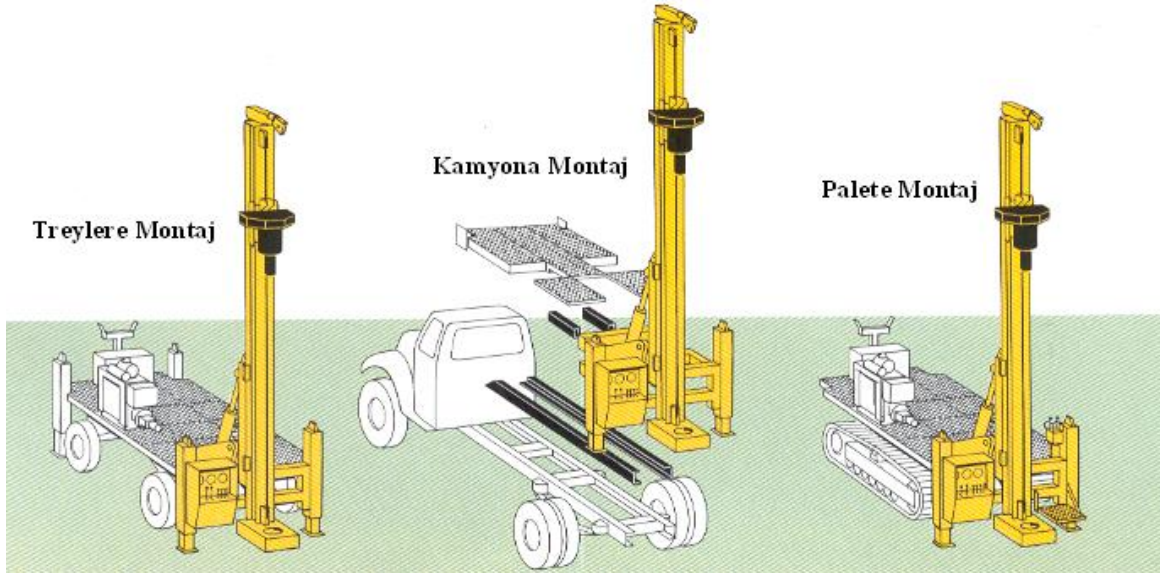
Su sondaj çalışmalarında, genellikle kamyonla monteli, düz çamur dolaşımına veya hem çamur hem de havalı sondaj sistem bileşenlerini içeren (kombine tip) döner masalı veya döner kafalı sondaj makineleri kullanılmaktadır.



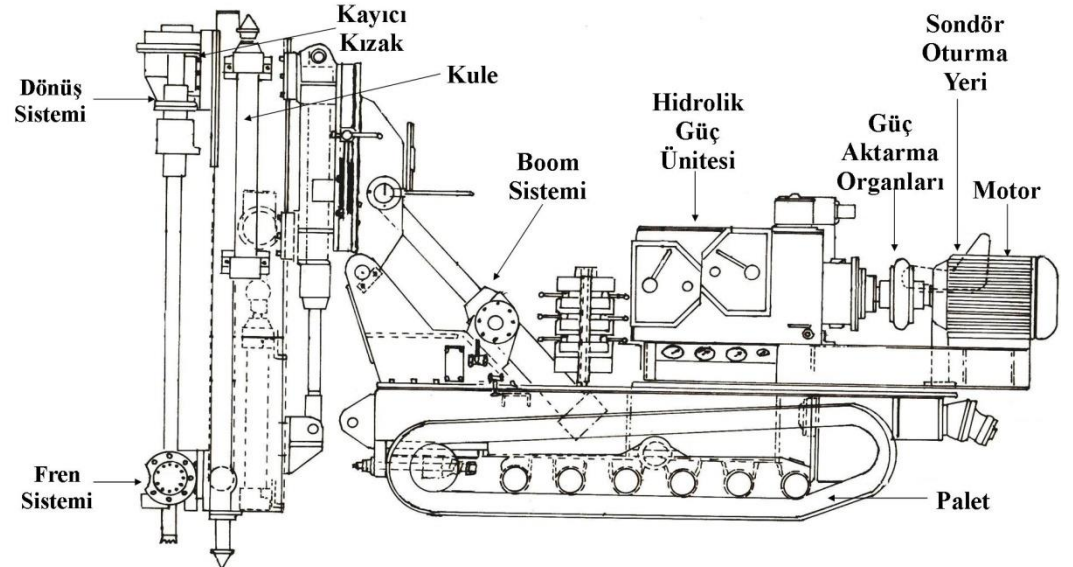
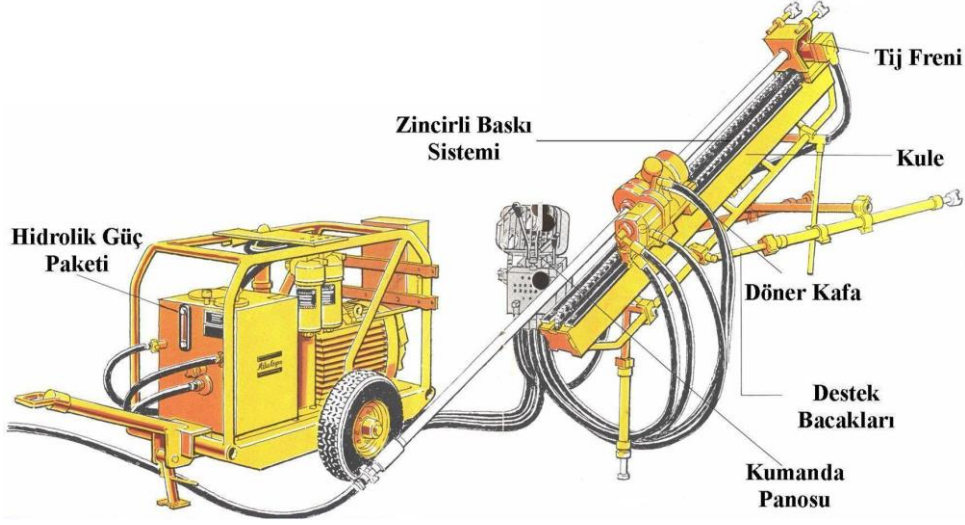
*Döner masalı, kombine tip bir su sondaj makinesi ve bileşenleri
(hem havalı ve hem de çamurlu sondaj yapabilen)*

Jeoteknik Etüt ve Maden Arama Sondaj Makineleri

Jeoteknik etüt ve maden arama sondaj çalışmalarında kullanılan sondaj makineleri kamyon, treyler veya palet üzerine monte edilebilmektedir.

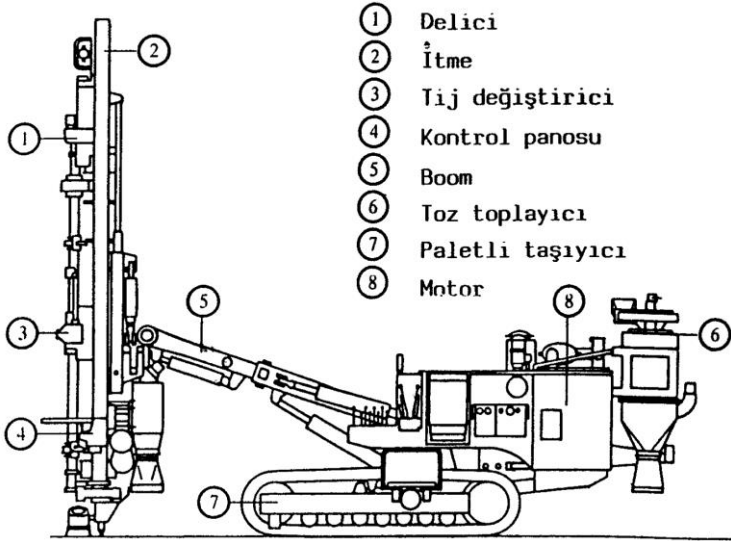


Yeraltında (tünel, galeri vb.) yapılan çalışmalarda ise; kızaklı, destekli veya paletli sondaj makineleri kullanılmaktadır.

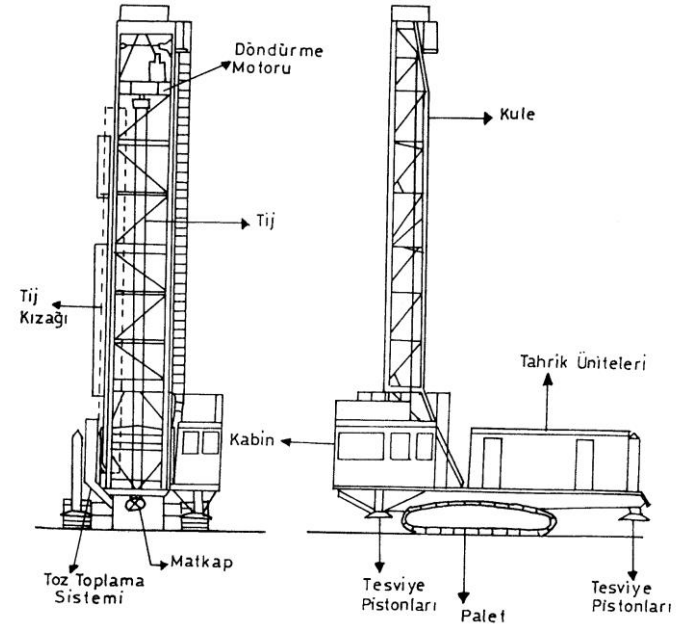


Yerüstü Patlatma Deliği Sondaj Makineleri

- Patlatma deliği sondajlarında, genellikle döner kafalı, paletli tip ve tam hidrolik sondaj makineleri kullanılmaktadır. Taşıma mesafesinin ve yer değiştirmenin fazla olduğu çalışmalarda kamyonu veya treylere monteli sondaj makineleri da kullanılmaktadır.



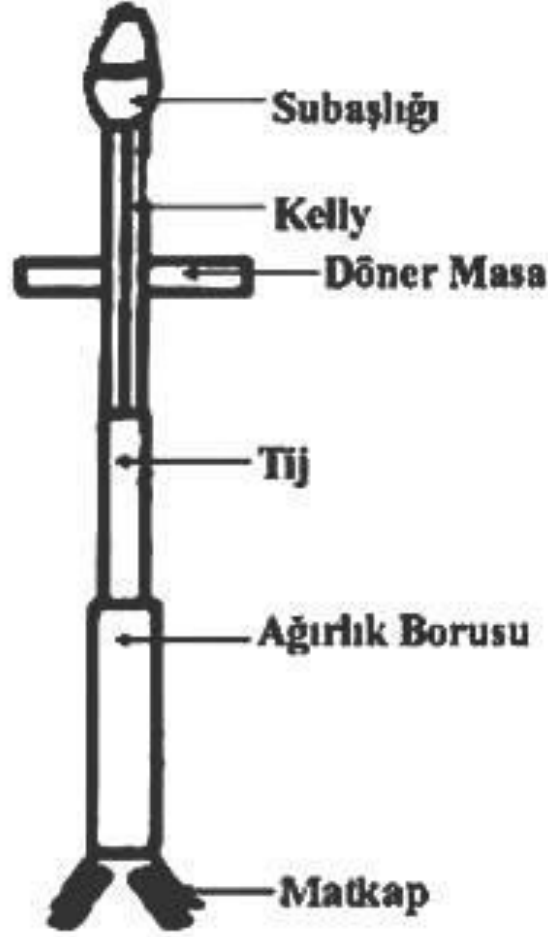
Küçük çaplı patlatma deliklerinin delinmesinde kullanılan yerüstü çekiçli, paletli sondaj makinesi ve bileşenleri



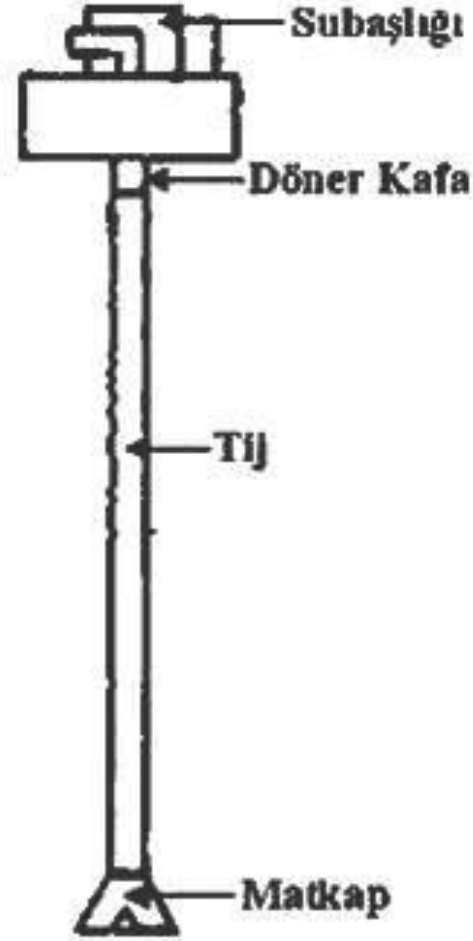
Geniş çaplı patlatma deliklerinin delinmesinde kullanılan döner kafalı, paletli bir sondaj makinesi ve bileşenleri

Döner Sondaj Ekipmanları

- 1. Sondaj Makinası
- 2. Takım (üstten alta doğru)
 - - Subaşığı
 - - Kelly (döner kafalı makinalarda bulunmaz)
 - - Tijler
 - - Ağırılık Boruları
 - - Matkaplar
 - - Saplara(Bağlantı Elemanları)
- 3. Diğer Ekipmanlar



*Döner masalı makinede
takım dizisi*



*Döner kafalı makinede
takım dizisi*

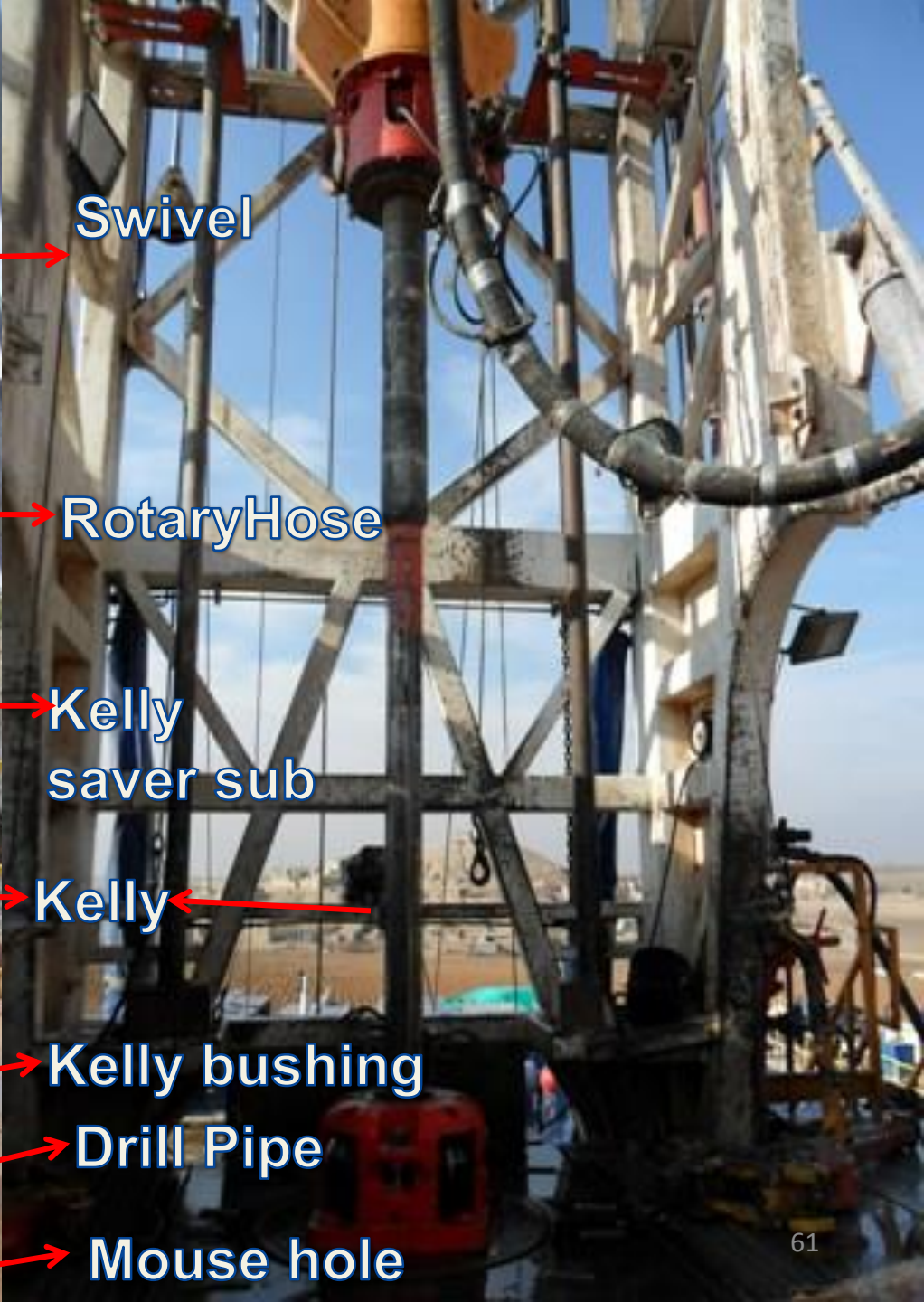
<https://www.youtube.com/watch?v=wC0mX3IIMy>

M

TAKIM = SONDAJ DİZİSİ



- Subaşlığı=Fırdöndü=Swivel
- Subaşlığının ortası devridaim sıvısının geçebilmesi için delik olup, alttan Kelly'e üstten bir kulpla kancaya ve gezici makaraya bir taraftan da pompa hortumuna bağlıdır. Subaşlığı; sondaj esnasında bütün delme takımını üzerinde taşır. Takımın dönme hareketini daha üst kısma iletmez, dolaşım sıvısını takım elemanlarına sevk eder.



Swivel

RotaryHose

Kelly
saver sub

Kelly

Kelly bushing

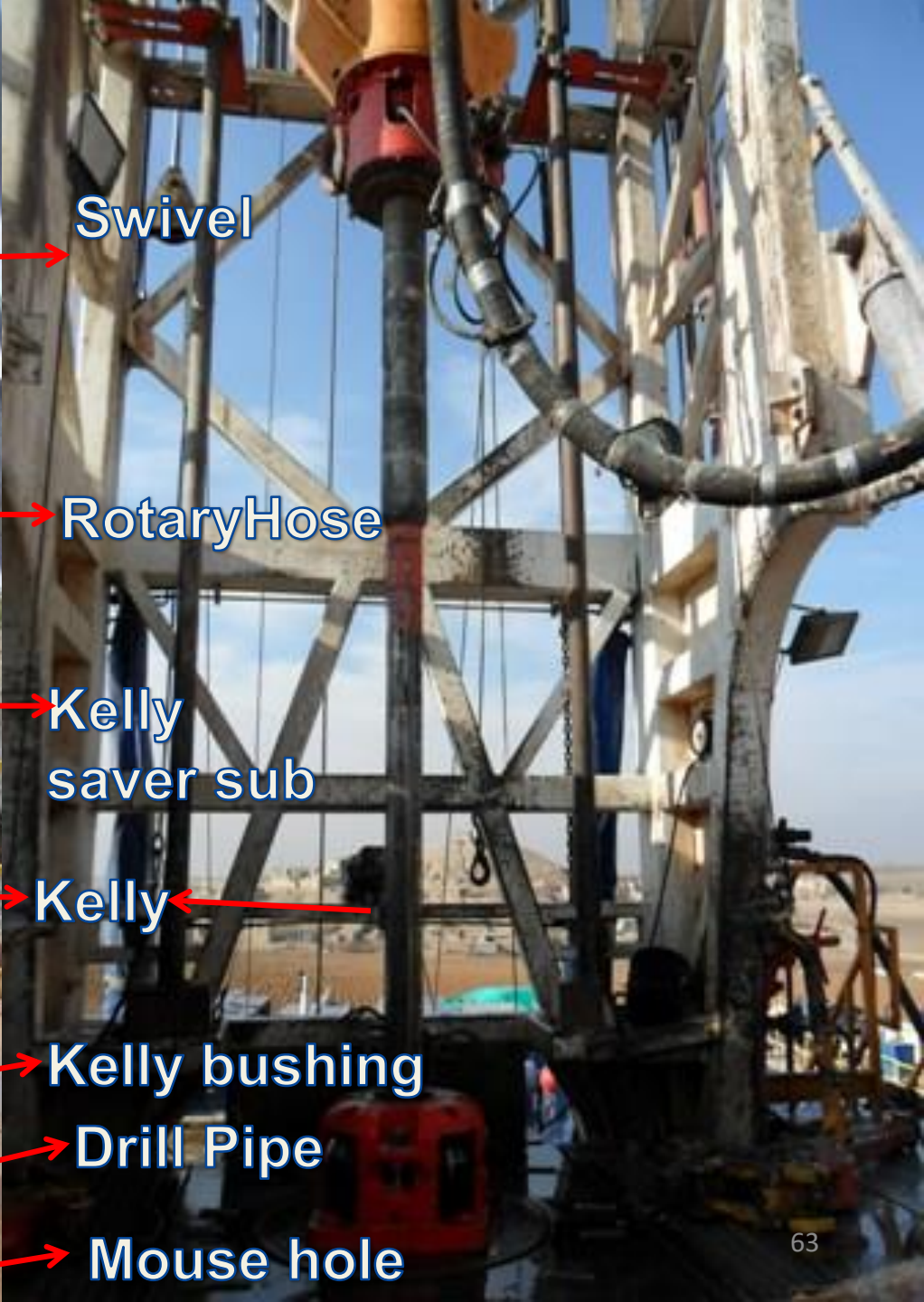
Drill Pipe

Mouse hole

Kelly (Köşeli Boru)

- Kelly, döner masa aracığı ile motordan aldığı hareketi tijlere ve matkaba ileten takım elemanıdır. Kelly'nin içi dolaşım sıvısının geçebilmesi için delikli olarak yapılmıştır. Kelly yapılışı itibariyle yuvarlak, 4 veya 6 köşe olmak üzere değişik tiplerdedir. 4 ve 6 köşeli olanları dönme hareketini döner masadan, yuvarlak olanları ise kelly yatağından alırlar.

Boyları 12.9-16.46 metre arasında değişebilir.



Swivel

RotaryHose

Kelly
saver sub

Kelly

Kelly bushing

Drill Pipe

Mouse hole

Kelly Sistem Bileşenleri:

The Rotary Table (Döner Masa).

- Döner masa, dönme sisteminin başlıca bileşenidir.
- Ortalama olarak 1.5 metre çaplı bir masa görünümünde döndürme düzeneği elemanıdır.
- Döner masa kule üzerinde yer alır ve “Tork” denilen kuvvetli dönme gücü üretir.

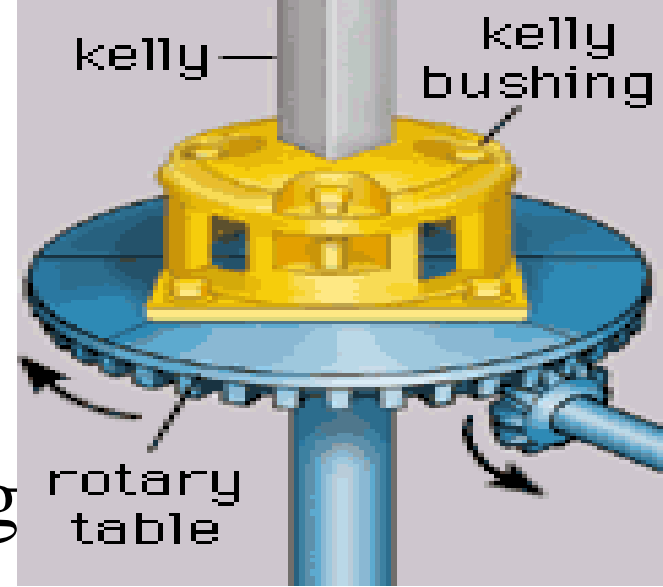


Slipler.

Sondaj dizisini bağlama işlemi sırasında, sondaj dizisini askıda tutmaya yarayan bir ekipmandır



Kelly Sistem Bileşenleri:



Kelly Bushing ve Master Bushing

- Döner tabla içinde bulunan bir çalışan dişli master bushing' i döndürür.
- Master bushing Kelly bushing' i döndürür.
- Kelly bushing' in dönmesiyle ona uyumlu olan Kelly kendi eksenini etrafında döner.
- Bu çalışma sistemi, İngiliz anahtarının civatayı döndürme sistemi ile benzerdir.
- Sondaj dizisi ve matkap Kelly ile döndürülür.

Top Drive Sistem

- Top Drive Sistemi hareketli blok altında asılıdır ve kendine ait ağır bir motoru vardır.
- Bir veya daha fazla elektrik veya hidrolik motordan oluşur
- Bunlar “Quill” olarak adlanan kısa bir boru ile sondaj dizisine bağlanır
- Top drive kule boyunca aşağı ve yukarı hareket edebilir



Top Drive Sistem

- Top Drive Sistem Kelly, Kelly Bushing, veya master Bushing kullanmaz
- Bu sistemde döner tabla kullanılmaz.



Top Drive Sistem

- Tij sıkışma sıklığını azaltır
- Sondajcılara tijin sökülmesi veya birleştirilmesinde hız kazandırır
- Top drive'lar çok derin sondajlar ve yönlü sondajlarda tercih edilir
- Top drive'lar sondajda kullanılan el emeğinin çoğunu kullanmaz
- Top drive tamamen otomatiktir
- Top drive'lar tüm ortamlarda kullanılabilir

Tij=Sondaj Borusu

- Kelly'in döndürme hareketini matkaba ileten takım elemanlarıdır. İçleri dolaşım sıvısının geçmesi için boştur. Tijler, etli borulardır. Şok etkilerine ve burulmaya karşı direnç gösterebilmeleri için esnek çelikten yapılmaktadırlar.



Özellikleri	E		A		B		N	
	inch	mm	İnch	mm	İnch	mm	İnch	mm
Dış çap	1 ^{5/16}	33.3	1 ^{5/8}	41.3	1 ^{29/32}	48.4	2 ^{3/8}	60.3
İç çap	27/32	21.4	1 ^{1/8}	28.6	1 ^{13/32}	35.7	2	50.8
Manş. İç çap	7/16	11.1	9/16	14.3	5/8	15.9	1	25.4
	lbs	kg	lbs	kg	lbs	kg	Lbs	kg
10 ft.lik bir tij ve manş. Ağ.	28	12.7	38	17.2	46	20.8	49	22.2

X serisi tijlerin ölçü ve özellikleri



Özellikleri	RW	EW	AW	BW	NW	HW
	İnch mm	inch mm	inch mm	inch mm	inch mm	inch mm
Dış çap	1 ^{3/32} 27.8	1 ^{3/8} 34.9	1 ^{23/32} 44.4	2 ^{1/8} 54.0	2 ^{5/8} 66.7	3 ^{1/2} 88.9
İç çap	23/32 18.2	7/8 22.2	1 ^{7/32} 30.9	1 ^{3/4} 44.5	2 ^{1/4} 57.2	3 ^{1/16} 77.8
Manş. İç çap	23/32 10.3	7/16 12.7	5/8 15.9	3/4 19.0	3 ^{1/8} 34.9	2 ^{3/8} 60.3
	Lbs mm	lbs mm	lbs mm	lbs mm	lbs mm	lbs mm
10 ft.lik 1 tij ve manş. Ağ.	19 8.6	31 14.0	44 19.9	42 19.0	54 24.5	85 38.6

W serisi tijlerin ölçü ve özellikleri

Özellikleri (mm.)	33 (mm.)	42 (mm.)	50 (mm.)
Dış çap (mm.)	33.5	42	50
İç çap (mm.)	23.7	32.2	37
Manşon iç çap(mm)	15	22	22
3 m.lik tij ve manşon ağ.(kg)	10.6	13.9	21.9
1 manşon ağ.(kg)	0.5	0.8	1.5

Metrik tijlerin ölçü ve özellikleri

Ana gövde genellikle 3 ½" veya 5" çapındadır.

Genellikle bir tane DP "Tek", iki tane DP "çift", üç DP ise "stand" olarak adlandırılır.

Saplar (Bağlantı Elemanları)=Subs

- Değişik yada aynı sondaj dizisi elemanlarını birbirine bağlayan özel yardımcı ara bağlantı gereçleridir.
- • Şekilli boru ile su başlığı arasındaki bağlantı kelly üst sub ile sağlanır.
- • Şekilli boru ile tijler arasındaki bağlantı kelly alt sub ile sağlanır.





Bit Sub



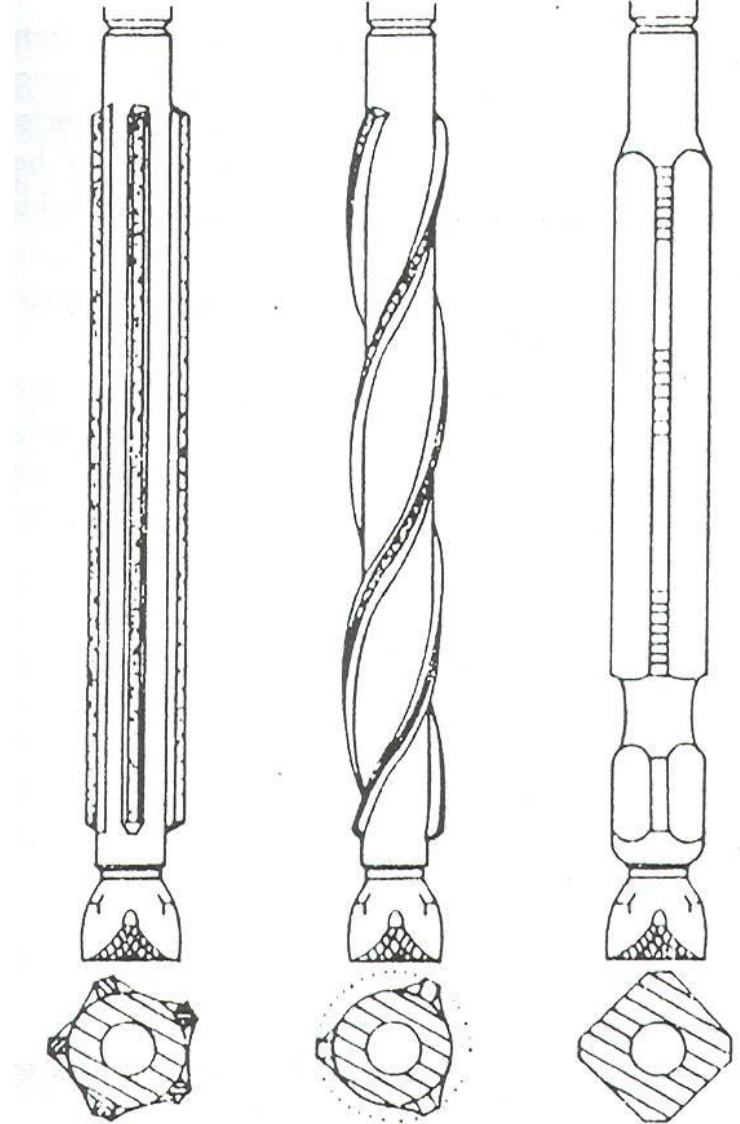
Cross Over



Double Pin Cross Over

Ağırlık Boruları=Drill collar

- Ağırlık boruları, matkap üzerine baskı (yük) uygulamak, titreşimleri önlemek ve kuyunun sapmadan delinmesini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Boyları dış çap ve et kalınlıkları bağılı olarak, genelde, 9.15 - 12.80 metre arasında değişir.



Döner sondajlarda kullanılan ağırlık borularının görevleri

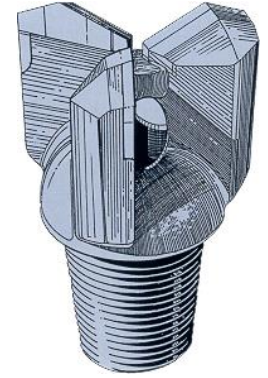
- Formasyonların parçalanması için delici üzerine ağırlık sağlama
- Nötr (ölü nokta) noktayı üzerine alma
- Titreşimi önleme
- Burkulmayı önleme
- Sapmayı önleme
- Matkap tüketimini azaltma

Matkap

- Takımın en altında yer alan ve kendi eksenini etrafında dönerek kazı işlemini gerçekleştiren sondaj elemanlarına matkap denilmektedir.



Üç konili matkap



Kanatlı matkaplar

Kuyu Genişleticiler

- Büyük çaplı bir kuyu açılacaksa, kuyuyu büyük çaplı bir matkapla açmak oldukça güç ve zordur.
- • Önce küçük çaplı matkaplarla delik açılarak daha sonra istenen çapa deliğın getirilmesi için genişletme matkaplarından yararlanır.



Kuyu Saptırmazlar

- Çapları kuyu çapında olan ve sarsıntıları emerek matkabin kuyuda istikrarlı bir yönde gitmesini sağlayan özel borulardır.
- Sondaj sırasında sondaj dizisinin kuyu içerisinde kendi ağırlığı altında bükülmesini önlemek amacı ile kullanılırlar.
- Kullanılan sapmaz sayısı, dizinin uzunluğuna, kuyu ve kullanılan boru çapına, geçilen formasyonların türüne ve kuyunun eğimine bağlı olarak değişir.



B. Kule Ekipmanları

5. BOP Sistemi (Blowout Prevention System)

Sondaj yapılan kuyunun içindeki çamurun oluşturduğu hidrostatik basınç, formasyondaki akışkanın basıncından küçük olursa formasyondan kuyuya doğru bir akış başlayacaktır. Formasyondaki akışkanın, kuyudaki çamuru dışarı atıp artezyen yapmasına “Blow Out” denir. Blow Out olduğunda kuyu ağzından çok yüksek basınçla çıkan akışkan kuleye, ekipmanlara ve en önemlisi kulede çalışan personele hayati derecede zarar verir.

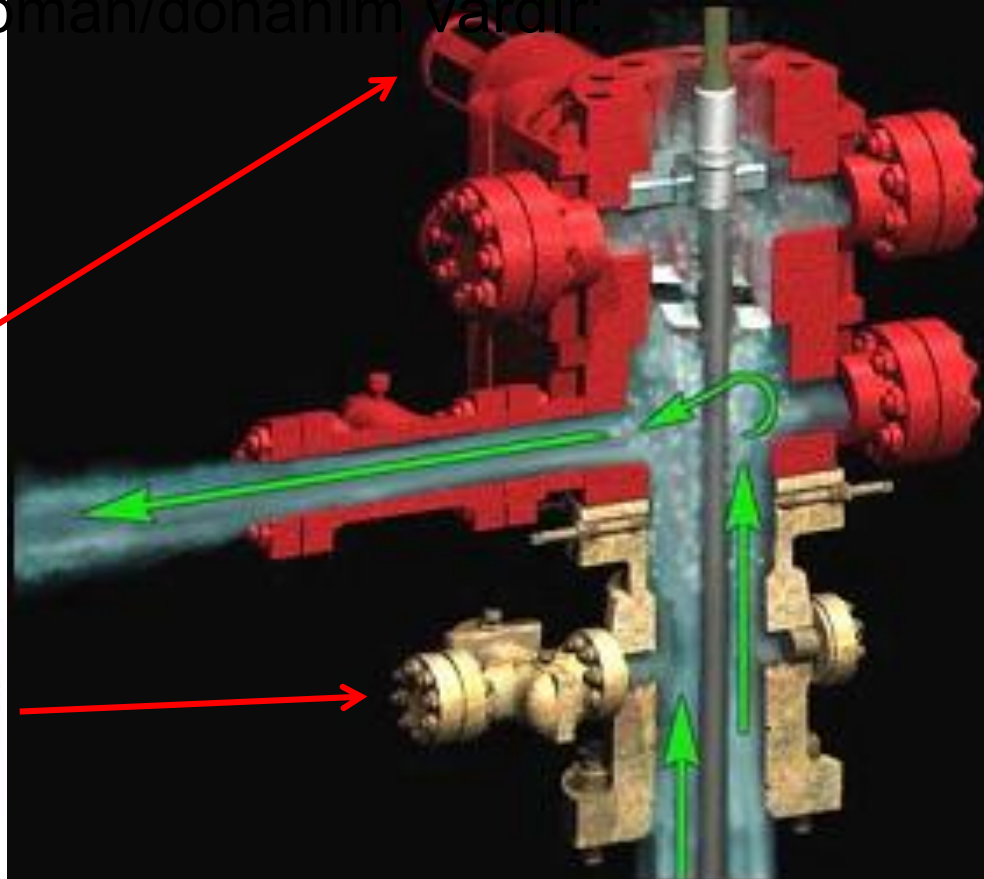
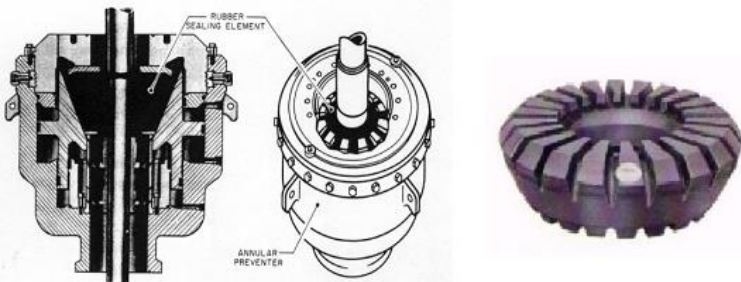
Formasyondan kuyuya akış başladığı anda bunu durdurabilmek için, kuyuyu izole etmek (kapatmak) gerekmektedir. Kuyuyu kapatmakta kullanılan emniyet vanaları sistemi “BOP Sistemi” olarak adlandırılmaktadır.

Kule Ekipmanları

5. BOP Sistemi (Blowout Prevention System)

BOP'ler farklı basınç değerlerini karşılama yetilerine sahiptir. BOP sistemini oluşturan 3 temel ekipman/donanım vardır:

- BOP
- Kontrol Paneli
- Choke Manifoldu





BOP

Choke Manifoldu

Kuyubaşında biriken basıncın blöf edildiği değişik çapta vanalardan oluşan sisteme Choke Manifoldu denir



Kontrol Paneli

Blow Out



<https://www.youtube.com/watch?v=yYkn36DNGTI>

Blow Out



TPAO KULELERİNE ÖRNEKLER



UPETROM F320

- 6200 metre sondaj kapasitesi
- Kule Yüksekliği: 43.6 m
- 320 ton Kule Taşıma Kapasitesi

UPETROM F200

- 4000 metre Sondaj Kapasitesi
- Kule Yüksekliği: 41.7 m
- 200 ton Kule Taşıma Kapasitesi

EMSCO 550

- 2800 metre Sondaj Kapasitesi
- Kule Yüksekliği: 40.54 m
- 180 ton Kule Taşıma Kapasitesi



TPAO KULELERİNE ÖRNEKLER

EMSCO 350

- 1850 metre Sondaj Kapasitesi
- Kule Yüksekliği: 38.71 m
- 130 ton Kule Taşıma Kapasitesi

NAT 80/B

- 3750 metre Sondaj Kapasitesi
- Kule Yüksekliği: 41.45 m
- 217 ton Kule Taşıma Kapasitesi

NATIONAL 1

- Workover Kulesi
- 3600 metre Sondaj Kapasitesi
- Kule Yüksekliği: 34 m
- 136 ton Kule Taşıma Kapasitesi



Sondaj Matkapları

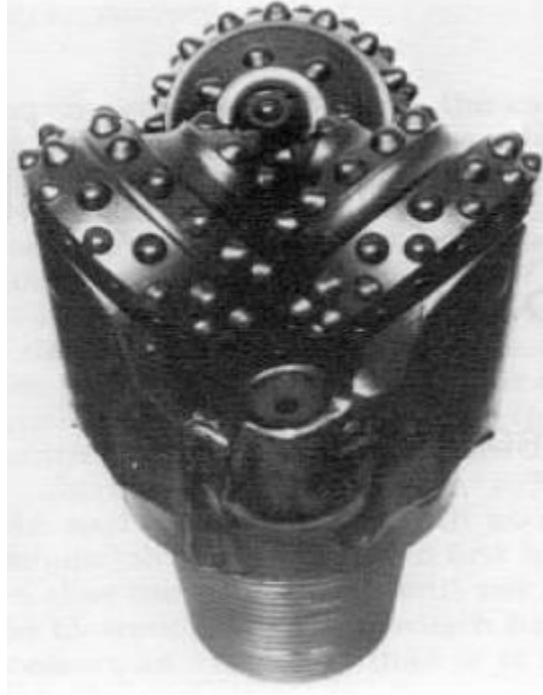
KIRINTI ÖRNEK ALMAYA UYGUN MATKAPLAR

- Matkaplar ikiye ayrılır:
 - 1. Roller Cone Bits (Tricone olarak da adlandırılır)
 - Dönen konilere sahiptir. Çamur akışı, çıkarılabilen “nozzle”lardan gerçekleşir.
 - 2. Fixed Cutter Bits
 - Matkap bir bütün olarak döner. Çamur akışı, “fluid / water course”lardan gerçekleşir.
- Üç konili matkaplar, çelik ve tungsten karpit dişli olmak üzere ikiye ayrılır.





İki çeneli matkap



Üç çeneli matkap



Dört çeneli matkap

Matkap

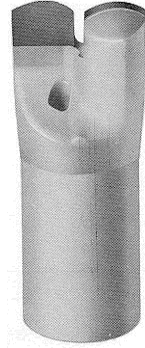


Parmak, Balık Kuyruğu ve Kanatlı Matkaplar

- Bu tip matkaplar, genellikle yumuşak ve taneli formasyonların delinmesinde kullanılmaktadır.



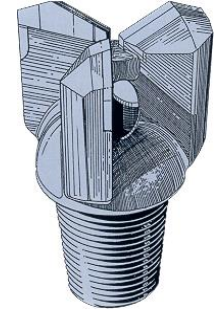
Parmak



Balık kuyruğu



Üç kanatlı



Elmas Matkaplar (Diamond bits)=PDC

- Elmas matkapların bir türü olup kesici uçlar çelik bir gövdeye açılmış yuvalara oturtulmuş yapay elmaslardır.



Kullanım amaçları; daha hızlı ilerleme, bir matkapla daha fazla sondaj yapabilme, daha az ağırlıkla çalışma, kuyuda daha az sapma ve Dizide daha az sapma olarak sıralanabilir.

Kanatlı Polikristalin matkaplar Dolu yüzlü Polikristalin matkap

KAROT ÖRNEK ALMAYA UYGUN MATKAPLAR

- **Elmaslı Matkaplar**
- Karotiyerlerin (karot örnek alıcı) ucunda yer alan, kesme işlemini yapan, yapısında doğal veya yapay elmasların bulunduğu matkaplara elmaslı matkap denilir.



Vidyeli Matkaplar

- Tungsten karbid'e sondajcılık dilinde vidye denilmektedir. Kesici yüzeyine vidye taneleri yerleştirilerek imal edilen, yumuşak formasyonların delinmesi için kullanılan matkaplara vidyeli matkap (vidye kron) denilmektedir



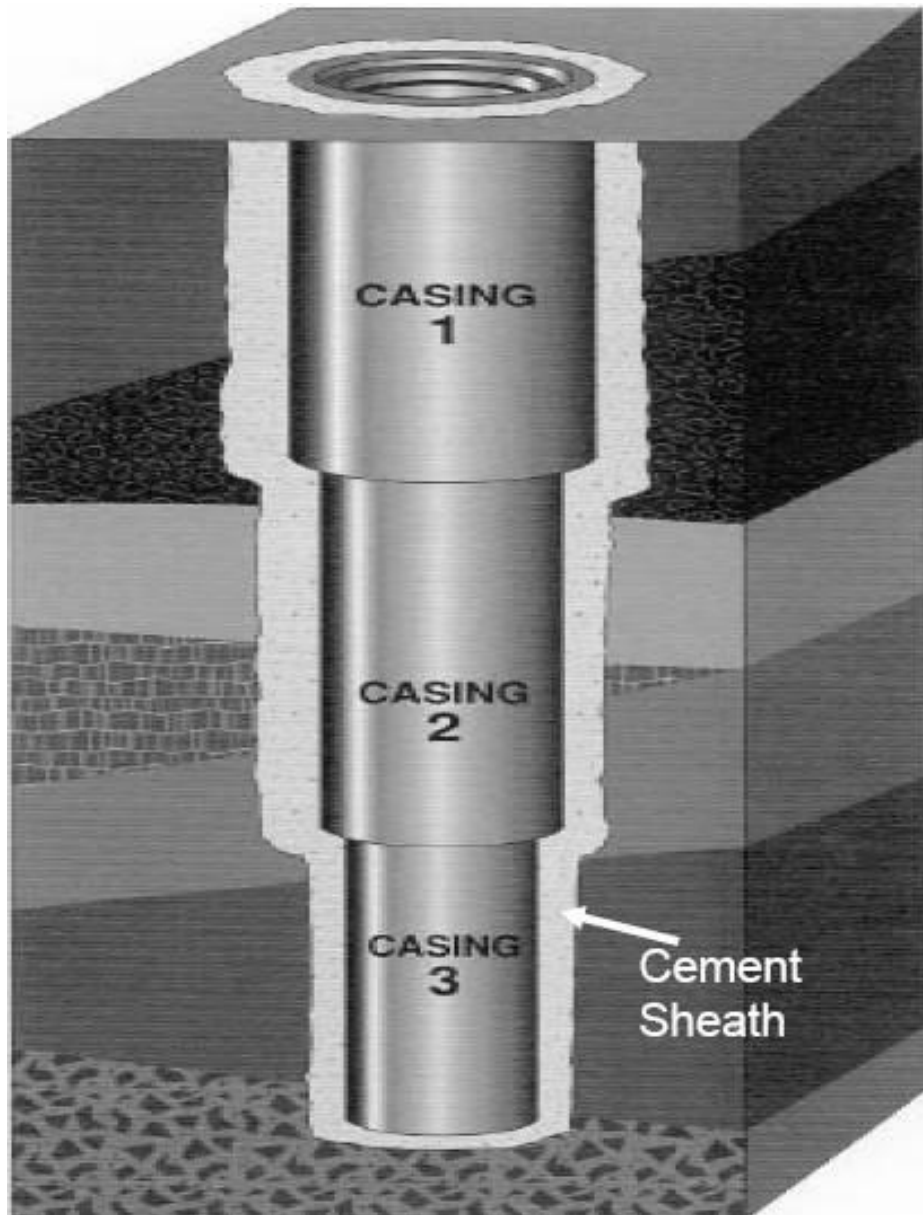
Geniş Kuyu ve Tünel Açma Matkapları

- Genellikle, ters dolaşım yöntemi ile çalışılırken kullanılan matkap türleridir.
- Bu matkapların ortasında formasyon parçalarının geçebileceği büyüklükte (10-15 cm) bir açıklık bulunmaktadır.
- Matkabın kuyu dibinden çıkaracağı büyük formasyon parçaları, ters dolaşım ile matkaplardaki bu açıklıktan parçalanmaya gerek kalmadan dışarıya taşınırlar. Bu tip matkaplarla ortalama 250 metre derinliğinde kuyular açılabilmektedir.



KORUMA BORULARI (Casing)

- Sondaj sırasında ve sondajın bitiminde kuyuya çelik borulardan oluşan birtakım diziler indirilir. Bunlara koruma boruları denir.
- • Bu borular, içerisinden sondaj gereçlerinin geçebileceği genişlikte seçilmelidirler.
- • Koruma boruları özel çelikten imal edilmiş iki tarafı dişli olan borulardır.
- • Koruma borularının kuyuya indirilmesinde ilk önce en büyük çaptan başlanır.
- • Koruma boruları, genel olarak, alüvyonda, kilde, şistte ve konglomerada kullanılır.
- • Koruma boruları ve matkap çapları birbiri içerisinde çalışacak şekilde kuyuya indirilirler.



Aşağıda verilen nedenlerle kuyuya koruma boruları indirilir.

- - Kuyunun göçmesini önlemek.
- - Yeraltı suyunun kirlenmesini önlemek.
- - Emniyetli bir çalışma ortamı sağlamak.
- - Kuyunun eğri açılmasını önlemek.
- - Çamur kaçaklarını önlemek.
- - Basınç kontrolü yapmak.
- - Dizilerin kuyuya kolay indirilip-çıkartılmasını sağlamak.
- - Derin sondaj yapabilmek.

Sondaj Sıvıları

- Döner sondaj yöntemiyle çalışırken kuyuda dolaştırılan sıvılara **sondaj sıvıları denir.**
- • 1901`li yıllarda döner sondaj yöntemi ile teknolojiye girmişlerdir.
- • İlk kullanılan sondaj sıvısı su olmuştur.
- Su kuyusu endüstrisinden kullanılan sondaj sıvıları **su tabanlı ve hava tabanlı sistemlerdir.**
- Petrol tabanlı sıvılar yaygın olarak doğal gaz ve petrol sondajlarında kullanılırlar, su kuyularının açımında kullanılmazlar.

- Modern anlamda sondaj çamuru 1921 yılında “çamur özelliklerini” kontrol etmek amacıyla farklı katkı maddelerin katılmasıyla elde edilmiştir.
- • Sondaj sıvılarındaki gelişmelerin çoğu petrol endüstrisinde meydana gelmiş ve daha sonra su kuyuları endüstrisinde uygulanmışlardır.
- • Günümüzde sondaj sıvı sistemleri rotary metodu ile açılmış derin kuyu delikleri için önemli bir maliyet oluşturmaktadır. Dolayısıyla, sondaj operasyonunun başarısı, sondörün sondaj sıvısının fiziksel özelliklerini kontrol etme kabiliyeti ile belirlenebilir.

SONDAJ SIVILARI

- **Su tabanlı sondaj sıvıları**

- – Temiz su
- – Kil katkılı su (SONDAJ ÇAMURU)
- – Polimer katkılı su
- – Polimer ve kil katkılı su

- **Hava tabanlı sondaj sıvıları**

- – Kuru hava
- – Çise(mist): Hava ile birlikte sirküle eden su damladıkları
- – Köpük (Foam): Hava baloncukları köpük duraylaştırıcı surfaktant içeren bir su filmi tarafından sarılmaktadır.
- – Katı Köpük (stiff foam): Polimer ve bentonit gibi film güçlendirici malzemeler içeren köpük

- **Petrol tabanlı**

https://www.youtube.com/watch?v=hPV3_PXvQnc

Sondaj amuru

- Formasyonların su ile delinmesi sırasında oluşabilecek sondaj gclklerini ortadan kaldırmak için su, kil, bentonit ve çeşitli kimyasalların ilave edilmesi ile hazırlanan, yoğunluğu sudan fazla olan ve döner sondaj yöntemi ile çalışılırken kuyuda dolaştırılan çamura “ **Sondaj amuru**” denir.

SONDAJ ÇAMURUNUN GÖREVLERİ

- * Matkabi soğutmak
- * Formasyonu yumuşatmak
- * Matkabin kestiği kırıntıları kuyu dışına atmak suretiyle kuyu ve matkabi temizlemek
- * Kuyu duvarını sıvamak suretiyle kuyuyu koruma altına almak
- * Kuyu duvarında oyuklar oluşmasını önlemek
- * Formasyon basıncını yenmek-önlemek
- * Kullanılan teçhizatı yağlamak
- * Sondaj teçhizatındaki aşınmayı ve paslanmayı azaltmak
- * Takım ve muhafaza borularının hareketini kolaylaştırmak
- * Yüze çıkardığı kırıntıların çamur havuzunda çökmesine imkân tanımak ve bu kırıntılardan jeolojik bilgi edinilmesini sağlamak

Sondaj amuru yapmakta kullanılan killer

- • Killer, kimyasal yönden hidrate alüminyum silikatlardır, 3 grupta toplanırlar
- – Kaolen grubu
- – Bentonit grubu
- – Sulu mikalar
- • amur teknolojisi yönünden killer ikiye ayrılırlar.
- • Bentonitler = içinde büyük ölçüde montmorillonit bulunan killerdir.
- Kolloidal, tixotropik ve sıva yapma özellikleri fazladır.
- • Diğer killer= saf değildirler, değişik oranlarda kaolonit, montmorillonit ve sulu mika ile toprak vardır.
- • amur verimlerine göre killer Őöyle tanımlanırlar

Çamura Katılan Koruyucu ve Yardımcı Maddeler

- Viskozite düşürücüler (Thinning agent)
- Sondaj çamurlarında inceltici olarak en yaygın kullanılan fosfatlar;
- Sodyum asid polifosfat, sodyum meta fosfat, sodyum tetrafosfat.
- • Sıcaklık sondajlarda çamur üzerine etki eden önemli unsurlarından biridir. Sıcaklık çamurda viskozite ve jeli artırır.

Su Kaybı Azaltıcı Maddeler

- **Doğal maddeler:** Bentonit, Petrol
- **Yarı sentetik maddeler:** Carboxymetycellulose
- **Tam sentetik maddeler:** molekül ağırlığı yüksek polimerlerdir. Özellikle tuzlu su çamurlarından ve kalsiyumu düşük çamurlarda kullanılmaktadır.
- Pahalı olduklarından fazla kullanılmazlar.

Ağırlaştırıcılar

- Sondaj sırasında geçilen tabakalarda yüksek basınçlı akışkanlara rastlanılması veya tabakaların plastik deformasyonla kuyu içine akma eğilimi göstermesi halinde çamurun ağırlığının artırılarak basıncın karşılanması gerekir.
- • Kalsiyum karbonat, Barit, Baryum karbonat, hematit ve kurşun oksit kullanılan bazı çamur ağırlaştırıcı katkı maddeleridir.

SONDAJ ÇAMURUNUN ÖZELLİKLERİ ve ÖLÇÜMÜ

- • Yoğunluk
- • Viskozite
- • Sıvı kaybı
- • Jel kuvveti ve tixotropi
- • Yağlama potasyeli

Yoğunluk

- Sondaj çamurunun yoğunluğu içinde bulunan maddelerin (su ve kil) yoğunluk ve miktarlarına bağlıdır.
- Kullanılan su miktarı kilde fazla olduğundan çamurun yoğunluğu suyunkine bağlıdır (% 6 kil ile hazırlanan çamurun yoğunluğu=1,125 g/cm³)
- Yüksek basınçlı formasyonların geçilmesinde çamurun yoğunluğu 2,5 g/cm³ e kadar çıkabilir.
- Zayıf ve çamurun hidrostatik basıncı ile çatlayan formasyonların geçilmesinde yoğunluğun 1 den küçük değerlere düşürülmesi gerekebilir.
- Çamurun yoğunluğu sondaj sırasında içine karışan kesintilerle, gazlarla değiştiği gibi basınç ve sıcaklıkla da değişir. İçindeki gaz ve kesintilerden arındırılmış çamurun yoğunluğu dolaşım sırasında kuyudaki çamurun yoğunluğundan farklıdır. Çamurun kuyudaki hidrostatik basıncı hesaplanırken bunun dikkate alınması gerekir.

Çamur terazisi



Çamurun yoğunluğu genellikle çamur terazisi (mud balance) denilen bir aletle ölçülür. Alet uzun bir kolun ucunda kabı olan basit bir terazidir. Üzerinde çamurun yoğunluğunu ve yapacağı hidrostatik basıncı gösteren 4 ayrı bölüm düzeni vardır.

Yoğunluk hidrometre ile de ölçülebilir.

1.08 gr/cm³ yoğunluğa sahip olan çamurlar sondaj çalışmalarında formasyon basınçlarını karşılamaya yeterli olmaktadır.

Vizkozite

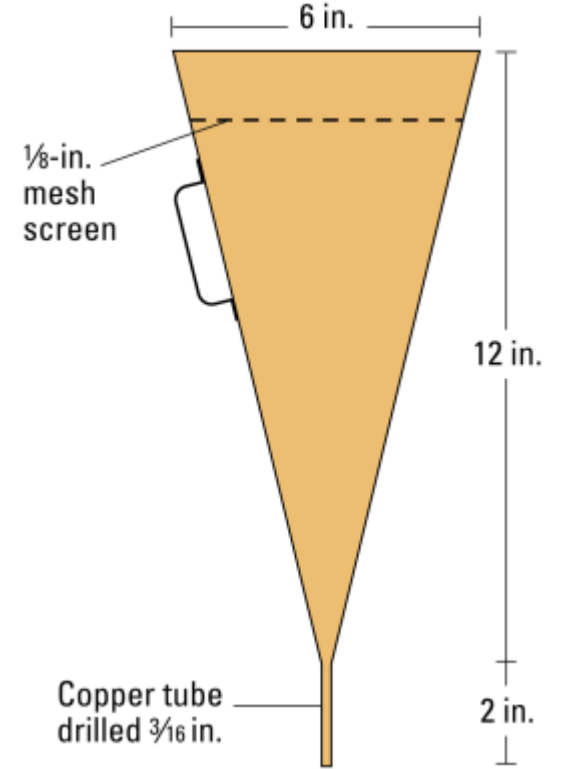
- Her sıvının olduğu gibi sondaj çamurlarından bir viskozitesi vardır ve vizkozite **akmaya karşı akışkanın gösterdiği direnç** olarak tanımlanır.
- • Viskozite ve sondaj sıvısının yukarıya doğru olan hızı, sondaj sıvısının matkabın etrafındaki kesintileri uzaklaştırmadaki ve yukarıya doğru delikte hareket ettirmedeki kabiliyetini belirleyen en önemli faktörlerdir.
- • **Herhangi bir sondaj sıvısının viskozitesi**
 - – Kullanılan akışkan tabanının viskozitesine
 - – Sondaj sıvısının birim hacmindeki katı tanelerin miktarına
 - — İri kum ve çakılları kaldırmak için genellikle yüksek viskoziteli sondaj sıvısı gerekmektedir. Düşük viskoziteli sıvılar ince kum ve siltleri kaldırmak için yeterlidir.
 - – Yüzeyde katıların ayrılması ve çökelimi ve sondaj sırasında matkap yüzeyinin temizlenmesi düşük viskoziteli ve düşük jel kuvvetli sondaj sıvıları tarafından sağlanır.
- – Viskozite ölçmekte kullanılan bir çok alet vardır. Bunlardan en tanınmış olanları Marsh hunisidir.

Marsh Hunisi

Sondaj yapılırken çamurun viskozitesinin çabucak saptamaya yarar. 1,5 lt hacminde bir hunidir. Konik bir gövdesi vardır. Altına bakır bir boru bağlanmıştır. Üzerinde yarısını kaplayan bir süzgeç vardır.

Viskozite, 1500 cm lik çamurun 1000 cm³ ünün akış süresidir ve saniye olarak verilir. Bu değer eşit hacimli suyun huniden boşalması için geçen zaman göre kalibre edilir (26 sn, 21 C). Elde edilen viskozite görünür viskozitedir ve marsh hunisi viskozitesi olarak bilinir.

- İnce kum= 35-45 sn
- İri kum= 55-65 sn
- Çakıl = 65-75 sn
- İri Çakıl= 75-85 sn



<https://www.youtube.com/watch?v=EKWwezBmOag>

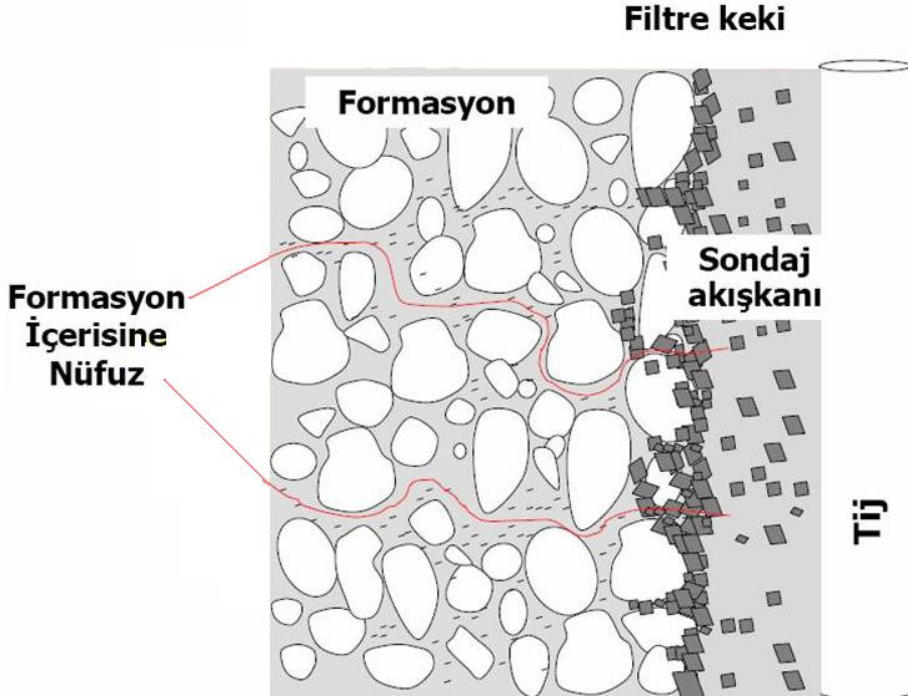
Jel Kuvveti ve Tixotropi

- Çamur durgun iken çamuru oluşturan kil tanelerinin birbirini çekme ölçüsüne jelleşme denir.
- Çamur hareketsiz kaldığından jel kuvveti artar. Durduğu zaman artan jel kuvvetinin dolaşım başladığında azalması gerekir. Aksi takdirde dolaşımı sağlamak için çok yüksek pompa basıncı gerekir.
- Çamurun bu özelliğine yani dinlendiğinde jel kuvvetinin artması harekete geçtiğinde tekrar azalmasına tixotropik özellik denir.
- • Fann viskozitemetresi ile ölçülür. 0 dak ve 10 dak. Jel kuvvetleri ölçülür.
- Bunları farkı tixotropik değerdir. Jel kuvveti değeri fann viskozimetrede
- okunan değerler 0,48 katsayısı ile çarpılarak bulunur.
- • Jel kuvveti 0 olan çamurlarda viskozite 80-90 sn kadar çıkabilir.
- • Su emmeyen killerle ve petrol bazlı çamurların tixotropisi düşüktür.
- • Genellikle az miktarda tuz, çimento kil çamurları ile ağırlığı çok artırılmış
- çamurların jel kuvveti yüksektir.

İyi bir çamurun viskozite ve jel kuvveti değerleri

Viskozite (1500/1000) sn	Tixotropi (Pa)	Düşünçeler
30-60	0-0,3	Çok düşük
30-60	0,3-1,5	İyi
30-60	1,5-7,5	Maksimum
30-60	3-13,5	Çok fazla, tehlikeli

Su Kaybı ve Ölçümü

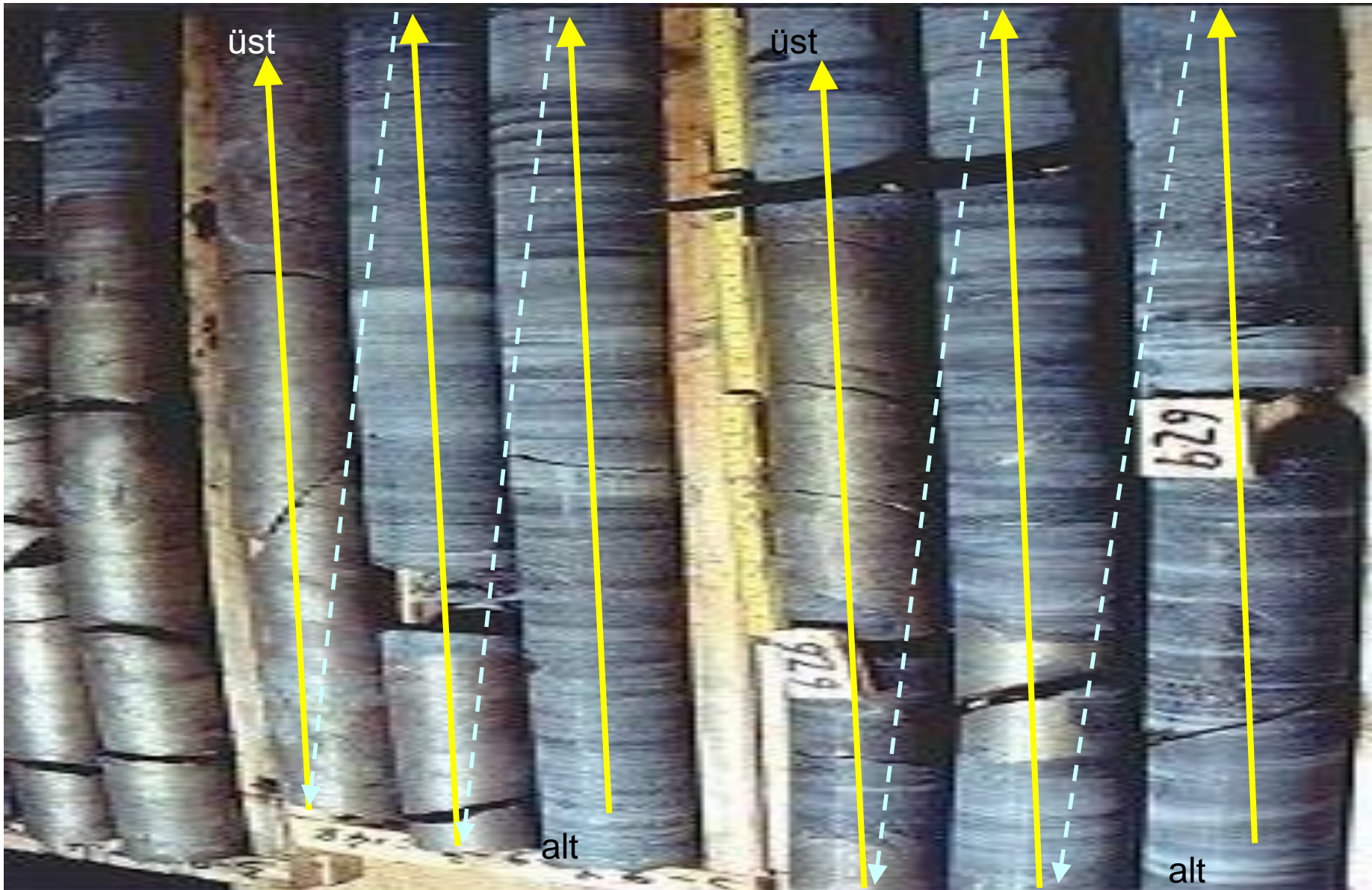


Bu alet çamur haznesi, süzme düzeneği, su toplayıcı ölçü kabı ve bir basınç kaynağından oluşmaktadır.

Katı Madde Miktarı ve Ölçümü

- • Sondaj sırasında çamura karışan kum taneleri ve ince kesintilerin eleklerde ayrılmayıp çamurda kalması bazı sorunlara yol açar; boruların aşınmasına neden olur, viskozite ve yoğunluğu artırır.
- • Çamurdaki kum oranının %2 den az olması istenir. Fazla ise azaltılması gerekir. Bu amaçla geniş yüzeyli derinliği az tanklardan geçirilerek kum tanelerinin dibe çökerek ayrılmaları sağlanır.
- • Çamurlardaki kum miktarı kum tüpü ile saptanır. Alt ucu konik ve üzerinde % bölümleri bulunan tüpün iki çizgisi vardır. Alt çizgisine kadar çamur, üst çizgisine kadar su konulur ve çalkalanır. Karışım özel bir eleğe boşaltılıp su ile yıkanır. Elekte biriken tekrar kum tüpü içerisine ilave edilir ve tüpün dibinde dinlenmeye bırakılır ve % cinsinden miktarı okunur.

Karotlu Sondaj Ekipmanları





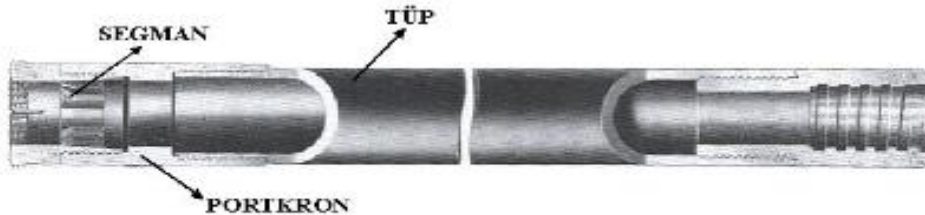
TAKIM

- 1. Su başlığı
- 2. Tij
- 3. Karotiyer başlığı
- 3. Karotiyer
- 4. Portkron
- 5. Matkap



KAROTİYER

- **Tek Tüplü Karotiyerler**
- Tek tüplü karotiyerler, su ile temas ettiğinde sudan etkilenmeyen homojen, sert ve kolay karot alınabilen formasyonlarda kullanılmaktadırlar.
- Tek tüplü karotiyerler, karotiyer başlığı ve tüpten meydana gelmektedir.
- B ve G serisi olmak üzere güncel kullanım alanı olan iki tip tek tüplü karotiyer bulunmaktadır.

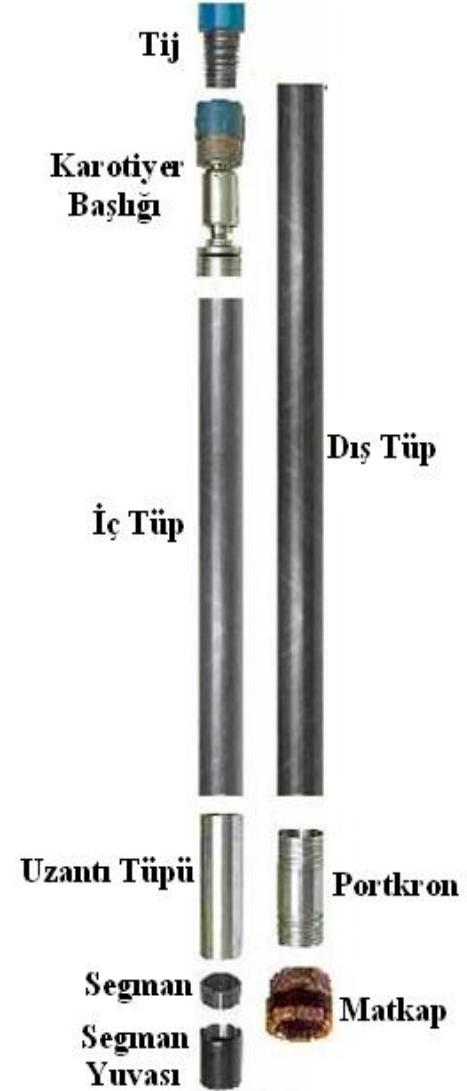


G-serisi tek tüplü karotiyer



Çift Tüplü Karotiyerler

- Çift tüplü karotiyerler, su ile temas ettiğinde dağılan heterojen ve zor karot alınabilen formasyonlarda kullanılmakta, başlık ve iç içe iki tüpten oluşmaktadır.
- Gövdesi iç içe iki tüpten oluşur. Her iki tüp birlikte döner. Sondaj sıvısı iki tüpün arasından dolaşır bu nedenle karotla sondaj sıvısının irtibatı en aza indirilmiştir. Bu nedenle suya az dayanıklı kayalarda tercih edilirler. Dolayısıyla, çift tüplü karotiyerler ile yapılan sondajlarda karot yüzdesi yüksektir.
- T ve M serisi olmak üzere güncel kullanım alanı olan iki tip çift tüplü karotiyer bulunmaktadır.

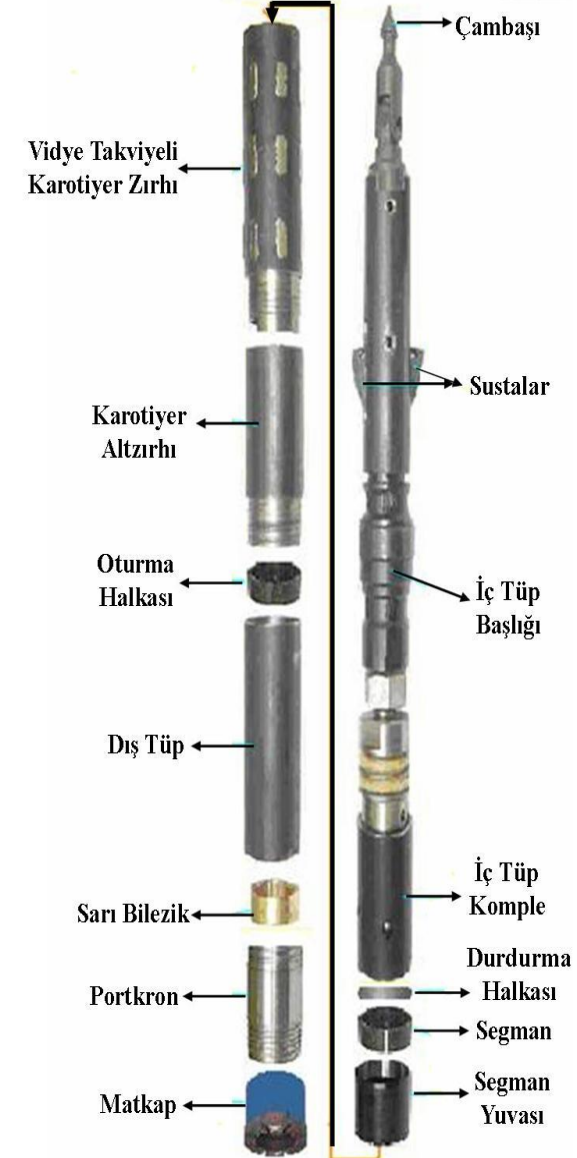


Üç tüplü karotiyer

- İç içe üç tüpten oluşur ve en içteki tüp kesinlikle dönmez. Özellikle yumuşak ortamlarda tercih edilirler

Wire-Line Karotiyerler(QWL)

- Wireline karotiyerler, genellikle derin karotlu sondaj kuyularında, zamandan tasarruf sağlamak için kullanılmaktadır.
- Wire-line karotiyerler, çift tüplü karotiyerlerin benzeridir. Fakat bu tip karotiyerlerde, iç tüp komple bir birim durumundadır.
- En çok kullanılan wire-line karotiyerler Q serisidir. Farklı serilerde bulunmaktadır.





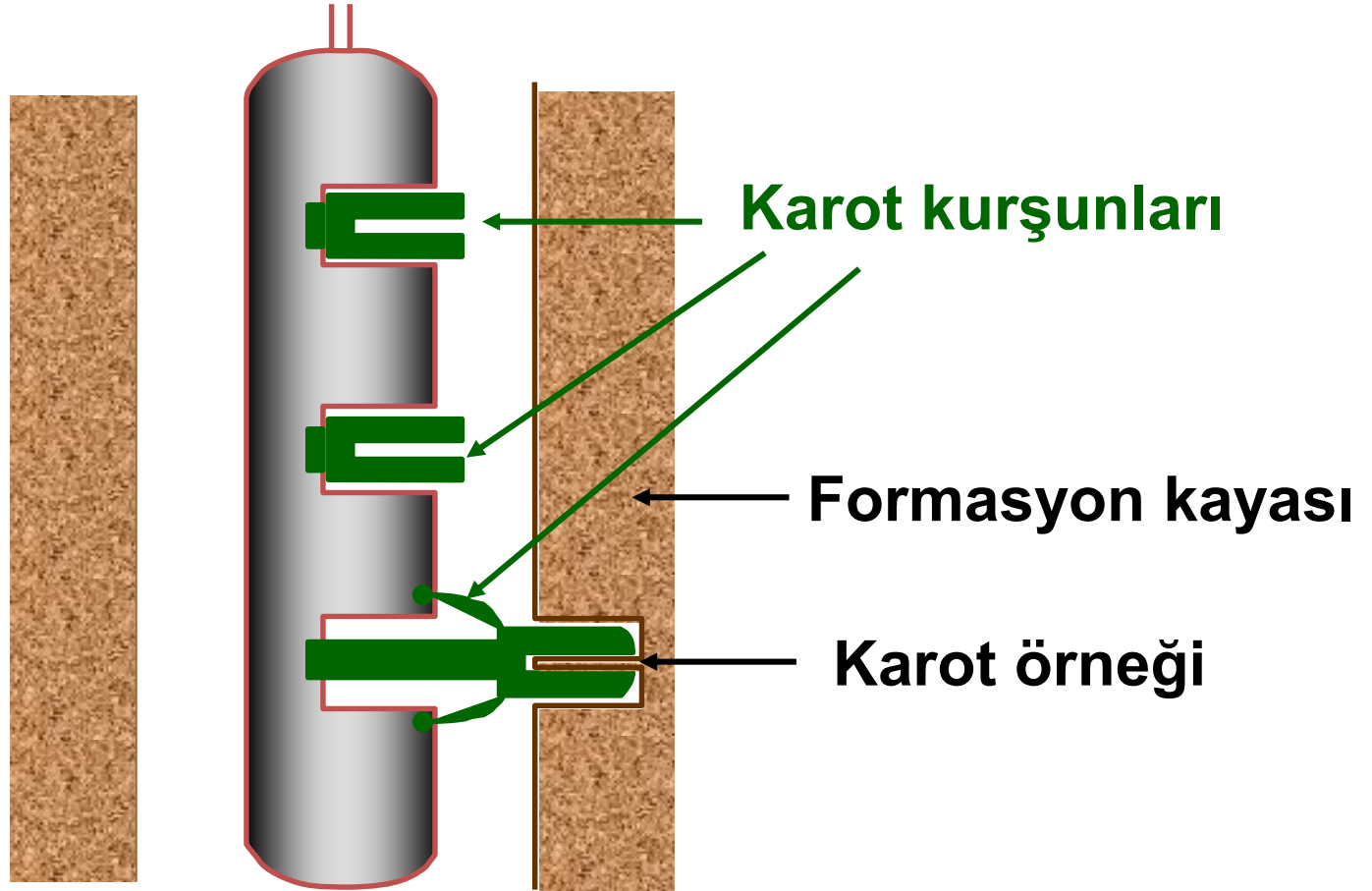




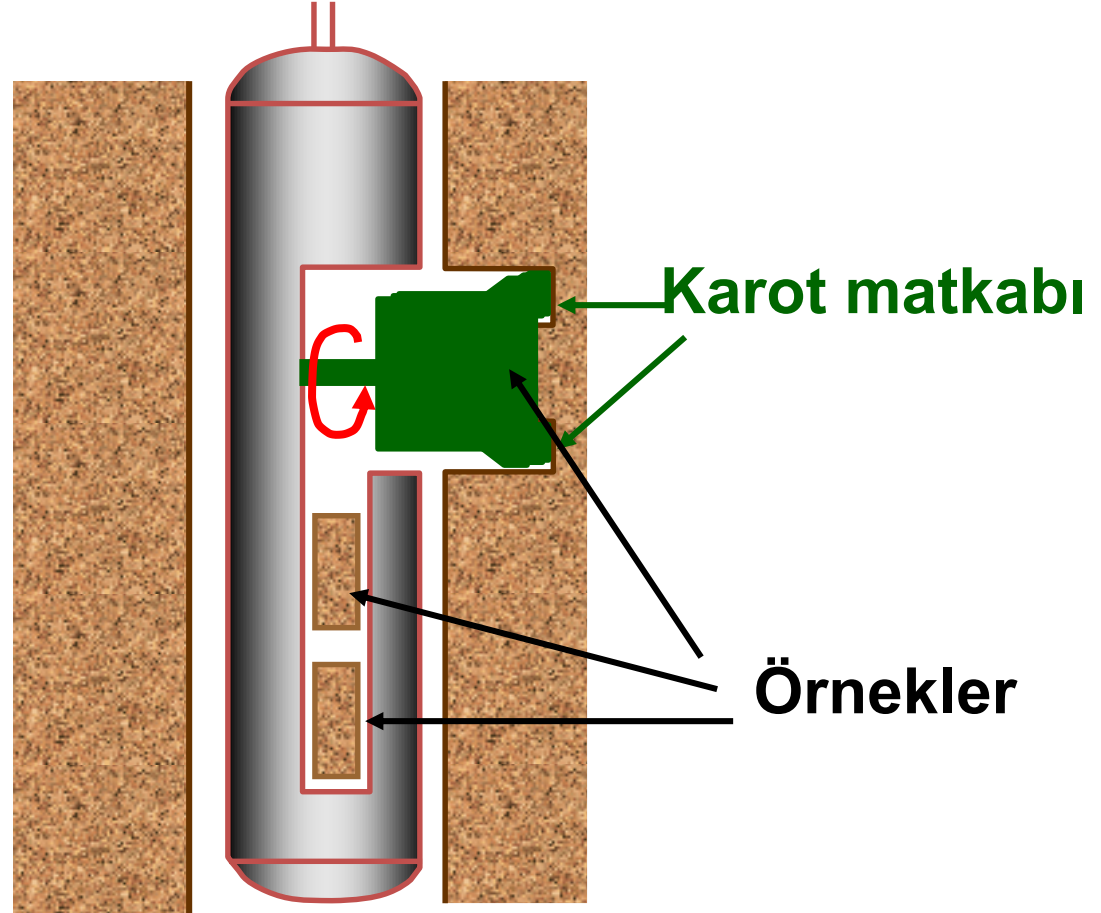
Konvensiyonel ve Wire-line Karotlu Sondaj Tekniklerinin Karşılaştırılması

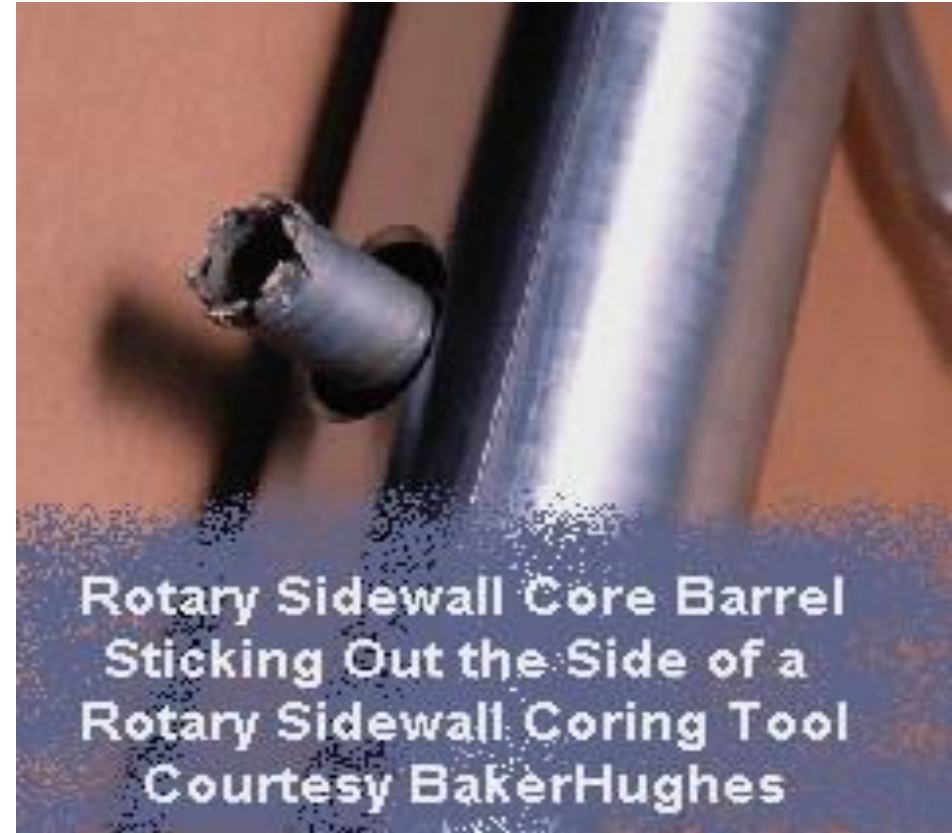
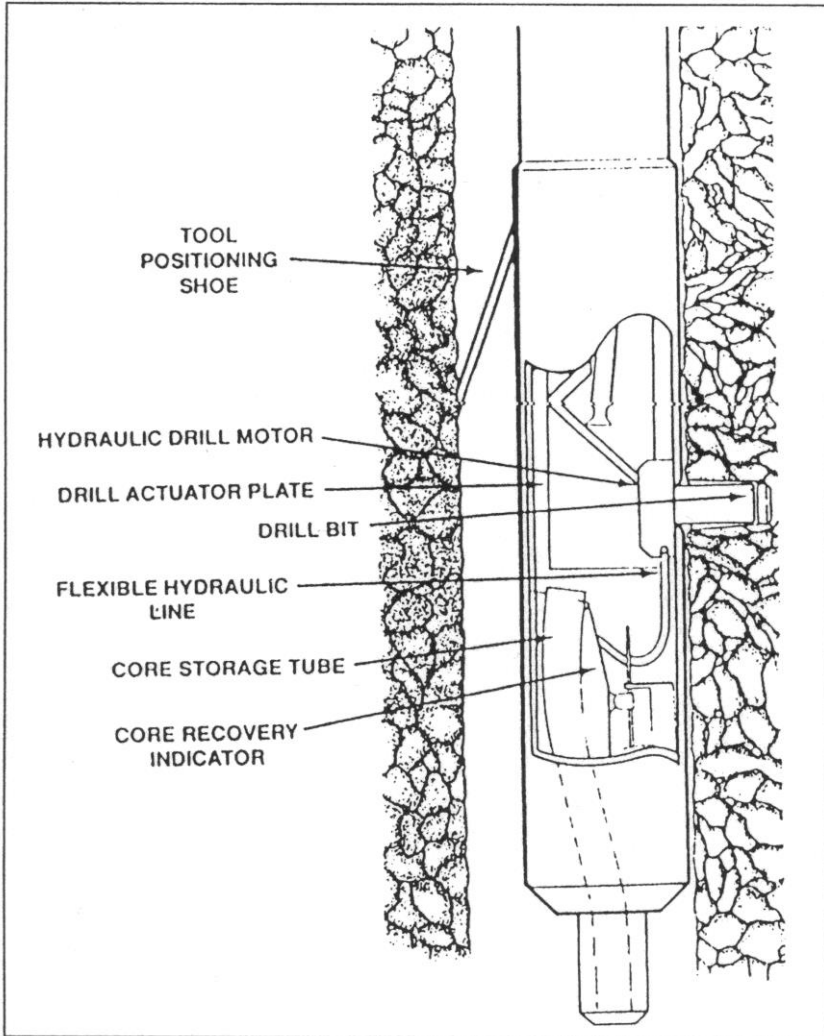
- **1.** Wire-line karotlu sondaj, sığ kuyularda dahi konvensiyonel sondaja oranla daha yüksek verim sağlamaktadır
- **2.** Wire-line karotlu sondaj, yatırım maliyetlerini daha kısa sürede amorti etmektedir
- **3.** Konvensiyonel sondajda, karot alım işlemleri için takımın kuyuya indirilmesi ve kuyudan çıkarılması nedeniyle oluşabilecek kuyu bozulmaları ve yıkıntıları jeolojik şartlara bağlı olarak önemli bir faktör olabilir
- **4.** Kullanım kolaylığı, daha hafif ekipman sayesinde güvenlik ve sondör yorulması azalmaktadır
- **5.** Birim zamanda yapılan ilerleme miktarı daha fazladır

YAN DUVAR ÖRNEKLEME TABANCASI

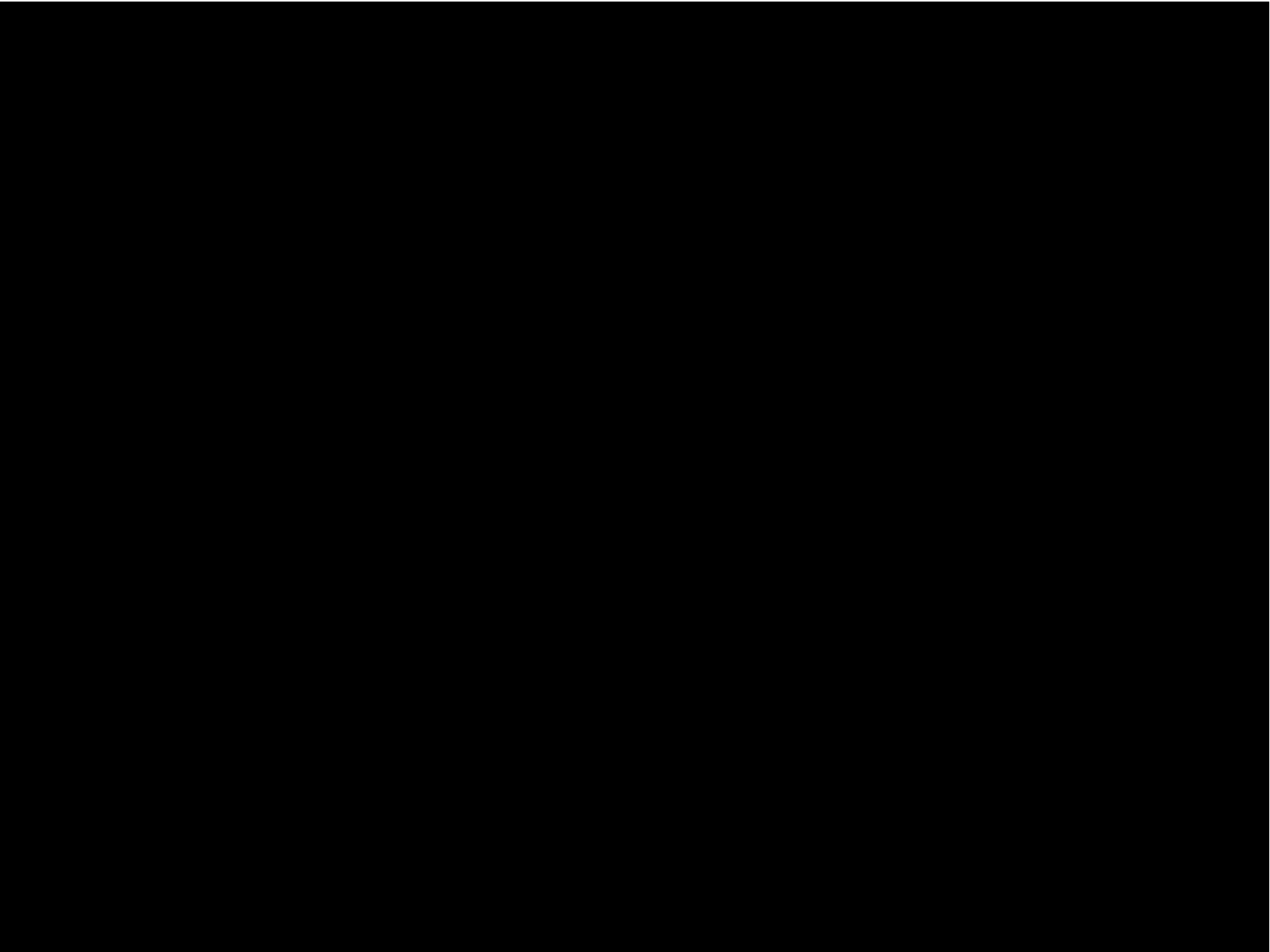


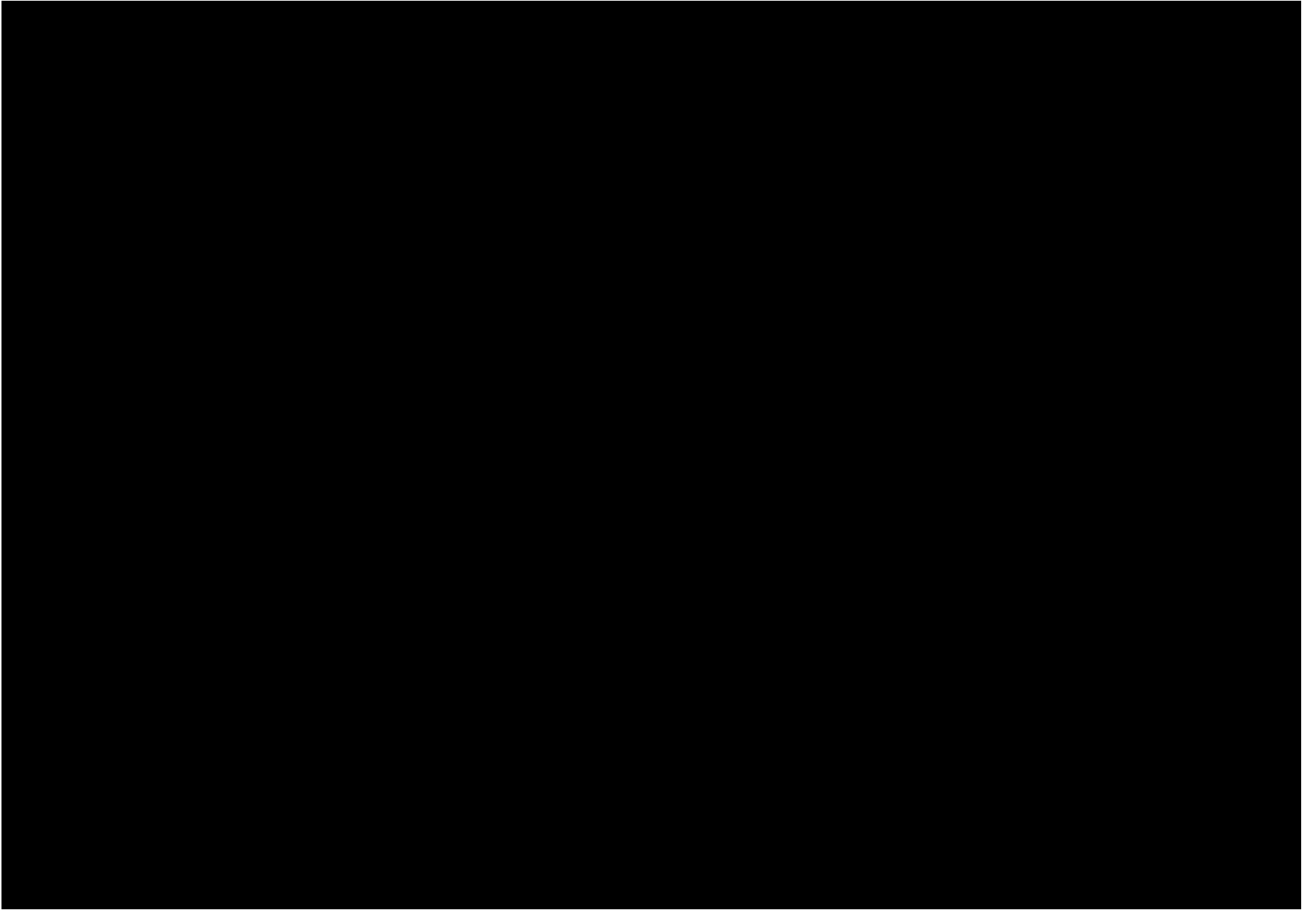
YAN DUVAR KAROT ALMA ALETİ

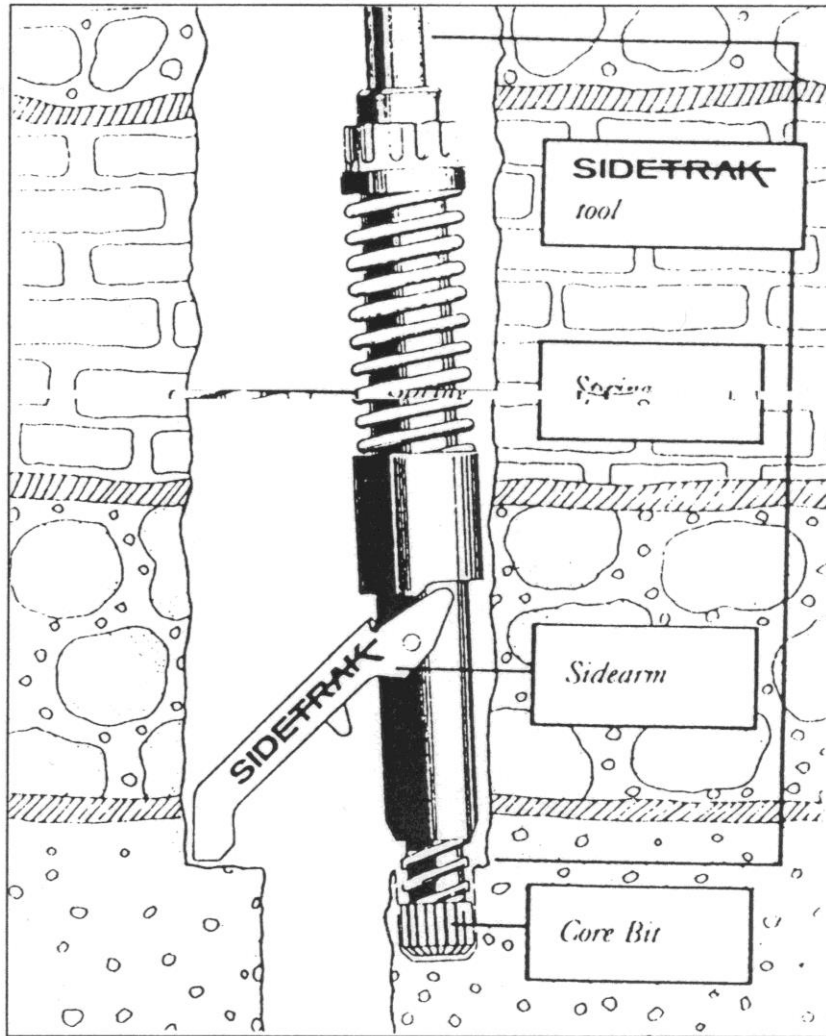




Döner (Rotary) sidewall aleti







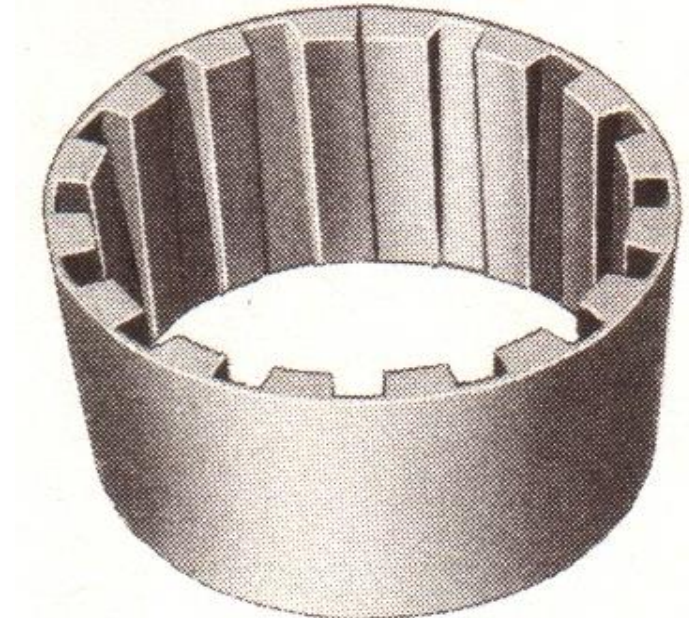
Sidetrack karot sistemi



21/12/2013

Segman (Karot tutucu) =Keçir

Sondaj çalışmalarında alınan karotun tabandan koparılmasını ve karotiyer kuyu dışarısına çıkartılırken karotun karotiyer içerisinde kalmasını sağlayan ekipmana segman denilmektedir.



Portkron

- Karotiyer ile matkabı birbirine bağlayan ekipmandır.



Vidyeli portkron

Elmaslı portkron



Karot matkapları genellikle 1.75 - 5.25 inç çapındadır



Elmas parçaları döner karot matkabi üzerine yerleştirilir. Parçalar tungsten carbide veya PDC olabilir

TÜM KAROT ANALİZLERİ vs. (TAPA) PLUGS VEYA YAN DUVAR KAROTLARI

TÜM KAROT

- Büyük örnekler alınmasını sağlar
- Formasyonu daha iyi ve tutarlı temsil etme
- Heterojen kayalar veya daha karmaşık litolojiler için daha iyidir

TÜM KAROT ANALİZLERİ vs.
TAPA (PLUG) VEYA YAN DUVAR KAROTLARI

TAPA (PLUGS) VEYA YAN DUVAR KAROTLARI

- Daha küçük örnekler
- Heterojen formasyonları daha az temsil eder
- Düşük gözenekli formasyon' larda, karot tapalarından elde edilen ϕ , tüm karottan elde edilen ϕ' dan elde edilen değerden büyük olma eğilimindedir
- Çatlaklı hazne kayalarda yönü olmayan etkiler

Sondajcılıkta Standartlaşma

- **Sondajcılıkta kullanılan ölçü birimleri**
- 1-DCDMA standardı (Diamond Core Drill Manufacturers Association)
- 2-Craelius metrik standardı
- 3-Comecon standardı
- Bunlardan ilki Amerikan kökenlidir. BX, NX gibi.
- İkincisi metrik sistemdir, mm ile söylenir. 76 mm, 84 mm gibi.
- Üçüncüsü de mm ile ifade edilen ve eski Sovyetler Birliği'nde geliştirilmiş bir standarttır.
- EİE'de Craelius metrik standarda uygun malzemeler kullanılmaktadır.

D.C.D.M.A. Standardında Ekipmanların İsimlendirilmeleri

- Elmaslı sondaj tekniğinde kullanılan tüm ekipmanlar özel olarak seçilmiş, bazı harflerle tanımlanmaktadırlar.
- Bu tanımlamada, 3-Harfli ve 2-Harfli olmak üzere iki değişik yöntem uygulanmaktadır.

3-Harfli İsimlendirme

- Birinci harf, ekipmanın kullanılacak olduğu standart kuyu çapını göstermektedir. D.C.D.M.A. standartlarında kekten bye doğru E, A, B, N ve H olmak üzere beş adet standart kuyu çapı mevcut bulunmaktadır.
- İkinci harf, grup cinsini gösterir ve ekipmanın hangi cins ve serideki ekipmanlarla bir arada kullanılacağını ifade eder.
- nc harf, o ekipmanın dizaynını (serisini, tipini ve özelliklerini) ifade eder.

•
Örneğin, NWM karotiyer dendiği zaman; birinci harf olan N, bu karotiyerin N-çaplı kuyuda kullanılacağını, ikinci harf olan W, bu karotiyerin W serisi tijlerle kullanılacağını, üçüncü harf olan M ise, bu karotiyerin M-serisi, çift tüplü ve döner kafalı olduğunu ifade eder.

•
Tüm standart karotiyerler ile bu karotiyerlere ait parçalar, elmas kronlar, portkronlar ve vidya kronlar, 3-Harfli sistemde adlandırılmaktadır. (BWG keir, NXM karotiyer, AWG portkron, DWB elmas kron, gibi) (Alpan, 1969).

CMS

DCDMA

BORU ÇAPI mm	KUYU ÇAPI mm		KUYU ÇAPI mm	BORU ÇAPI mm
				Z 220.2
			Z 200.0	U 193.7
			U 174.6	S 168.3
143	146		S 146.1	P 139.7
128	131		P 120.6	H 114.3
113	116		H 99.2	N 88.9
98	101		N 75.7	B 73.0
84	86		B 60.0	A 57.1
76	76		A 48.0	E 46.0
64	66		E 37.7	R 36.5
54	56		R 29.8	—
44	46			
35	36			

2-Harfli İsimlendirme

- Birinci harf, 3-Harfli tanımlamada olduğu gibi, ekipmanın kullanılacak olduğu kuyu çapını gösterir.

•

İkinci harf ise, ekipmanın grup cinsini ve dizaynını birlikte ifade eder.

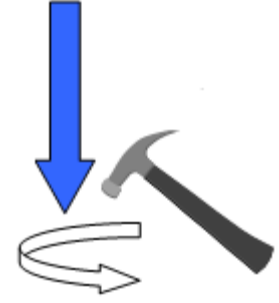
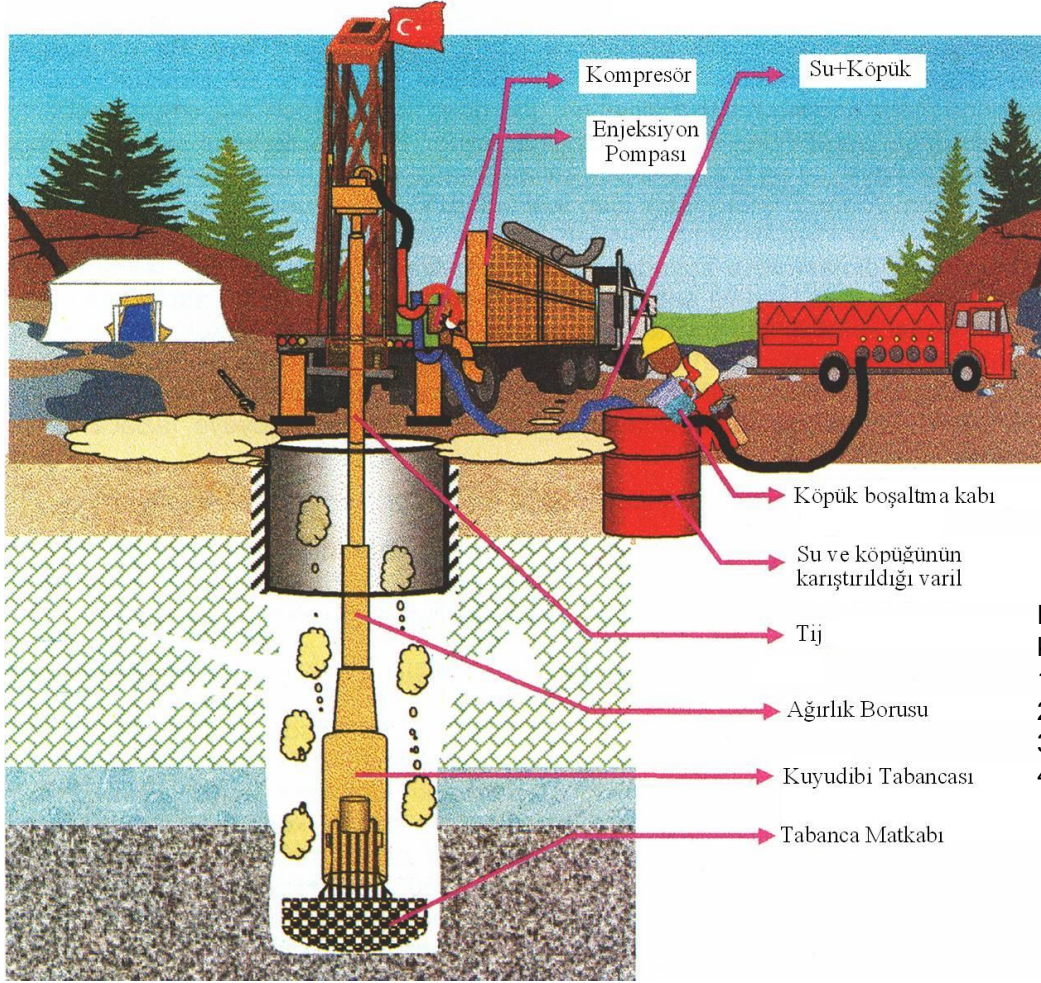
•

Örneğin, NW tij veya NX tij dendiği zaman; birinci harf olan N, bu tijlerin N-çaplı kuyuda kullanılacağını ikinci harf olan W veya X, tijlerin hangi tip ekipmanlarla kullanılacağını yanı sıra, tijlerin tip ve özelliklerini ifade eder.

Standartlaşmanın Sağladığı Faydalar

- 1. Çeşitli ülkelerde ve değişik firmalar tarafından imal edilen sondaj ekipmanlarının, malzeme kalitelerinin, ölçü ve toleranslarıyla, işlerliklerinin garanti altına alınması.
- 2. Değişik imalatçılar tarafından yapılan ekipmanlar arasında uyum sağlanarak, bunların bir arada kullanılabilmesi.
- 3. İmalatçılar ve kullanıcılar ortak bir dil sağlanarak, çeşitli yerlerden ve çeşitli şekillerde yapılacak taleplerde, kullanmalarda ve ikmallerde sürat, kolaylık ve emniyet sağlanması.

Havalı Sondaj Tekniği



Havalı sondaj ekipmanları, döner sondaj yönteminde kullanılan ekipmanlara ilaveten şu elemanlardan oluşur;

- 1.Kuyu dibi Tabancası
- 2.Tabanca Matkabı
- 3.Köpük Pompası
- 4.Kompresör

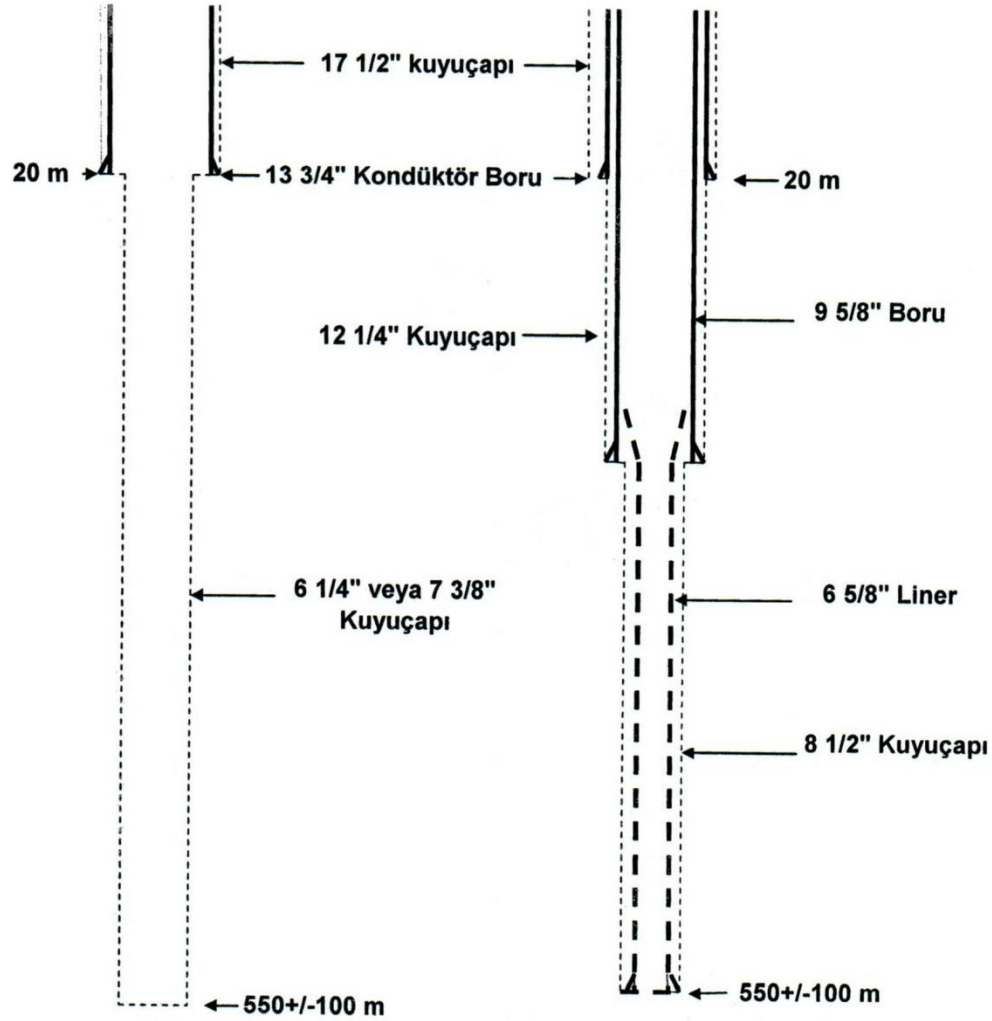
Avantajları

- Üretim zonlarına verilen zarar minimumdur
- Kaçak problemi ortadan kalkmaktadır
- Üretim zonlarının potansiyeli daha doğru olarak analiz edilebilmektedir
- Sondaj hızı yüksektir
- Matkap ömrü uzundur
- Sert formasyonların delinmesinde daha etkindir
- Kuyular daha düzgün ve dik açılabilir
- Çevreye zararı az ve çalışma ortamı temizdir
- Maliyetleri düşüktür

Dezavantajları

- • Rezervuar basınç kontrolü minimum düzeydedir.
- • Kuyu duvarlarına uygulanan basınç yok denecek kadar azdır
- • Su girişlerinde hava ile devam etme zorlaşır

Üst sistem	Sistem	Sistem	Formasyon	Simgesi	Kalınlık (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLER
SENOZOYİK	TERSİYER	EOSEN	Lütésiyan çökelleri ve Yozgat volkanitleri	Ev	150		Tüf, aglomera bazalt	Geçirimsiz
					315		Bazalt, andezit	Yer yer kırıklı çatlaklı Fay zonu geçirimli
					350		Çakıltaşı, kumtaşı kıltaşı, mam	Geçirimsiz
					525		Altere granit	Altere zonlar geçirimli
MESOZOYİK	KRETASE	Ü. KRETASE?-PALEOSEN	Yozgat granitoyidi	Gr	550		Granit, granitoyid	Yer yer kırıklı çatlaklı? Muhtemel rezervuar
					600		Gabro, gabroyid	Yer yer kırıklı çatlaklı? Muhtemel rezervuar
					650		Granit, granitoyid	Yer yer kırıklı çatlaklı? Muhtemel rezervuar
					650		Granit, granitoyid	Yer yer kırıklı çatlaklı? Muhtemel rezervuar



A) DAR ÇAPLI GRADYEN KUYUSU
BORU TASARIMI

B) ÜRETİM KUYUSU BORU
TASARIMI



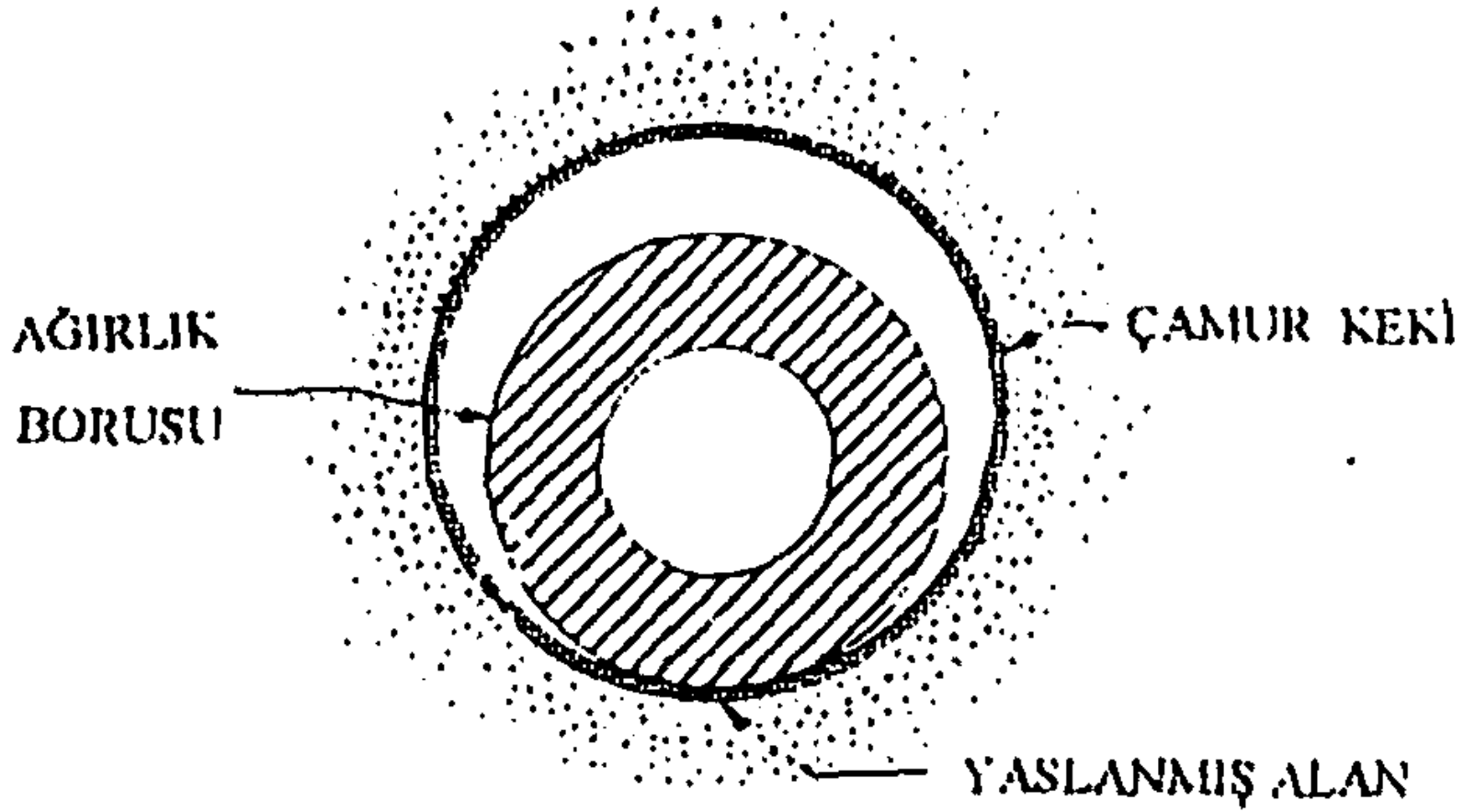
Kuyu Derinliği(m)	Kuyu Çapı(İnç)	Sondaj Yöntemi	Açıklama
0-20	17 1/2	Düz Hava Dolaşımli Sondaj	Kuyu çapının geniş olması ve elde bu çapta tabanca matkabi bulunmaması nedeniyle bu kısmın hava soğutmalı üç konili matkapla delinmesi düşümlmüştür.
20 →	8 5/8	Kuyudibi Tabancalı Hava Dolaşımli Sondaj	Rezervuar seviyesinin oldukça derin ve örtü birimlerin oldukça sert olması ve yüzey-orta seviyelerinde yüksek basınç ve sıcaklık değerlerinin beklenilmemesi nedeni ile havali sondaj tekniğinin kullanılmasına, havali sondaj çalışmasını sınırlayıcı şartlar oluşması durumunda çamurlu rotari yöntemle sondaja devam edilmesine karar verilmiştir.

ANA SONDAJ PROBLEMLERİ

Takım Sıkışması

- *Takım serbest (takım aşağı yukarı hareket ettirilebiliyor), fakat döndürülemiyor
- *Takım aşağı veya yukarı hareket ettirilemiyor, fakat döndürülebiliyor
- *Takım aşağı veya yukarı hareket ettirilemiyor ve döndürülemiyor

SIKIŞMA ANINDA



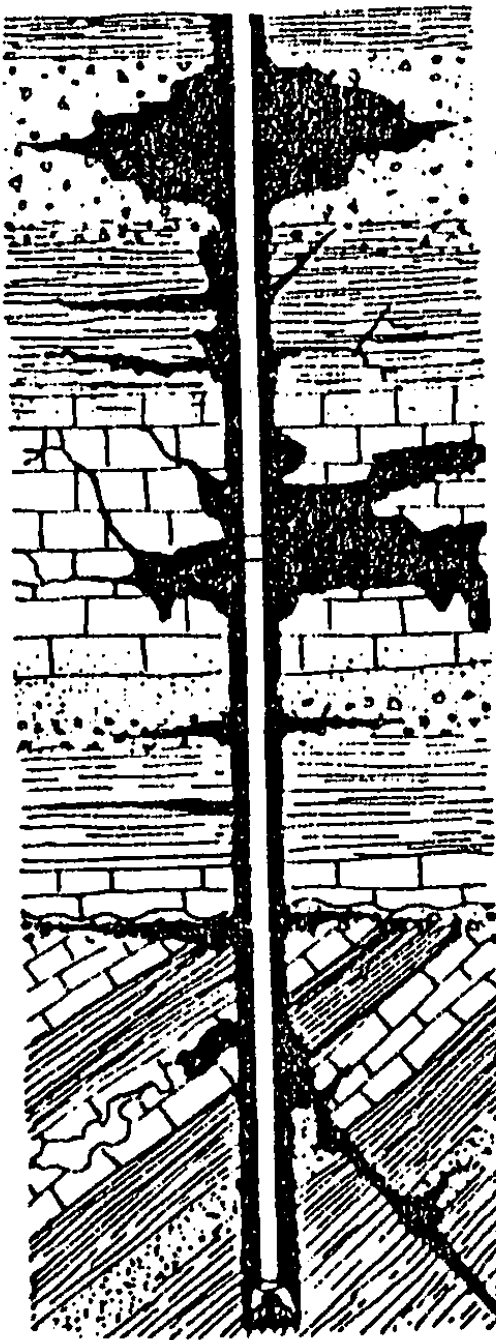
Ağırlık borularının kuyu duvarına yapışması-gömülmesi
(Tonçer,1995)

Kurtarma alışmaları

- (a) Dolaşım mümkün ise asit vb bir enjeksiyon ile kurtarma
- (b) Tarama yöntemleri: Deliğin sıkışma bölgesine kadar daha geniş çaplı olarak taranması
- (c) Sökme yöntemi: Kurtarılabil-diği yerden takımın sökülmesi
- (d) Kesme yöntemi: Dizinin çapına göre uygun kesici ile kesilmesi ve dizinin bir kısmının kurtarılması
- (e) Patlatarak kurtarma

Çamur Kaçağı

- 1-Çatlaklı formasyonlar(birincil çatlaklar)
- 2-Delme işlemi sırasında formasyonda oluşan ikincil çatlaklar
- 3-Mağaralı veya boşluklu formasyonlar
- 4-Gevşek veya geçirgenliği yüksek formasyonlar
- 5-Çamurun hidrostatik basıncının fazla olması
- 6-Takımın kuyuya indirilmesi sırasında oluşan pistonlama basıncı
- 7-Çamurun hızı ile kuyu tabanına yaptığı basınç



A Gevşek Kumtaşları ve Konglomeralar, Alüvyonlar

D Tabakalı Kireçtaşı ve Dolomit, Tebeşirtaşı, Şeyl

B Mağaralı ve Boşluklu Kireçtaşları

A Gevşek Kumtaşları ve Konglomeralar, Alüvyonlar

c Faylı ve Kırıklı Formasyonlar

Çamur kaçaklarının olabileceği formasyonlar
(MACCOBAR, 1977)

• Erime

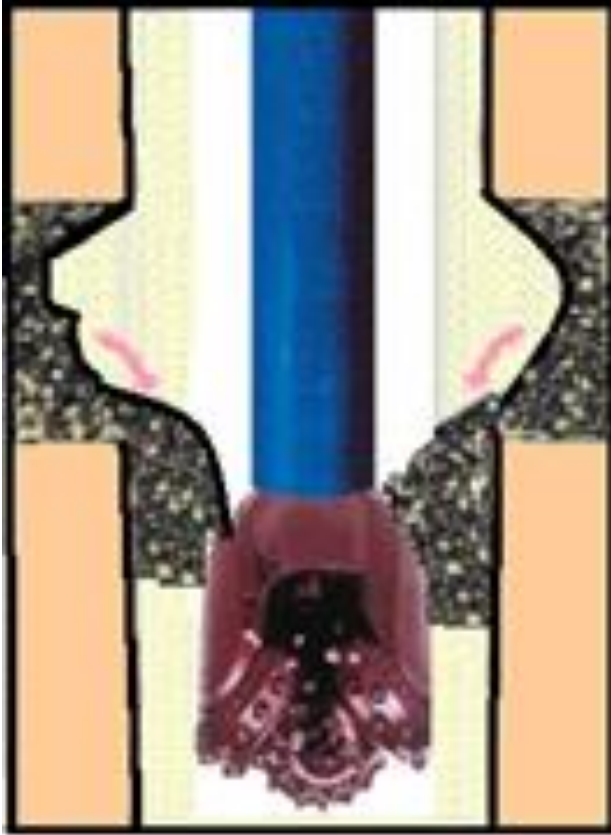
- * Kil erimeleri
- * Tuz erimeleri
- * Mineral erimeleri (trona vb)
- Sonuçları:
 - (a) Sondaj sıvısının bileşimi bozulur
 - (b) Sondaj kuyu çapı bozulur ve ilerleme olanaksızlaşır
 - (c) Örnekleme yapılamaz

• Düşeyden sapma

- Önlenmesi:
 - (a) Baskı formasyon özelliğine göre ayarlanmalı
 - (b) Sondaj dizisinin rijitliği ile sapma ters orantılıdır.
 - (c) Dizinin dışçapı ile kuyu çapı arasındaki fark yüksek olmamalı.
 - (d) Sapmazlar kullanılmalı

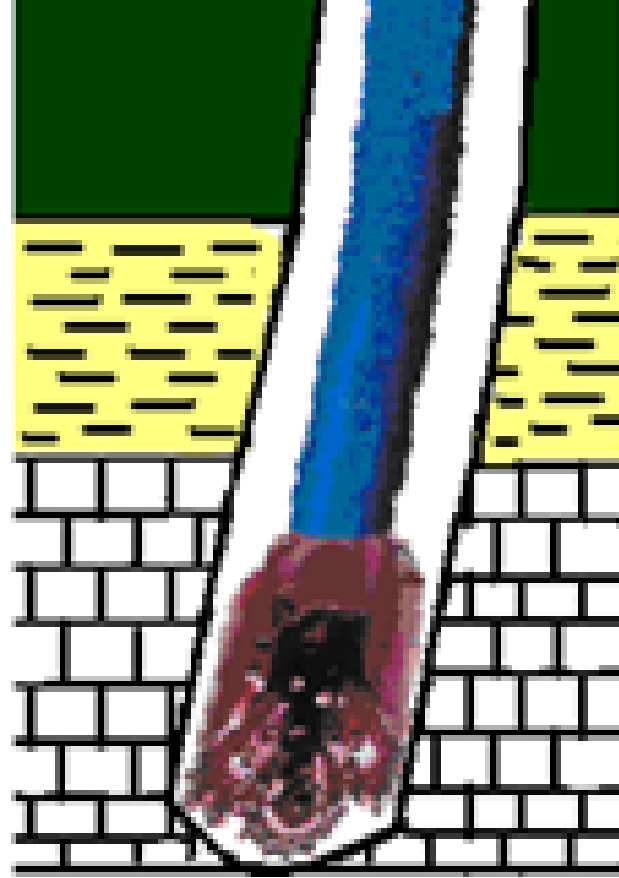
PROBLEM OLUŞTURAN FORMASYONLAR

- Alüvyonlar ve Bloklü Alüvyonlar

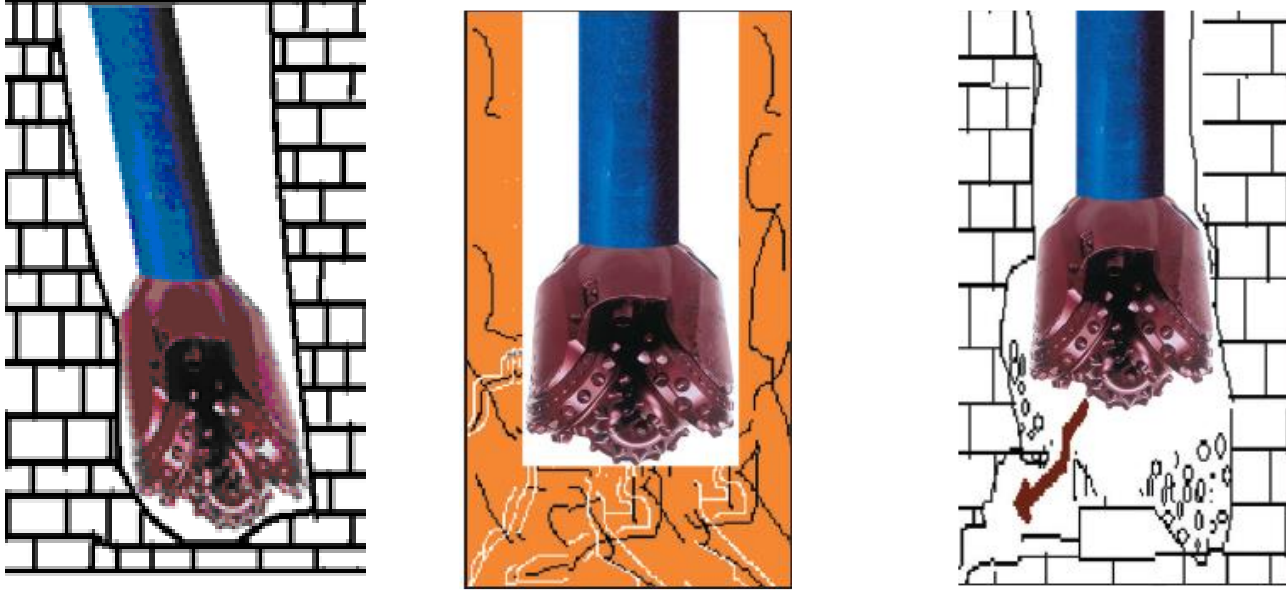


Alüvyonların delinmesi sırasında çıkan en önemli sorun, kuyu genişlemesi (yıkılma-göçme) nedeniyle kuyuda dolgu oluşmasıdır.

Ardışıklı Sert ve Yumuşak Formasyonlar

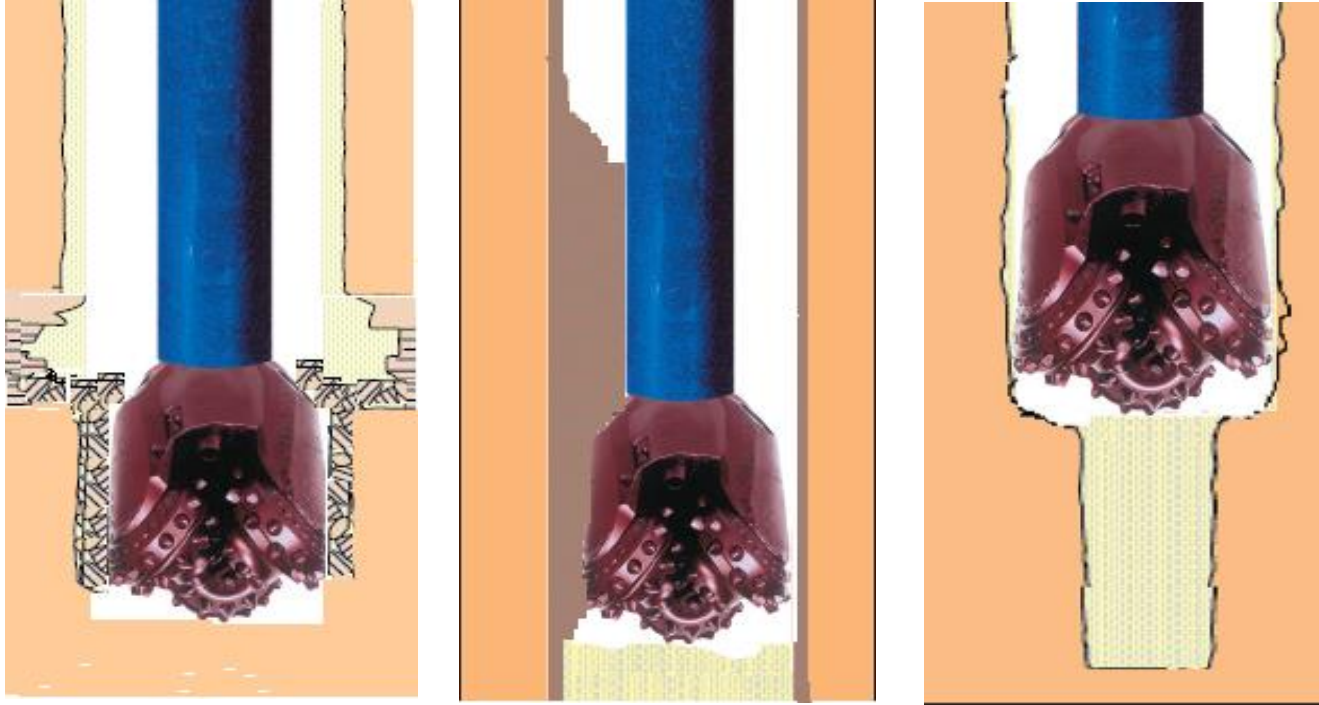


Mağaralı ve Çatlaklı Formasyonlar



Çatlaklı ve mağaralı formasyonda çıkan sondaj sorunları

- (a) Kuyunun düşeyden sapması
- (b) Çamurun çatlaklara kaçması
- (c) Çamurun mağara ve boşluklara kaçması



(a)

(b)

(c)

Kil formasyonların delinmesi sırasında çıkan sondaj problemleri

(a) Killerin dağılması sonucunda kuyu duvarında yıkılma

(b) Suyu doymuş killerin akıcı hale geçmesi ve takım üzerine yapışması

(c) Suyu doymuş killerin şişmesi nedeniyle kuyu daralması

Karotlu Sondajlarda Yaşanılan İlerleme Güçlükleri

- **Takım Sıkışması**
- Takım sıkışması, karotlu sondajlarda en sık karşılaşılan problemlerden birisidir. Takım sıkışmasına sebep olan birçok durum vardır. Bunlar;
- 1. Yıkıntı
- 2. Şişme
- 3. Kalın çamur keki
- 4. Kırıntı çökmesi
- 5. Karot bloklaması
- 6. Tij bağlantı yerlerinden su sızması

Takım Kesilmesi(Kopması)

- Çeşitli sebeplerle kuyu içerisinde bulunan takımın herhangi bir yerinden kopması, karotlu sondajlarda çok sık karşılaşılan durumlardan birisidir.

Metal Parçaları veya Sert Cisimlerin Kuyuya Düşürülmesi

- Dikkatsizlik nedeniyle veya kaza sonucunda, morset lokması, anahtar çenesi, civata vb. gibi metalik veya metalik olmayan bazı malzemeler kuyu içerisine düşebilir ve bu malzemeler delme işlemine devam edilmesini engelleyebilir.

Tambur Halatının veya Wire-line Halatın Kuyu İçerisine Düşmesi

- Halatlar koparak veya bağlantı yerlerinden çözülerek, kuyu içerisine düşebilmektedirler.

Kuyu Sapması

