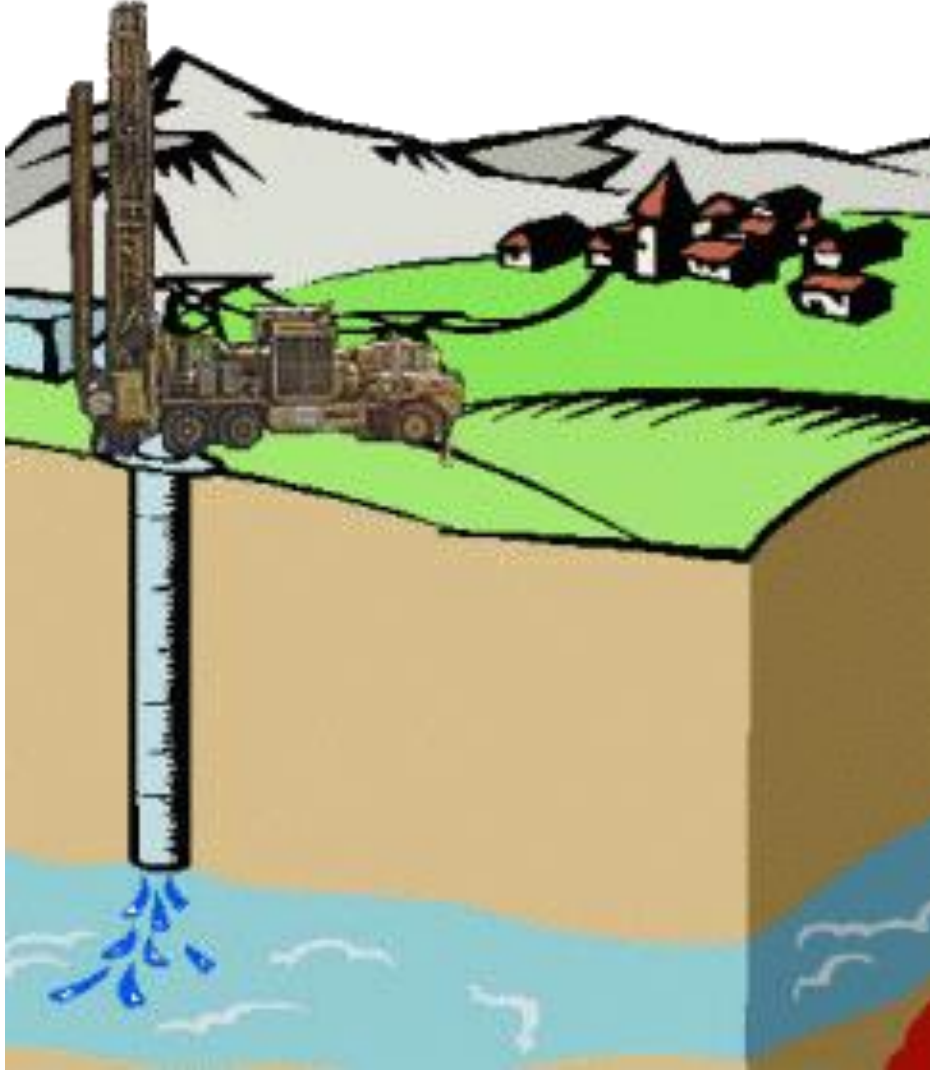


Su Sondajları



SU KUYUSU AVAN PROJESİ veya TASARIMI

- Bir kuyunun tasarımına başlamadan önce yörede daha önceden açılmış bulunan kuyuların tasarım, delinme, ve kuyuların tamamlanana kadar çıkan tüm zorlukların öğrenilmesinde çok büyük fayda vardır.
- Kuyuların işletilmeye başlanmasından sonra çıkan sorunlarında öğrenilmesi gerekmektedir.
- Bir sondaj ekibi gideceği kuyu lokasyonuna göre hazırlanan jeolojik ve hidrojeolojik etüd raporunu incelemeli; eğer etüd raporu yoksa jeoloji mühendisi aşağıda belirtilen ön bilgileri derleyerek gideceği lokasyona göre taşıyacağı malzeme ve ekipmanı önceden temin ederek nakliyata başlamalıdır.
- Kuyu tasarımı ve kuyudan istenilen randımanın alınması kuyu lokasyonuna gitmeden önce alınacak tedbirlerle başlar, kuyu yer hazırlığı, ilerleme ve borulama ile devam eder.

SU SONDAJ KUYUSU AVAN PROJESİ

DELİK Ø	TEÇHİZ Ø	KUYU KESİTİ	FORMASYON	FORMASYON TARIFI	
	+ 0.50			Kuyu ağızı betonu üst kotu	
22" RB.	19" Mh.x12 m.			0 - 3 m.	NEBATI TOPRAK
12.00 m.	10" KB.			3 - 34 m.	KUM - ÇAKIL (İnce)
				34 - 44 m.	KİL (Az çakıllı, siltli)
	10" KF.	44.00 m.		44 - 56 m.	KUM - ÇAKIL (İnce)
	10" KB.	48.00 m.		56 - 64 m.	KİL (siltli, çakıllı)
	10" KF.	52.00 m.		64 - 104 m.	KUM - ÇAKIL
	10" KB.	56.00 m.			
17 1/2" RB.	10" KB.	64.00 m.			
	10" KF.	72.00 m.			
	10" KB.	76.00 m.			
	10" KF.	80.00 m.			
	10" KB.	84.00 m.			
	10" KF.	92.00 m.			
	10" KB.	96.00 m.			
	8" KF.	104.00 m.			
	8" KB.	108.00 m.		106 - 142 m.	İNCE KUM (az siltli)
112.00 m.	8" KB.	116.00 m.			
	6" KB.	120.00 m.			
15" RB.	6" KF.	124.00 m.			
	6" KB.	140.00 m.		142 - 145 m.	KİL - SİLT
	6" KF.	144.00 m.		145 - 169 m.	İNCE KUM (az siltli)
148.00 m.	6" KB.	156.00 m.			
	6" KB.	160.00 m.			
12 1/4" RB.	6" KF.	176.00 m.		169 - 173 m.	İNCE KUM
	6" KB.	176.00 m.		173 - 180 m.	İNCE KUM (az siltli)
	6" KB.	184.00 m.		180 - 184 m.	KİL (sarı, siltli)
184.00 m.				Kuyu Tabanı : 184.00 m	

Ön bilgiler ve sondaj sırasında kaydedilmesi gereken bilgiler de gözden geçirilerek, Delik çapı, kullanılacak boru çapı, akifer durumlarına göre kapalı ve filtre boyu bilgilerinin

topluca bir şekil üzerinde gösterildiği ve standart bir çizim biçimine sahip olan şekle su sondaj kuyusu avan projesi yada kuyu logu adı verilir.

* Kuyu çapı ve derinliği için;

- İlerleme sırasında geçilecek litoloji
- İlerleme sırasında yaşanabilecek sondaj güçlükleri
- Akifer ortamın su verimi
- Kuyuda oluşacak statik ve dinamik su seviyesi koşulları
- Elde edilmesi amaçlanan su miktarı gibi parametreler

Delik O	Teçhiz O	Kuyu Kesiti (Düşey: 1/500)	Muhtemel Formasyon
17 1/2	12" K		
35 m.	30 m. 10" K 34 m.		
12 1/4	10" F		
52 m.	47 m. 10" K 51 m.		

SONDAJ

Su sondajlarda kullanılan 2 ana sondaj yöntemi vardır. Bunlar;

-Döner sondaj(Düz çamur dolaşimli)

-Döner-darbeli sondaj (Kuyudibi çekici ile düz dolaşimli sondaj/havalı sondaj)

KUYU İÇİN EN UYGUN ÇAP TAYİNİ

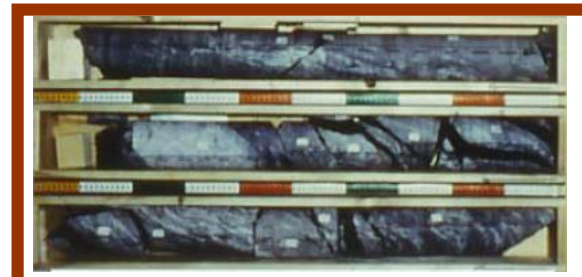
• Kuyudan alınacak su miktarı göz önünde tutularak, sondaj deliği çapı, kullanılacak koruma borusu çapından kuyu derinliği, boru türü ve geçilen formasyona bağlı olarak en az 2 inch, en çok 8 inch daha geniş olmalıdır. Özel amaçlı kuyularda bu değerlerin dışına çıkılabilmektedir.

• Birimlere göre kullanılacak matkaplar:

- Çok yumuşak formasyonlarda testere dişli matkaplar kullanılır.
- Yumuşak formasyonlarda kanatlı matkap,
- Sert formasyonlarda bilyalı,
- Çok sert formasyonlarda ise, elmas matkaplar kullanılır.
- Kilde elmas matkap, kesinlikle, kullanılmaz.

Örnek (numune) alma işlemi ve yöntemleri:

- Delme işlemi başladıktan sonra her metrede bir kesilen formasyonun tanınabilmesi için örnek alınır ve karelere bölünmüş gözler şeklinde dizayn edilen örnek sandıklarına yerleştirilir. Bu gözler ikiye ayrılarak bir kısmına yıkanmış diğer kısmına da yıkanmamış örnekler konur. Kuyu teçhiz işlemi sırasında bu örneklerden yararlanılarak borulama işlemi yapılır.
 - Örnek alma işlemi;
 - Kırıntılı örnek alma (Dolaşım sıvısı ile),
 - Bozulmuş örnek alma (Darbeli sondajlarda),
 - Değişmemiş örnek alma (Karotlu sondajlarda),
 - Bozulmamış örnek alma (Denison tüpü ile),
- yöntemlerinden biri ile gerçekleştirilir.



DENİSON KAROTİYERİ

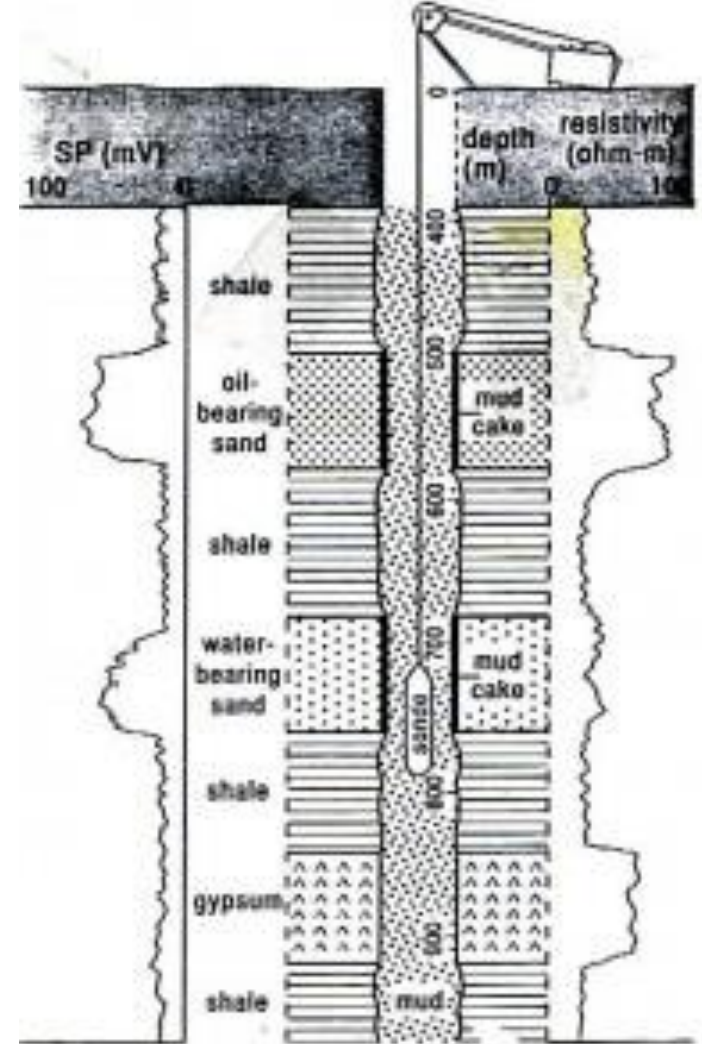


- Üç tüpten oluşan ve dönerek zemine giren bir karotiye.
- - Dış tüple birlikte tungsten karbitten yapılmış matkap
- - İç tüp ve kesici kenar (pabuç)
- - İç gömlek → Alüminyum veya ince pirinçten yapılmış tüp
- • İç tüp yavaşça itilerek dış tüpün dışına bir miktar çıkarılabilir → 50-75 mm kadar.
- • Tungsten karbit matkap zemini örseler, ancak iç tüp örseleme yapmaz.
- • İç tüpün 50-75 mm kadar dışarı itilmesi → Gevşek ve yumuşak zeminler

LOG ALMA İŞLEMİ

Delgi işlemleri tamamlandıktan sonra, geçilen formasyonların tanınabilmesi için yapılacak en sağlıklı ve bilimsel işlem kuyu logu almaktır (SP, rezistivite, Gamma ray, Sonik, vb).

Alınacak kuyu loguna göre kuyu teçhizatı yapılarak kuyu sağlıklı ve amaçlanan verime hizmet edebilecek konuma getirilir.

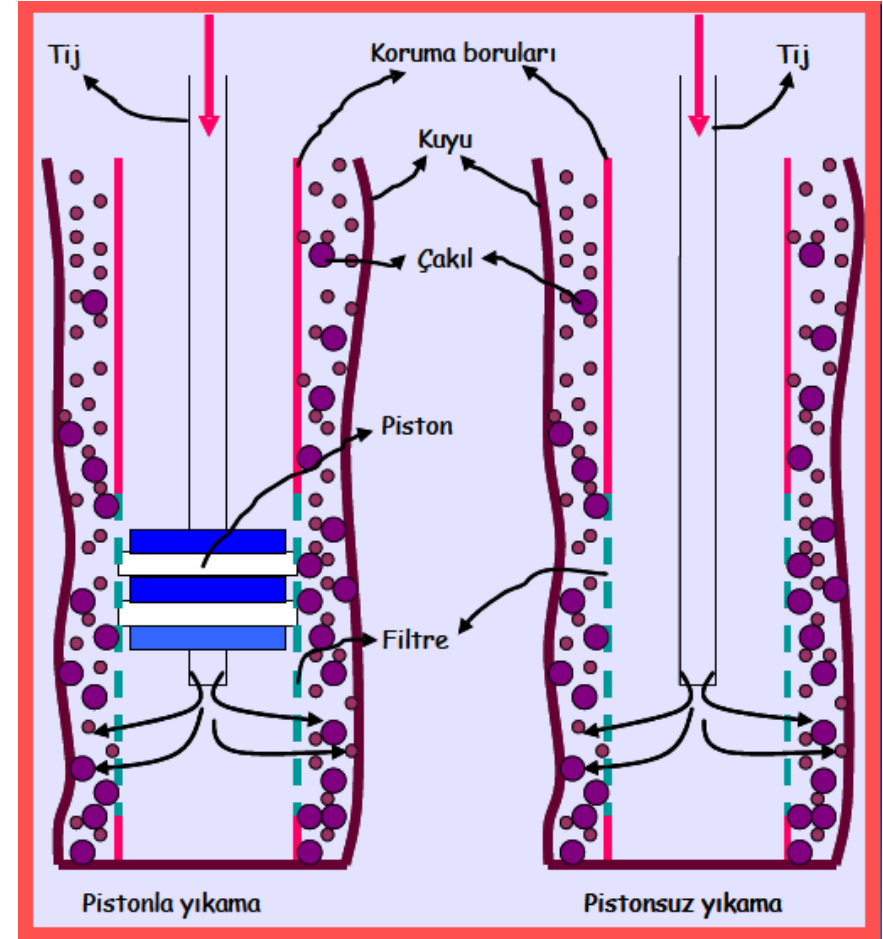


GELİŞTİRME (İnkiőaf)

- Geliştirme işlemi, kuyuya basınçlı hava vermek suretiyle yapılmaktadır.

YIKAMA (Lavaj)

Döner sondaj uygulamalarında sondaj çamuru kuyu duvarında ince bir sıva oluşturur. Sondaj işlemi sırasında bu sıva, kuyu yıkılmasını ve göçmesini, akifer seviyelerinden kuyuya su girmesini önler. Kuyu tamamlandıktan sonra normal su veriminin alınabilmesi için bu sıvanın eritilerek akifer seviyelerindeki gözeneklerin açılması ve geliştirme için gerekli suyun kuyuya girmesi için yapılan işleme yıkama denir. Kuyuya teçhiz borusu indirildikten sonra yıkama su veya su+kimyasal madde karışımı ile yapılır. Havali olarak açılan sondajlarda yıkama işlemi yapılmaz.



TECRİT-Borulama-Casing

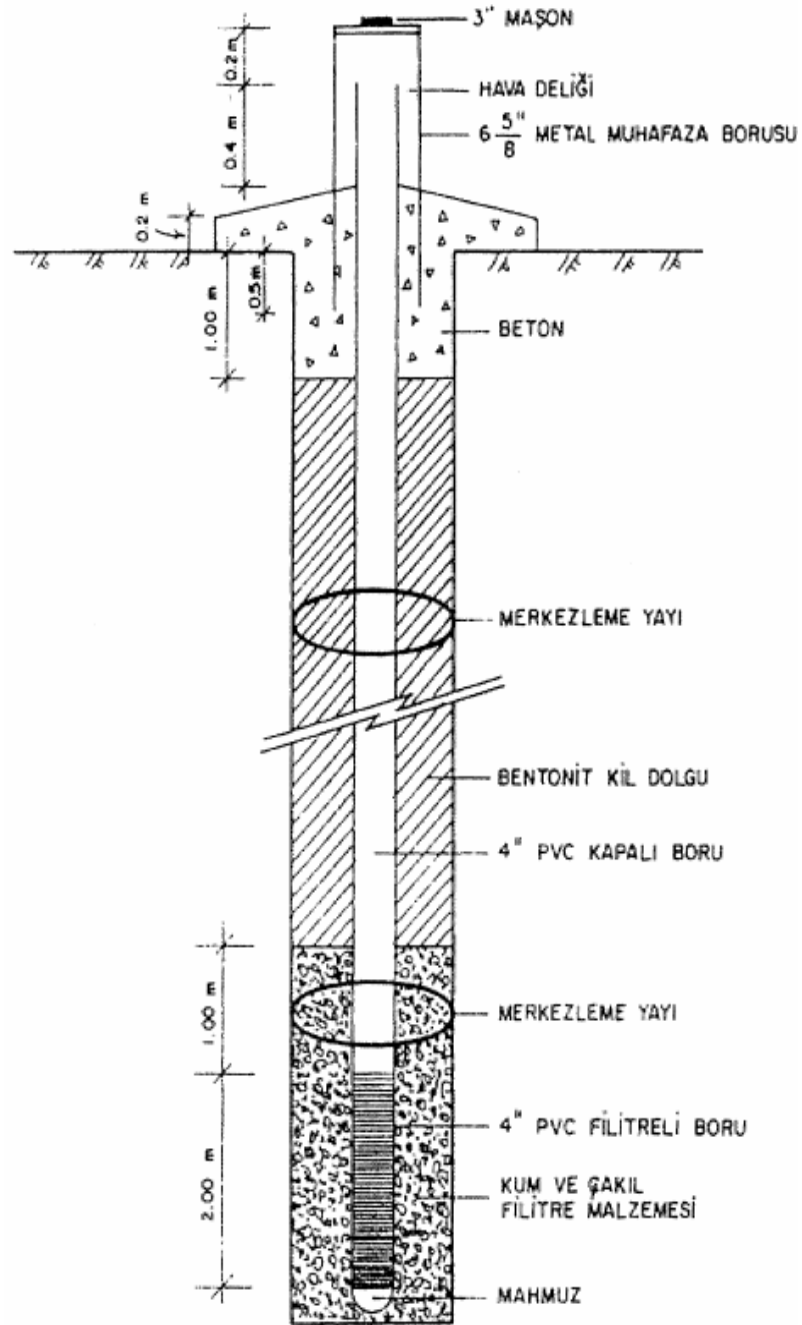
- Su sondaj kuyularında yüzeydeki kötü kaliteli, kirli veya her ne sebeple olursa olsun zararlı oldukları anlaşılan suların, kuyunun içerisindeki bazı seviyelerde bulunan suların başka seviyelerdeki sulara karışmasını, kuyuda bulunan bazı seviyelerin su kalitesini bozacak litolojiye sahip olması (jips, turba) halinde bu seviyelerin kapalı boru, kapalı boru + beton, kalın kil veya çimento şerbetiyle kapatılma işlemine tecrit denir.

Çimento şerbetinin karışım oranları

- 50 kg(1 torba) portland çimento+ 20 lt su
- 750 gr Toz bentonit veya iyi kil+ 750 gr Kalsiyum Klorür
- Önce tecrit malzemesi ile dolduracak kısmın hacmi hesaplanır. Bu hacim %20 arttırılarak gerekli miktarda çimento sağlanır

Yüzey Koruma

- Yüzey korumasının amacı yüzey sularının teçhiz borusu ile sondaj çeperi arasında kalan boşluktan kuyu tabanına doğru süzölmelerini önlemek, ve kuyuyu dış etkenlere karşı korumaktır.



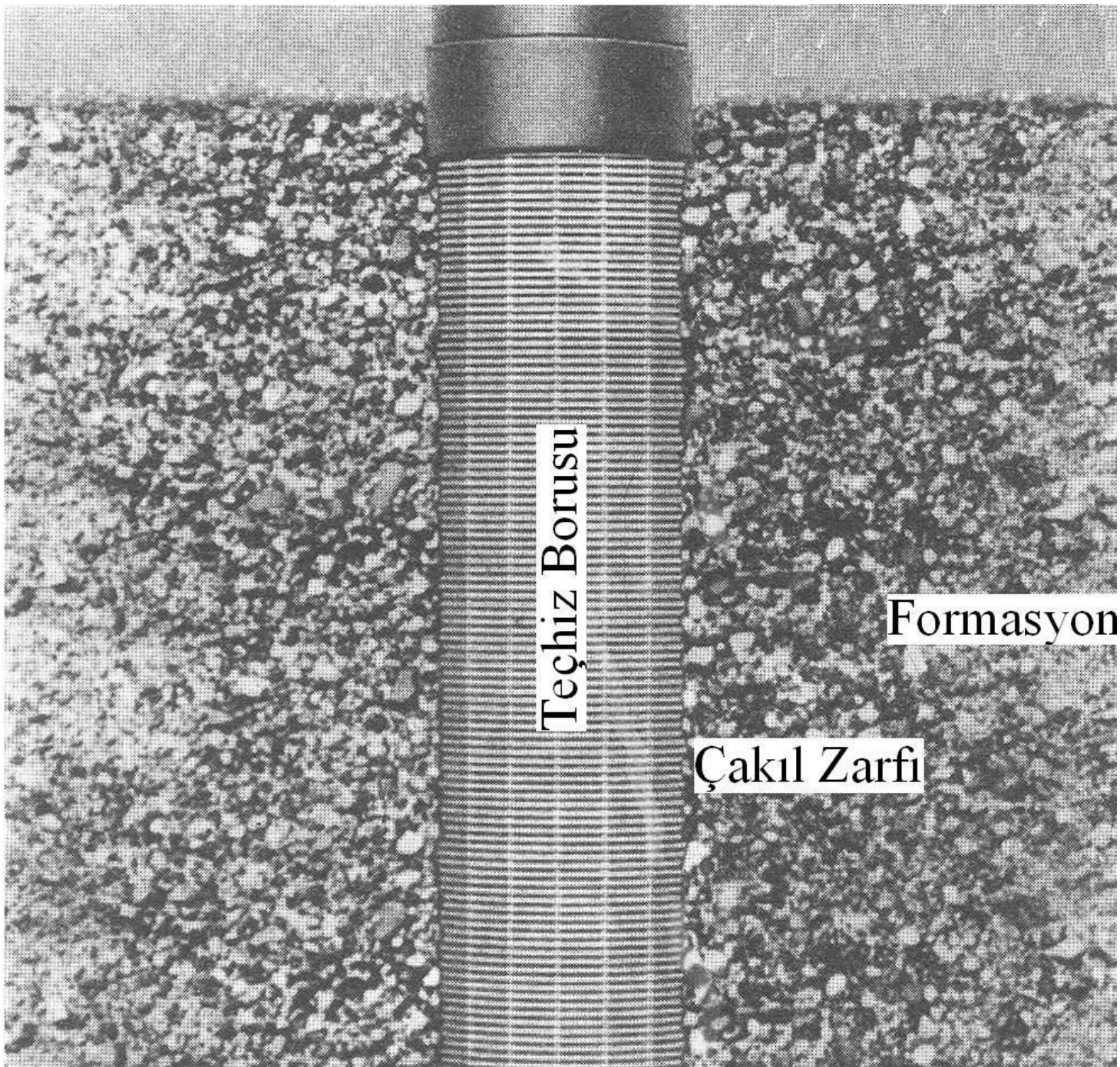
Boru ve filtre türleri

- Koruma boruları, genel olarak, sac plakalarının kıvrılması sonucunda elde edilmesine karşın, kuyularda oluşan korozyon ve boru dirençleri gibi olumsuz etkiler göz önünde tutularak farklı malzemelerden de koruma ve filtre boruları üretilmektedir.
- Su sondajlarında kullanılan koruma ve filtrelili boru türleri;
 - - Sac borular (Dikişli, Spiral ve Galvanize),
 - - Çekme borular,
 - - Paslanmaz çekme borular,
 - - Özel alaşımlı borular,
 - - PVC boruları,
 - - Yapay malzemeli borular,
- Filtreler ise;
 - - Düz filtreler,
 - - Köprü tipi filtreler,
 - - Sargılı filtreler,
 - - Yapay malzemeli filtreler.

Yaygın Filtre Türleri



Shutter yada Louvre Filtre

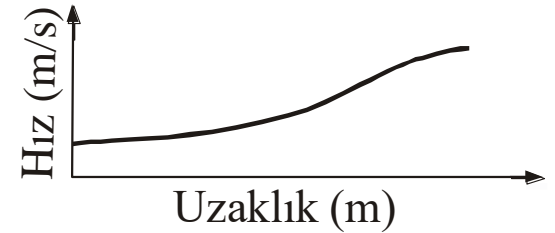
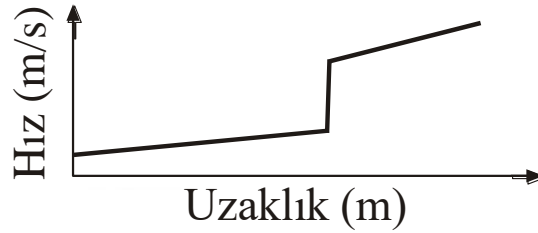
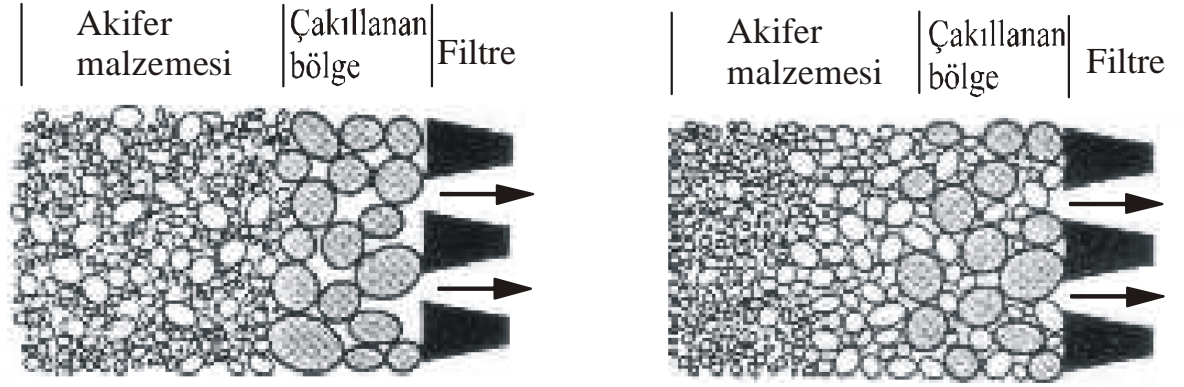


Teçhiz Borusu

Formasyon

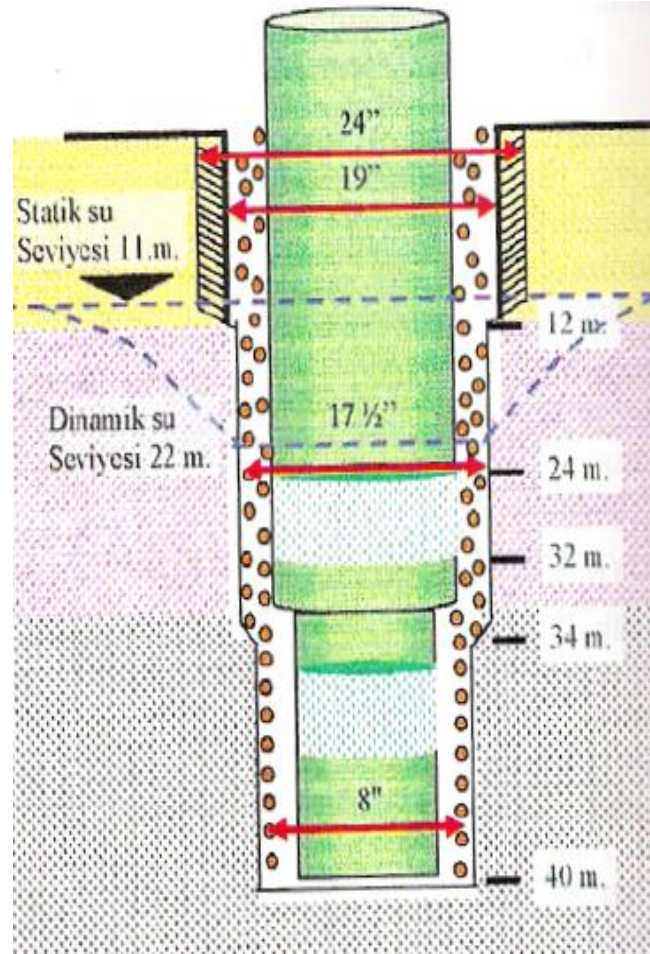
Çakıl Zarfı

Çakıllama

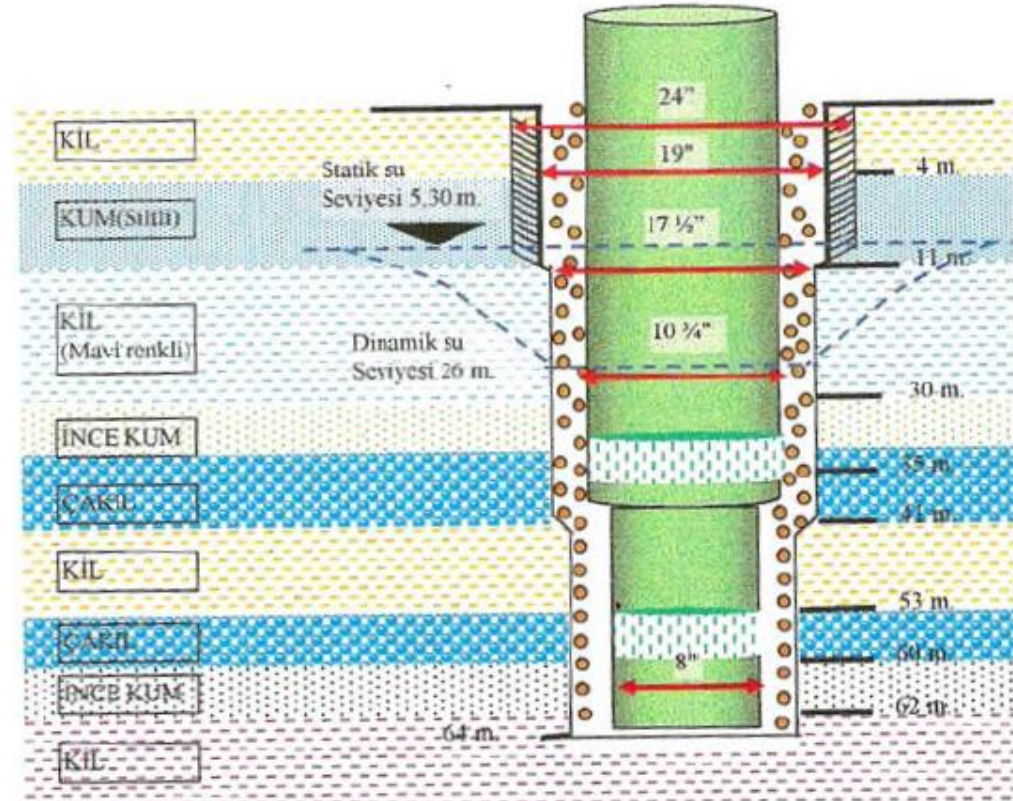


- Akifer malzemesinden daha iri taneli elenmiş çakıllar yerleştirilirse, suyun kuyu içine geçişi kolaylaşır
- İnce kırıntılarının kuyuya girmesini önleyen bu işlem çakıllama diye adlandırılır. Çakıl yuvarlak taneli, temiz, düzgün ve üniform boylu olmalıdır.
- Çakıl yığınının kalınlığının filtreyi tamamen çevrelediğinden emin olmak için en az 7-8 cm değerlerinde olmalıdır. Çakıl tabakası kalınlığının üst sınırı 20 cm civarındadır.

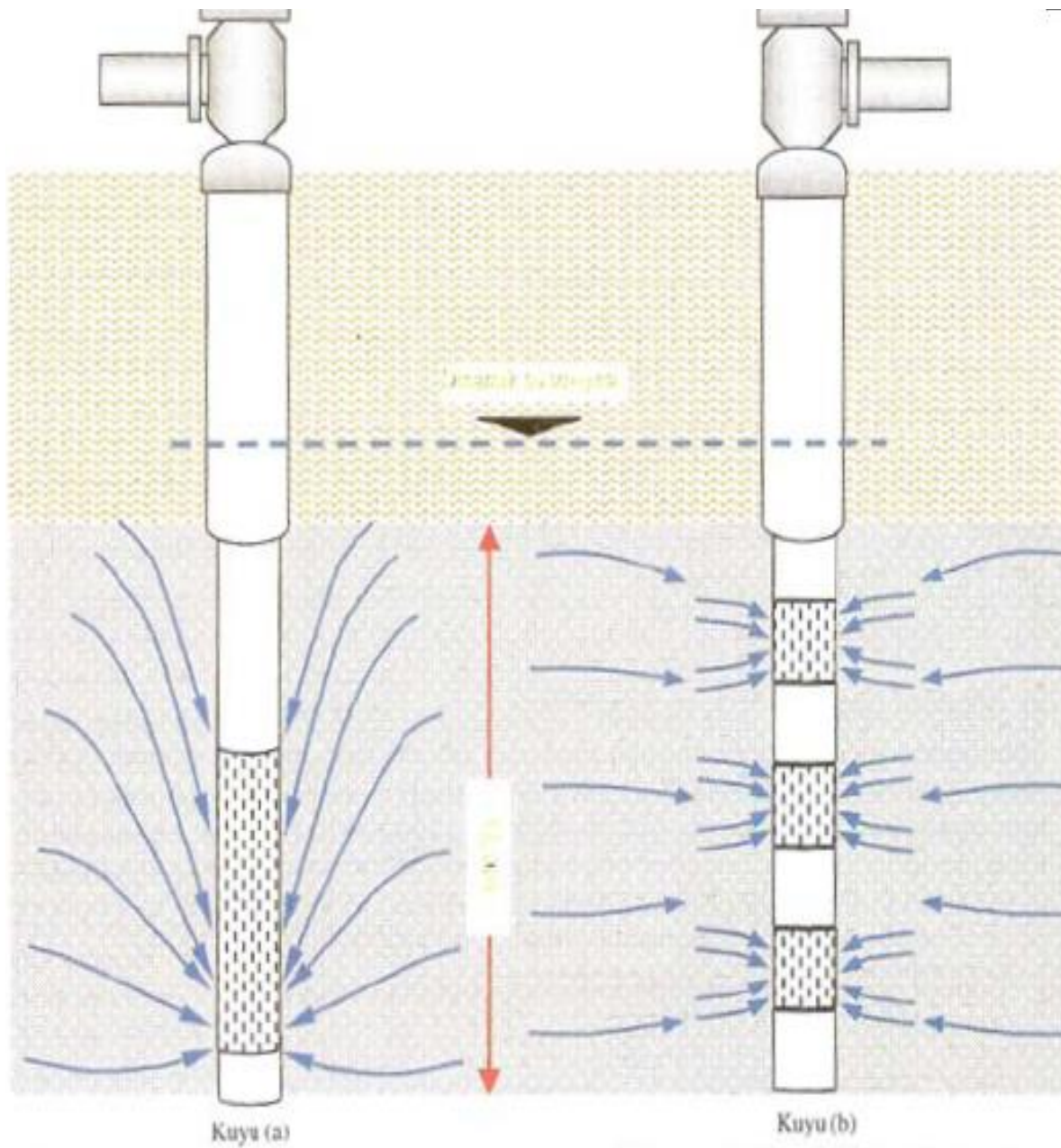
Homojen bir akifer ortamda açılan kuyuda yapılacak en uygun filtreleme modeli



Çok seviyeli basınçlı akifer ortamda açılan kuyuda yapılacak uygun filtreleme modeli



Çok seviyeli basınçlı akifer ortamda açılan kuyuda yapılacak en uygun filtreleme modeli.



Kuyu (a)

Kuyu (b)

Homojen artezyen akiferlerde filtreleme tekniğine ilişkin iki örnek. Akifer kalınlığının fazla olduğu durumlarda (b) kuyusundaki gibi ardışıklı filtreleme yapılarak kuyudan daha fazla verimde su çekilebilir.

Filtre uzunluđu

- Akifer kalınlığının %70 - %80 veya daha fazlasının filtrelenmesi genel bir kuraldır, bu durumda akiferin tamamı filtrelendiğinde alınacak maksimum debinin % 90 'ı hatta daha fazlası elde edilir.
- Serbest akiferlerde, büyük düşümlerin filtreyi suyun üstünde bırakmaması için alt kısmında sadece üçte birinin veya yarısının filtrelenmesi tercih edilir.
- Uygun bir filtre seçiminde filtre açıklığının, girecek su hızının düşük olacak şekilde,
 - örneğin 3 cm/s' den az olacak şekilde, uygun bir açıklığa sahip olmasına dikkat edilmelidir,
- zira böyle bir hızla filtre açıklıklarındaki aşındırma kuvvetleri ihmal edilir.

SU TECRÜBELERİ (POMPAJ DENEYLERİ)

Geliştirme çalışmalarından sonra, suyun kuyu içerisindeki seviyesinin indirilen pompanın çalışmaya başlamasından önce pompa çalıştırılırken ve pompa durdurulduktan sonra belirli zaman aralıklarında ölçülmesine pompa deneyi denir. Ölçümler sırasında statik su seviyesi, dinamik su seviyesi ve su verimi (debi) belirlenir. Uygun pompanın seçimi için su tecrübe çalışmalarının yapılması çok önemlidir.

Su tecrübe çalışmalarının amaçları şunlardır;

- Akiferin özelliklerini belirlemek
 - * iletkenlik katsayısı
 - * geçirgenlik katsayısı
 - * depolama katsayısı
- Kuyu özelliklerini belirlemek
 - * düşüm
 - * kuyu kayıpları
 - * düşüm - verim - zaman ilişkisi
 - * kuyunun tesir yarıçapı
- Uygun kapasitede pompa seçmek
- Sondaj yönteminin kuyu verimine etkisini irdelemek
- Akifer veriminin güvenliğini sağlamak

deney başlangıcından itibaren ilk 6 dk 1 er dakikada bir,

30. dakikaya kadar 2 şer dakikada bir,

60. dakikaya kadar 5 er dakikada bir,

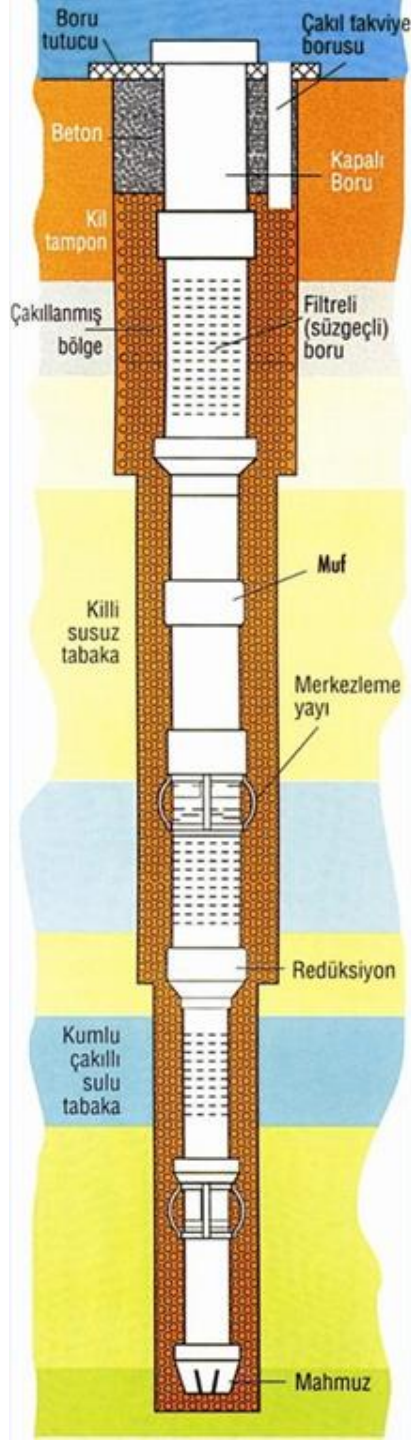
2. saat sonuna kadar 10 ar dakikada bir,

5. saat sonuna kadar 20 şer dakikada bir,

5. saatten itibaren asgari 24 saat sonuna kadar (motor durduruluncaya kadar) 30 ar dakikada bir su seviyesi ölçülür.

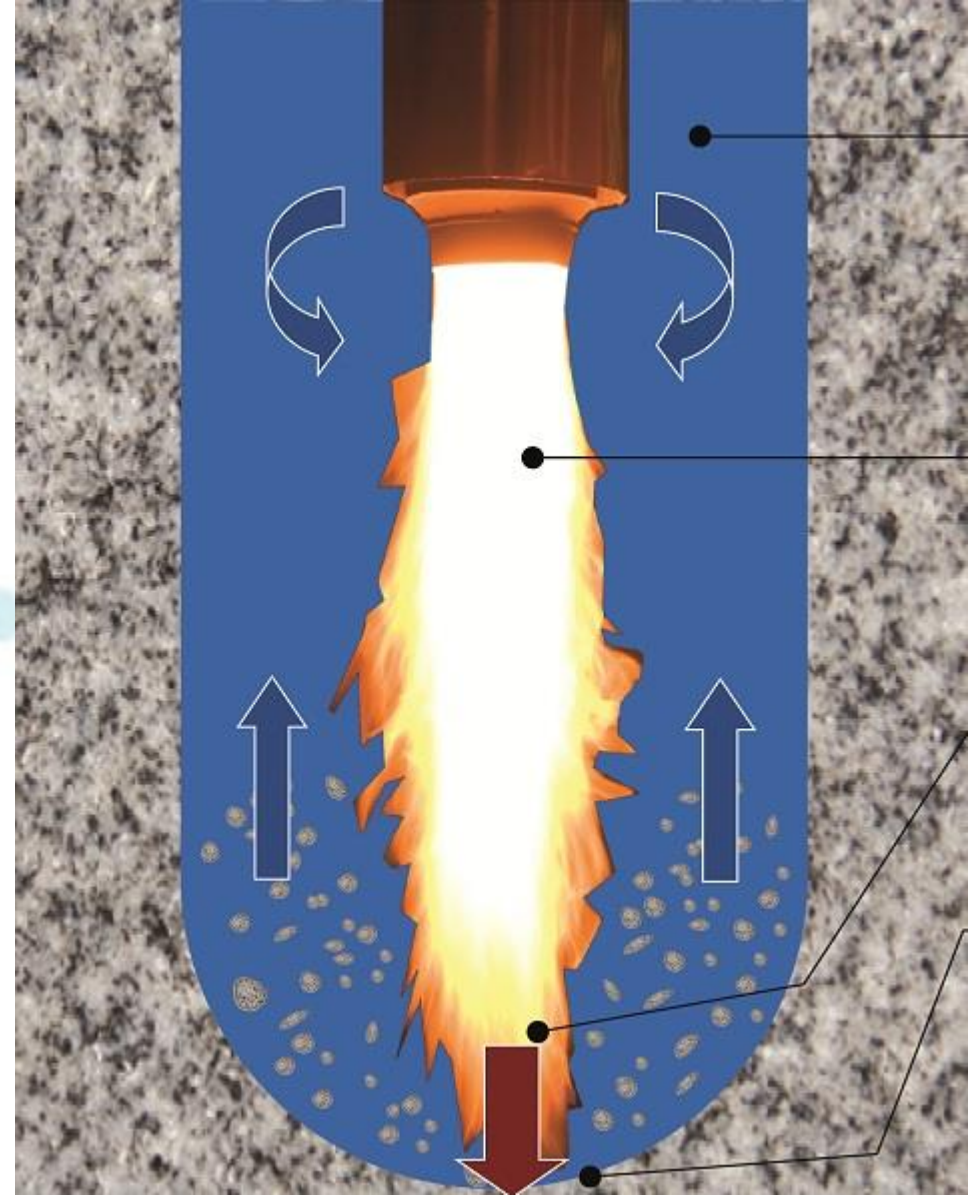
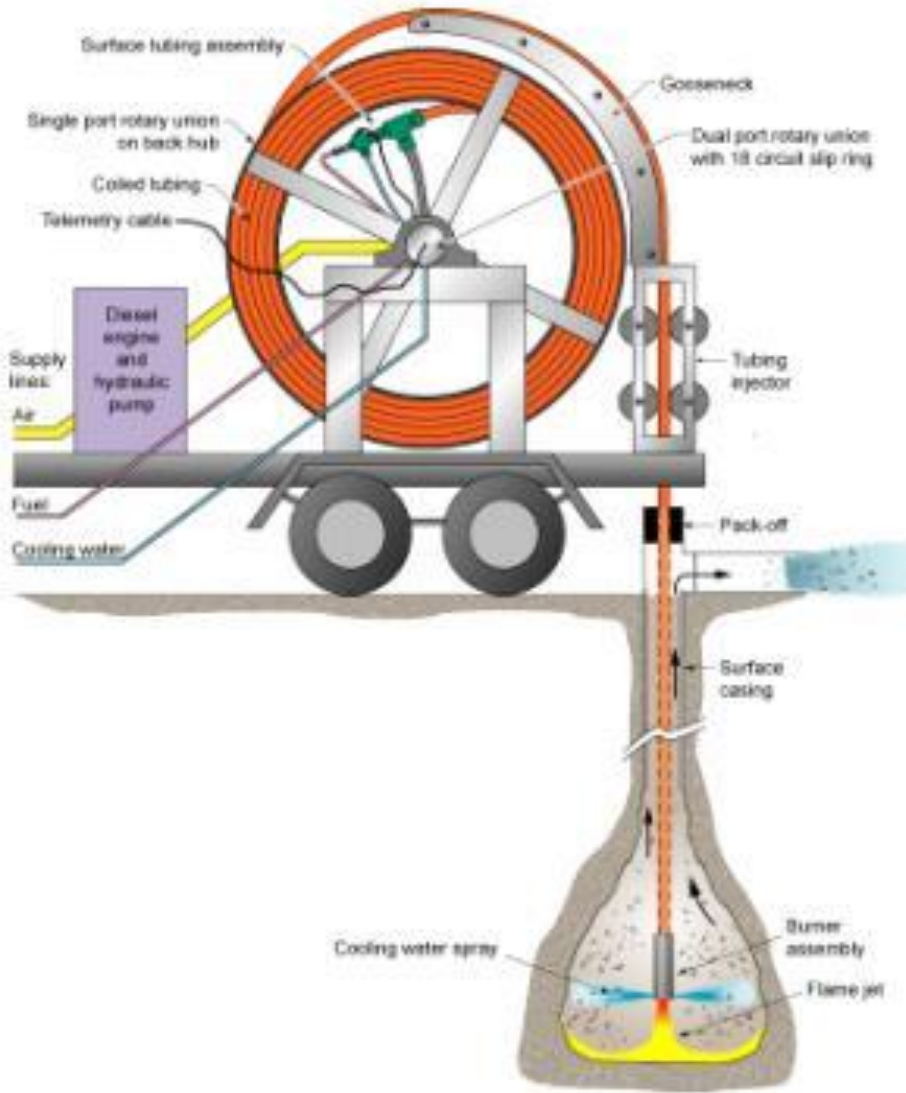
POMPALAR

- Sondajda dört ayrı grupta yer alan pompalar kullanılmaktadır.
- **Pistonlu pompalar** : Tek pistonlu, iki pistonlu ve üç pistonlu olarak üretilirler. EİE 'de üç pistonlu (tripleks) pompalar kullanılmaktadır. Yalnızca enjeksiyon pompaları iki pistonludur. Pistonlu pompaların santrfüjlere nazaran verimleri az ancak basınçları yüksektir. Bu nedenle sondajda tercih edilir. Tripleks pompa dengeli çalışır, hafiftir, parçalara bölünebilir. Enjeksiyon pompaları elektrik motorlu olup diğer pompalar dizel motorlu ve hava soğutmalıdır.
- **Santrifüj pompalar** : Basınç gereksinimi küçük, debisi büyük yerlerde kullanılır. EİE de yoktur.
- **Dalgıç pompalar** : Elektrikle çalışır. Pompa ve motor suya batarak çalışır.
- **Derin kuyu pompaları** : Emme yüksekliğinin 6-7 m' den büyük olduğu yerlerde kullanılır.
- Suyun basma özelliğinden yararlanarak çalışır.
- **Sirkülasyon pompaları** 50-70 Atm basınçta 135-250 lt/dk debide, enjeksiyon pompaları 80 Atm basınçta ve 65 lt/dk debide su basabilmektedir. Tripleks pompaların syrok ayarı bir somun aracılığı ile ayarlanarak 35-45-50 kg/cm kare olarak basınç ayarlaması yapılabilir. Ayarlama sonucu basınç arttıkça debi düşer..



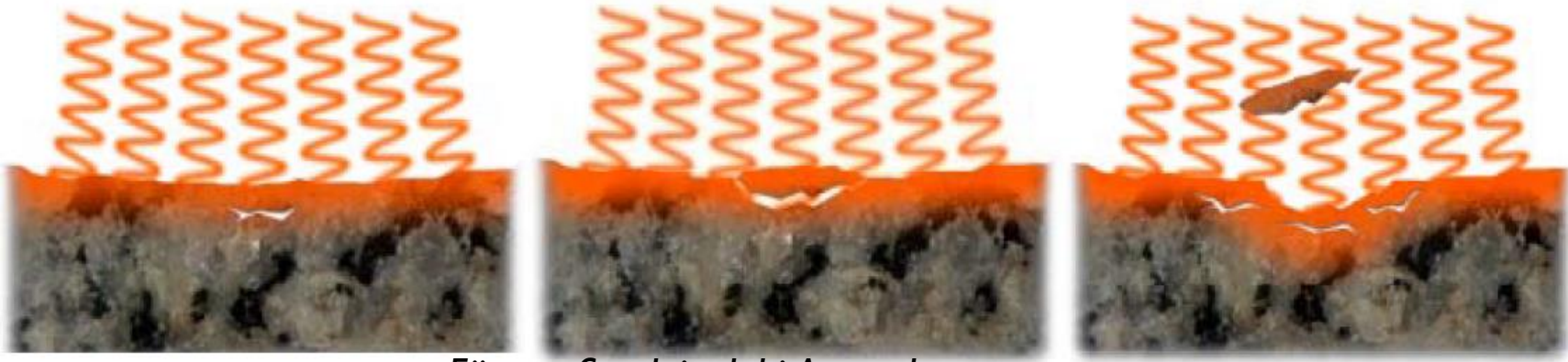
FÜZYON SONDAJI (THERMAL SPALLATION)

Füzyon sondajı **jeotermal sondaj** teknikleri arasında maliyetlerin düşürülmesi açısından gelecek vadede bir teknoloji olarak görülmektedir. Füzyon sondajını açık kuyularda düşük yoğunluklu petrol-hava alevi sondajı olarak nitelendirebiliriz.



Bu yöntem sığ, açık kuyularda yıllardır kullanılmaktadır. EGS (Enhanced Geothermal Systems) projelerinde sıkça rastlanan granit gibi sert kayaların sondajında etkili bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır.

Bu sondajda yüksek yoğunluklu sıcaklık, Şekil'de görülebileceği gibi yüzeyin, altındaki tabakalara nazaran genişlemesine sebep olur ve mikro çatlaklar oluşur ve formasyon kesintileri taşınır.



Füzyon Sondajındaki Aşamalar

Bu yöntemdeki sondajda, sondaj, formasyon ile temassız yapıldığı için dizide yıpranma normal sondaja göre daha yavaş gerçekleşir dolayısıyla sondaja ara vermeden devam edilebilmektedir.

- Sığ kuyulara kıyasla derin kuyular kuyu stabilitesinin sağlanması için sondaj sıvısına gereksinim duymaktadır. Sondaj sıvısı kuyu dibinde yüksek bir hidrostatik basınç sağlar. Füzyon sondajının derin kuyulara uygulanabilmesi için yüksek yoğunluklu yüksek basınçlı bir ortamda yüksek sıcaklık ve yüksek ısı akışı sağlanması gerekmektedir.
- Sondaj sıvısı olarak su kullanıldığında hidrotermal alev ya da süperkritik suda üretilen alevler derin kuyuda kayacın parçalanması için kullanılabilir.

<https://www.youtube.com/watch?v=6Fwkb0Kxajk>