



Güçlü bireyler.
Güçlü toplumlar.

TEMİZLEME / İYİLEŞTİRME SÜREÇLERİNDE DİĞER ÖNEMLİ KONULAR

PROF.DR. İPEK İMAMOĞLU

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

İÇERİK

- Referans numune alınacak bölge seçimi
- Kirlenmiş toprak/yeraltı suyu temizleme/iyileştirme faaliyetlerinde ortaya çıkan atıklar
- İzleme faaliyetleri
- Geleceğe yönelik...
 - Yeşil/sürdürülebilir iyileştirme teknolojileri ve izleme kriterleri
 - Saha temizleme hedefleri
 - Toksikolojinin hesaba katılması

SÜREÇ

Sahalarda Kaynak Tespiti - Kavramsal saha modeli

Saha örnekleme ve analiz planı

Yüzey toprağından örnekleme (en az 3 adet)

Yüzey altı toprağından örnekleme (her 1 m veya 50cm derinlikte)

Yeraltı suyundan örnekleme (en az 3 adet)

(akiferin uygun derinliklerinden, su tablası ve/veya akifer tabanı)

- Akış-yukarı istikamette
- Kirlilik bölgesinde
- Akış-aşağı istikamette

Toprak gazından örnekleme (min 12 saatlik salınım) (en az iki farklı hava koşulu)

- Yoğun kirlilik bölgesinden

REFERANS DEĞERİ

Kirlenmiş Saha Etüt Teknik Rehberi'nden

Referans Örnek: İlgili kirlilik parametresi veya kirlilik gösterge parametresine ait referans değerin belirlenmesi için kirlilikten etkilenmemiş bölgelerden alınan örnek.

Referans değeri (RD): Şüpheli saha yakın çevresinde bulunan, herhangi bir noktasal kaynak veya insan faaliyeti nedeniyle kirlenmemiş olduğu düşünülen veya varsayılan alandan alınan toprak, yüzey suyu, yeraltı suyu örneklerinde, birinci aşama değerlendirmede şüpheli sahaya ait ilgili kirlilik gösterge parametreleri (KGP) veya ikinci aşama değerlendirmede hedef kirlitici konsantrasyonu ölçüm değerleri ile kıyaslanmak amacıyla ölçülen KGP veya hedef kirlitici konsantrasyonu ölçüm değerini ifade eder.

YÖNETMELİK EK-9 KARŞILAŞTIRMA

Sahada ölçülen değer(ler)in, referans değer(ler) ile karşılaştırılması yapılır ve referans değerden sapma düzeyine bakılır.

Sapma düzeyi, sahanın, herhangi bir noktasal kaynaklı faaliyet nedeniyle etkilenip etkilenmediğini belirlemede ve dolayısıyla, izlenecek yolu işaret etmekte kullanılır.

$$Sapma = \frac{\text{Maksimum Ölçüm Değeri } (\ddot{O}D_{maks})}{\text{Referans Değeri } (RD)}$$

SAPMA	Değerlendirme
≤ 1	Takip Gerektirmeyen Saha
>1	İkinci Aşama Değerlendirme sürecine tabi Takip Gerektiren Saha
>25	Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken Kirlenmiş Saha

NEDEN REFERANS DEĞER?

- **Sahadaki kirlilik şüphesinin gerçekçi olup olmadığının belirlenmesi.**
- **Şüpheli olduğu belirlenen sahalarda ise kirliliğin:**
 - Kapsamı
 - Dağılımı
 - Olası risklerinin

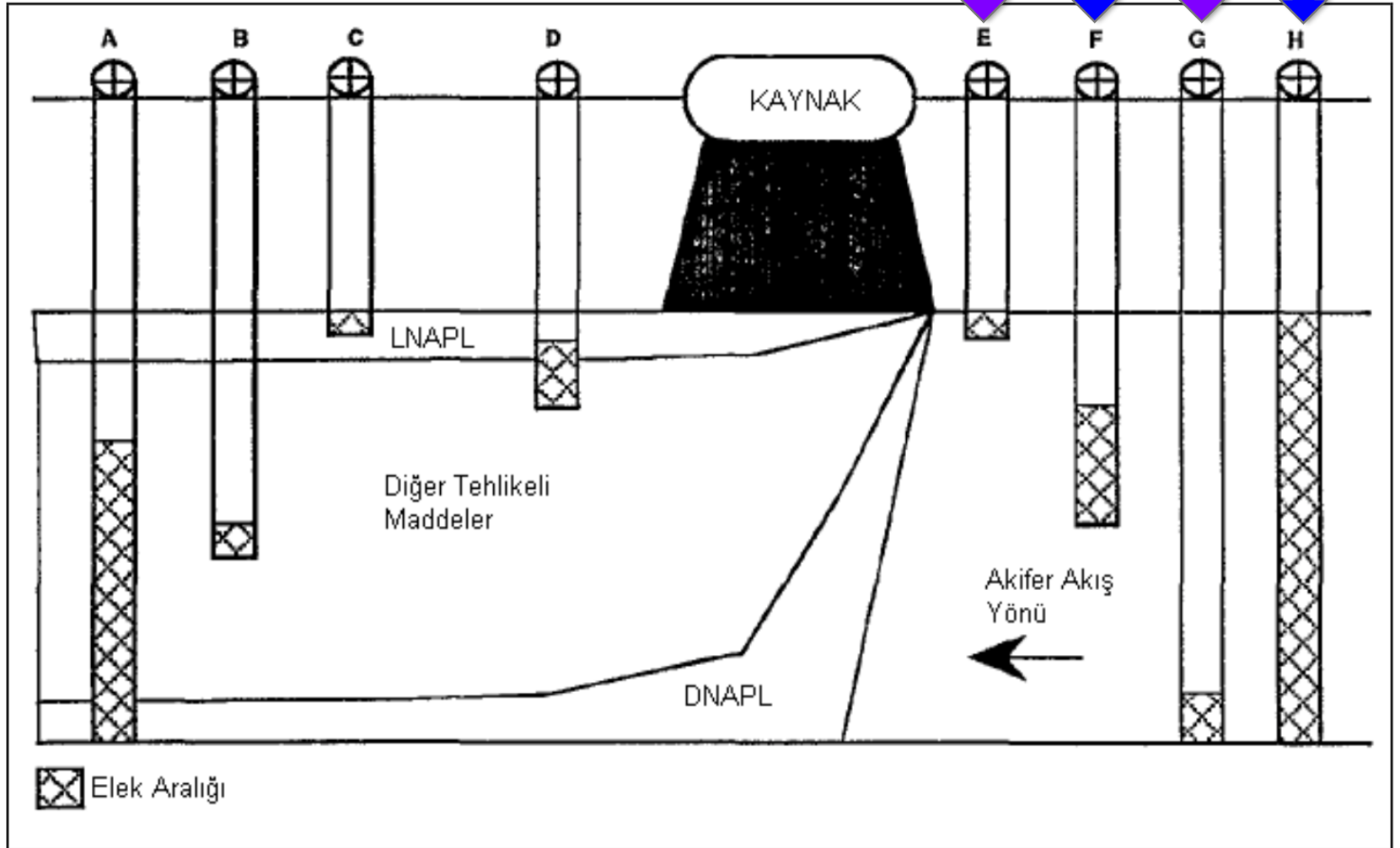
belirlenebilmesi için kullanılır.

NEDEN REFERANS DEĞER?

- Referans numunelerinin sahanın **“kirlenmeden etkilenmemiş durumu”**nu temsil etmesi çok önemlidir.

Örnek: Yeraltı suyu akış yönünün (mevsimsel değişiklikler de gözönüne alınarak) belirlenmesi sonrası referans yeraltı suyu örneği akış-yukarı yönden alınmalı.

Tek akiferli sistemde gözlem kuyusu yerleri

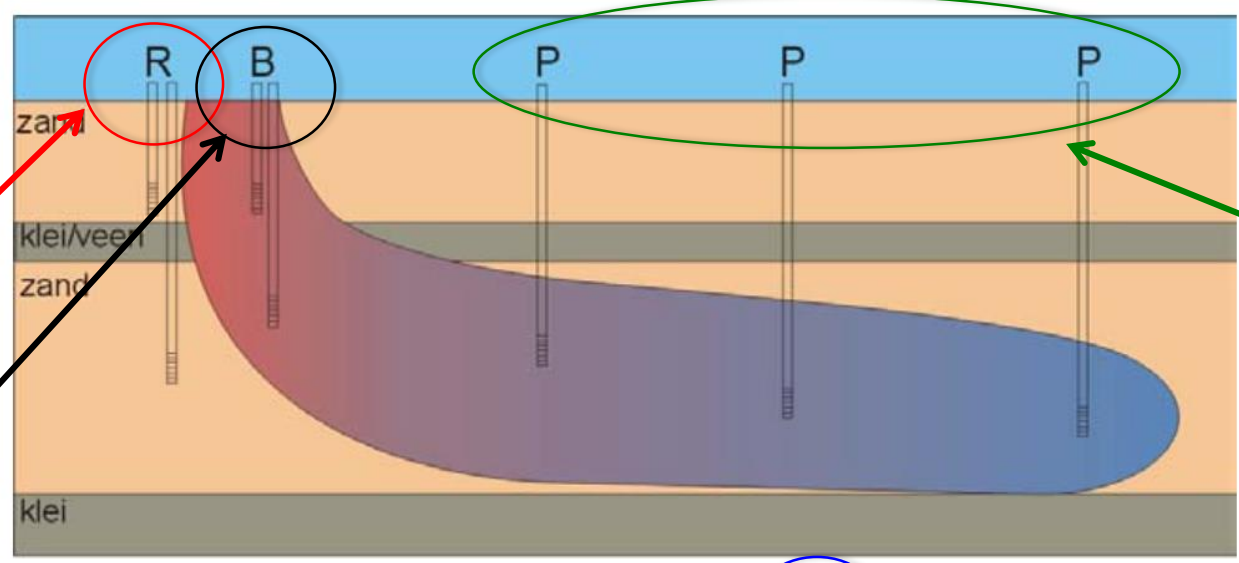


ÖRNEK

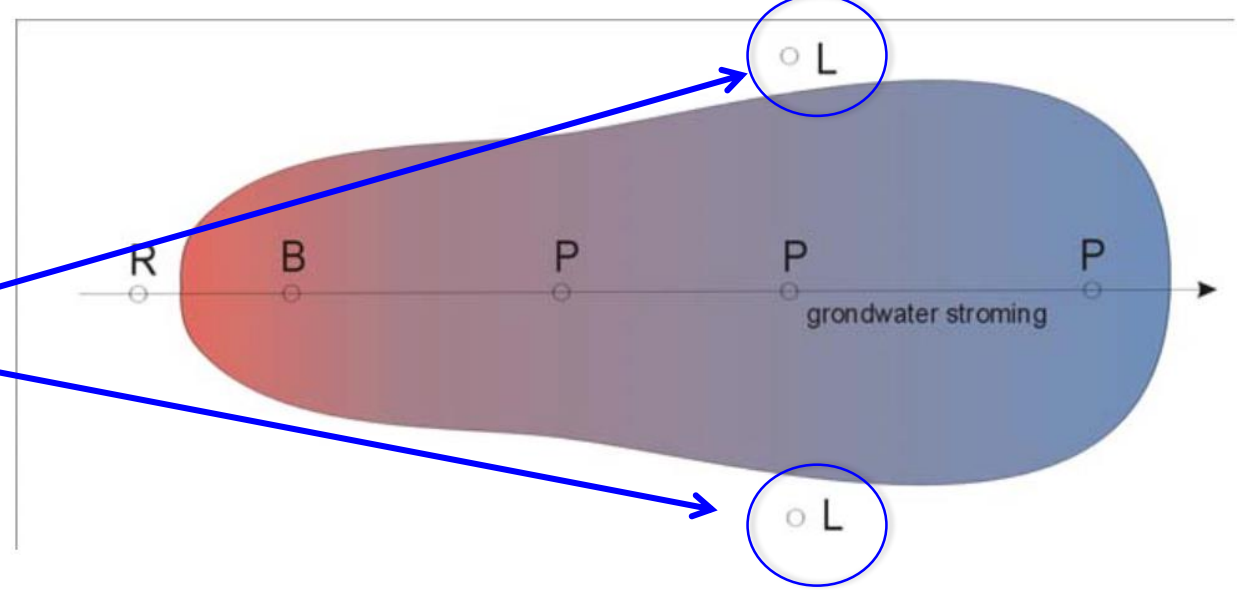
Referans Numune

Kaynak bölgesi

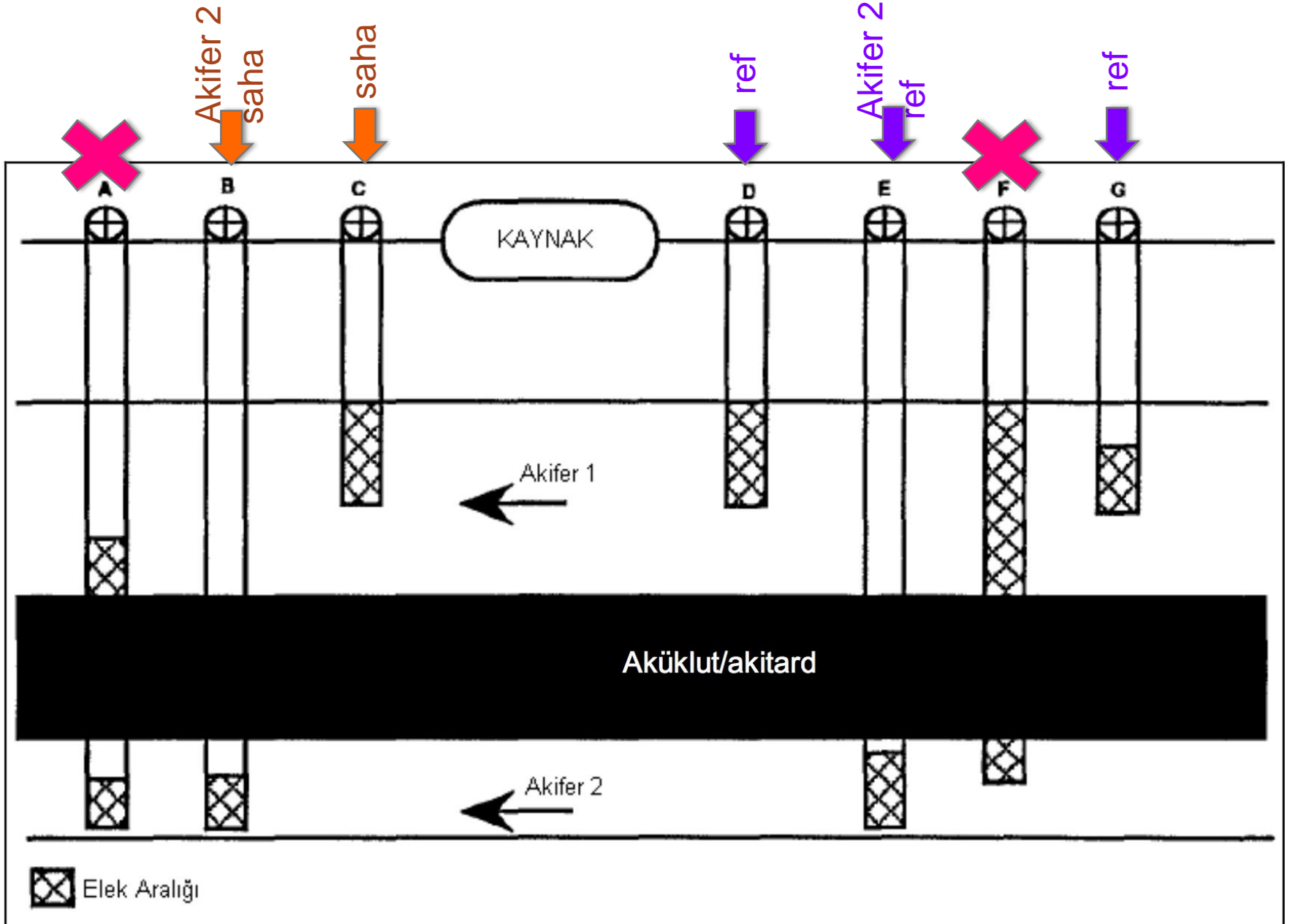
Akışa dik izleme kuyuları



Akış aşağı kirlilik bulutu



Hidrolik bağlantısı olmayan katlı ve çok akiferli sistem



REFERANS NUMUNE İÇİN ÖNEMLİ KONULAR

Sahayı temsil kabiliyeti açısından:

- Fiziksel
- Kimyasal
- Jeolojik
- Biyolojik

toprak özelliklerinin kirlenmiş saha ile aynı/benzer olması ancak **kirlilikten etkilenmemiş** olması gerekir.



REFERANS NUMUNE İÇİN ÖNEMLİ KONULAR

Referans toprak numunesi kirlenmiş sahaya olabildiğince **yakın** ve kirlenmiş saha ile karşılaştırılabilir **toprak derinliği**nden alınmalıdır.

Toprak **bünye dağılımı** (kumlu, tınlı, killi tınlı, killi, ağır killi vd), pH, organik madde gözönüne alınmalıdır.



REFERANS NUMUNE İÇİN ÖNEMLİ KONULAR

Sahada halihazırdaki ve geçmişte olan **aktivitelerinden (kazı/dolgu vs) etkilenmemiş** alanlardan, doğası bozulmamış numune alınmasına çalışılmalıdır.

- Eski ve yeni tarihli havadan çekilmiş fotoğraflar bu amaçla kullanılabilir.

Topoğrafik olarak **yüksek** ve kirletici kaynaklarının hakim **rüzgar yönünden** etkilenmeyen bölgelerden alınmalıdır.

REFERANS NUMUNE İÇİN ÖNEMLİ KONULAR

Referans numuneleri kirlenmiş sahadan alınan numuneler ile **aynı yöntemle** alınmalı, **analiz metodları aynı** olacak şekilde **aynı laboratuvar** tarafından ölçülmelidir.

Referans numunelerinin **saha numunelerinden önce alınması** önerilir, böylelikle

- Alınan referans numunesi saha numuneleri ile kontamine olmaz (kirlilik girişimi)
- Referans olarak seçilen yer saha çalışmalarından etkilenmemiş olur

REFERANS NUMUNE İÇİN ÖNEMLİ KONULAR

Saha fiziksel, kimyasal, jeolojik ve biyolojik çeşitlilik açısından geniş bir yelpazede ise, bu durumda birden fazla bölge referans numunesi alınmak üzere seçilebilir.

İnorganikler (metaller), kirlenmiş sahadaki faaliyet kaynaklı olabileceği gibi, sahanın orijinal jeolojik formasyonu kaynaklı da olabilir. Bu nedenle, özellikle inorganikler kaynaklı kirlenmiş sahalar düşünüldüğünde, referans numunelerin sahanın aktiviteden etkilenmeden önceki düzeyini belirleyebilmesi için kapsamlı olması gerekebilir.

- Toprak pH'sı bazı inorganikleri (Zn, Mn, Cu, Fe, Co vb.) mobilize ederken, Mo ve Se gibi inorganiklerin çözünürlüğünü düşürür. Toprak pH'ına göre numune alma derinliği planlanabilir.
- Organik karbon miktarı yüksek olanların kirleticileri tutma kapasitesi yüksektir.

REFERANS NUMUNE İÇİN ÖNEMLİ KONULAR



Aşağıda listelenen bölgelerden referans örneği alınması önerilmez:

- a) Park yerleri, yollar veya yol kenarları
- b) Kirletici yükleme/indirme/depolama yapılması muhtemel bölgeler
- c) Atık depolama alanları
- d) Tren raylarının bulunduğu veya yanından geçen bölgeler
- e) Geçmişte doldurulmuş toprak alanları
- f) Yağmur suyunun yukarıda listelenen (a) ve (e) bölgelerinden deranj alan bölgeler
- g) Kirlenmiş sahadan veya civar kirlenmiş sahalardan yağmur suyunun drenajının yapıldığı bölgeler
- h) Başka bir şüpheli veya bilinen kirlenmiş saha

REFERANS NUMUNE SAYISI

En az 3 ADET

- Kirlenmiş Saha Etüt Teknik Rehberi

Farklı kaynaklarda bu sayı 10'a kadar çıkabilmektedir.

Bir kirletici için aynı ortamda farklı RD elde edilmesi durumunda, **en büyük değer referans değer olarak kabul edilebilir.**

Ancak bazı sahalarda en düşük veya ortalama eğilimi gösterecek değer kullanılması daha uygun olabilir. Hangi değer kullanılacağı konusunda sahaya ve duruma özel olarak dikkatli karar verilmelidir.

REFERANS NUMUNE SAYISI

Bazı saha kirliliklerinde, eğer kirleticinin ne olduğu biliniyorsa ve sahadaki kaynak dışında herhangi başka bir yerden kirlilik kaynağı olması beklenmiyorsa, bu durumda referans derişim sıfır kabul edilebileceğinden, kapsamlı referans numune alımına gerek olmayabilir.

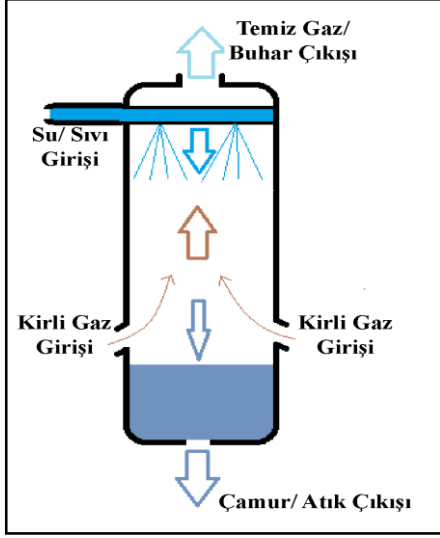
Referans numunelerin analizi sonucu elde edilen konsantrasyonlar, risk bazlı belirlenen Ek-1 Jenerik Kirletici Sınır Deđerler Listesinde verilen kirletici konsantrasyon değerini aşmıyorsa, ek referans numune alımına gerek duyulmaz.

REFERANS NUMUNE SAYISI

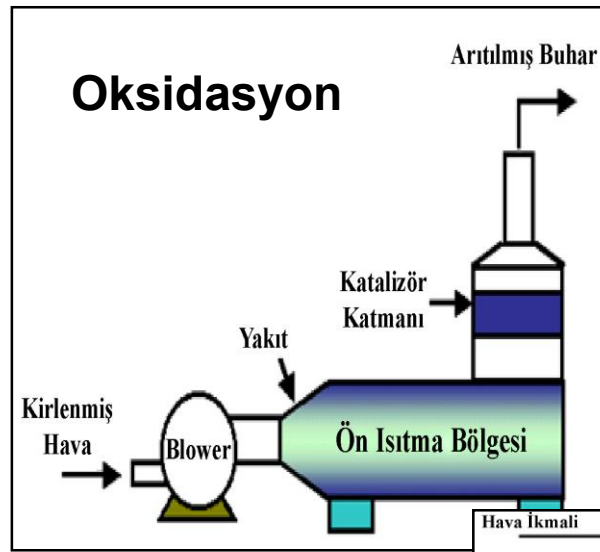


Ne zaman daha fazla referans numunesi?

- Sahanın ve örnekleme yapılan ortamın **fiziki ve kimyasal durumu** (boyut, kaynak türü ve sayısı, heterojen toprak özellikleri, akifer sayısı ve bağlantıları, havza içindeki su kaynakları, vd.)
- Örneklerin toplandığı andaki **meteorolojik durum** (özellikle toprak gazında ölçümleri veya yüzey sularındaki konsantrasyonlar gibi meteorolojik koşulların kirletici konsantrasyonlarını etkileme olasılığının yüksek olabileceği durumlarda)
- Verilerin toplanmasında benimsenen kriterler (kirletici ölçümü ve diğer veriler için alınan örneklerin toplanma sıklığı ve zaman aralığı)
- Sahada bulunan tehlikeli madde sayısı, kaynaktaki ve kirlenmiş ortamdaki tahmin edilen konsantrasyonları ve saha çevresine dağılımları
- **Saha çevresinde birden fazla potansiyel kirletici kaynağının olması** vb.

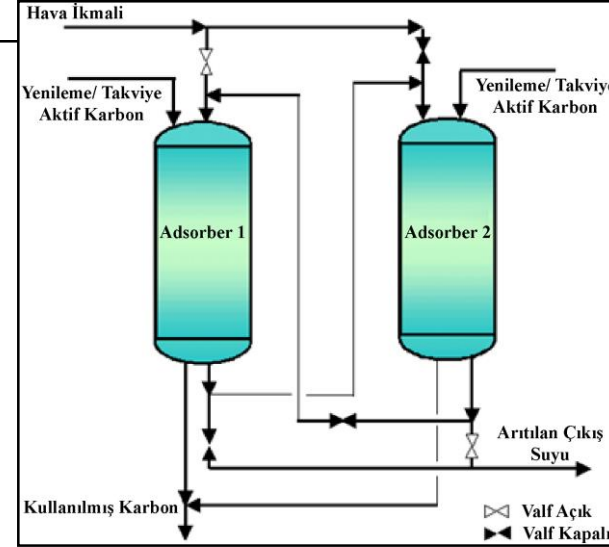
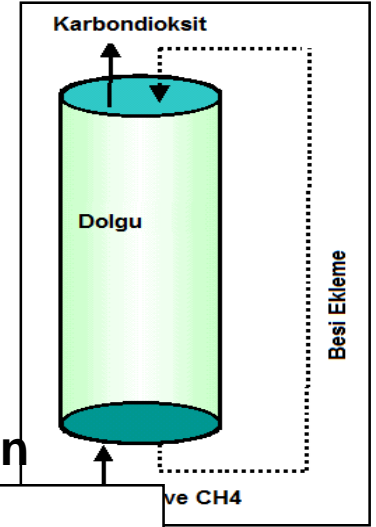


Islak/kuru yıkayıcılar



Oksidasyon

Biyofiltrasyon



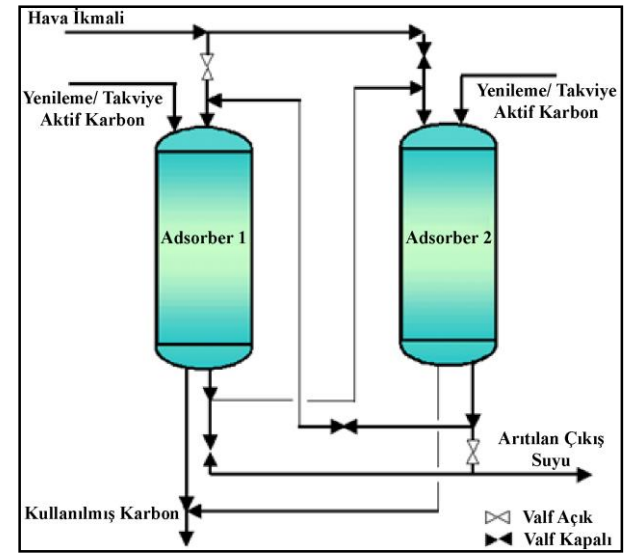
Gaz (buhar) fazı karbon adsorpsiyonu

**TEMİZLEME SONRASI
ORTAYA ÇIKAN ATIKLAR**

TEMİZLEME SONRASI ORTAYA ÇIKAN ATIKLAR

- İyileştirme sonrası oluşabilecek olan emisyon ve çıkış gazlarının arıtımının gerektiği unutulmamalıdır.
- Ortaya çıkan emisyonlar, SVE gibi toprak gazının çekilmesi kaynaklı amaca yönelik olabileceği gibi, sahada hafirat vb. çalışma kaynaklı VOC veya partikül madde gibi istemsiz emisyonlar da sözkonusu olabilir.
- Çıkış gazların arıtma gereksinimi ve verimi, ilgili mevzuat incelenerek belirlenmelidir.
- Bir temizleme yönteminin sahada oluşturması muhtemel emisyonların tahmin edilmesi önceden gerçekleştirilen modelleme çalışmaları ile mümkün olabilir.
- Sahada hafirat vb. çalışma yapıldığında VOC ve partikül madde emisyonları, çalışma yapılmayan bir sahaya oranla birkaç misli daha yüksek olabilir.

BUHAR FAZ KARBON ADSORPSİYONU



Kirleticiler aktif karbon parçacıkları üzerinde fiziksel soğurulma ile havadan ayrılır.

Doygun hale gelen karbonun periyodik olarak değiştirilmesi veya yeniden kullanılmak üzere geri kazanılması gerekmektedir.

Granül yapıdaki aktif karbonun kullanıldığı sıkıştırılmış dolgulu yatak tipi reaktörlerde, kirlenmiş hava, çıkış konsantrasyonunda mevzuata göre kabul edilebilir emisyon değerini yakalayınca dek sistem içerisinde geçirilir.

Aktif karbon sistemi halojenli çözücülerin de arıtılabilmesi için sıcak buhar sistemi ile birlikte kullanılabilir.

BİYOFİLTRASYON

Gaz fazındaki organik kirleticiler gözenekli dolgu malzemesinden pompalanarak soğurulur ve dolgu malzemesinde biyofilm halinde yaşayan mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak parçalanır.

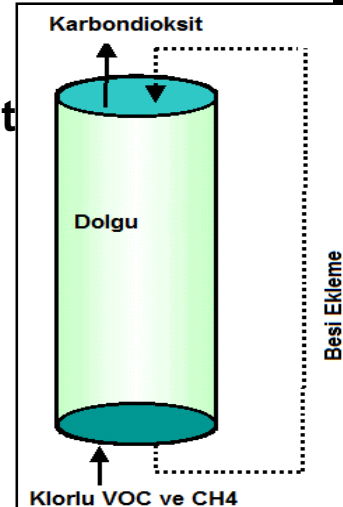
Düşük maliyetli ve yüksek etkinliğe sahip bir hava kirliliği kontrol teknolojisidir.

Tüm biyolojik arıtma sistemleri gibi, biyofiltrasyon prosesi de kirleticilerin biyobozunurluğuna bağlıdır.

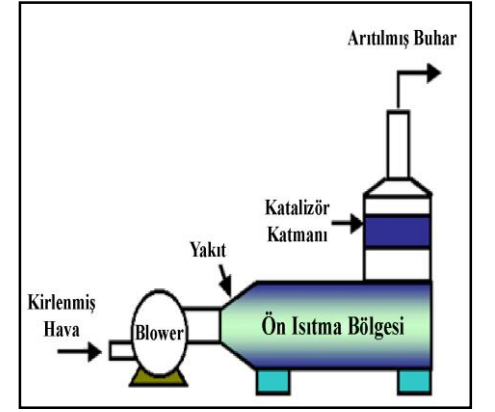
Biyofiltreler seçilen kirleticileri uygun şartlar altında zararsız ürünlere dönüştürür. Biyofiltrasyon öncelikli olarak halojen içermeyen VOClerin ve yakıt hidrokarbonların gideriminde kullanılır. Halojenli VOCler de bu prosesle daha düşük verimde de olsa giderilebilir.

Biyorejenerasyon ile maksimum adsorpsiyon kapasitesinin sürdürülebilir olması sağlanır, böylelikle kütle transfer bölgesi sabit ve kısa kalabilir. Filtrenin rejenere edilmesi gerekmez ve gerekli yatak uzunluğu büyük ölçüde kısalmıştır. Bu özellikler ana maliyet ve işletme maliyetlerinin düşürülmesini sağlar.

Kirleticiler granül aktif karbon prosesinde sadece gaz fazından ayrılırken, bu teknoloji ile parçalanarak yok edilir.



OKSİDASYON

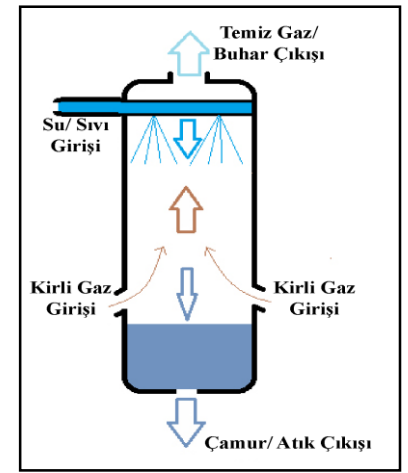


Oksidasyon ekipmanı (termal, katalitik, UV), hava ile sıyırıcılar ve SVE prosesinden kaynaklanan çıkış gazlarındaki kirleticilerin temizlenmesinde kullanılan bir teknolojidir.

Organik kirleticiler yüksek sıcaklıktaki (1000 °C) yakma sisteminde parçalanır. Eser miktarda organikler bulunduğu ise daha düşük sıcaklıklarda (450 °C) organikler yok edilir.

Katalizör yardımıyla katalitik oksidasyon gerçekleşebilir. Katalitik oksidasyon, yakın zamanda kullanılmaya başlanan bir alternatiftir. Metal oksitler, platinyum veya palladium bu amaçla kullanılabilir.

ISLAK/KURU YIKAYICILAR



Çıkış gazı içerisindeki partikül halinde veya çözülmüş halde bulunan kirleticilerin uygun yıkama karışımları ile yıkanarak gaz fazının temizlenmesini sağlayan bir teknolojidir.

Termal oksidasyon

Islak/kuru yıkayıcı



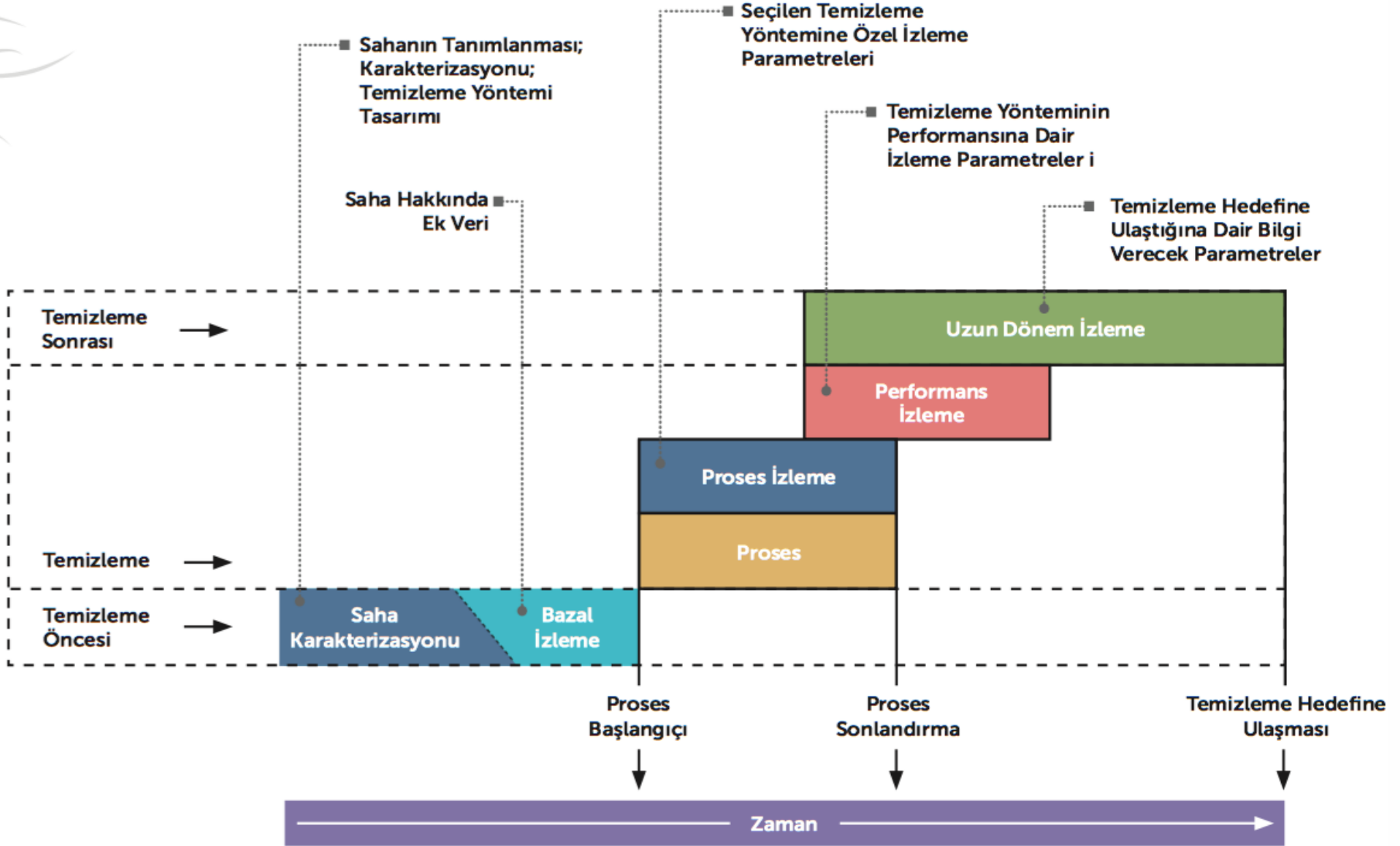
İZLEME

İzleme bir dizi analiz değildir. İzleme nedir?

- Seçilen temizleme teknolojisi/lerine uygun olarak tasarlanmış
- temizleme sürecinin gelişimini takip eden ve güncellemelere açık,
- doğru noktalarda yeterli sayıda izleme noktasından,
- yeterli aralıklarda/sıklıkta,
- doğru şekilde numune alınıp,
- gösterge niteliği taşıyan parametrelerin doğru analiz edildiği

bir sistem olması gerekir.

İZLEME



Şekil 5.1 Temizleme Süreci ve Sonrası İzleme Aktiviteleri -Örnek Zaman Çizelgesi

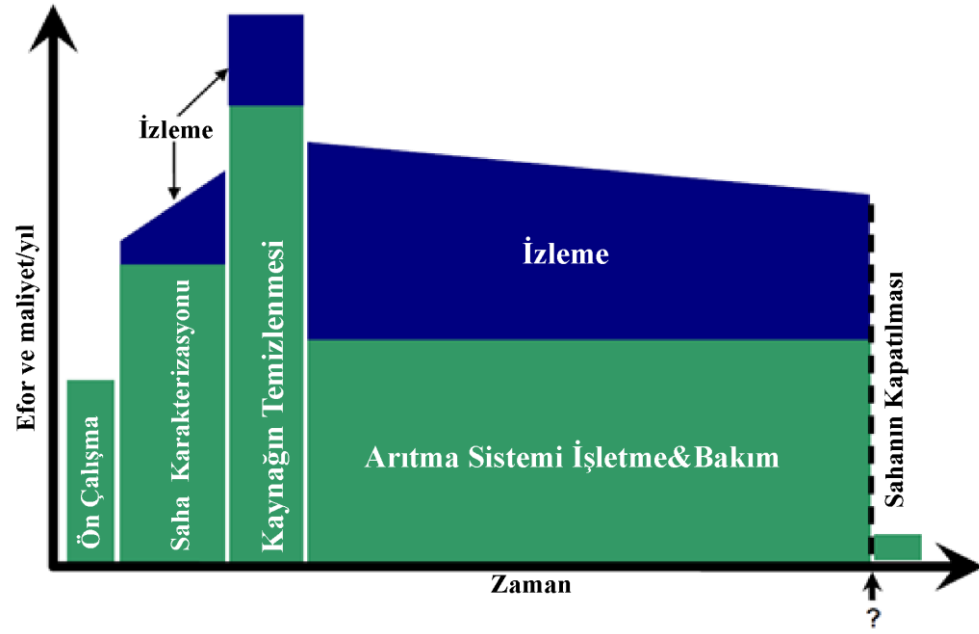
İZLEME

İzlemeden elde edilen verilerin analiz edilmesi, temizleme faaliyetinin değerlendirilmesinde ve takip edilmesinde çok önemlidir.

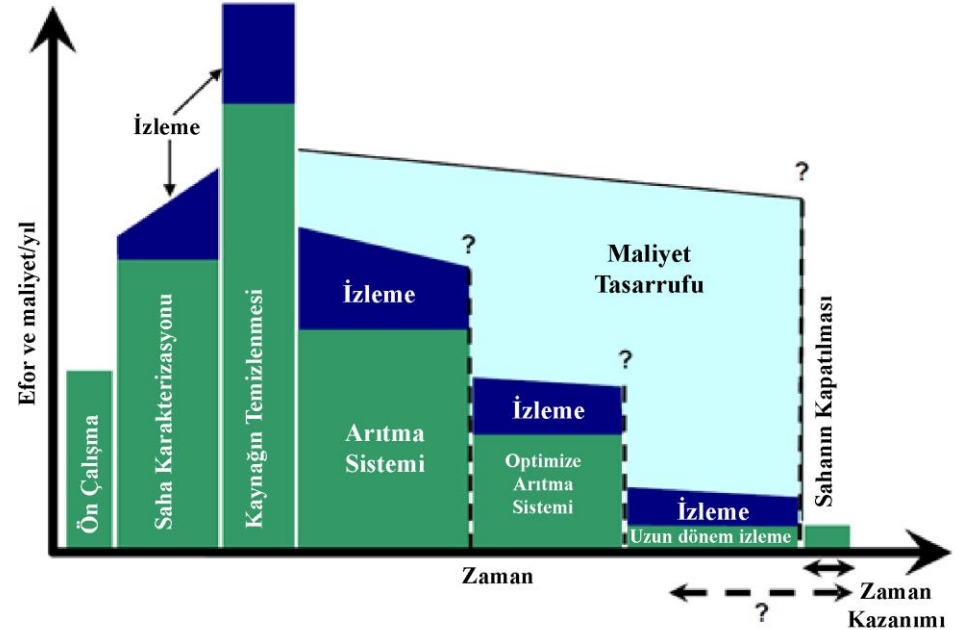
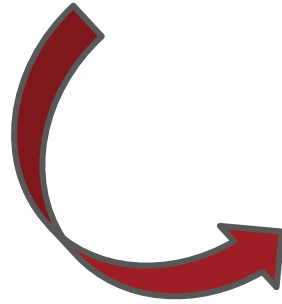
Bu nedenle izleme ağının da kontrol edilmesi ve güncel tutulması önemli bir husustur.

İzleme sisteminin değerlendirilmesi:

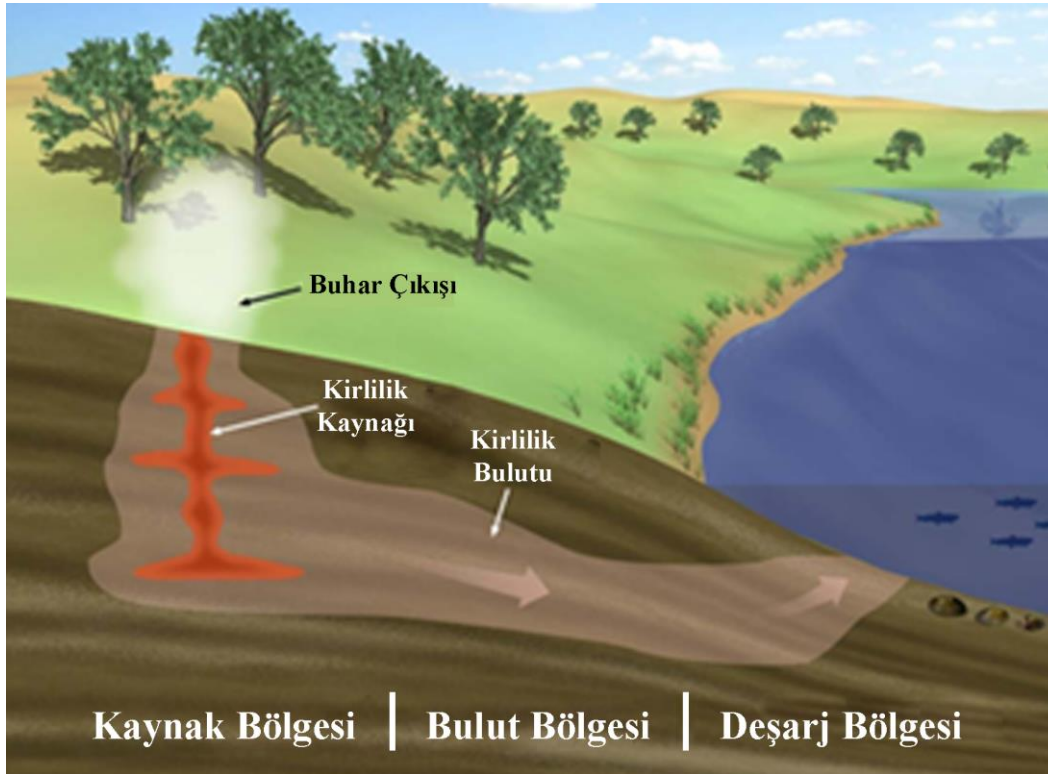
1. İzleme noktalarının sayıları,
2. İzleme noktalarının kaynaklar, temizleme bileşenleri, mevzuata uyum için belirlenen noktalar, kirlilik bulutunun sınırları ile alansal (yatay ve dikey) ilişkileri,
3. İzleme sıklığı,
4. Hedeflenen analitik parametreler,
5. Numune alma ve analiz protokollerini kapsamaktadır.



İZLEME GERİ BİLDİRİMİ KULLANILARAK SİSTEM OPTİMİZASYONU



İZLEMENİN BİLEŞENLERİ

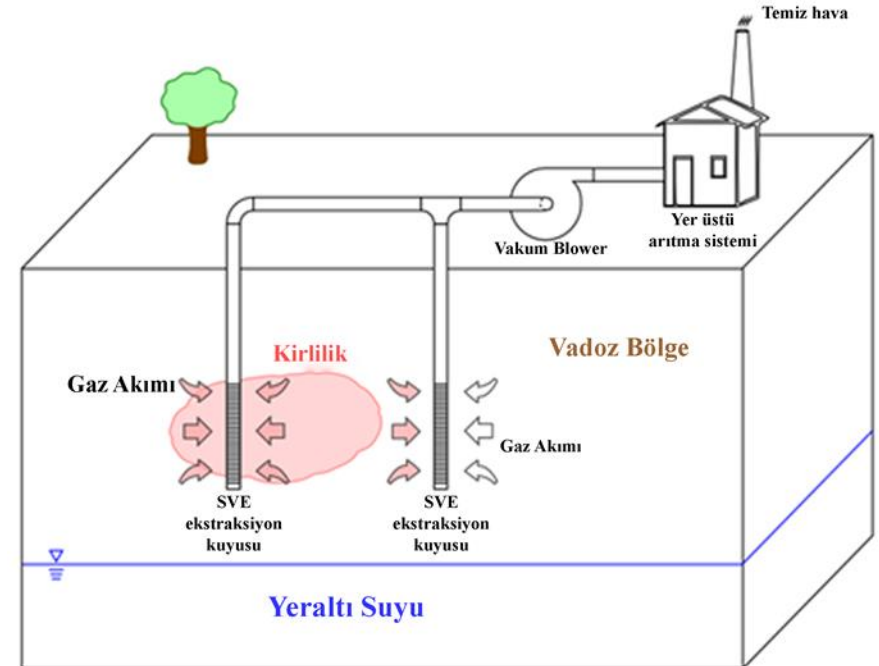


İZLEME TÜRLERİ

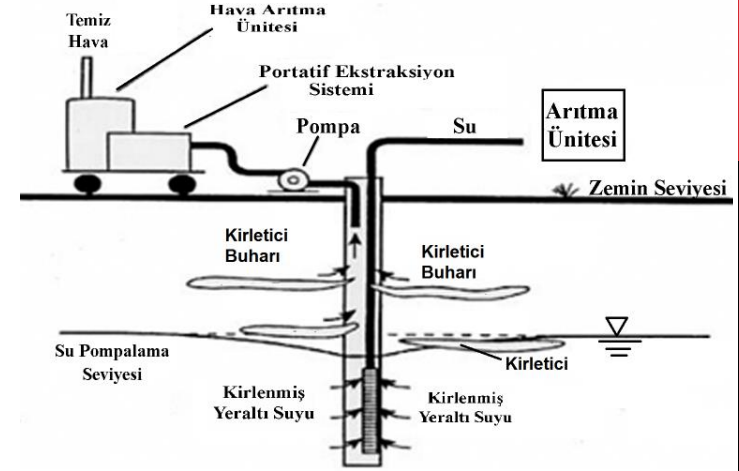
İZLEME TÜRÜ		İZLEME FAALİYETİNİN AMACI
Temizleme Öncesi İzleme	Bazal İzleme	Seçilen teknolojinin uzun süreli etkin olacağının belirlenmesi ve nihai hedef ile karşılaştırılmak üzere baz veri elde edilmesi
Temizleme Esnasında İzleme	Proses İzleme	Temizleme faaliyetinin tasarım ve arıtma performans standartlarına uyumunun değerlendirilmesi
	Performans İzleme	Hedef kirletici derişimine erişmede kısa süreli iyileştirme performans ve etkinliğinin değerlendirilmesi
Temizleme Sonrası İzleme	Uzun Dönem İzleme	Çevresel ve insan sağlığına oluşan risklerin azaltılmasında uzun dönem iyileştirme etkinliğinin değerlendirilmesi

İZLEME ÖRNEK: SVE

	İZLEME SIKLIĞI	İZLENEN PARAMETRE	İZLEME NOKTASI
BAŞLANGIÇ (7-10 GÜN)	Her gün	Akış Vakum Kirlenici konsantrasyonu	Ekstraksiyon havalandırması Manifold Çıkış Bacası
TEMİZLEME	Haftalık – Aylık	Akış Vakum Kirlenici konsantrasyonu	Ekstraksiyon havalandırması Manifold Çıkış Bacası



İZLEME ÖRNEK: ÇİFT FAZ EKSTRAKSİYONU



AŞAMA	İZLEME SIKLIĞI	İZLENEN PARAMETRE	İZLEME NOKTASI
BAŞLANGIÇ (7 – 10 GÜN)	En az günde bir	Akış Vakum ölçümleri Çıkış gaz kirletici konsantrasyonu CO ₂ , O ₂ *	Ekstraksiyon bacaları Manifold Çıkış bacası
TEMİZLEME	Haftada bir – İki haftada bir	Akış dengeleme Akış Vakum Çıkış gaz kirletici konsantrasyonu CO ₂ , O ₂ *	Ekstraksiyon bacaları Manifold Çıkış bacası

*Biyodegradasyonun izlenmesi amacıyla ölçülebilir.

İZLEME ÖRNEK: GELİŞTİRİLMİŞ BİYOREMEDİASYON

	İZLEME SIKLIĞI	İZLENEN PARAMETRE	İZLEME NOKTASI
BAŞLANGIÇ (1-2 HAFTA)	En az günde bir	Ekstraksiyon hacmi Enjeksiyon hacmi	Ekstraksiyon ve enjeksiyon kuyu başlıkları ve çıkışları
TEMİZLEME	Her 2-3 günde	Elektron alıcı konsantrasyonu Yer altı suyu seviyeleri	İzleme kuyuları İzleme Kuyuları
	Haftalık	Yer altı suyu seviyeleri Ekstraksiyon ve enjeksiyon akım hızı	İzleme kuyuları Ekstraksiyon ve enjeksiyon kuyu başlıkları ve çıkışları İzleme kuyuları
	Üç ayda bir	Elektron alıcı konsantrasyonu, amonyak, fosfat, nitrat, pH ve iletkenlik Toprak ve yer altı suyundaki bileşen konsantrasyonları	Ekstraksiyon ve enjeksiyon ve izleme kuyuları Toprak numune noktaları

İZLEME ÖRNEK: GELİŞTİRİLMİŞ BİYOREMEDİASYON (EK)

Parametre	Sıklık	Amaç
Degradasyon yan ürünleri (ör. Benzen → fenol)	Yılda dört kez, yılda bir	Kirleticilerin parçalandığına net kanıt olarak
Mikroorganizma konsantrasyonu (qPCR)	Yılda dört kez, yılda bir	Mikroorganizma nüfusunun uygun olduğunun belirlenmesi
CO ₂ (Toprak gazında)	Yılda dört kez, yılda bir	Kirleticilerin parçalandığına kanıt olarak

İZLEME ÖRNEK: AEROBİK BİYOREMEDİASYON

PARAMETRE	NUMUNE ALMA SIKLIĞI			AMAÇ
	Başlangıç	Temizleme Esnası/ Uzun Dönem İzleme Aşaması		
	(7-10 gün) Günlük	Haftalık - Aylık	3 Ayda bir - Yılda bir	
YERALTI SUYU				
Çözünmüş Oksijen	X	X		Temizleme alanındaki oksijen dağıtım etkinliğini ve aerobik şartları sürdürme kabiliyetini belirlemek Sistem performansını iyileştirmek için veri sağlar
Redox Potansiyeli	X	X		Sistemin yüzeyaltı aerobik şartlarını geliştirme kabiliyetini gösterir
pH	X	X		pH'in mikrobiyal biyoremediasyon için uygunluğunu, stabilitesini tespit eder ve risk teşkil edebilecek durumları gösterir
H ₂ O ₂ / Ozon	X	X		Sisteme oksijen sağlayan bu kaynakların yok olmadan önce temizleme sisteminde ne kadar mesafe kat edebildiğini tespit eder
Biyo-nutrient			X	Yeraltı suyuna enjekte edilen biyonütrientlerin biyoremediasyon esnasında yok olup olmadığı, birikme durumu, ve yeraltı suyu kalitesini düşürüp düşürmediğini belirler
Hedef Kirlenmeler (Petroleum COCs)			X	Temizleme durumunun gelişimini gösterir

VERİ KALİTE KONTROLÜ

Yalnızca **kirletici derişimlerinin** belirlenmesi yeterli değildir. **Ölçümlerin belirsizliğinin** ortaya konması gerekir. Böylelikle, kirlilik ile ilgili yapılacak yorumların güvenilirliği de ortaya çıkmış olur.

Ölçüm belirsizliğinin sebepleri:

- **Analitik metot kaynaklı: Metot performansındaki değişimler (ör. Cihaz kaynaklı), kullanılan standartlardaki belirsizlik, vb.**
- **Örnekleme kaynaklı belirsizlik: Heterojen toprak yapısı, paralel numune sayısı vb.**

Analiz sonuçlarının güvenilirliği çok kritiktir. Her konsantrasyonun beraberinde bir de belirsizlik değeri barındırdığı unutulmamalıdır.

DEĞERLENDİRME

Çevrecilik vs. Mühendislik?

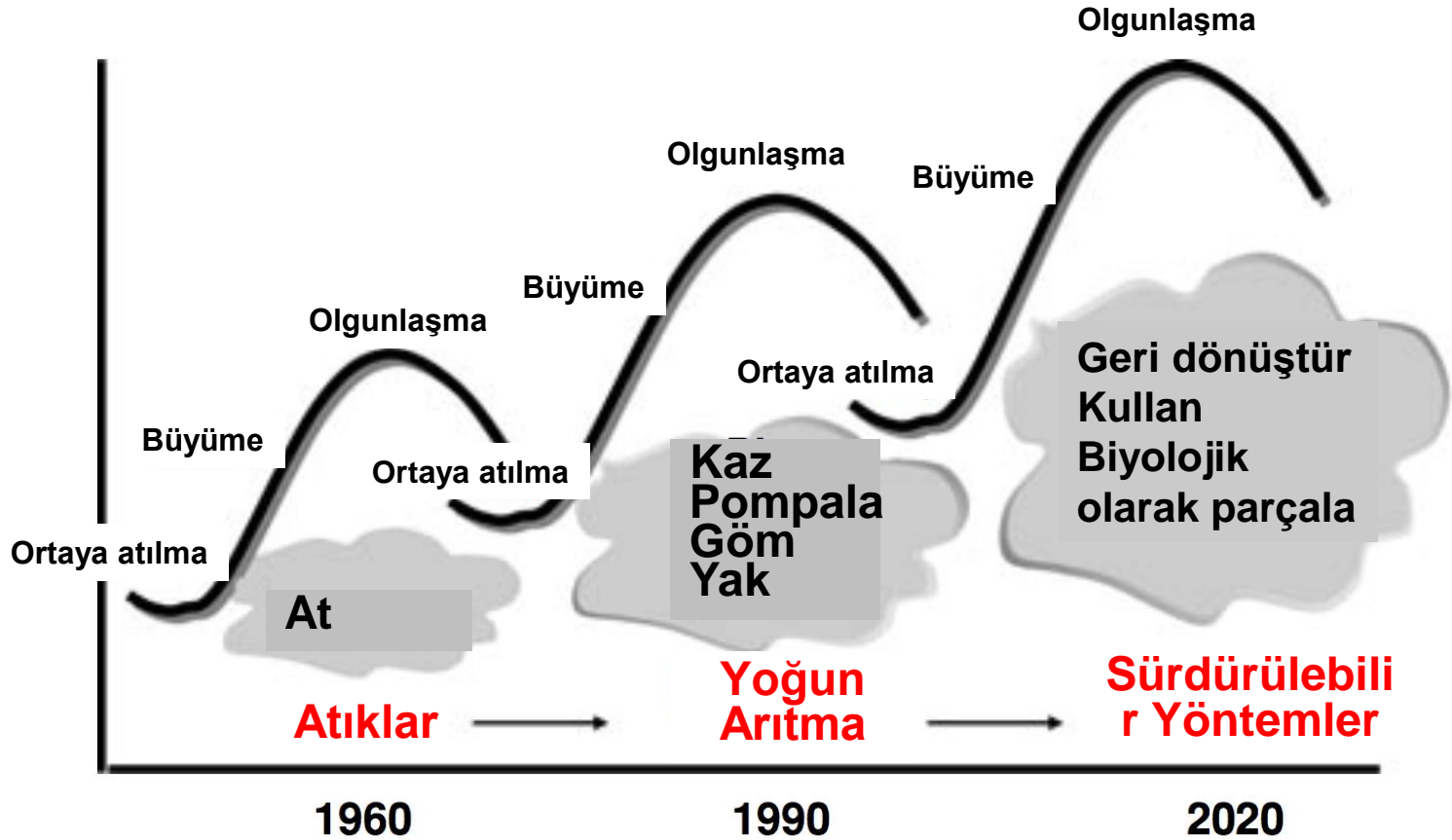
Kirlenmiş sahaların belirlenmesinde hedef sahadaki kirlilik durumunun **mükemmel** ve **kesin doğru** bir tanımının yapılması değildir.

Esas olan saha incelemesinin **temel hedeflerinin** belirlenmesidir. Bu hedefler doğrultusunda, belirlenen **emniyet sınırları** içerisinde inceleme çalışmasının tasarlanmasıdır.

Hedef **kirletici konsantrasyonunu sıfıra indirmek** de değildir. Kanseri riskini makul seviyenin altına çekmektir.

GELECEĞE DAİR

TEMİZLEME/İYİLEŞTİRMENİN GELECEĞİ



GELECEK - FARKLILAŞAN YAKLAŞIMLAR

Araştırmalar, kirlenmiş sahalar kaynaklı risklerin azaltılmasında, ciddi hafriyat gerektiren “*ağır mühendislik*” çözümlerine oranla, artık günümüzde daha az müdahale gerektiren, pasif yöntemlerin tercih edildiğini göstermektedir.

Örneğin, *arazi kullanım kısıtlamaları* ile iyileştirilmiş sahaların hassas sayılabilecek aktiviteler için kullanılması engellenebilir.

GELECEK - FARKLILAŞAN YAKLAŞIMLAR

BİLEŞEN	AÇIKLAMA
Enerji	En düşük enerji ihtiyacı ve yenilenebilir enerjinin kullanımının arttırılması
Hava ve amosfer	Gaz fazında kirleticilerin azaltılması ve sera gazlarının salınımının azaltılması
Su	Su kullanımının azaltılması ve su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi
Materyal ve atık	Malzemelerin yönetiminin iyileştirilmesi ve atıkların azaltılması
Saha ve ekosistem	İyileştirme çalışmaları sırasında sahanın ve ekosistemin korunması

SÜRDÜRÜLEBİLİR SAHA İYİLEŞTİRME KRİTERLERİ _ ÖRNEK

Çevresel Ortam	Kriter
Hava	<ul style="list-style-type: none">• Sera gazları (ör. CO₂, CH₄, N₂O)• Asit yağmuru ile ilgili bileşikler (ör. NO_x, SO_x, NH₃)• PM ve aerosoller (ör. PM1/2.5/10)• VOCler
Su	<ul style="list-style-type: none">• Çözünmüş haldeki kirleticiler• Nutrientler• pH/redoks• AKM
Toprak ve saha koşulları	<ul style="list-style-type: none">• Kimyasal: ör. Eh/pH, tamponlama kapasitesi, organik karbon• Kirletici konsantrasyonu• Fiziksel: ör. Jeoteknik özellikler, su tutma kapasitesi• Biyolojik: ör. Toprak verimliliği, toprak biyoçeşitliliği destekleyen habitat kalitesi

SÜRDÜRÜLEBİLİR SAHA İYİLEŞTİRME KRİTERLERİ _ ÖRNEK

Parametre	Kriter
Ekoloji	<ul style="list-style-type: none">• Biyoçeşitlilik (ör.koruma altındaki canlılar)• Ekosistem işlerliği (ör. Toprak verimi)
Sahada değişiklik	<ul style="list-style-type: none">• Sel riskinde değişimler
Kaynak kullanımı ve atık oluşumu	<ul style="list-style-type: none">• Kaynak kullanımı (agrega, metaller)• Enerji tüketimi• Su kullanımı• Atık bertarafı (saha dışında bertarafı gereken atık veya izne başvurmayı gerektiren atık)
İnsan sağlığı ve güvenliği	<ul style="list-style-type: none">• Kimyasallara maruziyet• Trafik yoğunluğu• Kazı ve sondaj
Mahalle ve bölgeye etkiler	<ul style="list-style-type: none">• Ses• Estetik
...	...

GELECEK - FARKLI LAŐAN YAKLAŞIMLAR - YEŞİL İYİLEŞTİRME PRENSİPLERİ

- ◆ **Sahaya en az girişim yapacak teknolojilerin tercih edilmesi**
- ◆ **Mümkün ve uygulanabilir olduğu müddetçe, pasif enerji ihtiyacı olan teknolojilerin (ör. Geliştirilmiş biyoremediasyon, fitoremediasyon) esas iyileştirme veya başka bir teknoloji sonrasında hedefe ulaşabilmek için ikincil olarak kullanımının tercih edilmesi**
- ◆ **Toprak ve sahadaki yaşayan canlıları en az rahatsız edecek yöntemlerin tercih edilmesi**
- ◆ **Kirleticilerin biyolaşılabilirliğini azaltmak**

GELECEK – FARKLILAŞAN YAKLAŞIMLAR

Kirlilik kaynağının ortadan kaldırılması

+

Kirleticilerin parçalanması

+

**Toprak kalitesinin korunması veya iyileştirilmiş
toprağın daha sonrası için “kullanılabilir”
kalmasının sağlanması**

GEÇMİŞİN HATALARI

1. Hangi kirleticilerin sahada bulunduğunun iyi belirlenmesi
2. Kimyasal üretim/depolama ile ilgili safsızlıklar kaynaklı çok ciddi tehlikelerin dikkate alınması
 1. Yasaklı olmayan bazı pestisitlerde DDT
 2. Pentaklorofenol üretirken PCDD/F
3. Saha temizleme hedefi belirlerken dikkat edilmesi
 1. İyi örnek, TPH
 2. Kötü örnek, klorlu organikler, oluşan yan ürünler
4. Sahanın iyileştirme sonrası risk değerlendirmesi yapılırken **toksikolojik verilerin** kullanılması?



TEŞEKKÜRLER...



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY