



Güçlü bireyler.
Güçlü toplumlar.

Kirlenmiş Saha Temizleme/İyileştirme Teknolojileri Klavuzunun Kullanımı

PROF.DR. İPEK İMAMOĞLU
ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



İÇERİK

- ▶ Kılavuzun hazırlanması ve katkılar
- ▶ Kılavuzun bölümleri
- ▶ Kılavuzun kullanımı

KILAVUZUN HAZIRLANMASI

- ▶ Kılavuz Küresel Çevre Fonu (GEF) finansal desteği ile “Kalıcı Organik Kirletici (KOK) Stoklarının Bertarafı ve KOK Salınımlarının Azaltılması” projesi kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, UNDP ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi işbirliği ile hazırlanmıştır.

KILAVUZ _ Ekibe teŖekkür

- ▶ Sinem Erdođdu, evre Mühendisi, Serbest Danışman
- ▶ evre ve Ŗehircilik Bakanlığı, evre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Su ve Toprak Dairesi Başkanlığı, Toprak Kirliliği Kontrolü Ŗube
Müdürlüğü
- ▶ Destek ekibi:
 - ▶ Kamil Gencil, Jeoloji Mühendisi (eviri)
 - ▶ Sevgi Deniz Akdemir, ODTÜ evre Mühendisliği (eviri)
 - ▶ Sinan Özhan Kaya, ODTÜ evre Mühendisliği (görseller)

KILAVUZ _ Kaynaklar

- ▶ Toplamda 48 farklı kaynaktan faydalanılmıştır.
 - ▶ TEMEL KAYNAK: US Federal Remediation Technologies Roundtable, Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide
 - ▶ https://frtr.gov/matrix2/top_page.html (Son Erişim: 20 Mart 2017)
 - ▶ UNIDO. (2014) . Survey of Soil Remediation Technology
 - ▶ https://institute.unido.org/wp-content/uploads/2014/11/17.-Survey_of_Soil_Remediation_Technology.pdf (Son Erişim: 20 Mart 2017)
 - ▶ USEPA. (2004) A Guide for Corrective Action Plan Reviewers How to Evaluate Alternative Cleanup Tech. for Underground Storage Tanks, EPA 510-R-04-002
 - ▶ UNIDO, Persistent Organic Pollutants: Contaminated Site Investigation and Management Toolkit
 - ▶ ... ve diğerleri
- ▶ Şekil ve Tabloların kaynakları Ekler kısmının sonunda ayrıca verilmiştir.

KILAVUZ _ Bölümler

1. Giriş
2. Teknolojilerin Sınıflandırılması
3. Teknoloji Değerlendirme Kriterleri
4. Teknolojilerin Detaylı Açıklaması
5. İzleme

Ekler

KILAVUZ _ Bölümler

► EKLER

EK-1 Teknoloji İsimleri Sözlüğü

EK-2 Jenerik Kirleticilerin Kirletici Gruplarına Göre Sınıflandırılması

EK-3 Temizleme Teknolojileri Matrisi

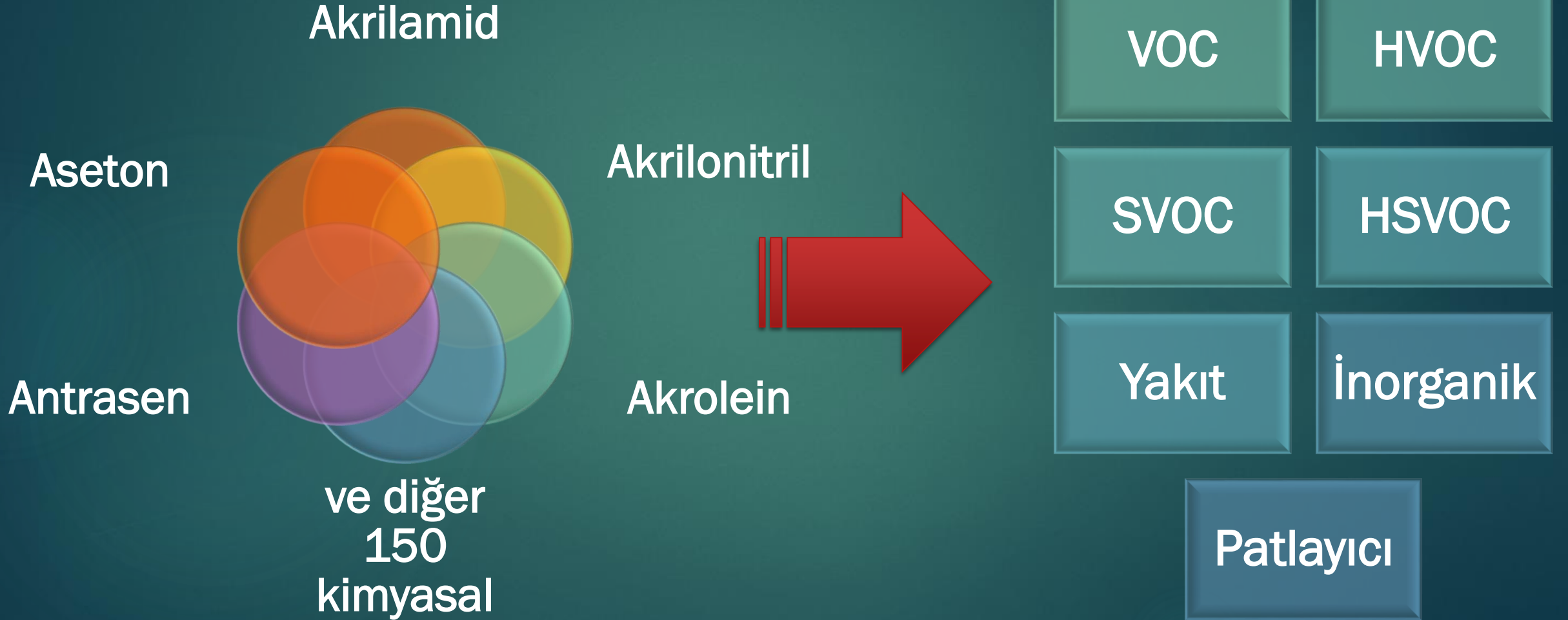
EK-1 Teknoloji İsimleri Sözlüğü (EN vs. TR)

EKLER

EK-1 TEKNOLOJİ İSİMLERİ SÖZLÜĞÜ

İNGİLİZCE	TÜRKÇE
Absorption/Adsorption	Absorpsiyon/Adsorpsiyon
Advanced Oxidation Process	İleri Oksidasyon Prosesi
Air Sparging	Hava Kabarcıklı Arıtım
Air Stripping	Havalı Sıyırma
Biofiltration	Biyofiltrasyon
Biopiles	Toprak Biyoyığınları
Bioreactors	Biyoreaktör
Bioslurping	Sıvı-Gaz Emişli Arıtım
Bioventing	Biyoverilasyon
Chemical Extraction	Kimyasal Ekstraksiyon
Chemical Oxidation	Kimyasal Oksidasyon
Chemical Reduction /Oxidation	Kimyasal İndirgenme/Yükseltgenme
Constructed Wetlands	Yapay Sulak Alan
Compost	Kompostlama

EK-2'nin önemi: Kirleticilerin gruplandırılması



EK-2 Kirletici Grupları ve Yönetmelik

EK-2 JENERİK KİRLETİCİLERİN KİRLETİCİ GRUPLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI*

Jenerik Kirleticiler	CAS No	VOC	HVOC	SVOC	HSVOC	Yakıt	İnorganik	Patlayıcı
Organikler								
Akrilamid	79-06-1			●				
Akrilonitril	107-13-1	●						
Akrolein	107-02-8	●						
Aldrin	309-00-2				●			
Antrasen	120-12-7			●		●		
Asenaften	83-32-9			●		●		
Aseton (2-Propanon)	67-64-1	●						
Atrazin	1912-24-9				●			
Benz(a)antrasen	56-55-3			●		●		
Benzen	71-43-2					●		
Benzidin	92-87-5			●				
Benzo(a)piren	50-32-8			●		●		

EK-3 Temizleme Teknolojileri Matrisi

Seçim kriterleri

Teknolojiler

EK-3 TEMİZLEME TEKNOLOJİLERİ MATRİSİ*

TEKNOLOJİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ

	Yerinde (I) / Yerinden Alınarak (E)	Ortam (T-toprak Y-yeraltı suyu)	Kirlenici Sınıfları							Kriterler					
			VOC	HVOC	SVOC	HSVOC	Yakıt	İnorganik	Patlayıcı	Tek Başına Uygulanabilirlik	Bakım Sıklığı	Güvenilirlik ve Takip	Yatırım Maliyeti	Genel Maliyet	Zaman
4.1. Biyolojik															
Kompost	E	T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Toprak Biyoyiğnaları	E	T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Arazide Islah	E	T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Siluri Faz Biyolojik Arıtma	E	T	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Biyoverilasyon	I	T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fitoremediasyon	I	T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	○
Fitoremediasyon	I	Y	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	○

E: Ex-situ (yerinden alınarak)
I: In-situ (yerinde)

EK-2 Kirleniciler vs. Gruplar

T = Toprak
Y = Yeraltı suyu

Matris FRTR (2007) Tablo 3-2'ye dayandırılmıştır.

EK-3 Temizleme Teknolojileri Matrisi

		Ortalama Üstü ●	Ortalama ◐	Ortalama Altı ◑	Diğer ◊
Tek Başına Uygulanabilirlik		Kendi başına uygulanabilir veya tek bir tek teknolojiyle uygulanır, karmaşık olmayan teknoloji	İki-üç aşamalı arıtma sistemleri ile basitçe uygulanabilir, yaygın teknoloji	Karmaşık şekilde, farklı temizleme teknolojileriyle birlikte kullanılabilir	Bu konudaki etkinlik, kirlenici türüne, kirliliğin dağılımına ve tasarıma bağlı olarak değişim gösterir
Bakım Sıklığı		Nadir bakım ihtiyacı	Ortalama bakım ihtiyacı	Sık bakım ihtiyacı	
Güvenilirlik ve Takip Etme		Kanıtlanmış güvenilirliği olan ve düşük takip etme gerektiren sistem	Orta derecede güvenilirliği olan ve orta derecede takip etme gerektiren sistem	Güvenilirliği düşük olan ve sürekli takip edilmesi gerekli olan sistem	
Yatırım Maliyeti		Düşük ana yatırım maliyeti	Ortalama ana yatırım maliyeti	Yüksek ana yatırım maliyeti	
Genel Maliyet		Diğer alternatiflere kıyasla düşük genel maliyet	Diğer alternatiflere kıyasla ortalama genel maliyet	Diğer alternatiflere kıyasla yüksek genel maliyet	
Zaman	Yerinde Toprak Temizleme	1 Yıldan az	1 - 3 Yıl	3 Yıdan fazla	
	Yerinden Alınarak Toprak Temizleme	6 Aydan az	6 Ay - 1 Yıl	1 Yıdan fazla	
	Yeraltı Suyu Temizleme	3 Yıldan az	3 - 10 Yıl	10 Yıdan fazla	
Kirlenici Sınıfları		Tam veya pilot ölçekte başarıyla yapılabilir, kanıtlanmış Tam veya pilot ölçekte başarıyla yapılabilir, kanıtlanmış	Pilot veya tam ölçekte başarısı sınırlı olarak kanıtlanmış	-	

EK-3 Temizleme Teknolojileri Matrisi

Açıklamalar

Yerinde/Yerinden Alınarak Ortam	Teknolojinin yerinde mi yerinden alınarak mı uygulandığını gösterir. E: Yerinden Alınarak I: Yerinde uygulanan
Tek Başına Uygulanabilirlik	Teknolojinin uygulandığı gösteren parametredir. T: Toprakta uygulanan teknoloji Y: Yeraltı suyunda uygulanan teknoloji
Bakım Sıklığı	Teknolojinin tek başına mı uygulandığı yoksa bir arıtma sisteminin parçası olarak diğer sistemlerle birlikte mi kullanılması gerektiği
Güvenilirlik ve Takip Etme	Teknolojinin işletilmesinde ne kadar sıklıkla bakıma ihtiyaç duyduğuna ilişkin gösterge
Yatırım Maliyeti	Teknolojinin güvenilirliği kanıtlanmış mıdır ve işletme için sürekli olarak bir personelin kontrolüne ihtiyaç duyulur mu?
Genel Maliyet	Teknolojinin ilk yatırım maliyetini belirtir
Zaman	Listelenen teknolojilerin tasarım, kurulum, işletme ve bakım ihtiyaçlarının maliyetlerinin birbirlerine göre kıyaslanması
Kirletici Sınıfları	Teknoloji ile "standart" bir sahanın temizlenmesinin alacağı yaklaşık süre
	VOC; HVOC; HSVOC; SVOC; İnorganikler, Yakıtlar ve Patlayıcılar altında sınıflandırılan kirleticileri ifade etmektedir

Bölüm 2: Temizleme/İyileştirme Teknolojilerinin Sınıflandırılması

Kirletici gruplarına göre

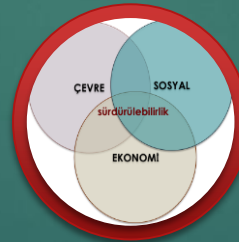
Kirletici gruplarının temel özellikleri, tipik olarak karşılaşılan kirleticiler

Halojensiz VOC Kirliliği			
Toprak		Yeraltı Suyu	
Yerinde	Yerinden Alınarak	Yerinde	Yerinden Alınarak
<ul style="list-style-type: none">• Biyohavalandırma• Geliş Biyoremed.• Toprak Yıkama• Toprak Buher Etki.• İsl Antim	<ul style="list-style-type: none">• Biyoyiğin• Yıkama• İsl Desorpsiyon	<ul style="list-style-type: none">• Geliş. Biyoremediasyon• İzlemeli Doğal Giderim• Hava İ. Sıyırma• Çi. Faz Ekstraksiyonu• Pasif/Reaktif Akım Duvarı• Fiziksel Bariyerler	<ul style="list-style-type: none">• Biyoreaktör• İleri Oksidasyon• Hava İ. Sıyırma• Granül Aktif Karbon• Ayırma• Yağmurlama Sulama
<ul style="list-style-type: none">• Fitoremediasyon• İsl Oksidasyon• İsl Ayırma	<ul style="list-style-type: none">• Kompost• Arzolu İslah• Ayırma• Toprak Yıkama• Proliz• Sırtı Faz Biyo. Antim• Yüzey Kapatma• Hafiflet. sarma dışına taşıma• Kimyasal Ekst.• Kimyasal İn. /Nük.	<ul style="list-style-type: none">• Fitoremediasyon• Sırtı-Gaz Emgöl Antim• Kimyasal Oksidasyon• Yönlü Kuyular• İsl Antim• Kuyulu Hava İ. Sıyırma• Derm Kuyu Enjeksiyon	<ul style="list-style-type: none">• Kuyulu Hava İ. Sıyırma• Pompa İslah

Toprak					
Yerinden Alınarak			Yerinde		
Termal	Fiziksel/ Kimyasal	Biyolojik	Termal	Fiziksel/ Kimyasal	Biyolojik
<ul style="list-style-type: none">• Isı ile Isıtma• Isı ile Isıtma• Isı ile Isıtma	<ul style="list-style-type: none">• Kırıyıcı• Kırıyıcı• Kırıyıcı	<ul style="list-style-type: none">• Isı ile Isıtma• Isı ile Isıtma• Isı ile Isıtma	<ul style="list-style-type: none">• Isı ile Isıtma• Isı ile Isıtma• Isı ile Isıtma	<ul style="list-style-type: none">• Kırıyıcı• Kırıyıcı• Kırıyıcı	<ul style="list-style-type: none">• Isı ile Isıtma• Isı ile Isıtma• Isı ile Isıtma

Kirlenmiş ortama göre

Diğer...



Ortamın tanımlanmasında kullanılan parametreler (toprak ve yeraltı suyu için)

Bölüm 3: Teknoloji Değerlendirme Kriterleri

- ▶ Uygulanabilirlik
 - ▶ Genel
 - ▶ Sahaya Özel
- ▶ Performans
 - ▶ Genel
 - ▶ Zaman-maliyet
- ▶ Arıtılabilirlik çalışmaları

Bölüm 4: Teknolojilerin Detaylı Açıklaması

- ▶ Tanım
 - En az bir şekil ve bazen ek olarak tablolar ile açıklama
- ▶ Uygulanabilirlik
- ▶ Kısıtlamalar
- ▶ Süre
- ▶ Maliyet
- ▶ Uygulamada dikkat edilecek noktalar

Bölüm 5: İzleme

- ▶ Temizleme/iyileştirme öncesi
- ▶ Temizleme/iyileştirme sırasında
- ▶ Temizleme/iyileştirme sonrasında
- ▶ Dikkat edilecek konular

Teşekkürler...



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

