



Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik
Uygulamaları İçin Personel Eğitim Semineri
20-24 Haziran 2011 & 27 Haziran – 1 Temmuz 2011

Kirlenmiş Saha Temizleme ve İzleme Teknik Rehberi

Prof. Dr. Kahraman Ünlü
O.D.T.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü

Ana Başlıklar

- Teknik Rehber'in Amacı ve Kapsamı
- TKKY'de Temizleme Sürecinin İşleyişi
- Temizleme Faaliyet Planlama
 - Risk- Bazlı Temizleme Hedeflerinin Belirlenmesi
 - Genel Temizleme Karar Verme Stratejileri
 - Mevcut Temizleme Teknoloji Seçenekleri
 - Temizleme Yöntemi Seçenek Geliştirme Süreci
 - Tercih Edilen Temizleme Yönteminin Seçimi
- Temizleme Sistemi Saha Uygulaması ve İzleme
- Temizleme Sonlandırma ve Müteakip İzleme

Teknik Rehberin Amacı ve Kapsamı

Kirlenmiş Saha Temizleme ve İzleme Teknik Rehberi temizleme kararı alınmış bir Kirlenmiş Sahanın temizlenmesi sürecinde gerçekleştirilecek olan

- Temizleme hedefinin belirlenmesi,
- Temizleme yönteminin belirlenmesi,
- Saha uygulaması, işletim ve etkinlik izlemesi ile
- Temizleme faaliyet sonlandırma ve müteakip izleme

faaliyetlerinin işleyişini ve ilgili karar alma süreçlerini tanımlamaya yönelik bilgileri sunmak amacıyla hazırlanmıştır.

Teknik Rehberin Amacı ve Kapsamı

- Kirlenmiş saha “temizleme” terimi çok farklı anlamlarda kullanılabilir geniş kapsamlı bir terimdir. Bu TR’de temizleme denince **insan ve çevre sağlığına yönelik zararların önlenmesi veya giderilmesi** amacıyla kirlenmiş sahada yapılan iyileştirme kastedilmektedir.
- Bu bağlamda temizleme, *toprak ve/veya yeraltı suyunda bulunan kirleticilerin arıtılması, izole edilmesi, ortadan kaldırılması, tahrip edilmesi, daha az zararlı hale dönüştürülmesi veya zarara sebep olacağı alıcıya ulaşmasının önlenmesini sağlamak amacıyla geliştirilen ve uygulanan **planlanmış bir faaliyet*** olarak tanımlanmaktadır.

TKKY'de Temizleme Sürecinin İşleyiŖi

- KSYS ye göre birinci aŖama veya ikinci aŖama değerlendirme sonunda “temizleme gerektiren kirlenmiŖ saha” olarak nitelendirilen sahalarda temizleme iŖlemine tabi tutulmaktadır.
- Temizleme sürecinde gerçek duyulan faaliyetler, bu faaliyetlerin nasıl gerekleŖtirileceęi ve karar alma aŖamaları açık olarak tanımlanması gerekmektedir.
- Temizleme faaliyetinin ana hedefi, insan sağlığını ve çevreyi korumaktır. Dolayısıyla temizleme faaliyeti bu hedefe ulaŖmak amacıyla gerekleŖtirilmelidir.

Temizleme Faaliyet Planlama

Temizleme Faaliyet Planlama

Saha değerlendirme çalışmalarını takiben temizleme kararı alındıktan sonra temizleme faaliyet planlama ve değerlendirme alışmaları;

- Temizleme hedef ve kıstaslarının belirlenmesi,
- Uygulanabilir temizleme yöntemi seçeneklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi ve
- Tercih edilen temizleme yönteminin seçimi

olmak üzere üç aşamada yürütülmesi öngörülmektedir.

Temizleme faaliyeti hedeflerinin belirlenmesi

Temizleme hedefinin belirlenmesinde dikkate alınacak faktörler şunlardır:

- ilgili çevresel mevzuata uygunluk,
- temizlenmesi gereken çevresel ortam ve bu ortamdaki hedef kirletici(ler),
- maruziyet yolları ve alıcılar ile
- maruziyet yoluna bağlı kirletici saha temizleme hedefi konsantrasyonu.

Temizleme faaliyeti hedeflerinin belirlenmesi

Saha temizleme hedefi konsantrasyonları her bir kirletici için, çevresel ortam (örneğin, toprak, yeraltı suyu, yüzey suyu) bazında, arazi kullanım durumuna göre belirlenen konsantrasyon düzeyleridir.

Kirleticiye özgü saha temizleme hedefi konsantrasyonları iki şekilde belirlenebilir:

- yaygın olarak kullanılan mevcut standartlar baz alınarak (örneğin, içme suyu amaçlı kullanılan veya kullanılma potansiyeli olan yeraltı suyu için saha temizleme hedefi konsantrasyonu olarak içme suyu standardı kullanılması),
- belirli maruziyet koşulları altında kanserojen ve kanserojen olmayan toksisite değerleri kullanılarak yapılan risk değerlendirmesine veya risk-bazlı hesaplamalara dayanarak (risk veya konsantrasyon düzeylerinin belirlenmesi).

Risk-bazlı temizleme hedeflerinin belirlenmesi

Risk bazlı saha temizleme hedefi konsantrasyonunun belirlenmesi sahaya özgü şu verilere dayandırılmalıdır:

- Dikkate alınması gereken (hedef) çevresel ortamlar,
- Dikkate alınması gereken (hedef) kirleticiler,
- Mevcut ve gelecekteki muhtemel arazi kullanımı (yerleşim, ticari/endüstriyel ve tarımsal),
- Geçerli maruziyet yolu ve
- Kirleticiye bağlı hedef risk düzeyleri.

Dikkate alınması gereken (hedef) çevresel ortamın belirlenmesinde Kavramsal Saha Modelinden yararlanılmalıdır.

Risk-bazlı temizleme hedeflerinin belirlenmesi

Hedef risk düzeyi, bir çevresel ortamdaki bir kirletici için geçerli bütün maruziyet yollarını içermeli ve bu çerçevede;

- (i) sahadaki kanserojen kirletici temizleme hedefi konsantrasyonunun oluşturduğu **toplam risk 10^{-6} 'yı**, ve
- (ii) sahadaki kanserojen olmayan kirletici temizleme hedefi konsantrasyonunun oluşturduğu **toplam tehlike indeksi 1'i aşmamalıdır.**

Risk-bazlı temizleme hedeflerinin belirlenmesi

Temizleme hedefi Őu bileŐenleri içermelidir:

- Temizlenecek **hedef kirletici**
- **Maruziyet yolu ve alıcı(lar)**
- Maruziyet yoluna bağlı **hedef kirletici saha temizleme düzeyi konsantrasyonu**

İnsan sağlığını ve çevreyi korumaya yönelik temizleme hedefleri sadece kirletici konsantrasyon düzeyini değil, konsantrasyonla birlikte maruziyet yolunu da içermelidir. Çünkü, insan sağlığının ve çevrenin korunması, maruziyetin azaltılmasıyla da mümkündür.

Uygulanabilir temizleme seçeneklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi

Temizleme aşamasının temel amacı, sahada belirlenen risklerin sahanın mevcut ve gelecekteki muhtemel kullanımları ile uyumlu olacak şekilde giderilmesi için gerekli

- temizleme stratejisinin,
- uygun temizleme teknolojisinin ve
- sistem tasarım/işletim ölçütlerinin

belirlenmesidir.

Uygulanabilir temizleme seçeneklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi

Temizleme stratejisinde yer alması gereken anahtar unsurlar

- temizlemenin saha ve kirlilik karakterizasyonu ve risk değerlendirme çalışmalarına dayandırılması,
- önerilen temizleme çalışmasının tanımlanması,
- belirlenen risklerin nasıl giderileceğinin detaylandırılması ve
- işletim ve izleme programlarının oluşturulmasıdır.

Uygulanabilir temizleme seçeneklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi

- Kirlenmiş sahalar, sahip oldukları çevresel, hidrolojik, hidrojeolojik koşullar, kirlenmenin oluş şekli, kirletici çeşitleri ve bu kirleticilerin fiziksel kimyasal ve biyolojik taşınım süreçleri bakımından pek çok farklılıklar arz eder. **Bu sebeple temizleme yöntem seçimi farklı sahalar için önemli ölçüde farklıdır; diğer bir deyişle sahaya özgüdür.**
- Uygun temizleme yöntemi seçiminin yapılması ve karar verme süreci hem mevcut kullanılabilir teknolojiler konusunda hem de sahanın kendine özgü koşulları konusunda yeterli bilgi sahibi olmayı gerektiren bir uzmanlık işidir.

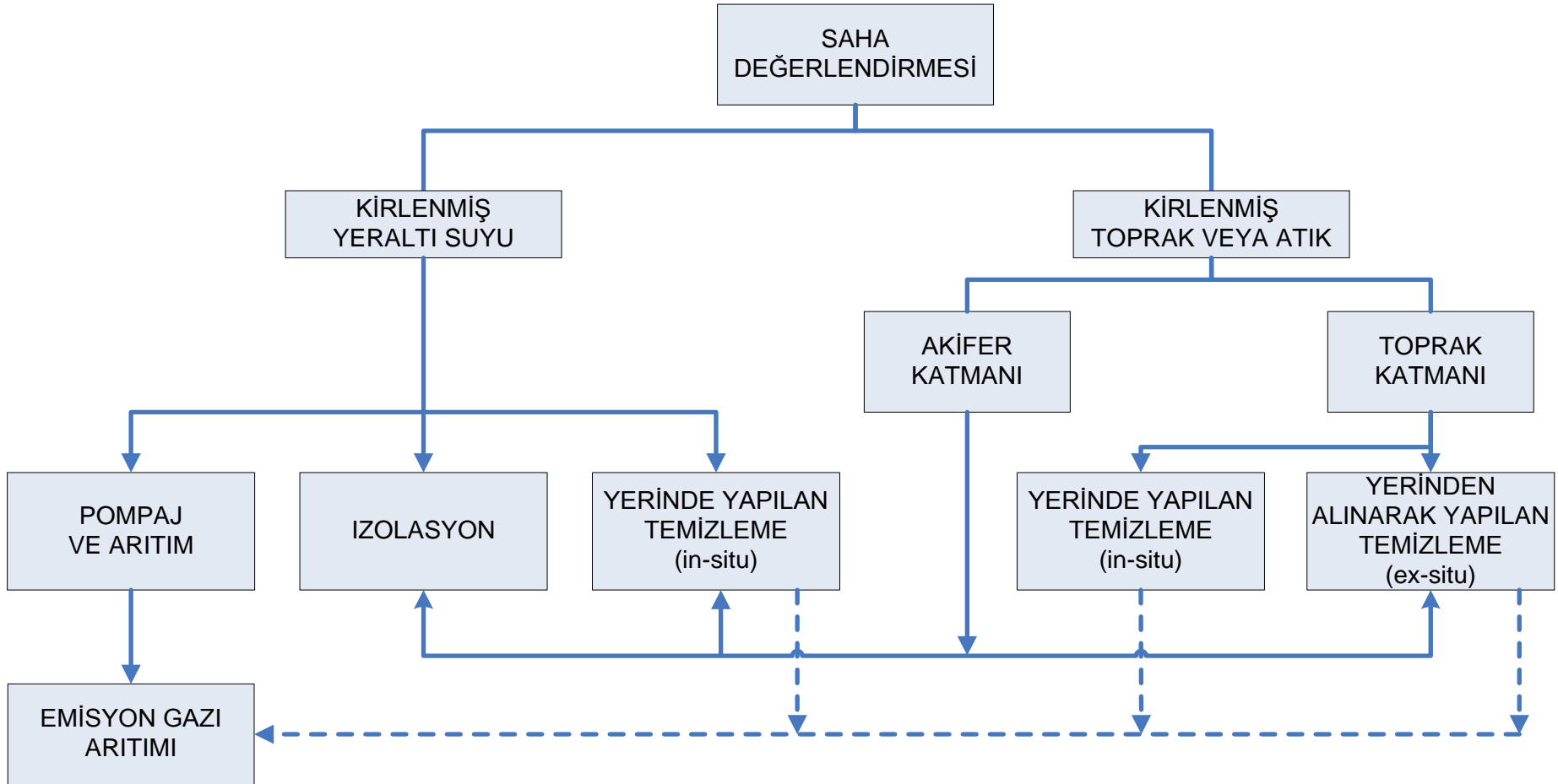
Uygulanabilir temizleme seçeneklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi

Genel olarak toprak ve yeraltı suyu temizleme teknikleri kirleticilerin giderim veya bozunum/dönüşümünün bulunduğu yerde doğrudan sağlanıp sağlanamamasına bağlı olarak

- “*yerinde yapılan (in-situ) arıtım/temizleme*” veya
 - “*yerinden alınarak yapılan (ex-situ) arıtım/temizleme*”
- olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir.

Uygulanabilir temizleme seçeneklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi

Kirlenmiş sahalar için temizleme stratejisi geliştirmede kullanılabilecek Genel Temizleme Seçeneklerini gösteren Akım Şeması.



Uygulanabilir temizleme seçeneklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi

Temizleme stratejileri belirlenmesi ve temizleme yönteminin seçimi açısından

(i) teknoloji (temizleme yöntemi) ve

(ii) kirlenmiş saha

ile ilgili olmak üzere iki ana faktör önemli rol oynamaktadır.

Teknoloji (temizleme yöntemi) ile ilgili önemli faktörler şunlardır:

- Etkinlik (*hedef kirletici miktar ve toksisitesinin azaltılması*)
- Uygulanabilirlik (*teknik ve idari*)
- Maliyet (*yatırım, işletme ve bakım*)

Uygulanabilir temizleme seçeneklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi

Temizleme stratejileri belirleme ve temizleme yöntemi seçimi açısından kirlenmiş saha ile ilgili önemli faktörler ise şunlardır:

- Kirlenmiş ortam
- Sahadaki (hidrolik/hidrolojik) koşullar
- Tahmini kirlenmiş toprak ve/veya yeraltı suyu hacmi
- Kirleticinin yoğunluğunun suya göre az veya çok olması
- Kirleticinin toprak/yeraltı suyunda serbest/bakiye fazda bulunması
- Kirlenme veya kirletici konsantrasyonu düzeyi

Temizle stratejisi oluşturma, temizleme teknolojisi seçiminde teknolojik ve sahaya özgü koşulların değişik kombinasyonlarının bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Kombinasyonların çokluğu ve bazı belirsizlikler doğal olarak süreci karmaşıklştırmaktadır.

Mevcut Temizleme Teknolojileri Seçenekleri

Kirlenmiş sahalarda toprak ve yeraltı suyu temizlemede kullanılacak yöntemleri genel olarak üç ana başlık altında toplamak mümkündür:

- Kirliliğin bulunduğu yerden (hafriyat, pompaj/ekstraksiyon ve benzeri şekilde) alınarak arıtılması ve/veya bertaraf edilmesine dayanan ***hafriyat-ekstraksiyon yöntemleri***
- Kirliliğin dağılmasını/yayılmasını sınırlamak veya önlemek üzere bulunduğu yerde izole edilmesine dayanan ***yerinde izolasyon yöntemleri***
- Kirliliğin bulunduğu yerde giderilmesini veya değişime/dönüşüme uğratılarak toksisitesinin ve miktarının azaltılmasını sağlayan yerinde ***arıtıma dayalı yöntemler***

Mevcut Temizleme Teknolojileri Seçenekleri

hafriyat-ekstraksiyon yöntemleri

- hafriyat malzemesinin (toprak, atık) yerinden alınarak arıtımı,
- pompajla çıkarılan yeraltı suyunun arıtımı,
- ekstrakte edilen emisyon/deşarj gazlarının arıtımı

izolasyon yöntemleri

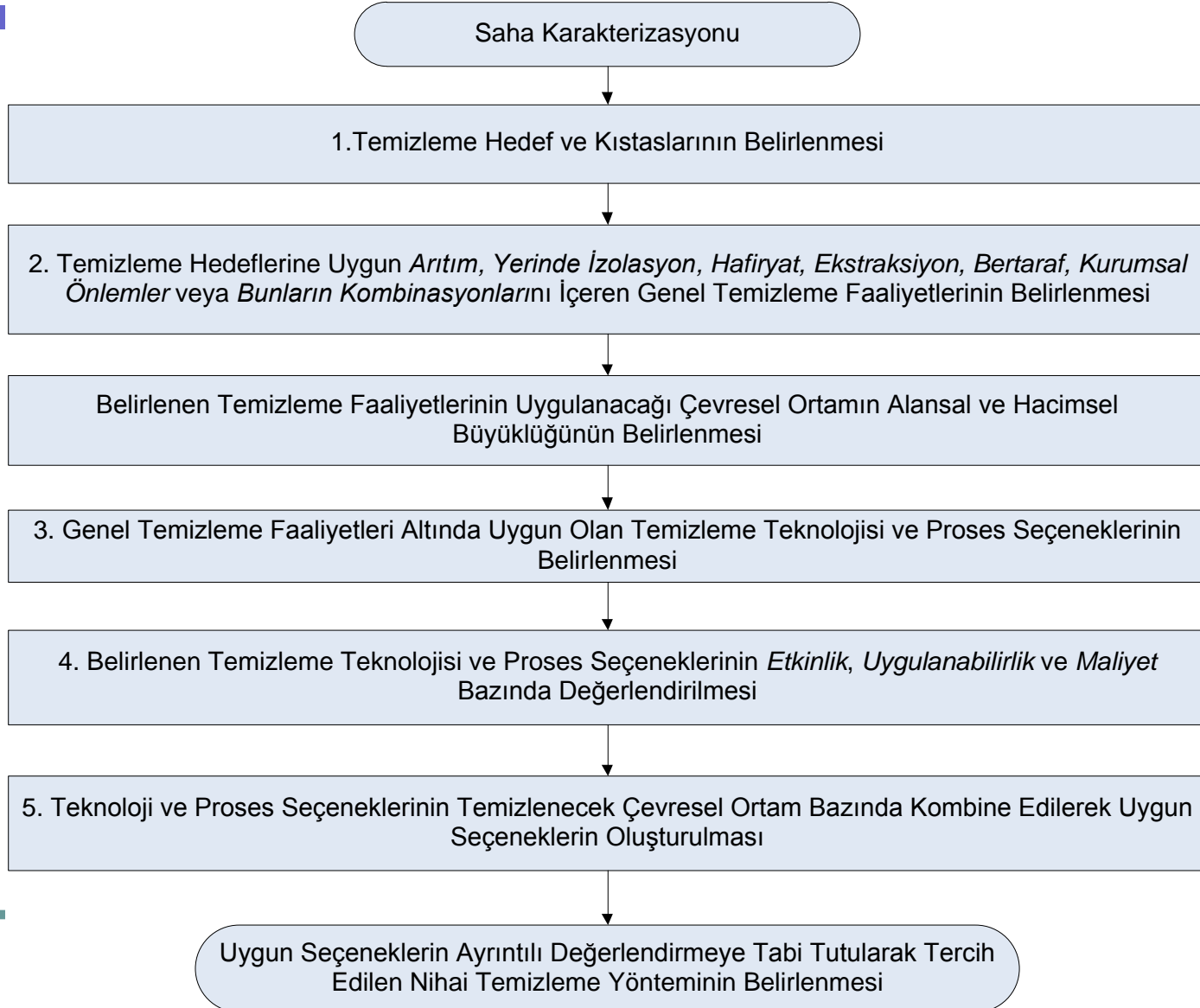
- kirlenmiş toprak ve yeraltı suyunun yerinde izole edilmesi

arıtıma dayalı yöntemler

- kirlenmiş toprak ve yeraltı suyunun yerinde arıtımı

Bu yöntemlerin her birinde fiziksel, kimyasal, biyolojik veya ısı proseslere dayalı teknolojiler kullanılabilir ve her bir teknolojik seçenek içerisinde farklı proses seçeneklerinin uygulanması mümkün olabilmektedir.

Temizleme Yöntemi Seçenek Geliştirme Süreci



Tercih Edilen Temizleme Yönteminin Seçimi

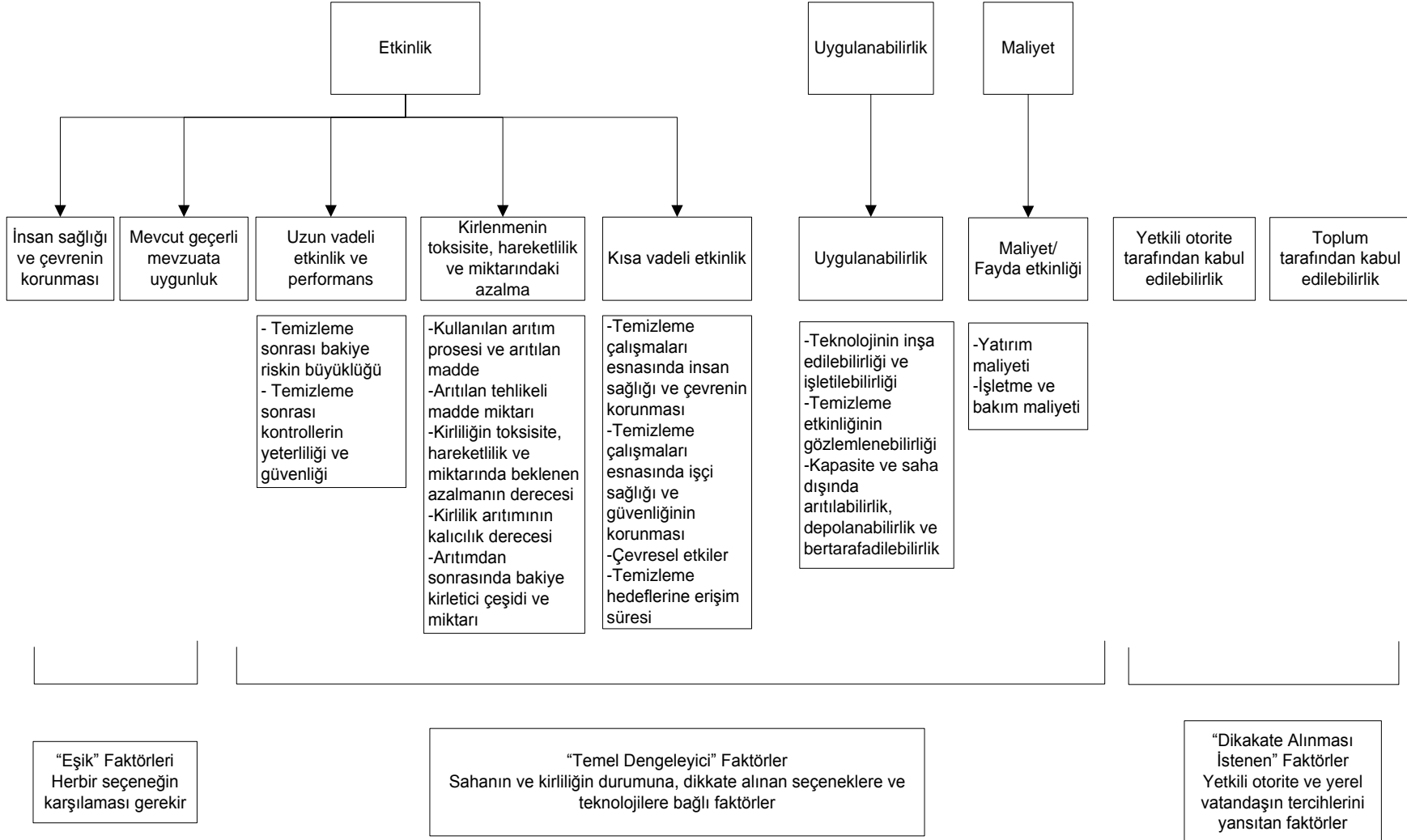
- Tanımlanan seçenekler, kısa ve uzun vadede **etkinlik**, **uygulanabilirlik** ve **maliyet** bazında seçenek sayısında azaltma yapmak amacıyla daha ayrıntılı olarak değerlendirilir.
- Seçeneklerin ayrıntılı değerlendirilmesinden elde edilecek sonuçlar **tercih edilen temizleme yönteminin** seçimine baz oluşturur.

Tercih Edilen Temizleme Yönteminin Seçimi

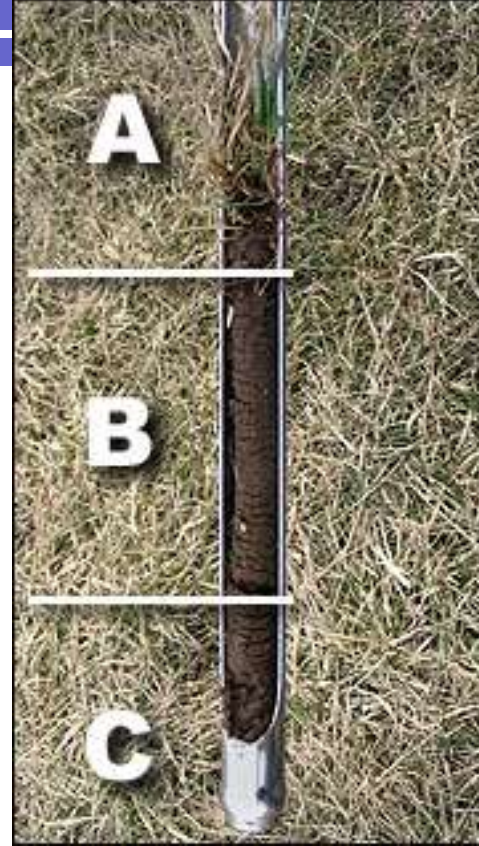
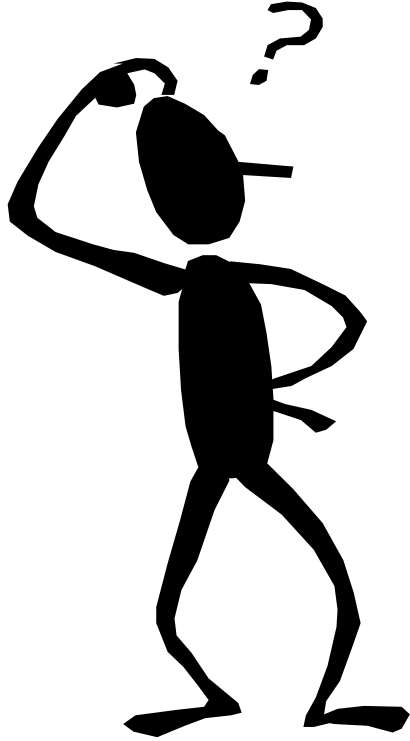
Seçenek Belirleme Kriterleri

Seçenek Değerlendirme Kriterleri

Kriterlerin Temizleme Yöntemi Seçimindeki Rolü



Sorular??



TEŞEKKÜRLER

