



T.C.
Çevre ve Orman Bakanlığı

KİRLENMİŞ SAHA RİSK DEĞERLENDİRME
TEKNİK REHBERİ

ANKARA, 2009

ÖNSÖZ

Bu Teknik Rehber, Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik ile bağlantılı olarak kullanılmak üzere, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından, yürütücülüğünü Prof. Dr. Kahraman Ünlü'nün yaptığı, TÜBİTAK'ın mali destek sağladığı, KAMAG 106G008 kod nolu "Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalar İçin Yönetim Sistemi Geliştirilmesi" projesi kapsamında hazırlanmıştır.

Proje Çalışanları:

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Kahraman Ünlü (Proje Yürütücüsü)

Prof. Dr. Ülkü Yetiş

Prof. Dr. Filiz B. Dilek

Doç. Dr. Ayşegül Aksoy

Y. Doç. Dr. Elçin Kentel

Dr. Serkan Girgin

Y. Müh. Meltem İpek

Y. Müh. Beril Büyüker

Y. Müh. Şener Polat

Çevre ve Orman Bakanlığı

Orhan Koçhan

Saliha Değirmencioğlu

Neşe Çehreli

Gülhan Saygılı

Ercan Gülay

Dr. Erdoğan Işık

İÇİNDEKİLER

1.	GİRİŞ	1
1.1.	Teknik Rehberin Amacı	1
1.2.	Tanımlar ve Kısaltmalar	1
1.3.	Teknik Rehberin Kullanımı	5
2.	KİRLENMİŞ SAHA İKİNCİ AŞAMA RİSK DEĞERLENDİRME SÜRECİNİN GENEL İŞLEYİŞİ ..	8
2.1.	Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu	8
2.2.	Jenerik Risk Değerlendirmesi	9
2.3.	Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi	11
3.	SAHA VE KİRLİLİK KARAKTERİZASYONU	12
3.1.	Saha Ön Değerlendirmesi	12
3.2.	Kavramsal Saha Modeli	14
3.2.1.	KSM Formu	15
3.2.2.	KSM Şeması	16
3.2.3.	KSM Taşınım Yolları Çizelgesi	16
3.3.	Saha Ön (İlk) Örnekleme Çalışmaları ve Yüzey Toprağı, Yüzey Altı Toprağı ve Yeraltı Suyu Saha Kirleticili Konsantrasyonlarının Belirlenmesi	21
3.4.	Kirlilik Derece ve Kapsamının Tanımlanması ve Veri Kalitesi Analizi	23
3.5.	Güncellenmiş Kavramsal Saha Modeli	24
4.	JENERİK RİSK DEĞERLENDİRMESİ	25
4.1.	G_KSM ve JS_KSM için Uyumlu Taşınım Yollarının Belirlenmesi	25
4.2.	Jenerik Risk Değerlendirmesi ve Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi Uygulanacak Eksiksiz Taşınım Yollarının Belirlenmesi	25
4.3.	Hedef Kirleticilerin Yüzey ve Yüzey Altı Toprağındaki Saha Konsantrasyonları	26
4.4.	Jenerik Kirleticili Sınır Değerler (TYDT_YT_JKK, KTS_YT_JKK, UMS_YAT_JKK ve YSI_YAT_JKK) ile Hedef Kirleticili Saha Konsantrasyonlarının (HK_YT_SK ve HK_YAT_SK) Karşılaştırılması	26
5.	SAHAYA ÖZGÜ RİSK DEĞERLENDİRMESİ	31
5.1.	Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi Genel Yaklaşımı	31
5.2.	Saha Karakterizasyonu ve Veri Kalitesi Analizi	31
5.3.	Kavramsal Saha Modelinin Güncellenmesi	38
5.4.	Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesine Yönelik Hesaplamalar	38
5.4.1.	Her Bir Hedef Kirleticiden Kaynaklanacak Kanseri Riskinin Hesaplanması	39
5.4.2.	Her Bir Hedef Kirleticiden Kaynaklanacak Kanseri Dışındaki Sağlık Riskinin Hesaplanması	40

5.5. Kimyasal Alımı ve Emilen Doz Hesapları	41	Değiştiril
5.5.1. Suyun içilmesi yoluyla kimyasal alımı	43	Değiştiril
5.5.2. Sudaki kimyasalların deri teması yoluyla alımı	4544	Değiştiril
5.5.3. Topraktaki kimyasalların yutma yoluyla alımı	4645	Değiştiril
5.5.4. Topraktaki kimyasalların deri teması yoluyla alımı	46	Değiştiril
5.5.5. Havada buhar halinde bulunan kimyasalların soluma yoluyla alımı	4746	Değiştiril
5.5.6. Kimyasallarla kirlenmiş olan besinlerin tüketilmesi yoluyla kimyasal alımı	4948	Değiştiril
5.6. Toplam Kanseri Riski ve Toplam Tehlike İndeksinin Hesaplanması	5150	Değiştiril
5.7. Sağlık Risklerinin Hesaplanmasındaki Belirsizliklerin Değerlendirilmesi	5352	Değiştiril
5.8. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi'nde Takip Edilecek Adımlar ve Sonuçların Raporlanması	5453	Değiştiril
5.9. Her Bir Alıcı-Arazi Kullanım Amacı Kombinasyonu için Kanseri ve Kanseri Dışındaki Sağlık Risklerinin Çizelge 5.3 Formatında Raporlanması	57	Değiştiril
5.10. Sahanın Kirlenmiş Saha ya da Takip Gerektirmeyen Saha Olarak Sınıflandırılması	58	Değiştiril
6. TEMİZLEME HEDEFLERİNİN BELİRLENMESİ	60	Değiştiril
7. ÖNEMLİ REHBER DOKÜMANLAR	67	Değiştiril
8. KAYNAKLAR	68	Değiştiril

EKLER

EK-1. KAVRAMSAL SAHA MODELİ FORMU

EK-2. JENERİK KİRLİTİCİ SINIR DEĞERLERİ

EK-3. TOKSİKOLOJİK DEĞERLER

1. GİRİŞ

1.1. Teknik Rehberin Amacı

Bu Teknik Rehber İkinci Aşama Risk Değerlendirmesi çalışmaları kapsamında gerçekleştirilmesi gereken faaliyetleri tanımlamakta ve bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde izlenecek yolları anlatmaktadır.

İkinci Aşama Risk Değerlendirmesi; Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu, Jenerik Risk Değerlendirmesi ve Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi olmak üzere başlıca üç bölümden oluşmaktadır. Bu üç bölüm tamamlandığında sahadaki tüm potansiyel alıcılar için kanser ve kanser dışındaki sağlık riskleri hesaplanmış olacak ve sahanın temizleme gerektirip gerektirmediğine karar verilebilecektir.

1.2. Tanımlar ve Kısaltmalar

Arazi kullanım amacı: Alıcının bulunduğu arazinin kullanım amacı.

Çevresel ortam: Kirleticilerin bulunabileceği ve taşınabileceği çevresel ortamlardır. Bu çevresel ortamlar; toprak, su ve hava olabilir.

Eğim Faktörü (EF): Ömür boyunca alınan birim kirleticisi miktarının, insanda sağlık problemi oluşturma olasılığının tahmin edilen kabul edilebilir üst sınırıdır. EF, bir insanın ömür boyu belirli bir dozda potansiyel bir kanserojen maddeye maruz kalması sonucunda kanser olma olasılığının üst sınırını tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır.

Eksiksiz taşınım yolu: Bir kirleticinin insan sağlığı üzerinde olumsuz sağlık etkileri yaratabilmesi için kirleticisi kaynağı, kirleticisi ile temasın oluşacağı maruziyet noktası (maruz kalınan çevresel ortam) ve maruziyet yolu gereklidir. Bu üç temel öğenin mevcut olduğu taşınım yoluna eksiksiz taşınım yolu denir.

Güncellenmiş Kavramsal Saha Modeli (G_KSM): Kavramsal Saha Modeli ilk kez “Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu” esnasında, bu Rehberin Bölüm 3.2’sinde açıklandığı şekilde oluşturulmalıdır. İkinci Aşama Değerlendirme çalışmaları sırasında toplanacak sahaya özgü yeni veriler/bilgiler ile KSM güncellenmelidir. Dolayısıyla, İkinci Aşama Değerlendirme boyunca KSM’nin birden fazla kere güncellenmesi söz konusu olabilir. G_KSM, kavramsal saha modelinin o aşamadaki en güncel halini yansıtır. İkinci Aşama Değerlendirme boyunca KSM’nin kullanılması gerektiğinde, KSM’nin en güncel hali olan G_KSM kullanılmalıdır.

Hedef kirleticisi: İncelemeye tabi tutulacak şüpheli saha için kirlilik kaynağı ile ilgili olarak insan sağlığı ve çevre açısından dikkate alınması ve sahada toplanacak numunelerde ölçümü yapılması gereken kirleticisi madde/maddeler.

HK_YAT_SK: Hedef kirleticilerin yüzey altı toprağındaki saha konsantrasyonları

HK_YS_SK: Hedef kirleticilerin yeraltı suyundaki saha konsantrasyonları

HK_YT_SK: Hedef kirleticilerin yüzey toprağındaki saha konsantrasyonları

JS_KSM: Jenerik senaryo için Kavramsal Saha Modeli. JS_KSM'de sahanın yerleşim amaçlı kullanıldığı ya da ileride yerleşim amaçlı kullanılacağı ve insanların kirleticilere “*makul bir süre azami düzeyde maruz kalacağı*” varsayılır. JS_KSM sadece aşağıda verilen dört taşınım yolunu içerir:

1. Toprağıın yutulması ve deri teması yoluyla emilim (JS_TYDT),
2. Kaçak tozların dış ortamda solunmaları (JS_KTS),
3. Uçucu maddelerin dış ortamda solunmaları (JS_UMS),
4. Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi (JS_YSİ).

Kavramsal Saha Modeli (KSM): Şüpheli sahanın ilgililer tarafından tüm yönleriyle kolayca algılanmasını ve kavranmasını sağlamak amacıyla, Birinci Aşama Değerlendirme kademesinde derlenen bilgilerden başlayarak, İkinci Aşama Değerlendirmede sahada elde edilecek kirlilik kaynağı, kirleticilerin kaynaktan yayılım mekanizmaları, kirleticiler çeşitleri, kirleticiler dağılım alanları ve taşınım güzergahları, kirlilikten dolayı risk altındaki muhtemel alıcı noktalar veya ortamlar ile, mevcut belirsizlikleri ve zaman içerisinde elde edilebilecek fiziksel, kimyasal ve hidrojeolojik bilgileri de kapsayacak şekilde, saha ve civarındaki çevresel koşulların dinamik bir süreç içerisinde tanımlanması, formlar, şema(lar) ve açıklayıcı çizelgeler üzerinde gösterilmesidir.

Kaynağıın kirlettiğı çevresel ortam: Kirleticiler kaynağıının direkt olarak kirlettiğı çevresel ortamdır. Kaynağıın kirlettiğı çevresel ortam, yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ve yeraltı suyu olabilir. Örneğın, yeraltı depolama tankından sızan bir kirleticiler ile kirlenen yüzey altı toprağı kaynağıın kirlettiğı çevresel ortamdır.

Kimyasala-özüğü temizleme hedefi: Belli bir maruz kalınan çevresel ortam ve arazi kullanım amacı kombinasyonu için temizleme faaliyeti sonucunda ulaşılması hedeflenen kimyasala özüğü konsantrasyon düzeyidir.

Kimyasala-özüğü temizleme hedefi belirlenecek kirleticiler listesi: Kimyasala-özüğü temizleme hedefi belirlenmesi gereken kimyasalların listesidir.

Kirleticiler kaynağı: Yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ya da yeraltı suyunun kirlenmesine yol açan kirleticilerin bu ortamlara verildiğı kaynaktır.

Kirleticilerin taşındığı çevresel ortam: Kirleticilerin, kaynağıın kirlettiğı çevresel ortamdaki alıcıya ulaştığı maruz kalınan çevresel ortama gelene kadar taşındığı çevresel ortamdır. Örneğın, toprağıın derinliklerine sızan yağmur suyuna kirleticiler ile kirlenmiş yüzey altı toprağından kirleticilerin suda

    nebilen kısmının     nmesi, bu yağımur suyunun kirleticiyi yeraltı suyuna ulaştırması ve daha sonra bu kirleticinin yeraltı suyuyla taşınarak bir yüzey suyuna ulaşması mümkündür. Bu durumda, yeraltı suyu kirleticinin taşındığı çevresel ortamdır. Toprak içindeki hava, i  mekanlardaki hava, dış mekanlardaki hava, yeraltı suyu, yüzey suyu kirleticinin taşındığı çevresel ortamlar olabilir.

Kronik Günlük Alınan Miktar, KGAM: Birim zaman ve birim vücut ağırlığı için alıcının (insanın) maruz kaldığı kirleticilerle madde miktarının uzun bir s re (yedi yıldan ömür boyu kadar bir süre) için olan ortalamasıdır.

KTS_YT_JKK: Kaçak tozların dış ortamda solunması maruziyet yolu için yüzey toprağındaki jenerik kirleticilerle sınır değıer konsantrasyonları.

Maruz kalınan çevresel ortam: Alıcının kirliliğı temas ettiğı çevresel ortamdır. Örneğın yeraltı suyu kuyusundan çekilen suyu içen alıcı için maruz kalınan çevresel ortam yeraltı suyu kuyusundaki yeraltı suyudur.

Maruz kalınan konsantrasyon: Alıcının temas halinde olduğı kirleticilerle konsantrasyonu yani maruz kalınan çevresel ortamdaki kirleticilerle konsantrasyonudur.

Maruziyet noktası: Kirleticilerle alıcının temas ettiğı noktadır. Örneğın musluk suyunun yeraltı suyu kuyusundan sağılandığı bir durumda, alıcı için maruz kalınan çevresel ortam yeraltı suyu ve maruziyet noktası da musluk suyudur.

Maruziyet yolu: Alıcının, kirleticilerle maruz kaldığı, temas ettiğı yoldur. Alıcı, kirleticilerle kirleticinin yutulması, solunması, deri teması yollarıyla maruz kalabilir.

Olası en yüksek maruz kalınan kirleticilerle miktarı: Kirlenmiş bir sahada, alıcının maruz kalabileceğı olası en yüksek kirleticilerle konsantrasyonudur. Bu miktar ortalamanın çok üstünde, oldukça koruyucu, ancak oluşması mümkün olan kirleticilerle miktarını temsil etmektedir.

Referans değıeri (RD): şüpheli saha yakın çevresinde bulunan, herhangi bir noktasal kaynak veya insan faaliyeti nedeniyle kirlenmemiş olduğı düşünülen veya varsayılan alandan alınan toprak, yüzey suyu, yeraltı suyu örneklerinde, Birinci Aşama Değıerlendirmede şüpheli sahaya ait ilgili kirlilik gösterge parametreleri (KGP) veya, İkinci Aşama Değıerlendirmede hedef kirleticilerle konsantrasyonu ölçüm değıerleri ile kıyaslanmak amacıyla, ölçülen kirlilik gösterge parametresi veya hedef kirleticilerle konsantrasyonu ölçüm değıeridir.

Alıcı: Hedef kirleticilerden bir veya daha çoğuna maruz kalan ve bunun sonucunda kanser ya da kanser dışındaki sağılık sorunları yaşama riski bulunan insan ya da insanlar.

Taşınım yolu: Kirleticinin kaynaktan alıcıya ulaşana kadar kat ettiği yol.

Temizleme gerektiren çevresel ortamlar listesi: Temizleme gerektiren çevresel ortamların listesidir.

Temizlenecek çevresel ortam: Hedef kirleticilerin konsantrasyonlarının kimyasala-özgü temizleme hedeflerine kadar temizleneceği çevresel ortam. Yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ve yeraltı suyu temizlenecek çevresel ortamlar olabilirler.

TYDT_YT_JKK: Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim maruziyet yolu için yüzey toprağındaki jenerik kirletici sınır değer konsantrasyonları.

UMS_YAT_JKK: Uçucu maddelerin dış ortamda solunması maruziyet yolu için yüzey altı toprağındaki jenerik kirletici sınır değer konsantrasyonları.

Uyumlu taşınım yolları: Hem şüpheli sahada hem de jenerik senaryoda mevcut olan eksiksiz taşınım yolları. Diğer bir deyişle hem G_KSM'de hem JS_KSM'de bulunan eksiksiz taşınım yolları.

YSİ_YAT_JKK: Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi maruziyet yolu için yüzey altı toprağındaki jenerik kirletici sınır değer konsantrasyonları.

Yüzey altı toprağı: Yüzey toprağı altında kalan, ana kaya veya yeraltı suyu tablasına kadar olan derinlikte bulunan toprak, yüzey altı toprağı olarak kabul edilir.

Yüzey toprağı: Yüzey toprağı en üstte bulunan 2 cm derinliğindeki tabakayı kapsar. Bu tanım, yüzey toprağından oluşacak kaçak tozların solunması ve yutulması maruziyet yollarından oluşacak riskin değerlendirilmesi bakımından önem arz etmektedir. Ancak, söz konusu sahadaki özel durumlar göz önüne alındığında; 2 cm'den daha derinde bulunan toprağın altüst edilmesi söz konusu ise, yüzey toprağı 2 cm'den daha derin bir tabakayı içerecek şekilde yeniden tanımlanmalıdır. Örneğin; söz konusu sahada yaşayan insanlar bahçelerinde çiçek/sebze yetiştiriyorlarsa ya da bahçe düzenlemesine yönelik uygulamalarda bulunuyorlarsa yüzey toprağı 2 cm'den daha derin bir tabaka olarak kabul edilmelidir.

KISALTMALAR

EF: Eğim Faktörü

ETY: Eksiksiz taşınım yolu

G_KSM: Güncellenmiş Kavramsal Saha Modeli

HK_YAT_SK: Hedef kirleticilerin yüzey altı toprağındaki saha konsantrasyonları

HK_YS_SK: Hedef kirleticilerin yeraltı suyundaki saha konsantrasyonları

HK_YT_SK: Hedef kirleticilerin yüzey toprağındaki saha konsantrasyonları

JS_KSM: Jenerik senaryo için kavramsal saha modeli

JS_KST: Jenerik senaryodaki kaçak tozların dış ortamda solunmaları taşınım yolu

JS_TYDT: Jenerik senaryodaki toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim taşınım yolu

JS_UMS: Jenerik senaryodaki uçucu maddelerin dış ortamda solunmaları taşınım yolu

JS_YSİ: Jenerik senaryodaki kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi taşınım yolu

KGAM: Kronik Günlük Alınan Miktar

KSM: Kavramsal Saha Modeli

KTS: Kaçak tozların dış ortamda solunmaları maruziyet yolu

TYDT: Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim maruziyet yolu

UMS: Uçucu maddelerin dış ortamda solunmaları maruziyet yolu

YAT: Yüzey altı toprağı

YS: Yeraltı suyu

YSİ: Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi maruziyet yolu

YT: Yüzey toprağı

1.3. Teknik Rehberin Kullanımı

Bu Teknik Rehber İkinci Aşama Risk Değerlendirmesi çalışmaları kapsamında gerçekleştirilmesi gereken faaliyetleri tanımlamakta ve bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde izlenecek yolları anlatmaktadır. İkinci Aşama Risk Değerlendirme çalışmaları sonucunda elde edilen bilgiler ve varılan kararlar iki rapor halinde Bakanlığa sunulacaktır:

1. Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Ön Raporu
2. Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Nihai Raporu

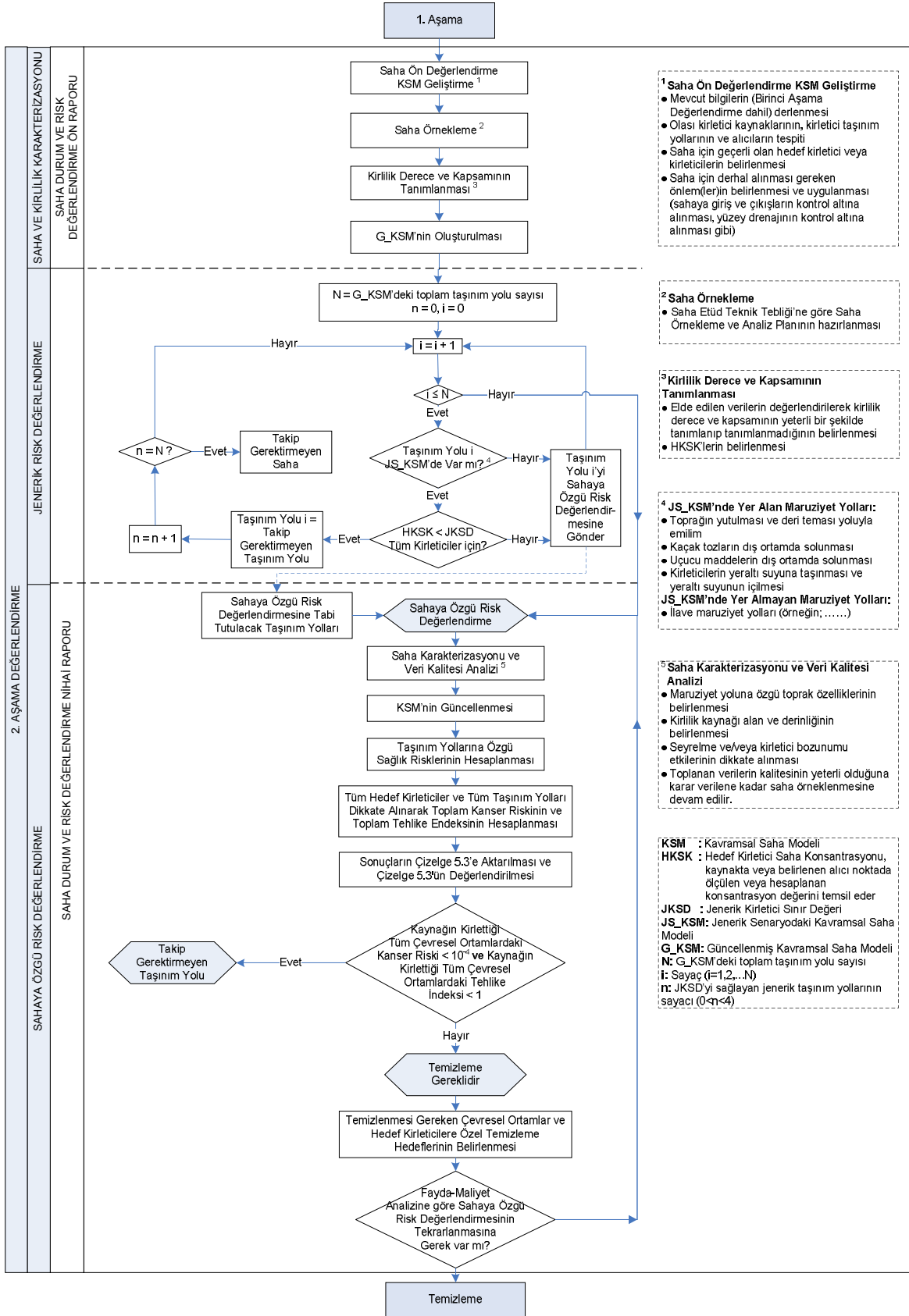
Teknik Rehber'in ileriki bölümlerinde ayrıntılı olarak anlatılan prosedürler kullanılarak bu iki rapor hazırlanacaktır. Bu raporlar ile ilgili özet bilgi Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Ön Raporu ve Nihai Raporu

Rapor	Kapsam	Format	Rapor İçeriği ile ilgili Açıklama
Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu	Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu	TKKNKSDY Ek-10	Kirlenmiş Saha Risk Değerlendirme Teknik Rehberi, Bölüm 3
Saha Durum ve Risk Değerlendirme Nihai Raporu	Jenerik Risk Değerlendirmesi	TKKNKSDY Ek-11	Kirlenmiş Saha Risk Değerlendirme Teknik Rehberi, Bölüm 3, 4, 5
	Sahaya Özgü Risk	TKKNKSDY	Kirlenmiş Saha Risk

	Değerlendirmesi	Ek-11	Değerlendirme Teknik Rehberi, Bölüm 3, 4, 5
--	-----------------	-------	--

İkinci Aşama Değerlendirme çalışmaları kapsamında gerçekleştirilmesi gereken faaliyetlerin gösterildiği akım şeması Şekil 1.1 de verilmiştir. Akım şeması, Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu, Jenerik Risk Değerlendirmesi ve Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi safhalarında yer alan faaliyetleri topluca göstermektedir. Bunlara ek olarak bu safhaların birbirleri ile olan bağlantılarının da kolayca takip edilebilmesi açısından önemlidir. Rehber'in devamındaki bölümlerde anlatılan prosedürler ve Şekil 1.1'de akım şeması takip edilerek İkinci Aşama Risk Değerlendirmesi çalışmaları tamamlanabilir.



Şekil 1.1. İkinci Aşama Değerlendirme Ayrıntılı Akım Şeması

2. KİRLENMİŞ SAHA İKİNCİ AŞAMA RİSK DEĞERLENDİRME SÜRECİNİN GENEL İŞLEYİŞİ

İkinci Aşama Risk Değerlendirme, Şekil 1.1 den de görüleceği gibi, genel işleyişi bakımından üç ana kısımdan oluşmaktadır:

1. Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu
2. Jenerik Risk Değerlendirmesi
3. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi

Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu, Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu'nda; Jenerik ve Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi ise Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Nihai Raporu'nda sunulmalıdır.

Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Ön Raporu genel formatı TKKNKSDY Ek-10'da, bu format çerçevesinde gerçekleştirilmesi beklenen faaliyetlerle ilgili ayrıntılı bilgi ise; Bölüm 3'de verilmiştir. Diğer bir deyişle, Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Ön Raporu, TKKNKSDY Ek-10'da verilen genel formata uygun olarak Bölüm 3'de sunulan açıklamalar dikkate alınarak hazırlanmalıdır.

Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Nihai Raporu genel formatı ise TKKNKSDY Ek-11'de, bu format çerçevesinde gerçekleştirilmesi beklenen faaliyetlerle ilgili ayrıntılı bilgi ise Bölüm 3, 4 ve 5'de verilmiştir. Diğer bir deyişle, Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Nihai Raporu TKKNKSDY Ek-11'de verilen formata uygun olarak ve Bölüm 3, 4 ve 5'de sunulan açıklamalar dikkate alınarak hazırlanmalıdır.

İkinci Aşama Risk Değerlendirmeyi oluşturan her üç kısımda gerçekleştirilmesi gereken aktiviteler ve ulaşılması hedeflenen sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

2.1. Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu

Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu'nun ana hedefi risk değerlendirmesi için ihtiyaç duyulan veri ve bilgilerin elde edilmesidir. Risk değerlendirmesinin yapılabilmesi için gerekli başlıca bilgiler şunlardır:

1. Sahadaki kirleticiler: Sahada bulunması muhtemel tehlikeli kirleticilerin belirlenebilmesi için öncelikle sahanın mevcut ve geçmişteki arazi kullanım amaçlarının (örneğin yerleşim amaçlı, tarım arazisi, benzin istasyonu, tekstil endüstrisi, iş merkezi, vb.) tespit edilmesi gereklidir. Buna ilaveten kontrollü veya kontrolsüz olarak herhangi bir atığın/kirleticisi maddenin sahaya atılıp atılmadığının veya sahada depolanıp depolanmadığının araştırılması da gereklidir. Tüm bunlar dikkate alınarak sahada bulunması muhtemel kirleticiler belirlenmelidir. Bu kirleticiler hedef kirleticiler olarak adlandırılırlar.
2. Saha ve çevresinin mevcut ve potansiyel arazi kullanım amaçları: Sahanın ve çevresinin (potansiyel alıcıların mevcut olduğu alan) mevcut ve ilerideki potansiyel arazi kullanım amaçları belirlenmelidir.

3. Başlıca kirlenme kaynakları ve kirlenmiş çevresel ortamlardaki kirlenme konsantrasyonları: Burada kirlenme kaynağından kasıt; yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ya da yeraltı suyunun kirlenmesine sebep olan kirlenmelerin bu ortamlara verildiğı kaynaktır. Örneğın saha halihazırda benzin istasyonu olarak kullanılıyor ve yeraltında gömülü depolama tanklarından birinin benzin sızdırdığı tespit edildiyse bu depolama tankı kirlenme kaynağı kabul edilir. Öncelikle sahadaki kirlenme kaynakları, daha sonra kirlenme kaynaklarının kirlenme çevresel ortamlardaki (yüzey toprağı, yüzey altı toprağı veya yeraltı suyu), kirlenmenin taşındığı çevresel ortamlardaki ve maruz kalınan çevresel ortamlardaki kirlenme konsantrasyonları olabildiğince belirlenmelidir.
4. Kirlenme kaynaklarının özellikleri ve kirlenme yayma potansiyelleri: Toprak, yeraltı suyu, yüzey suyu ve hava gibi çevresel ortamlara kirlenmelerin yayılmasına sebep olan kirlenme kaynakları ile ilgili tüm bilgiler toplanmalı ve bu kirlenme kaynaklarından yayılmış olması muhtemel kirlenme miktarlarının tahmin edilmesi gereklidir. Bir önceki örnekte söz edilen yeraltında gömülü depolama tankını ele alırsak, tankın hangi derinlikte gömülü olduğu, sızmaya karşı herhangi bir tedbirin alınıp alınmadığı, tankın hangi yıllar arasında kullanımda olduğu, ne tip ürün depolandığı ve depolama tankı ile ilgili kayıtlar incelenerek tankın kullanım süresi boyunca yaklaşık ne kadar ürünün tanktan sızdığının/kaybedildiğinin tahmin edilmesi gereklidir.
5. Saha ve çevresinin özellikleri: Kirlenmelerin toprak, yeraltı suyu, yüzey suyu, hava gibi çevresel ortamlardaki dağılımlarını ve taşınımalarını etkileyecek çevresel özelliklerin belirlenmesi gereklidir. Kirlenmelerin yukarıda sayılan çevresel ortamlardaki dağılımları ölçüm ve/veya modelleme yöntemleriyle belirlenebilir. Kirlenmelerin çevresel ortamlardaki hareketlerinin belirlenmesinde çeşitli modellerin kullanılması gereklidir ve bu modellerin çalıştırılabilmesi için pek çok parametreye (örneğin: hidrolik iletkenlik, gözeneklilik, yeraltı suyu yönü, hızı, toprak taneciklerinin büyüklükleri, topraktaki organik karbon oranı, rüzgar hızı, vb.) ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla saha ve çevresinin özellikleri belirlenmelidir.
6. Saha ve çevresindeki potansiyel alıcılar: Sahadaki kirlenme kaynağından yayılan kirlenmelerden etkilenmeleri muhtemel alıcılar belirlenmelidir.

Risk değerlendirmesinin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için öncelikle yukarıda sözü edilen bilgilerin toplanması ve raporlanması gereklidir. Daha sonra bu bilgiler ışığında saha kirlenme konsantrasyonları ile jenerik kirlenme sınır değerler karşılaştırılarak risk değerlendirmesi çalışmalarının hangi yönde ilerleyeceğine karar verilecektir.

2.2. Jenerik Risk Değerlendirmesi

Jenerik Risk Değerlendirmesi kirlenmiş sahada etkili, diğer bir deyişle alıcılarda kanser veya kanser dışındaki sağlık risklerine sebep olabilecek, hedef kirlenmelerin ve eksiksiz taşınım yollarının belirlenmesi için gerçekleştirilen bir ön risk değerlendirmesidir. Bu aşamada henüz kirlenmiş saha ile ilgili ayrıntılı bilgiler/veriler mevcut olmadığından sadece Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu esnasında elde edilen bilgilerden/verilerden yararlanılır. Eksik olan sahaya özgü veriler/bilgiler yerine en olumsuz şartları temsil eden jenerik değerlerin/durumların geçerli olduğu kabul edilir.

Jenerik senaryoda sahanın yerleşim amaçlı kullanıldığı ya da ileride yerleşim amaçlı kullanılacağı ve insanların kirlenmeye “*makul bir süre azami düzeyde maruz kalacağı*” varsayılır. Jenerik senaryo sadece aşağıdaki dört taşınım yolunu içerir:

1. Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim,
2. Kaçak tozların dış ortamda solunmaları,
3. Uçucu maddelerin dış ortamda solunmaları,
4. Kirlenmelerin yeraltı suyuyla taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi.

Jenerik senaryo KSM (JS_KSM) sadece bu dört eksiksiz taşınım yolunu içerir. Sahanın halihazırda ya da ileride yerleşim amaçlı kullanılacağına varsayılmasındaki sebep, bu senaryo için hesaplanacak olan jenerik değerlerin diğer senaryolara göre (örneğin iş merkezi, endüstriyel amaçlı vb.) sağlık riski açısından daha koruyucu olacaktır (EPA, 1996a).

JS_KSM’de yukarıda seçilen dört eksiksiz taşınım yolunun kullanılmasındaki önemli sebeplerden biri yerleşim amaçlı arazi kullanımının geçerli olduğu senaryolarda, kirlenmelerin genellikle bu dört taşınım yolu ile alıcılara ulaşacak olmasıdır (EPA, 1996b). Bir diğer sebep ise bu dört taşınım yolu için jenerik sınır değerlerin hesaplanmasında kullanılacak olan metod, model ve varsayımların oldukça standart sayılabilecek şekilde geliştirilmiş olmalarıdır (EPA, 1996b).

Jenerik Senaryo için Risk Değerlendirmesi (JSRD), tipik olarak karşılaşılabilecek bir kirlenmiş saha için, risk değerlendirme amacıyla kullanılması gereken asgari sayıdaki verilerin rakamsal değerlerinin olabildiğince koruyucu bir takım varsayımların kabulüyle belirlendiği bir ön risk değerlendirme niteliğindedir. Dolayısıyla, risk değerlendirme çalışmalarının bu ilk safhalarında JSRD’ de kullanılan sınır değerler oldukça koruyucu yani çok düşük değerlerdir.

Jenerik senaryoda alıcının (daha önce vurgulandığı gibi Jenerik Senaryoda alıcı, kirlenmiş sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir insan olarak kabul edilmektedir) kirlenmeye yukarıda sayılan dört taşınım yoluyla maruz kalabileceği varsayılır. Bu dört taşınım yolunun her biri için kirlenmenin alıcıda sağlık riski yaratmayacağı sınır değeri belirlenmiştir. Toplam 155 adet farklı kirlenme ve yukarıda listelenen dört taşınım yolu için Jenerik Kirlenme Sınır Değer’ler (JKSD’ler) hesaplanmıştır. JKSD hesaplamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi Risk-Bazlı Kirlenme Sınır Değerlerin Geliştirilmesi Teknik Dokümanı’nda verilmiştir. JKSD’ler olabilecek en kötü durumun geçerli olduğu varsayımlar olarak hesaplandığından oldukça düşük değerlerdir. Jenerik Risk Değerlendirmesi sonuçları aşağıdaki kurallar çerçevesinde değerlendirilir:

- Kirlenmiş bir sahada, hedef kirlenmeye JS_KSM’deki dört taşınım yolu vasıtasıyla ve JKSD’nin altındaki konsantrasyonlarda maruz kalan alıcıda herhangi bir sağlık riski oluşmayacağı varsayılır. Sahada JS_KSM’deki dört taşınım yolu dışında herhangi bir eksiksiz taşınım yolu veya taşınım yolları mevcutsa, bu taşınım yolu veya yolları (ve bu taşınım yolu ile alıcıya ulaşan tüm kirlenmeler) Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasına taşınır.

- Kirlenmiş sahada JS_KSM'deki dört taşınım yolu için belirlenen JKSD'lerin herhangi birinin ya da birkaçının üstünde kirleticici konsantrasyonları mevcut ise bu kirleticinin ilgili taşınım yollarıyla alıcıya ulaşmasının daha ileri düzeydeki risk değerlendirmesi çalışmaları ile analiz edilmesi gereklidir. Dolayısıyla bu kirleticiler ve ilgili taşınım yolları Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasına taşınır.

Kirlenmiş sahada daha önceden yapılmış yüzey ve yüzey altı toprağı kirleticici konsantrasyon ölçümleri mevcutsa bu ölçümler, değilse Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu çerçevesinde yapılmış olan yüzey ve yüzey altı toprağı kirleticici konsantrasyonu ölçümleri kullanılarak JKSD ile sahadaki sağlık riski yaratma potansiyeli olan hedef kirleticilerin saha konsantrasyonları karşılaştırılır. Bu karşılaştırma sonucunda hedef kirleticilerden ve yukarıda listelenen dört taşınım yolundan hangilerinin daha ileri bir risk değerlendirmesi çalışmasıyla incelenmelerinin gerektiğine karar verilir. Jenerik Risk Değerlendirmesi sonucunda aşağıdaki kararlardan biri verilir:

1. Sahanın Takip Gerektirmeyen Saha olduğuna karar verilebilir veya
2. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi yapılmasına karar verilebilir. Hangi taşınım yolları ve hangi kirleticilerin Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi kapsamında analiz edilmesi gerektiğine JKSD ile hedef kirleticici saha konsantrasyonlarının karşılaştırılması yapılarak karar verilir. Bununla ilgili ayrıntılar Bölüm 4'de verilmiştir.

2.3. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi

Jenerik Risk Değerlendirmesi sonucunda, kirlenmiş saha, Takip Gerektirmeyen Saha olarak sınıflandırılmamışsa Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasına geçilir. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi, adından da anlaşıldığı gibi, risk analizinin koruyucu ve varsayılan jenerik bilgilerle/verilerle değil sahaya özgü, bizzat sahanın kendisinde yapılan ölçüm ve incelemeler sonucu elde edilen bilgiler/veriler kullanılarak gerçekleştirildiği bir çalışmadır. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi çalışması sonucunda bir sahanın ya Takip Gerektirmeyen Saha ya da temizlenmesi gereken Kirlenmiş Saha olduğuna karar verilir. Saha Kirlenmiş Saha olarak sınıflandırılırsa belirlenen sınır değerler üzerinde kanser ve kanser dışındaki sağlık riskleri yaratma potansiyeli olan tüm hedef kirleticiler için temizleme hedefleri belirlenir.

Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasında risk analizleri iteratif olarak gerekli görüldüğü kadar yenilenebilir. Diğer bir deyişle, yeni verilerin/bilgilerin toplanmasının bir sahanın Takip Gerektirmeyen ya da Kirlenmiş Saha olarak sınıflandırılmasına veya kirleticilerin temizleme düzeylerinin belirlenmesinde etkili olacağına (fayda-maliyet analizi çerçevesinde) karar verilirse ihtiyaç duyulan yeni verilerin/bilgilerin toplanmasına ve Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi analizlerinin yeniden yapılmasına karar verilebilir.

3. SAHA VE KİRLİLİK KARAKTERİZASYONU

3.1. Saha Ön Değerlendirmesi

Bu kısımda saha ve kirliliğin karakterizasyonunda kullanılabilecek her türlü bilgiye ulaşılmaya çalışılır. Ancak, özellikle aşağıda listelenen bilgilere ulaşılması risk değerlendirmesi çalışmalarının sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için önemlidir:

- Sahanın tanımı ve çevresinin haritası: sahanın konumu, kullanım amacı, üzerinde gerçekleştirilen faaliyetler/aktiviteler, saha ve çevresinin haritaları (örneğin sahanın vaziyet planı, topoğrafik haritalar, uydu haritaları, hidrojeolojik haritalar, vb.),
- Saha ve çevresinin tarihçesi: geçmişten günümüze kadar olan saha sahibi, saha ve çevresinin arazi kullanım amaçları (örneğin yerleşim alanı, tarım alanı, endüstriyel alan gibi), ilerideki potansiyel arazi kullanım amaçları,
- Saha ve yakın çevredeki önemli noktalar: ırmak, göl, rezervuar gibi yüzey sularının sahaya göre konumları, bu yüzey sularının kullanım amaçları (örneğin içme suyu kaynağı ya da sulama suyu kaynağı olarak kullanılıyorlarsa bunların belirtilmesi),
- Fiziksel ortam: sahanın toprak özellikleri (örneğin toprak cinsleri, geçirgenlik, tanecik dağılımı ve toprak bünyesi, organik karbon miktarı, vb.), hidrolojik, hidrojeolojik özellikleri (örneğin mevcut akiferler, yeraltı suyu seviyeleri, yeraltı suyu akım yönü, yeraltı suyu – yüzey suyu etkileşimi, vb.), iklim koşulları ve meteorolojik özellikleri (örneğin hakim rüzgar hızı ve yönü), sahada bu raporun hazırlandığı ana kadar yapılmış olan toprak, yeraltı suyu, yüzey suyu veya hava kirliliği ile ilgili çalışmalar ve bu çalışmaların sonuçları,
- Hedef kirleticiler: sahada bulunan veya bulunma şüphesi olan kirleticiler,
- Potansiyel alıcılar: sahada ve civarında bulunan potansiyel alıcılar, potansiyel duyarlı alıcı grupları, potansiyel alıcı gruplarındaki insan sayıları, potansiyel alıcıların sahaya göre konumları, tesiste çalışanların, lojmanlar mevcut ise yaşayanların sayısı, kaç yıldır tesiste çalıştıkları ya da yaşadıkları, vb.
- Varsa sahadaki faaliyet/tesis ile ilgili bilgiler: faaliyetin aktif olduğu yıllar, faaliyetin açıklaması (akım şeması, genel prosedür ve faaliyeti oluşturan aktiviteler), tesiste çalışanların, lojmanlar mevcut ise yaşayanların sayısı, tesiste hangi tür faaliyetlerin gerçekleştirdiği, hangi tür maddelerin ham madde olarak kullanıldığı, hangilerinin tesis alanı içinde depolandıkları, tesiste oluşan kirleticiler/atık türleri (bunun için Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik Ek-2, Çizelge 2. Potansiyel Toprak Kirleticiler Faaliyetler ve Faaliyete Özel Kirlilik Göstergesi Parametreleri Listesi'nden yararlanılabilir), özellikle insan sağlığı riskleri yaratabilecek kirleticiler maddelerin (bu amaçla Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik Ek-1. Jenerik Kirleticiler Sınır Değerleri Listesinden yararlanılabilir), miktarları ve özellikleri, hangi yöntemlerle bertaraf edildikleri, tesiste meydana gelmiş olan kazalarla (tehlikeli maddelerin dökülmesi, saçılması, tanklardan akması/sızması, patlaması gibi) ilgili

her türlü bilgi, depolanma şekilleri, alınan tedbirler, ilerideki potansiyel faaliyetler/aktiviteler, vb.

- Saha ve Çevresinde Geçmişte Gerçekleştirilmiş Olan Her Türlü Ölçüm ve Saha Çalışması: sağlık riski değerlendirmesi çalışmalarında kullanılabilecek sahada gerçekleştirilmiş her türlü çalışma ve bu çalışmaların sonuçları, sahada daha önce açılmış yeraltı suyu kuyularından alınmış su numuneleri analiz sonuçları, sahadaki yüzey toprağından ya da belirli bir derinlikten toplanmış toprak örnekleri analiz sonuçları, sahada hidrolik iletkenlik, porozite, toprak nemlilik oranı gibi toprak özelliklerinin belirlenmesi amaçlı yapılmış analizlerin sonuçları, vb.

Bu bölümün yazılmasında yararlanılabilecek kaynaklar arasında aşağıdakiler sayılabilir:

- Birinci Aşama Değerlendirme safhasında elde edilen bilgiler,
- tesisin denetim ve tesis ön bilgi formları,
- mevcut raporlar (örneğin yeraltı suyu hidrojeolojik etütleri ve benzeri raporlar, çevre ile ilgili raporlar, daha önce yaşanmış olan kazalarla ilgili raporlar, vb.),
- saha ve çevresinin her türlü haritası (örneğin topoğrafik ve jeolojik haritalar), uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları,
- yerel otoritelerin (belediye, il müdürlüğü gibi) hazırladığı raporlar,
- Çevre ve Orman Bakanlığı'nın hazırladığı raporlar,
- söz konusu sahada herhangi bir tesis mevcut ise, tesis sahibi ile yapılacak görüşme sonucu temin edilecek tesisle ilgili belge ve dokümanların incelenmesinden elde edilecek bilgiler, tesis için tutulmuş olan belgeler,
- saha planları ve çizimler.

Bunlara ek olarak sahaya yapılacak ziyaretler ve sahada bir tesis mevcut ise tesis çalışanları ve saha çevresinde yaşayan halk ile yapılacak olan mülakatlar (konuşmalar/görüşmeler) da bu bölümde istenilen bilgilerin/verilerin bir kısmının elde edilmesinde yararlı olabilir.

Saha Ön Değerlendirmesi Bölümü sonunda

- saha ve çevresinin mevcut, geçmişteki ve gelecekteki potansiyel arazi kullanım amaçlarının (örneğin endüstriyel, yerleşim alanı, tarım arazisi, vb.),
- sahadaki potansiyel kirleticilerin ve kirleticili kaynaklarının,
- kirleticilerin kirleticili kaynaklarından hangi yollarla taşınabileceğinin (örneğin kirleticili kaynağı depolanan kirleticinin sızdığı yer altında gömülü bir depolama tankı ise bu kirleticili yeraltı suyu ya da toprak taneciklerinin arasındaki hava ile diğer ortamlara taşınabilir) ve
- kirleticilerin ulaşabileceği alıcıların (örneğin sahanın çevresinde bulunan bir yerleşim biriminin içme suyu, saha ve yerleşim birimi arasındaki yeraltı suyu kuyularından sağlanıyorsa buradaki halk alıcı kabul edilmelidir)

eldeki bilgiler değerlendirilerek mümkün olduğu ölçüde belirlenmiş olması gereklidir. Eldeki bilgilerin yukarıda sayılan üç bileşenden (kaynak, taşıyım yolları ve alıcılar) herhangi birinin ya da birkaçının

belirlenmesinde yetersiz olduğu durumlarda ne tip ek bilgilerin toplanması gerektiği açıkça ortaya konulmalıdır.

Özetle Saha Ön Değerlendirmesi Bölümü'nün amacı saha ve varsa sahadaki faaliyetin tanımlanması, saha ve çevresinin mevcut, geçmişteki ve gelecekteki potansiyel arazi kullanım amaçlarının belirlenmesi, hedef kirleticilerin belirlenmesi, hedef kirleticilerin karakterizasyonunun yapılması, hedef kirleticilerin potansiyel taşınım yollarının ve ulaşabilecekleri potansiyel alıcıların belirlenmesidir. Eldeki bilgilerin yetersiz kaldığı ve Saha Ön Değerlendirmesi'nin hedeflenen biçimde tamamlanamadığı durumlarda ise ne tip ek bilgi, veri ve çalışmaya ihtiyaç duyulduğunun tespit edilmesidir.

3.2. Kavramsal Saha Modeli

Kavramsal Saha Modeli (KSM) risk değerlendirmesi çalışmalarının sistematik, dinamik ve amaca uygun bir şekilde yürütülmesini mümkün kılacak, sadece saha karakterizasyonunun gerçekleştirilmesine değil, risk değerlendirmesi ve temizleme çalışmalarının da planlanması ve sağlıklı bir şekilde yürütülmesine yardımcı olacak teknik bir araçtır. KSM en basit haliyle, sahadaki mevcut arazi kullanım amaçlarının (örneğin yerleşim, endüstriyel, tarım amaçlı kullanım gibi), kirlilik kaynağının, taşınım yollarının ve alıcıların kolayca algılanmasını sağlamak amacıyla saha ve civarındaki durumun tanımlanması, şema(lar) ve açıklayıcı çizelge ve formlar üzerinde gösterilmesidir.

KSM, ilk kez, Faaliyet Ön Bilgi Formu'ndaki ve Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu'nun Saha Ön Değerlendirmesi Bölümü'ndeki bilgiler/veriler kullanılarak oluşturulur. Ancak risk değerlendirmesi çalışması boyunca yeni bilgiler/veriler elde edildikçe KSM güncellenerek Güncellenmiş Kavramsal Saha Modeli (G_KSM) oluşturulur. İkinci Aşama Risk Değerlendirme süresince bu güncelleme olayı devam eder ve her aşamada KSM'nin en güncel hali kullanılır. Dolayısıyla Faaliyet Ön Bilgi Formu'ndaki ve Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu'nun 1. Saha Ön Değerlendirmesi Bölümü'ndeki bilgiler kullanılarak oluşturulacak olan KSM nihai bir KSM değildir.

KSM üç bileşenden oluşacaktır:

1. KSM Formu: saha ile ilgili açıklayıcı bilgileri içeren form
2. KSM Şeması: söz konusu sahanın şematik gösterimi
3. KSM Taşınım Yolları Çizelgesi: sahadaki "eksiksiz taşınım yolları"nı gösteren çizelge

(Bu dokümanın geri kalanında KSM denildiğinde KSM'yi oluşturan her üç bileşen kastedilmektedir.)

KSM Formu saha ile ilgili elde edilmesi gereken bilgilerin altı ana başlık altında listendiği bir kılavuz dokümandır. Söz konusu sahanın KSM'nin oluşturulabilmesi için KSM Form'unda listelenen bilgilerin toplanması gereklidir. KSM Form'u tamamlandıkça KSM Şeması ve KSM Taşınım Yolları Çizelgesi'nin KSM Form'unda verilen bilgiler/veriler doğrultusunda oluşturulmaya başlanması gereklidir. Dolayısıyla bu üç farklı bileşen art arda tamamlanacak dokümanlar değildir. Tam aksine her üç bileşenin eş zamanlı olarak geliştirilmesi gereklidir. KSM'yi oluşturan üç bileşenin (KSM

Formu, KSM Şeması ve KSM Taşınım Yolları Çizelgesi) içerikleri, nasıl hazırlanmaları gerektiği ile ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.2.1. KSM Formu

KSM sadece şematik bir gösterimden ibaret değildir. KSM şematik gösterimin yanı sıra sahadaki fiziksel, jeolojik, hidrolojik durum ve kirleticilerin kaynakları, kirleticilerin dağılımları ve kirleticilere maruz kalma olasılığı bulunan alıcılar gibi açıklayıcı veriler/bilgiler de içermelidir. KSM kapsamında elde edilmesi gereken veriler/bilgiler KSM Formu'nda listelenmiştir. KSM formunun bir örneği Ek-1'de gösterilmektedir. KSM Formu'nda listelenen veriler/bilgiler dışında saha ile ilgili diğer veriler/bilgiler mevcutsa bunlar da KSM Formu altında yer alan Ek Veriler/Bilgiler kısmına eklenmelidir.

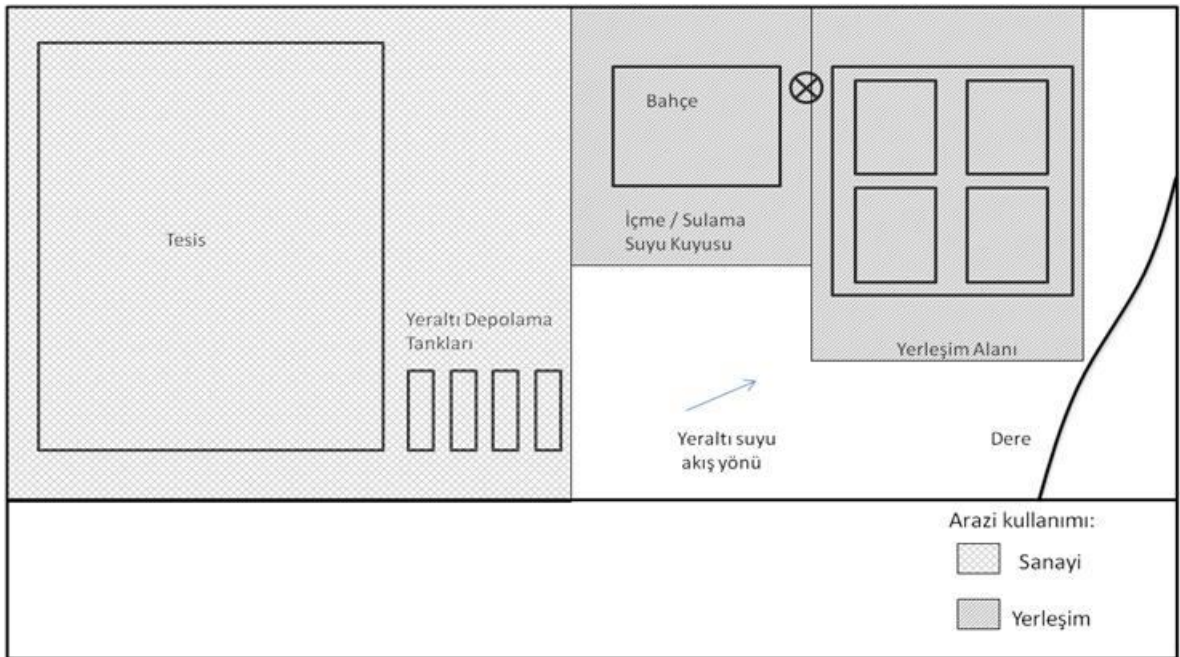
KSM formu altı ana başlıktan oluşmaktadır: saha ve çevresi, kirlilik kaynağı, kirlilik/kirleticisi, taşınım yolları, alıcılar, belirsizlik ve varsayımlar.

- Saha ve çevresi
 - Jeolojik / hidrojeolojik bilgiler
 - Jeolojik katmanlar (formasyonlar)
 - Hidrojeolojik birimler (akifer, akıtar, aküklüt)
 - Mevcut akiferin(lerin) sınıflaması (serbest, basınçlı, sızdırmalı)
 - Mevcut hidrojeolojik birimlerin olası hidrolik geçirgenlikleri
 - Yeraltı suyu tablasına veya akifere olan derinlik
 - Yeraltı suyu akış yönü
 - Antropojenik etkiler (örn. altyapı tesisatı, drenaj sistemleri, kuyular, yeraltı depolama tankları, temeller)
 - Arazi kullanım amaçları
- Kirlilik kaynağı
 - Kaynağın tipi
 - Kaynağın yeri
 - Açıklamalar (kaynağın vaziyeti ve kirliliğin oluşumu ile ilgili bilgiler)
 - Yapılan bertaraf ve/veya temizleme çalışmaları
 - Kaynak yer altında ise derinliği
 - Kaynağın alanı, kalınlığı
- Kirlilik / kirleticisi
 - Muhtemel kirlileme mekanizması (örneğin sızma, dökülme)
 - Hedef kirleticisi
 - Hedef kirleticinin zamana ve mekana bağlı konsantrasyonları
 - Hedef kirleticinin toksikolojik, fizikokimyasal ve davranış ve taşınım özellikleri
 - Kirlenmiş alan gözle görülüyor ise yayıldığı alan (m²)
 - Kaynağın kirlettiği çevresel ortam
- Taşınım yolları

- Alıcılar
 - Muhtemel alıcılar
 - Açıklamalar (örneğin ne kadar zamandır söz konusu kirleticiye maruz kaldığı ve ileride ne kadar maruz kalacağı gibi)
- Varsayımlar ve Belirsizlikler

3.2.2. KSM Şeması

KSM şeması, saha ve çevresinin arazi kullanım amaçlarının, kirletici kaynağı, kirleticinin taşınım yolları ve potansiyel alıcıların şematik bir gösterimidir. Mevcut durumu en iyi şekilde gösterebilmek için kuşbakışı ve yan kesit(ler) olmak üzere farklı şemalar oluşturulabilir. Kuşbakışı görünümü yansıtan şekilde kaynak, kirletici ve taşınım yolları saha/tesis planı üzerinde işaretlenmelidir. Yan kesitte ise kaynak, kirletici ve taşınım yollarının yanı sıra jeolojik özellikler (yeraltı suyuna veya akifere olan mesafe, jeolojik katmanlar vs.) de belirtilebilir. Hedef kirleticilerin farklı taşınım yolları ile farklı yönlerde bulunan alıcılara ulaştıkları durumlarda birden fazla yan kesit kullanılması gerekebilir. KSM'nin amacı mevcut durumun kolay anlaşılabilir ve eldeki tüm bilgileri/verileri özetleyecek şekilde gösterilmesini sağlamaktır. Örnek bir kuşbakışı ve yan kesit sırasıyla Şekil 3.1 ve 3.2'de verilmiştir.

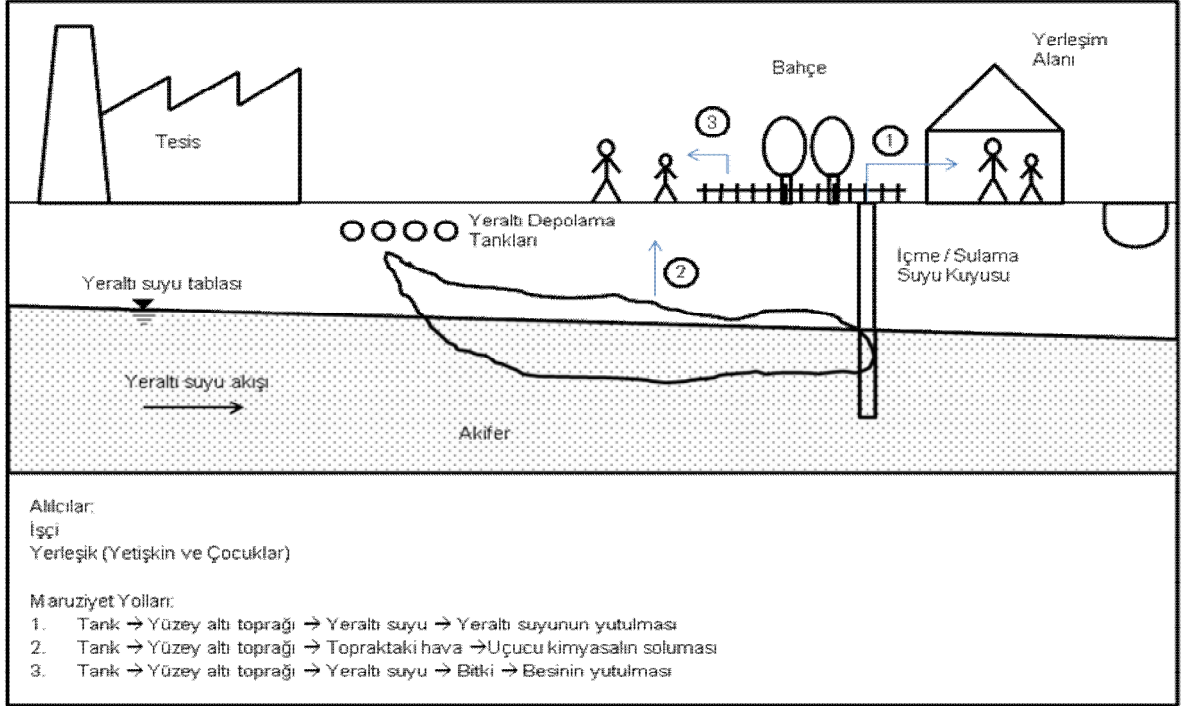


Şekil 3.1. Örnek KSM Şeması – Kuşbakışı

3.2.3. KSM Taşınım Yolları Çizelgesi

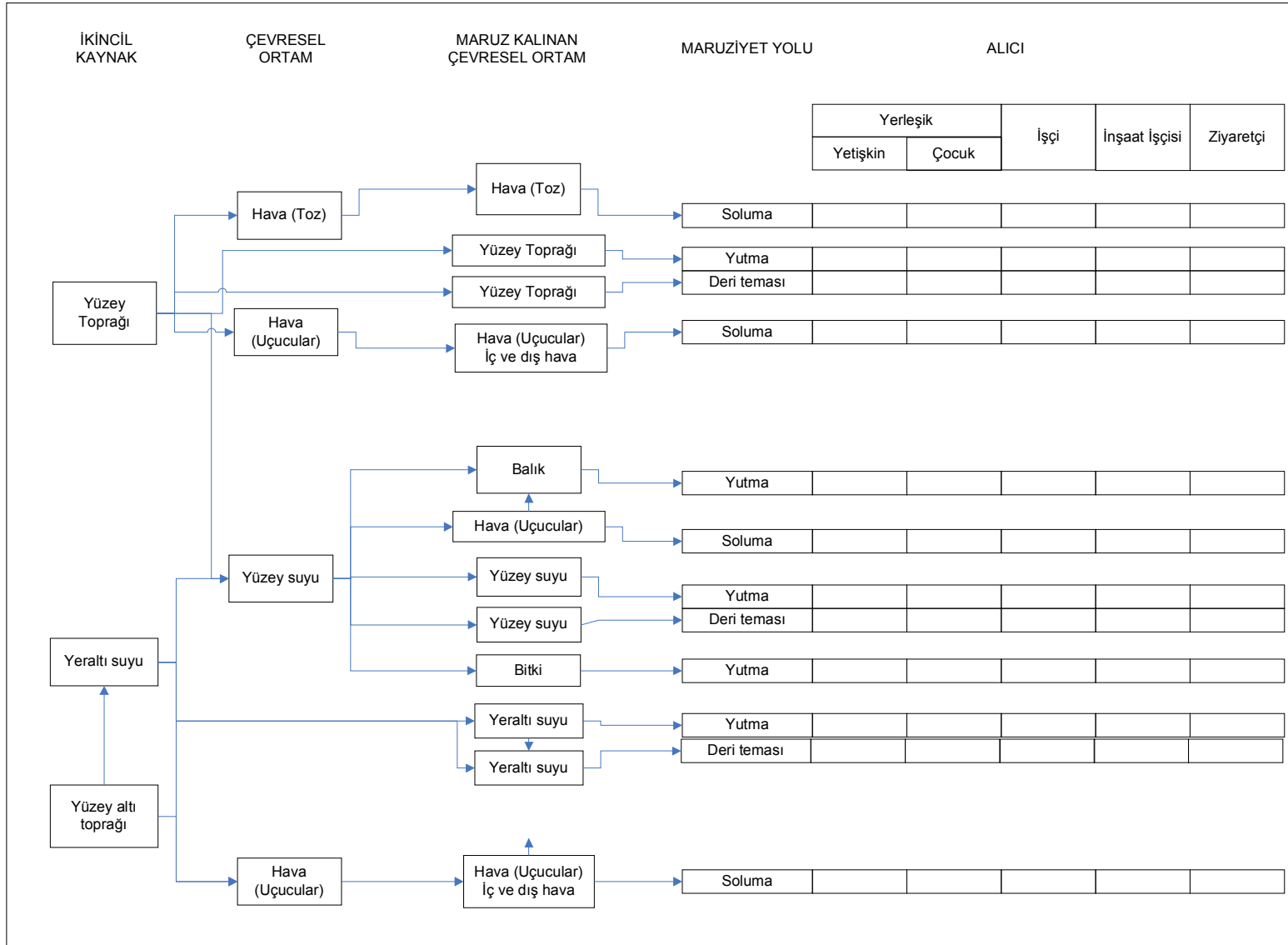
KSM'nin temel amaçları arasında, kirleticilerin kaynaktan alıcıya ulaşmasını sağlayan eksiksiz taşınım yollarının belirlenmesi vardır. Toprakta bulunan herhangi bir kirleticinin bir alıcıya ulaşmasını sağlayan pek çok potansiyel taşınım yolu mevcuttur. Söz konusu saha için oluşturulan KSM' de bu potansiyel taşınım yollarından hangisi veya hangilerinin eksiksiz olduğunun yani risk

analizi çalışmalarına dahil edilmesi gerektiğinin belirlenmesi gereklidir. Bu hedefin gerçekleştirilmesinde takip edilmesi gereken yol aşağıda özetlenmiştir:



Şekil 3.2. Örnek KSM Şeması – Yan kesit

Genellikle toprakta, özellikle de yüzey altı toprağında oluşan kirliliğin bir alıcıya ulaşabilmesi için çeşitli taşınım mekanizmaları ile farklı çevresel ortamlarda taşınması gerekir. Herhangi bir toprak kirliliği söz konusu olduğunda dikkate alınması gereken başlıca potansiyel taşınım yolları Şekil 3.3'deki KSM Taşınım Yolları Çizelgesi'nde gösterilmiştir. KSM Bunlar dışında sahaya özel herhangi başka bir taşınım yolu veya yolları belirlenirse onların da buraya eklenmeleri gerekir. Örneğin söz konusu sahada kazı çalışması yapılacaksa işçilerin kirlenmiş yüzey altı toprağına deri teması ile maruz kalmaları taşınım yolu bu çizelgeye eklenmelidir.



Şekil 3.3. KSM Taşınım Yolları Çizelgesi

Taşıyım Yolları Çizelgesi'nde de görüleceği üzere kaynağın kirlettiği çevresel ortamlar yüzey toprağı, yüzey altı toprağı (toprak havası yüzey altı toprağına dahil edilmiştir) ve yeraltı suyu olabilir. Sadece bu üç çevresel ortamın kaynağın kirlitebileceği ortamlar olarak belirlenmesi önemlidir. Çünkü risk değerdendirmesi çalışmasının daha ileriki aşamalarda temizleme gerektiren çevresel ortamlar belirlenirken de sadece bu üç ortamdaki hedef kirleticilerin yaratacağı sağılık riskleri hesaplanacak ve bu sonuçlar kullanılarak karar alınacaktır. Diğer bir deyişle, Sahaya Özgü Risk Değerdendirmesi sonuçları kullanılarak belirlenen temizleme gerektiren çevresel ortamlar sadece bu üç çevresel ortamı içerebilir. Şekil 3.3'den görülebileceği gibi maruz kalınan çevresel ortamlar ise dış ortam havası, iç ortam havası, yüzey toprağı, yeraltı suyu, yüzey suyu, bitki, balık olabilir. Ancak daha önce açıklandığı üzere bu çevresel ortamlardaki hedef kirleticiler için kimyasala-özgü temizleme hedefleri geliştirilmeyecektir. Temizleme hedefleri sadece kaynağın kirlettiği çevresel ortamlardan (yani yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ve yeraltı suyu) sağılık riski yaratacağı belirlenenler için geliştirilecektir. Yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ve yeraltı suyundan hangisi veya hangileri için temizleme hedeflerinin geliştirilmesi gerektiği Bölüm 6'da ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

KSM Taşıyım Yolları Çizelgesi'nde belirtilen potansiyel taşıyım yollarından söz konusu saha için geçerli olanlar, diğer bir deyişle eksiksiz taşıyım yolları belirlenmelidir. Bir kirleticinin insan sağılığı üzerinde olumsuz sağılık etkileri yaratabilmesi için kirleticii kaynağı, temasın oluşacağı maruziyet noktası (maruz kalınan çevresel ortam) ve maruziyet yolu – dolayısıyla bir alıcı - gereklidir (Örneğın sızıntı yapan bir yeraltı depolama tankı kirleticii kaynağı, sızan kirleticinin yeraltı suyuna karışarak akış yönündeki bir yeraltı suyu kuyusuna ulaştığı noktadaki yeraltı suyu maruz kalınan çevresel ortam ve yeraltı suyunu içen bir insan için suyu yutma maruziyet yoludur). Bu üç temel öğenin mevcut olduğu taşıyım yoluna **eksiksiz taşıyım yolu** denir. Eksiksiz taşıyım yolu dışındaki tüm taşıyım yolları ise eksik taşıyım yolu olarak adlandırılır. Herhangi bir potansiyel taşıyım yolunun eksik taşıyım yolu olarak belirlenmesi durumunda bu taşıyım yolundan herhangi bir sağılık risklerinin oluşması söz konusu olmayacağından, eksik taşıyım yolu saha için gerçekleştirilecek olan risk analizi çalışmalarında kullanılmaz. Diğer bir deyişle, söz konusu sahadaki eksiksiz taşıyım yolları, saha için geçerli olan yani risk analizi çalışmalarında incelenecek olan ve alıcılarda kanser ve kanser dışındaki sağılık riskleri yaratacak olan taşıyım yollarıdır. Ancak, mevcut durumda eksik olan bir taşıyım yolunun saha ve civarındaki arazi kullanımında oluşabilecek bir değışiklik sonucunda eksiksiz taşıyım yolu konumuna geçme potansiyeli olduğunda bu taşıyım yolu da risk analizi çalışmalarına dahil edilmelidir. Örneğın, çeşitli kullanım amaçlarına (içme, kullanma, sulama vb) potansiyel olarak uygun olan bir akiferde meydana gelebilecek kirlilik için, akiferin halihazırda söz konusu amaçlar için kullanılmıyor olması (diğer bir deyişle mevcut durumda akiferde kuyu açılmamış olması) yeraltı suyu taşıyım yolunun eksik olarak değerdendirilmesini gerektirmez. Bu taşıyım yolunun potansiyel bir eksiksiz taşıyım yolu olarak kabul edilip risk değerdendirmesinin akiferin kullanım potansiyeli göz önünde bulundurularak yapılması gerekir. Ancak akiferin ileride de hiç bir şekilde kullanılması söz konusu değilse yeraltı suyu taşıyım yolu risk değerdendirmesi çalışmalarından çıkartılabilir.

Özetle, taşınım yolları çizelgesi, sahadaki mevcut ve şüpheli kirleticiler (dolayısıyla hedef kirleticileri), mevcut ve potansiyel taşınım yollarını (dolayısıyla hedef kirleticilerle kirlenmiş çevresel ortamları, örneğin toprak, yeraltı suyu gibi) ve mevcut ve potansiyel alıcıları gösterecektir.

KSM'nin İlk Kez Oluşturulmasında Dikkate Alınması Gereken Hususlar

- Söz konusu saha için geliştirilecek olan ilk KSM'de tüm eksiksiz taşınım yollarının (halihazırda eksik olmasına rağmen ileride eksiksiz olma potansiyeli olanlar dahil) belirtilmesi gerekir. KSM Taşınım Yolları Çizelgesi ilk kez doldurulurken, Faaliyet Ön Bilgi Formu'ndaki ve Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu'nun Saha Ön Değerlendirmesi Bölümü'ndeki bilgiler her bir eksiksiz taşınım yolunun belirlenmesi için yeterli olmayabilir. Bu gibi bir durumda aksi kanıtlanmadığı sürece (yani herhangi bir taşınım yolunun eksik olduğu – üç ana öğeden bir veya bir kaçını içermediği – gösterilemediği sürece) en olumsuz durumun geçerli olduğu varsayılacak ve bu taşınım yolları da eksiksiz taşınım yolları olarak kabul edilecektir. Örneğin, sızıntı yapan bir yeraltı depolama tankının bulunduğu bir sahada yeraltı suyu ile ilgili hiç bir veri/bilgi mevcut değilse (yani Faaliyet Ön Bilgi Formu'nda veya Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu'nun Saha Ön Değerlendirmesi Bölümü'nde yeraltı suyu ile ilgili hiç bir veri/bilgi verilmemişse) mevcut sızıntının yeraltı suyu ile çevredeki potansiyel alıcılara taşınabileceği varsayılmalıdır. Daha sonra yeni bilgiler/veriler elde edildikçe KSM'yi oluşturan her üç bileşen de güncellenmelidir. Dolayısıyla elde edilen yeni verilerin daha önceden eksiksiz taşınım yolu olarak tanımlanmış bir taşınım yolunun aslında söz konusu saha için geçerli olmadığını kanıtladığı durumlarda bu taşınım yolu eksik taşınım yolu olarak tanımlanmalı ve sağlık riski çalışmalarına artık dahil edilmemelidir.
- Daha önce de belirtildiği gibi bu aşamada KSM'nin ilk kez oluşturulmasında Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu'nun Saha Ön Değerlendirmesi Bölümü'nde elde edilen bilgiler kullanılmalıdır. KSM'nin oluşturulması esnasında Saha Ön Değerlendirmesi Bölümü'nde elde edilen bilgilerin yetersiz kaldığı noktalar belirlenecektir. Dolayısıyla KSM, veri eksikliklerinin, üzerinde daha ayrıntılı çalışma ve araştırma yapılması gereken hususların belirlenmesinde de kullanılacak önemli bir araçtır. Eksik bilgiler/veriler Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu'nun "Bölüm 3. Saha Ön (İlk) Örnekleme Çalışmaları ve Yüzey Toprağı, Yüzey Altı Toprağı ve Yeraltı Suyu Saha Kirleticiler Konsantrasyonlarının Belirlenmesi" kısmının ana konusunu oluşturacaktır. Diğer bir deyişle KSM'nin ilk kez oluşturulması esnasında belirlenen eksik bilgilerin elde edilmesine yönelik çalışmalar "Bölüm 3. Saha Ön (İlk) Örnekleme Çalışmaları ve Yüzey Toprağı, Yüzey Altı Toprağı ve Yeraltı Suyu Saha Kirleticiler Konsantrasyonlarının Belirlenmesi" kısmında yer alacaktır.

KSM'nin Güncellenmesinde Dikkate Alınması Gereken Hususlar

- KSM, Faaliyet Ön Bilgi Formu'ndaki ve Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu'nun Saha Ön Değerlendirmesi Bölümü'ndeki bilgilerden/verilerden başlayarak, ikinci aşamada elde edilecek sahadaki kirlilik kaynağı, kirleticilerin kaynaktan yayılım mekanizmaları, kirleticiler çeşitleri, kirleticiler dağılım alanları, taşınım yolları, potansiyel alıcılar, belirsizlikler ve benzeri hususlar hakkında toplanan bilgiler kullanılarak güncellenmelidir. İkinci aşama değerlendirme çalışmalarının amaca uygun ve başarılı bir şekilde yürütülebilmesinde doğru bir KSM'nin oluşturulması ve saha örnekleme ve analiz planının KSM ile entegre edilmesi önem arz etmektedir. Bunlara ek olarak doğru bir KSM'nin oluşturulması, risk değerlendirmesi çalışmaları kapsamında gereksiz harcamaların yapılmasını da engelleyecek, sistemin en etkin şekilde çalışmasını sağlayacaktır.

3.3. Saha Ön (İlk) Örnekleme Çalışmaları ve Yüzey Toprağı, Yüzey Altı Toprağı ve Yeraltı Suyu Saha Kirleticiler Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Bölüm 3.1 ve 3.2'de belirlenen eksik bilgiler/verilerin, özellikle de sahadaki kirliliğin çeşit, derece ve kapsamının belirlenebilmesi için sahada örnekleme çalışmaları yapılması gereklidir. Saha Örnekleme (SÖ) esnasında sahadaki yüzey toprağından, yüzey altı toprağından ve yeraltı suyundan toplanan örnekler KSM'de belirlenen hedef kirleticiler için analiz ettirilir ve bu kirleticiler veya kirleticilerin konsantrasyonları belirlenir. Buna ek olarak örnekleme ile belirlenmesi mümkün olan eksik bilgiler de bu aşamada temin edilmeye çalışılır. Ne tip bilgilerin eksik olduğu KSM'nin hazırlanması esnasında belirlenmiş olmalıdır. Örneğin söz konusu sahadaki yeraltı suyu derinliği ve akış yönü (bu bilgiler hedef kirleticilerle kirlenmiş olan yeraltı suyunun alıcılar tarafından içme ve kullanma suyu olarak kullanılması olasılığının test edilmesi için gerekli olabilir) belli değilse gerekli ölçümler yapılarak bu eksik bilgiler tamamlanır. Bir diğer alternatif ise bu ölçümlerin bu aşamada yapılmamasına karar vermek ve kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi taşınım yolunun eksiksiz taşınım yolu olduğunu kabul etmektir.

KSM'nin hazırlanması esnasında belirlenmiş olan eksik bilgilerden/verilerden hangilerinin bu aşamada belirlenmesinin yararlı olacağına fayda-maliyet analizleri yapılarak karar verilir. Örneğin, saha ve çevresindeki tarım arazilerinde kullanılan sulama suyu ile ilgili herhangi bir bilgi/veri mevcut değilse, saha veya çevresindeki alıcıların hedef kirleticiler ile kirlenmiş olma potansiyeli olan sulama suyuyla suladıkları ürünlerin tüketilmesinden kaynaklanacak sağlık risklerinin değerlendirilmesi gerekir. Diğer bir deyişle hedef kirleticilerle kirlenmiş olma potansiyeli olan sulama suyu ile sulanan ürünlerin yenilmesinin eksiksiz bir taşınım yolu olduğu kabul edilir. Yukarıdaki örnek bağlamında, bu aşamada çalışmayı yürüten yetkililerin aşağıda verilen iki karardan birini alması ve uygulaması gerekir:

1. Saha Ön (İlk) Örnekleme Çalışmaları ve Saha Kirleticiler Konsantrasyonlarının Belirlenmesi çerçevesinde sulama suyuna yönelik herhangi bir çalışma yapmayıp, saha veya

çevresindeki alıcıların hedef kirleticiler ile kirlenmiş olma potansiyeli olan sulama suyuyla sulanmış ürünleri tüketmesini içeren taşınım yolunun eksiksiz taşınım yolu olduğunu kabul etmek ve bu taşınım yolundan kaynaklanacak sağlık risklerini değerlendirmek. Diğer bir deyişle hedef kirleticiler ile kirlenmiş olma potansiyeli olan sulama suyuyla sulanmış ürünlerin tüketmesini içeren taşınım yolunu Sahaya Özgü Risk Analizi safhasına taşımak.

2. Saha Ön (İlk) Örnekleme Çalışmaları ve Saha Kirleticisi Konsantrasyonlarının Belirlenmesi çerçevesinde sulama suyuna yönelik gerekli çalışmaları yapmak ve bu çalışmalar sonucunda sulama suyunun hedef kirleticileri içermediği kanıtlanabilirse saha veya çevresindeki alıcıların hedef kirleticilerle kirlenmemiş olan bir sulama suyu kaynağını kullandıkları için yetiştirilen ürünlerin yenilmesi taşınım yolunu eksik taşınım yolu olarak kabul etmek ve bu taşınım yolundan kaynaklanacak sağlık risklerini çalışmanın geri kalanına dahil etmemek. Jenerik Kirleticisi Sınır Değerler için kullanılan taşınım yolları dışındaki diğer tüm taşınım yollarının da benzer şekilde eksik taşınım yolları oldukları kanıtlanabilirse hedef kirleticisi saha konsantrasyonları Jenerik Kirleticisi Sınır Değerlerle karşılaştırılır ve eğer Jenerik Risk Analizi sonucunda saha Takip Gerektirmeyen Saha olarak sınıflandırılırsa Sahaya Özgü Risk Analizi çalışmalarının yürütülmesine gerek kalmaz ve risk değerlendirmesi çalışmaları o noktada sonlandırılır.

Burada sadece bir örnek olarak hedef kirleticilerle kirlenmiş olma potansiyeli bulunan sulama suyundan bahsedilmektedir. Her bir saha için geçerli olacak eksiksiz ve eksik taşınım yolları farklı olacaktır. Yukarıda sulama suyu örneği kullanılarak anlatılan değerlendirme tüm taşınım yolları için gerçekleştirilmelidir. Bu Rehber’de konuların daha kolay anlaşılabilmesi için örnekler sunulmaktadır. Bu anlatılan değerlendirmelerin/ çalışmaların/analizlerin sadece verilen örnekler için yapılması gerektiğini göstermemektedir. Söz konusu saha için geçerli olan tüm durumlar için örneklerden yararlanılarak benzer değerlendirmeler/çalışmalar/analizler yapılmalıdır.

Sahadaki kirlilik dağılımının tespiti için yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ve yeraltı suyundan örnek alınması ve bu örneklerdeki hedef kirleticisi konsantrasyonlarının belirlenmesi gereklidir. Bölüm 3.2’de oluşturulan KSM’den de yararlanılarak sahada yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ve yeraltı suyundan hangi noktalardan örnek alınacağına, kaç adet örnek alınacağına ve örneklerin hangi kirleticisi veya kirleticiler için analiz ettirileceğine karar verilir. Saha örnekleme ile ilgili detaylar Kirlenmiş Saha Etüdü Teknik Rehberi’nin ilgili alt bölümlerinde (Bölüm 3, 4, 5 ve 6 da) sunulmuştur. Sahadaki kirleticisi konsantrasyonlarının belirlenmesi şu şekilde gerçekleştirilir:

- Sahadaki yüzey toprağından alınan numuneler hedef kirleticiler için analiz edilerek HK_YT_SK,
- Sahadaki yüzey altı toprağından alınan numuneler hedef kirleticiler için analiz edilerek ise HK_YAT_SK,
- Sahadaki yeraltı suyundan alınan numuneler hedef kirleticiler için analiz edilerek HK_YS_SK belirlenir. *HK_YS_SK değerleri bu aşamada sadece yeraltı suyunun eksiksiz bir taşınım yolu olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır.*

İlk Saha Örneklem Çalışmaları ve Saha Kirlenici Konsantrasyonlarının Belirlenmesi tamamlandığında sahadaki yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ve yeraltı suyunda bulunan hedef kirlenicilerin dağılımlarının belirlenmiş olması gereklidir. Sahadaki yüzey toprağı ve yüzey altı toprağında bulunan hedef kirlenicilerin en yüksek konsantrasyonları (bunlar genellikle kirlenici kaynağında ölçülen konsantrasyonlardır) Çizelge 3.1’de verilen formata göre özetlenir. Buna ek olarak KSM’nin oluşturulması aşamasında eksik olduğu belirlenen verilerden/bilgilerden fayda-maliyet analizleri sonuçlarına göre faydalı olacağı düşünülenlerin belirlenmiş olması gereklidir. Dolayısıyla, toprak karakteristiğinin belirlenmesi amacıyla bir takım analizlerin bu aşamada gerçekleştirilmesine karar verilebilir. Örneğin, toprağın hacim ağırlığı, bünyesi (tekstürü), geçirgenliği, pH’sı, organik karbon yüzdesi, vb. bir takım özelliklerinin yapılan fayda-maliyet analizi sonucunda bu aşamada belirlenmesi gerekli görülebilir.

Çizelge 3.1. Hedef Kirlenicilerin Yüzey ve Yüzey Altı Toprağında Ölçülen Saha Konsantrasyonları

Kirlenici	CAS No.	yüzey toprağındaki hedef kirlenici konsantrasyonları (HK_YT_SK) (mg/kg)	yüzey altı toprağındaki hedef kirlenici konsantrasyonları (HK_YAT_SK) (mg/kg)
Hedef kirlenici_1	CAS_1	HK_YT_SK_1	HK_YAT_SK_1
Hedef kirlenici_2	CAS_2	HK_YT_SK_2	HK_YAT_SK_2
...			
...			

HK_YS_SK değerleri bu aşamada sadece yeraltı suyunun eksiksiz bir taşınım yolu olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır. Alınan yeraltı suyu örneklerinde hedef kirlenicilerden bir veya daha fazlasının mevcut olduğu belirlenirse yeraltı suyu eksiksiz taşınım yolu olarak kabul edilir.

3.4. Kirlilik Derece ve Kapsamının Tanımlanması ve Veri Kalitesi Analizi

Kirlenmiş Saha Etüt Teknik Rehberi’ne uygun olarak toplanan ve analiz edilen örneklerden elde edilen sonuçlar kullanılarak sahadaki kirlenmenin derecesi ve kapsamı belirlenir. Birinci Aşama Değerlendirme ve Saha Ön (İlk) Örneklem Çalışmaları henüz kirliliğin boyutunun, dolayısıyla insan sağlığı üzerinde yaratacağı sağlık risklerinin tam olarak belirlenmediği bir sahaya gereğinden fazla zaman harcanmasını ve büyük harcamalar yapılmasını engellemek amacıyla yapılan fazla ayrıntılar içermeyen çalışmalardır. Ancak, bu çalışmalar sonucunda elde edilen veriler kullanılarak saha ile ilgili daha detaylı risk değerlendirmesi çalışmalarına ihtiyaç olup olmadığına karar verileceğinden, toplanan verilerin belirli standartları sağlaması şarttır. Bu Veri Kalitesi Değerlendirme (VKD) çalışmaları ile kontrol edilir. VKD’nin ayrıntıları Kirlenmiş Saha Etüt Teknik Rehberi-Bölüm 8: Saha Veri Kalitesi Kontrolü bölümde sunulmuştur. Toplanan verilerin kalitesinin yeterli olduğu durumlarda bir sonraki aşama olan KSM’nin güncellenmesine geçilir. Toplanan verilerin yeterli kalitede olmadığı tespit edilirse Saha Örneklemesi aşamasına geri dönülür ve yeniden örneklem yapılır.

3.5. Güncellenmiş Kavramsal Saha Modeli

Saha Ön (İlk) Örnekleme Çalışmaları sonucunda elde edilen bilgiler dahilinde KSM güncellenmelidir. Yeni bilgiler/veriler eklenerek güncellenen KSM'ye Güncellenmiş Kavramsal Saha Modeli (G_KSM) denir. Örneğin, yüzey altı toprağında meydana gelen bir kirlenme vakasında, kirliliğin tam kaynağında gerçekleştirilen örnekleme çalışmaları esnasında kirlenmiş yüzey altı toprağı ile yeraltı suyu arasında geçirimsiz bir tabakanın bulunduğu tespit edilirse ve yüzey altı toprağındaki kirliliğin yeraltı suyuna ulaşmadan temizleneceği kanıtlanabilirse yeraltı suyunu içeren taşınım yolları eksiksiz taşınım yolları listesinden çıkartılabilir. Ancak, geçirimsiz tabakanın boyutu ve kirleticinin yeraltı suyuna ulaşmasını engellemesi hususunda ciddi belirsizliklerin söz konusu olması halinde, gene kaynak yakınında yeraltı suyu akım yönünde açılacak gözlem kuyularından düzenli olarak alınan yeraltı suyu örneklerinde hedef kirleticiler analizleri yaptırılarak yeraltı suyunun kirlenmediği kanıtlanmalıdır. Yüzey altı toprağındaki kirlilik temizlenene kadar yeraltı suyu kalitesinin izlenmesine devam edilmelidir. Herhangi bir taşınım yolunun eksiksiz taşınım yolları listesinden çıkarılabilmesi için saha ve çevresinde bulunan hiç bir alıcı için sağlık riski teşkil etmediğinin gösterilmesi gereklidir.

KSM'nin güncellenmesi ile sahadaki kirleticiler ya da kaynakları, taşınım yolları, alıcılar ve maruziyet yolları daha doğru ve detaylı bir şekilde temsil edilecektir. KSM'nin güncellenmesi ile ilgili açıklamalar bu Rehber'in "Bölüm 3.2.3 KSM Taşınım Yolları Çizelgesi" kısmında da sunulmuştur. KSM'nin güncellenmesi risk değerlendirmesi çalışmasının sadece bu safhasında değil saha ile ilgili yeni bilgiler/veriler elde edildiği her safhada gerçekleştirilmesi gereken bir işlemdir. KSM'nin sahadaki gerçek durumu en iyi şekilde temsil edecek şekilde güncellenmesi belirsizlikleri azaltacağından ve mevcut durumun daha iyi bir şekilde anlaşılmasını sağlayacağından **aşırı koruyucu kirleticiler sınır değerler** yerine gerçek duruma uygun **makul sınır değerlerin** konulmasına imkan sağlayacaktır. Diğer bir deyişle, sağlık riski açısından sahadaki kabul edilebilir kirleticiler seviyeleri (sahaya özgü senaryo için hesaplanan sınır değerler) KSM güncellendikçe ve gerçek durumu daha iyi yansıttıkça aynı kalır yada daha büyük değerler alır. Bu nedenle, KSM'nin güncellenmesi temizleme faaliyetlerinin maliyetinin gereksiz yere artmasını engellemek bakımından önem taşımaktadır.

4. JENERİK RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu tamamlandıktan sonra Jenerik Risk Değerlendirmesi (JRD) aşamasına geçilebilir. JRD çalışmaları, Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön Raporu kapsamında yürütülen çalışmaların incelenmesi ve önemli hususların belirlenmesi ve özetlenmesi ile başlar.

4.1. G_KSM ve JS_KSM için Uyumlu Taşınım Yollarının Belirlenmesi

G_KSM ve JS_KSM için geçerli olan eksiksiz taşınım yolları bir tabloda karşılaştırılarak uyumlu taşınım yolları belirlenir. Örnek bir karşılaştırma tablosu Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelge 4.1'de verilen örnek için uyumlu taşınım yolları, JS_TYDT, JS_KST, JS_UMS ve JS_YSİ'dir. Jenerik Risk Değerlendirmesi sadece uyumlu taşınım yolları, dolayısıyla sadece uyumlu taşınım yolları ile alıcıya ulaşan hedef kirlleticiler için gerçekleştirilir. JS_KSM de eksiksiz taşınım yolları arasında bulunmayan ama G_KSM de eksiksiz taşınım yolları arasında yer alan tüm taşınım yolları (Çizelge 4.1'deki örnek için "Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması, yeraltı suyunun yüzey suyuna karışması ve yüzey suyunda yüzülmesi esnasında suyun yutulması" gibi) dolayısıyla bu taşınım yolları ile alıcıya ulaşan tüm hedef kirleticiler için Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi yapılması gereklidir.

Çizelge 4.1. G_KSM ve JS_KSM için Uyumlu Taşınım Yolları

Taşınım Yolu	G_KSM Eksiksiz Taşınım Yolları	JS_KSM Eksiksiz Taşınım Yolları	Uyumlu Taşınım Yolları
JS_TYDT	X	X	X
JS_KST	X	X	X
JS_UMS	X	X	X
JS_YSİ	X	X	X
Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması, yeraltı suyunun yüzey suyuna karışması ve yüzey suyunda yüzülmesi esnasında suyun yutulması	X		

4.2. Jenerik Risk Değerlendirmesi ve Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi Uygulanacak Eksiksiz Taşınım Yollarının Belirlenmesi

G_KSM'deki eksiksiz taşınım yollarından hangileri için Jenerik Risk Değerlendirmesi hangileri için Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi yapılacağına aşağıdaki kurallara göre karar verilir:

Kural 1: Uyumlu taşınım yolları, dolayısıyla bu taşınım yolları ile alıcıya ulaşan tüm hedef kirleticiler için Jenerik Risk Değerlendirmesi yapılır. Jenerik Risk Değerlendirmesi sonuçlarına göre Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi yapılmasına gerek olup olmadığına karar verilir.

Kural 2: G_KSM, JS_KSM'de bulunmayan eksiksiz taşınım yolları içeriyorsa bu eksiksiz taşınım

yolları, dolayısıyla bu taşınım yolları ile alıcıya ulaşan tüm hedef kirlleticiler doğrudan Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi'ne geçilir.

4.3. Hedef Kirleticilerin Yüzey ve Yüzey Altı Toprağındaki Saha Konsantrasyonları

JRD'nin gerçekleştirilebilmesi için hedef kirleticilerin yüzey ve yüzey altı toprağındaki saha konsantrasyonları ile jenerik sınır değerlerin karşılaştırılması gereklidir. Hedef kirleticiler için yüzey ve yüzey altı toprağındaki saha konsantrasyonları Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu aşamasında belirlenir ve TKKNKSDY Ek-10 Bölüm 3'de verilen çerçevede raporlanır. JRD çalışmasının bütünlüğünü sağlamak amacıyla hedef kirleticiler için yüzey ve yüzey altı toprağında ölçülen saha konsantrasyonlarının burada bir kez daha bir Çizelge halinde özetlenmeleri uygun olacaktır (Bu Çizelge Bölüm 3.3'de verilen Çizelge 3.1 ile aynı Çizelge olacaktır). Çizelge 4.2'de bir örnek gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Hedef Kirleticilerin Yüzey ve Yüzey Altı Toprağında Ölçülen Saha Konsantrasyonları

Kirletici	CAS	yüzey toprağındaki hedef kirletici konsantrasyonları (HK_YT_SK) (mg/kg)	yüzey altı toprağındaki hedef kirletici konsantrasyonları (HK_YAT_SK) (mg/kg)
Hedef kirletici_1	CAS_1	HK_YT_SK_1	HK_YAT_SK_1
Hedef kirletici_2	CAS_2	HK_YT_SK_2	HK_YAT_SK_2
...			
...			

4.4. Jenerik Kirletici Sınır Değerler (TYDT_YT_JKK, KTS_YT_JKK, UMS_YAT_JKK ve YSİ_YAT_JKK) ile Hedef Kirletici Saha Konsantrasyonlarının (HK_YT_SK ve HK_YAT_SK) Karşılaştırılması

Toplam 154 kimyasal için JS_KSM'de yer alan dört eksiksiz taşınım yoluna (JS_TYDT, JS_KST, JS_UMS ve JS_YSİ) ait jenerik kirletici sınır değerler TKKNKSDY nin Ek-1'inde verilmiştir. JS_KSM'nde yer alan dört eksiksiz taşınım yolundan JS_TYDT ve JS_KST'nin kirlilik kaynağı yüzey toprağı, JS_UMS ve JS_YSİ'nin kirlilik kaynağı ise yüzey altı toprağıdır (U.S. EPA, 1996a). Dolayısıyla JS_TYDT ve JS_KST için geliştirilen sınır değerler sırasıyla "Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim taşınım yolu için **yüzey toprağındaki** jenerik kirletici konsantrasyonları (TYDT_YT_JKK)" ve "Kaçak tozların dış ortamda solunmaları taşınım yolu için **yüzey toprağındaki** jenerik kirletici konsantrasyonları (KTS_YT_JKK)" olarak adlandırılmıştır. JS_UMS ve JS_YSİ için geliştirilen sınır değerler ise sırasıyla "Uçucu maddelerin dış ortamda solunmaları taşınım yolu için **yüzey altı toprağındaki** jenerik kirletici konsantrasyonları (UMS_YAT_JKK)" ve "Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi taşınım yolu için yüzey altı toprağındaki jenerik kirletici konsantrasyonları (YSİ_YAT_JKK)" olarak adlandırılmışlardır.

Burada dikkat edilmesi gereken bir husus TKKNKSDY Ek-1'de verilmiş olan jenerik kirletici sınır

değerlerin sahadaki hedef kirleticiler için ölçülen *referans değer* konsantrasyonlarından veya o hedef kirleticileri ölçmede kullanılan metodlar için belirlenen *ölçüm sınırı* (deteksiyon limiti) konsantrasyonlarından düşük olmaları halinde jenerik kirletici sınır değer yerine *referans değer* konsantrasyonu veya *ölçüm sınırı* (deteksiyon limiti) konsantrasyonunun kullanılması gerektiğidir. Yüzey toprağı ve yüzey altı toprağında hedef kirleticiler için Referans Değeri konsantrasyonlarının nasıl belirleneceğı “Kirlenmiş Saha Etüt Teknik Rehberi- Bölüm 7: Referans Konsantrasyon Değerlerinin Ölçümü” bölümünde açıklanmıştır. Hedef kirleticilerin her biri için referans kirletici konsantrasyonlarının hem yüzey toprağı için hem de yüzey altı toprağı için belirlenmelidir. Bir kirleticinin yüzey toprağındaki referans kirletici konsantrasyonu TYDT_YT_JKK ve KTS_YT_JKK değerleri ile karşılaştırılmalıdır. Yüzey toprağındaki referans kirletici konsantrasyonu TYDT_YT_JKK'den ve/veya KTS_YT_JKK'den yüksek ise TYDT_YT_JKK ve/veya KTS_YT_JKK yerine yüzey toprağındaki referans kirletici konsantrasyonu kullanılmalıdır. Benzer şekilde bir kirleticinin yüzey altı toprağındaki referans kirletici konsantrasyonu UMS_YAT_JKK ve YSİ_YAT_JKK ile karşılaştırılmalıdır. Yüzey altı toprağındaki referans kirletici konsantrasyonu UMS_YAT_JKK'den ve/veya YSİ_YAT_JKK'den yüksek ise UMS_YAT_JKK ve/veya YSİ_YAT_JKK yerine yüzey altı toprağındaki referans kirletici konsantrasyonu kullanılmalıdır.

Jenerik sınır değerlerin hesaplanabilmesi için referans konsantrasyon, referans doz, birim risk faktörü, kanser eğim faktörü gibi toksikolojik veriler kullanılmaktadır. Bu veriler ise sınırlı sayıda insan ve çoğunlukla deney hayvanları üzerinde yapılan testler sonucunda tespit edilmektedir. Her bir kimyasal için farklı toksikolojik veriler mevcuttur. Jenerik sınır değerleri geliştirilen 154 kimyasal için kullanılan toksikolojik veriler Ek-3'de verilmiştir. Dolayısıyla kansere ve kanser dışındaki sağlık riskleri sadece üzerinde çalışılan kirletici için toksikolojik verilerin (oral kanser eğim faktörü, oral referans doz, soluma için birim risk faktörü, vb.) mevcut olması durumunda belirlenebilmektedir. Jenerik sınır değerlerin hesaplanmaları ile ilgili ayrıntılı bilgi U.S. EPA (1996a,b ve 2002) dokümanlarında ve "Risk-Bazlı Kirletici Sınır Değerlerin Geliştirilmesi Teknik Raporu"nda bulunabilir.

Jenerik kirletici sınır değerler (TKKNKSDY Ek-1 bu Rehber'in Ek-2'sinde yer alan) ile hedef kirleticilerin yüzey ve yüzey altı toprağındaki saha konsantrasyonları (Çizelge 4.2) yeni bir çizelgede karşılaştırılır. Örnek bir karşılaştırma çizelgesi Çizelge 4.3'de verilmiştir. Jenerik kirletici sınır değerler (JKSD) ile hedef kirletici saha konsantrasyonları (HKSK) karşılaştırılırken dikkat edilmesi gereken husus hedef kirleticilerin **yüzey toprağındaki** saha konsantrasyonları ile kaynağı **yüzey toprağı** olan eksiksiz taşınım yolları için belirlenen jenerik kirletici sınır değerlerin karşılaştırılmasıdır. Diğer bir deyişle, HK_YT_SK ile sadece TYDT_YT_JKK ve KTS_YT_JKK karşılaştırılmalıdır. Çizelge 4.3'de de görüldüğü gibi HK_YT_SK satırına denk gelen jenerik sınır değer kolonlarından sadece TYDT_YT_SK ve KTS_YT_SK açıktır (değer girilip karşılaştırma yapılmasına izin verir), UMS_YAT_JKK ve YSİ_YAT_JKK kapalıdır (değer girilmesine izin vermez, dolayısıyla karşılaştırma yapılamaz). Benzer şekilde hedef kirleticilerin **yüzey altı toprağındaki** saha konsantrasyonları ile sadece kaynağı **yüzey altı toprağı** olan eksiksiz taşınım yolları için

belirlenen jenerik kirletici sınır değerlerin karşılaştırılmasıdır; yani HK_YAT_SK ile sadece UMS_YAT_JKK ve YSİ_YAT_JKK karşılaştırılmalıdır. Bu karşılaştırmalar sonucunda her bir hedef kirleticinin bir önceki bölümde belirlenen uyumlu taşınım yolları için Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi çalışmasına ihtiyaç duyup duymadığı kararlaştırılacaktır. Örneğin, bir hedef kirleticinin HK_YT_SK değeri TYDT_YT_JKK değerinden küçük ise bu kirletici için “Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim” taşınım yolunun Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesine taşınmasına gerek kalmaz (bakınız Çizelge 4.3’de verilen Benzen örneği). Eğer bir hedef kirleticinin HK_YT_SK değeri hem TYDT_YT_JKK hem de KTS_YT_JKK’dan küçük ise (bakınız Çizelge 4.3’de verilen Toluene örneği) hem “Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim” hem de “Kaçak tozların dış ortamda solunmaları” taşınım yollarının Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi kapsamına dahil edilmesi gerekmez. Özetlemek gerekirse, her bir hedef kirletici için HK_YT_SK değeri hem TYDT_YT_JKK hem de KTS_YT_JKK değerleri ile HK_YAT_SK değeri ise hem UMS_YAT_JKK hem de YSİ_YAT_JKK değerleri ile karşılaştırılır. HK_YT_SK ve HK_YAT_SK hangi jenerik sınır değerlerden büyükse ona karşılık gelen eksiksiz taşınım yolu ve dolayısıyla bu taşınım yolları ile alıcıya ulaşan ilgili hedef kirleticiler Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesine geçer.

Çizelge 4.3. Jenerik Sınır Değerler ile Saha Kirletici Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

Kirletici	Saha Konsantrasyonu (mg/kg)		Jenerik Kirletici Sınır Değerler (mg/kg)			
			TYDT_YT_JKK	KTS_YT_JKK	UMS_YAT_JKK	YSİ_YAT_JKK
Benzene	HK_YT_SK	3	2,5	4		
	HK_YAT_SK	5,2			5	4,2
İkinci Aşama Risk Değerlendirmesine İhtiyaç Var/Yok			Var	Yok	Var	Var
Toluene	HK_YT_SK	1	4	2		
	HK_YAT_SK	0			1	2
İkinci Aşama Risk Değerlendirmesine İhtiyaç Var/Yok			Yok	Yok	Yok	Yok

Uyumlu taşınım yolları ile alıcıya ulaşan tüm hedef kirleticiler için sahadaki yüzey toprağı ve yüzey altı toprağı örneklerindeki kirletici konsantrasyonları (HK_YT_SK ve HK_YAT_SK) Çizelge 4.3’de açıklandığı şekilde jenerik sınır değerlerle karşılaştırılır ve Jenerik Risk Değerlendirmesi sonucunda aşağıdaki kararlardan biri alınır:

Karar 1: Sahadaki yüzey toprağı ve yüzey altı toprağı örneklerindeki tüm hedef kirletici konsantrasyonları tüm ilgili jenerik kirletici sınır değer konsantrasyonlarının altındaysa ve ileride de altında kalacakları konusunda herhangi bir şüphe yoksa, saha Jenerik Risk Değerlendirmesi sonucunda Takip Gerektirmeyen Saha olarak sınıflandırılır. Bu durumda Bakanlık tarafından “sahanın daha fazla incelenmesine gerek yok” yazısı verilir. Eğer Bakanlıkça (İl Çevre ve Orman Müdürlüğü’nce) sahadaki HK_YT_SK’nın ileride jenerik

kirletici sınır değeri aşması ihtimali olduğu değerlendirilirse, Bakanlık (İl Çevre ve Orman Müdürlüğü) bir izleme programı oluşturarak, saha sahibinden bu programa göre sahanın belirli bir süre izlenmesini isteyebilir.

Karar 2: Sahadaki yüzey ve yüzey altı toprağı örneklerindeki tüm hedef kirletici konsantrasyonları tüm ilgili jenerik kirletici sınır değeri konsantrasyonlarının altında değilse: (i) hedef kirleticilerden saha konsantrasyonları ilgili jenerik sınır değeri değerlerinin altında olanlar için sağlık riski yaratmayacakları kabul edilerek bir ileriki aşama olan “Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi’ne taşınmalarına gerek yok” kararı alınır, (ii) hedef kirleticilerden saha konsantrasyonları ilgili jenerik sınır değeri değerlerinin üstünde olanlar için sağlık riski yaratma potansiyelleri olduğundan ya bir ileriki aşama olan “Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi’ne taşınmalarına gerek var” kararı alınır; ya da, eğer saha sahibi isterse “jenerik sınır değeri değerlerine kadar temizleme” yi ekonomik ve teknolojik açılarından uygun bularak, Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi yapma yoluna gitmeksizin, temizleme faaliyetini başlatma kararı alabilir. Bir hedef kirletici için HK_YT_SK değeri TYDT_YT_JKK’dan büyük, KTS_YT_JKK’dan küçük olabilir (Çizelge 4.3’deki Benzen örneğinde olduğu gibi). Bu durumda, söz konusu hedef kirleticinin JS_TYDT için Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesine ihtiyaç duyduğuna, ancak JS_KST için Jenerik Risk Değerlendirmesi sonucunda sağlık riski yaratmayacağına, dolayısıyla Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesine ihtiyaç duymadığına karar verilir.

Saha sahibi, jenerik kirletici sınır değeri değerleri ile saha kirletici konsantrasyonlarını karşılaştırdıktan sonra, Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi’ne tabi tutulması gereken eksiksiz taşınım yolları aracılığıyla alıcıya ulaşan hedef kirleticiler için Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi yapmak yerine bu kirleticileri jenerik sınır değeri değerlerine kadar temizlemeyi de seçebilir. Fakat G_KSM’de bulunan ancak JS_KSM’nde yer almayan eksiksiz taşınım yolları için jenerik sınır değeri değerleri mevcut olmadığından böyle bir alternatif söz konusu değildir.

Sahadaki kirletici konsantrasyonlarının jenerik sınır değeri değerlerine kadar temizlenmesi ancak bu temizliğin maliyetinin risk değerlendirmesi çalışmalarına devam etmenin (Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasını gerçekleştirmenin) maliyetinden (örneğin sahada yeniden örnekleme yapmanın, saha ile ilgili daha detaylı bilgi toplayıp sahayı ve kirleticilerin taşınım yollarını daha iyi karakterize etmenin maliyeti) daha düşüğe tercih edilir. Jenerik sınır değeri değerleri pek çok belirsizlik içerdiklerinden oldukça koruyucu ve düşük değeri değerlerdir. Saha kirletici konsantrasyonlarının jenerik sınır değeri değerlerine kadar temizlenmesi genellikle yüksek maliyetli olacaktır ve ileri artım teknolojilerinin kullanımını gerektirebilecektir. Saha sahibi uyumlu taşınım yolları ile alıcıya ulaşan hedef kirleticiler için Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi çalışmalarına devam etmek yerine jenerik sınır değeri değerlerine kadar temizlemeyi seçerse Bakanlık (İl Çevre ve Orman Müdürlüğü) ile görüşülerek bir an önce temizleme işlerine başlaması gerekir.

Jenerik Risk Değerlendirmesi aşaması sonunda oluşabilecek örnek bir durum ve alınabilecek

kararlar aşağıda sunulmuştur. Örneğin, söz konusu saha için geçerli G_KSM'nde yer alan eksiksiz taşıyım yolları JS_TYDT, JS_KST, JS_UMS, JS_YSİ ve bunlara ek olarak bir de kirlenmiş yeraltı suyu ile sulanan meyve sebzelerin yenilmesi taşıyım yollarını içeriyorsa sırasıyla şu kararlar alınır:

1. Kirlenmiş yeraltı suyu ile sulanan meyve sebzelerin yenilmesi taşıyım yolu, dolayısıyla bu taşıyım yolu ile alıcıya ulaşan tüm hedef kirleticiler için Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesine ihtiyaç vardır. Jenerik Risk Değerlendirmesi kapsamında bu taşıyım yolu ile alıcıya ulaşan hedef kirleticiler ile ilgili herhangi bir karar verilemez.
2. Tüm hedef kirleticiler için HK_YT_SK ve HK_YAT_SK belirlenir ve Çizelge 4.2 hazırlanır. Daha sonra Çizelge 4.2 ve bu Rehber'in Ek-2'sindeki (veya TKKNKKSDYY nin Ek 1'indeki) Jenerik Kirleticiler Sınır Değerleri kullanılarak Çizelge 4.3 hazırlanır. Her bir hedef kirleticisi için HK_YT_SK değerleri TYDT_YT_JKK ve KTS_YT_JKK ile HK_YAT_SK değerleri ise UMS_YAT_JKK ve YSİ_YAT_JKK değerleri ile karşılaştırılır ve uyumlu taşıyım yollarından hangilerinin, dolayısıyla hedef kirleticilerden hangilerinin Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesine taşınacağına karar verilir.

Sahada birden fazla kirlilik kaynağı bulunması durumunda (örneğin, bir benzin istasyonunda iki farklı yeraltı depolama tankından sızıntı olması durumunda), bu iki kaynak için ayrı ayrı risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Her bir kaynağın ayrı ayrı sağlık riski yaratan bir duruma sebep olup olmadığı belirlenmeli ve her bir kaynağın civarında HK_YTSK ile TYDT_YT_JKK ve KTS_YT_JKK; HK_YAT_SK ile ise UMS_YAT_JKK ve YSİ_YAT_JKK değerleri ayrı ayrı ölçülmelidir. Bu şekilde Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesine ihtiyaç bulunan ve bulunmayan kaynaklar ve hedef kirleticiler belirlenebilir.

5. SAHAYA ÖZGÜ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

5.1. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi Genel Yaklaşımı

Jenerik Risk Değerlendirmesi ile Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi arasındaki fark, Jenerik Risk Değerlendirmesi'nde, adından da anlaşılacağı gibi, halihazırda mevcut olan sahaya özgü bilgiler/verilere ilave ayrıntılı bilgi/veri toplamak yerine oldukça koruyucu jenerik değerler kullanarak risk değerlendirmesi yapılmasıdır. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasında fayda-maliyet analizi çerçevesinde sahaya özgü yeni bilgiler/veriler toplanarak ve jenerik değerler yerine sahaya özgü değerler kullanılarak risk değerlendirmesi gerçekleştirilmektedir. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi yeni bilgilerin/verilerin toplanmasının yararlı olacağına inanıldığı sürece iteratif olarak yenilenebilecek bir süreçtir. Burada yeni bilgilerin/verilerin yararlı olmasından kasıt, toplanacak sahaya özgü yeni bilgilerin/verilerin hedef kirlетici konsantrasyonlarının temizlenmeleri gereken seviyeleri olumlu yönde etkileyeceği (yani kaynağın kirlетtiği çevresel ortamdaki daha yüksek kirlетici konsantrasyonlarının alıcıda sağlık etkisi yaratmayacağıının gösterileceği) durumların mevcut olduğunun kanıtlanabilmesidir. Bu seçenek, yani yeni bilgilerin/verilerin toplanması seçeneği, bu aktivite için gerekli yatırımın tercih edilir bir düzeyde kalacağı durumlar için anlamlı olacaktır. Hedef kirlетici konsantrasyonlarının halihazırda belirlenmiş olan temizleme düzeylerine indirilmesinin maliyeti yeni bilgilerin/verilerin toplanmasının maliyetinden daha düşükse ya da mevcut bilgilerin/verilerin daha fazla güncellenmesi teknolojik olarak mümkün değilse yeni bilgilerin/verilerin toplanması için zaman kaybedilmemelidir. Elbette ki bu tip maliyetlerin kesin olarak hesaplanması, pek çok belirsizlik mevcut olduğundan mümkün değildir. Ancak her bir durum için saha sahibinin, risk değerlendirmesini ve temizleme işlemlerini gerçekleştiren danışman firma veya firmalarla bir araya gelerek bir fayda-maliyet analizi yapması ve Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi çalışmalarının ne şekilde ilerleyeceğine karar vermesi gereklidir.

Burada Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi'nin ilk iterasyonda ne şekilde yürütüleceği anlatılmaktadır. Yapılan fayda-maliyet analizinde saha sahibi Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi'nin yenilenmesini yararlı bulursa burada anlatılan prosedürün tekrarlanması gerekir.

5.2. Saha Karakterizasyonu ve Veri Kalitesi Analizi

Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi'nin gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyulacak başlıca bilgiler/veriler şunlardır:

- sahadaki kirlетiciler (hedef kirlетicilerin nihai listesi),
- sahadaki kaynağın kirlетtiği çevresel ortamlar, kirliliğin taşındığı çevresel ortamlar ve maruz kalınan çevresel ortamlarda bulunan hedef kirlетici konsantrasyonları (kirlетicilerin bu çevresel ortamlardaki dağılımları), kirlетici konsantrasyonlarının zamanla değişimleri,
- kirlilik kaynakları ile ilgili detaylı bilgi, özellikle kaynakların hedef kirlетicileri çevresel ortamlara bırakma potansiyelleri,

- hedef kirleticilerin çevresel ortamlarda taşınımalarını etkileyecek hidrojeolojik, jeolojik ve çevresel özellikler (örneğin, yeraltı suyu seviyesine olan derinlik, akifer kalınlığı, yeraltı suyu akım yönü, akifer özellikleri, yeraltı suyu kalitesi gibi),
- saha ve çevresindeki mevcut ve ileride oluşabilecek arazi kullanım amaçları,
- sahadaki mevcut ve potansiyel tüm eksiksiz taşınım yolları,
- saha ve çevresindeki mevcut tüm alıcılar.

Bu bilgilerin/verilerin bir kısmı Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu çerçevesinde belirlenmiş ve TKKNKSDY Ek-10'a uygun olarak Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Ön Raporu'nda sunulmuştur. Saha ve Kirlilik Karakterizasyonu aşamasında elde edilememiş olan bilgiler/veriler ise bu aşamada toplanacaktır.

G_KSM'nde tüm potansiyel ve şüpheli kaynaklar, hedef kirleticilerin saha konsantrasyonları, hedef kirleticilerle kirlenmiş olan potansiyel çevresel ortamlar, mevcut ve potansiyel taşınım yolları ve alıcılar ile ilgili en güncel bilgiler/veriler mevcuttur. G_KSM kullanılarak Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi yapılabilmesi için gerekli olan ilave bilgiler/veriler belirlenmeli ve bu aşamada toplanmalıdır.

Eksiksiz Taşınım Yolları ile İlgili Toplanması Gereken Bilgiler/Veriler

Eksiksiz taşınım yolları hem mevcut durumda hedef kirleticilerin kaynaktan alıcıya ulaştığı taşınım yollarını hem de gelecekte ulaşması ihtimali bulunan taşınım yollarını içermelidir. Gelecekte oluşması muhtemel taşınım yollarının belirlenebilmesi için hedef kirleticilerin çevresel ortamlardaki davranışlarının ve taşınımalarının anlaşılması gereklidir. Buradaki hedef ileride kirlenme potansiyeli bulunan çevresel ortamların belirlenmesidir. Dolayısıyla bu aşamada cevaplanması gereken sorular şunlardır (U.S. EPA, 1989):

- Kaynakta hangi hedef kirleticiler mevcuttur?
- Halihazırda hem sahada hem de çevresinde hangi çevresel ortamlarda hedef kirleticiler mevcuttur?
- Gelecekte hem sahada hem de çevresinde hangi çevresel ortamlarda hedef kirleticiler bulunabilirler?

Bir kimyasal bir çevresel ortama salındıktan/verildikten sonra kimyasal (U.S. EPA, 1989):

- taşınabilir (örneğin yeraltı suyuyla ya da atmosferde),
- fiziksel olarak dönüşebilir (örneğin buharlaşabilir, çökebilir),
- kimyasal olarak dönüşebilir (örneğin fotoliz, hidroliz, oksidasyon, redüksiyon ile),
- biyolojik olarak dönüşebilir (örneğin biodegradasyon),
- bir veya birkaç çevresel ortamda birikebilir.

Hedef kirleticilerin yukarıda sayılan mekanizmalardan hangilerine tabi olacağı ve çevresel ortamdaki davranışlarının belirlenebilmesi için hedef kirleticilerin fiziksel/kimyasal ve taşınım özelliklerinin incelenmesi gereklidir. Çizelge 5.1'de kimyasala özgü bir takım önemli parametreler ve bu parametrelerin kimyasalın çevresel ortamdaki davranışına etkileri sunulmuştur (U.S. EPA, 1989).

Çizelge 5.1. Önemli Fiziksel, Kimyasal ve Taşınım İlgili Parametreler

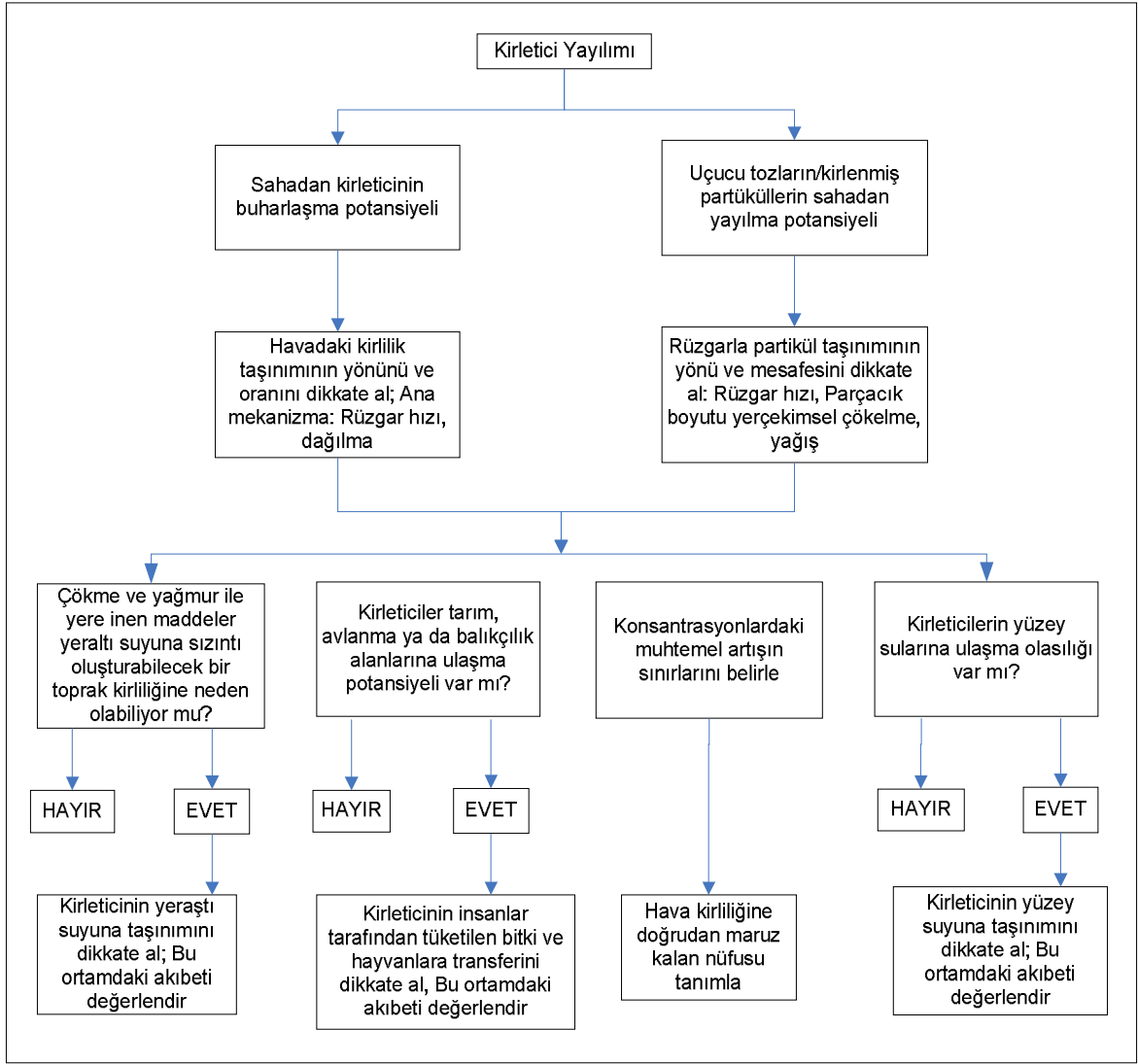
Önemli Fiziksel/Kimyasal ve Çevresel Akıbet Parametreleri
K_{oc} denge halinde bir kimyasalın organik karbon ile su arasındaki dağılımını gösteren bir ölçüttür. K_{oc} ne kadar büyük ise bir kimyasalın toprağa veya sedimana adsorbe olma eğilimi suda kalma eğiliminden o kadar fazladır. K_d denge halinde bir kimyasalın toprak/sediman ile su arasındaki dağılımını gösteren toprağa veya sedimana özgü bir parametredir. K_d değerini organik karbon oranına (f_{oc}) göre normalize etmek için $K_d = K_{oc} \times f_{oc}$ eşitliği kullanılabilir. K_d ne kadar yüksek ise bir kimyasalın toprağa veya sedimana adsorbe olma eğilimi suda kalma eğiliminden o kadar fazladır. K_{ow} denge halinde bir kimyasalın su ile oktanol arasındaki dağılımını gösteren bir ölçüttür. K_{ow} ne kadar yüksek ise bir kimyasalın oktanole bağlanma eğilimi suda kalma eğiliminden o kadar fazladır. Oktanollu lipidlerin (yağ) yerine kullanılabilir ve K_{ow} akuatik organizmalardaki biyokonsantrasyonun tahmin edilmesinde kullanılabilir. Çözünürlük bir kimyasalın belirli bir sıcaklıkta suda çözünmüş konsantrasyonunun üst limitidir. Suda, çözünürlükten daha yüksek kimyasal konsantrasyonu olması, sedimana sorpsiyon olduğunun veya kimyasalın suyla karışmayan fazda bulunduğunun göstergesidir. Henry sabiti denge halinde bir kimyasalın organik hava ile su arasındaki kimyasal ayrışımını gösteren bir ölçüttür. Henry sabiti ne kadar yüksek ise bir kimyasalın uçma (volatilizasyon) eğilimi suda kalma eğiliminden o kadar fazladır. Buhar basıncı bir kimyasalın buharının katı veya sıvı haline dengede ve verilen bir sıcaklıkta uyguladığı basınçtır. Saf maddenin birim yüzeyden buharlaşma hızının hesaplanmasında veya düşük çözünürlüklü kimyasallar için Henry sabitinin belirlenmesinde kullanılır. Buhar basıncı ne kadar yüksek ise bir kimyasalın gaz fazında bulunma eğilimi o kadar fazladır. Yayılım bir molekülün sıvı veya gaz içinde konsantrasyon farklılıklarından kaynaklanan hareketidir. Kimyasal taşınımın dispersive bileşeninin hesaplanmasında kullanılır. Yayılım ne kadar yüksek ise bir kimyasalın konsantrasyon farklılıklarına bağlı olarak hareket etme eğilimi o kadar fazladır. Biyokonsantrasyon faktörü denge halinde bir kimyasalın balık veya bitki dokusu gibi bir biyolojik ortam ile su gibi bir dış ortam arasındaki kimyasal ayrışımını gösteren ölçüttür. Biyokonsantrasyon faktörü ne kadar yüksek ise bir kimyasalın canlı dokusunda birikme eğilimi o kadar fazladır. Ortama özgü yarılanma ömrü bir kimyasalın verilen bir ortamdaki kalıcılığını gösteren göreceli bir ölçüttür ve sahaya özgü koşullara bağlı olarak büyük değişiklikler gösterebilir. Yarılanma ömrü ne kadar yüksek ise bir kimyasalın ilgili ortamdaki kalıcılığı o kadar fazladır.

Sahaya özgü bir takım bilgiler/veriler de hedef kirleticilerin hangi çevresel ortamlarda bulunabilecekleri hakkında bilgi verebilir. Örneğin, toprak nemlilik oranı, organik karbon oranı, katyon değiştirme kapasitesi gibi toprak özellikleri kimyasalların hareketlerini etkileyebilir. Yüzeyden çok derinde olmayan yeraltı suyu tabakası kirleticilerin topraktan yeraltı suyuna akması ihtimalini yükseltebilir (U.S. EPA, 1989).

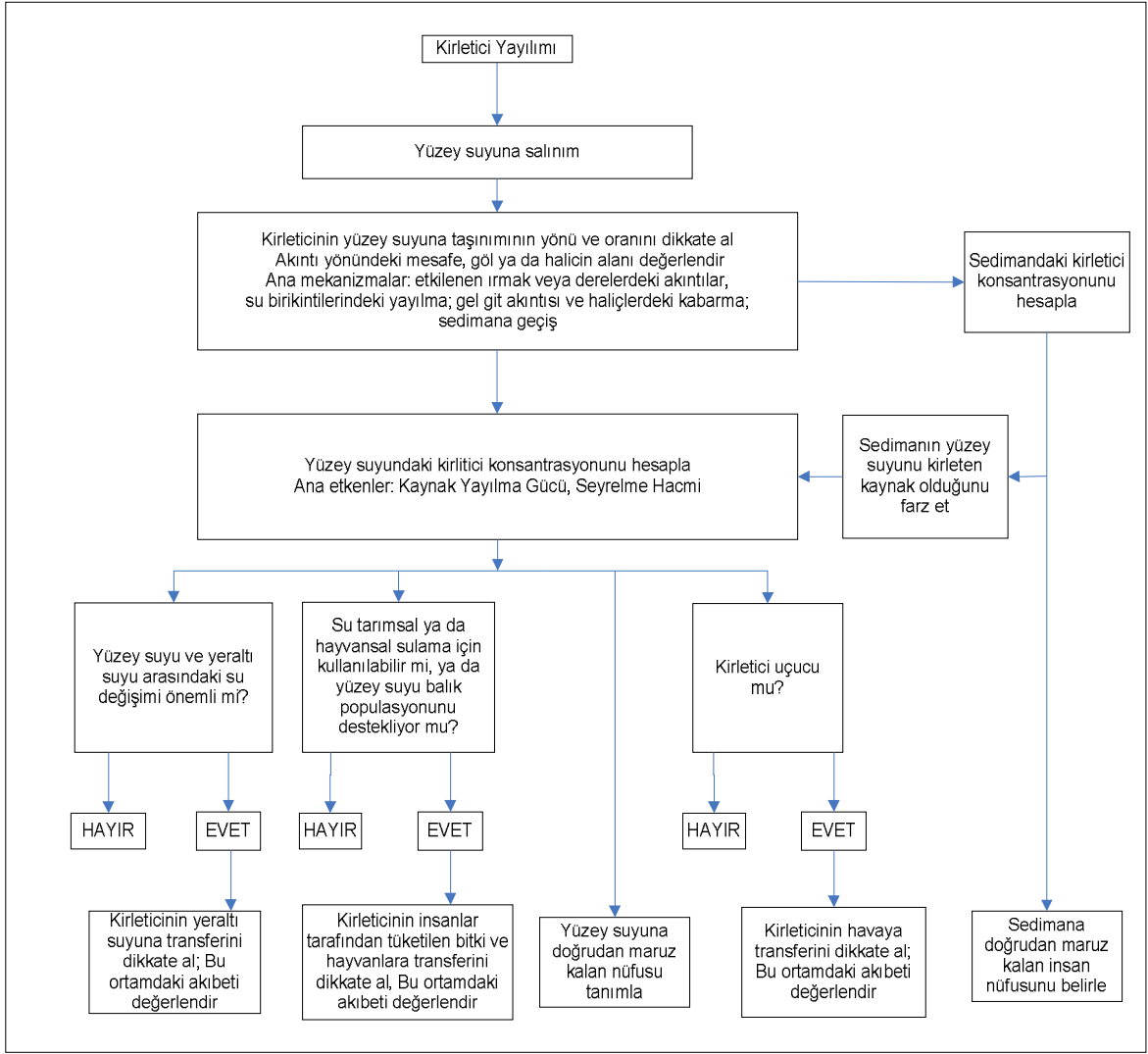
Sahaya özgü tüm bilgiler/veriler kullanılarak kirleticilerin bir çevresel ortamdaki davranışı ya da bir çevresel ortamdan bir diğerine taşınımı incelenmeli ve değerlendirilmelidir. Halihazırda kirlenmiş olan çevresel ortamların belirlenmesi örnekler alınarak ve gerekli analizler yapılarak gerçekleştirilmelidir. İleride kirlenme potansiyeli olan çevresel ortamlar ise kimyasalların yukarıda anlatılan fiziksel, kimyasal ve taşınım ile ilgili özellikleri incelenerek belirlenmelidir. Kirleticilerin çevresel ortamlardaki davranışları ve taşınımları ile ilgili karar verilmesi aşamasında cevaplarından yararlanılabilecek bir takım sorular Çizelge 5.2'de verilmiştir. Kirleticilerin davranış ve taşınımlarının incelenmesinde kullanılabilecek bir akım şeması da Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.2. Kirleticilerin Çevresel Ortamlardaki Davranışları ve Taşınımlarının Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Sorular (U.S. EPA, 1989)

- Her bir çevresel ortam için değişim veya bozunum mekanizmaları nelerdir?
- Kimyasalın hava, su toprak ve biyolojik ortamdaki davranışı nasıldır? Biyolojik olarak birikme veya bozunma özelliği var mı? Bitkiler tarafından emilme özelliği var mı?
- Kimyasal, çevredeki diğer bileşiklerle tepkimeye girer mi?
- Ortamlar arası transfer var mı? Ortamlar arası transfer mekanizmaları nelerdir? Ortamlar arası transferin veya tepkime mekanizmasının hızları nedir?
- Kimyasalın her bir çevresel ortamda kalma süresi ne olabilir? Her bir ortamda konsantrasyonun zamana göre değişimi nedir?
- Kimyasal bozunduğunda veya değişime uğradığında oluşabilecek ürünler nelerdir? Oluşan bu ürünler hakkında çalışılması gerekir mi?
- Çevrede veya belirli bir bölümünde kararlı durum konsantrasyon dağılımına ulaşıldı mı?



Şekil 5.1. Kirlenicilerin Çevresel Ortamlardaki Davranışlarının ve Taşınımlarının Değerlendirilmesinde Kullanılacak Akım Şeması: Hava (U.S. EPA, 1989)



Şekil 5.2. Kirleticilerin Çevresel Ortamlardaki Davranışlarının ve Taşınımlarının Değerlendirilmesinde Kullanılacak Akım Şeması: Yüzey Suyu ve Sediman (U.S. EPA, 1989)

çevresel ortamdır ancak alıcı eldiven giydiği için deri teması oluşmamaktadır dolayısıyla maruziyet yolu mevcut değildir (U.S. EPA, 1989).

Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi yapılabilmesi için hedef kirleticilerin, alıcıyla hedef kirleticinin temasının oluşacağı maruz kalınacak çevresel ortamdaki konsantrasyonlarının modeller aracılığıyla ya da ölçümler yapılarak belirlenmesi gereklidir. Bu da kullanılacak olan modellerin girdi olarak ihtiyaç duyduğu verilerin/bilgilerin modele sağlanmasına bağlıdır. Bir takım model girdileri için varsayımlara dayalı tipik değerler kullanılabilir, ancak olabildiğince çok model girdisi için sahaya özgü değerlerin belirlenmesi ve bu değerlerin kullanılması gereklidir. Özellikle modelin çok duyarlı olmadığı girdi parametreleri için ve sahaya özel girdi parametresi değerinin belirlenmesinin çok masraflı olduğu ve çok zaman gerektirdiği durumlarda genel varsayılan tipik değerler kullanılabilir. Dolayısıyla, Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi'nin yapılabilmesi için olabildiğince çok model parametresinin sahaya özgü değerlerinin belirlenmesi gereklidir. Alıcıyla hedef kirleticilerin temasının oluşacağı maruz kalınacak çevresel ortamdaki hedef kirleticili konsantrasyonları modeller değil de ölçüm yapılarak belirlenecekse ölçüm ve analizlerle ilgili bilgilerin ve sonuçların (sahanın nerelerinden, kaç adet numune alınacağı, ne tip analizler gerçekleştirileceği ve analiz sonuçları gibi) bu aşamada belirlenmesi gereklidir. Bu aşamada takip edilmesi gereken örnekleme yaklaşımı ile ilgili ayrıntılı bilgi Kirlenmiş Saha Etüt Teknik Rehberi-Bölüm 3, 4, 5, 6 ve 7'de verilmiştir. Diğer bir deyişle Saha Karakterizasyonu ve Veri Kalitesi Analizi tamamlandığında alıcıyla hedef kirleticilerin temasının oluşacağı maruz kalınacak çevresel ortamdaki hedef kirleticili konsantrasyonlarının ve alıcıyla ilgili ayrıntıların (maruz kalma süresi, maruz kalma sıklığı, vücut ağırlığı, soluma oranı, vücut yüzey alanı gibi) belirlenmiş olması gereklidir.

5.3. Kavramsal Saha Modelinin Güncellenmesi

Saha Karakterizasyonu aşamasında eksiksiz taşınım yolları ile ilgili toplanan tüm bilgi/veriler bir sonraki aşama olan KSM'nin güncellenmesinde kullanılmalıdır. Saha Karakterizasyonu ile KSM'nin güncellenmesi iteratif olarak gerçekleştirilmelidir. Diğer bir deyişle risk değerlendirme çalışmalarının gerçekleştirilebilmesi için gerekli altyapı oluşturulana kadar yeni bilgiler/veriler toplanmalı ve KSM güncellenmelidir. Bunun sonucunda Güncellenmiş Kavramsal Saha Modeli G_KSM oluşturulur. Örneğin, Saha Karakterizasyonu ve Veri Kalitesi Analizi aşamasında toplanan veriler ışığında daha önce eksiksiz taşınım yolu olarak kabul edilmiş olan bir taşınım yolunun eksik taşınım yolu olduğuna karar verilebilir. Böyle bir durum söz konusu ise G_KSM'deki eksiksiz taşınım yolları gerekli şekilde güncellenmelidir.

5.4. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesine Yönelik Hesaplamalar

Jenerik Risk Değerlendirmesi sonucunda Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi'ne geçmesine karar verilen tüm eksiksiz taşınım yolları Saha Karakterizasyonu ve Veri Kalitesi Analizi ile KSM'nin güncellenmesi aşamalarında değerlendirilir ve G_KSM oluşturulur. G_KSM'nde yer alan tüm eksiksiz taşınım yolları ile alıcıya ulaşan hedef kirleticilerin hem kanser hem de kanser dışında

sebepler olabilecekleri sağlık etkilerinin belirlenmesi amacıyla risk değerlendirmesi yapılması gereklidir. Burada dikkate alınması gereken bir husus G_KSM'nde belirlenmiş olan her bir alıcının sahayı farklı amaçlar için kullanıyor olabilecektir. Farklı arazi kullanım amaçları için sağlık riski hesaplamalarında geçen bir takım parametrelerin değerleri değişmektedir. Örneğin sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir çocuk ile dış ortamda çalışan bir işçinin aynı hedef kirleticilere aynı eksiksiz taşınım yoluyla maruz kalma süreleri farklı olabilir. Dolayısıyla sağlık riskleri sahadaki mevcut tüm alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonları için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Alıcının çeşitli maruziyet yollarıyla alacağı kirleticiler miktarlarının hesaplanmasında kullanılacak formüller ileriki bölümlerde verilmiştir.

Hedef kirleticiler alıcı üzerinde iki çeşit sağlık riski yaratabilir:

1. Kanseri riski
2. Kanseri dışındaki sağlık riskleri

Bu iki farklı grup sağlık riskinin hesaplanmasında kullanılacak formüller farklı olduğundan kanseri riski ve kanseri dışındaki risklerin hesaplanması iki ayrı bölümde anlatılacaktır.

5.4.1. Her Bir Hedef Kirleticiden Kaynaklanacak Kanseri Riskinin Hesaplanması

Kanserojenler için risk, bir kişinin potansiyel bir kanserojen maddeye ömür boyu maruz kalması sonucunda kanseri geliştirme olasılığındaki artış olarak tanımlanır. İnsan ömrü ortalama 70 yıl olarak kabul edilmektedir. Düşük kanseri risklerinin (10^{-2} 'den düşük riskler) hesaplanmasında aşağıdaki doğrusal denklem kullanılabilir (U.S. EPA, 1989):

$$Risk = CDI \times SF \quad (1)$$

Burada **Risk** bir bireyin kanseri geliştirme ihtimali (birimsiz), **CDI** 70 yıl boyunca gerçekleşen kronik günlük kimyasal alım miktarı (mg/kg-gün) ve **SF** eğim faktörüdür (mg/kg-gün)⁻¹.

Kanseri riski hesaplanırken alıcının yaşamı boyunca yani 70 yıl boyunca kirleticilere maruz kalacağı varsayılmaktadır. Gösterimde açıklık sağlamak amacıyla bundan sonra **CDI** yerine yutma ve soluma maruziyet yolları için **kimyasal alımı**, deri teması için **emilen doz** terimi kullanılacaktır. Kanseri riski hesaplarında kullanılan **kimyasal alımı** ve **emilen doz** kronik ve günlük miktarı temsil etmektedir. Burada hatırlanması gereken **kimyasal alımı** değerleri kana emilen miktarı değil, emilme hattındaki (örneğin deri, akciğer, bağırsak veya mide gibi) kullanılabilir miktarı, **emilen doz** değerleri ise kana emilen miktarı temsil etmektedir. Risk değeri hesaplanırken eğim faktörü hangi miktara göre (**kimyasal alımı** veya **emilen doz**) verilmişse **CDI** 'da o cinsten hesaplanmalıdır. **Emilen doz**, **kimyasal alımı** ile emilme faktörünün çarpılması ile hesaplanır. Emilme faktörünün bilinmediği durumlarda bu değeri için 1 kullanmak koruyucu sonuçlar verir. Bu

konu ile ilgili ayrıntılı bilgi RAGS, Vol. I, Part A'da (U.S. EPA, 1989) bulunabilir.

Denklem (1)'de verilen formül sadece Risk'in 10^{-2} 'den küçük olduğu durumlarda kullanılmalıdır. Daha yüksek risklerin geçerli olduğu durumlarda RAGS, Vol. I, Part A (U.S. EPA, 1989) sayfa 8-11'de verilen "Tek Vuruş" (One Hit Equation For High Carcinogenic Risk Levels) formülü kullanılmalıdır. Ancak, Risk'in 10^{-2} 'den büyük olacağı durumların oldukça nadir olacağı beklenmektedir.

Denklem (1)'de verilen formül kimyasalın yutma, soluma ve deri teması yoluyla vücuda girmesi sonucunda oluşacak kanser risklerinin hesaplanmasında kullanılacaktır. Yutma ve soluma maruziyet yolları için Integrated Risk Information System (IRIS) (<http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm>) veri tabanında eğitim faktörü, SF değerleri mevcuttur. Ancak deri teması ile kimyasala maruz kalınması durumunda kullanılacak eğitim faktörleri henüz hesaplanmamaktadır. Yani deri teması maruziyet yolu için SF değerleri mevcut değildir. Deri teması ile maruziyet yolu için kullanılacak olan SF değerleri yutma için hesaplanmış olan SF değerlerinin modifiye edilmesi ile hesaplanabilir. Yutma için geliştirilmiş olan SF değerlerinin nasıl deri teması için geçerli olan SF değerlerine çevrilebileceği RAGS, Vol. I, Part E'de (U.S. EPA, 2004) açıklanmaktadır.

5.4.2. Her Bir Hedef Kirleticiden Kaynaklanacak Kanser Dışındaki Sağlık Riskinin Hesaplanması

Kanser dışındaki sağlık riskleri alıcının olumsuz sağlık etkileri geliştirmesi olasılığı cinsinden hesaplanmamaktadır. EPA (U.S. EPA, 1989) kanser dışındaki riskler için olasılık bazlı bir yaklaşım kullanmamaktadır. Bunun yerine kanser dışındaki sağlık etkileri, belirli bir zaman boyunca maruz kalınacak *kimyasal alımının* benzer bir süre için geliştirilmiş olan referans kimyasal alımına oranı ile değerlendirilmektedir. Bu toksisiteye maruz kalma oranı tehlike indeksi (hazard quotient), HI olarak adlandırılır (U.S. EPA, 1989) ve aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$HI = \frac{\text{Maruz kalınan miktar}}{RfD} \quad (2)$$

Burada kronik etkiler için *Maruz kalınan miktar* yerine yutma ve soluma maruziyet yolları için *kimyasal alımı*, deri teması için *emilen doz* terimi kullanılacaktır (bakınız Denklem (3)-(11)), RfD ise referans dozdur.

Kanser dışındaki sağlık etkilerini belirleyen *tehlike indeksi* hesaplarında duyarlı bir alıcının bile olumsuz sağlık etkileri yaşamayacağı bir referans maruz kalınan miktar (RfD) olduğu varsayılmaktadır. Maruz kalınan miktar bu referans değeri geçerse olumsuz sağlık etkileri

oluşabilir. Burada genel kural şu şekildedir: $\frac{\text{Maruz Kalınan miktar}}{RfD}$ değeri 1'den ne kadar büyükse olumsuz sağlık etkileri o kadar büyük olacaktır. Ancak bu oranın bir olasılık olmadığı unutulmamalıdır (U.S. EPA, 1989).

Kanser dışındaki sağlık etkilerinin hesaplanmasında üç ayrı maruziyet süreci için ayrı ayrı hesaplama yapılması gereklidir. Bu süreçler kronik, yarı-kronik ve kısa-sürelili maruziyetlerdir. Kronik maruziyet süresi 7 yıl ile ömür boyu arasındaki süreleri kapsamaktadır. Yarı-kronik süreç 2 hafta ile 7 yıl arasındaki süreleri, bunun dışındaki süreçler (iki haftadan kısa süreler) ise kısa-sürelili maruziyetleri kapsamaktadır. Denklem (2)'nin kullanımında dikkat edilmesi gereken husus *Maruz kalınan miktar* ile *RfD* değerinin aynı süreç için geçerli değerler olmasıdır. Yani **kronik** etkiler için Denklem (2)'de *Maruz kalınan kronik miktar* (ki bu değer aşağıda *kimyasal alımı* ve *emilen doz* olarak verilen denklemlerden uygun olanı kullanılarak hesaplanır) ve **kronik** *RfD* değeri kullanılmalıdır. Bir kimyasal için sadece hangi süreçler için geçerli olan referans doz değerleri mevcutsa sadece o süreçler için kanser dışındaki sağlık riskleri hesaplanabilir. Burada sadece kronik etkiler için hesaplamalar sunulmaktadır (Denklem (2)'nin açıklamaları kısmında belirtildiği gibi). Diğer tip süreçler için RAGS, Vol. I, Part A'dan (U.S. EPA, 1989) yararlanılmalıdır.

Denklem (2)'de verilen formül kimyasalın yutma, soluma ve deri teması yoluyla vücuda girmesi sonucunda oluşacak kanser dışındaki sağlık risklerinin hesaplanmasında kullanılacaktır. Yutma ve soluma maruziyet yolları için Integrated Risk Information System (IRIS) (<http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm>) veri tabanında referans doz, *RfD* değerleri mevcuttur. Ancak deri teması ile kimyasala maruz kalınması durumunda kullanılacak *RfD* değerleri henüz hesaplanmamıştır. Deri teması ile maruziyet yolu için kullanılacak olan *RfD* değerleri yutma için hesaplanmış olan *RfD* değerlerinin modifiye edilmesi ile hesaplanabilir. Yutma için geliştirilmiş olan *RfD* değerlerinin nasıl deri teması için geçerli olan *RfD* değerlerine çevrilebileceği RAGS, Vol. I, Part E'de (U.S. EPA, 2004) açıklanmaktadır.

5.5. Kimyasal Alımı ve Emilen Doz Hesapları

Yutma, soluma veya deri teması maruziyet yolları ayrımı gözetilmeksizin *kimyasal alımının* hesaplanmasında kullanılacak olan genel denklem (U.S. EPA, 1989):

$$\text{Kimyasal alımı } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} - \text{gün} \right) = \frac{CR \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (3)$$

Burada *C* kimyasalın maruz kalınan çevresel ortamdaki konsantrasyonu veya maruz kalma süresi boyunca temas halinde olunan ortalama maruz kalınan konsantrasyon (örneğin mg/litre su), *CR* temas oranı veya birim zamanda ya da olayda temas edilen kirlenmiş ortam miktarı (örneğin

litre/gün), $EFD = EF \times ED$ maruziyet sıklığı ve süresi veya maruziyetin ne kadar sürdüğünü ve ne sıklıkla olduğunu gösteren terim (gün), EF maruziyet sıklığı (gün/yıl), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlığı veya maruziyet süresi boyunca olan ortalama vücut ağırlığı (kg), AT ortalama zamanı, maruz kalmanın ortalamasının alındığı süredir (gün).

Kimyasal alımının hesaplanmasında kullanılan parametrelerin değerleri *olası en yüksek maruz kalınan kirlenici miktarı* verecek şekilde seçilmelidir. Dolayısıyla parametrelerin her biri için alabilecekleri maksimum değerler seçilmemeli, parametrelerin kombinasyonunu (yani **kimyasal alımının**) *olası en yüksek maruz kalınan kirlenici miktarını* verecek şekilde seçilmelidir. *Olası en yüksek maruz kalınan kirlenici miktarının* belirlenmesinde bir takım genel öneriler olmasına rağmen, risk değerlendirmesi çalışmalarını yürüten profesyonel kişi veya kişilerin görüşleri çok önemlidir. *Olası en yüksek maruz kalınan kirlenici miktarının* belirlenmesinde yararlanılabilecek öneriler aşağıda özetlenmiştir (U.S. EPA, 1989):

Kimyasalın konsantrasyonu, C

Kimyasal alımı denklemindeki (genel hali Denklem (2)'de, her bir taşınım yolu için olan özel denklemler ise Denklem (3)-(10) arasında verilmiştir) kimyasalın konsantrasyonu terimi maruz kalınan süre boyunca alıcının temas halinde olduğu ortalama konsantrasyondur. Diğer bir deyişle, alıcının kimyasala maruz kaldığı süre boyunca, kimyasalın maruz kalınan çevresel ortamdaki ortalama konsantrasyonudur. Maruz kalınan süre boyunca alıcının temas edeceği en yüksek konsantrasyon değeri kullanılmamaktadır. Çünkü maruz kalınan sürenin tamamı boyunca alıcının maksimum konsantrasyonla temas halinde olması genellikle mümkün değildir. Alıcının maruz kalacağı çevresel ortamdaki kimyasalın konsantrasyonu için kullanılacak tüm tahmini değerler pek çok belirsizlik içereceğinden, bu parametre için ortalama değer üst emniyet sınırı (mesela %95 olasılık üst emniyet sınırı) kullanılmalıdır. Eğer ölçülen veya modellenen değerlerdeki belirsizlik çok büyük ise, üst emniyet sınırı değeri en yüksek ölçülen veya modellenen değerden daha büyük bir değer çıkabilir; bu durumda en yüksek değer kullanılması uygun olacaktır.

Temas oranı, CR

Temas oranı birim zaman veya olay için kirlenmiş maruz kalınan çevresel ortam miktarını temsil etmektedir. Temas oranı için istatistiksel veri mevcutsa %95 kümülatif olasılığa (95th percentile value) karşılık gelen CR değeri kullanılmalıdır. İstatistiksel veri mevcut değilse risk değerlendirmesi çalışmasını yürütenler profesyonel tecrübelerini kullanarak %95 kümülatif olasılığa karşılık gelen CR değerini tahmin etmeli ve o değeri kullanmalıdır. Temas oranının bir kaç terimin bir araya gelmesiyle hesaplandığı durumlarda bu terimlerin tümünün sonucu %95 lik CR değerini verecek şekilde değerler seçilmelidir.

Maruziyet sıklığı ve maruziyet süresi, EFD

Maruziyet sıklığı ve maruziyet süresi toplam maruz kalınan sürenin hesaplanmasında

kullanılmaktadır. Eğer istatistiksel veriler mevcutsa maruz kalınan sürenin %95 kümülatif olasılığa karşılık gelen değeri kullanılmalıdır. İstatistiksel verilerin mevcut olmadığı durumlarda koruyucu sonuçlar verecek olası maruz kalma süresi kullanılmalıdır. Yerleşim amaçlı arazi kullanım amacı için maruz kalma süresi olarak 30 yıl kullanılabilir. Ancak kimi durumlarda yaşam boyu yani 70 yıl maruz kalma süresi daha anlamlı olabilir. Duruma özel maruz kalma süresi risk değerlendirmesini yürüten profesyonel kişi tarafından belirlenmelidir.

Vücut ağırlığı, *BW*

Vücut ağırlığı maruz kalınan süre boyunca alıcının ortalama vücut ağırlığıdır. Kirlетici kimyasal ile temas sadece çocukluk boyunca oluşuyorsa çocukluk süresindeki ortalama ağırlık kullanılmalıdır. Yetişkinler için vücut ağırlığı olarak 70 kg kullanılmalıdır.

Ortalama zamanı, *AT*

Ortalama zamanı değerlendirilen toksik etkiye göre değişir. Kanserojenler için kimyasal alımı, maruz kalınacak toplam kümülatif doz yaşam süresine eşit olarak bölünecek şekilde hesaplanır. Buna kronik günlük *kimyasal alım* yani yaşam boyu alınacak olan ortalama *kimyasal alım* denir. Akut toksit kimyasallar için *kimyasal alımı* bir sağlık etkisi yaratacak en kısa süreli maruziyet süresi (genellikle bir olay veya bir gün) için hesaplanır. Kansere sebep olmayan toksik kimyasallara uzun süreli maruziyetler için *kimyasal alımı* maruz kalınan süre boyunca alınan kimyasalın ortalaması kabul edilir. Ortalama zamanı ile ilgili detaylı bilgi için RAGS, Vol. I, Part A (U.S. EPA, 1989) sayfa 6-23'den yararlanılabilir.

G_KSM'de belirlenmiş olan tüm taşıyım yolları için *kimyasal alımının* hesaplanması gereklidir. Her bir taşıyım yolu sonunda kimyasalın alıcıya temas ettiği çevresel ortam, maruz kalınan çevresel ortam olarak adlandırılır. Maruz kalınan çevresel ortamdaki kirlетici, maruziyet yollarından biri ile yani yutma, soluma veya deri teması ile alıcının vücuduna girer. Örneğin “sızıntı yapan bir yeraltı depolama tankından sızan kirlетici ile kirlenmiş olan yeraltı suyunun yeraltı suyu akım yönünde taşınması ve içme suyu kaynağı olarak kullanılan bir yeraltı suyu kuyusuna ulaşması ve bu kuyudan çekilen kirlı yeraltı suyunun içilmesi” bir taşıyım yoludur. Bu taşıyım yolu için kirlenmiş çevresel ortamlar yüzey altı toprağı ve yeraltı suyudur. Maruz kalınan çevresel ortam yeraltı suyu ve maruziyet yolu ise içme suyunun yutulmasıdır.

Farklı maruziyet yolları ile alınacak olan kimyasal miktarlarının hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılabilir (U.S. EPA, 1989). Denklem (4)-(11) arasında yutma ve soluma maruziyet yolları için maruz kalınan kimyasal miktar, kimyasal alım, deri teması yoluyla maruz kalınan kimyasal miktarı ise emilen doz cinsinden verilmiştir.

5.5.1. Suyun içilmesi yoluyla kimyasal alımı

Alıcının kimyasallarla kirlenmiş yeraltı veya yüzey suyunu içme yoluyla kimyasal alımı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{Kimyasal alımı } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{gün}} \right) = \frac{CW \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (4)$$

Burada CW sudaki kimyasal konsantrasyonu (maruz kalınan çevresel ortamdaki konsantrasyonunu) yani sahaya özgü hesaplanan veya modellenen kimyasal konsantrasyonu (mg/litre), IR yutma oranı (litre/gün), EF maruziyet sıklığı (gün/yıl), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlığı (kg), AT ortalama zamandır (gün).

Yürerken yanlışlıkla yutulan kirlenmiş yüzey suyundan kaynaklanacak kimyasal alımı yine Denklem (4) kullanılarak ancak parametrelerdeki gerekli değişiklikler yapılarak hesaplanabilir.

Örneğin, yanlışlıkla yutma oranı, IR olarak 50 ml/yüzülen saat (U.S. EPA, 1988b) kullanılabilir.

Suyun içilmesi yoluyla kimyasal alımına aşağıdaki durum bir örnek teşkil edebilir. Yüzey altı toprağındaki bir kirlilik kaynağı (kirlilik kaynağının sonsuz olduğu varsayılarak) ile kirlenmiş olan yeraltı suyunun hemen kirliliğın olduğu noktada kuyulardan çekilerek içme suyu olarak kullanıldığı durumda yeraltı suyundaki kimyasal konsantrasyonu yüzey altı toprağındaki kirliliğe aşağıdaki şekilde ilişkilendirilebilir (U.S. EPA, 2002):

$$CSS \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = DAF \times CW \left((K_{oc} f_{oc}) + \frac{\theta_w \times \theta_a H'}{\rho_b} \right) \quad (5)$$

Burada CSS yüzey altı toprağındaki sahaya özgü kimyasal konsantrasyonu (mg/kg), diğer bir deyişle, toprak gözenek (sızıntı) suyu ile kirlenmeye maruz kalan yeraltı suyundaki kirlletici konsantrasyonunun CW değerini aşmaması için sahaya özgü bir seyrelme oranı (DAF) ve yeraltı suyu kalitesine (CW) karşılık gelen yüzey altı toprağındaki kirlletici konsantrasyonu, DAF seyrelme faktörü, K_{oc} toprak organik karbon dağılım katsayısı (cm^3/g), f_{oc} toprak organik karbon oranı (g/g), θ_w suyla dolu gözeneklilik (cm^3/cm^3), θ_a havayla dolu gözeneklilik (cm^3/cm^3), H' Henry kanunu ρ_b

sabiti ve kuru toprak hacim ağırlığıdır (g/cm^3).

$$DAF = 1 + \frac{K d}{I L} \quad (6)$$

Burada DAF seyrelme faktörü, K akifer hidrolik iletkenlik ($\text{m}/\text{yıl}$), I hidrolik eğim (m/m), d karışma derinliği (m), L süzölme oranı ($\text{m}/\text{yıl}$) ve L yer altı suyu akış yönüne paralel kaynağın uzunluğudur (m).

$$d(m) = (0.0112L^2)^{0.5} + d_a \left\{ 1 - \exp \left[-LI / K d_a \right] \right\} \quad (7)$$

Burada d karışma derinliği (m), d_a akifer kalınlığı, L yeraltı suyu akış yönüne paralel kaynağın uzunluğudur (m), I süzülme oranı (m/yıl), akifer hidrolik iletkenlik (m/yıl) ve hidrolik eğimdir (m/m).

5.5.2. Sudaki kimyasalların deri teması yoluyla alımı

Alıcının kimyasallarla kirlenmiş yüzey suyunda yüzerken, sıg suda yürürken, kimyasallarla kirlenmiş suyu kullanarak evde temizlik yaparken ya da banyo yaparken deri teması yoluyla kimyasal alımı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$Emilen\ doz\ (mg/kg - gün) = \frac{CW \times SA \times PC \times ET \times EF \times ED \times CF}{BW \times AT} \quad (8)$$

Burada CW maruz kalınan çevresel ortam olan sudaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü hesaplanan veya modellenen kimyasal konsantrasyonu (mg/litre), SA temasa açık deri yüzeyi alanı (cm²), PC kimyasala özgü deri geçirgenlik sabiti (cm/saat), ET bir gündeki maruziyet süresi (yapılan aktiviteye göre değişken bir değer, örneğin yüzme için 2,6 saat/gün kullanılabilir (U.S. EPA, 1989d)) (saat/gün), EF maruziyet sıklığı (gün/yıl), ED maruziyet süresi (yıl), CF su için hacimsel dönüşüm faktörü (1 litre/1000 cm³), BW vücut ağırlığı (kg), AT ortalama zamandır (gün).

Deri teması yoluyla kimyasal alımı ile ilgili ayrıntılı bilgi RAGS, Vol. I, Part E'de (U.S. EPA, 2004) bulunabilir. Hangi kimyasallar için kirlenmiş suya deri teması yoluyla (yüzme hariç) oluşabilecek sağlık risklerinin değerlendirilmesi gerektiğine karar verebilmek için (RAGS, Vol. I, Part E, Section A.4) ve kirlenmiş suya deri teması ile kimyasal alımının risk değerlendirmesi çalışmalarına dahil edilmesi gereken eksiksiz taşınım yollarından biri olduğunun kanıtlandığı durumlarda kanser ve kanser dışındaki sağlık risklerini hesaplamak için de bu kaynaktan yararlanılabilir. Yüzme esnasında deri teması ile oluşabilecek sağlık riskleri mümkün olduğu ölçüde kantitatif olarak hesaplanmalıdır (U.S. EPA, 2004).

ABD Çevre Ajansı kirlenmiş suya deri teması yoluyla kimyasal alımının ancak yutma yoluyla kimyasal alımının en az yüzde 10'una eşit olduğu durumlarda önemli eksiksiz bir taşınım yolu olarak kabul edilmesini önermektedir (U.S. EPA, 2004). Diğer bir deyişle, kirlenmiş suya deri teması yoluyla kimyasal alımının yutma yoluyla kimyasal alımının yüzde 10'undan küçük olduğu durumlarda, kirlenmiş suya deri yoluyla kimyasal alımını eksiksiz taşınım yollarından kaynaklanan sağlık risklerinin hesaplanmasına gerek yoktur. Ancak bu ön eleme yaklaşımı kirlenmiş suya deri yoluyla temasın ev içindeki su kullanımları için geçerlidir. Yüzme aktivitesi sonucunda oluşacak deri yoluyla kimyasal alımı ön elemeye risk değerlendirmesinden çıkarılmamalıdır, mutlaka sağlık riskleri hesaplanmalıdır. Bu konuda ayrıntı için U.S. EPA (2004) dokümanına bakılmalıdır.

5.5.3. Topraktaki kimyasalların yutma yoluyla alımı

Alicının kimyasallarla kirlenmiş toprağın yanlışlıkla/istemsiz olarak yutulması yoluyla kimyasal alımı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{Kimyasal alımı } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} - \text{gün} \right) = \frac{CS \times IR \times CF \times FI \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (9)$$

Burada **CS** yüzey toprağındaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş değer (mg/kg), **IR** toprak yutma oranı (mg toprak/gün), **CF** dönüşüm faktörü (10^{-6} kg/mg), **FI** kirlenmiş kaynaktan yutulan oran (birimsiz), **EF** maruziyet sıklığı (gün/yıl), **ED** maruziyet süresi (yıl), **BW** vücut ağırlığı (kg), **AT** ortalama zamandır (gün). Kirlenmiş kaynaktan yutulan oran,, için herhangi bir bilgi yoksa 1 değeri kullanılabilir (U.S. EPA, 2002).

Kimyasallarla kirlenmiş yüzey toprağının yanlışlıkla/istemsiz olarak yutulması yolu özellikle çocuklar için geçerli bir maruziyet yoludur. Çocuklar için kimyasal alımı hesaplanırken Denklem (9)'da verilen parametrelerin çocuk alıcıya uygun şekilde seçilmesi gerekir.

5.5.4. Topraktaki kimyasalların deri teması yoluyla alımı

Alicının kimyasallarla kirlenmiş toprağa deri temasında bulunması sonucunda emilen doz aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{Emilen doz } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} - \text{gün} \right) = \frac{CS \times CF \times SA \times AF \times ABS \times EV \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (10)$$

Burada **CS** yüzey toprağındaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş değer (mg/kg), **CF** dönüşüm faktörü (10^{-6} kg/mg), **SA** temasa açık deri yüzeyi alanı (cm²), **AF** topraktan deriye yapışma faktörü (mg/cm²-olay), **ABS** deriden emilme faktörü (birimsiz), **EV** olay frekansı (olay/gün), **EF** maruziyet sıklığı (gün/yıl), **ED** maruziyet süresi (yıl), **BW** vücut ağırlığı (kg), **AT** ortalama zamandır (gün).

Kimyasalların, toprağa deri teması yolu ile, vücuda alımı ile ilgili çok sınırlı bilgi mevcuttur. Kirleticinin vücuda deri teması yoluyla girmesi sonucu oluşabilecek sağlık risklerinin hesaplanmasında kullanılabilecek denklemlerin bir özeti RAGS, Vol. I, Part E (U.S. EPA, 2004) sayfa 5-2'de sunulan Exhibit 5-1'de verilmiştir.

5.5.5. Havada buhar halinde bulunan kimyasalların soluma yoluyla alımı

$$\text{Kimyasal alımı } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} - \text{gün} \right) = \frac{CA \times IR_a \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (11)$$

Burada CA havadaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş veya modelleme sonucunda elde edilmiş değer (mg/m^3), IR_a soluma oranı (m^3/saat), ET bir gündeki maruziyet süresi (örneğin duş alma için 12 dakika gibi (U.S. EPA, 1989d)) ($\text{saat}/\text{gün}$), EF maruziyet sıklığı ($\text{gün}/\text{yıl}$), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlığı (kg), AT ortalama zamandır (gün).

Örneğin, havadaki kimyasal konsantrasyonu yüzey altı toprağındaki bir kirleticinin (kirleticili kaynağının sonsuz olduğu varsayılarak) buharlaşmasından kaynaklanıyorsa, havadaki kimyasal konsantrasyonu aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir (U.S. EPA, 2002):

$$CA \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{CSS}{VF} \quad (12)$$

Burada CA havadaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş veya modelleme sonucunda elde edilmiş değer (mg/m^3), CSS yüzey altı toprağındaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş değer (mg/kg), VF topraktan havaya buharlaşma faktörüdür (m^3/kg).

Topraktan-havaya buharlaşma faktörü aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanabilir (U.S. EPA, 2002):

$$VF \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) = \frac{Q/C \times (3.14 \times D_A \times T)^{1/2} \times 10^{-4} \left(\frac{\text{m}^2}{\text{cm}^2} \right)}{(2 \times \rho_b \times D_A)} \quad (13)$$

$$D_A \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{sn}} \right) = \frac{\left[\left(\theta_a^{10/3} D_i H' + \theta_w^{10/3} D_w \right) / n^2 \right]}{\rho_b K_d + \theta_w \times \theta_a H'} \quad (14)$$

Burada VF topraktan havaya buharlaşma faktörü (m^3/kg), Q/C topraktan buharlaşan uçucu madde emisyonlarının havadaki dağılımını gösteren sahaya özgü hesaplanan bir faktördür ($\text{g}/\text{m}^2 - \rho_b$

$\text{sn})/(\text{kg}/\text{m}^3)$, D_A dağılım katsayısı (cm^2/sn), T maruz kalma aralığı (sn),

kuru toprak

hacim ağırlığını (g/cm^3), θ_a havayla dolu gözeneklilik (cm^3/cm^3), D_t havadaki difüzyon katsayısı (cm^2/sn), H' Henry kanunu sabiti, θ_w suyla dolu gözeneklilik (cm^3/cm^3), D_w sudaki difüzyon katsayısı (cm^2/sn), n toplam toprak gözenekliliği (cm^3/cm^3) ve K_d toprak-su dağılım katsayısıdır (cm^3/g). Sahaya özgü Q/C faktörünün nasıl belirlenmesi gerektiğine dair ayrıntılı bilgi U.S. EPA (2002) dokümanında verilmiştir.

Partikül fazındaki kimyasallar için kimyasal alımı Denklem (11)'de verilen parametrelerin modifiye edilmiş hallerinin kullanılması ile hesaplanır. Solunan partikül miktarını belirlemek için havadaki partikül madde konsantrasyonun, solunuma elverişli partikül madde oranının (boyutları 10 mikron, PM_{10} veya daha küçük olan partiküller) ve de solunuma elverişli kısımdaki kimyasal konsantrasyonu kullanılması gereklidir.

Alicının havada partikül fazındaki kimyasalları soluma yoluyla kimyasal alımı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{Kimyasal alımı } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg} - \text{gün}} \right) = \frac{CA \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (15)$$

Burada CA havadaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş veya modelleme sonucunda elde edilmiş değer (mg/m^3), IR soluma oranı (m^3/saat), ET bir gündeki maruziyet süresi (örneğin duş alma için 12 dakika gibi (U.S. EPA, 1989d)) (saat/gün), EF maruziyet sıklığı (gün/yıl), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlığı (kg), AT ortalama zamandır (gün).

Örneğin havada partikül fazındaki kimyasal konsantrasyonu yüzey toprağındaki bir kirleticinin havaya emisyonu sonucunda oluşuyorsa, havadaki kimyasal konsantrasyonu aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir (U.S. EPA, 2002):

$$CA \left(\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{CS}{PEF} \quad (16)$$

Burada CA havadaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş veya modelleme sonucunda elde edilmiş değer (mg/m^3), CS yüzey toprağındaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş değer (mg/kg), PEF partikül madde emisyon faktörüdür (m^3/kg).

Partikül madde emisyon faktörü aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanabilir (U.S. EPA, 2002):

$$PEF \left(\frac{m^3}{kg} \right) = \frac{Q/C \times \frac{3600 \frac{s}{h}}{0.36 \times (1 - V) \times \left(\frac{U_m}{U_t} \right)^3 \times F(x)}}{(17)}$$

Burada PEF partikül madde emisyon faktörü (m^3/kg), Q/C toprak kaynaklı kaçak toz emisyonlarının havadaki dağılımını gösteren sahaya özgü hesaplanan bir faktördür ($g/m^2\text{-sn}/(kg/m^3)$), V bitki örtüsü oranı, U_m yıllık ortalama rüzgar hızı (m/sn), U_t 10 m'deki rüzgar hızı (m/sn) ve $F(x) \frac{U_m}{U_t}$ 'ye bağlı fonksiyondur. Sahaya özgü Q/C faktörünün nasıl belirlenmesi gerektiğine dair ayrıntılı bilgi U.S. EPA (2002) dokümanında verilmiştir.

5.5.6. Kimyasallarla kirlenmiş olan besinlerin tüketilmesi yoluyla kimyasal alımı

Alıcı besinlerde birikmiş olan kimyasallara besinlerin tüketilmesi yoluyla maruz kalabilirler. Özellikle değerlendirilmesi gereken besin cinsleri şunlardır (U.S. EPA, 1989):

- balık ve kabuklu deniz ürünleri
- sebze ve benzeri diğer ürünler
- et, yumurta ve süt ürünleri

Kimyasallarla kirlenmiş olan balık ve kabuklu deniz ürünlerinin tüketilmesi

Alicının kimyasallarla kirlenmiş olan balık ve kabuklu deniz ürünlerini tüketilmesi yoluyla kimyasal alımı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$Kimyasal \text{ alımı } \left(\frac{mg}{kg} - gün \right) = \frac{CF \times IR \times FI \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (18)$$

Burada CF balıktaki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş veya modelleme sonucunda elde edilmiş değer (mg/kg), IR yutma oranı ($kg/öğün$), FI kirlenmiş kaynaktan yenilen oran (birimsiz), EF maruziyet sıklığı ($öğün/yıl$), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlığı (kg), AT ortalama zamandır (gün).

Kimyasallarla kirlenmiş meyve ve sebzelerin tüketilmesi

Alicının kimyasallarla kirlenmiş meyve ve sebzelerin tüketilmesi yoluyla kimyasal alımı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$Kimyasal \text{ alımı } \left(\frac{mg}{kg} - gün \right) = \frac{CF \times IR \times FI \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (19)$$

Burada **CF** besindeki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş veya topraktaki konsantrasyon ve bitki:toprak birikme faktörü veya yayılma faktörü kullanılarak yapılmış olan modelleme sonucunda elde edilmiş değer (mg/kg), **IR** tüketim oranı (kg/öğün), **FI** kirlenmiş kaynaktan yenilen oran (birimsiz), **EF** maruziyet sıklığı (öğün/yıl), **ED** maruziyet süresi (yıl), **BW** vücut ağırlığı (kg), **AT** ortalama zamandır (gün).

Bu maruziyet yolu ile kimyasalların alımı özellikle çiftçiler ve kendi ürettiği meyve ve sebzeleri tüketen kırsal bölgede yaşayan halk için önemlidir.

Kimyasallarla kirlenmiş et, yumurta ve süt ürünleri gibi besinlerin yenilmesi

Alıcının kimyasallarla kirlenmiş et, yumurta ve süt ürünlerini tüketmesi yoluyla kimyasal alımı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{Kimyasal alımı } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg} - \text{gün}} \right) = \frac{CF \times IR \times FI \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (20)$$

Burada **CF** besindeki kimyasal konsantrasyonu yani sahaya özgü ölçülmüş veya modelleme sonucunda elde edilmiş değer (Bu değer toprak konsantrasyonları, bitki birikim faktörü ve bitkiden ete veya bitkiden süt ürünlerine transfer katsayısı kullanılarak belirlenir) (mg/kg), **IR** tüketim oranı (kg/öğün), **FI** kirlenmiş kaynaktan yenilen oran (birimsiz), **EF** maruziyet sıklığı (öğün/yıl), **ED** maruziyet süresi (yıl), **BW** vücut ağırlığı (kg), **AT** ortalama zamandır (gün).

Denklem (4)-(20) arasında verilen formüllerde arazi kullanım amacına göre farklı değerler alması gereken parametreler mevcuttur. Bu parametrelerin çeşitli arazi kullanım sınıfları için önerilen değerleri U.S. EPA'nın Exposure Factors Handbook adlı dokümanından (U.S. EPA, 1997) bulunabilir.

Denklem (3)'de genel formu, Denklem (4)-(20) arasında farklı taşınım yolları için verilen *kimyasal alımı* formüllerinden de görüldüğü üzere, *kimyasal alımı*, maruz kalınan konsantrasyonla doğru orantılı olarak değişmektedir. Maruz kalınan konsantrasyon ölçüm yoluyla ve/veya kimyasal taşınım modelleri kullanılarak belirlenir. Modelleme ileride oluşacak konsantrasyonları ya da ölçüm verileri bulunmayan çevresel ortamlardaki mevcut konsantrasyonları belirlemek için kullanılır (U.S. EPA, 1989).

Kimyasalın konsantrasyonu (hedef kirlenici saha konsantrasyonu) terimi daha önce de belirtildiği gibi maruz kalınan süre boyunca maruz kalınan çevresel ortamda temas edilen gerçek konsantrasyonu temsil eden ortalama bir konsantrasyondur. Kimyasalın konsantrasyonu belirlenirken dikkat edilmesi gereken husus, ortalama konsantrasyon olarak koruyucu sonuçlar

üretecek bir değer seçilmesidir. Maruz kalınacak süre boyunca oluşacak ortalama konsantrasyon çeşitli modeller kullanılarak tahmin edilebilir. Burada uygulanabilecek en basit yaklaşım mevcut durum için koruyucu sonuçlar üretecek bir konsantrasyon değerinin seçilmesidir. Bu konsantrasyonun belirlenmesi ile ilgili ayrıntılı bilgi EPA (1989) dokümanında verilmiştir.

5.6. Toplam Kanser Riski ve Toplam Tehlike İndeksinin Hesaplanması

Pek çok sahada alıcının birden fazla kimyasala maruz kalması mümkündür. Dolayısıyla, böyle sahalarda alıcı için sağlık riskleri sadece bir kimyasal için hesaplanırsa gerçek değerden oldukça düşük bir risk değeri elde edilmiş olur. Alıcının maruz kalacağı kimyasallar ile ilgili ayrıntılı bir çalışma yoksa birden fazla kimyasala maruz kalan alıcı için hem kanser hem de kanser dışındaki sağlık risklerinin hesaplanmasında her bir kimyasaldan kaynaklanan sağlık etkilerinin toplanması prensibi kullanılmalıdır.

Kanser etkileri

Alıcının bir kaç kimyasala maruz kalması sonucunda oluşacak kanser riski aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır (U.S EPA, 1989):

$$Risk_T = \sum_i Risk_i \quad (21)$$

Burada $Risk_T$ farklı kimyasallardan kaynaklanan toplam kanser riski (birimsiz olasılık cinsinden), $Risk_i$ ise i kimyasalından kaynaklanan kanser riskidir.

Denklem (21)'de verilen risklerin toplanması yaklaşımında, her bir kimyasaldan kaynaklanacak kanser riskinin küçük olduğu ve her bir kimyasalın etkilerinin birbirinden bağımsız olduğu varsayılmıştır (U.S EPA, 1989). Bu varsayımlar yanlışsa hesaplanan toplam risk değerinin gerçek değerden küçük ya da büyük olma ihtimali ortaya çıkar.

Kanser dışındaki etkiler

Alıcının bir kaç kimyasala maruz kalması sonucunda oluşacak kanser dışındaki sağlık etkilerinin hesaplanması için tehlike indeksi, HI yaklaşımı geliştirilmiştir (U.S. EPA, 1989):

$$HI = \sum_i \frac{\text{Maruz kalınan miktar}_i}{RfD_i} \quad (22)$$

burada $\text{Maruz kalınan miktar}_i$ i kimyasalı için kimyasal alımı ya da emilen doz, RfD_i ise i kimyasalı için referans dozdur. $\text{Maruz kalınan miktar}_i$ ve RfD_i aynı birimden olmalıdır ve aynı maruz kalma sürecini (kronik, yarı-kronik veya kısa-sürelili) temsil etmelidir. HI bir den büyük bir değer hesaplanırsa muhtemel sağlık etkileri beklenebilir. Her bir süreç için (kronik, yarı-kronik veya

kısa-sürelili) ayrı bir HI değeri hesaplanmalıdır. Elbette ki bu ancak her bir süreç ve kimyasal için RfD_i değerleri mevcutsa mümkün olabilir. Pek çok kimyasal için genellikle kronik RfD_i değerleri mevcuttur. Dolayısıyla risk değerlendirmesi yapılırken en çok kullanılan HI değerleri kronik etkiler için hesaplanan değerlerdir. Kronik HI değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır (U.S. EPA, 1989):

$$HI = \sum_i \frac{CDI_i}{RfD_i} \quad (23)$$

Burada CDI_i , i kimyasalı için kronik günlük kimyasal alım miktarı (mg/kg-gün) ve RfD_i i kimyasalı için kronik referans dozdur (mg/kg-gün).

Tehlike indeksi yaklaşımının da bir takım kısıtlamaları vardır: (i) Sağlık etkileri referans dozla doğru orantılı olarak artmamaktadır; (ii) Farklı kimyasallar için belirlenmiş olan RfD değerleri farklı toksikolojik etkiler baz alınarak belirlenmiştir; (iii) Farklı kimyasallar için belirlenmiş olan RfD değerleri farklı belirsizlikler içermektedir. Dolayısıyla HQ değerleri hesaplanırken ve yorumlanırken bu kısıtlamalar dikkate alınmalıdır.

Sahaya özgü risk değerlendirmesinin son aşaması olarak her bir alıcının kirleticilere maruz kalacağı eksiksiz taşıyım yolları belirlenmelidir ve bu eksiksiz taşıyım yolları vasıtasıyla maruz kalacağı tüm kimyasallardan kaynaklanacak kanser ve kanser dışındaki sağlık riskleri hesaplanmalıdır.

Alıcının *eksiksiz taşıyım yolu* j vasıtasıyla geliştireceği kanser olma riski, $[Risk(eksiksiz taşıyım yolu)]_j$ aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır (U.S. EPA, 1989):

$$[Risk(eksiksiz taşıyım yolu)]_j = \sum_i Risk_i^j \quad (24)$$

Burada $Risk_i^j$, j eksiksiz taşıyım yoluyla alıcıya ulaşan i kimyasalının oluşturacağı kanser riskidir.

Her bir eksiksiz taşıyım yolu için o taşıyım yolu vasıtasıyla alıcıya ulaşan kimyasallardan kaynaklanan toplam kanser riski hesaplanır. Bulunan toplam kanser riski değeri noktadan sonra bir basamak olarak sunulur. Örneğin toplam risk 4.76×10^{-6} olarak hesaplandıysa bu değer raporda 4.8×10^{-6} olarak gösterilir. Elbette her bir eksiksiz taşıyım yolundan kaynaklanan toplam risk 1 değerini geçmemelidir (U.S EPA, 1989). Risklerin toplanması yaklaşımı kullanılırken hatırlanması gereken bir kaç husus vardır: (i) Her bir SF değeri zaten koruyucu değerler olarak belirlendikleri için toplam risk çok koruyucu bir değer verebilir; (ii) Kansere sebep olan kimyasallar EPA (U.S. EPA, 1989) tarafından sınıflandırılmışlardır (örneğin Sınıf A: insan için kanserojen, Sınıf B1: insan için muhtemel kanserojen-sınırlı insan verisi mevcut, Sınıf B2: insan için kanserojen-hayvan verisi

yeterli, insan verisi yetersiz ya da mevcut değil gibi). Risklerin toplanmasında bu sınıflandırma göz önünde bulundurulmamaktadır ve hangi sınıf olursa olsun tüm kimyasallara eşit ağırlık verilmektedir; (iii) Kimyasalların birlikte oluşturacakları sağlık etkileri birbirinden bağımsız olmayabilir. Bu konuların her bir saha için değerlendirilmesi ve mevcut bilgiler kullanılarak elde edilen toplam risk değerlerinin yorumlanması gereklidir.

Benzer şekilde alıcının *eksiksiz taşıyım yolu j* vasıtasıyla geliştireceği kanser dışındaki sağlık etkileri, $HI(eksiksiz taşıyım yolu)_j$ aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır (U.S EPA, 1989):

$$HI(eksiksiz taşıyım yolu)_j = \sum_i HI_i^j \quad (25)$$

Burada HI_i^j , *j* eksiksiz taşıyım yoluyla alıcıya ulaşan *i* kimyasalının oluşturacağı kanser dışındaki sağlık etkileridir.

Alıcıyı etkileyen tüm eksiksiz taşıyım yolları vasıtasıyla maruz kalacağı kimyasalların alıcıda oluşturacağı kanser riski ve kanser dışındaki sağlık etkileri her bir eksiksiz taşıyım yolundan kaynaklanan risklerin ve sağlık etkilerini toplanması ile hesaplanır (U.S. EPA, 1989):

$$Toplam Risk = \sum_j Risk(eksiksiz taşıyım yolu)_j \quad (26)$$

$$Toplam HI = \sum_j HI(eksiksiz taşıyım yolu)_j \quad (27)$$

5.7. Sağlık Risklerinin Hesaplanmasındaki Belirsizliklerin Değerlendirilmesi

Sağlık risklerinin hesaplanmasında pek çok varsayımın geçerli olduğu kabul edilmektedir. Dolayısıyla hesaplanan sağlık riskleri tüm bu varsayımlardan kaynaklanan belirsizlikleri içermektedir. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasında Jenerik Risk Değerlendirmesi aşamasına kıyasla çok daha az varsayım kullanılmasına rağmen sahaya özgü kanser risklerinin ve kanser dışındaki sağlık etkilerinin hesaplanabilmesi için bir takım varsayımların yapılması zorunludur. Sağlık risklerinin hesaplanmasında yapılan tüm varsayımlar ayrıntılı bir şekilde ve gerekçeleri ile Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Nihai Raporu'nda belirtilmelidir. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasında karşılaşılan belli başlı belirsizlikler aşağıdaki şekilde ana başlıklar altında toplanabilir (U.S. EPA, 1989):

- hedef kirleticilerin seçilmesindeki belirsizlikler
- toksisite değerlerindeki (*SF*, *RfD* gibi) belirsizlikler
- kimyasal alımı ve emilen doz hesaplarındaki belirsizlikler

- farklı eksiksiz taşınım yolları ile taşınan birden fazla hedef kirleticilerden kaynaklanan sağlık risklerinin toplanmasındaki belirsizlikler

Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Nihai Raporu'nda sunulması gereken varsayımlar ve belirsizlikler ile ilgili ayrıntılı açıklama RAGS, Vol I, Part A'da (U.S. EPA, 1989) bulunabilir.

5.8. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi'nde Takip Edilecek Adımlar ve Sonuçların Raporlanması

Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi'nde takip edilecek adımlar aşağıda sıralanmıştır:

1. Kavramsal saha modelinin güncellenmesi: Bu aşamada özellikle hedef kirleticiler, eksiksiz taşınım yolları (kirleticiler kaynağı, maruz kalınan çevresel ortam ve maruziyet yolu), alıcı/alıcılar belirlenir. Bu aşama sonucunda G_KSM oluşturulur.
2. Saha Karakterizasyonu: Kaynağın kirlettiği, kirleticinin taşındığı ve maruz kalınan çevresel ortamlardaki tüm hedef kirleticilerin konsantrasyonları belirlenir.
3. Hedef Kirleticilerden Kaynaklanan Sağlık Risklerinin Hesaplanması: Her bir eksiksiz taşınım yolu ve bu taşınım yolu/yolları ile alıcıya/alıcılara ulaşan tüm hedef kirleticiler için hem kanser riski hem de kanser dışındaki sağlık riskleri hesaplanır. Her bir alıcı farklı bir arazi kullanım amacına sahip olabilir. Dolayısıyla bu dokümanın geri kalan kısmında alıcıdan bahsedilirken o alıcının araziyi hangi amaçla kullandığının önemli olduğu düşünülen durumlarda "alıcı-arazi kullanım amacı" kombinasyonu terimi kullanılacaktır.
4. Toplam Kanser Riski (~~Toplam Risk~~) ve Toplam Tehlike İndeksi'nin (~~Toplam HI~~) Hesaplanması: Daha sonra her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için o alıcıyı etkileyen eksiksiz taşınım yollarından kaynaklanan toplam kanser riski (~~Toplam Risk~~) ve Toplam Tehlike İndeksi (~~Toplam HI~~) sırasıyla Denklem (26) ve Denklem (27) kullanılarak hesaplanır.
5. Belirsizlikler: Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasında kullanılan tüm varsayımlar ayrıntılı bir şekilde belirtilmeli ve gerekçeleri açıklanmalıdır. Varsayımlardan kaynaklanan belirsizliklerin sağlık riski hesapları üzerindeki etkileri açıklanmalıdır.
6. Risk Sonuçlarının Raporlanması: Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi kapsamında her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için hesaplanan kanser ve kanser dışındaki sağlık riskleri bir tabloda özetlenir. Özet tablosunun formatı Çizelge 5.3'de verilen örnek tablo formatında olmalıdır. Çizelge 5.3'ün başında açıklayıcı küçük bir tablo yer almaktadır. Bu tabloda senaryo süreci, arazi kullanım amacı ve reseptör bilgileri sunulmaktadır. Senaryo süreci karşısına girilen bilgi çizelgenin hazırlandığı arazi kullanım amacının mevcut bir arazi kullanımını mı yoksa gelecekte oluşması muhtemel bir arazi kullanımını mı gösterdiğini belirtmektedir.

Çizelge 5.3. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi Sonuçları Özeti

Senaryo süreci: Gelecekteki arazi kullanımı
Arazi kullanım amacı: Yerleşim
Alıcı: Yetişkin

Kaynağın Kirlettiği Çevresel Ortam	Maruz Kalınan Çevresel Ortamı	Maruziyet Noktası	Hedef Kirleticiler	Kanser Riski				Tehlike Endeksi (Kanser Dışındaki Sağlık Riskleri)				
				Yutma	Soluma	Deri Teması	Maruziyet Yolları Toplamı	Birincil Hedef Organ(lar)	Yutma	Soluma	Deri Teması	Maruziyet Yolları Toplamı
Yeraltı Suyu	Yeraltı Suyu	Akifer 1 – Musluk Suyu	Bis(2-etilheksil)ftalat	7E-07		1E-06	2E-06	Karaciğer	0,007		0,01	0,02
			Kloroform	5E-07		1E-06	2E-06	Karaciğer	0,03		0,05	0,08
			Heptaklor	1E-03		6E-04	2E-03	Karaciğer	2		0,8	3
			Baryum					Kalp	0,2			0,2
			Mangan					Merkezi Sinir Sistemi	17			17
			Kimyasal Toplamı	1E-03		6E-04	2E-03		19		0,9	20
	Maruz Kalınan Çevresel Ortam Toplamı						2E-03					20
	Hava	Duştaki Su Buharı	Bis(2-etilheksil)ftalat									
			Kloroform		1E-05		1E-05	Karaciğer		5		5
			Heptaklor		1E-03		1E-03					
			Baryum									
			Mangan									
			Kimyasal Toplamı		1E-03		1E-03			5		5
	Maruz Kalınan Çevresel Ortam Toplamı						1E-03					5
Kaynağın Kirlettiği Çevresel Ortam Toplamı						3E-03					25	

Çizelge 5.3. (Devam)

Kaynağın Kirlettiği Çevresel Ortam	Maruz Kalınan Çevresel Ortamı	Maruziyet Noktası	Hedef Kirleticiler	Kanser Riski				Tehlike Endeksi (Kanser Dışındaki Sağlık Riskleri)				
				Yutma	Soluma	Deri Teması	Maruziyet Yolları Toplamı	Birincil Hedef Organ(lar)	Yutma	Soluma	Deri Teması	Maruziyet Yolları Toplamı
Birinci Alandaki Yüzey Toprağı	Birinci Alandaki Yüzey Toprağı	Birinci Alandaki Yüzey Toprağı	4,4'-DDD	5E-08			5E-08					
			4,4'-DDE	1E-06			1E-06					
			4,4'-DDT	5E-06		5E-07	6E-06	Karaciğer	0,08		0,009	0,09
			Alüminyum					Merkezi Sinir Sistemi	0,01			0,01
			Mangan					Merkezi Sinir Sistemi	0,002			0,002
			Kimyasal Toplam	6E-06		5E-07	7E-06		0,09		0,009	0,1
	Maruz Kalınan Çevresel Ortam Toplamı						7E-06				0,1	
Kaynağın Kirlettiği Çevresel Ortam Toplamı						7E-06						
İkinci Alandaki Yüzey Toprağı	Birinci Alandaki Yüzey Toprağı	Birinci Alandaki Yüzey Toprağı	4,4'-DDD	8E-08			8E-08					
			4,4'-DDT	5E-08		6E-09	6E-08	Karaciğer	0,0009		0,0001	0,001
			Bakır					Sindirim Sistemi	0,009			0,009
			Demir					Sindirim Sistemi	0,1			0,1
			Kimyasal Toplam	1E-07		6E-09	1E-07		0,1		0,0001	0,1
	Maruz Kalınan Çevresel Ortam Toplamı						1E-07				0,2	
Kaynağın Kirlettiği Çevresel Ortam Toplamı						7E-06				0,2		
Alıcı-Arazi Kullanım Amacı Kombinasyonu Toplamı						3E-03				26		

Kanser ve kanser dışındaki sağlık risklerinin özeti her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için ayrı bir tablo halinde sunulmalıdır. Örneğin, Çizelge 5.3 sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir yetişkin için hazırlanmıştır. Eğer sahada çalışan yetişkin bir işçi de G_KSM'nde bir alıcı olarak tanımlanmış ise bu alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu (sahada çalışan yetişkin) için de benzer bir tablo hazırlanması gereklidir. Dolayısıyla G_KSM'de tanımlanmış olan tüm alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonları için Çizelge 5.3 formatında birer özet risk tablosu hazırlanmalıdır.

5.9. Her Bir Alıcı-Arazi Kullanım Amacı Kombinasyonu için Kanser ve Kanser Dışındaki Sağlık Risklerinin Çizelge 5.3 Formatında Raporlanması

Hesaplanan kanser ve kanser dışındaki sağlık risklerinin her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için özetlendiği risk tablolarının Çizelge 5.3 formatında hazırlanmasında takip edilecek adımlar aşağıda sıralanmıştır:

1. G_KSM'li kullanılarak sahadaki hedef kirleticiler belirlenir. Örneğin, Çizelge 5.3'deki saha için aşağıdaki hedef kirleticiler mevcuttur: (i) Bis(2-etilheksil)ftalat, (ii) Kloroform, (iii) Heptaklor, (iv) Baryum, (v) Mangan, (vi) 4,4'-DDD, (vii) 4,4'-DDE, (viii) 4,4'-DDT, (ix) Alüminyum, (x) Bakır ve (xi) Demir.
2. G_KSM'li kullanılarak sahadaki tüm eksiksiz taşınım yolları belirlenir. Örneğin, Çizelge 5.3'de sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir yetişkin için aşağıdaki eksiksiz taşınım yolları mevcuttur: (i) hedef kirleticilerle kirlenmiş yeraltı suyunun içilmesi ve bu suyla olan deri teması (örneğin duş alınırken ya da evde temizlik yapılırken), (ii) hedef kirleticilerle kirlenmiş yeraltı suyunun evdeki kullanımı sırasında buharlaşan hedef kirleticilerin solunmaları, (iii) hedef kirleticilerle kirlenmiş olan yüzey toprağının yutulması ve bu toprakla olan deri teması ve (iv) hedef kirleticilerle kirlenmiş olan sahanın bir başka köşesindeki yüzey toprağının yutulması ve bu toprakla olan deri teması. Dolayısıyla, Çizelge 5.3'de verilen örnekte sahayı yerleşim amaçlı kullanan yetişkin toplam yedi adet eksiksiz taşınım yolu ile hedef kirleticilere maruz kalmaktadır.
3. G_KSM'li kullanılarak sahadaki alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonlarının belirlenmesi. Hedef kirleticiler, sahadaki eksiksiz taşınım yolları ile farklı alıcılara ulaşırlar. Bu alıcıların her birinin arazi kullanım amacı farklı olabilir. Dolayısıyla kirlenmiş sahada eksiksiz taşınım yolları ile hedef kirleticilere maruz kalan farklı alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonları mevcuttur. Örneğin, kirlenmiş sahada hem çalışan işçiler hem de yaşayan aileler mevcutsa (örneğin işçiler aileleri ile sahadaki lojmanlarda kalıyorlarsa) ve bu alıcıların tümü yüzey toprağından kaynaklanan havadaki partikül fazında bulunan hedef kirleticilere maruz kalıyorlarsa bu saha için alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonları: (i) sahayı yerleşim amaçlı kullanan yetişkin, (ii) sahayı yerleşim amaçlı kullanan çocuk ve (iii) sahada çalışan yetişkindir. Örneğin, Çizelge 5.3 sahayı yerleşim amaçlı kullanan yetişkin için hazırlanmıştır.
4. Her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için tüm eksiksiz taşınım yolları ile alıcıya ulaşan hedef kirleticilerin yaratacağı kanser riskleri, **Toplam Risk** ve kanser dışındaki sağlık risklerinin, **Toplam HI** hesaplanması.

Çizelge 5.3'de tüm toplam sağlık riskleri (hem kanser riskleri hem de kanser dışındaki sağlık etkilerinden kaynaklanan riskler) gösterilmektedir. Burada dikkate alınması gereken bir husus, kanser dışındaki sağlık risklerini temsil eden **Toplam HI** değeridir. Çizelge 5.3'den de görülebileceği gibi farklı hedef kirleticilerin tehlike indeksleri, **HI**, hesaplanırken hedef kirleticinin başlıca etkili olduğu hedef organ(lar) da belirtilmiştir. Daha sonra **Toplam HI** değerleri başlıca hedef organ bazında hesaplanmıştır. Kimi hedef kirleticiler için kirleticinin başlıca etkili olduğu hedef organ(lar) bulunamayabilir. Bu durumda en kötü koşulun geçerli olduğu, yani hedef kirleticilerin tümünün aynı hedef organ(lar) üzerinde etkili olabileceği varsayılır ve **Toplam HI** hedef organ(lar) dikkate alınmadan tüm hedef kirleticilerin tehlike indeksleri, **HI**, toplanarak bulunur.

5.10. Sahanın Kirlenmiş Saha ya da Takip Gerektirmeyen Saha Olarak Sınıflandırılması

Her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için **Toplam Risk** ve **Toplam HI** değerleri hesaplandıktan sonra sahada temizleme işleminin gerekli olup olmadığına karar verilir. Temizleme işlemi gerektiren sahalar Kirlenmiş Saha, temizleme işlemi gerektirmeyen sahalar ise Takip Gerektirmeyen Saha olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırma aşağıdaki kurallar uygulanarak gerçekleştirilir.

Temizleme Kararının Alınması

Temizlemenin gerekli olup olmadığına Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi sonucunda elde edilen **Toplam Risk** ve **Toplam HI** değerleri kullanılarak karar verilir. Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi sonuçları Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Nihai Raporu'nda her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için Çizelge 5.3 formatında hazırlanacak tablolar halinde özetlenmiştir. Her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için **Toplam Risk** ve **Toplam HI** sırasıyla 10^{-5} ve 1 değerleri ile karşılaştırılarak aşağıdaki kararlardan biri alınır:

Karar 1: Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasında değerlendirilen alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonlarının hiç biri için hesaplanan toplam kanser riski (**Toplam Risk**) ve kanser dışındaki sağlık risklerini temsil eden toplam tehlike indeksi (**Toplam HI**) sırasıyla 10^{-5} ve 1 değerlerini aşmıyorsa sahada herhangi bir temizleme işlemine gerek olmadığı kararı alınır. Diğer bir deyişle “**Temizleme İşlemi Gerekli Değildir**” kararı alınır ve saha Takip Gerektirmeyen Saha olarak sınıflandırılır. Burada üç ayrıcalıklı durum oluşabilir. (1) Kirlenmenin olduğu sahadaki yeraltı suyunun içme suyu olarak kullanıldığı ya da içme suyu kalitesinde olduğu ve ileride içme suyu olarak kullanılabilme potansiyeli olan durumlarda **Toplam Risk** 10^{-5} 'in ve **Toplam HI** 1'in altında olsa dahi topraktaki hedef kirleticilerin temizlenme düzeyinin, yeraltı suyundaki hedef kirleticilerin içme suyu standartlarını sağlayacak düzeyde olması gereklidir. Her hangi bir hedef kirleticinin yeraltı suyundaki konsantrasyonu içme suyu standartlarının üstünde ise

“**Temizleme İşlemi Gereklidir**” kararı alınır. Hedef kirleticilerden yürürlükteki içme suyu standartlarını sağlamayanlar, ilgili standarda kadar temizlenmelidir. (2) Bakanlık sahaya özgü bir takım koşulları dikkate alarak Toplam Risk ve Toplam HI için sırasıyla 10^{-5} ve 1’den farklı değerlerin sağlanmasını isteyebilir. Örneğin, risk değerlendirmesi çalışmalarında karşılaşılan belirsizliklerin çok yüksek olduğu durumlarda Bakanlık Toplam Risk ve Toplam HI değerleri için 10^{-5} ve 1’den daha küçük değerlerin sağlanmasını isteyebilir. (3) Hedef kirleticiler içinde A sınıfı bir kanserojen kirleticisi mevcutsa reseptör-arazi kullanım amacı kombinasyonlarının hiç biri için hesaplanan toplam kanser riski (**Toplam Risk**) ve kanser dışındaki sağlık risklerini temsil eden toplam tehlike indeksi (**Toplam HI**) sırasıyla 10^{-6} ve 1 değerlerini aşmıyorsa sahada herhangi bir temizleme işlemine gerek olmadığı kararı alınır. Kirleticilerin hangi sınıf kanserojen oldukları EPA’nın Integrated Risk Information System (IRIS) elektronik veri tabanından (<http://www.epa.gov/ncea/iris/intro.htm>) bulunabilir.

Karar 2: Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasında değerlendirilen alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonlarının herhangi biri için hesaplanan toplam kanser riski (**Toplam Risk**) 10^{-5} değerlerini aşıyorsa ya da hesaplanan toplam kanser dışındaki sağlık risklerini temsil eden toplam tehlike indeksi (**Toplam HI**) 1 değerini aşıyorsa sahada temizleme işlemine gerek olduğu kararı alınır. Diğer bir deyişle “**Temizleme İşlemi Gereklidir**” kararı alınır ve saha Kirlenmiş Saha olarak sınıflandırılır.

Örneğin, Tablo 5.3’de sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir yetişkin için **Toplam Risk** ve **Toplam HI**, sırasıyla 3×10^{-3} ve 26 olarak hesaplanmıştır. Bu alıcı için **Toplam Risk** 10^{-5} değerinden, **Toplam HI** ise 1 değerinden büyüktür. Dolayısıyla, bu saha için Karar 2 uygulanır yani “Temizleme İşlemi Gereklidir” kararı alınır. Bundan sonraki aşama temizleme işlemi ile ilgili çalışmaları içermektedir.

Temizleme çalışması hangi çevresel ortamların ve bu ortamlardaki hangi hedef kirleticilerin temizlenmesi gerektiğinin belirlenmesi ile başlar. Daha sonra temizlenmesi gereken her bir hedef kirleticisi için kimyasala-ölgü temizleme hedefleri belirlenir ve en son olarak da bu temizleme hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için uygulanabilecek temizleme teknolojisi seçilir. Temizleme hedeflerinin belirlenmesi bu Rehber’de Bölüm 6’da, temizleme hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için uygulanabilecek temizleme teknolojisi seçimi ile ilgili hususlar ise Kirlenmiş Saha Temizleme ve İzleme Teknik Rehberi’nde ele alınmaktadır.

6. TEMİZLEME HEDEFLERİNİN BELİRLENMESİ

Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi sonuçları TKKNKSDY Ek 11 deki Saha Durum ve Risk Değerlendirmesi Nihai Raporu Bölüm 3.5’de her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için Çizelge 5.3 formatında hazırlanacak tablolar halinde özetlenmelidir. Her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için hesaplanmış olan risk ve tehlike indeksi değerleri kullanılarak hangi çevresel ortamlardaki, hangi hedef kirleticilerin temizlenmesi gerektiğine ve kimyasala-özümlü temizleme hedeflerinin belirlenmesine aşağıda açıklanan şekilde karar verilecektir.

1. Temizleme gerektirebilecek çevresel ortam veya ortamların belirlenmesi

Kaynağın kirlettiği çevresel ortamlar (i) yüzey toprağı, (ii) yüzey altı toprağı ve (iii) yeraltı suyu olabilir. Sahadaki hedef kirleticilerin alıcılar üzerinde yarattıkları ya da yaratma potansiyelleri bulunan kanser ve kanser dışındaki sağlık risklerinin kabul edilebilir sınırlara indirilmesinin, bu Yönetmelik çerçevesinde sadece bu üç çevresel ortamda yapılacak temizleme çalışmaları ile sağlanması hedeflenmektedir. Pratikte diğer çevresel ortamlarda yapılacak temizleme çalışmaları ile maruz kalınan çevresel ortamdaki hedef kirletici konsantrasyonların kabul edilebilir değerlere düşürülmesi mümkündür; ancak, bu Yönetmelik kapsamında temizleme çalışmalarının sadece yüzey toprağı, yüzey altı toprağı ve yeraltı suyunda gerçekleştirilmesi öngörülmektedir. Dolayısıyla temizlenmesi gereken çevresel ortamlar belirlenirken sadece bu üç çevresel ortamdan kaynaklanan hedef kirleticilerin yarattıkları kanser ve kanser dışındaki sağlık riskleri değerlendirilecektir. Çizelge 5.3 formatında hazırlanan, sahadaki sağlık risklerinin her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için özetlendiği tablolarda ilk sütun “Kaynağın kirlettiği çevresel ortamdır”.

Özetle, temizleme gerektirebilecek çevresel ortamlar Çizelge 5.3 formatında hazırlanmış olan özet risk tablosunun ilk sütununda verilen “Kaynağın Kirlettiği Çevresel Ortam”lardır. Temizleme gerektirebilecek çevresel ortamlar, her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için ilgili özet risk tabloları kullanılarak ayrı ayrı belirlenecektir. Dolayısıyla, her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için bir temizleme gerektirebilecek çevresel ortamlar listesi belirlenecektir. Alıcılar kirleticilere ya direkt kaynağın kirlettiği çevresel ortamlarla ya da kirleticinin bu çevresel ortamdan diğer bir ortama taşınması sonucunda kirleticinin taşındığı çevresel ortamla maruz kalabilir. Örneğin, temizleme gerektirebilecek çevresel ortam (yani kaynağın kirlettiği çevresel ortam) yeraltı suyu ise ve hemen kirliliğin olduğu noktada bir yeraltı suyu kuyusu varsa ve bu kuyudan çekilen su evlerde içme ve kullanma suyu olarak kullanılıyorsa, alıcı yeraltı suyundaki kirleticilere bu suyu içmek ve bu su ile olan deri teması yoluyla maruz kalabilir. Bu eksiksiz taşınım yolları için kaynağın kirlettiği çevresel ortam yeraltı suyu, maruz kalınan çevresel ortam ise yine yeraltı suyudur. Bu iki eksiksiz taşınım yoluna ek olarak alıcı, yeraltı suyundaki kirleticilere, yeraltı suyunu evde bir takım işlerde kullanırken (örneğin temizlik yaparken ya da duş alırken) buharlaşan kirleticileri soluyarak da maruz kalabilir. Bu eksiksiz taşınım yolu içinse kaynağın kirlettiği çevresel ortam yeraltı suyu, maruz kalınan çevresel ortam ise hava’dır. Bu üç eksiksiz taşınım yolu için de kaynağın kirlettiği

ortam yeraltı suyu olduğundan bu üç eksiksiz taşınım yolundan kaynaklanan sağlık riskleri birlikte değerlendirilecektir.

Çizelge 5.3'de verilen örnekte sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir yetişkin için kaynağın kirlettiği çevresel ortamlar (birinci sütunda sıralanan çevresel ortamlar): (i) yeraltı suyu, (ii) birinci alandaki yüzey toprağı ve (iii) ikinci alandaki yüzey toprağıdır. Çizelge 5.3'den anlaşılacağı gibi kirlenmiş sahada bulunan iki ayrı alandaki yüzey toprağında farklı konsantrasyonlarda hedef kirleticiler mevcuttur. Dolayısıyla bu iki alan, kaynağın kirlettiği iki farklı çevresel ortam olarak kabul edilmiştir. Bu örnekte, sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir yetişkin için temizlenmesi gerekebilecek çevresel ortamlar yeraltı suyu, birinci alandaki yüzey toprağı ve ikinci alandaki yüzey toprağıdır. Sahadaki diğer alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonları için de benzer şekilde temizlenmesi gerekebilecek çevresel ortamlar listeleri belirlenmelidir.

2. Temizleme gerektiren hedef kirleticilerin belirlenmesi

Temizleme gerektiren hedef kirleticilerin belirlenmesi için de her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için bir seri işlem gerçekleştirilmesi gereklidir. Bu işlemler aşağıda özetlenmiştir.

Birinci aşamada belirlenen temizleme gerektirebilecek çevresel ortamların her birindeki her bir hedef kirleticinin sebep olduğu kanser ve kanser dışındaki sağlık riskleri Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasında hesaplanmıştır ve Çizelge 5.3 formatında hazırlanan özet risk tablolarında sunulmuştur. Çizelge 5.3'de verilen örnekte kaynağın kirlettiği çevresel ortamın yeraltı suyu olduğu durum için Bis(2-etiheksil) fitalat, kloroform, heptaklor, baryum ve mangan için sağlık riskleri hesaplanmıştır. Kaynağın kirlettiği çevresel ortamdan kaynaklanan ve bu kaynaktan alıcılara ulaşan tüm hedef kirleticiler için (bu kaynaktan alıcılara ulaşan tüm eksiksiz taşınım yolları dikkate alınarak) hem kanser riskleri hem de kanser dışındaki sağlık riskleri hedef kirleticisi bazında toplanır ve sırasıyla 10^{-6} ve 1 değerleri ile karşılaştırılır. Bu sınır değerlerden bir tanesinin aşılması ilgili hedef kirleticinin temizleme gerektiren hedef kirleticisi olarak seçilmesini gerektirir. Çizelge 5.3'de verilen durum için örnek bir değerlendirme Çizelge 6.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1 yeraltı suyundaki hedef kirleticilerin temizleme gerektirip gerektirmediklerinin belirlenmesi amacıyla düzenlenmiştir. Dolayısıyla, kaynağın kirlettiği çevresel ortamın yeraltı suyu ve maruz kalınan çevresel ortamların yeraltı suyu ve hava olduğu tüm eksiksiz taşınım yollarından kaynaklanan sağlık riskleri kullanılarak her bir kimyasal için toplam bir kanser riski ve tehlike indeksi hesaplanmıştır.

Çizelge 6.1'de temizleme gerektiren kimyasallar dördüncü kolonda "Evet" ile işaretlenmiştir. Bir kimyasalın temizleme gerektirip gerektirmediğine kanser riski 10^{-6} ve tehlike indeksi 1 ile karşılaştırılarak karar verilmiştir. Bir kimyasalın sebep olduğu kanser riski 10^{-6} 'dan ya da tehlike indeksi 1'den büyükse o kimyasalın temizlenmesi gerektiğine karar verilir.

Çizelge 6.1 Yeraltı Suyu için Her Bir Kimyasaldan Kaynaklanan Sağlık Riskleri

Kaynağın kirlettiği çevresel ortam = Yeraltı suyu	Kanser Riski	Tehlike İndeksi	Temizleme Gerekli mi?
Bis(2-etiheksil)ftalat	$2E-6$ $> 1E-6$	0,02 < 1	Evet
Kloroform	$2E-6 + 1E-5 = 1E-5$ $> 1E-6$	$0,06 + 5 = 5,06$ > 1	Evet
Heptaklor	$2E-3 + 1E-3 = 3E-3$ $> 1E-6$	3,0 > 1	Evet
Baryum	-	0,2 < 1	Hayır
Mangan	-	17 > 1	Evet

Çizelge 6.1’de görülebileceği gibi yeraltı suyunda temizlenmesi gereken kimyasallar Bis(2-etilheksil) ftalat, kloroform, heptaklor ve mangandır. Baryum için temizleme gerekmemektedir. Aynı işlemin kaynağın kirlettiği diğer çevresel ortamlar yani birinci alandaki yüzey toprağı ve ikinci alandaki yüzey toprağı için de gerçekleştirilmesi gereklidir. Birinci alandaki yüzey toprağı ve ikinci alandaki yüzey toprağı için elde edilen sonuçlar sırasıyla Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3’te verilmiştir.

Çizelge 6.2 Birinci Alandaki Yüzey Toprağı için Her Bir Kimyasaldan Kaynaklanan Sağlık Riskleri

Kaynağın kirlettiği çevresel ortam = Birinci alandaki yüzey toprağı	Kanser Riski	Tehlike İndeksi	Temizleme Gerekli mi?
4,4’-DDD	$5E-8$ $< 1E-6$	-	Hayır
4,4’-DDE	$1E-6$ * $> 1E-6$	-	Evet
4,4’-DDT	$6E-6$ $> 1E-6$	0,09 < 1	Evet
Alüminyum	-	0,01 < 1	Hayır
Mangan	-	0,002 < 1	Hayır

* burada 4,4’-DDE’den kaynaklanan sağlık riski $1E-6$ ’dır yani kabul edilebilir değer olan $1E-6$ ’ya eşittir. Tutucu bir yaklaşımla 4,4’-DDE’nin de temizlenmesi gerektiği kararı alınmıştır.

Çizelge 6.3 İkinci Alandaki Yüzey Toprağı için Her Bir Kimyasaldan Kaynaklanan Sağlık Riskleri

Kaynağın kirlettiği çevresel ortam = İkinci alandaki yüzey toprağı	Kanser Riski	Tehlike İndeksi	Temizleme Gerekliyor mu?
4,4'-DDD	8E-8 < 1E-6	-	Hayır
4,4'-DDT	6E-8 < 1E-6	0,001 < 1	Hayır
Bakır	-	0,009 < 1	Hayır
Demir	-	0,1 < 1	Hayır

Çizelge 6.2'de görülebileceği gibi birinci alandaki yüzey toprağı için temizleme gerektiren kimyasallar 4,4'-DDE ve 4,4'-DDT'dir. Alüminyum ve Mangan temizleme gerektirmemektedir. İkinci alandaki yüzey toprağı için ise hiç bir hedef kirleticisi sınır değerleri aşmadığından bu çevresel ortamda herhangi bir temizleme faaliyetine gerek yoktur (bakınız Çizelge 6.3). Dolayısıyla, ikinci alandaki yüzey toprağı temizleme gerektirebilecek çevresel ortamlar arasında olmasına rağmen, bu ortamdaki hiç bir kimyasal temizleme gerektirmedığından ikinci alandaki yüzey toprağı temizleme gerektirmeyen çevresel ortam kategorisine geçer.

Daha önce de belirtildiği gibi bu işlemler her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için ayrı ayrı tekrarlanır. Herhangi bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için temizleme gerektiren kimyasal olarak belirlenen hedef kirleticisi, kimyasala-ölgü temizleme hedefi belirlenecek hedef kirleticiler listesine alınır.

3. Kimyasala-ölgü Temizleme Hedefinin Belirlenmesi

Temizleme gerektiren her bir hedef kirleticisi için temizlenecek çevresel ortam ve alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için bir temizleme hedefi belirlenir. Bu temizleme hedefi **kimyasala-ölgü temizleme hedefi** olarak adlandırılır. Kimyasala-ölgü temizleme hedefi, kirleticinin temizlenecek çevresel ortamdaki, temizleme tamamlandığında erişilmek istenen konsantrasyonudur. Temizleme işlemlerinin gerçekleştirileceği en potansiyel yer kirliliğinin kaynağı olduğundan kimyasala-ölgü temizleme hedefleri denildiğinde kimyasalın, kaynağın kirlettiği çevresel ortamdaki (yani kirliliğinin kaynağındaki) konsantrasyonu kastedilmektedir.

İlk iki aşama sonunda her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için temizleme gerektiren çevresel ortamlar ve bu ortamlardaki kimyasallar belirlenmiş olur. Bu kimyasallar ve bu kimyasallar için geliştirilecek olan kimyasala-ölgü temizleme hedefleri bir tabloda özetlenir. Çizelge 5.3'de verilen örnek için hazırlanan kimyasala-ölgü temizleme hedefleri özet tablosu Çizelge 6.4'te verilmiştir. Çizelge 6.4'ün üçüncü sütununda kimyasalın hangi kriterden dolayı temizlenmesinin gerektiği belirtilir. Kimyasaldan kaynaklanan kanser riski 10^{-6} 'yı aştığı için temizlenmesi gereken

kimyasal için kriter sütununda “kanser riski” kanser dışındaki sağlık riskleri 1’i aştığı için temizlenmesi gereken kimyasal için ise “tehlike indeksi” ifadeleri kullanılacaktır. İlgili kriterin yanında parantez içinde değerleri de belirtilir. Bir kimyasal için iki kriter birden temizlenme gereksinimini işaret etmişse bu kolonda her iki kriter de listelenir. İlk iki aşama sonunda henüz kimyasala-özü temizleme hedefleri belirlenmemiş olduğunda Çizelge 6.4’te bu sütun bu aşamada boş bırakılacaktır.

Çizelge 6.4 Kimyasala-özü temizleme hedefleri

Temizleme gerektiren çevresel ortam	Kimyasal	Kriter	Kimyasala-özü temizleme hedefi
Sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir yetişkin			
Yeraltı suyu	Bis(2-etiheksil)fitalat	Kanser riski (2E-6)	
	Kloroform	Kanser riski (1E-5) ve tehlike indeksi (5)	
	Heptaklor	Kanser riski (3E-3) ve tehlike indeksi (3)	
	Mangan	Tehlike indeksi (17)	
Birinci alandaki yüzey toprağı	4,4’-DDE	Kanser riski (1E-6)	
	4,4’-DDT	Kanser riski (6E-6)	
İkinci alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu*			
.			
.			
.			
Sonuncu alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu*			
.			
.			
.			

* Çizelge 5.3’de verilen örnekte tek bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu (sahayı yerleşim amaçlı kullanan yetişkin) için değerler verildiğinden söz konusu sahada mevcut olabilecek diğer alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonları için “İkinci alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu” ve “Sonuncu alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu” ifadeleri kullanılmıştır. Bu gösterim, tablonun en genel durumu temsil edebilmesi için seçilmiştir.

Kimyasala-özü temizleme hedefinin belirlenmesi için Sahaya Özü Risk Değerlendirmesinde gerçekleştirilen hesapların tersten yapılması gereklidir. Yani bir kimyasalın temizlenmesi gereken çevresel ortamdaki konsantrasyonunu, ilgili çevresel ortamdaki kaynaklanan tüm eksiksiz taşıyım yollarıyla alıcıya ulaşan kirleticinin alıcıda oluşturacağı kanser riskini 10^{-6} ’ya ya da tehlike indeksini 1’e düşürecek konsantrasyon hesaplanarak belirlenir. Örneğin, Çizelge 5.3’de verilen örnek için temizlenmesi gereken kimyasallardan biri Kloroform’dur. Çizelge 6.4’te görüldüğü gibi temizleme gerektiren çevresel ortamın yeraltı suyu olduğu durum için Kloroform’un kanser riski değeri 1E-5, tehlike indeksi ise 5 olarak hesaplanmıştır. Kloroform için kimyasala-özü temizleme hedefi aşağıdaki iki sorunun yanıtı kullanılarak belirlenecektir:

1. Kaynağın kirlettiği çevresel ortamdaki yani yeraltı suyundaki Kloroform konsantrasyonu ne olmalı ki sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir yetişkinde oluşacak kanser riski 10^{-6} olsun?
2. Kaynağın kirlettiği çevresel ortamdaki yani yeraltı suyundaki Kloroform konsantrasyonu ne olmalı ki sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir yetişkinde oluşacak kanser dışındaki sağlık risklerini temsil eden tehlike indeksi değeri 1 olsun?

Bu iki sorunun cevabını oluşturan kloroform konsantrasyonlarından küçük olanı kimyasala-özü temizleme hedefi olacaktır.

Aynı şekilde Çizelge 5.3'de verilen örnek için temizlenmesi gereken kimyasallardan bir diğeri de Mangan'dır. Çizelge 6.4'te görüldüğü gibi temizleme gerektiren çevresel ortamın yeraltı suyu olduğu durum için Mangan'ın tehlike indeksi 17 olarak hesaplanmıştır. Mangan için hesaplanan kanser riski ise 10^{-6} 'dan düşüktür. Dolayısıyla Mangan için kimyasala-özü temizleme hedefi belirlenirken sadece tehlike indeksi kriteri kullanılacaktır. Yani "Kaynağın kirlettiği çevresel ortamdaki yani yeraltı suyundaki Mangan konsantrasyonu ne olmalı ki sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir yetişkinde oluşacak kanser dışındaki sağlık risklerini temsil eden tehlike indeksi değeri 1 olsun?" sorusunun yanıtı kimyasala-özü temizleme hedefini verecektir.

Bu aşama tamamlandığında her bir temizleme gerektiren çevresel ortam ve bu ortamdaki her bir kimyasal için bir kimyasala-özü temizleme hedefi belirlenmiş olacaktır ve bu değerler Çizelge 6.4'ün son sütununa işlenecektir.

Kimyasala-özü temizleme hedeflerinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken birkaç önemli husus vardır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- Farklı alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonları için temizleme gerektiren çevresel ortamlardan bazıları ya da hepsi aynı olabilir. Temizleme gerektiren bu tip çevresel ortamlarda temizlenmesi gereken kimyasallardan bazıları ya da hepsi de aynı olabilir. Bu durumda her bir alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu için her bir temizleme gerektiren çevresel ortamdaki tüm kimyasallar için kimyasala-özü temizleme hedefleri hesaplandıktan sonra, her bir kimyasal için bu değerlerden en küçük olanı kimyasala-özü temizleme hedefi olarak seçilir. Örneğin, Çizelge 5.3'de verilen örnek için bir diğ alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonu da sahayı yerleşim amaçlı kullanan bir çocuk olabilir. Çocuk için de temizleme gerektiren çevresel ortamın yeraltı suyu olduğu durumda temizleme gerektiren kimyasallar aynı olacaktır (Bis(2-etiheksil)ftalat, Kloroform, Heptaklor ve Mangan). Ancak bu kimyasallardan kaynaklanan hem kanser riskleri hem de tehlike indeksleri farklı olabilir. Dolayısıyla Bis(2-etiheksil)ftalat, Kloroform, Heptaklor ve Mangan için kimyasala-özü temizleme hedefleri yetişkin ve çocuk için hesaplanan kimyasala-özü temizleme hedeflerinden küçük olanları seçilerek belirlenecektir.

- Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi aşamasında kanser riski ve tehlike indeksi değerleri ya analitik denklemler kullanılarak elle ya da bilgisayar programlarıyla hesaplanabilir. Bu iki farklı yöntem için kimyasala-özümlenebilir temizleme hedeflerinin belirlenmesinde kullanılacak yaklaşımlar aşağıda özetlenmiştir.
 - Elle yapılan hesaplamalarda kullanılacak yaklaşım: Hesaplamalar elle ve bir takım analitik denklemler kullanılarak yapıldıysa bu denklemler kullanılarak problem, ters yönde çözülebilir. Örneğin, Çizelge 5.3'de verilen örnekte, Kloroform şu eksiksiz taşınım yolları ile alıcıya ulaşmaktadır: (i) yeraltı suyu (kaynak) → yeraltı suyu (yeraltı suyunun çekildiği kuyu) → yeraltı suyun içilmesi, (ii) yeraltı suyu (kaynak) → yeraltı suyu (yeraltı suyunun çekildiği kuyu) → yeraltı suyu ile deri teması ve (iii) yeraltı suyu (kaynak) → yeraltı suyu (yeraltı suyunun çekildiği kuyu) → hava → havanın solunması. Bu eksiksiz taşınım yollarını kat eden kimyasallar alıcıya ulaşmaktadır. Kaynağın kirlettiği çevresel ortamdaki kimyasal bu eksiksiz taşınım yolları vasıtasıyla farklı çevresel ortamlarda taşınmaktadır ve bu esnada konsantrasyonu değişmektedir. Örneğin, her üç eksiksiz taşınım yolu ile kimyasal yeraltı suyu ile kaynaktan yeraltı suyunun çekildiği kuyuya taşınmakta ve bu esnada konsantrasyonu değişmektedir. Üçüncü eksiksiz taşınım yolunda ise yeraltı suyundaki kimyasal buharlaşarak havaya geçmektedir ve havadaki konsantrasyonu değişmektedir. Dolayısıyla Kloroform'un yeraltı suyundaki kimyasala-özümlenebilir temizleme hedefinin belirlenebilmesi için her bir maruz kalınan ortamdaki Kloroform konsantrasyonunun kaynağın kirlettiği çevresel ortamdaki Kloroform konsantrasyonu ile ilişkilendirilmesi gereklidir. Burada ilişkilendirmeden kasıt analitik denklemlerle birbirleri cinsinden ifade edilmeleridir. Daha sonra bu denklemler kullanılarak problem ters yönde çözülür ve alıcıda 10^{-6} kanser riskine ya da 1 tehlike indeksine denk gelecek temizleme gerektiren çevresel ortamdaki kirlletici konsantrasyonu hesaplanır.
 - Bilgisayar programı ile yapılan hesaplamalarda kullanılacak yaklaşım: Bu durumda kullanıcının program içinde kullanılan denklemlere ulaşması söz konusu olmadığından problem, deneme-yanılma yolu ile çözülür. Kirleticinin kaynağın kirlettiği çevresel ortamdaki konsantrasyonu için değişik değerler denenerek alıcıdaki kanser riskini 10^{-6} ya da tehlike indeksini 1 yapan konsantrasyon saptanır.

7. ÖNEMLİ REHBER DOKÜMANLAR

ABD EPA (1988b). Superfund Exposure Assessment Manual. Office of Emergency and Remedial Response. EPA/540/1-88/001 (OSWER Directive 9285.5-1).

ABD EPA (1989d). Exposure Factors Handbook. Office of Health and Environmental Assessment. EPA/600/8-89/043.

ABD EPA (1996a). "Soil Screening Guidance: Technical Background Document." EPA/540/R-95/128.

ABD EPA (1996b). "Soil Screening Guidance: User's Guide." 9355.4-23, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC.

ABD EPA (1997). Exposure Factors Handbook. National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development.

ABD EPA (2002a). Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites. OSWER 9355.4-24, Office of Emergency and Remedial Response, ABD Environmental Protection Agency, Washington, DC.

8. KAYNAKLAR

ABD EPA (1989). Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part A). EPA/540/1-89/002.

ABD EPA, 1996a. "Soil Screening Guidance: Technical Background Document." EPA/540/R-95/128.

ABD EPA, 1996b. "Soil Screening Guidance: User's Guide." 9355.4-23, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC.

ABD EPA, 2002a. Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites. OSWER 9355.4-24, Office of Emergency and Remedial Response, ABD Environmental Protection Agency, Washington, DC.

ABD EPA (2004). Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment). EPA/540/R/99/005E.

EK-1. KAVRAMSAL SAHA MODELİ FORMU

KAVRAMSAL SAHA MODELİ FORMU	NO:
------------------------------------	------------

1. BİLGİ VEREN GÖREVLİNİN BİLGİLERİ

Ad-Soyad:		Tarih:	
Ünvan:		E-posta:	
Telefon:		Faks:	

2. GENEL BİLGİLER

Tesis Adı:			
Faaliyetin Türü (NACE Kodu):			
Faaliyet Durumu:			
Saha ve çevresinin geçmişini açıklayınız (örn. sahada geçmişte yer alan faaliyetler):			
İl:		İlçe:	
Coğrafi Konum:	Enlem:	Boylam:	

3. SAHA**Jeolojik Özellikler**

Sahadaki jeolojik katmanlar* :					
Sahadaki hidrojeolojik birimler* :					
Hidrojeolojik birimlerin hidrolik geçirgenlikleri:	Hidrojeolojik Birim	Tipik	Min.	Maks.	Ölçüm /Referans

Hidrojeolojik Özellikler				
Mevcut akiferlerin sınıflaması (serbest, basınçlı, sızdırmalı):				
Yeraltı suyu tablasına veya akifere olan derinlik (m) * :	Tipik	Min.	Maks.	Referans
Yeraltı suyu akış yönü* :				
Hidrolik eğim (m/m):	Tipik	Min.	Maks.	Referans
Antropojenik etkiler (örn. altyapı tesisatı, drenaj sistemleri, kuyular, yeraltı depolama tankları, temeller) :				
Meteorolojik Özellikler				
Yıllık ortalama yağış miktarı (mm):				
Mevsimsel ve/veya ortalama sıcaklık (°C):				
Rüzgar hızı ve hakim rüzgar yönü:				
Arazi Kullanımı				
Arazi kullanımını işaretleyiniz* :	☐ Yerleşim ☐ Sanayi ☐ Ticari ☐ Tarım ☐ Orman ☐ İnşaat ☐ Rekreasyon			

4. KİRLİLİK KAYNAĞI	
Kaynak No:	
Kaynak Tipi (örn. yeraltı depolama tankı):	
Kaynağın yeri* :	
Açıklamalar (kaynağın vaziyeti ve kirliliğın oluşumu ile ilgili bilgiler):	
Yapılan bertaraf ve/veya temizleme çalışmalarını açıklayınız:	
Kaynak yer altında ise derinliği (m):	
Kaynağın alanı (m ²):	

5. KİRLİLİK / KİRLİLETİCİ	
Muhtemel kirlilme mekanizması (örn. sızma, dökülme):	
Hedef kirlilicisi:	
Hedef kirlilicinin toksikolojik, fizikokimyasal davranış ve taşınım özellikleri:	
Hedef kirlilicilerin zamana ve mekana bağılı konsantrasyonları:	
Kirlenmiş alan gözle görülüyor ise yayıldığı alan (m ²):	
Kirlenmenin meydana geldiği çevresel ortam:	

7. TAŞINIM YOLLARI	
Muhtemel uyumlu taşınım yollarını işaretleyiniz:	☐ Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim ☐ Kaçak tozların dış ortamda solunmaları ☐ Uçucu maddelerin dış ortamda solunmaları ☐ Kirlilicilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi
İlave taşınım yollarını yazınız:	

8. ALICILAR	
Muhtemel alıcıları işaretleyiniz:	☐ Yerleşik ☐ Yetişkin ☐ Çocuk ☐ İşçi ☐ İnşaat işçisi ☐ Ziyaretçi
Açıklamalar (örn. ne kadar zamandır söz konusu kirlenmeye maruz kaldığı ve ileride ne kadar maruz kalacağı gibi):	

9. VARSAYIMLAR VE BELİRSİZLİKLER	
Saha ile ilgili varsayımları açıklayınız:	
Saha ile ilgili belirsizlikleri açıklayınız:	

10. EK VERİLER / BİLGİLER	
Ek veri ve bilgileri veriniz:	

* KSM şekli üzerinde işaretleyiniz.

EK-2. JENERİK KİRLETİCİ SINIR DEĞERLERİ

JENERİK KİRLETİCİ SINIR DEĞERLERİ LİSTESİ ^a						
Kirletici	CAS No	Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim	Uçucu maddelerin dış ortamda solunması	Kaçak tozların dış ortamda solunması	Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi ¹ (mg/kg fırın kuru toprak)	
		(mg/kg fırın kuru toprak)	(mg/kg fırın kuru toprak)	(mg/kg fırın kuru toprak)	DF = 10	DF = 1
ORGANİKLER						
Akrilamid	79-06-1	0,1 ^e	- ⁱ	-	0,00003 ^{e,g}	0,000003 ^{e,g}
Akrlonitril	107-13-1	1 ^{c,e}	0,3 ^e	-	0,0003 ^{e,g}	0,00003 ^{e,g}
Akrolein	107-02-8	39 ^{b,c}	0,2 ^b	-	0,04 ^{b,g}	0,004 ^{b,g}
Aldrin	309-00-2	0,03 ^e	- ⁱ	-	0,008 ^{e,g}	0,0008 ^{e,g}
Antrasen	120-12-7	17203 ^b	- ^f	-	4490 ^{b,g}	449 ^{b,g}
Asenaften	83-32-9	3441 ^b	- ^f	-	272 ^{b,g}	27 ^{b,g}
Aseton (2-Propanon)	67-64-1	70393 ^{b,c}	- ^f	-	67 ^{b,g}	7 ^{b,g}
Atrazin	1912-24-9	2 ^e	- ^f	-	0,01 ^h	0,001 ^h
Benz(a)antrasen	56-55-3	0,6 ^e	- ^f	-	0,4 ^{e,g}	0,04 ^{e,g}
Benzen	71-43-2	12 ^{c,e}	1 ^e	-	0,006 ⁱ	0,0006 ⁱ
Benzidin	92-87-5	0,002 ^e	- ⁱ	-	0,00002 ^{e,g}	0,000002 ^{e,g}
Benzo(a)piren	50-32-8	0,06 ^e	- ^f	-	0,1 ^{e,g}	0,01 ^{e,g}
Benzo(b)floranten	205-99-2	0,6 ^e	- ^f	-	1 ^{e,g}	0,1 ^{e,g}
Benzo(k)floranten	207-08-9	6 ^e	- ^f	-	14 ^{e,g}	1 ^{e,g}
Benzoik asit	65-85-0	244420 ^b	- ^f	-	334 ^{b,g}	33 ^{b,g}
Bis(2-etilhekzil)ftalat	117-81-7	35 ^e	- ^f	-	16 ^{e,g}	2 ^{e,g}
Bis(2-kloroetil)eter	111-44-4	0,6 ^{c,e}	0,3 ^e	-	0,0001 ^{e,g}	0,00001 ^{e,g}
Bis(2-kloroetoksi)metan	111-91-1	183 ^b	- ^f	-	0,2 ^{b,g}	0,02 ^{b,g}
Bis(klorometil)eter	542-88-1	0,003 ^{c,e}	0,0003 ^e	-	0,0000006 ^{e,g}	0,00000006 ^{e,g}
Bromodiklorometan	75-27-4	10 ^{c,e}	- ^f	-	0,003 ^{e,g}	0,0003 ^{e,g}
Bromoform	75-25-2	61 ^e	- ⁱ	-	0,3 ^h	0,03 ^h
Butanol	71-36-3	6110 ^b	- ^f	-	7 ^{b,g}	0,7 ^{b,g}
Butil benzil ftalat	85-68-7	256 ^e	- ^f	-	7 ^{e,g}	0,7 ^{e,g}
DDD	72-54-8	2 ^e	- ^f	-	0,9 ^{e,g}	0,09 ^{e,g}
DDE	72-55-9	1 ^e	- ^f	-	0,6 ^{e,g}	0,06 ^{e,g}
DDT	50-29-3	2 ^e	- ⁱ	-	0,9 ^{e,g}	0,09 ^{e,g}
Dibenz(a,h)antrasen	53-70-3	0,06 ^e	- ^f	-	0,5 ^{e,g}	0,05 ^{e,g}
1,2-Diklorobenzen	95-50-1	7039 ^{b,c}	222 ^d	-	11 ^h	1 ^h
1,4-Diklorobenzen	106-46-7	118 ^{c,e}	9762 ^b	-	3 ^h	0,3 ^h
3,3'-Diklorobenzidin	91-94-1	1 ^e	- ^f	-	0,02 ^{e,g}	0,002 ^{e,g}
1,1-Dikloroetan	75-34-3	15643 ^{b,c}	1167 ^b	-	21 ^{b,g}	2 ^{b,g}
1,2-Dikloroetan	107-06-2	7 ^{c,e}	0,5 ^e	-	0,002 ^{e,g}	0,0002 ^{e,g}
1,1-Dikloroetilen	75-35-4	1 ^{c,e}	0,06 ^e	-	0,0004 ^{e,g}	0,00004 ^{e,g}
1,2-cis-Dikloroetilen	156-59-2	782 ^{b,c}	- ^f	-	0,2 ^h	0,02 ^h
1,2-trans-Dikloroetilen	156-60-5	1564 ^{b,c}	118 ^b	-	2 ^{b,g}	0,2 ^{b,g}
2,4-Diklorofenol	120-83-2	183 ^b	- ^f	-	2 ^{b,g}	0,2 ^{b,g}
2,4-Diklorofenoksi asetik asit	94-75-7	686 ^b	- ^f	-	0,08 ^h	0,008 ^h
1,2-Dikloropropan	78-87-5	18 ^{c,e}	16 ^b	-	0,1 ^h	0,01 ^h
1,3-Dikloropropen	542-75-6	6 ^{c,e}	2 ^e	-	0,003 ^{e,g}	0,0003 ^{e,g}

Kirleticisi	CAS No	Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim	Uçucu maddelerin dış ortamda solunması	Kaçak tozların dış ortamda solunması	Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi ¹ (mg/kg fırın kuru toprak)	
		(mg/kg fırın kuru toprak)	(mg/kg fırın kuru toprak)	(mg/kg fırın kuru toprak)	DF = 10	DF = 1
Dieldrin	60-57-1	0,03 ^e	- ⁱ	-	0,0009 ^{e,g}	0,00009 ^{e,g}
Dietilfitalat	84-66-2	48884 ^b	- ^f	-	132 ^{b,g}	13 ^{b,g}
1,2-Difenilhidrazin	122-66-7	0,6 ^e	- ⁱ	-	0,006 ^{e,g}	0,0006 ^{e,g}
2,4-Dimetilfenol	105-67-9	1222 ^b	- ^f	-	12 ^{b,g}	1 ^{b,g}
Dimetilfitalat	131-11-3	611049 ^b	- ^f	-	1001 ^{b,g}	100 ^{b,g}
Di-n-butil fitalat	84-74-2	6110 ^b	- ^f	-	99 ^d	11 ^{b,g}
4,6-Dinitro-o-kresol	534-52-1	6 ^b	- ^f	-	0,05 ^{b,g}	0,005 ^{b,g}
2,4-Dinitrofenol	51-28-5	122 ^b	- ^f	-	0,7 ^{b,g}	0,07 ^{b,g}
2,4-Dinitrotoluen	121-14-2	122 ^b	- ^f	-	0,7 ^{b,g}	0,07 ^{b,g}
2,6-Dinitrotoluen	606-20-2	61 ^b	- ^f	-	0,3 ^{b,g}	0,03 ^{b,g}
Di-n-oktil fitalat	117-84-0	2444 ^b	- ^f	-	24 ^d	24 ^d
Endosülfan	115-29-7	367 ^b	- ^f	-	97 ^{b,g}	10 ^{b,g}
Endrin	72-20-8	18 ^b	- ^f	-	0,1 ^h	0,01 ^h
Etilbenzen	100-41-4	7821 ^{b,c}	14 ^e	-	4 ^h	0,4 ^h
Fenol	108-95-2	18331 ^b	- ^f	-	81 ^{b,g}	8 ^{b,g}
Floranten	206-44-0	2294 ^b	- ^f	-	2073 ^{b,g}	207 ^{b,g}
Fluoren	86-73-7	2294 ^b	- ^f	-	333 ^{b,g}	33 ^{b,g}
Furan	110-00-9	78 ^{b,c}	- ^f	-	0,1 ^{b,g}	0,01 ^{b,g}
α-HCH (α-BHC)	319-84-6	0,08 ^e	- ⁱ	-	0,0007 ^{e,g}	0,00007 ^{e,g}
β-HCH (β-BHC)	319-85-7	0,3 ^e	- ⁱ	-	0,003 ^{e,g}	0,0003 ^{e,g}
γ-HCH (Lindan)	58-89-9	0,5 ^e	- ^f	-	0,1 ^h	0,01 ^h
Hekzakloro-1,3-bütadien	87-68-3	6 ^e	- ⁱ	-	0,01 ^h	0,001 ^h
Hekzaklorobenzen	118-74-1	0,3 ^e	- ⁱ	-	0,003 ^{e,g}	0,0003 ^{e,g}
Hekzakloroetan	67-72-1	35 ^e	- ⁱ	-	0,03 ^{e,g}	0,003 ^{e,g}
Hekzaklorosiklopentadien	77-47-4	367 ^b	- ⁱ	-	8 ^{b,g}	0,8 ^{b,g}
Heptaklor	76-44-8	0,1 ^e	- ⁱ	-	0,02 ^{e,g}	0,002 ^{e,g}
Heptaklorepoksit	1024-57-3	0,05 ^e	- ⁱ	-	0,0008 ^{e,g}	0,00008 ^{e,g}
Hidrokinon	123-31-9	9 ^e	- ^f	-	0,01 ^{e,g}	0,001 ^{e,g}
Indeno(1,2,3-cd)piren	193-39-5	0,6 ^e	- ^f	-	5 ^{e,g}	0,5 ^{e,g}
İzoforon	78-59-1	511 ^e	- ^f	-	0,2 ^{e,g}	0,02 ^{e,g}
Karbaril	63-25-2	6110 ^b	- ^f	-	25 ^{b,g}	2 ^{b,g}
Karbazol	86-74-8	24 ^e	- ^f	-	0,8 ^{e,g}	0,08 ^{e,g}
Karbofuran	1563-66-2	306 ^b	- ^f	-	0,6 ^{b,g}	0,06 ^{b,g}
Karbon disülfid	75-15-0	7821 ^{b,c}	257 ^d	-	9 ^{b,g}	0,9 ^{b,g}
Karbon tetraklorit	56-23-5	5 ^{c,e}	0,3 ^e	-	0,02 ^h	0,002 ^h
Klordan	57-74-9	2 ^e	- ⁱ	-	0,3 ^{e,g}	0,03 ^{e,g}
p-Kloroanilin	106-47-8	9 ^e	- ^f	-	0,004 ^{e,g}	0,0004 ^{e,g}
Klorobenzen	108-90-7	1564 ^{b,c}	374 ^b	-	5 ^{b,g}	0,5 ^{b,g}
Klorodibromometan	124-48-1	6 ^e	- ^f	-	0,3 ^h	0,03 ^h
2-Klorofenol	95-57-8	391 ^{b,c}	- ^f	-	2 ^{b,g}	0,2 ^{b,g}
Kloroform	67-66-3	105 ^{c,e}	0,3 ^e	-	0,8 ^h	0,08 ^h
Klorometan	74-87-3	49 ^{c,e}	2 ^e	-	0,01 ^{e,g}	0,001 ^{e,g}
beta-Kloronaftalin	91-58-7	6257 ^{b,c}	- ^f	-	180 ^{b,g}	18 ^{b,g}
m-Kresol	108-39-4	3055 ^b	- ^f	-	19 ^{b,g}	2 ^{b,g}
o-Kresol	95-48-7	3055 ^b	- ^f	-	20 ^{b,g}	2 ^{b,g}

Kirleticiler	CAS No	Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim (mg/kg fırın kuru toprak)	Uçucu maddelerin dış ortamda solunması (mg/kg fırın kuru toprak)	Kaçak tozların dış ortamda solunması (mg/kg fırın kuru toprak)	Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi ¹ (mg/kg fırın kuru toprak)	
					DF = 10	DF = 1
p-Kresol	106-44-5	306 ^b	- ^f	-	2 ^{b,g}	0,2 ^{b,g}
Krizen	218-01-9	62 ^e	- ^f	-	43 ^{e,g}	4 ^{e,g}
Ksilen, karışım	1330-20-7	15643 ^{b,c}	298 ^d	-	81 ^{b,g}	8 ^{b,g}
m-Ksilen	108-38-3	156429 ^{b,c}	- ^f	-	444 ^d	80 ^{b,g}
o-Ksilen	95-47-6	156429 ^{b,c}	- ^f	-	297 ^d	81 ^{b,g}
Maneb	12427-38-2	306 ^b	- ^f	-	0,4 ^{b,g}	0,04 ^{b,g}
MCPA	94-74-6	31 ^b	- ^f	-	0,005 ^h	0,0005 ^h
Metil bromür	74-83-9	110 ^{b,c}	8 ^b	-	0,1 ^{b,g}	0,01 ^{b,g}
Metil tersiyer-bütil eter (MTBE)	1634-04-4	355 ^{c,e}	6941 ^d	-	0,08 ^{e,g}	0,008 ^{e,g}
Metilen klorür	75-09-2	85 ^{c,e}	12 ^e	-	0,05 ^h	0,005 ^h
Metoksiklor	72-43-5	306 ^b	- ^f	-	156 ^{b,g}	16 ^{b,g}
Naftalin	91-20-3	1147 ^b	165 ^b	-	28 ^{b,g}	3 ^{b,g}
Nitrobenzen	98-95-3	39 ^{b,c}	147 ^b	-	0,1 ^{b,g}	0,01 ^{b,g}
2-Nitrofenol	88-75-5	- ^f	- ^f	-	- ^f	- ^f
4-Nitrofenol	100-02-7	489 ^b	- ^f	-	2 ^{b,g}	0,2 ^{b,g}
N-Nitrozodimetilamin	62-75-9	0,01 ^e	0,02 ^e	-	0,3 ^h	0,03 ^h
N-Nitrozo-di-N-propilamin	621-64-7	0,07 ^e	- ^f	-	0,0001 ^{e,g}	0,00001 ^{e,g}
N-Nitrozodifenilamin	86-30-6	99 ^e	- ^f	-	2 ^{e,g}	0,2 ^{e,g}
PCB ²	1336-36-3	0,2 ^e	- ⁱ	-	0,03 ^{e,g}	0,003 ^{e,g}
PCB ³	1336-36-3	6 ^e	- ^f	-	0,9 ^{e,g}	0,09 ^{e,g}
Pentaklorobenzen	608-93-5	49 ^b	- ^f	-	1 ^{b,g}	0,1 ^{b,g}
Pentaklorofenol	87-86-5	3 ^e	- ^f	-	0,04 ^{e,g}	0,004 ^{e,g}
Piren	129-00-0	1720 ^b	- ^f	-	1522 ^{b,g}	152 ^{b,g}
Piridin	110-86-1	78 ^{b,c}	- ^f	-	0,1 ^{b,g}	0,01 ^{b,g}
Sikloheksanon	108-94-1	305525 ^b	- ^f	-	421 ^{b,g}	42 ^{b,g}
Stiren	100-42-5	15643 ^{b,c}	1001 ^d	-	0,2 ^h	0,02 ^h
1,2,4,5-Tetraklorobenzen	95-94-3	18 ^b	- ^f	-	0,3 ^{b,g}	0,03 ^{b,g}
2,3,7,8-Tetraklorodibenzo-p-Dioksin	1746-01-6	0,000004 ^e	- ^f	-	0,000002 ^{e,g}	0,0000002 ^{e,g}
1,1,2,2-Tetrakloroetan	79-34-5	3 ^{c,e}	0,7 ^e	-	0,001 ^{e,g}	0,0001 ^{e,g}
Tetrakloroetilen	127-18-4	1 ^{c,e}	1 ^e	-	0,2 ^h	0,02 ^h
Tetraetil kurşun	78-00-2	0,006 ^b	- ^f	-	0,0001 ^{b,g}	0,00001 ^{b,g}
Toksafen	8001-35-2	0,4 ^e	- ⁱ	-	0,1 ^{e,g}	0,01 ^{e,g}
Toluen	108-88-3	6257 ^{b,c}	925 ^d	-	5 ^h	0,5 ^h
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Alifatik) (EC5 - EC8) ⁴	0-01-0	4693 ^{b,c}	- ⁱ	-	4 ^{b,g}	0,4 ^{b,g}
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Alifatik) (EC8> - EC16) ⁴	0-01-1	7821 ^{b,c}	- ⁱ	-	7 ^{b,g}	0,7 ^{b,g}
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Alifatik) (EC16> - EC35) ⁴	0-00-9	156429 ^{b,c}	- ^f	-	146 ^{b,g}	15 ^{b,g}
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Aromatik) (EC5 - EC9) ⁴	0-01-3	15643 ^{b,c}	- ⁱ	-	15 ^{b,g}	1 ^{b,g}
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Aromatik) (EC9> - EC16) ⁴	0-01-4	1564 ^{b,c}	- ⁱ	-	1 ^{b,g}	0,1 ^{b,g}
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Aromatik) (EC16> - EC35) ⁴	0-01-2	2346 ^{b,c}	- ^f	-	2 ^{b,g}	0,2 ^{b,g}
Tributiltin oksit	56-35-9	18 ^b	- ^f	-	8249 ^{b,g}	825 ^{b,g}

Kirletici	CAS No	Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim (mg/kg fırın kuru toprak)	Uçucu maddelerin dış ortamda solunması (mg/kg fırın kuru toprak)	Kaçak tozların dış ortamda solunması (mg/kg fırın kuru toprak)	Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi ¹ (mg/kg fırın kuru toprak)	
					DF = 10	DF = 1
Triklorobenzen	120-82-1	782 ^{b,c}	95 ^b	-	6 ^{b,g}	0,6 ^{b,g}
1,1,1-Trikloroetan	71-55-6	156429 ^{b,c}	677 ^d	-	261 ^{b,g}	26 ^{b,g}
1,1,2-Trikloroetan	79-00-5	11 ^{c,e}	1 ^e	-	0,004 ^{e,g}	0,0004 ^{e,g}
Trikloroetilen	79-01-6	2 ^{c,e}	0,05 ^e	-	0,07 ^h	0,007 ^h
2,4,5-Triklorofenol	95-95-4	6110 ^b	- ^f	-	94 ^{b,g}	9 ^{b,g}
2,4,6-Triklorofenol	88-06-2	44 ^e	532 ^e	-	0,2 ^{e,g}	0,02 ^{e,g}
Vinil asetat	108-05-4	78214 ^{b,c}	969 ^b	-	78 ^{b,g}	8 ^{b,g}
Vinil klorür (kloroetilen)	75-01-4	0,4 ^{c,e,k}	0,6 ^{e,l}	-	0,0002 ^{e,g,k}	0,00002 ^{e,g,k}
İNORGANİKLER						
Antimon	7440-36-0	31 ^{b,c}	-	- ^f	2 ⁱ	0,2 ⁱ
Arsenik	7440-38-2	0,4 ^e	-	471 ^e	3 ⁱ	0,3 ⁱ
Bakır	7440-50-8	3129 ^{b,c}	-	- ^f	514 ^{b,g}	51 ^{b,g}
Baryum	7440-39-3	15643 ^{b,c}	-	433702 ^b	288 ^h	29 ^h
Berilyum	7440-41-7	0,1 ^{c,e}	-	843 ^e	0,1 ^{e,g}	0,01 ^{e,g}
Cıva	7439-97-6	23 ^{b,c}	3 ^d	-	3 ^d	0,6 ^{b,g}
Çinko	7440-66-6	23464 ^{b,c}	-	- ^f	6811 ^{b,g}	681 ^{b,g}
Gümüş	7440-22-4	391 ^{b,c}	-	- ^f	16 ^{b,g}	2 ^{b,g}
Kadmiyum	7440-43-9	70 ^{b,m}	-	1124 ^e	27 ^{b,g}	3 ^{b,g}
Kalay	7440-31-5	46929 ^{b,c}	-	- ^f	54794 ^{b,g}	5479 ^{b,g}
Kobalt	7440-48-4	23 ^{b,c}	-	225 ^e	5 ^{b,g}	0,5 ^{b,g}
Krom (III)	16065-83-1	117321 ^{b,c}	-	- ^f	- ^j	- ^j
Krom (VI)	18540-29-9	235 ^{b,c}	-	24 ^e	10 ⁱ	1 ⁱ
Krom (toplam) ⁵	7440-47-3	235 ^{b,c}	-	24 ^e	900000 ⁱ	1 ⁱ
Kurşun	7439-92-1	400 ⁿ	-	- ^f	135 ^{b,g}	14 ^{b,g}
Molibden	7439-98-7	391 ^{b,c}	-	- ^f	14 ^h	1 ^h
Nikel	7440-02-0	1564 ^{b,c}	-	- ^f	13 ⁱ	1 ⁱ
Selenyum	7782-49-2	391 ^{b,c}	-	- ^f	0,5 ⁱ	0,05 ⁱ
Talyum	7440-28-0	5 ^{b,c}	-	- ^f	2 ^{b,g}	0,2 ^{b,g}
Titanyum	7440-32-6	312857 ^{b,c}	-	- ^f	- ^j	146029 ^{b,g}
Vanadyum	7440-62-2	548 ^{b,c}	-	- ^f	2556 ^{b,g}	256 ^{b,g}
Siyanür	57-12-5	1564 ^{b,c}	-	- ^f	5 ⁱ	0,5 ⁱ
Tiyosiyanat	463-56-9	16 ^{b,c}	-	- ^f	0,02 ^{b,g}	0,002 ^{b,g}

¹ Akifere olan mesafenin 3m'den az olması, akiferin çatlaklı veya karstik olması ya da kirlilik kaynağı alanının 10 hektar veya daha büyük olması koşullarından herhangi birinin geçerli olması halinde **DF** "1" ; diğer durumlarda **DF** "10" olarak kabul edilmelidir.

² Arochlor 1016 dışında kalan tüm karışımlar için dikkate alınmalıdır.

³ Sadece Arochlor 1016 karışımları için dikkate alınmalıdır.

⁴ EC: Eşdeğer karbon sayısı. (ABD EPA, 2002b. Provisional Peer Reviewed Toxicity Values for Total Petroleum Hydrocarbons. Superfund Health Risk Technical Support Center National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Cincinnati, OH 45268.)

⁵ Krom (VI) için hesaplanan sınır değerler kullanılmıştır.

^a Jenerik Kirletici Sınır Değerlerinin hesaplanmasında insan sağlığı üzerine riskler dikkate alınmıştır.

^b Bu değerin hesaplanmasında tehlike endeksi "1" olarak kabul edilmiştir.

^c Bu kirletici için deri emilim faktörü bulunmadığından sadece toprağın yutulması maruziyet yolu dikkate alınmıştır.

^d Toprak doygunluk konsantrasyonu (C_{sat}).

^e Bu değerin hesaplanmasında kanser riski "10⁻⁶" olarak kabul edilmiştir.

^f Bu maruziyet yolu için toksikolojik değer bulunmamaktadır.

^g Bu değerin hesaplanmasında **HBL** değeri kullanılmıştır.

- ^h Bu değerin hesaplanmasında WHO'nun belirlediği içme suyu standardı kullanılmıştır.
- ⁱ Bu değerin hesaplanmasında TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular standardında içme ve kullanma suları için verilmiş olan sınır değer kullanılmıştır.
- ^j Bu kirlleticiye ait D_{fL} , ve D_{fW} değerleri bulunmadığı için bu maruziyet yolu için sınır değer hesaplanamamıştır.
- ^k Topraktaki kirlletici konsantrasyonu ne olursa olsun, kimyasala özgü özellikler nedeniyle, bu maruziyet yolunun dikkate alınmasına gerek bulunmamaktadır.
- ^l Bu sınır değer vinil klorür'e ömür boyunca sürekli olarak maruz kalındığı varsayılarak hesaplanmıştır.
- ^m Bu sınır değer vinil klorür'e yetişkinlik döneminde sürekli olarak maruz kalındığı varsayılarak hesaplanmıştır.
- ⁿ Bu sınır değerin hesaplanmasında Kadmiyum'un besin yoluyla vcoda alınması için belirlenen RfD_{Cd} değeri kullanılmıştır.
- ^o Bu değer ABD EPA, 1994'den alınmıştır (ABD EPA, 1994. Revised Interim Soil Lead Guidance for CERCLA Sites and RCRA Corrective Action Facilities, EPA/540/F-94/043, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C. Directive 9355.4-12.).
- ^p Bu değer cıva klorür (CAS No. 7847-94-7) için belirlenen RfD_{Hg} değeri kullanılarak hesaplanmıştır.
- ^q Bu değer talyum sülfat (CAS No. 7446-18-6) için belirlenen RfD_{Pb} değeri kullanılarak hesaplanmıştır.

EK-3. TOKSİKOLOJİK DEĞERLER

Kirletici	CAS No	Toprak Sızıntısındaki Hedef Konsantrasyon (C_w) (mg/L)	Oral Referans Dozu (RfD_o) (mg/kg.d)	Oral Kanser Eğim Faktörü (SF_o) (mg/kg.d) ⁻¹	Soluma için Referans Konsantrasyon (RfC) (mg/m ³)	Soluma için Birim Risk Faktörü (URF) (mg/m ³) ⁻¹	Gastro-intestinal Emilim Faktörü (ABS_{GI}) (birimsiz)	Deri Emilim Faktörü (ABS_d) (birimsiz)
Akrilamid	79-06-1	1,5E-05 ^a	2,00E-04	4,50E+00		1,30E+00	1,00E+00	1,00E-01
Akrilonitril	107-13-1	1,2E-04 ^a	1,00E-03	5,40E-01	2,00E-03	6,80E-02	1,00E+00	
Akrolein	107-02-8	1,8E-02 ^b	5,00E-04		2,00E-05		1,00E+00	
Aldrin	309-00-2	4,0E-06 ^a	3,00E-05	1,70E+01		4,90E+00	1,00E+00	1,00E-01
Antrasen	120-12-7	1,1E+01 ^b	3,00E-01				1,00E+00	1,30E-01
Asenaften	83-32-9	2,2E+00 ^b	6,00E-02				1,00E+00	1,30E-01
Aseton (2-Propanon)	67-64-1	3,3E+01 ^b	9,00E-01				1,00E+00	
Atrazin	1912-24-9	2,0E-03 ^c	3,50E-02	2,30E-01			1,00E+00	1,00E-01
Benz(a)antrasen	56-55-3	9,2E-05 ^a		7,30E-01			1,00E+00	1,30E-01
Benzen	71-43-2	1,0E-03 ^d	4,00E-03	5,50E-02	3,00E-02	7,80E-03	1,00E+00	
Benzidin	92-87-5	2,9E-07 ^a	3,00E-03	2,30E+02		6,70E+01	1,00E+00	1,00E-01
Benzo(a)piren	50-32-8	9,2E-06 ^a		7,30E+00			1,00E+00	1,30E-01
Benzo(b)floranten	205-99-2	9,2E-05 ^a		7,30E-01			1,00E+00	1,30E-01
Benzo(k)floranten	207-08-9	9,2E-04 ^a		7,30E-02			1,00E+00	1,30E-01
Benzoik asit	65-85-0	1,5E+02 ^b	4,00E+00				1,00E+00	1,00E-01
Bis(2-etilhekzil)ftalat	117-81-7	4,8E-03 ^a	2,00E-02	1,40E-02			1,00E+00	1,00E-01
Bis(2-kloroetil)eter	111-44-4	6,1E-05 ^a		1,10E+00		3,30E-01	1,00E+00	
Bis(2-kloroetoksi)metan	111-91-1	1,1E-01 ^b	3,00E-03				1,00E+00	1,00E-01
Bis(klorometil)eter	542-88-1	3,1E-07 ^a		2,20E+02		6,20E+01	1,00E+00	
Bromodiklorometan	75-27-4	1,1E-03 ^a	2,00E-02	6,20E-02			1,00E+00	
Bromoform	75-25-2	1,0E-01 ^c	2,00E-02	7,90E-03		1,10E-03	1,00E+00	1,00E-01
Butanol	71-36-3	3,7E+00 ^b	1,00E-01				1,00E+00	1,00E-01
Butil benzil ftalat	85-68-7	3,5E-02 ^a	2,00E-01	1,90E-03			1,00E+00	1,00E-01
DDD	72-54-8	2,8E-04 ^a	2,00E-03	2,40E-01			1,00E+00	1,00E-01

Kirletici	CAS No	Toprak Sızıntısındaki Hedef Konsantrasyon (C_W) (mg/L)	Oral Referans Dozu (RfD_o) (mg/kg.d)	Oral Kanser Eğim Faktörü (SF_o) (mg/kg.d) ⁻¹	Soluma için Referans Konsantrasyon (RfC) (mg/m ³)	Soluma için Birim Risk Faktörü (URF) (mg/m ³) ⁻¹	Gastro-intestinal Emilim Faktörü (ABS_{GI}) (birimsiz)	Deri Emilim Faktörü (ABS_d) (birimsiz)
DDE	72-55-9	2,0E-04 ^a		3,40E-01			1,00E+00	1,00E-01
DDT	50-29-3	2,0E-04 ^a	5,00E-04	3,40E-01		9,70E-02	1,00E+00	3,00E-02
Dibenz(a,h)antrasen	53-70-3	9,2E-06 ^a		7,30E+00			1,00E+00	1,30E-01
1,2-Diklorobenzen	95-50-1	1,0E+00 ^c	9,00E-02		2,00E-01		1,00E+00	
1,4-Diklorobenzen	106-46-7	3,0E-01 ^c		5,40E-03	8,00E-01		1,00E+00	
3,3'-Diklorobenzidin	91-94-1	1,5E-04 ^a		4,50E-01			1,00E+00	1,00E-01
1,1-Dikloroetan	75-34-3	7,3E+00 ^b	2,00E-01		5,00E-01		1,00E+00	
1,2-Dikloroetan	107-06-2	7,4E-04 ^a	2,00E-02	9,10E-02		2,60E-02	1,00E+00	
1,1-Dikloroetilen	75-35-4	1,1E-04 ^a	5,00E-02	6,00E-01	2,00E-01	5,00E-02	1,00E+00	
1,2-cis-Dikloroetilen	156-59-2	5,0E-02 ^c	1,00E-02				1,00E+00	
1,2-trans-Dikloroetilen	156-60-5	7,3E-01 ^b	2,00E-02		6,00E-02		1,00E+00	
2,4-Diklorofenol	120-83-2	1,1E-01 ^b	3,00E-03				1,00E+00	1,00E-01
2,4-Diklorofenoksi asetik asit	94-75-7	3,0E-02 ^c	1,00E-02				1,00E+00	5,00E-02
1,2-Dikloropropan	78-87-5	4,0E-02 ^c		3,60E-02	4,00E-03		1,00E+00	
1,3-Dikloropropen	542-75-6	6,7E-04 ^a	3,00E-02	1,00E-01	2,00E-02	4,00E-03	1,00E+00	
Dieldrin	60-57-1	4,2E-06 ^a	5,00E-05	1,60E+01		4,60E+00	1,00E+00	1,00E-01
Dietilfitalat	84-66-2	2,9E+01 ^b	8,00E-01				1,00E+00	1,00E-01
1,2-Difenilhidrazin	122-66-7	8,4E-05 ^a		8,00E-01		2,20E-01	1,00E+00	1,00E-01
2,4-Dimetilfenol	105-67-9	7,3E-01 ^b	2,00E-02				1,00E+00	1,00E-01
Dimetilfitalat	131-11-3	3,7E+02 ^b	1,00E+01				1,00E+00	1,00E-01
Di-n-butil fitalat	84-74-2	3,7E+00 ^b	1,00E-01				1,00E+00	1,00E-01
4,6-Dinitro-o-kresol	534-52-1	3,7E-03 ^b	1,00E-04				1,00E+00	1,00E-01
2,4-Dinitrofenol	51-28-5	7,3E-02 ^b	2,00E-03				1,00E+00	1,00E-01
2,4-Dinitrotoluen	121-14-2	7,3E-02 ^b	2,00E-03				1,00E+00	1,02E-01
2,6-Dinitrotoluen	606-20-2	3,7E-02 ^b	1,00E-03				1,00E+00	9,90E-02
Di-n-oktil fitalat	117-84-0	1,5E+00 ^b	4,00E-02				1,00E+00	1,00E-01
Endosülfan	115-29-7	2,2E-01 ^b	6,00E-03				1,00E+00	1,00E-01

Kirletici	CAS No	Toprak Sızıntısındaki Hedef Konsantrasyon (C_W) (mg/L)	Oral Referans Dozu (RfD_o) (mg/kg.d)	Oral Kanser Eğim Faktörü (SF_o) (mg/kg.d) ⁻¹	Soluma için Referans Konsantrasyon (RfC) (mg/m ³)	Soluma için Birim Risk Faktörü (URF) (mg/m ³) ⁻¹	Gastro-intestinal Emilim Faktörü (ABS_{GI}) (birimsiz)	Deri Emilim Faktörü (ABS_d) (birimsiz)
Endrin	72-20-8	6,0E-04 ^c	3,00E-04				1,00E+00	1,00E-01
Etilbenzen	100-41-4	3,0E-01 ^c	1,00E-01		1,00E+00	1,10E-03	1,00E+00	
Fenol	108-95-2	1,1E+01 ^b	3,00E-01				1,00E+00	1,00E-01
Floranten	206-44-0	1,5E+00 ^b	4,00E-02				1,00E+00	1,30E-01
Fluoren	86-73-7	1,5E+00 ^b	4,00E-02				1,00E+00	1,30E-01
Furan	110-00-9	3,7E-02 ^b	1,00E-03				1,00E+00	
α-HCH (α-BHC)	319-84-6	1,1E-05 ^a		6,30E+00		1,80E+00	1,00E+00	1,00E-01
β-HCH (β-BHC)	319-85-7	3,7E-05 ^a		1,80E+00		5,30E-01	1,00E+00	1,00E-01
γ-HCH (Lindan)	58-89-9	2,0E-03 ^c	3,00E-04	1,10E+00			1,00E+00	4,00E-02
Hekzakloro-1,3-bütadien	87-68-3	6,0E-04 ^c	1,00E-03	7,80E-02		2,20E-02	1,00E+00	1,00E-01
Hekzaklorobenzen	118-74-1	4,2E-05 ^a	8,00E-04	1,60E+00		4,60E-01	1,00E+00	1,00E-01
Hekzakloroetan	67-72-1	4,8E-03 ^a	1,00E-03	1,40E-02		4,00E-03	1,00E+00	1,00E-01
Hekzaklorosiklopentadien	77-47-4	2,2E-01 ^b	6,00E-03		2,00E-04		1,00E+00	1,00E-01
Heptaklor	76-44-8	1,5E-05 ^a	5,00E-04	4,50E+00		1,30E+00	1,00E+00	1,00E-01
Heptaklorepoksit	1024-57-3	7,4E-06 ^a	1,30E-05	9,10E+00		2,60E+00	1,00E+00	1,00E-01
Hidrokinon	123-31-9	1,2E-03 ^a	4,00E-02	5,60E-02			1,00E+00	1,00E-01
Indeno(1,2,3-cd)piren	193-39-5	9,2E-05 ^a		7,30E-01			1,00E+00	1,30E-01
İzoforon	78-59-1	7,1E-02 ^a	2,00E-01	9,50E-04			1,00E+00	1,00E-01
Karbaril	63-25-2	3,7E+00 ^b	1,00E-01				1,00E+00	1,00E-01
Karbazol	86-74-8	3,4E-03 ^a		2,00E-02			1,00E+00	1,00E-01
Karbofuran	1563-66-2	1,8E-01 ^b	5,00E-03				1,00E+00	1,00E-01
Karbon disülfid	75-15-0	3,7E+00 ^b	1,00E-01		7,00E-01		1,00E+00	
Karbon tetraklorit	56-23-5	4,0E-03 ^c	7,00E-04	1,30E-01		1,50E-02	1,00E+00	
Klordan	57-74-9	1,9E-04 ^a	5,00E-04	3,50E-01	7,00E-04	1,00E-01	1,00E+00	4,00E-02
p-Kloroanilin	106-47-8	1,2E-03 ^a	4,00E-03	5,40E-02			1,00E+00	1,00E-01
Klorobenzen	108-90-7	7,3E-01 ^b	2,00E-02		5,00E-02		1,00E+00	
Klorodibromometan	124-48-1	1,0E-01 ^c	2,00E-02	8,40E-02			1,00E+00	1,00E-01

Kirletici	CAS No	Toprak Sızıntısındaki Hedef Konsantrasyon (C_W) (mg/L)	Oral Referans Dozu (RfD_o) (mg/kg.d)	Oral Kanser Eğim Faktörü (SF_o) (mg/kg.d) ⁻¹	Soluma için Referans Konsantrasyon (RfC) (mg/m ³)	Soluma için Birim Risk Faktörü (URF) (mg/m ³) ⁻¹	Gastro-intestinal Emilim Faktörü (ABS_{GI}) (birimsiz)	Deri Emilim Faktörü (ABS_d) (birimsiz)
2-Klorofenol	95-57-8	1,8E-01 ^b	5,00E-03				1,00E+00	
Kloroform	67-66-3	3,0E-01 ^c	1,00E-02	6,10E-03		2,30E-02	1,00E+00	
Klorometan	74-87-3	5,2E-03 ^a		1,30E-02	9,00E-02	1,80E-03	1,00E+00	
beta-Kloronaftalin	91-58-7	2,9E+00 ^b	8,00E-02				1,00E+00	
m-Kresol	108-39-4	1,8E+00 ^b	5,00E-02				1,00E+00	1,00E-01
o-Kresol	95-48-7	1,8E+00 ^b	5,00E-02				1,00E+00	1,00E-01
p-Kresol	106-44-5	1,8E-01 ^b	5,00E-03				1,00E+00	1,00E-01
Krizen	218-01-9	9,2E-03 ^a		7,30E-03			1,00E+00	1,30E-01
Ksilen, karışım	1330-20-7	7,3E+00 ^b	2,00E-01		1,00E-01		1,00E+00	
m-Ksilen	108-38-3	7,3E+01 ^b	2,00E+00				1,00E+00	
o-Ksilen	95-47-6	7,3E+01 ^b	2,00E+00				1,00E+00	
Maneb	12427-38-2	1,8E-01 ^b	5,00E-03				1,00E+00	1,00E-01
MCPA	94-74-6	2,0E-03 ^c	5,00E-04				1,00E+00	1,00E-01
Metil bromür	74-83-9	5,1E-02 ^b	1,40E-03		5,00E-03		1,00E+00	
Metil tersiyer-bütıl eter (MTBE)	1634-04-4	3,7E-02 ^a		1,80E-03	3,00E+00		1,00E+00	
Metilen klorür	75-09-2	2,0E-02 ^c	6,00E-02	7,50E-03	1,05E+00	4,70E-04	1,00E+00	
Metoksiklor	72-43-5	1,8E-01 ^b	5,00E-03				1,00E+00	1,00E-01
Naftalin	91-20-3	7,3E-01 ^b	2,00E-02		3,00E-03		1,00E+00	1,30E-01
Nitrobenzen	98-95-3	1,8E-02 ^b	5,00E-04		2,00E-03		1,00E+00	
2-Nitrofenol	88-75-5	-					1,00E+00	1,00E-01
4-Nitrofenol	100-02-7	2,9E-01 ^b	8,00E-03				1,00E+00	1,00E-01
N-Nitrozodimetilamin	62-75-9	1,0E-01 ^c	8,00E-06	5,10E+01		1,40E+01	1,00E+00	1,00E-01
N-Nitrozo-di-N-propilamin	621-64-7	9,6E-06 ^a		7,00E+00			1,00E+00	1,00E-01
N-Nitrozodifenilamin	86-30-6	1,4E-02 ^a	2,00E-02	4,90E-03			1,00E+00	1,00E-01
PCB ¹	1336-36-3	3,4E-05 ^a		2,00E+00		5,71E-01	1,00E+00	1,40E-01
PCB ²	1336-36-3	9,6E-04 ^a		7,00E-02			1,00E+00	1,40E-01
Pentaklorobenzen	608-93-5	2,9E-02 ^b	8,00E-04				1,00E+00	1,00E-01

Kirletici	CAS No	Toprak Sızıntısındaki Hedef Konsantrasyon (C_W) (mg/L)	Oral Referans Dozu (RfD_o) (mg/kg.d)	Oral Kanser Eğim Faktörü (SF_o) (mg/kg.d) ⁻¹	Soluma için Referans Konsantrasyon (RfC) (mg/m ³)	Soluma için Birim Risk Faktörü (URF) (mg/m ³) ⁻¹	Gastro-intestinal Emilim Faktörü (ABS_{GI}) (birimsiz)	Deri Emilim Faktörü (ABS_d) (birimsiz)
Pentaklorofenol	87-86-5	5,6E-04 ^a	3,00E-02	1,20E-01			1,00E+00	2,50E-01
Piren	129-00-0	1,1E+00 ^b	3,00E-02				1,00E+00	1,30E-01
Piridin	110-86-1	3,7E-02 ^b	1,00E-03				1,00E+00	
Sikloheksanon	108-94-1	1,8E+02 ^b	5,00E+00				1,00E+00	1,00E-01
Stiren	100-42-5	2,0E-02 ^c	2,00E-01		1,00E+00		1,00E+00	
1,2,4,5-Tetraklorobenzen	95-94-3	1,1E-02 ^b	3,00E-04				1,00E+00	1,00E-01
2,3,7,8-Tetraklorodibenzo-p-Dioksin	1746-01-6	5,2E-10 ^a		1,30E+05			1,00E+00	3,00E-02
1,1,2,2-Tetrakloroetan	79-34-5	3,4E-04 ^a	4,00E-03	2,00E-01		5,80E-02	1,00E+00	
Tetrakloroetilen	127-18-4	4,0E-02 ^c	1,00E-02	5,40E-01	6,00E-01	5,90E-03	1,00E+00	
Tetraetil kurşun	78-00-2	3,7E-06 ^b	1,00E-07				1,00E+00	1,00E-01
Toksafen	8001-35-2	6,1E-05 ^a		1,10E+00		3,20E-01	1,00E+00	1,00E-01
Toluen	108-88-3	7,0E-01 ^c	8,00E-02		5,00E+00		1,00E+00	
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Alifatik) (EC5 - EC8) ³	0-01-0	2,2E+00 ^b	6,00E-02		2,00E-01		1,00E+00	
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Alifatik) (EC8> - EC16) ³	0-01-1	3,7E+00 ^b	1,00E-01		1,00E+00		1,00E+00	
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Alifatik) (EC16> - EC35) ³	0-00-9	7,3E+01 ^b	2,00E+00				1,00E+00	
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Aromatik) (EC5 - EC9) ³	0-01-3	7,3E+00 ^b	2,00E-01		4,00E-01		1,00E+00	
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Aromatik) (EC9> - EC16) ³	0-01-4	7,3E-01 ^b	2,00E-02		2,00E-01		1,00E+00	
Toplam Petrol Hidrokarbonları (Aromatik) (EC16> - EC35) ³	0-01-2	1,1E+00 ^b	3,00E-02				1,00E+00	
Tributiltin oksit	56-35-9	1,1E-02 ^b	3,00E-04				1,00E+00	1,00E-01
Triklorobenzen	120-82-1	3,7E-01 ^b	1,00E-02		4,00E-03		1,00E+00	
1,1,1-Trikloroetan	71-55-6	7,3E+01 ^b	2,00E+00		5,00E+00		1,00E+00	
1,1,2-Trikloroetan	79-00-5	1,2E-03 ^a	4,00E-03	5,70E-02		1,60E-02	1,00E+00	
Trikloroetilen	79-01-6	2,0E-02 ^c	3,00E-04	4,00E-01	4,00E-02	1,14E-01	1,00E+00	

Kirletici	CAS No	Toprak Sızıntısındaki Hedef Konsantrasyon (C_W) (mg/L)	Oral Referans Dozu (RfD_o) (mg/kg.d)	Oral Kanser Eğim Faktörü (SF_o) (mg/kg.d) ⁻¹	Soluma için Referans Konsantrasyon (RfC) (mg/m ³)	Soluma için Birim Risk Faktörü (URF) (mg/m ³) ⁻¹	Gastro-intestinal Emilim Faktörü (ABS_{GI}) (birimsiz)	Deri Emilim Faktörü (ABS_d) (birimsiz)
2,4,5-Triklorofenol	95-95-4	3,7E+00 ^b	1,00E-01				1,00E+00	1,00E-01
2,4,6-Triklorofenol	88-06-2	6,1E-03 ^a	1,00E-03	1,10E-02		3,10E-03	1,00E+00	1,00E-01
Vinil asetat	108-05-4	3,7E+01 ^b	1,00E+00		2,00E-01		1,00E+00	
Vinil klorür (kloroetilen) ⁴	75-01-4	9,3E-05 ^a	3,00E-03	7,20E-01	1,00E-01	4,40E-03	1,00E+00	
Vinil klorür (kloroetilen) ⁵	75-01-4	4,5E-05 ^a	3,00E-03	1,50E+00	1,00E-01	8,80E-03	1,00E+00	
İNORGANİKLER								
Antimon	7440-36-0	5,0E-03 ^d	4,00E-04				1,50E-01	
Arsenik	7440-38-2	1,0E-02 ^d	3,00E-04	1,50E+00		4,30E+00	1,00E+00	3,00E-02
Bakır	7440-50-8	1,5E+00 ^b	4,00E-02				1,00E+00	
Baryum	7440-39-3	7,0E-01 ^c	2,00E-01		5,00E-04		7,00E-02	
Berilyum	7440-41-7	1,6E-05 ^a	2,00E-03	4,30E+00	2,00E-05	2,40E+00	7,00E-03	
Cıva	7439-97-6	1,1E-02 ^b	3,00E-04 ⁱ		3,00E-04		1,00E+00	
Çinko	7440-66-6	1,1E+01 ^b	3,00E-01				1,00E+00	
Gümüş	7440-22-4	1,8E-01 ^b	5,00E-03				4,00E-02	
Kadmiyum	7440-43-9	3,7E-02 ^b	1,00E-03 ^f			1,80E+00	2,50E-02	1,00E-03
Kalay	7440-31-5	2,2E+01 ^b	6,00E-01				1,00E+00	
Kobalt	7440-48-4	1,1E-02 ^b	3,00E-04		6,00E-06	9,00E+00	1,00E+00	
Krom (III)	16065-83-1	5,5E+01 ^b	1,50E+00				1,30E-02	
Krom (VI)	18540-29-9	5,0E-02 ^g	3,00E-03		1,00E-04 ^h	8,40E+01	2,50E-02	
Kurşun	7439-92-1	1,5E-02 ^e					1,00E+00	
Molibden	7439-98-7	7,0E-02 ^c	5,00E-03				1,00E+00	
Nikel	7440-02-0	2,0E-02 ^d	2,00E-02				4,00E-02	
Selenyum	7782-49-2	1,0E-02 ^d	5,00E-03				1,00E+00	
Talyum	7440-28-0	2,4E-03 ^b	6,48E-05 ⁱ				1,00E+00	
Titanyum	7440-32-6	1,5E+02 ^b	4,00E+00				1,00E+00	
Vanadyum	7440-62-2	2,6E-01 ^b	7,00E-03				2,60E-02	
Siyanür	57-12-5	5,0E-02 ^d	2,00E-02				1,00E+00	

Kirleticisi	CAS No	Toprak Sızıntısındaki Hedef Konsantrasyon (C_w) (mg/L)	Oral Referans Dozu (RfD_o) (mg/kg.d)	Oral Kanseri Eğilim Faktörü (SF_o) (mg/kg.d) ⁻¹	Soluma için Referans Konsantrasyon (RfC) (mg/m ³)	Soluma için Birim Risk Faktörü (URF) (mg/m ³) ⁻¹	Gastro-intestinal Emilim Faktörü (ABS_{GI}) (birimsiz)	Deri Emilim Faktörü (ABS_d) (birimsiz)
Tiyosiyanat	463-56-9	7,3E-03 ^b	2,00E-04				1,00E+00	

¹ Arochlor 1016 dışında kalan tüm karışımlar için.

² Sadece Arochlor 1016 karışımları için.

³ Bkz. ABD EPA, 2002b.

⁴ Sadece yetişkinlik döneminde maruziyet için.

⁵ Ömür boyu maruziyet için.

^a Risk bazlı hesaplanmış sınır değerler (HBL). HBL değerinin hesaplanmasında kanser riski "10-6" olarak kabul edilmiştir.

^b Risk bazlı hesaplanmış sınır değerler (HBL). HBL değerinin hesaplanmasında tehlike endeksi "1" olarak kabul edilmiştir.

^c Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nun belirlediği sınır değer.

^d TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular standardında içme ve kullanma suları için verilmiş olan sınır değer.

^e Bu değer ABD EPA, Mid-Atlantic Risk Assessment web sayfasından alınmıştır.

^f RfD_o değeri besin yoluyla maruz kalınan Kadmiyum için belirlenmiştir.

^g C_w değeri toplam krom konsantrasyonu baz alınarak belirlenmiştir.

^h Cr (VI) partikülleri için belirlenen RfC değeri kullanılmıştır.

ⁱ Cıva klorür (CAS No. 7847-94-7) için belirlenen RfD_o değeri kullanılmıştır.

^j Talyum sülfat (CAS No. 7446-18-6) için belirlenen RfD_o değeri kullanılmıştır.