



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kalıcı Organik Kirleticiler (KOK) ile Kirlenmiş Sahaların Tespiti ve iyileştirilmesi Projesi

SAĞLIK RİSK DEĞERLENDİRMESİ EĞİTİMİ

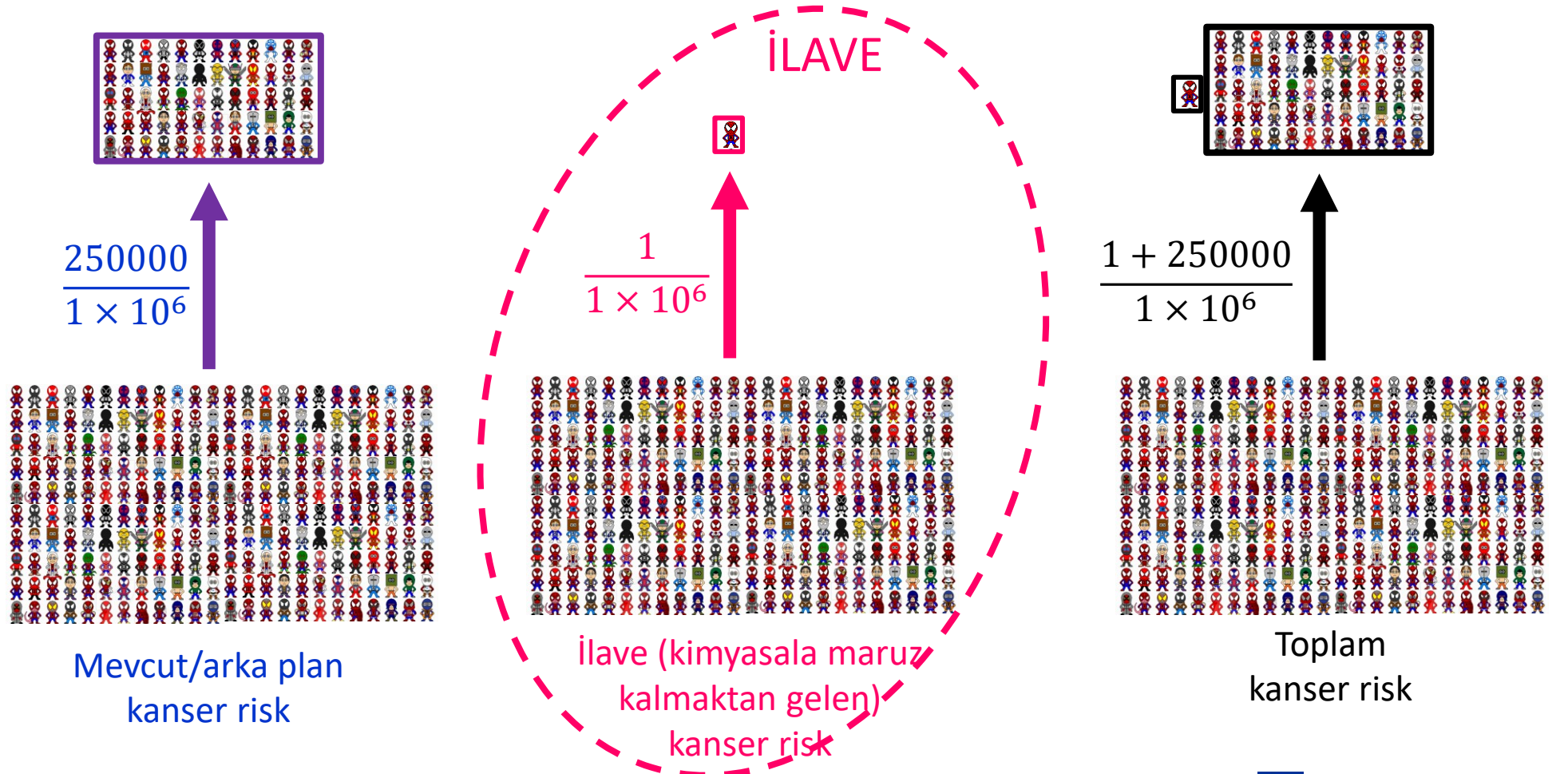
17-18-21 ARALIK 2020



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

İLAVE KANSER RİSKİ

★ TKKNKSY'de değerlendirdiğimiz kanser riski İLAVE KANSER RİSKİDİR.



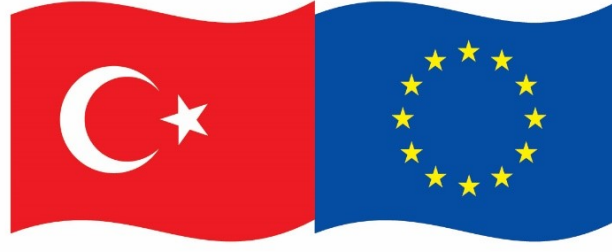


Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

KANSER DIŐINDAKİ SAĞLIK RİSKİ

- ★ TKKNKKSYS'de kanser dıŐındaki sağlık etkileri için Tehlike İndeksi (HQ) [EPA da HQ ların toplamına HI denmiŐ, TKKNKKSYS de her ikisi de HI geçiyor] kullanılıyor.
- ★ Referans Doz (RfD) → Kimyasala maruz kalan duyarlı insanlarda bile olumsuz sağlık etkilerinin görülmeyeceği doz
- ★ Dolayısıyla Maruz Kalınan Miktar, Referans Dozdan küçük olduğu sürece olumsuz sağlık etkileri beklenmez.

Maruz kalınan doz > RfD → olumsuz sağlık etkileri beklenir



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

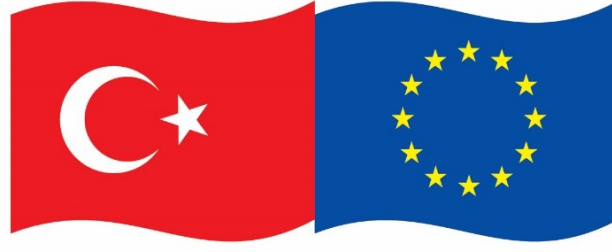
ÇEVRESEL ORTAM, MARUZ KALINAN ÇEVRESEL ORTAM



Maruz Kalınan Çevresel Ortam:
Alıcının/Reseptörün kirleticiye temas ettiği ortam;

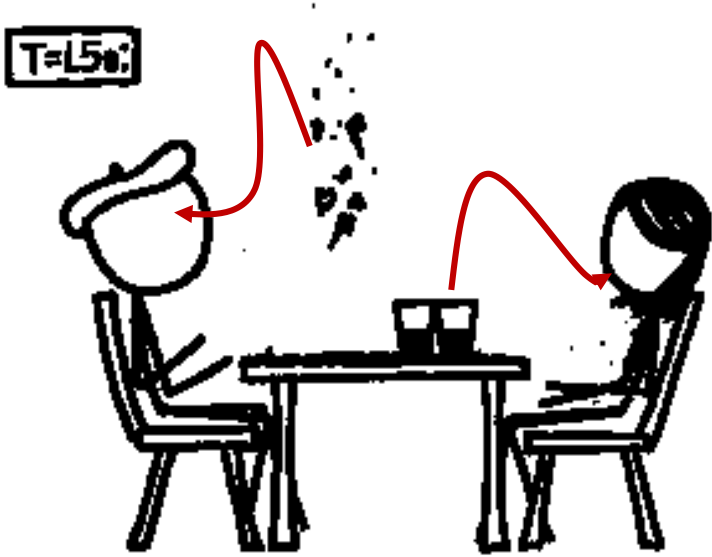
bunlar yüzey suyu, yeraltı suyu, hava, toprak, **balık**, vb. olabilir

Çevresel Ortam:
Hava, su, toprak gibi kirleticinin bulunabileceği ve taşınabileceği ortamlar



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

MARUZİYET YOLU



Maruziyet yolu:

Alıcının/Reseptörün kirleticiye temas ettiği/maruz kaldığı yoldur; bunlar yutma (yeme/içme), soluma ve deri teması olabilir



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Risk Değerlendirmesi

- ★ Risk Değerlendirmesi (Commission, 1997) → Kimyasallara çevresel maruziyetler sonucu oluşacak olumsuz sağlık etkilerinin olasılığını tahmin etmek ve belirlemek için kullanılan organize bir süreç.
- ★ Aşamaları:
 1. Tehlikenin belirlenmesi (Hazard identification)
 2. Doz-tepki değerlendirmesi (Dose-response assessment)
 3. Maruziyet değerlendirmesi (Exposure assessment)
 4. Risk karakterizasyonu (Risk characterization)



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Risk Değerlendirmesi

★ Risk Değerlendirmesi Aşamaları:

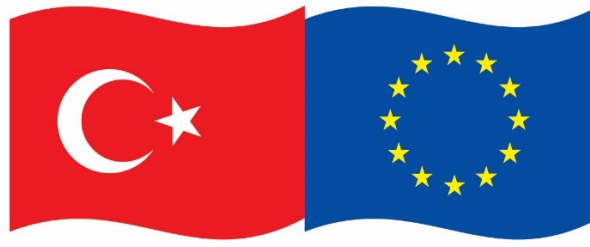
1. Tehlikenin belirlenmesi (Hazard identification)

Bir kimyasala maruz kalmanın insan sağlığındaki (kanser, doğum kusurları, karaciğer hastalığı, vb.) olumsuz etkileri arttırabileceğinin veya arttırmayacağının belirlenmesi

ve

Sahadaki bu tip kimyasalların belirlenmesi





Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Risk Değerlendirmesi

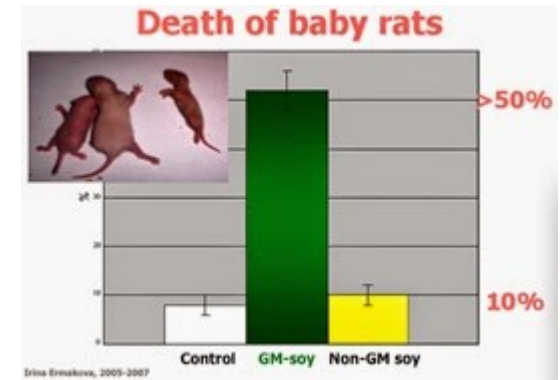
★ Risk Değerlendirmesi Aşamaları:

2. Doz-tepki değerlendirmesi (Dose-response assessment)

Kimyasala maruziyet seviyesi ile olumsuz sağlık etkilerinin oluşması veya ciddiyeti arasındaki ilişkinin belirlenmesi



Referans Doz (RfD) ve Eğim Faktörü (SF)



Pek çok belirsizlik var!



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Risk Değerlendirmesi

★ Risk Değerlendirmesi Aşamaları:

3. Maruziyet değerlendirmesi (Exposure assessment)

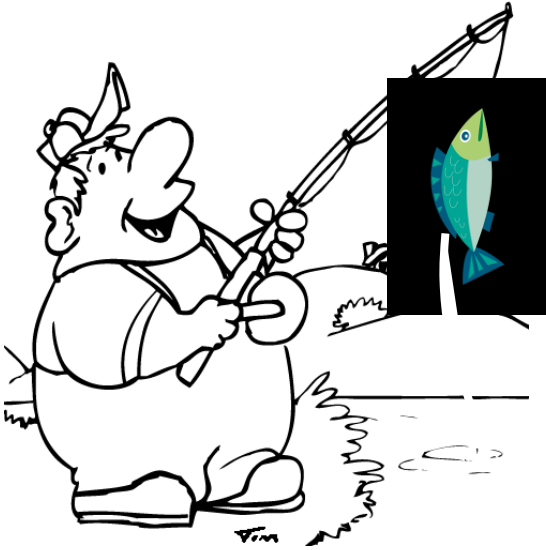
Çevresel ortamlar aracılığıyla insanların kimyasallara mevcut ve potansiyel

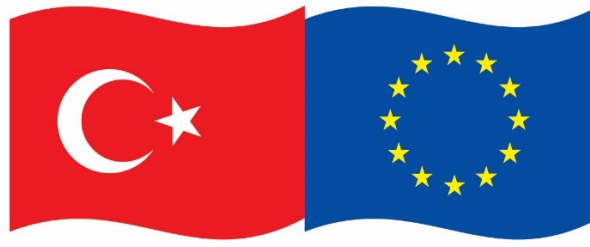
maruziyet miktarlarının, frekanslarının ve sürelerinin

ve belirsizliklerin belirlenmesi



Sahaya özel/sahadaki maruziyetler





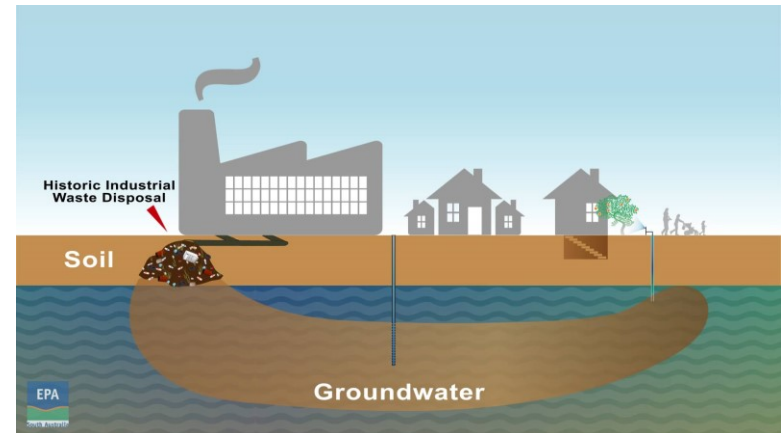
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Risk Değerlendirmesi

★ Risk Değerlendirmesi Aşamaları:

4. Risk karakterizasyonu (Risk characterization)

İlk üç adımın sonuçlarının birleştirilerek risklerin hesaplanması





Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Risk Değerlendirmesi

★ Yararlı bir web sayfası

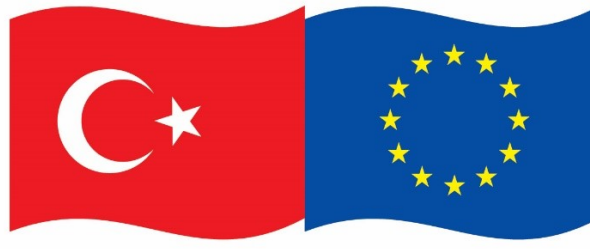
<https://www.itrcweb.org/risk-3/>



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kanser ve Kanser Dışındaki Sağlık Riskleri

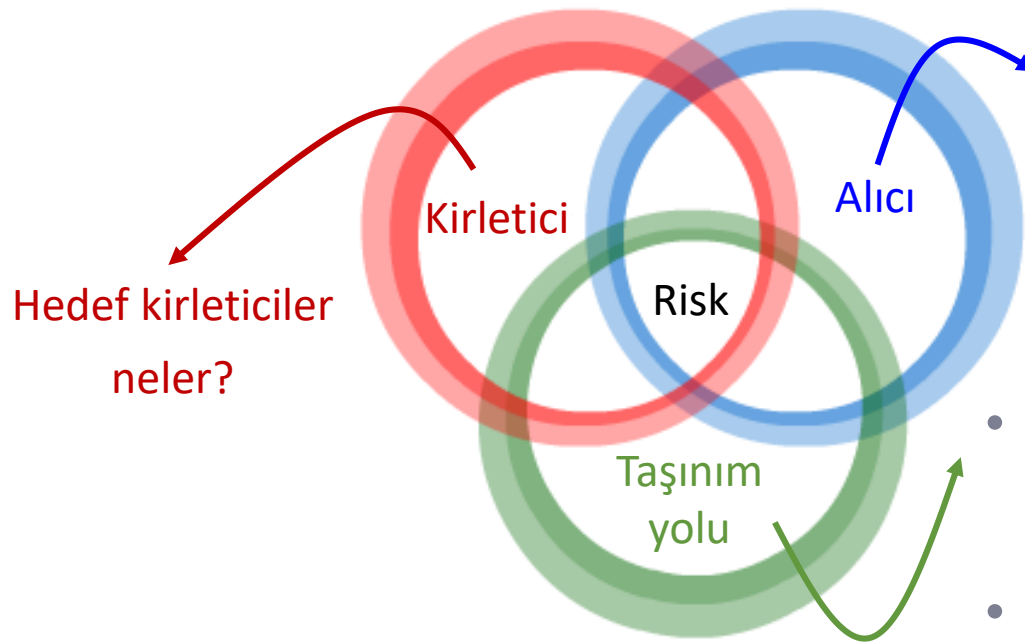
- ★ Sağlık risklerinin hesaplanabilmesi için gerekli veriler:
 - sahadaki **kirleticiler** (hedef kirleticilerin nihai listesi),
 - sahadaki kaynağın kirlettiği çevresel ortamlar, **kirliliğin taşındığı çevresel ortamlar ve maruz kalınan çevresel ortamlarda bulunan hedef kirletici konsantrasyonları** (kirleticilerin bu çevresel ortamlardaki dağılımları), kirletici konsantrasyonlarının zamanla değişimleri,
 - **kirlilik kaynakları** ile ilgili detaylı bilgi, özellikle kaynakların hedef kirleticileri çevresel ortamlara bırakma potansiyelleri,
 - hedef kirleticilerin çevresel ortamlarda taşınımlarını etkileyecek hidrojeolojik, jeolojik ve çevresel özellikler (rneğin, 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 Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kanser ve Kanser Dışındaki Sağlık Riskleri

★ Sağlık Risk Değerlendirmesi Bileşenleri



- Kim maruz kalıyor? İşçiler? Aileler? Çocuklar? Hayvanlar veya balıklar?
- Mevcut ve **gelecekteki potansiyel** alıcılar

- İnsanlar kirlenmiş yiyecekler yiyor mu? Kirlenmiş havayı soluyorlar mı? Kirlenmiş toprakla temas halindeler mi?
- Mevcut ve **gelecekteki potansiyel** taşınım yolları



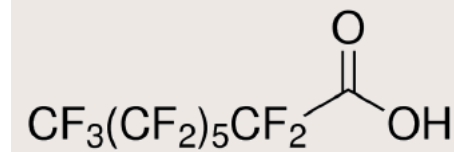
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

POP

Eksiksiz Taşınım Yolları

- ★ Eksiksiz Taşınım Yolu → **mevcut** durumda hedef kirleticilerin kaynaktan alıcıya ulaştığı taşınım yolları + **gelecekte** ulaşması ihtimali bulunan taşınım yolları (potansiyel taşınım yolları)
- ★ Gelecekte oluşması muhtemel taşınım yollarının belirlenmesi için hedef kirleticilerin çevresel ortamlardaki **davranışlarının ve taşınımlarının** anlaşılması gereklidir → **Hedef**: Gelecekte kirlenme potansiyeli bulunan çevresel ortamların belirlenmesi

Perfluorooctanoic acid (PFOA),
its salts and PFOA-related compounds





Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

POP

Eksiksiz Taşınım Yolları

★ Hedef: Gelecekte kirlenme potansiyeli bulunan çevresel ortamların belirlenmesi

- Kaynak
- Halihazırda
- Gelir

Çizelge 5.1. Önemli Fiziksel, Kimyasal ve Taşınımla 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.

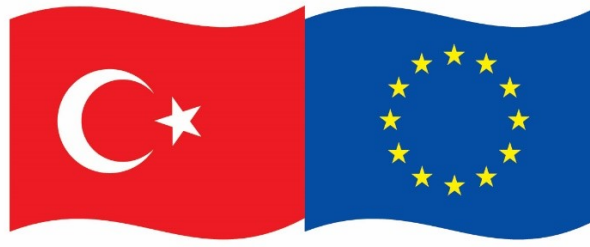
K_d denge halinde bir kimyasalın toprak/sediman ile su arasındaki dağılımını gösteren toprağa veya sedimana özgü bir parametredir. K_d değerini organik karbon oranına (f_{oc}) göre normalize etmek için $K_d = K_{oc} \times f_{oc}$ eşitliği kullanılabilir. K_d ne kadar yüksek ise bir kimyasalın toprağa 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

(89):

ile),

Hedef kirleticilerin hangi mekanizmalarla hangi çevresel ortamlarda taşınacağı ve nasıl davranacaklarının belirlenmesi için kimyasallara özgü pek çok parametrenin değerlerinin bilinmesi gerekir.

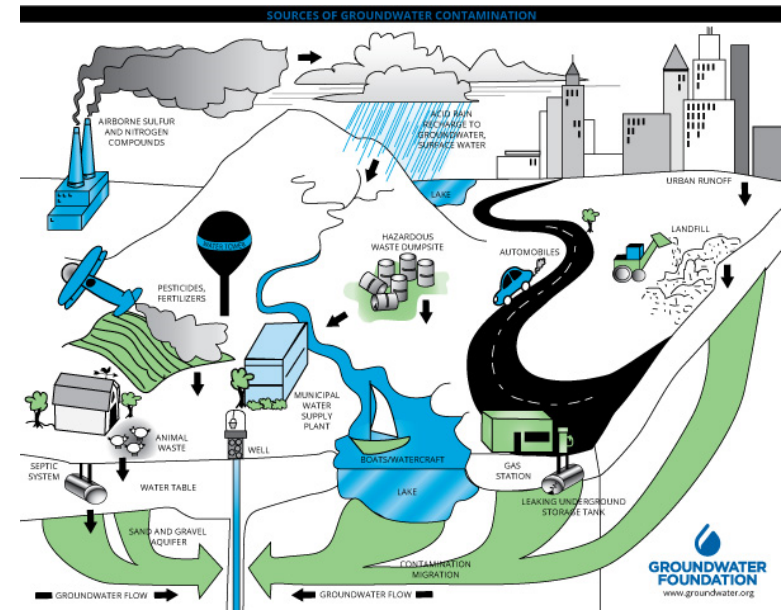


Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

POP

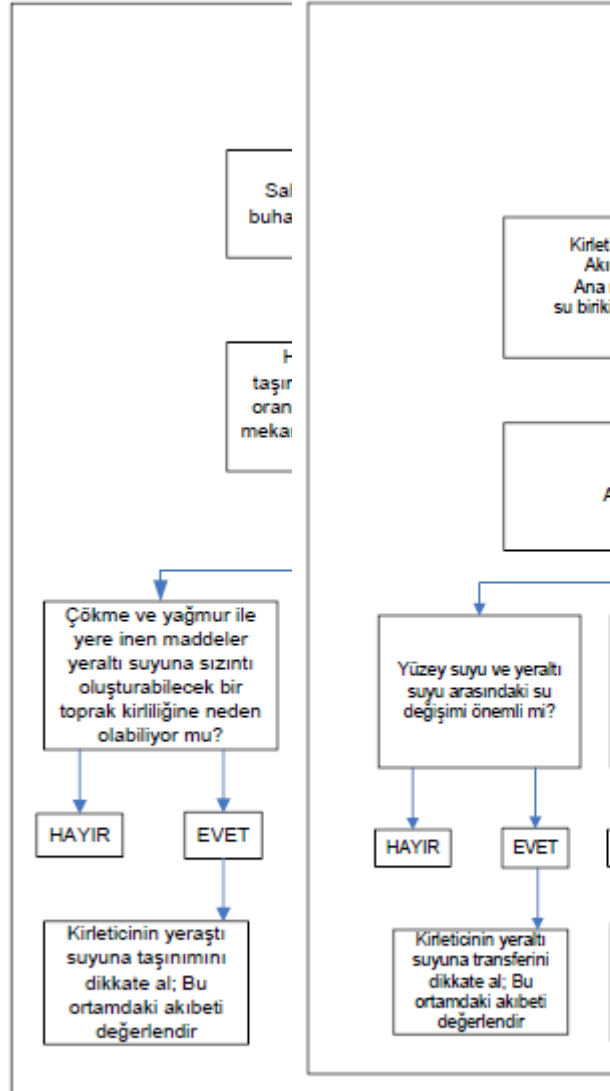
Eksiksiz Taşınım Yolları

- ★ Halihazırda kirlenmiş olan çevresel ortamların belirlenmesi → örnek alınarak ve gerekli analizler yapılarak gerçekteşirilir.
- ★ Gelecekte kirlenme potansiyeli olan çevresel ortamlarsa → yukarıda özetlenmiş olan fiziksel, kimyasal ve taşınım ile ilgili özelliklerini incelenerek belirlenir.



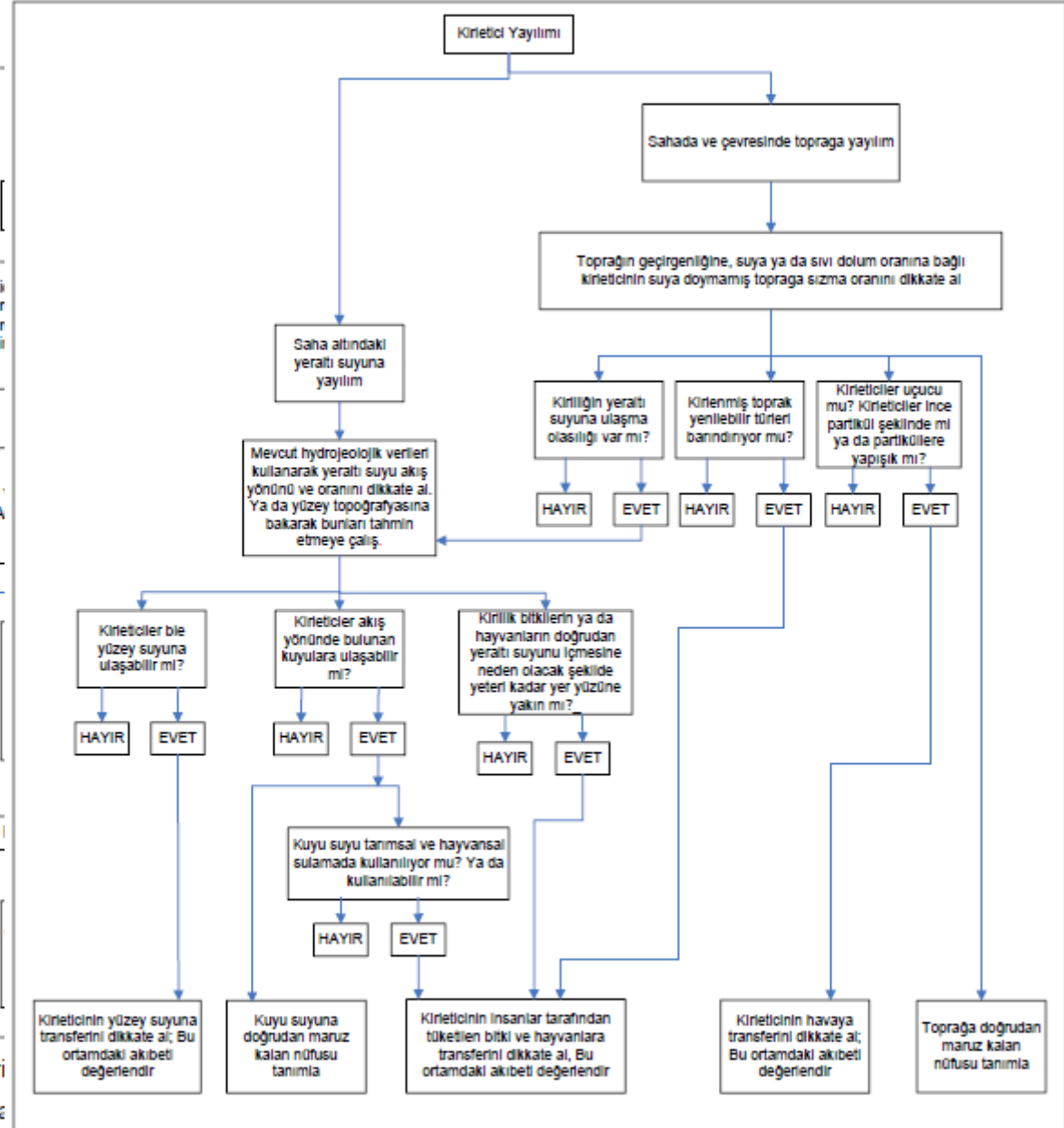


Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.



Şekil 5.1. Kirlenmenin Kaynaklarının Değerlendirilmesinde Kullanılacak Akım Şeması: Toprak ve Yeraltı Suyu (U.S. EPA, 1989)

Şekil 5.2. Kirlenmenin Ortamına Değerlendirilmesinde Kullanılacak Akım Şeması: Toprak ve Yeraltı Suyu (U.S. EPA, 1989)



Şekil 5.3. Kirlenmenin Çevresel Ortamlardaki Davranışlarının ve Taşınımının Değerlendirilmesinde Kullanılacak Akım Şeması: Toprak ve Yeraltı Suyu (U.S. EPA, 1989)



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

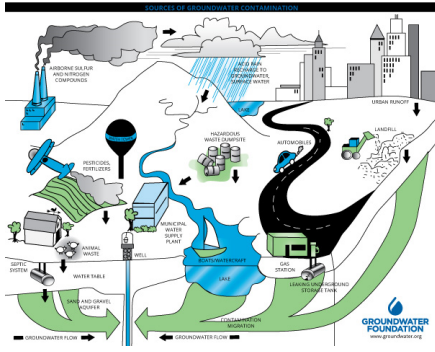
Eksiksiz Taşınım Yolları

«Halihazırda kirlenmiş»
ve «gelecekte kirlenme
potansiyeli» olan
çevresel ortamlar
belirlenir.

Alıcı ile kirleticilerin
temas edeceği
maruz kalınacak
çevresel ortamlar
belirlenir.

Kirleticinin hangi
maruziyet yoluyla
(yutma, soluma,
vb.) alıcının
vücuduna gireceği
belirlenir.

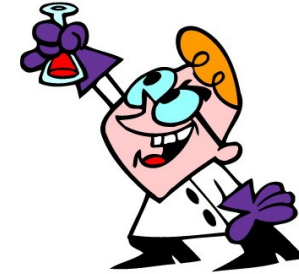
Alıcının kirleticiye
maruz kalacağı
çevresel ortamdaki
konsantrasyonu
belirlenir.



Saha ve çevresindeki
mevcut ve ileride
oluşabilecek arazi
kullanımları, alıcı
cinsleri, vb. kullanılır

Alıcının aldığı önlemler
(eldiven giymek, maske
takmak, vb.) ve davranış
biçimi (su içmek,
yüzmek, vb. kullanılır

Ölçümler yapılır
ya da
modeller kullanılır





Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

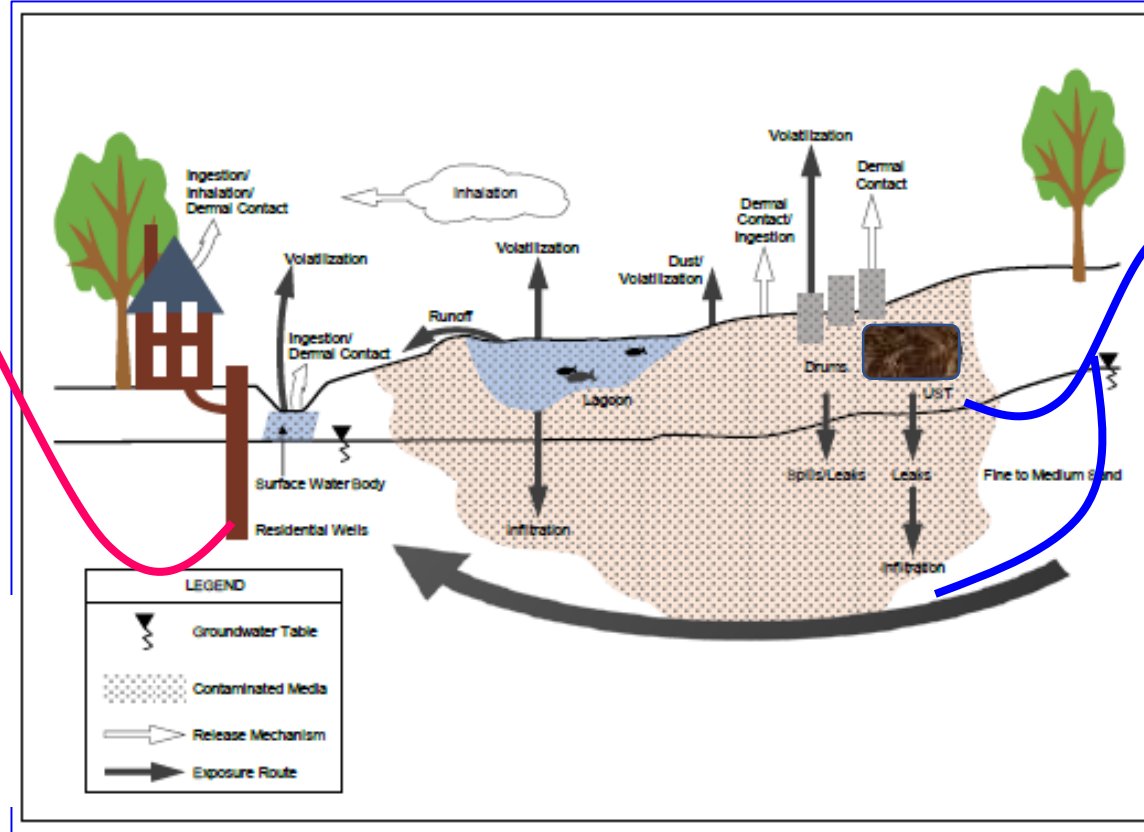
Taşı

SADECE EKSİKSİZ TAŐINIM YOLLARI SAĞLIK RİSKLERİ YARATABİLİR.
KANSEROJEN KİRLETİCİ İNSANIN VÜCUDUNA GİRMİYORSA (TAŐINIM MODELİ EKSİKSE)
İNSANDA SAĞLIK RİSKİ OLUŐMAZ.

Eksiksiz Taşınım Yolu

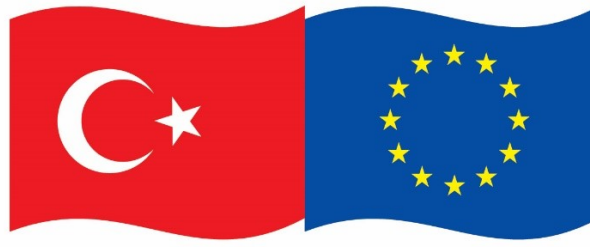
Maruz kalınan
çevresel ortam:
Yeraltı suyu

Maruziyet yolu:
İçme suyunun
yutulması



Kirlenmiş çevresel ortamlar:

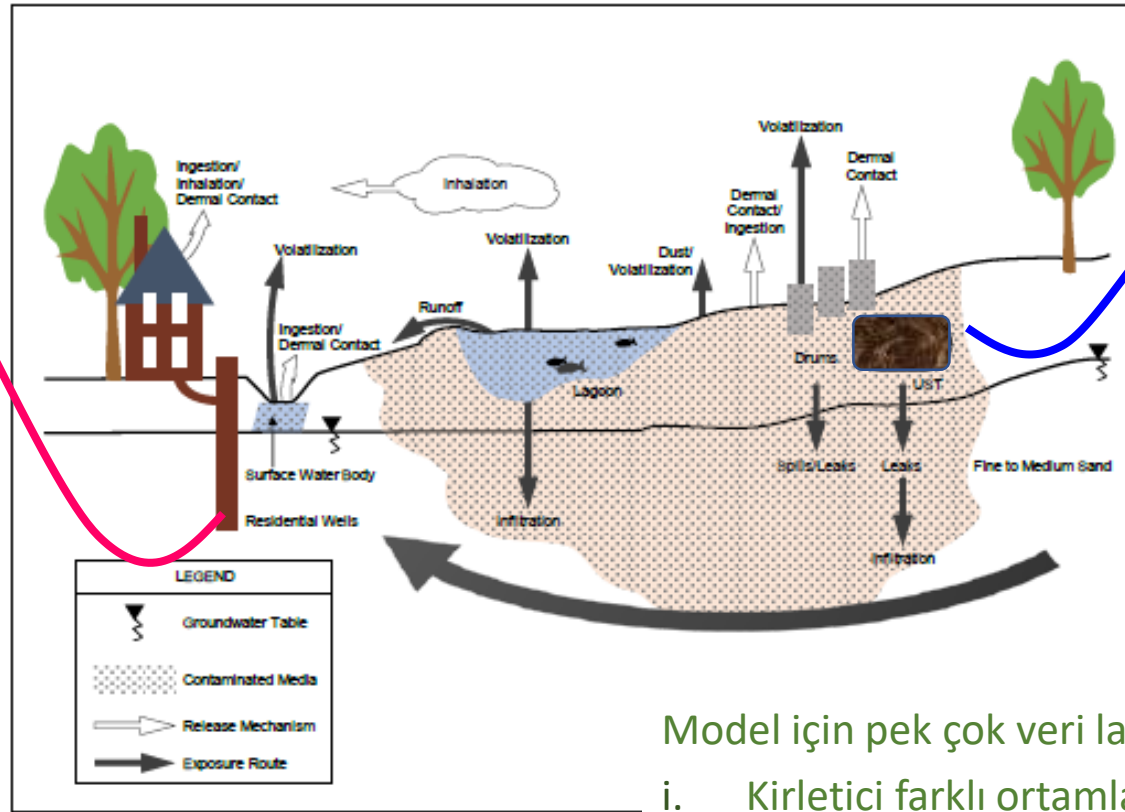
1. Yüzey altı toprağı
2. Yeraltı suyu



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

POP

Eksiksiz Taşınım Yolu



Alıcının maruz kalacağı
çevresel ortamdaki
kirlenici
konsantrasyonu
bilinmeli

1. Bu noktada ölçüm
2. Model

Sızdıran yeraltı
depolama tankı

Model için pek çok veri lazım:

- i. Kirlenici farklı ortamlara nasıl dağılıyor → çözünürlük, yarılanma ömrü, buhar basıncı vb.
- ii. Yeraltı suyunda nasıl hareket diyor → hidrolik iletkenlik, geçirimsizlik, vb.



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

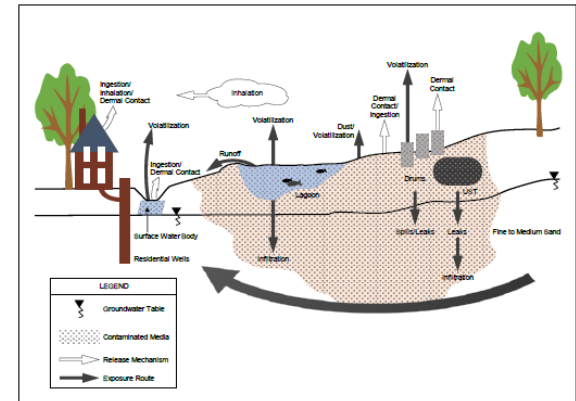
POP

Eksiksiz Taşınım Yolu

- ★ Sahaya özđü girdi parametreleri ne kadar iyi belirlenirse modeller o kadar başarılı/gerçekci şekilde çalıştırılabilir.
- ★ Sahaya özđü gerekli veri/bilgi toplanması Sahaya Özđü Risk Değerlendirmesi aşamasının önemli bir boyutudur.
- ★ Sahaya özđü veriler/bilgiler kullanılarak KSM güncellenir → G_KSM



Eksiksiz Taşınım Yolları

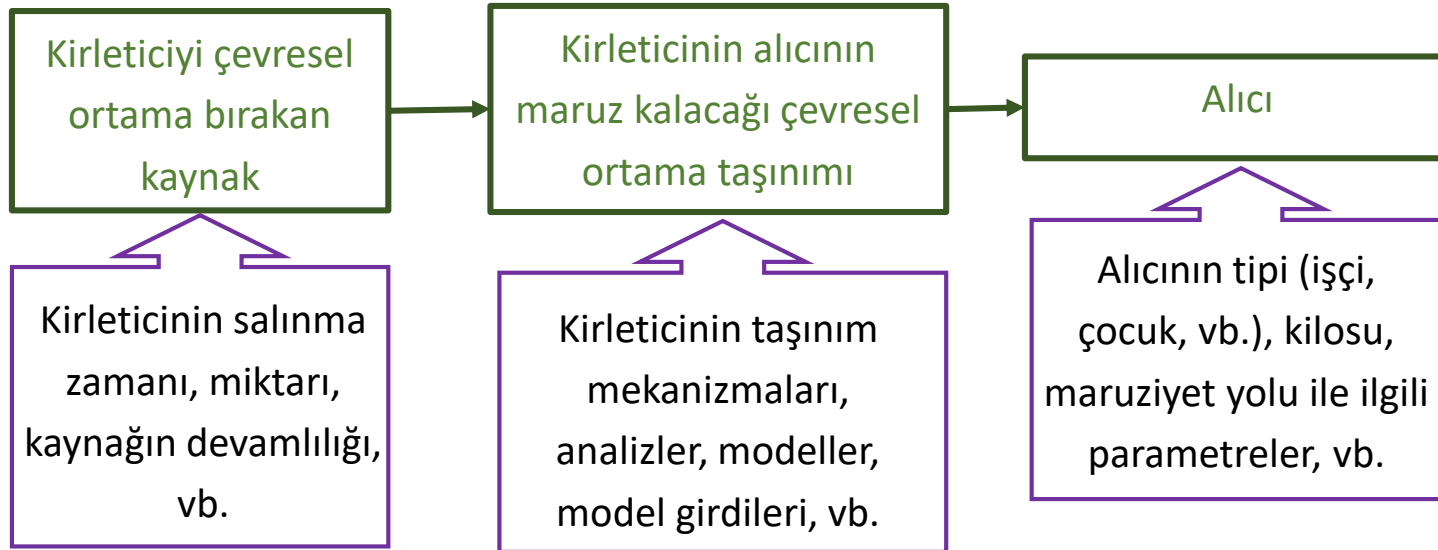




Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi: Sağlık Riskleri

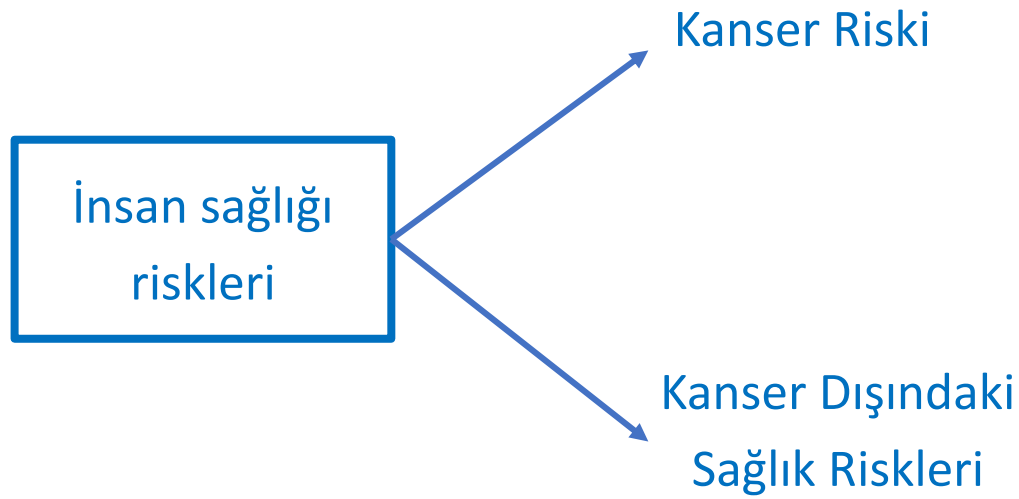
- ★ G_KSM deki tüm eksiksiz taşınım yolları ile alıcıya ulaşan tüm hedef kirleticiler için hem kanser hem de kanser dışındaki sağlık etkilerinin/risklerinin belirlenmesi gerekir.





Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Sahaya Özgü Risk Değerlendirmesi: Sağlık Riskleri



EPA'nın web sitesi → <https://www.epa.gov/risk/human-health-risk-assessment>



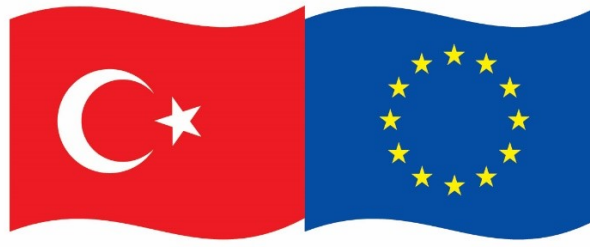
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kanser Risklerinin Hesaplanması

- ★ Kirleticinin kanserojen olması lazım.
- ★ Kanser riski → bir kişinin bir kanserojen kirleticiye ömür boyu maruz kalması sonucunda kanser geliştirme olasılığındaki artış olarak tanımlanır.
- ★ Düşük kanser risklerinin (10^{-2} den küçük) hesaplanmasında aşağıdaki denklem kullanılabilir (EPA, 1989):

$$Risk = CDI \times SF$$

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



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kanser Risklerinin Hesaplanması

[P]

$$Risk = CDI \times$$

- Yutma ve soluma maruziyet yolları için *CDI*
→ *kimyasal alımı*
- Deri teması için *CDI* → *emilen doz*

- IRIS (<https://www.epa.gov/iris>)
- Yutma ve soluma için *SF* değerleri var (IRIS). Deri teması maruziyet yolu için yutmadan modifiye etmek lazım [kontrol etmek lazım hala böyle mi?]

Bu denklem kimyasalın **yutma, soluma ve deri teması** yoluyla vücuda girmesi soucuda oluşacak kanser risklerinin hesaplanmasında kullanılır.



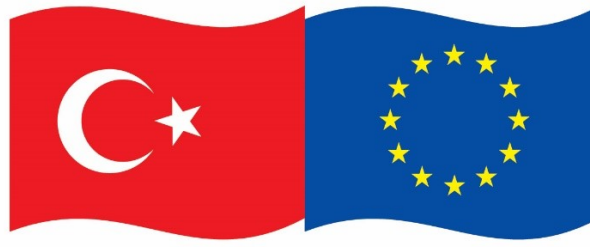
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kanser Dışındaki Sağlık Risklerinin Hesaplanması

- ★ Kanser dışındaki sağlık riskleri alıcının olumsuz sağlık etkileri geliştirmesi olasılığı cinsinden hesaplanmaktadır.
- ★ Kanser dışındaki sağlık riskleri, belirli bir zaman boyunca maruz kalınacak kimyasal alımının benzer süre için geliştirilmiş olan referans kimyasal alımına oranı ile değerlendirilmektedir (EPA, 1989):

$$HI = \frac{\text{Maruz kalınan miktar}}{RfD}$$

Burada *HI* tehlike indeksi (birimsiz), *RfD* referans dozdur.



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kanser Dışındaki Sağlık Risklerinin Hesaplanması

[P]

$$HI = \frac{\text{Maruz kalınan miktar}}{RfD}$$

- Yutma ve soluma maruziyet yolları için *Maruz kalınan miktar* → *kimyasal alımı*
- Deri teması için *Maruz kalınan miktar* → *emilen doz*

- *RfD* → duyarlı bir alıcının bile olumsuz sağlık etkileri yaşamayacağı bir referans maruz kalınan miktar.
- Yutma ve soluma maruziyet yolları için *RfD* değerleri var. Deri teması için yutma değerinin modifiye edilmesi lazım [kontrol etmek lazım hala böyle mi?]

HI > 1 → Olumsuz sağlık etkileri. Değer büyüdükçe olumsuz etkiler büyür.



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kanser Dışındaki Sağlık Risklerinin Hesaplanması

$$HI = \frac{\text{Maruz kalınan miktar}}{RfD}$$

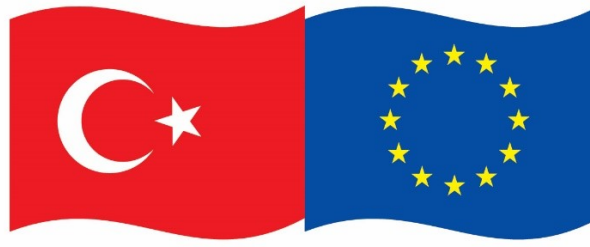
- *RfD* → duyarlı bir alıcının bile olumsuz sağlık etkileri yaşamayacağ bir referans maruz kalınan miktar

Kanser dışındaki sağlık riskleri

- kronik → 7 yıl - ömür boyu
- yarı-kronik → 2 hafta -7 yıl
- kısa-sürelili → 2 haftadan kısa

maruziyetler için ayrı ayrı hesaplanmalı.

Her biri için ilgili *RfD* kullanılmalı



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kimyasal Alımı ve Emilen Doz Hesapları

[P]

Yutma, soluma veya deri teması maruziyet yolu ayrıımı gözetmeksizin,
kimyasal alım (EPA, 1989):

kimyasalın maruz kalınan çevresel ortamdaki konsantrasyonu (Ör: mg/L su)

temas oranı veya birim zamanda ya da olayda temas edilmiş ortam miktarı (Ör: L/gün)

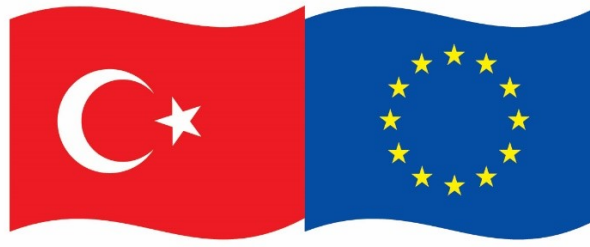
maruziyet sıklığı (Ör: gün/yıl)

maruziyet süresi (Ör: yıl)

Kimyasal alım $\left(\frac{mg}{kg - gün} \right) = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT}$

vücut ağırlığı (Ör: kg)

ortalama zamanı (Ör: gün)



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kimyasal Alımı ve Emilen Doz Hesapları

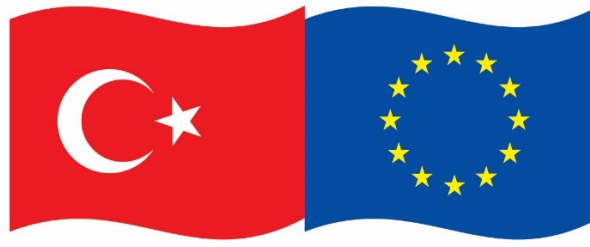
[P]

Yutma, soluma veya deri teması maruziyet yolu ayırımı gözetmeksizin, *kimyasal alım* (EPA, 1989):

$$\text{Kimyasal alım} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg} - \text{gün}} \right) = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

Kimyasal alım hesabında kullanılan parametrelerin değeri **olası en yüksek maruz kalınan kirletici miktarını** verecek şekilde seğilmelidir.

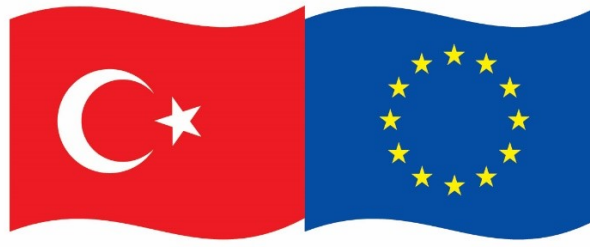
Olası en yüksek maruz kalınan kirletici miktarının belirlenmesinde her bir parametre için yararlanılabilecek öneriler Kirlenmiş Saha Değerlendirme Teknik Rehberinde verilmiştir.



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kimyasal Alımı ve Emilen Doz Hesapları

- ★ *Kimyasal alım ve Emilen doz hesaplamalarında kullanılacak denklemler aşağıdaki maruziyet yolları için Kirlenmiş Saha Risk Değerlendirme Teknik Rehberinde (2009) verilmiştir:*
 - ✓ Suyun içilmesi yoluyla kimyasal alımı
 - ✓ Sudaki kimyasalların deri teması yoluyla alımı
 - ✓ Topraktaki kimyasalların yutma yoluyla alımı
 - ✓ Topraktaki kimyasalların deri teması yoluyla alımı
 - ✓ Havada buhar halinde bulunan kimyasalların soluma yoluyla alımı
 - ✓ Havada partikül fazındaki kimyasalların soluma yoluyla alımı
 - ✓ Kimyasallarla kirlenmiş olan besinlerin (balık, kabuklu deniz ürünleri, sebze, meyve, et, yumurta ve süt ürünleri gibi) tüketilmesi yoluyla kimyasal alımı



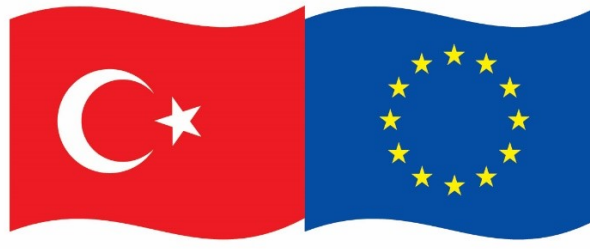
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Suyun İçilmesi Yoluyla Kimyasal Alımı

- ★ Alıcının kimyasallarla kirlenmiş yeraltı veya yüzey suyunu içme yoluyla kimyasal alımı:

$$\text{Kimyasal alım} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg} - \text{gün}} \right) = \frac{CW \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

burada CW maruz kalınan sudaki kimyasal konsantrasyonu (mg/L), IR yutma oranı (L/gün), EF maruziyet sıklığı (gün/yıl), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlılı (kg), AT ortalama zamanıdır (gün).



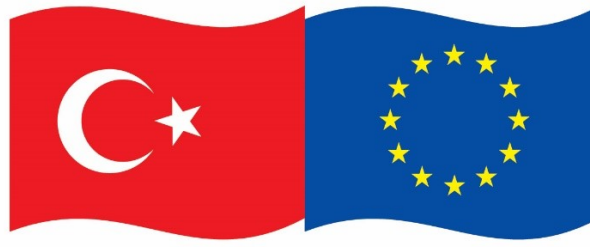
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Sudaki Kimyasalların Deri Teması Yoluyla Alımı

- ★ Alıcının kimyasallarla kirlenmiş yüzey suyunda yüzerken, sığ suda yürürken, kimyasallarla kirlenmiş suyu evde temizlik yaparken ya da banyo yaparken deri teması yoluyla kimyasal alımı:

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

burada CW maruz kalınan sudaki kimyasal konsantrasyonu (mg/L), SA temasa açık deri yüzey alanı (cm²), PC kimyasala özğü deri geçirgenlik sabiti (cm/saat), ET bir gündeki maruziyet süresi (saat/gün), EF maruziyet sıklığı (gün/yıl), ED maruziyet süresi (yıl), CF su için hacimsel dönüşüm faktörü (1 L/1000 cm³), BW vücut ağırlılı (kg), AT ortalama zamanıdır (gün).



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Topraktaki Kimyasalların Yutma Yoluyla Alımı

- ★ Alıcının kimyasallarla kirlenmiş toprağın yanlışlıkla/istemsiz olarak yutulması yoluyla kimyasal alımı:

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

burada CS yüzey toprağındaki kimyasal konsantrasyonu (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 ağırlılı (kg), AT ortalama zamanıdır (gün).



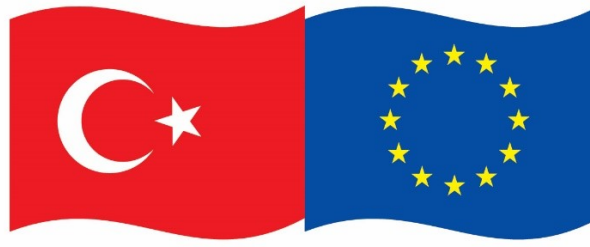
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Topraktaki Kimyasalların Deri Teması Yoluyla Alımı

- ★ Alıcının kimyasallarla kirlenmiş toprağa deri temasında bulunması sonucu emilen doz:

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

burada CS yüzey toprağındaki kimyasal konsantrasyonu (mg/kg), CF dönüşüm faktörür (10^{-6} kg/mg), SA temasa açık deri yüzey alanı (cm^2), AF topraktan deriye yapışma faktörü (mg/ cm^2 -olay), ABS deriden emilme faktörü (birimsiz), EV olay frekansı (olay/gün), EF maruziyet sıklığı (gün/yıl), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlılı (kg), AT ortalama zamanıdır (gün).



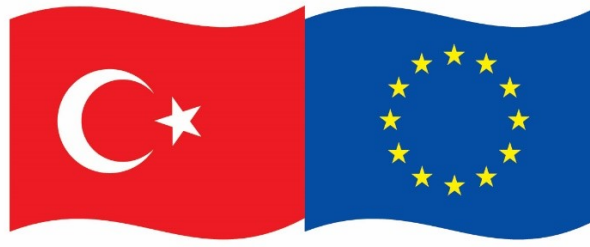
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Havada Buhar Halinde Bulunan Kimyasalların Soluma Yoluyla Alımı

★ Alıcının havada buhar halinde bulunan kimyasalları soluma yoluyla alımı:

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

burada CA havadaki kimyasal konsantrasyonu (mg/m^3), IR_a soluma oranı (m^3/saat), ET bir gündeki maruziyet süresi ($\text{saat}/\text{gün}$), EF maruziyet sıklığı ($\text{gün}/\text{yıl}$), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlılı (kg), AT ortalama zamanıdır (gün).



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Havadaki Partikül Fazındaki Kimyasalların Soluma Yoluyla Alımı

★ Alıcının havada partikül fazındaki kimyasalları soluma yoluyla alımı:

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

burada CA havadaki kimyasal konsantrasyonu (mg/m^3), IR soluma oranı (m^3/saat), ET bir gündeki maruziyet süresi ($\text{saat}/\text{gün}$), EF maruziyet sıklığı ($\text{gün}/\text{yıl}$), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlılı (kg), AT ortalama zamanıdır (gün).



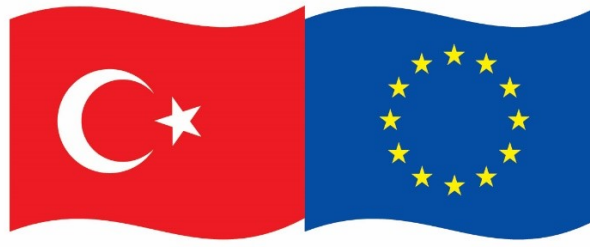
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kimyasallarla Kirlenmiş Olan Besinlerin Tüketilmesi Yoluyla 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





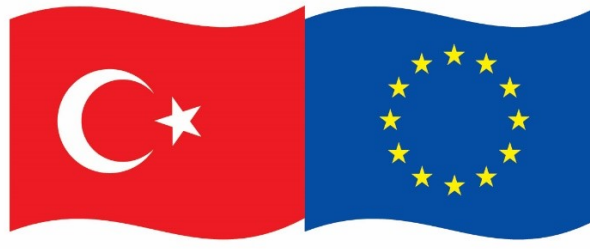
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kimyasallarla Kirlenmiş Olan Besinlerin Tüketilmesi Yoluyla Alımı

- ★ Alıcının kimyasallarla kirlenmiş olan balık ve kabuklu deniz ürünlerini, meyve sebzeleri ve et, yumurta ve süt ürünlerini yemesi yoluyla alımı:

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

burada CF besindeki kimyasal konsantrasyonu (mg/m^3), IR yutma oranı ($\text{kg}/\text{öğün}$), FI kirlenmiş kaynaktan yenilen oran (birimsiz), EF maruziyet sıklığı ($\text{öğün}/\text{yıl}$), ED maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlılı (kg), AT ortalama zamanıdır (gün).



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kimyasal Alımı

- ★ Kimyasal alım formüllerinde görüldüğü üzere kimyasal alım maruz kalınan konsantrasyon ile doğru orantılı olarak değişmektedir.





Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Kimyasal Alımı

- ★ Kimyasal alım formüllerinde farklı arazi kullanım amaçlarına (iř yeri, ev, park, vb.) ve farklı alıcılara (yetişkin, çocuk, vb.) göre farklı değerler alması gereken parametreler mevcuttur.

EPA'nın Exposure Factors Handbook
(US EPA, 1997)
dokümanından yararlanılabilir.



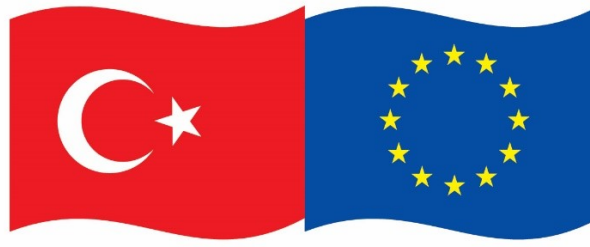
Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Toplam Kanseri Riski ve Toplam Tehlike İndeksi

- ★ Alıcının birden fazla kimyasala maruz kaldığı durumlarda tüm maruz kaldığı kimyasallardan kaynaklanan toplam sağlık risklerinin hesaplanması gereklidir.
- ★ Alıcının birden fazla kimyasala maruz kalması sonucunda oluşacak kanser riski:

$$Risk_T = \sum_i Risk_i$$

burada $Risk_T$ toplam kanser riski, $Risk_i$ ise i kimyasalından kaynaklanan kanser riskidir ve i kansere sebep olacak tüm kimyasalları içermelidir.



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Toplam Kanser Riski ve Toplam Tehlike İndeksi

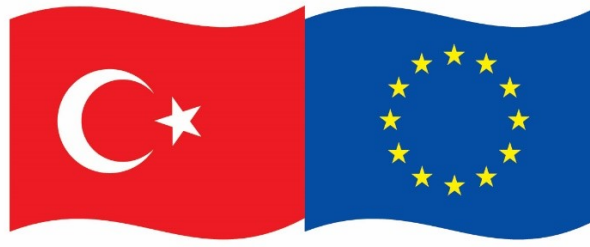
- ★ Alıcının birden fazla kimyasala maruz kalması sonucunda oluşacak kanser dışındaki sağlık etkileri:

$$HI = \sum_i \frac{\text{Maruz kalınan miktar}_i}{RfD_i}$$

burada *Maruz kalınan miktar_i*, *i* kimyasalı için *kimyasal alımı* ya da *emilen doz*, *RfD_i* ise *i* kimyasalı için referans dozdur.

$HI > 1 \rightarrow$ Muhtemel sağlık etkileri beklenebilir

- ★ Farklı maruz kalma süreleri (kronik, yarı-kronik veya kısa-sürelili) farklı *HI* değerleri hesaplanmalıdır.



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Toplam Kanser Riski ve Toplam Tehlike İndeksi

- ★ Ancak pek çok kimyasal için genellikle kronik RfD_i değerleri mevcuttur; dolayısıyla genellikle risk değerlendirmesinde kronik HI değerleri kullanılır:

$$HI = \sum_i \frac{CDI_i}{RfD_i}$$

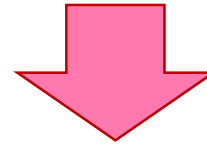
burada CDI_i , i kimyasalı için kronik günlük *kimyasal alımı* (mg/kg-gün), RfD_i ise i kimyasalı için kronik referans referans dozdur (mg/kg-gün).



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Toplam Kanser Riski ve Toplam Tehlike İndeksi

- ★ Sahaya özđü risk değerlendirmesinin son aşaması, her bir alıcının kirleticilere maruz kalacağı tüm eksiksiz taşınım yollarından alacağı miktarlardan kaynaklanan kanser ve kanser dışındaki sağlık risklerinin hesaplanmasıdır.



Her bir alıcı için Toplam Risk
alıcının tüm eksiksiz taşınım yollarıyla maruz kaldığı
tüm kimyasallardan kaynaklanan riskler toplanarak
hesaplanır



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Toplam Kanser Riski ve Toplam Tehlike İndeksi

- ★ Alıcının eksiksiz taşınım yolu j vasıtasıyla geliştireceği kanser olma riski, $Risk(\text{eksiksiz taşınım yolu})_j$ aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$Risk(\text{eksiksiz taşınım yolu})_j = \sum_i Risk_i^j$$

burada $Risk_i^j$ j taşınım yoluyla alıcıya ulaşan i kimyasalının oluşturacağı kanser riskidir

- ★ Toplam kanser riski de tüm eksiksiz taşınım yollarından kaynaklanan riskler toplanarak hesaplanır:

$$\text{Toplam Risk} = \sum_j Risk(\text{eksiksiz taşınım yolu})_j$$



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Toplam Kanser Riski ve Toplam Tehlike İndeksi

- ★ Benzer şekilde alıcının eksiksiz taşınım yolu j vasıtasıyla geliştireceği kanser dışındaki sağlık etkileri, $HI(\text{eksiksiz taşınım yolu})_j$ aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$HI(\text{eksiksiz taşınım yolu})_j = \sum_i HI_i^j$$

burada HI_i^j j taşınım yoluyla alıcıya ulaşan i kimyasalının oluşturacağı kanser dışındaki sağlık etkileridir.

- ★ Toplam kanser kanser dışındaki sağlık etkileri de tüm eksiksiz taşınım yollarından kaynaklanan etkiler toplanarak hesaplanır:

$$\text{Toplam HI} = \sum_j HI(\text{eksiksiz taşınım yolu})_j$$



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

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	Solunma	Deri Teması	Maruziyet Yolları Toplamı	Birincil Hedef Organ(lar)	Yutma	Solunma	Deri Teması	Maruziyet Yolları Toplamı
Yeraltı Suyu	Yeraltı Suyu		Bis(2-etilheksil)ftalat	7E-07		1E-06	2E-05	Karaciğer	0,007		0,01	0,02

Çizelge 5.3. (Devam)

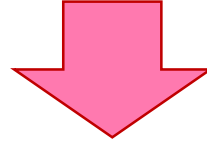
Kaynağın Kirlettiği Çevresel Ortam	Maruz Kalınan Çevresel Ortamı	Maruziyet Noktası	Hedef Kirleticiler	Kanser Riski				Tehlike Endeksi (Kanser Dışındaki Sağlık Riskleri)				
				Yutma	Solunma	Deri Teması	Maruziyet Yolları Toplamı	Birincil Hedef Organ(lar)	Yutma	Solunma	Deri Teması	Maruziyet Yolları Toplamı
Birincil Alandaki Yüzey Toprağı	Birincil Alandaki Yüzey Toprağı	Birincil Alandaki Yüzey Toprağı	4,4'-DDD	5E-08								
			4,4'-DDE	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					
İkincil Alandaki Yüzey Toprağı	Birincil Alandaki Yüzey Toprağı	Birincil 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	
							7E-06				0,2	
							3E-03				26	



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Toplam Kanser Riski ve Toplam Tehlike İndeksi

- ★ Sağlık risklerinin hesaplanmasında pek çok varsayım kullanılır.
- ★ Dolayısıyla hesaplanan sağlık riskleri tüm bu varsayımlardan kaynaklanan pek çok belirsizlik içerir.



Sağlık risk değerlendirmesi aşamalarında kullanılan tüm varsayımların açık ve eksiksiz şekilde raporlanması elde edilen sonuçların sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi ve gerekli risk yönetim stratejilerinin tasarlanabilmesi için şarttır.



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

Temizleme

- ★ *Toplam Risk ve Toplam HI* değerleri kullanılarak sahada temizlemenin gerekli olup olmadığına karar verilir.
- ★ Her bir alıcı-arazi kullanımı kombinasyonu için *Toplam Risk ve Toplam HI* değerleri sırasıyla 10^{-5} ve 1 değerleri ile karşılaştırılarak aşağıdaki kararlardan biri alınır:
 1. **Karar 1:** Sahadaki tüm alıcı-arazi kullanım amacı kombinasyonları için $Toplam Risk < 10^{-5}$ ve $Toplam HI < 1$ ise Temizleme İşlemi Gerekli Değil kararı alınır ve saha Takip Gerektirmeyen Saha listesine geri alınır.
 2. **Karar 2:** Aksi takdirde Temizleme İşlemi Gereklidir kararı alınır ve saha Kirlenmiş Saha olarak sınıflandırılır.



Bu Proje, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilmektedir.

TEŐEKKÜR EDERİZ...