

# Kalıcı Organik Kirleticilere (KOK'lar) Giriş

Prof. Dr. Ivan Holoubek

"Türkiye'de Metal Endüstrisinden Kaynaklanan Dioksin Salımları Hakkında Eğitim, Değerlendirme  
ve Azaltım Projesi "

İskenderun Anemon Hotel, Türkiye, 22 Mart 2017



UNITED NATIONS  
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

dekonta

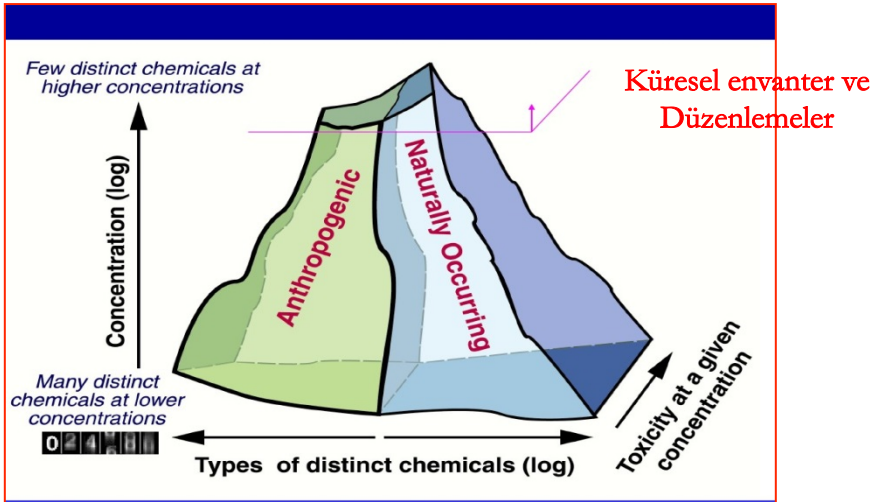
## KOK'lara Giriş

- ↪ KOK'lar – genel tanım;
- ↪ KOK'ların anlaşılması;
- ↪ Özellikler, problemler, Kirli 12, yeni KOK'lar;
- ↪ KOK'ların kaynakları;
- ↪ KOK'ların toksikolojisi ve ekotoksikolojisi;
- ↪ KOK'lar açısından sınır ötesi etki.

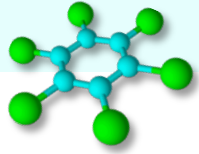
## KOK'lara Giriş

- ↪ KOK'lar – genel tanım;
- ↪ KOK'ların anlaşılması;
- ↪ Özellikler, problemler, Kirli 12, yeni KOK'lar;
- ↪ KOK'ların kaynakları;
- ↪ KOK'ların toksikolojisi ve ekotoksikolojisi;
- ↪ KOK'lar açısından sınır ötesi etki.

# Çevre Kirliliği



# Toksikolojik Kimyasallar



Pestisitler



Yanma prosesi ürünleri



Kişisel bakım ürünleri (KBÜ)



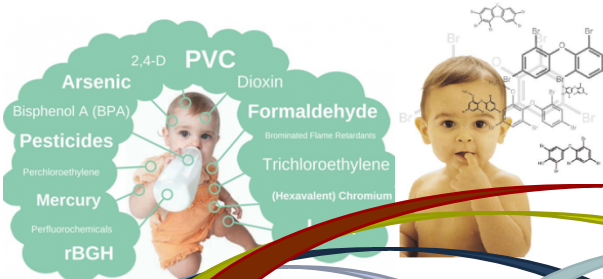
Gıda ambalajları



Atıklar



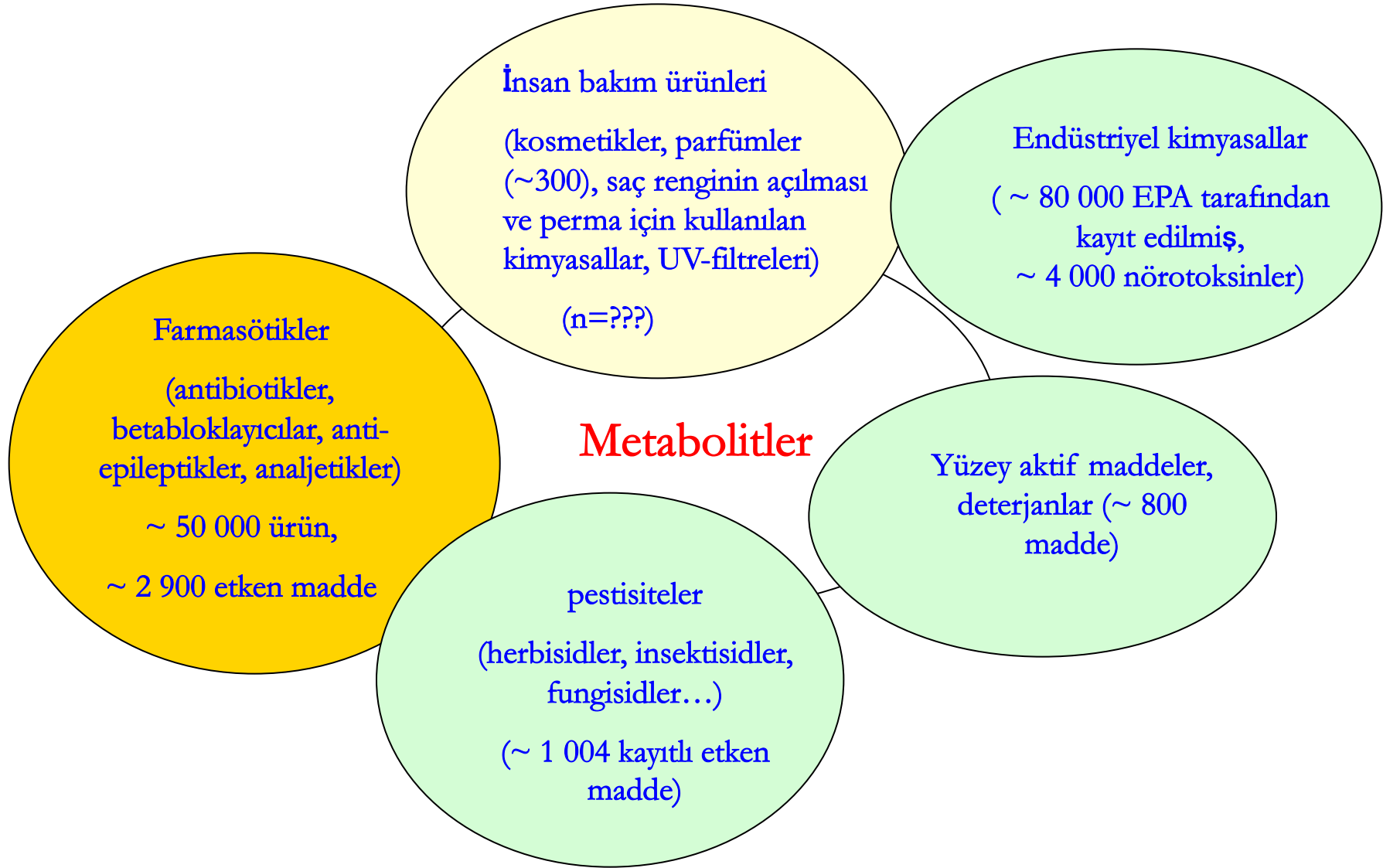
Tekstil



Hayat boyu maruziyet

Çevresel Oluşum= İnsan organizmasına potansiyel transfer olasılığı  
Doğum öncesi dönem dahil bütün yaş kategorilerinde maruziyet düzeyini belirlemeliyiz  
Sağlık etkileri ilerlemiş yaşlara ertelenebilir

# Günümüzdeki Çevresel Kimyasallar



# Ne hakkında konuşuyoruz?

- ↪ İstenmeden olan salımlar
- ↪ Havaya, suya, toprağa, atık ürünlere salımlar

Salınan 5.7 milyon ton kirleticinin büyük bir kısmı, kalıcı, biyobirikimli veya toksik olarak kabul edilen kimyasallardan oluşmaktadır.

970 000 tonu bilinen veya şüpheli kanserojendir

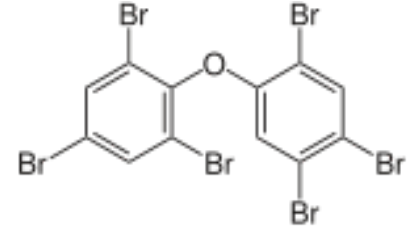
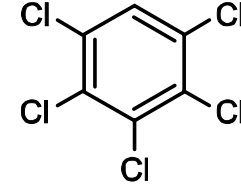
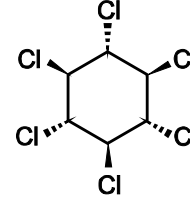
857 000 tonu üreme ve gelişme için toksik olarak değerlendirilen kimyasallardır

(UNEP Chemicals, 2012)

# KOK'ların Riskleri

## Kalıcı Organik Kirleticiler

- ↪ Kalıcı
- ↪ Biobirikim
- ↪ Potansiyel uzun mesafeli taşınım
- ↪ İnsan sağlığına ve çevreye olumsuz etki riski

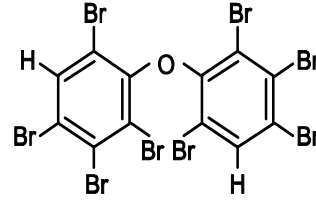




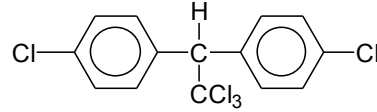
# Kalıcı Organik Kirleticiler

Ana gruplar:

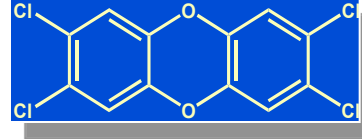
↪ Teknik kimyasallar



↪ Pestisitler



↪ Endüstriyel yan ürünler



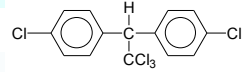
↪ Atıklar

↪ Kullanılmayan KOK'lar

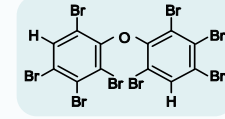
↪ Kirlenmiş alanlar



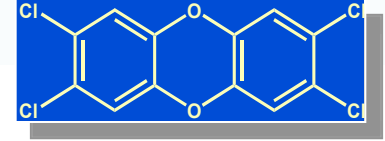
# İsteyerek ve İstenmeden Üretilen KOK'lar



↪ **İsteyerek Üretilen (IP):** Klorlu pestisitler, trafo/kapasitör yağları (PCB), polibromlu alev geciktiricileri , ...



↪ **İstenmeden Üretilen (UP):** Dioksinler/furanlar (termal proseslerde yan ürün)



Atıkların yok edilmesi (IP) - İmha  
(conservation)



Yığınların yok edilmesi (IP) - İmha  
(conservation)

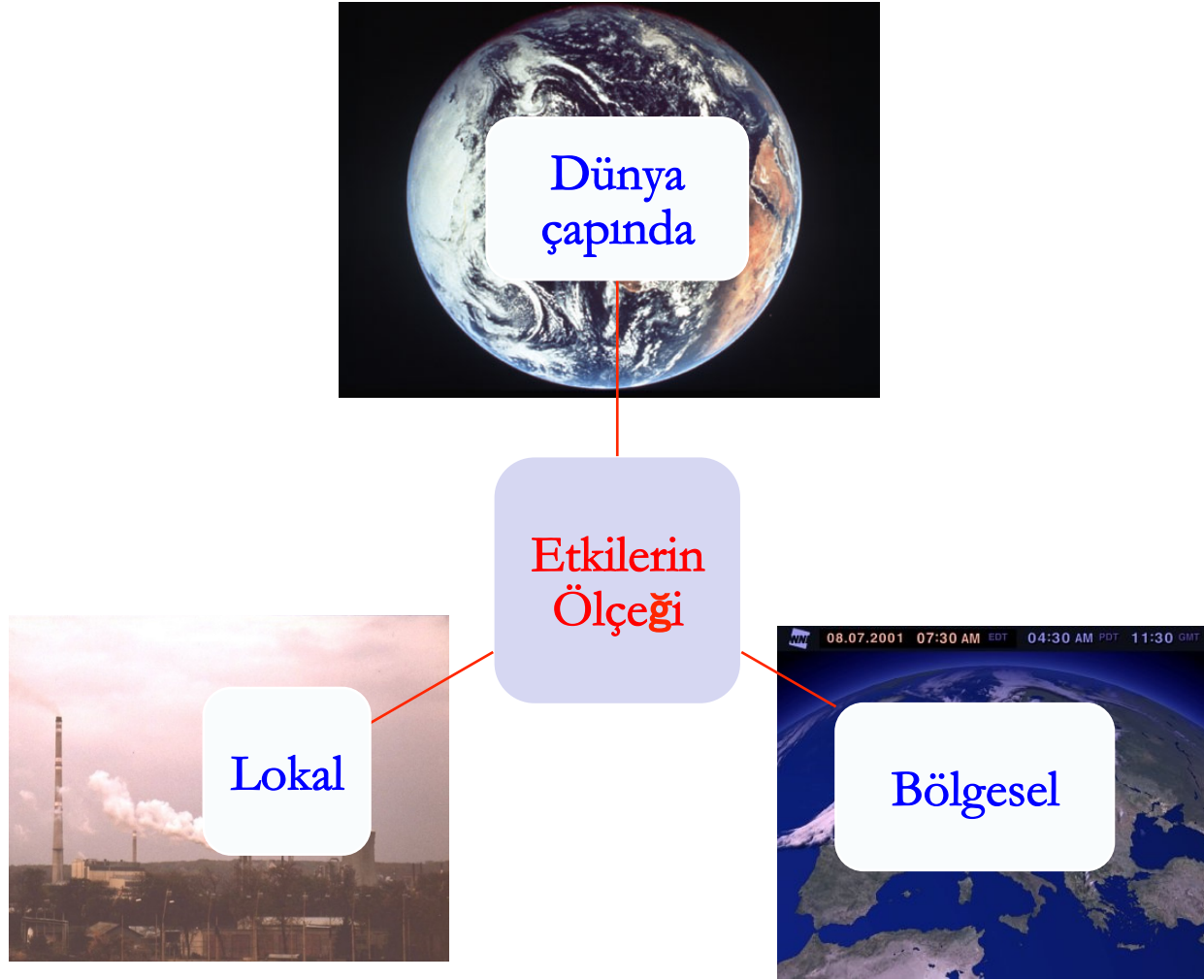
Yan ürünlerin yok edilmesi (UP) – önleme ve imha



Decontamination (IP + UP) - toprakların, çamurların, suyun, sedimenlerin vb... iyileştirilmesi



# Etkilerin Ölçęęi

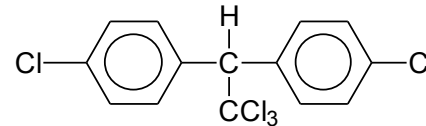


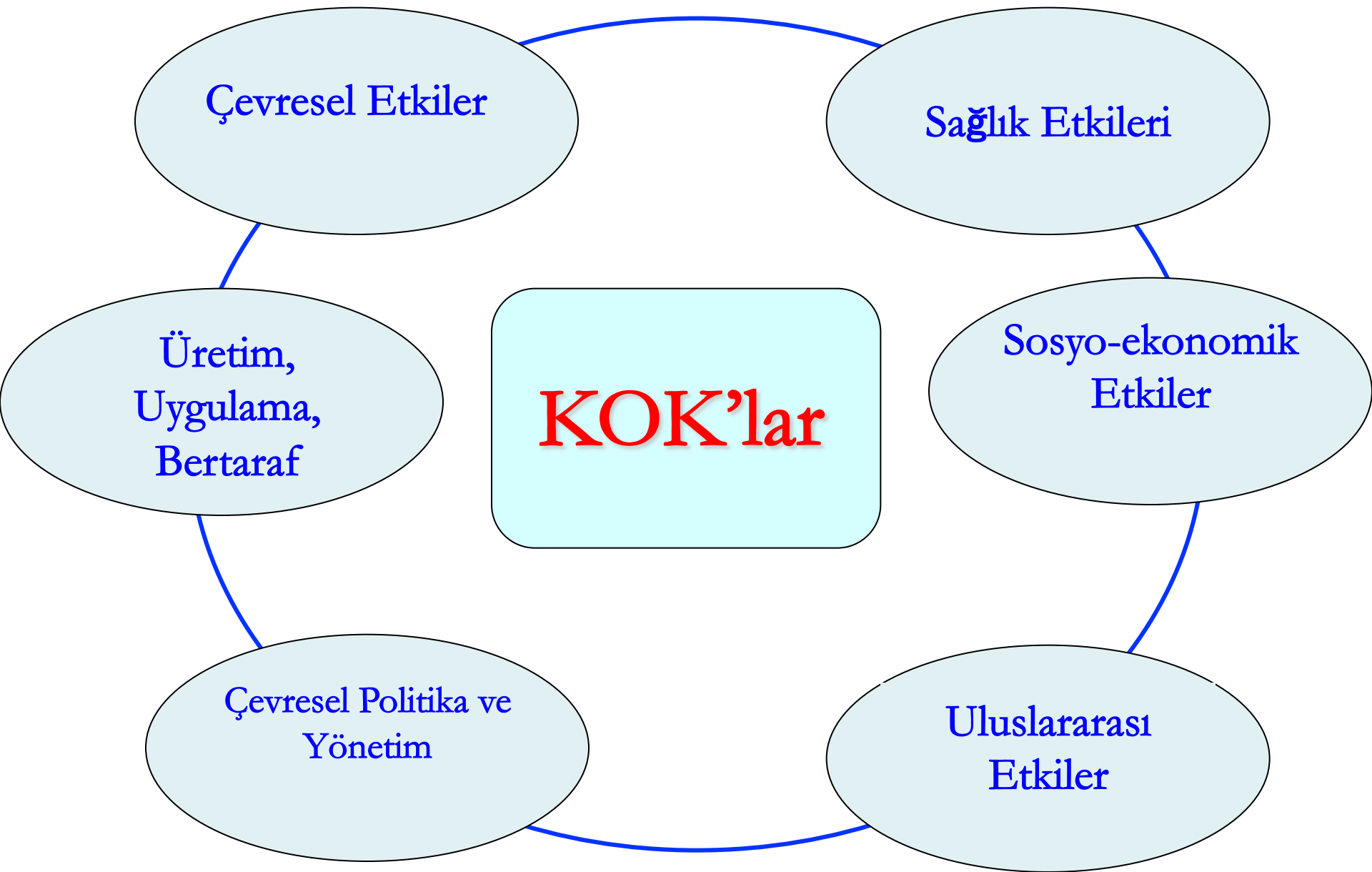
## KOK'lara Giriş

- ↪ KOK'lar – genel tanım;
- ↪ **KOK'ların anlaşılması;**
- ↪ Özellikler, problemler, Kirli 12, yeni KOK'lar;
- ↪ KOK'ların kaynakları;
- ↪ KOK'ların toksikolojisi ve ekotoksikolojisi;
- ↪ KOK'lar açısından sınır ötesi etki.

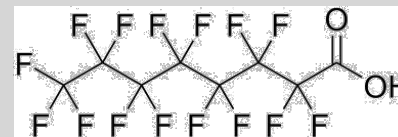
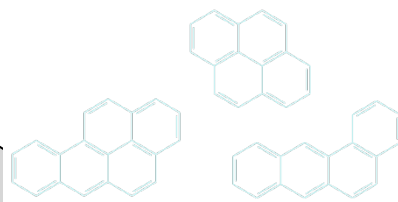
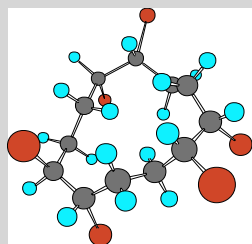
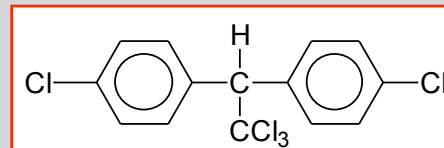
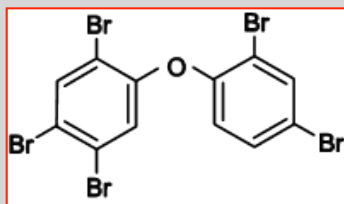
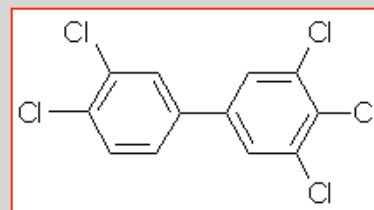
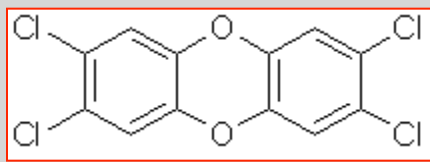
# «Anlaşılmak» ile ne demek isteniyor?

- ↪ **Anlaşılmak** – fiziksel, kimyasal özellikler- kaynaklar, taşınım, etkiler
- ↪ **Özellikler** – **KOK'ların tanımı**– kalıcılık, hidrofobisite, lipofilite (yağ severlik), abiotik birikme/biobirikirlik, uzun mesafe taşınım
- ↪ **Taşınım** – taşınım, transport, dönüşüm, dağılım, denge – çevresel davranışın kavranması
- ↪ **Etkiler** – geniş çerçevede, tek bileşik, toksik karışımlar
- ↪ **Tespit etme/izleme** – faz dağılımı, özellikler
- ↪ **Teknolojiler** – bertaraf, imha, iyileştirme
- ↪ **Karar verme prosesi**





# KOK'lar

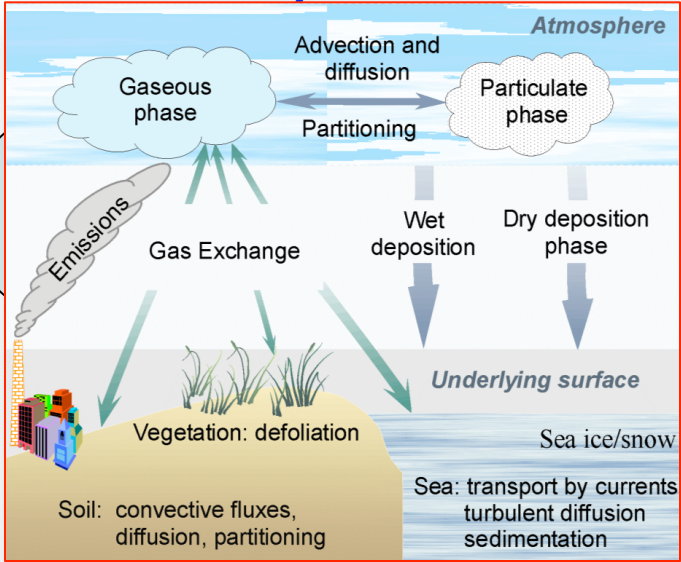


## KOK'lara Giriş

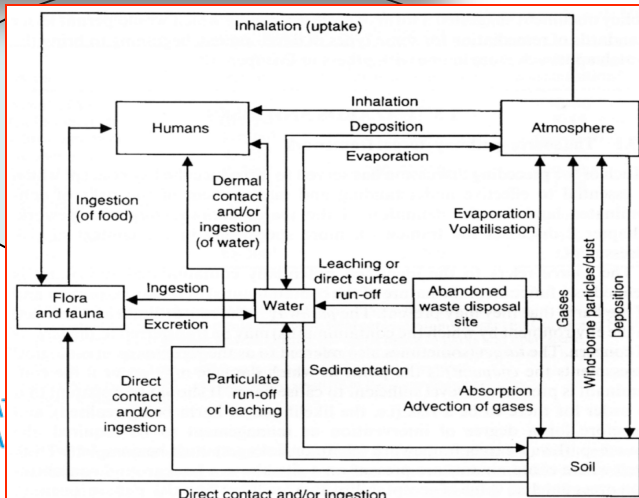
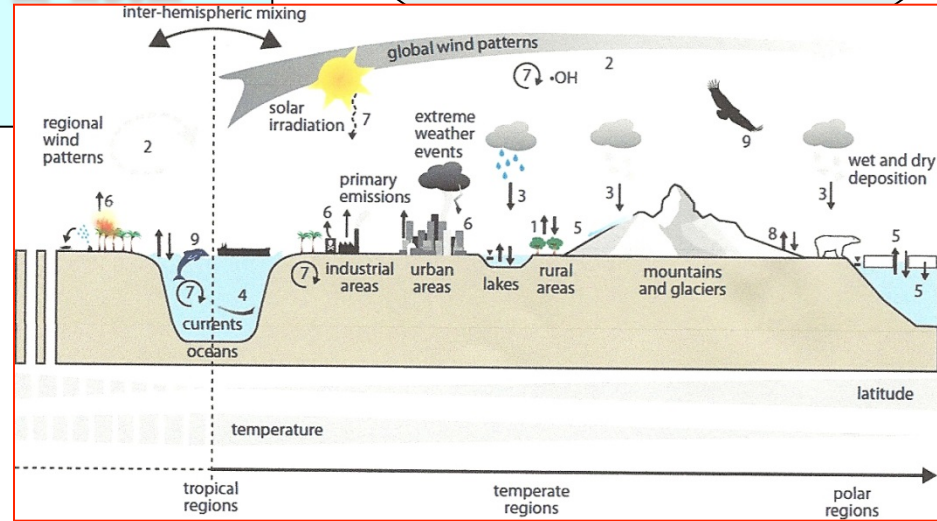
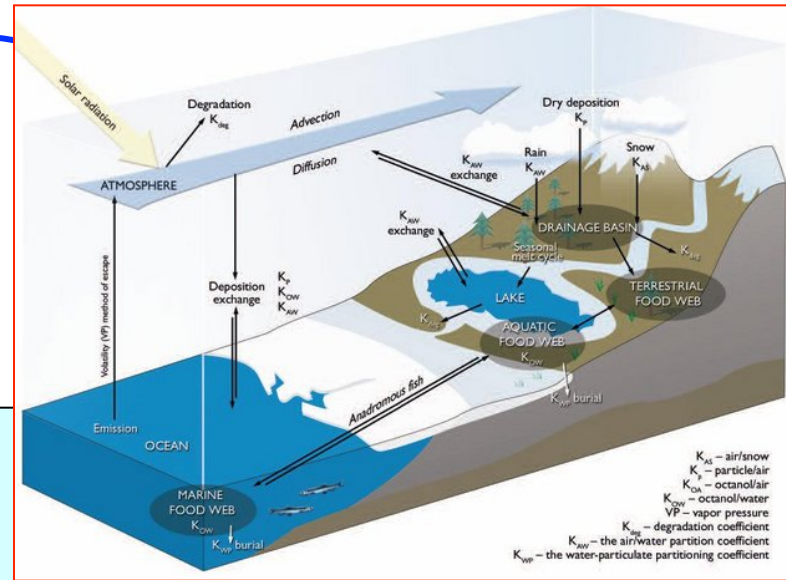
- ↪ KOK'lar – genel tanım;
- ↪ KOK'ların anlaşılması;
- ↪ Özellikler, problemler, Kirli 12, yeni KOK'lar;
- ↪ KOK'ların kaynakları;
- ↪ KOK'ların toksikolojisi ve ekotoksikolojisi;
- ↪ KOK'lar açısından sınır ötesi etki.



# Çevresel Etkiler

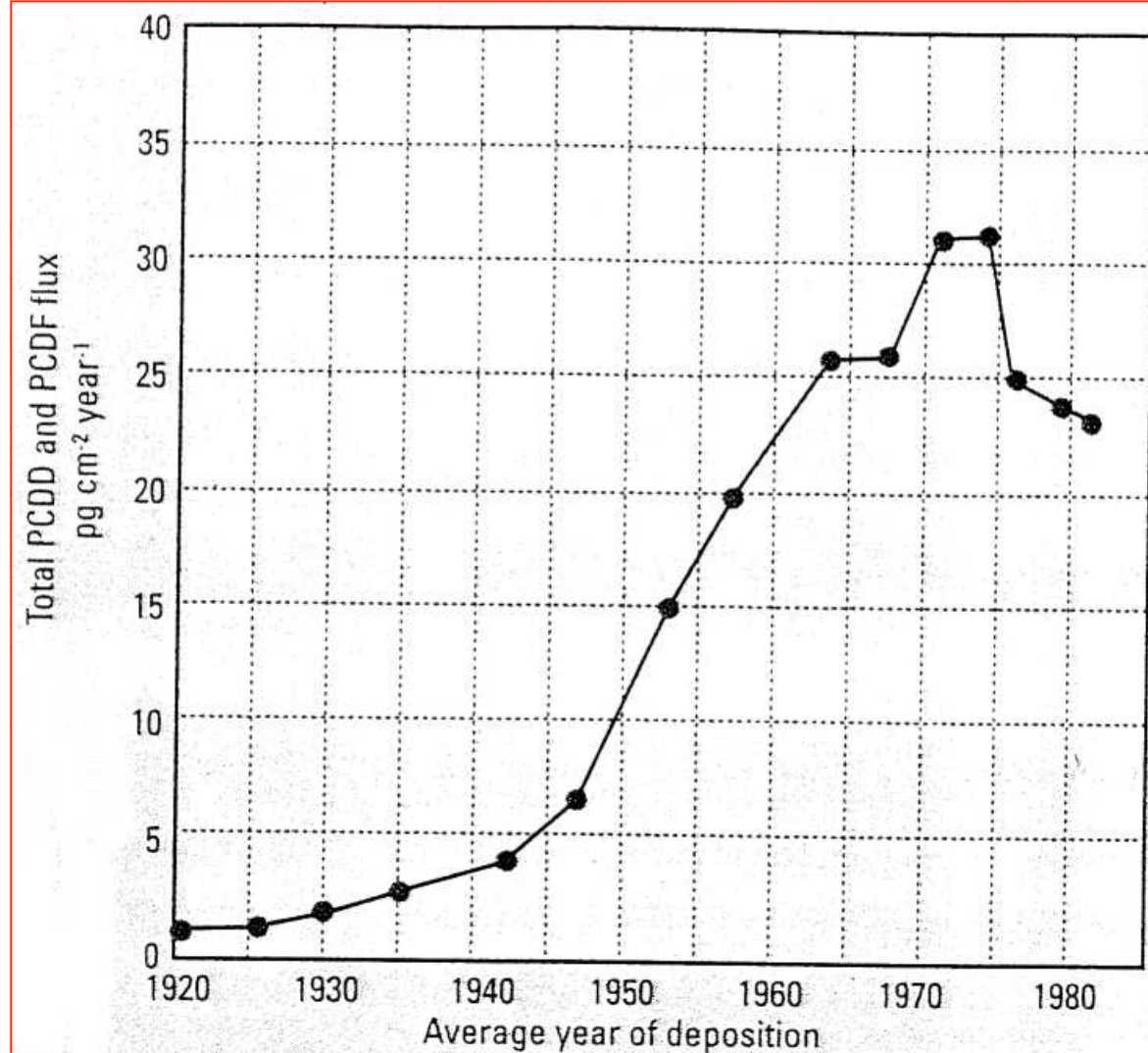


# KOK'lar



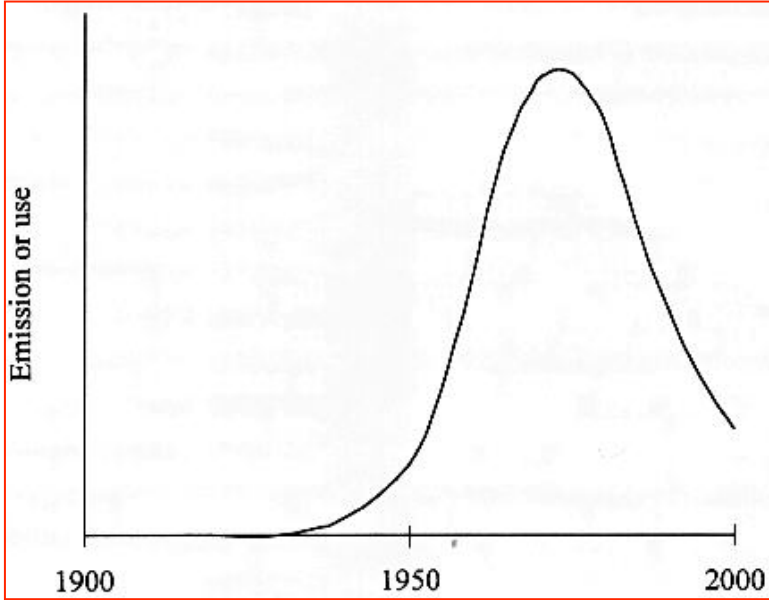
konta

# PCDD/F'ların Çevresel Seviyelerinin Tarihsel Gelişimi

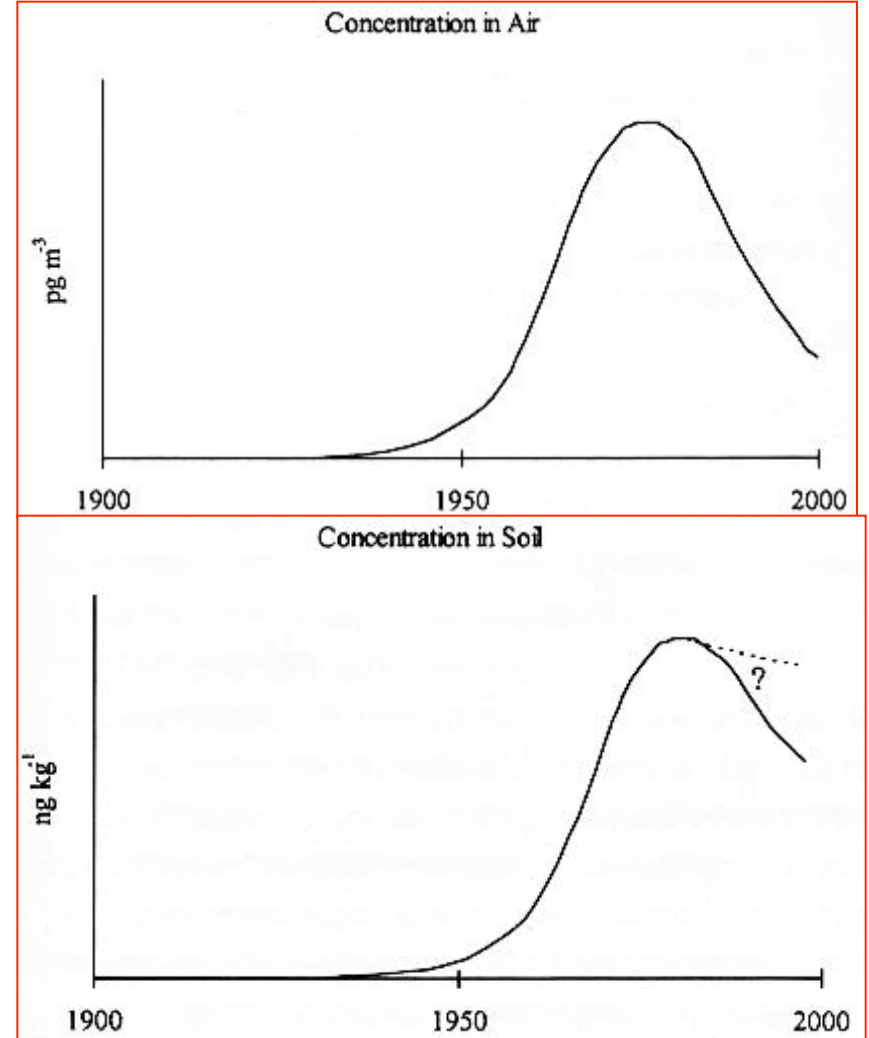


# Geçici Eğilimlerdeki Değişim

## Tipik KOK Zaman Eğilimi

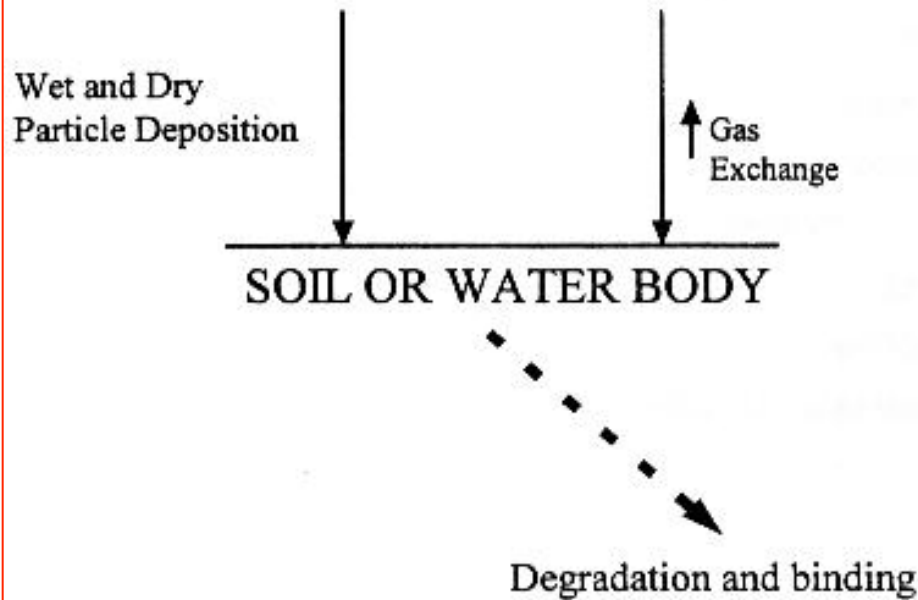


## Hava ve Toprakta tipik KOK'lar

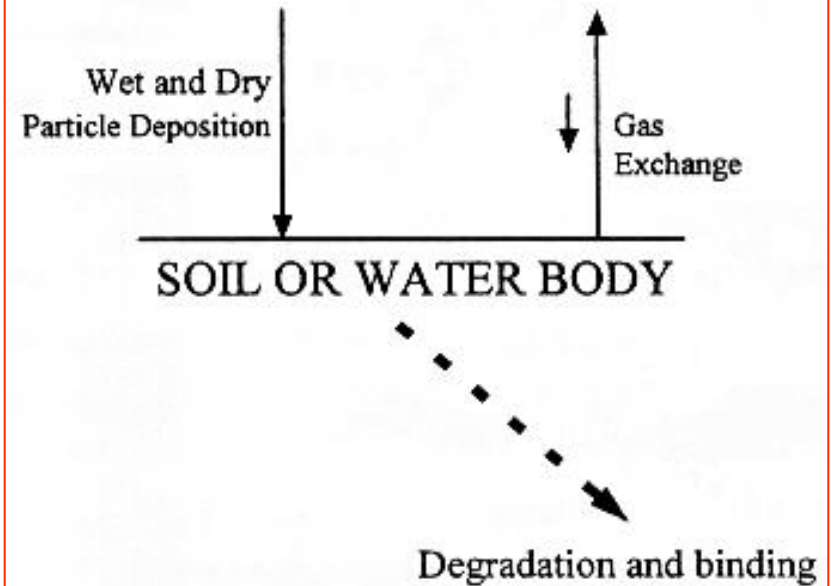


# Değişim Prosesleri – hava – toprak- eğilimler

In 1960:

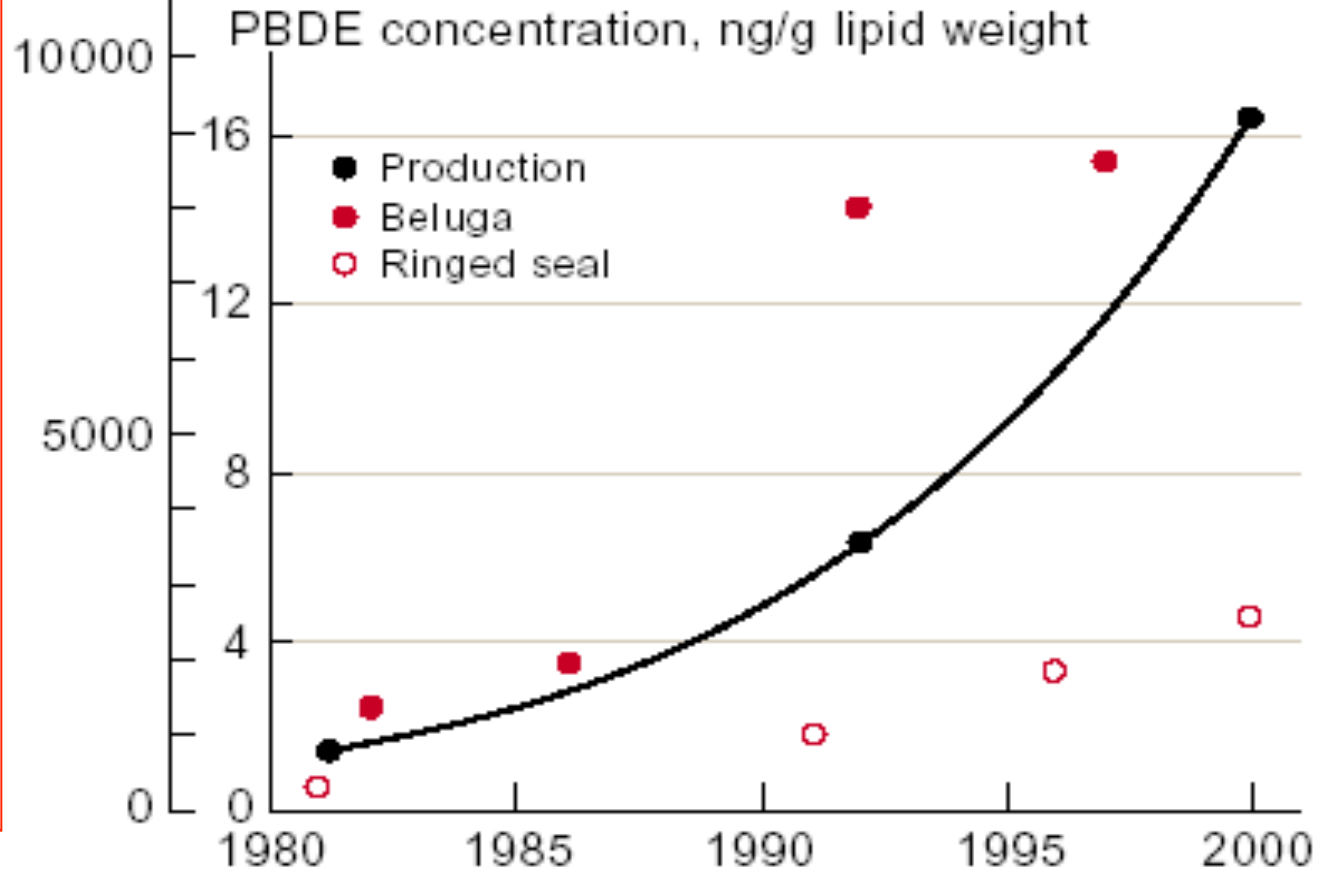


In 1995:

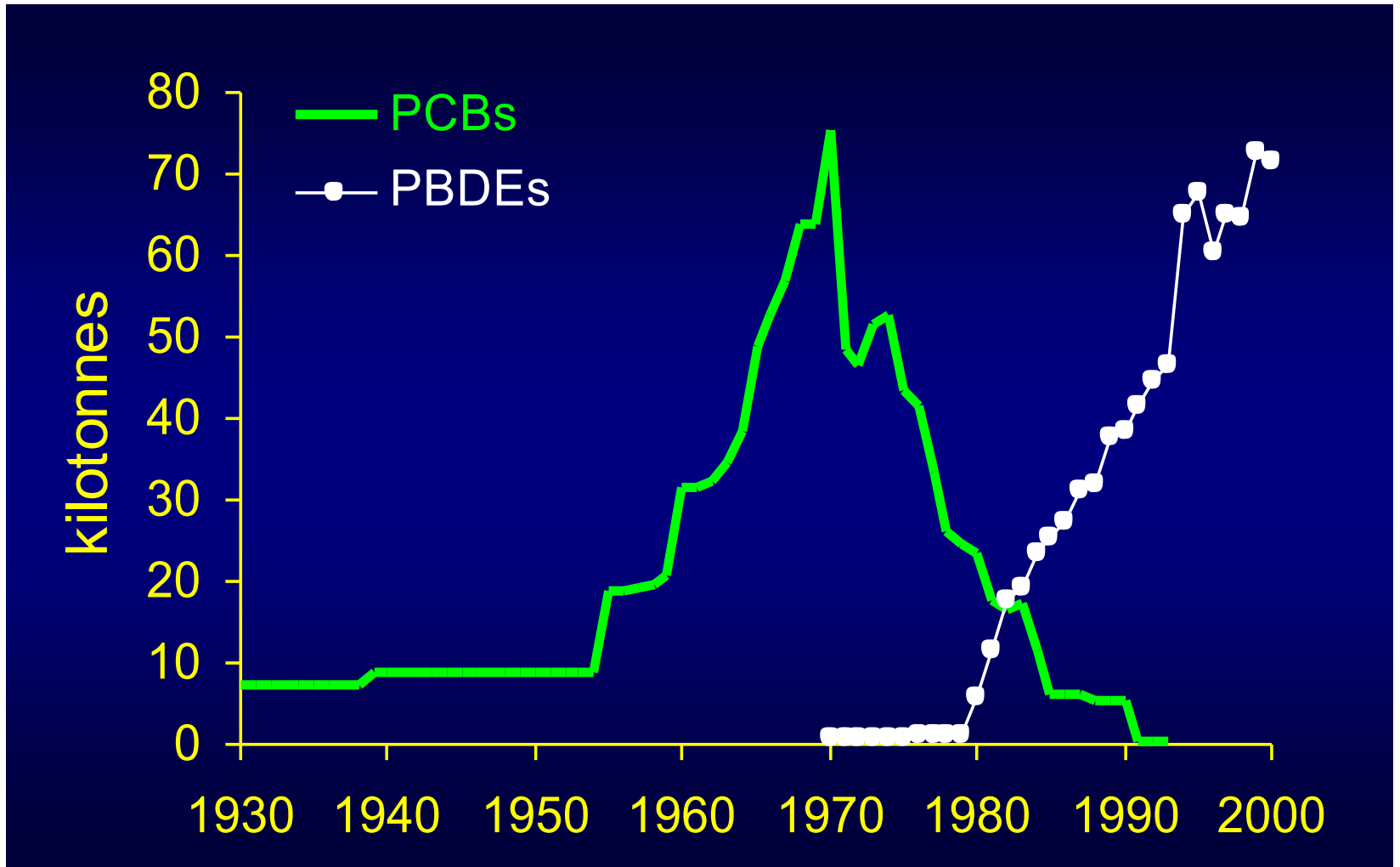


# Dünyadaki PeBDE üretimi ve PBDE'lerin Arktik Organizmalardaki seviyeleri

Worldwide penta-BDE production, tonnes/year

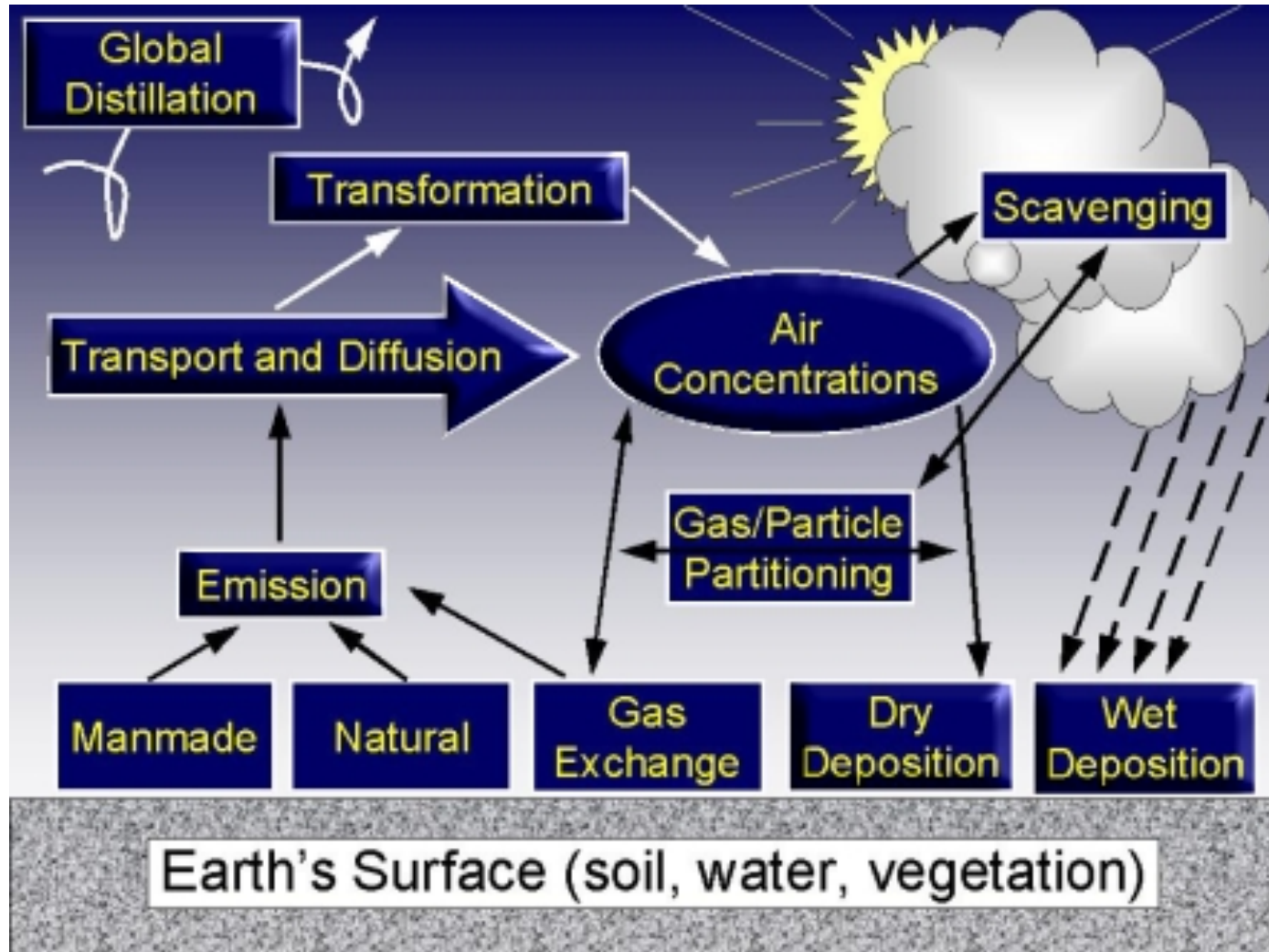


# Zaman Eğilimindeki Değişimler

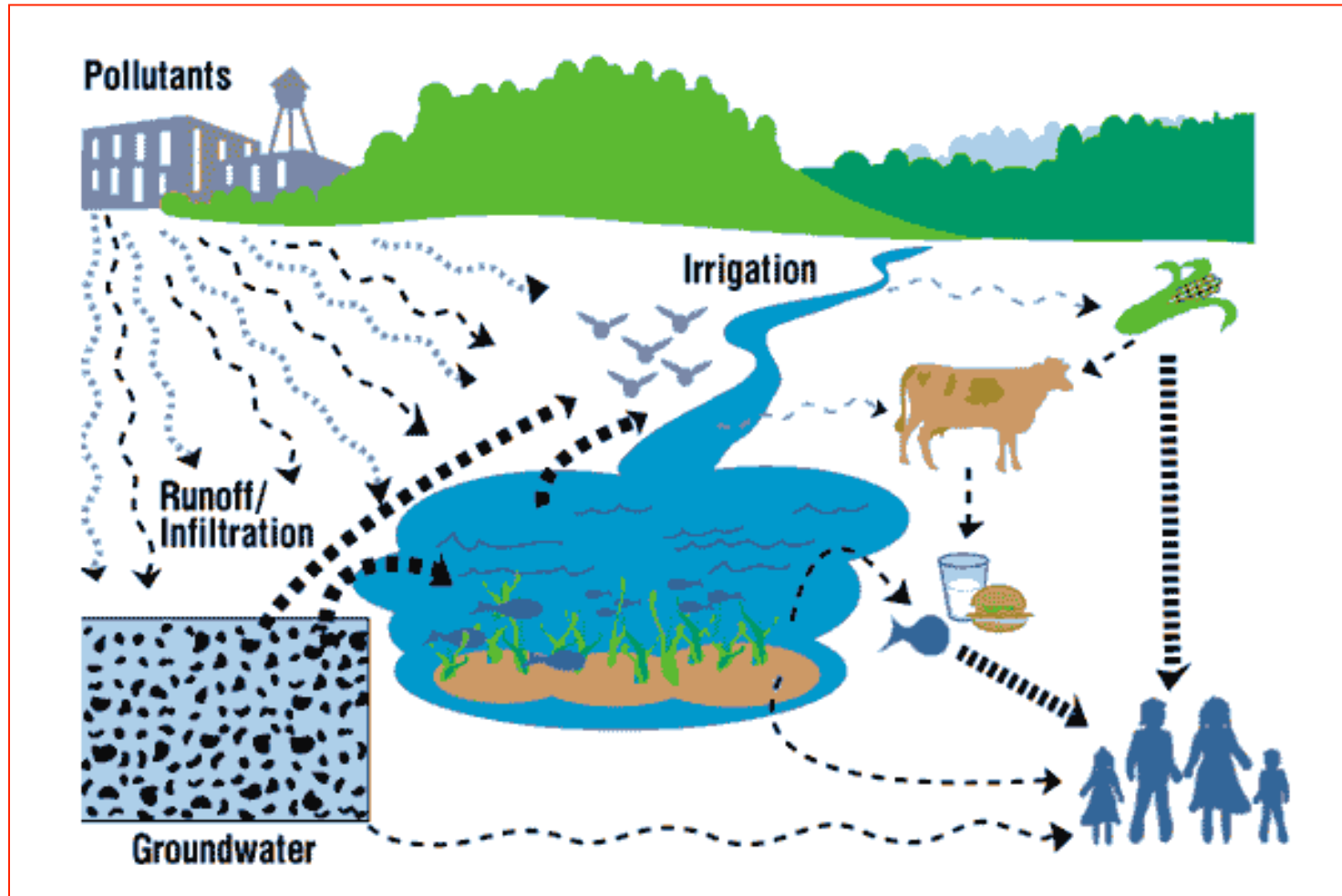


PBDEs: Anna Palm (Pers. Comm.) PCBs: Breivik et al (2002)

# Kimyasalların Çevresel Taşınımı

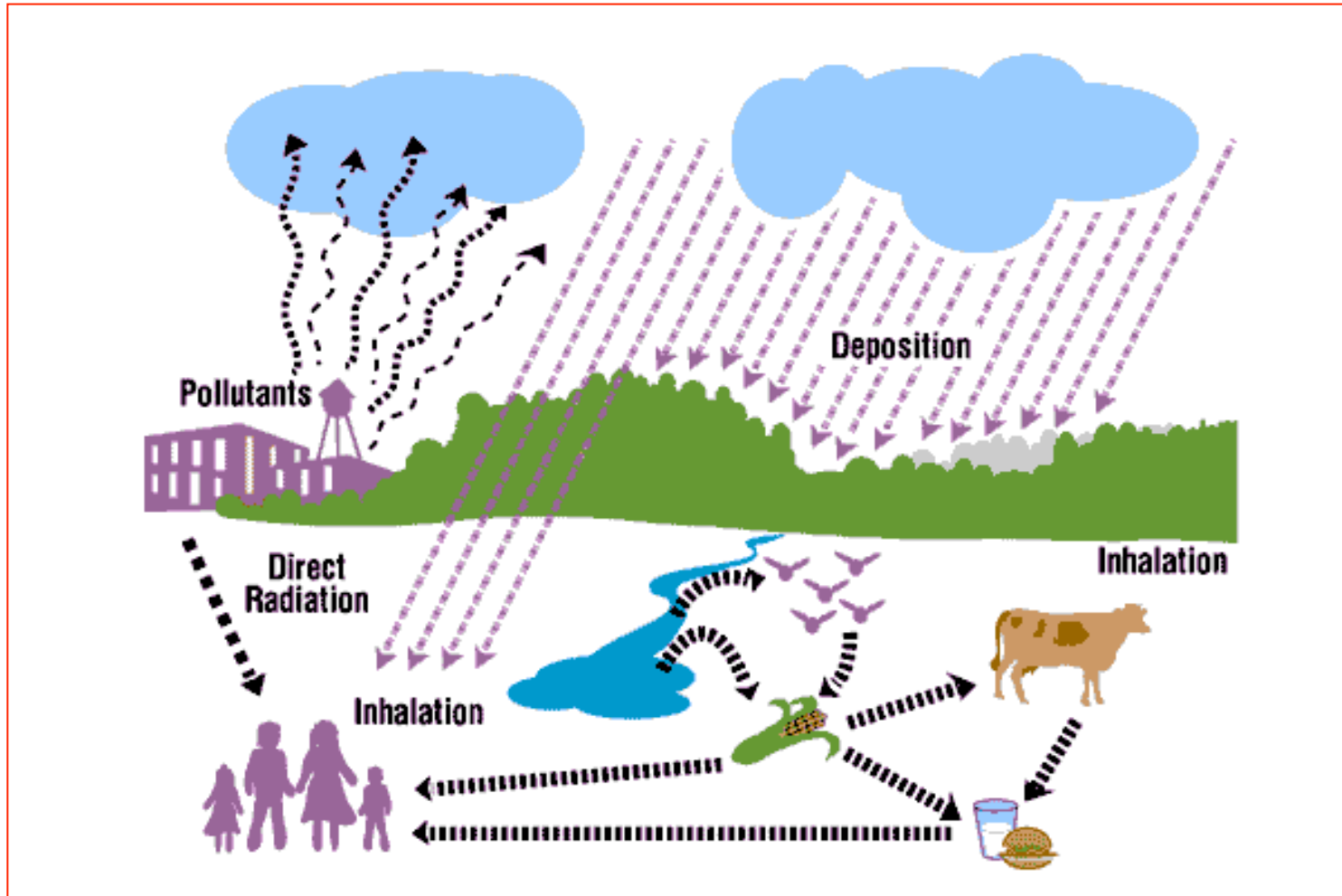


# Maruziyet

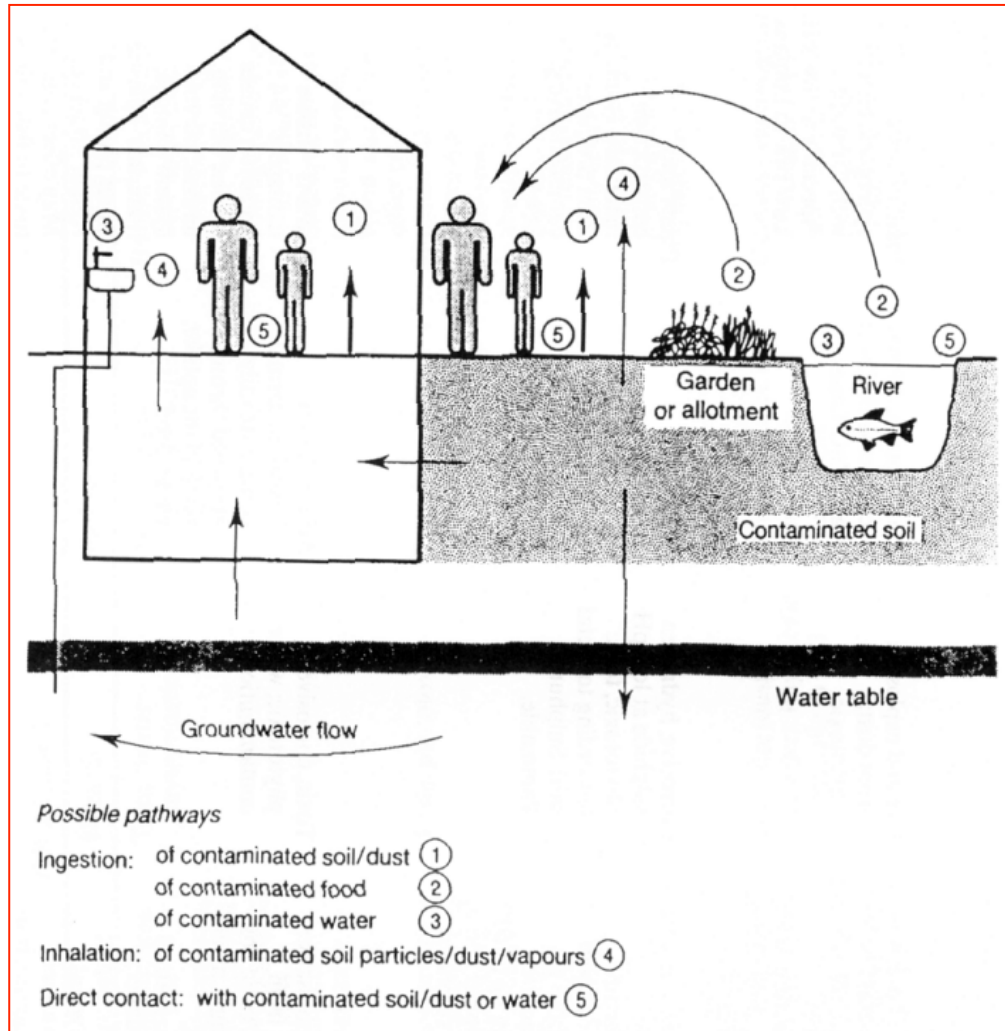




# Maruziyet



# İnsan Topluluğunun Maruziyeti



# Çevresel Kalıcılık

Hava, toprak, su ve sediman gibi çeşitli ortamlarda bozunmaya karşı koyma kabiliyeti, ortamdaki yarılanma ömrü olarak ölçüm.

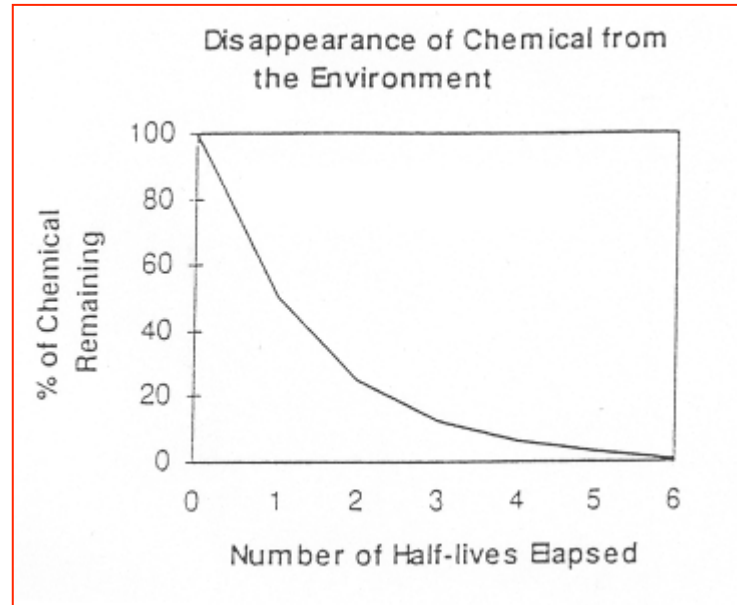
**Kalıcılık**, maddenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozunmaya karşı dayanım kabiliyetini yansıtır.



# Çevresel Kalıcılık

**Kalıcılık**, yarılanma ömrü ile ( $t_{1/2}$ ), maddenin konsantrasyonunun, bilinen çevresel bölümde, orijinal miktarının yarısına düşmesi şeklinde tanımlanır. 5 döngüden sonra seviye ilk miktarının %3'üne düşer.

Sular -  $t_{1/2} = 6$  gün ise, 1 ay boyunca; eğer  $t_{1/2} = 70$  gün ise, 1 yıl boyunca %3 seviyesine düşmüş olur.



# Biyobirikim – temel tanımlar

Bir organizmadaki (sücul organizma) kimyasal madde konsantrasyonunun, mümkün olan bütün kimyasal maruziyet yolları ile alınarak (besin yolu ile absorpsiyon, solunum sistemi yolu ile taşınım, deri teması, solunum), o maddenin sudaki (topraktaki) konsantrasyonunu aşan bir seviyeye ulaşması prosesidir.

Biyobirikim arazi koşullarına bağılı olarak gerçekleşir.

Biyoyoğunlaşma ve biyolojik artışın birleşimidir.



# Biyobirikim

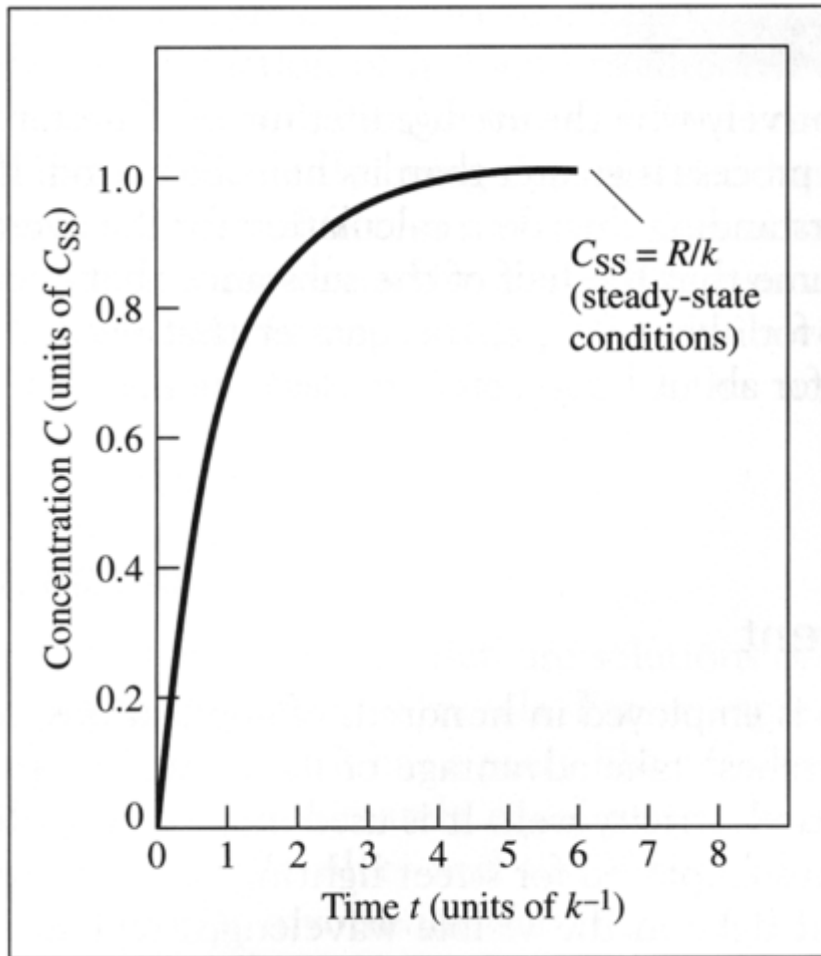
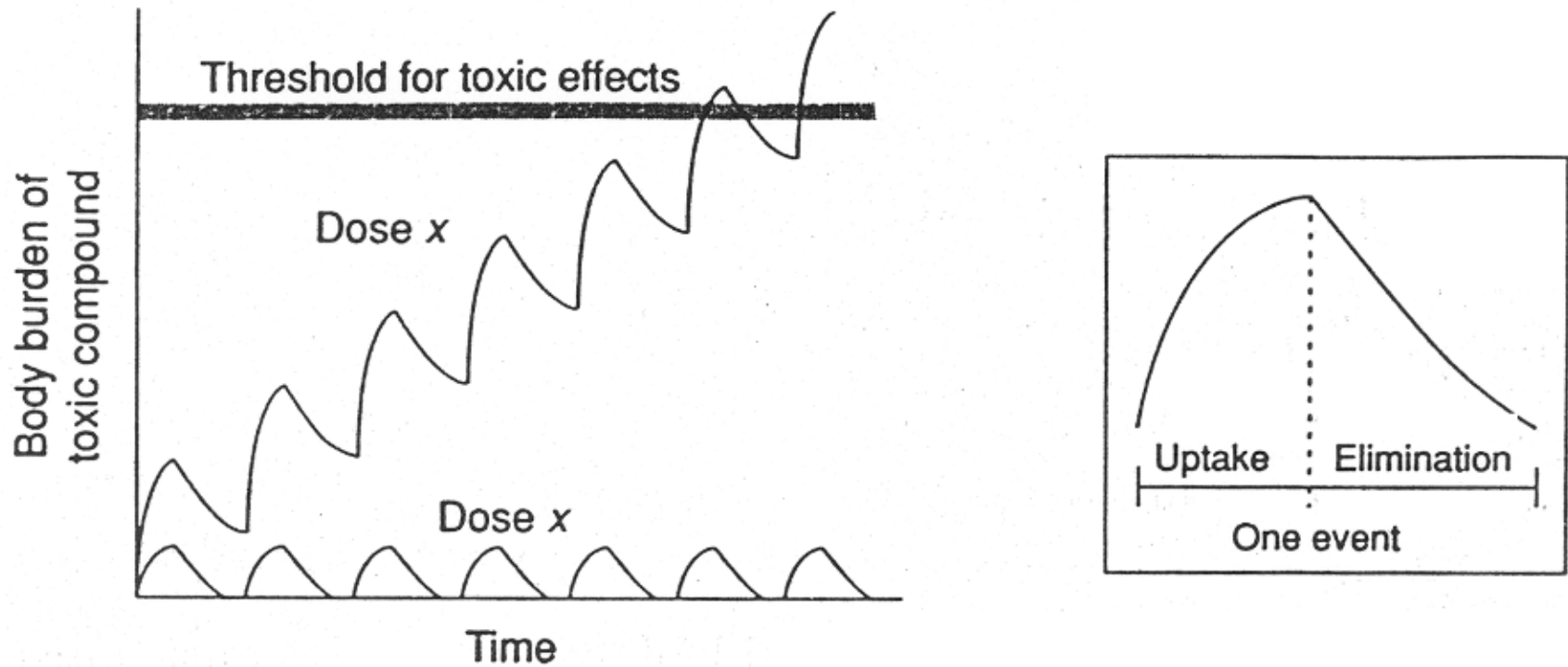


Figure 7-1  
Increase in metal  
concentration with  
time to reach the  
steady-state value,  $C_{ss}$ .

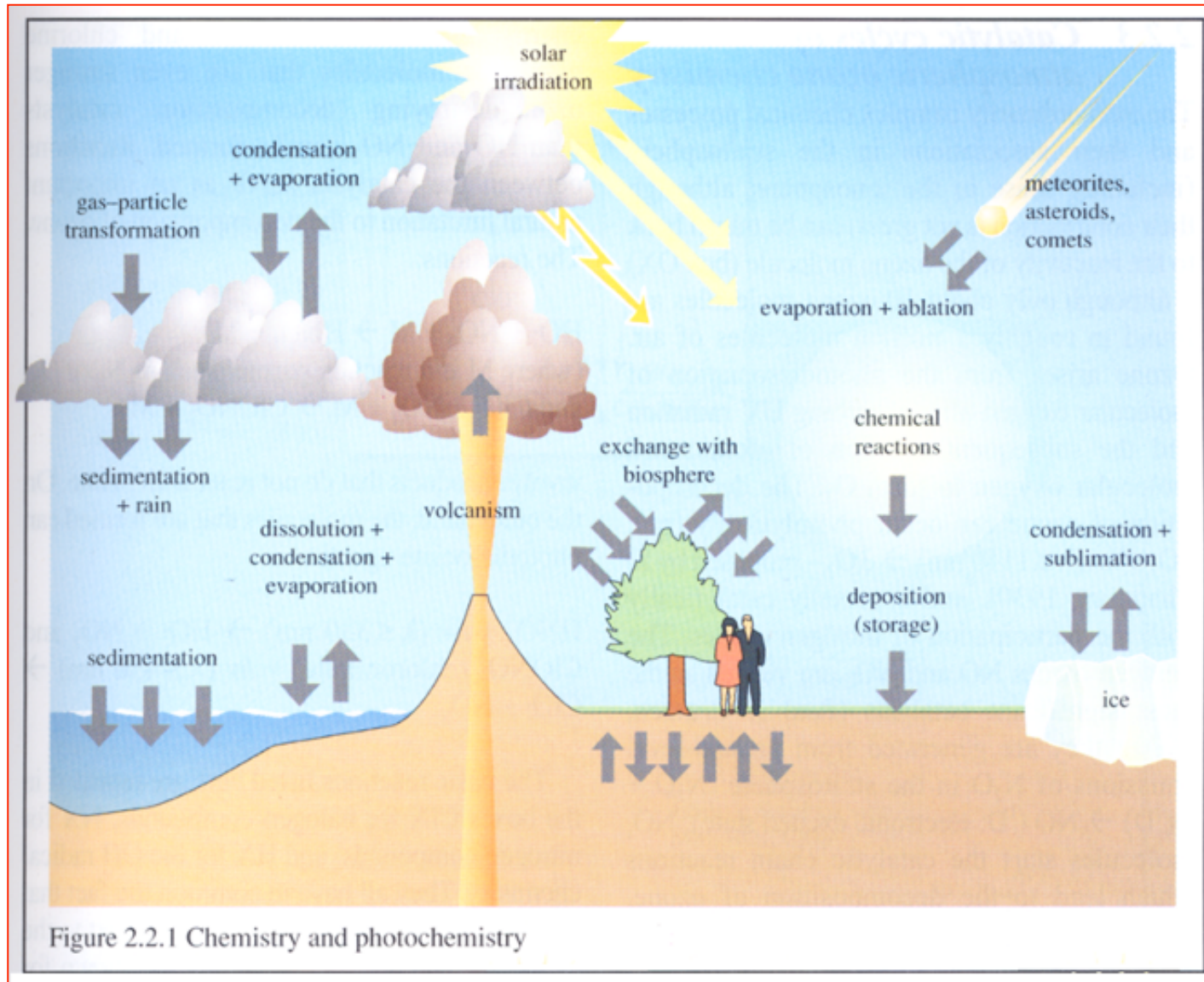
# Biyobirikim



**FIGURE 5-5**

Effect of dose fractionalization on accumulation of a toxic compound.

# Fotokimyasal Taşınım Prosesleri





# Biyobozunum

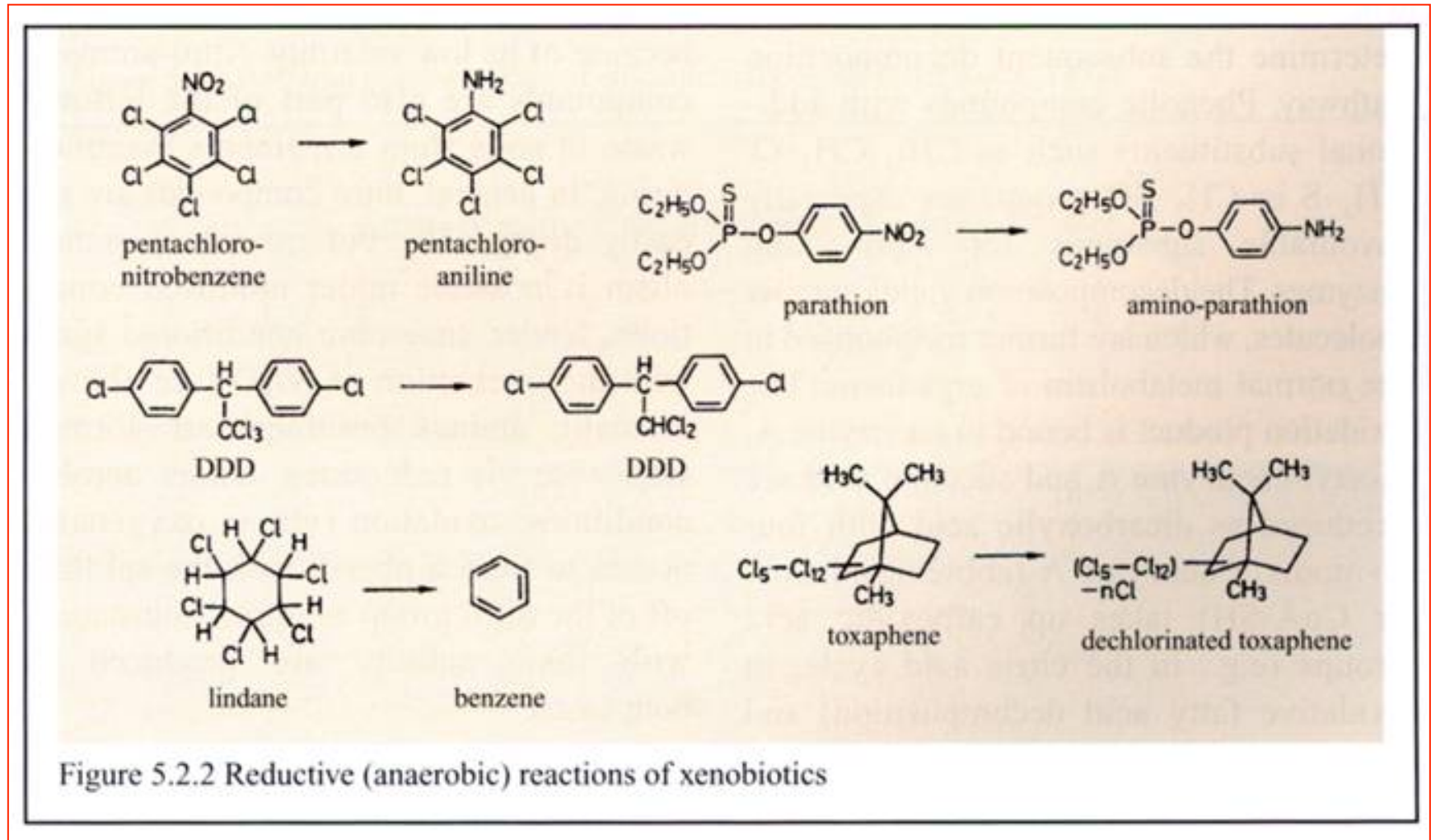


Figure 5.2.2 Reductive (anaerobic) reactions of xenobiotics

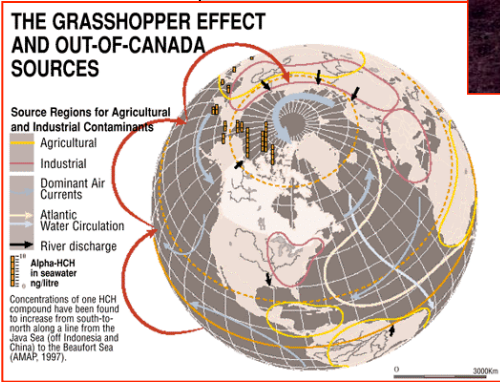
## KOK'lara Giriş

- ↪ KOK'lar – genel tanım;
- ↪ KOK'ların anlaşılması;
- ↪ Özellikler, problemler, Kirli 12, yeni KOK'lar;
- ↪ **KOK'ların kaynakları;**
- ↪ KOK'ların toksikolojisi ve ekotoksikolojisi;
- ↪ KOK'lar açısından sınır ötesi etki.



Üretim,  
Uygulama,  
Bertaraf

KOK'lar



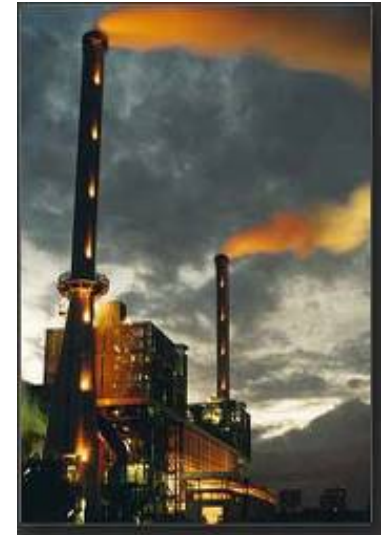
GANIZATION

de

SCIENCEPHOTOLIBRARY

# Kalıcı Organik Kirleticilerin Ana Kaynakları

- (a) Yanma prosesleri;
- (b) Endüstriyel prosesler;
- (c) Yayılma kaynakları (hareketli kaynaklar, açık alanda yakma vb...);
- (d) İkincil kaynaklar (deponilerden buharlaşma vb... ); ve
- (e) Kazara olan kaynaklar (endüstriyel kaza, nakliye kazaları vb...);
- (f) Çevresel prosesler



# SC Kapsamındaki KOK'ların Kaynakları

- ↪ Çoğu bilginin dioksinler ve furanlar hakkında olmasına rağmen, PCDD/PCDF ana kaynakları PCB ve HCB'ın da kaynakları olarak kabul edilmektedir.
- ↪ Konvansiyon, 4 kaynak kategorisi tanımlamaktadır. Bunlar önceliklerine göre:
- ❖ **atık yakma tesisleri**, evsel, tehlikeli, klinik atık ve kanalizasyon çamurlarını birlikte yakan tesisler dahil olarak;
  - ❖ **çimento fırınları**, tehlikeli atıkları yakan;
  - ❖ **ağartma amaçlı elemental klor** veya elemental klor oluşturan kimyasalları kullanarak kağıt hamuru üretimi
  - ❖ **metalurji endüstrisindeki termal işlemler** (ikincil bakır, demir çelik endüstrisindeki sinter tesisleri, sikincil alüminyum ve ikincil çinko)

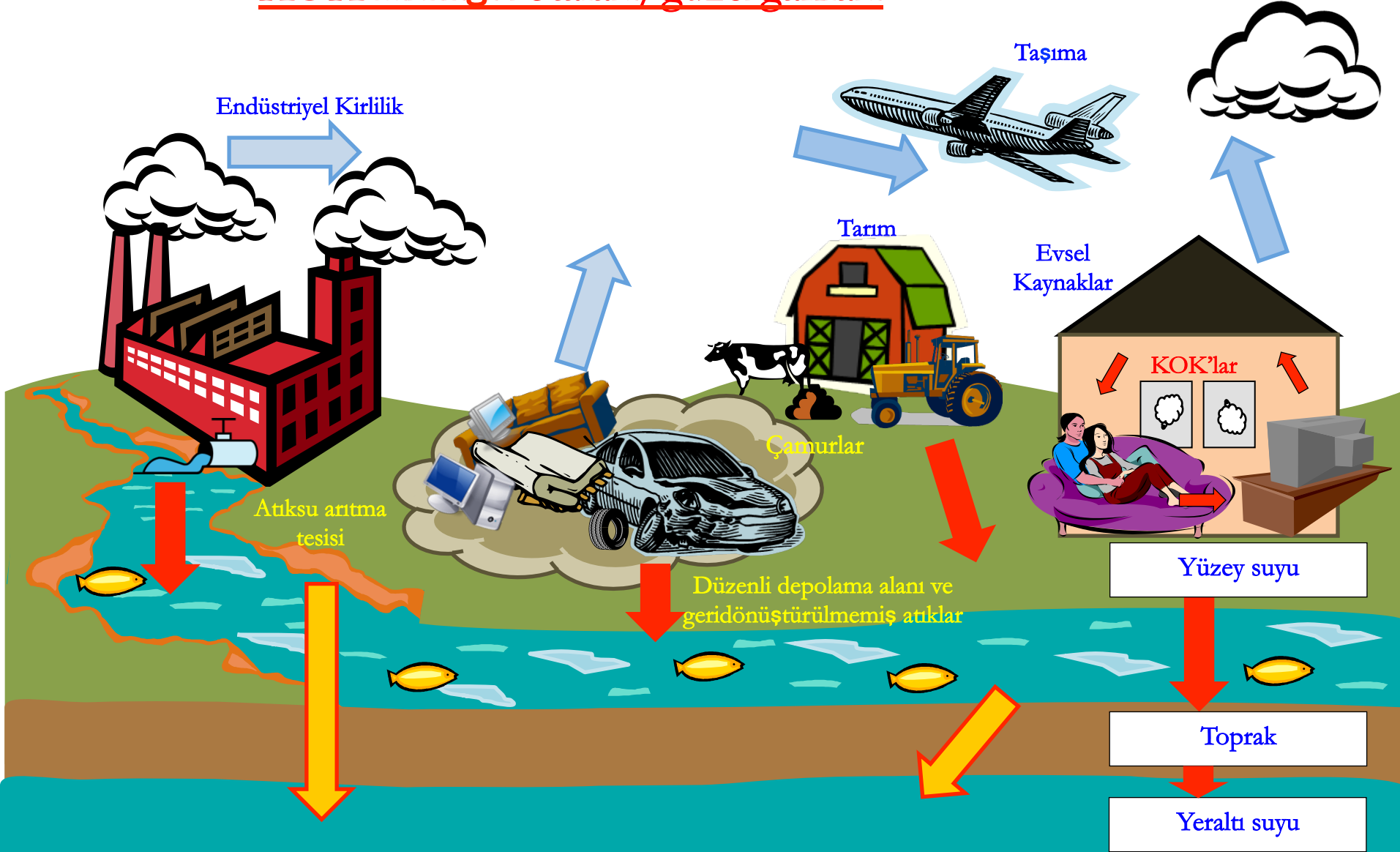
# SC Kapsamındaki KOK'ların Kaynakları

Diğer 13 adet ilave kaynak, ayrıca KOK yan ürünleri çıkartabilecek 11 adet yanma kaynağı içermektedir; örneğin:

- ↪ Açık alanda yakma,
- ↪ Konutlardaki yanma kaynakları,
- ↪ Fosil yakıt kullanan kazanlar,
- ↪ Krematoryumlar,
- ↪ Kabloların yanması,
- ↪ Tekstil ve deri boyanması (kloranil ile)
- ↪ Son işlemler (alkali özütleme ile).

# Kirlenmiş Alanlar

## KOK kirliliği rotaları/güzergahları



# PCDD'ler/F'ların Kaynakları

## a) Klor içeren üretim prosesleri (üretim, kullanım ve bertaraf):

- ↪ Fenollerin klorlanması
- ↪ 2,4,5-triklorofenol
- ↪ Pentaklorofenol
- ↪ Demir köörür veya alüminyum ile Friedel-Crafts sentezi
- ↪ Klorofenoksiasetik asit bazlı pestisidler
- ↪ PCBler
- ↪ Grafit anodlu klor
- ↪ Kloramin
- ↪ Metal klorürler
- ↪ Kağıt hamurunun klorla ağartılması
- ↪ Su dezenfeksiyonu
- ↪ Klorür bazlı koagülantların kullanılması



# PCDD'ler/F'ların Kaynakları

## (b) Termal işlemler:

### ↪ Atıkların yakılması:

- evsel atıklar
- endüstriyel atıklar
- tehlikeli atıklar
- hastane atıkları

### ↪ Metalurji işlemleri:

- demir ve çelik üretimi
- bakır üretimi
- alüminyum üretimi
- nikel üretimi
- magnezyum üretimi
- metallerin özellikle bakırın veya alüminyumun ıslahı
- çelik üretiminde eskimiş demirlerin kullanılması

# PCDD'ler/F'ların Kaynakları

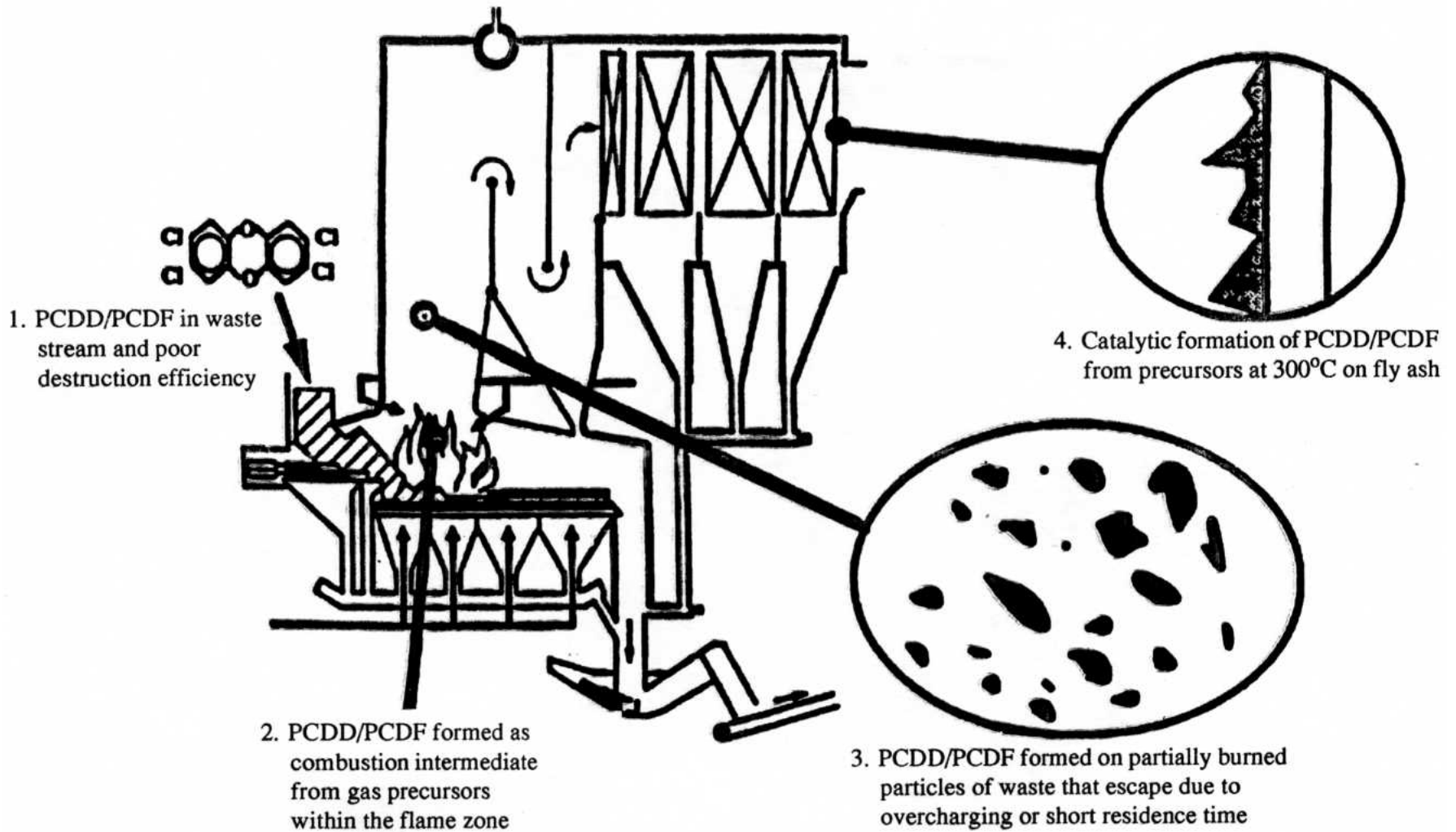
## (c) Diğer işlemler:

- Kurşunsuz benzin kullanan mototlu araçlar
- Konut ısınma sistemleri
- Isı ve elektrik üretimi
- Evsel atıkların yakılması
- Düzenli depolama alanlarındaki kontrolsüz yangınlar
- Bina yangınları (konutlar ve fabrikalar)
- Kuru temizleme

## (d) Yayılı kaynaklar:

- Tarımda kanalizasyon çamurlarının kullanılması
- Düzenli depolama alanlarından buharlaşma (alevli ve alevsiz)
- PCDD/F'leri veya prekürsörlerini ihtiva eden ürünlerin kullanılması
- PCDD/Fların kalıntısını içeren klorofenoksiasetik asit bazlı pestisitlerin kullanılması

# PCDD/F'ların Oluşumu



# PCB'lerin Kaynakları



**Kapalı Uygulamalar-**  
Yalıtkan sıvılar  
- Transformatörler  
- Kapasitörler  
- Mikrodalga fırınlar  
- Hava şartlandırıcıları  
- Elektrik motorları  
Elektriksel lamba balastları  
**Elektromıknatıslar**

**Partially Closed Applications**  
Hidrolik sıvılar  
Isı transfer sıvıları  
Anahtarlar  
Voltaj regülatörleri  
Devre kesiciler  
Vakım pompaları  
Elektrik kabloları

**Açık Uygulamalar-**  
Mürekkepler  
Lubricantlar  
Vakslar  
Alev geciktiriciler  
Yapıştırıcılar  
Yüzey kaplayıcılar  
İzolasyon malzemeleri  
Pestisitler  
Pigmentler  
Boyalar  
Asfalt  
Boru hatlarından gelen kondensatlar  
Plastikleştiriciler

**Atık**  
Hurdalar  
Kasıtsız üretim  
Deniz dibi taraması  
Sızıntılar  
Devredışı bırakılmış ekipman  
Binaların yıkılması

**Geri dönüşüm operasyonları**  
Yağ (Mineral yağ pazarı)  
Karbonsuz kopya kağıdı  
Plastikler

**Geçici Depolama / Kalıcı Bertaraf**

Geçici Depolama Tesisleri  
Yüksek sıcaklıkta yakma  
Yeraltı depolama tesisleri  
Kimyasal dekontaminasyon  
Hidrojenasyon

Endüstriyel atık alanları

Düzenli depolama alanları

Geri dönüştürülmüş malzemelerden yapılmış ürünler

Toprak

Hava

Su

Gıda

# Organoklorlu Pestisitlerin (OCP) Kaynakları

- ↪ Üretim
- ↪ Pestisit olarak kullanım
- ↪ Çevresel kirlilik
- ↪ DDT içeren atıkların ve malzemelerin bertarafı
- ↪ Düzenli depolama alanlarından buharlaşma (alevli ve alevsiz)
- ↪ Çiftlik hayvanlarının tedavilerinde kullanım
- ↪ Ağaç ve tohum uygulamalarında kullanma
- ↪ Ara ürün olarak kullanma

# PAH'ların Kaynakları

- (a) üretim
- (b) ara ürün olarak kullanma
- (c) karbon siyahı üretimi
- (d) fosil yakıtların yakılması
  - ısı ve elektrik üretimi
  - motorlu taşıtlar
- (e) kok üretimi ve kullanımı
- (f) asfalt üretimi ve kullanımı
- (g) kömür katranı üretimi ve kullanımı
- (ğ) katalitik parçalama
- (h) kömür dönüştürme prosesleri
- (i) atıksular
- (j) gıda teknolojileri

# PAH'ların Kaynakları

- (k) alüminyum üretimi
- (l) demir ve çelik üretimi
- (m) düzenli depolama alanlarından buharlaşma (alevli ve alevsiz)
- (n) çeşitli tipteki atıkların yakılması
- (o) kuru ve ıslak işlem fırınlarında çimento üretimi
- (p) petrol rafinerileri
- (r) krematoryum
- (s) orman ve kırlık alan yangınları
- (t) volkanik patlamalar
- (u) ürün ürünlerinin içilmesi

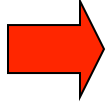
# Bromlu Alev Geciktiriciler (BFRs)

- ↪ PBDEler (polibromludifenileterler): plastiklere veya kumaşlara ilave etme,
- ↪ Kuzey Amerika'da yaygın kullanım,
- ↪ Kullanımları yasaklanmış olmasına rağmen EU mevzuatı PBDE'leri ihtiva eden geri dönüştürülmüş plastiklerin kullanılmasına izin vermektedir (Direktif 2002/95/EC, düzeltildi),
- ↪ HBCDDler (heksabromosiklododekan): polistren köpüklerde katkı maddesi (EPS, XPS), Avrupa'da yaygın kullanım,
- ↪  $\gamma$ -HBCDD ve  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  gibi diğer izomerlerin teknik karışım olarak kullanılması



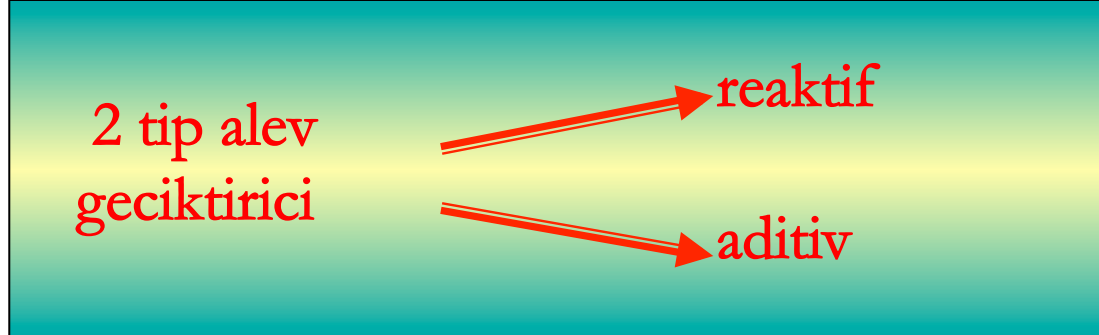


# Alev Geciktiricilik Mekanizması



Isı (sıcaklığın yükselmesi) → alev geciktiricilerin imhası (polimer matrisinin imhasından önce) → alev geciktirici ürünlerin girişi

İdeal durum: geciktirici, polimere oranla 50 °C civarında imha olur –  
bromlu alev geciktiricilerin birçok polimerle birleşimi bu hususu içerir



# Bromlu Alev Geciktiriciler (BFRs) Nasıl Çalışır?

- ↪ Termal olarak labildirler
- ↪ Isı ile paralanırlar, HBr (g) açığa çıkartırlar
- ↪ HBr alevi yıkar
- ↪ 'flash-over' zamanını arttırırlar – kaçış için daha fazla zaman
- ↪ BFR'ler hayat kurtarır ancak toksik ve kalıcıdır

## Alev geciktiricisiz

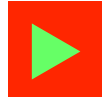


## PBDE ile işlem görmüş:

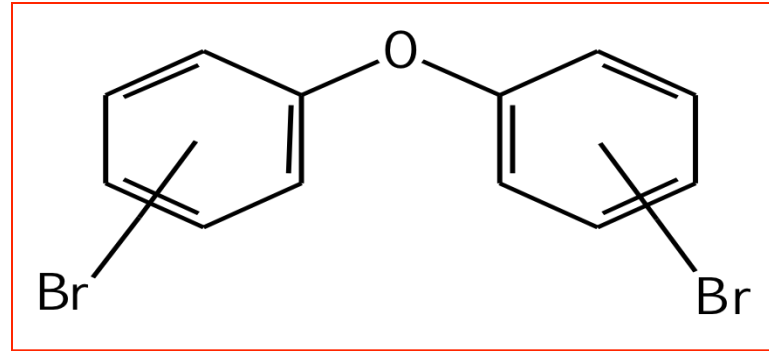


# Aditiv Alev Geciktiriciler

**PBDEs**

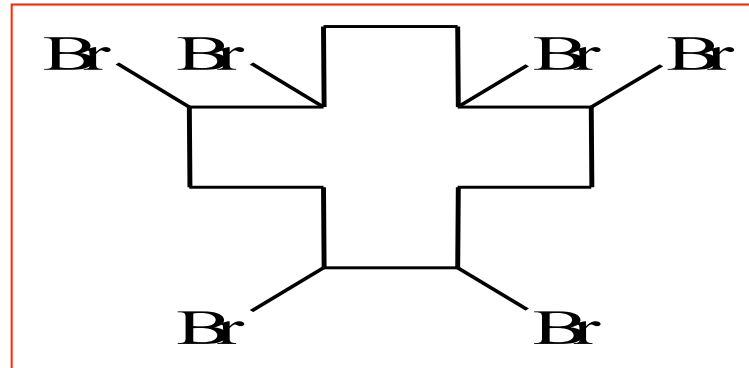


(DeBDE - 75 %)



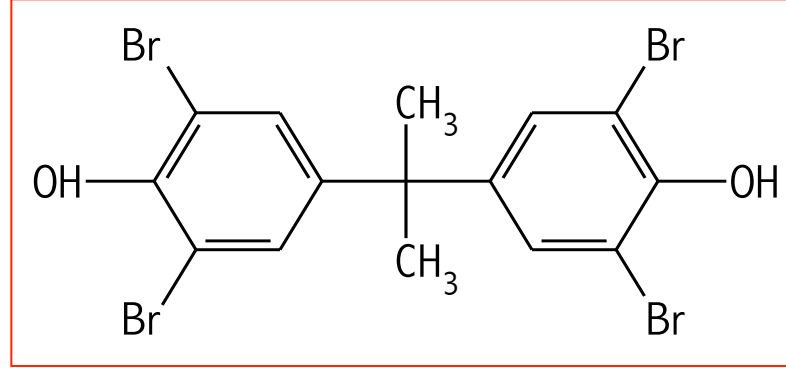
Ticari teknik karışımlar PBDEs içerir: BROMKAL 70, DE - 71, FR 1205...)

**HBCD**



# Reaktif Alev Geciktiriciler

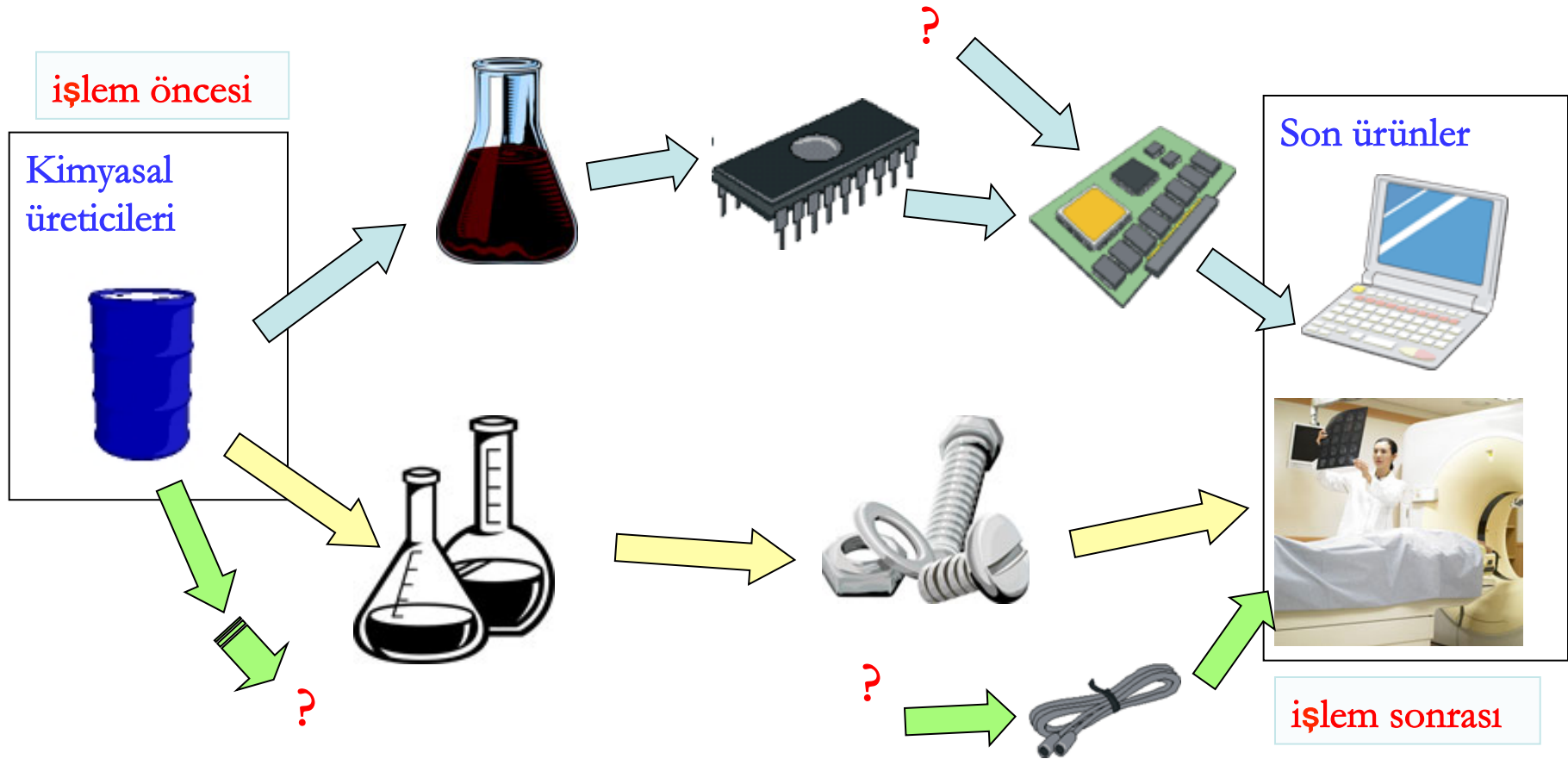
**TBBPA**



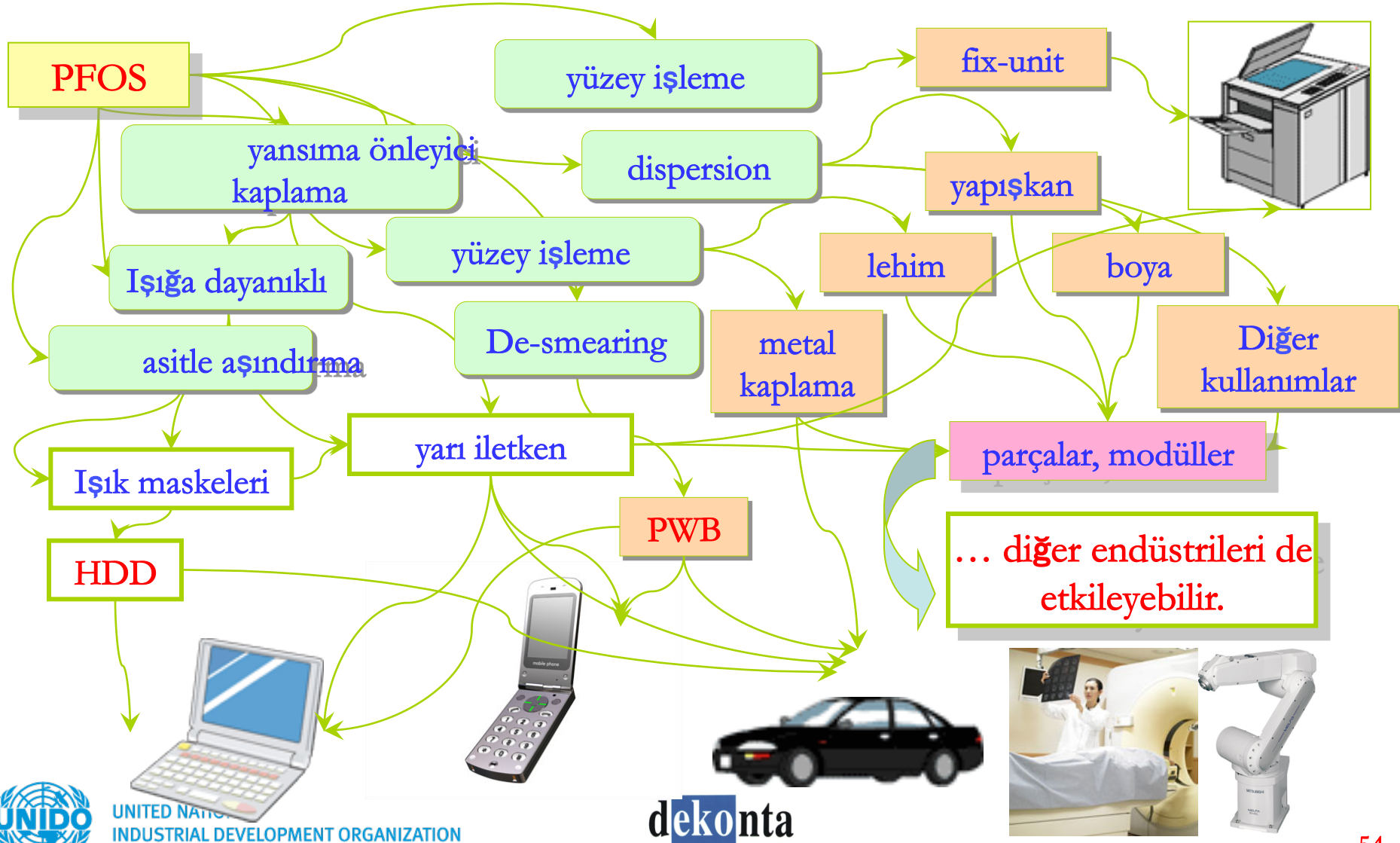
**Tetrabrombişfenolün(TBBPA) ana kullanımını:**

- ↪ Epoksi reçineler
- ↪ Fenol reçineler

# PFOS benzeri endüstriyel kimyasallar için özel dikkat gereksiniminin sebebi: sayısız işlemde ve parçada kullanılması



# Geniş üretici ile kullanıcı ağına sahip olması sebebi ile PFOS gibi endüstriyel kimyasallara özel ilgi gerekir



# Perflorooktansülfonik Asitin (PFOS) Kullanımı

## PFOS'in Kullanıldığı Muhtemel Alanlar:

- ↪ Yangın söndürme köpükleri
- ↪ Krom kaplama ve diğer kaplama endüstrisi
- ↪ Petrol çıkartılması
- ↪ Sentetik halılar (üretim ve kullanma)
- ↪ Tekstil endüstrisi
- ↪ Kağıt endüstrisi
- ↪ Imported tekstil ve kağıt
- ↪ Diğer özel endüstri uygulamaları (POPRC documanında listelenenler)
- ↪ Pestisitler (Sulfüramid); havacılık sıvıları uçaklar
- ↪ Deterjanlar ve emprinyeler

## PFOS içeren malzemelerin geri dönüşümü:

sentetik halıların, PFC kağıdının, PFC tekstil malzemelerin geri dönüşümü?

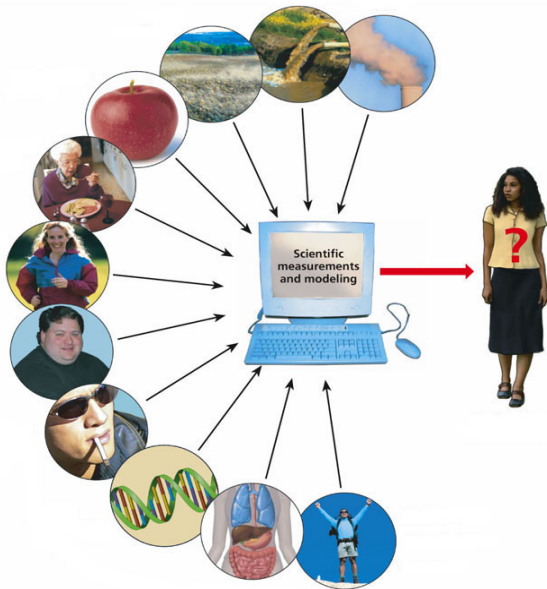
# Kontrolsüz yanmalardan kaynaklanan PCDD/F ve PAH emisyonları





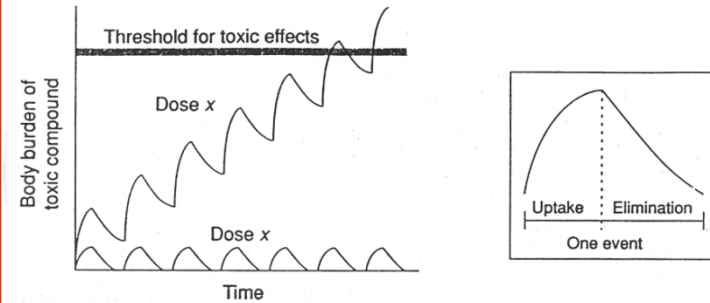
## KOK'lara Giriş

- ↪ KOK'lar – genel tanım;
- ↪ KOK'ların anlaşılması;
- ↪ Özellikler, problemler, Kirli 12, yeni KOK'lar;
- ↪ KOK'ların kaynakları;
- ↪ **KOK'ların toksikolojisi ve ekotoksikolojisi;**
- ↪ KOK'lar açısından sınır ötesi etki.

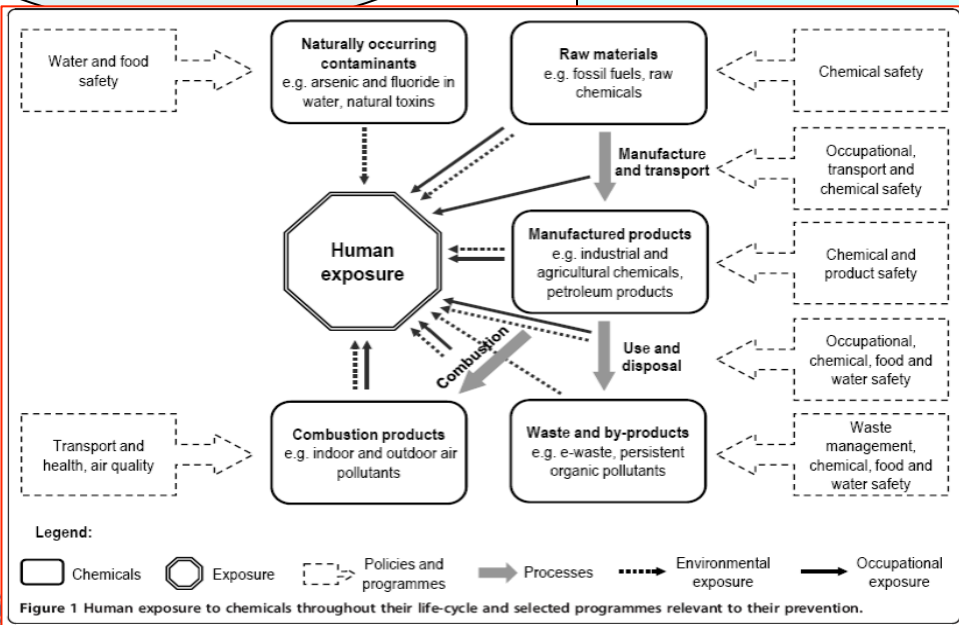
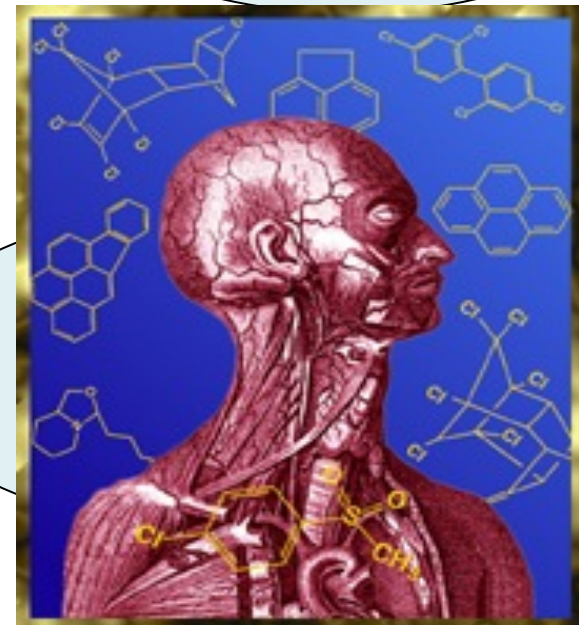


# KOK'lar

## Sağlık Etkileri



**FIGURE 5-5**  
Effect of dose fractionalization on accumulation of a toxic compound.



# KOK'ların Etkileri

En önemli etkiler:

↪ AHH reseptörlerinin girişi

↪ İmmunotoksisite

↪ Endokrin bozucular

- östrojenler/antiöstrojenler
- antiandrojenler
- tiroid hormonları



Damir Sagolj / Reuters



Holland America

UNIDO

# Biyodönüşümler

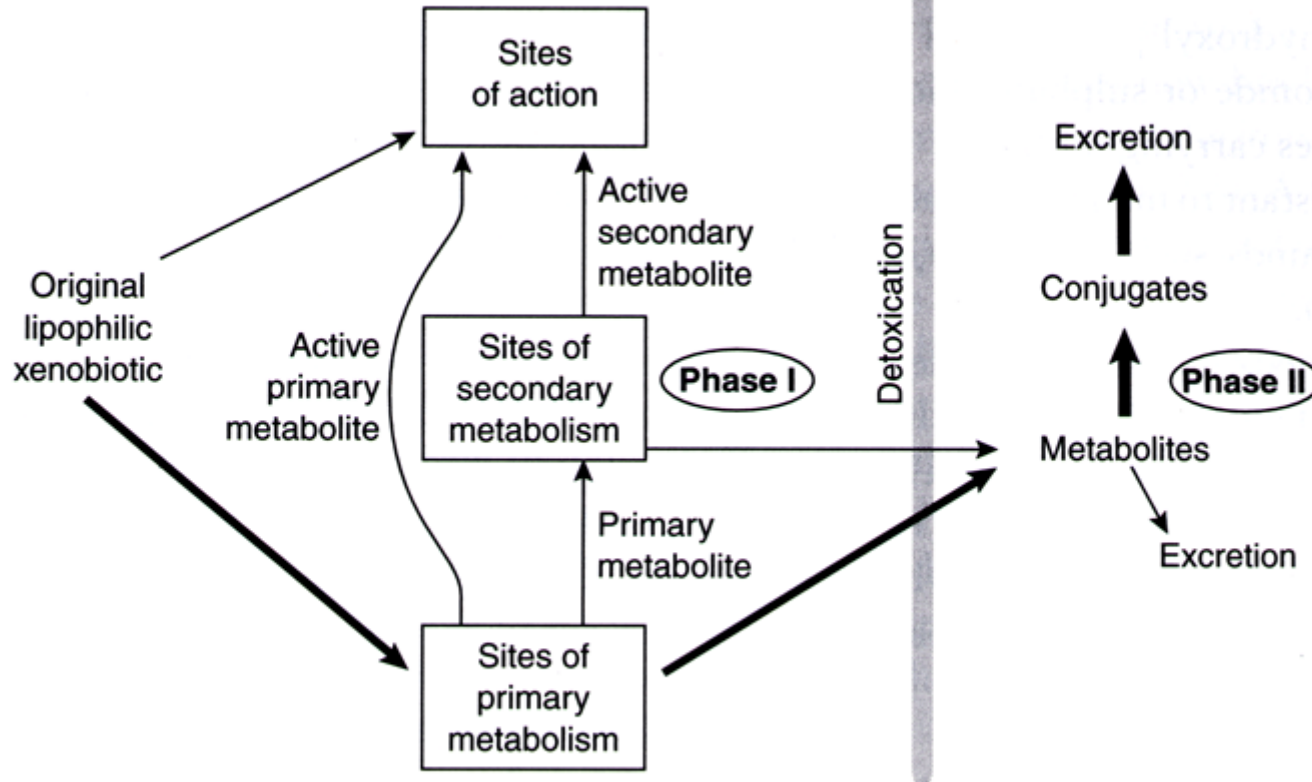


FIGURE 2.2 *Metabolism and toxicity.*

# Biyodönüşümler

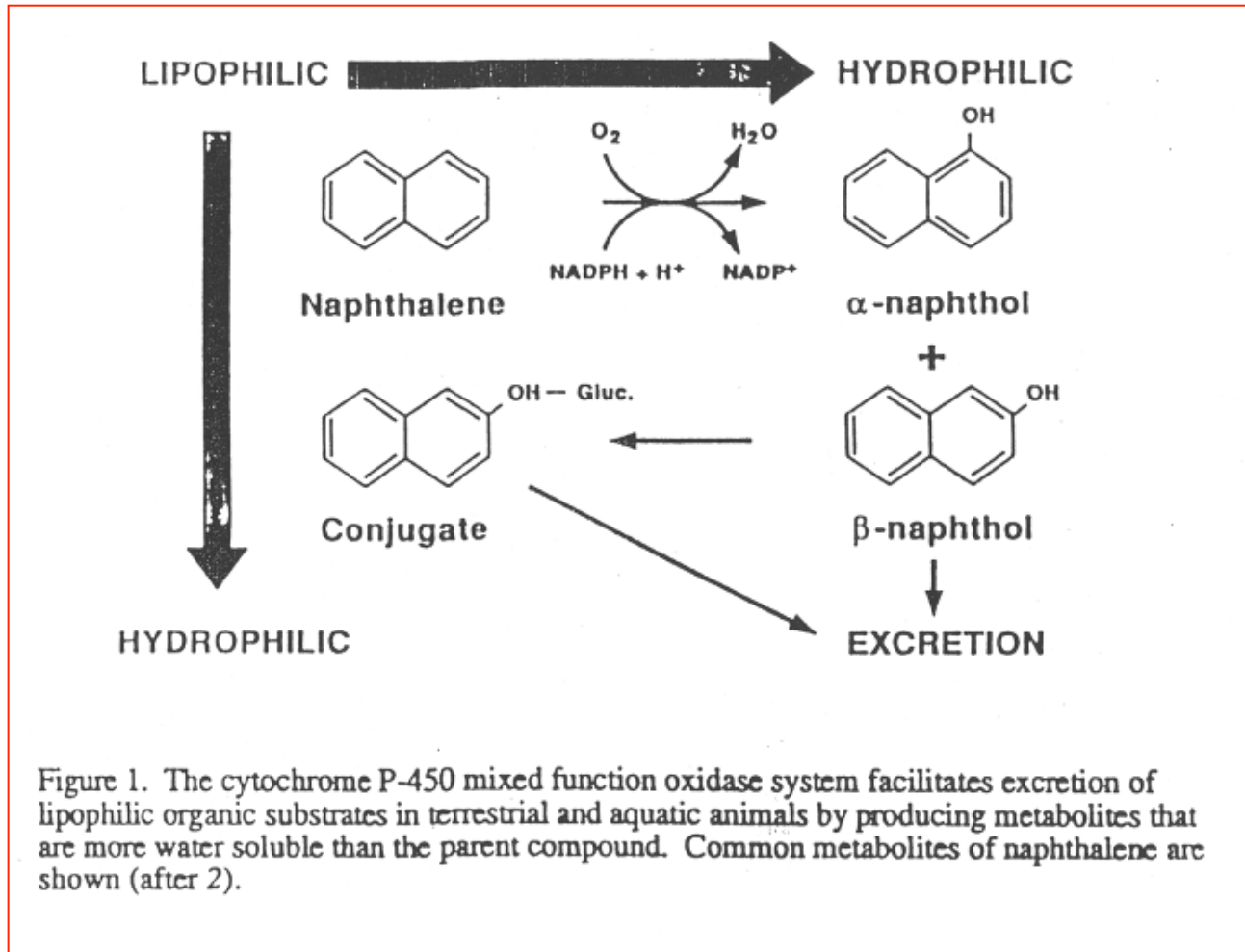
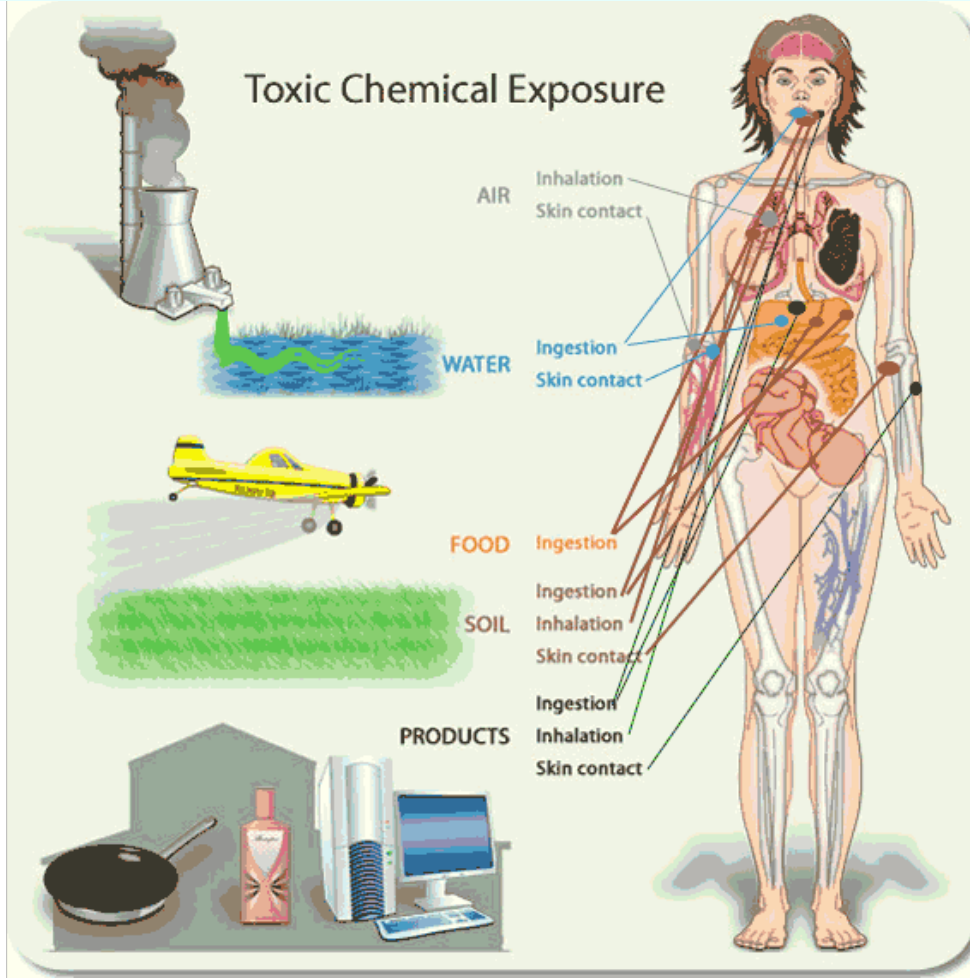


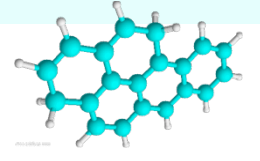
Figure 1. The cytochrome P-450 mixed function oxidase system facilitates excretion of lipophilic organic substrates in terrestrial and aquatic animals by producing metabolites that are more water soluble than the parent compound. Common metabolites of naphthalene are shown (after 2).

# Çevresel Kimyasallara Maruziyet



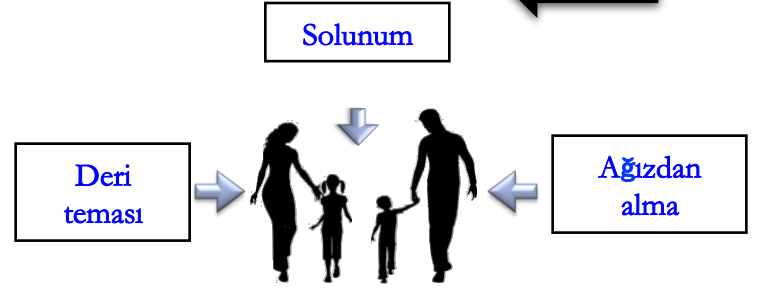
WHO World Health Organization

Maruziyet

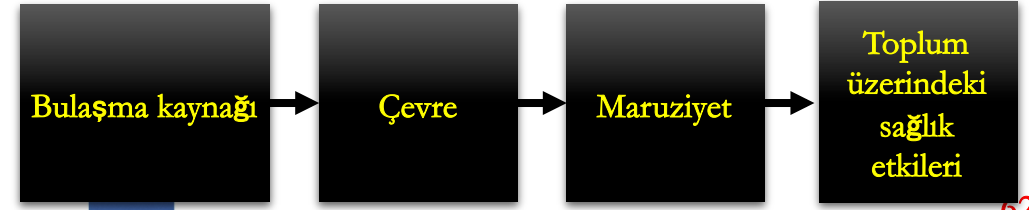
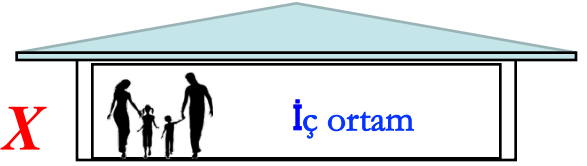


- ↪ Sadece temas halinde
- ↪ Maruziyet yolları bir çok doğal ve aktif (function) bariyerlere sahiptir
- ↪ Bazı kimyasallar organizmaya geçtikten sonra olumsuz etkilere sahip olabilirler

## MARUZİYET YOLLARI

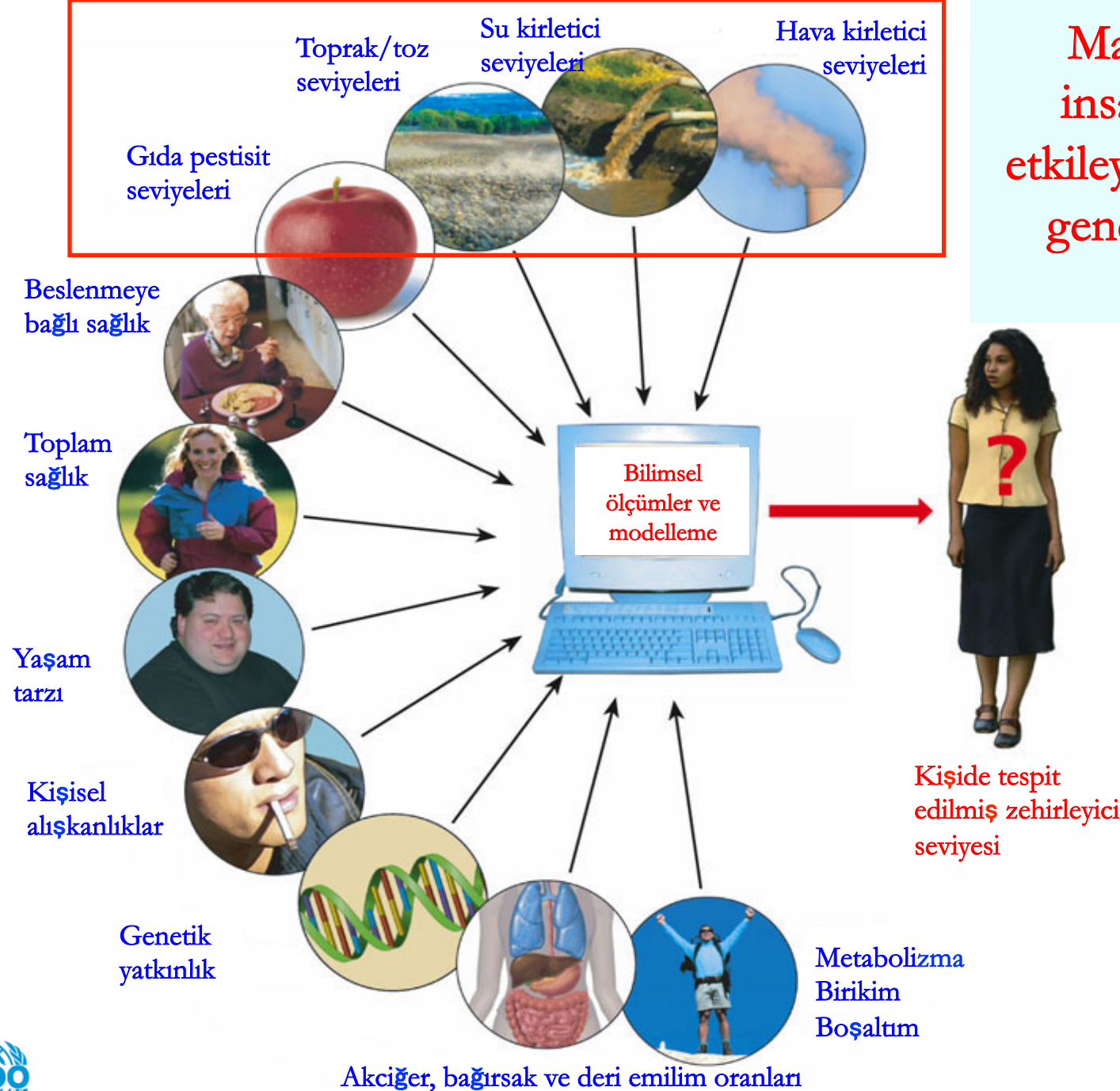


Dış ortam X

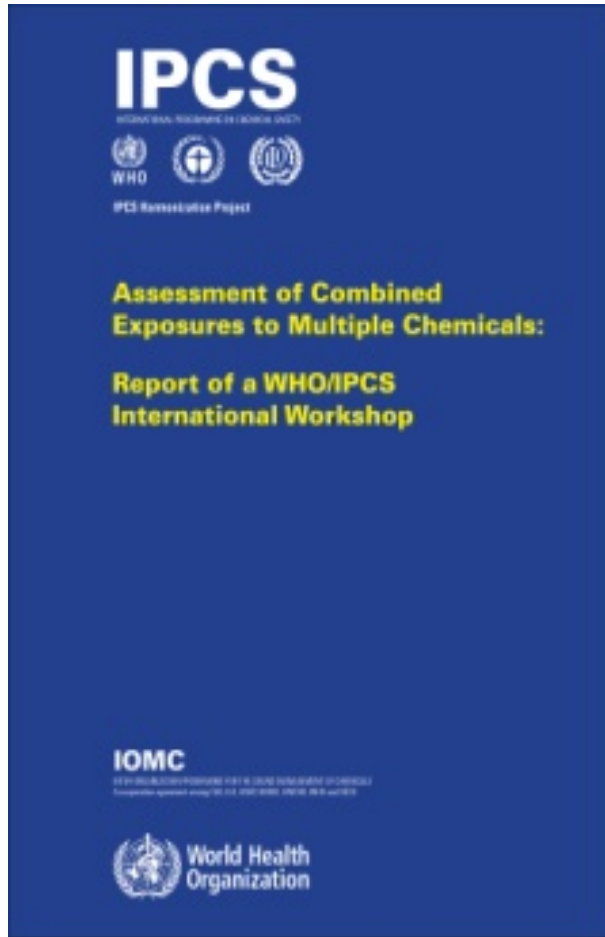


UNITED NATIONS  
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

# Maruziyeti ve insandaki riski etkileyen faktörlerin genel görünüşü



# Toksik Etkileşimler



Regulatory Toxicology and Pharmacology 60 (2011) 53–54

Contents lists available at ScienceDirect

Regulatory Toxicology and Pharmacology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/yrtph](http://www.elsevier.com/locate/yrtph)

Risk assessment of combined exposure to multiple chemicals: A WHO/IPCS framework<sup>a,b</sup>

M.E. (Bette) Meek<sup>a</sup>, Alan R. Boobis<sup>b</sup>, Kevin M. Crofton<sup>c</sup>, Gerhard Heinemeyer<sup>d</sup>, Marcel Van Raaij<sup>e</sup>, Carolyn Vickers<sup>f,g</sup>

<sup>a</sup>McLaughlin Centre, Institute of Population Health, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada  
<sup>b</sup>Department of Experimental Medicine and Toxicology, Division of Investigative Science, Imperial College London, London, England, United Kingdom  
<sup>c</sup>National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Office of Research and Development, Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA  
<sup>d</sup>Federal Institute for Risk Assessment (BfR), Berlin, Germany  
<sup>e</sup>National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, Netherlands  
<sup>f</sup>International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, 30 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland

**ARTICLE INFO**

**ABSTRACT**

**Article history:**  
Available online 3 April 2011

**Keywords:**  
Cumulative exposure  
Exposure assessment  
Framework analysis  
Hazard assessment  
Multi-effects  
Predictive methodology  
Risk characterization  
Screening-level assessment  
Tiered approach  
Threshold of toxicological concern

This paper describes a framework for the risk assessment of combined exposure to multiple chemicals based on and developed subsequent to the World Health Organization/International Programme on Chemical Safety Workshop on Aggregate/Cumulative Risk Assessment (Combined Exposures to Multiple Chemicals) held in 2007. The framework is designed to aid risk assessors in identifying priorities for risk management for a wide range of applications where co-exposures to multiple chemicals are expected. It is based on a hierarchical (phase) approach that involves integrated and iterative consideration of exposure and hazard at all phases, with each tier being more refined (i.e., less cautious and more certain) than the previous one, but more labor and data intensive. It includes reference to protective and probabilistic methodology in various tiers in addition to tiered consideration of uncertainty. The paper also analyzes two case studies that have been developed to test and refine the framework.

© 2011 World Health Organization. Published by Elsevier Inc. All rights reserved.

**1. Introduction**

A World Health Organization (WHO)/International Programme on Chemical Safety (IPCS) Workshop on Aggregate/Cumulative Risk Assessment (Combined Exposures to Multiple Chemicals) was held in Washington, DC, USA, on 19–21 March 2007. The principal objectives of the workshop, which involved experts from agencies worldwide, were to consider the state of the art in this area and delineate next steps. The workshop report, which comprises an overview and a series of extended abstracts, serves as a resource to identify existing methodologies in this area (IPCS, 2009a).

Workshop participants recommended additional consideration of terminology in order to facilitate communication internationally in this area and development of an international framework for the risk assessment of combined exposures to multiple chemicals. This paper describes the framework based on and developed by a drafting group subsequent to the WHO/IPCS workshop and references associated case studies, included at the end of this paper and elsewhere (EISA, 2009), developed to test and refine the framework. The draft framework was revised based on feedback received during a public comment period from May to October 2009 and a WHO review meeting (see Acknowledgments).

The framework is designed to aid risk assessors in identifying priorities for risk management for a wide range of applications where co-exposures to multiple chemicals are expected. Application of the framework is not confined to any particular type of chemical or effect. The framework builds on previously published guidance for priority setting and assessment of combined exposures (see, for example, Meek and Armstrong, 2007; US EPA, 2007). It is intentionally concise, based on the recognition that more extensive guidance on specific technical aspects, including data quality, is available (ATSDR, 2004; US EPA, 2007; ICHC, 2009). The framework is designed to be additionally developed through pragmatic application in specific case studies.

The case studies annexed to this paper were developed to illustrate application of the framework. They are considered to be only examples of a much broader range of potential applications, which

<sup>a</sup> This publication contains the collective views of an international group of experts and does not necessarily represent the decisions or the stated policy of the World Health Organization. © Copyright World Health Organization, 2011. All rights reserved. The World Health Organization has granted the publisher permission for the reproduction of this article.

<sup>b</sup> Corresponding author. Fax: +41 22 791 4848.  
E-mail address: [vcickers@who.int](mailto:vcickers@who.int) (C. Vickers).

0273-2300/\$ - see front matter © 2011 World Health Organization. Published by Elsevier Inc. All rights reserved.  
doi:10.1016/j.yrtph.2011.03.010





# Endokrin Bozucular (EDs)

= Endokrin sistemin fonksiyonunu değiştiren ve sonuç olarak organizmada veya organizmanın nesillerinde veya alt topluluklarda olumsuz sağlık etkilerine sebep olan eksojen madde veya karışım (IPCS, 2002)

- ↪ **Çeşitli kimyasal sınıfları** – doğal ve sentetik hormonlar, pestisitler, plastik endüstrisi ve tüketici ürünlerinde kullanılan bileşikler, diğer endüstriyel yan ürünler ve kirleticiler
- ↪ **Sık sık geniş ölçüde çevreye dağılırlar**
- ↪ **Bazıları kalıcıdır**, ulusal sınırların ötesine uzun mesafelerce taşınabilirler ve fiili olarak dünyanın bütün bölgelerinde bulunabilirler (ör: KOK'lar)
- ↪ **Diğerleri çevrede veya insan vücudunda hızlıca bozulurlar** veya çok kısa zaman aralıklarında -ancak kritik gelişme periyotlarında- kalırlar (vb... fitalatlar)
- ↪ biyolojik düzenin her seviyesinde ve yaşam döngüsünün anahtar kademelerinde, yeniden üretim, bağışıklık fonksiyonları, nörodavranış, kanser gelişimi ile etkileşim

# Obesojenler

Obezite = büyük bir küresel sağlık problemi

- ↪ Birçok ciddi sağlık riski ile bağlantılı
- ↪ Temel olarak= alınan enerji ile tüketilenin dengesizliği
- ↪ Erken yaşam dönemi (= rahimiçi yaşamın kalitesi) obezite gelişiminde önemli bir risk faktörü

Sentetik kimyasallara(ör: Ed'lar) ana rahminde veya hayatın ilk yıllarında maruz kalmak, obezitenin ve bağlantılı metabolik hastalıkların gelişiminde enerji dengesini bozabilir.

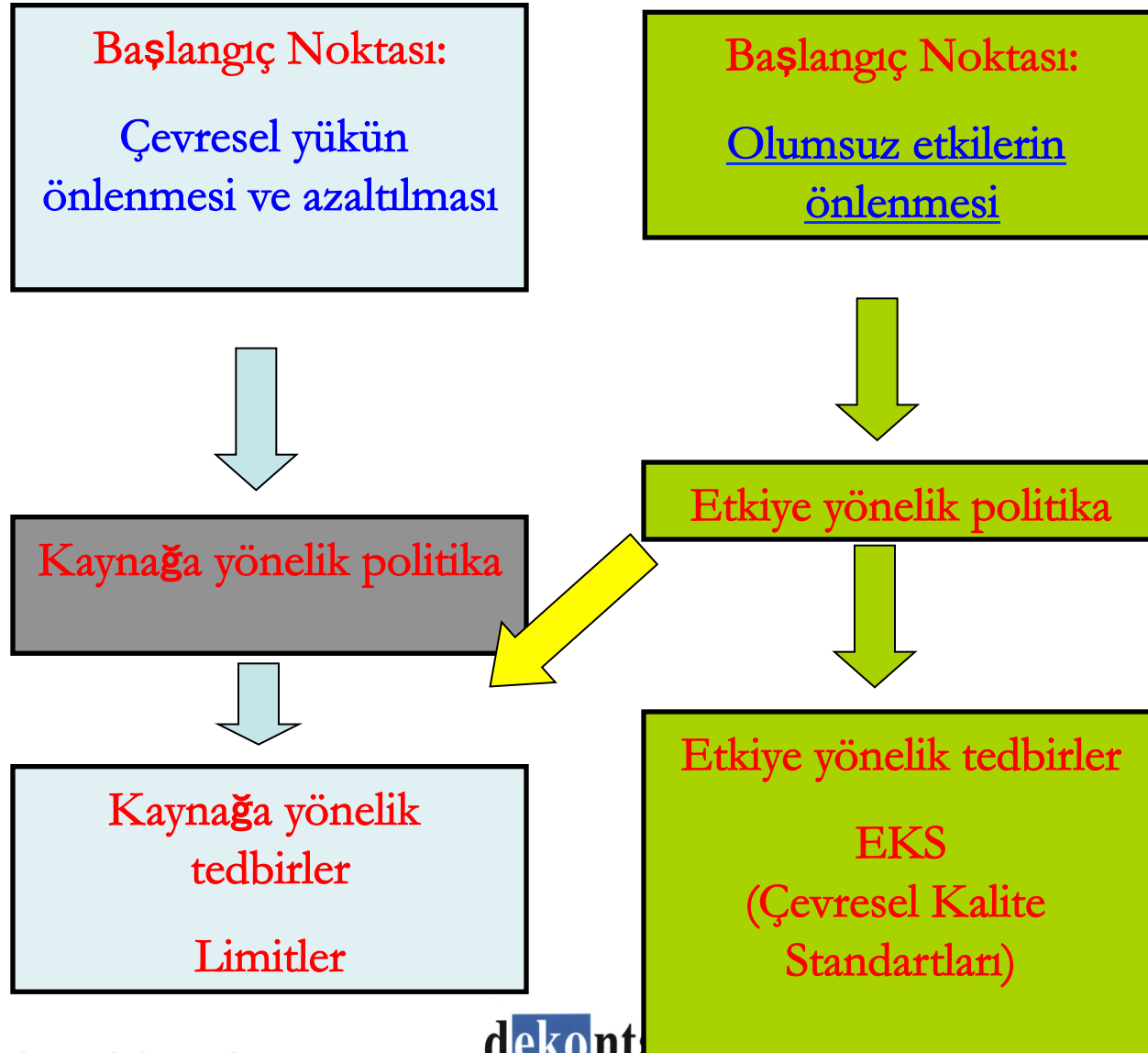
# Obesojenler

**Obesojenler** = Kilo alımı ve obeziteyi destekleyici olan yağ birikimini ve organizmada yağ oluşumunu uygunsuz bir şekilde düzenleyen ve teşvik eden endokrin bozucu özelliğe sahip kimyasal ajanlardır (Grun and Blumberg, 2007).

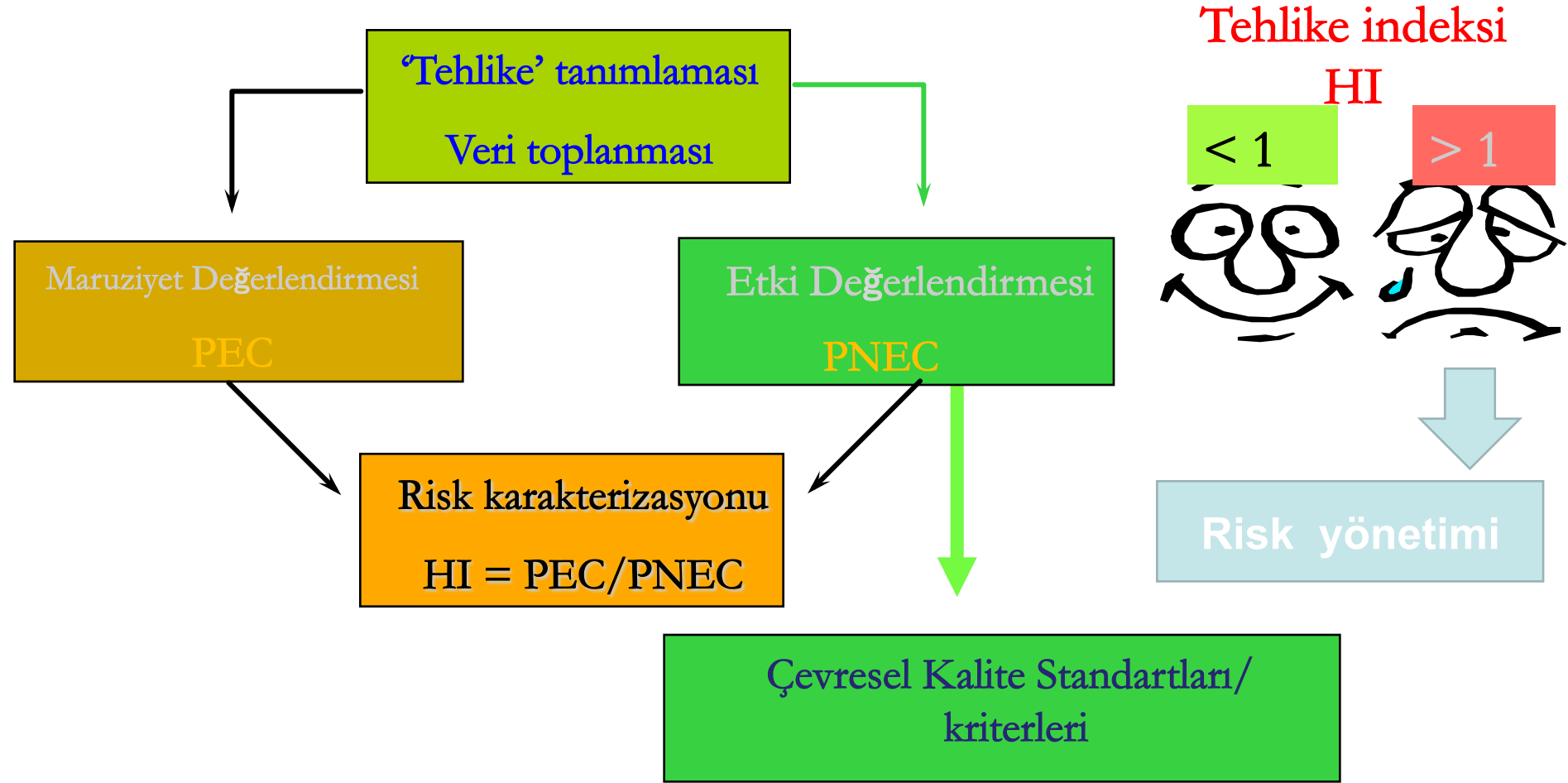
↳ Besinsel ve çevresel kimyasallara maruz kalmak, ileride obeziteye obeziteyle ilgili hastalıklara karşı hassasiyetin artması ile sonuçlanabilecek şekilde beslenme ve egzersiz dengesizliğinin etkilerini arttırabilir.

**İlk aday obejenler grubu** – ör: kalıcı organnik kirleticiler (KOK), perfloroalkil bileşikleri, bişfenol A ve fitalatlar.

# Çevresel Politika: Kaynakların ve Etkilerin Sınırlandırılması



# Risk Değerlendirmesi ve Yönetimi

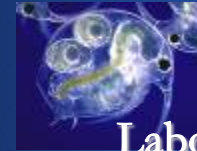


# Risk Değerlendirmesi



## Maruziyet

## Etkiler



Laboratuar (ve arazi) çalışmaları  
Ekotoksosite testleri

Tamin edilen maruziyet konsantrasyonu (TMK)

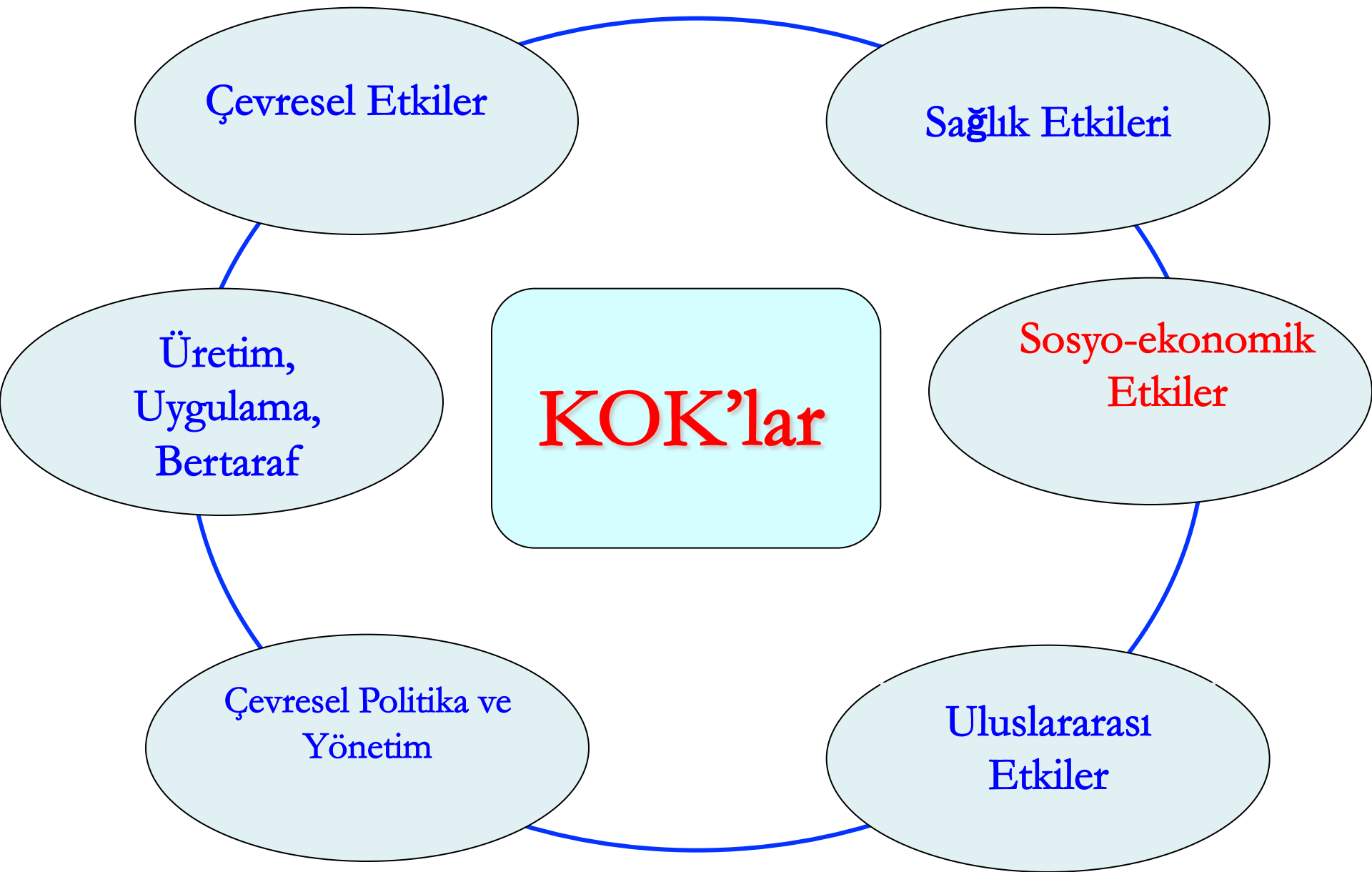
Tahmin edilen Etkisiz Konsantrasyon (TEK)



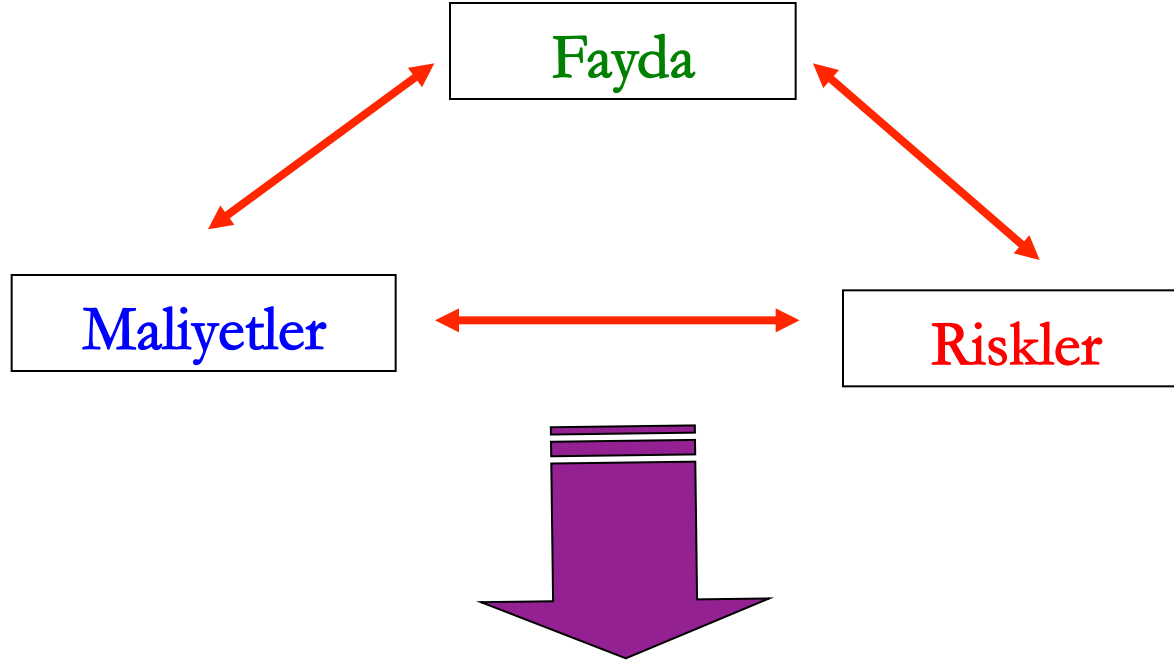
dekonta



UNITED NATIONS  
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



# Temel Tanımlar



Bu elementlerden hiç biri diğerleri değiştirilmeden değiştirilemez

Bazı iyileştirmelere bağlı yapılabilecek alternatif değerlendirme, fayda ve risk arasındaki ilişkiyi içermelidir.

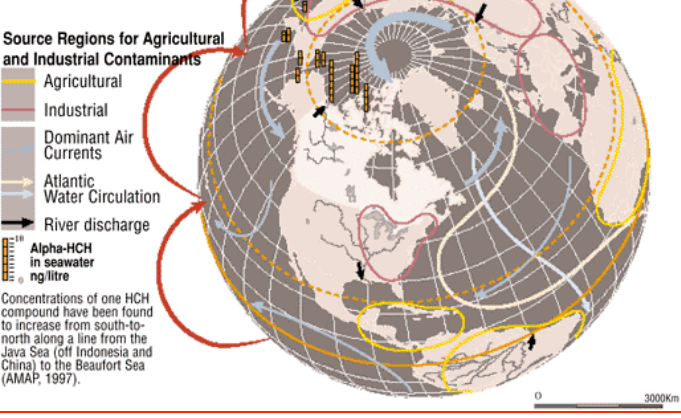




# KOK'lar



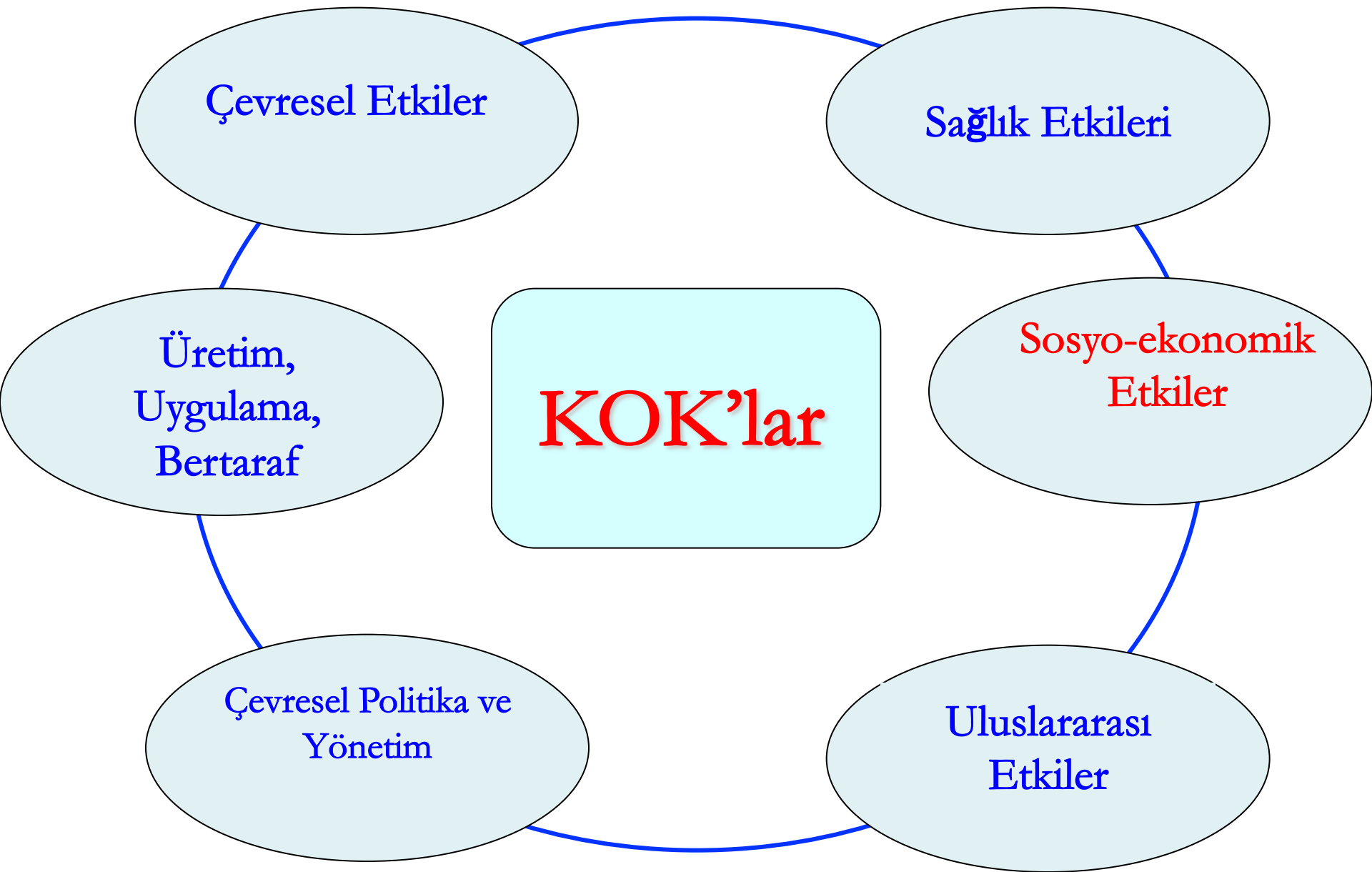
## THE GRASSHOPPER EFFECT AND OUT-OF-CANADA SOURCES



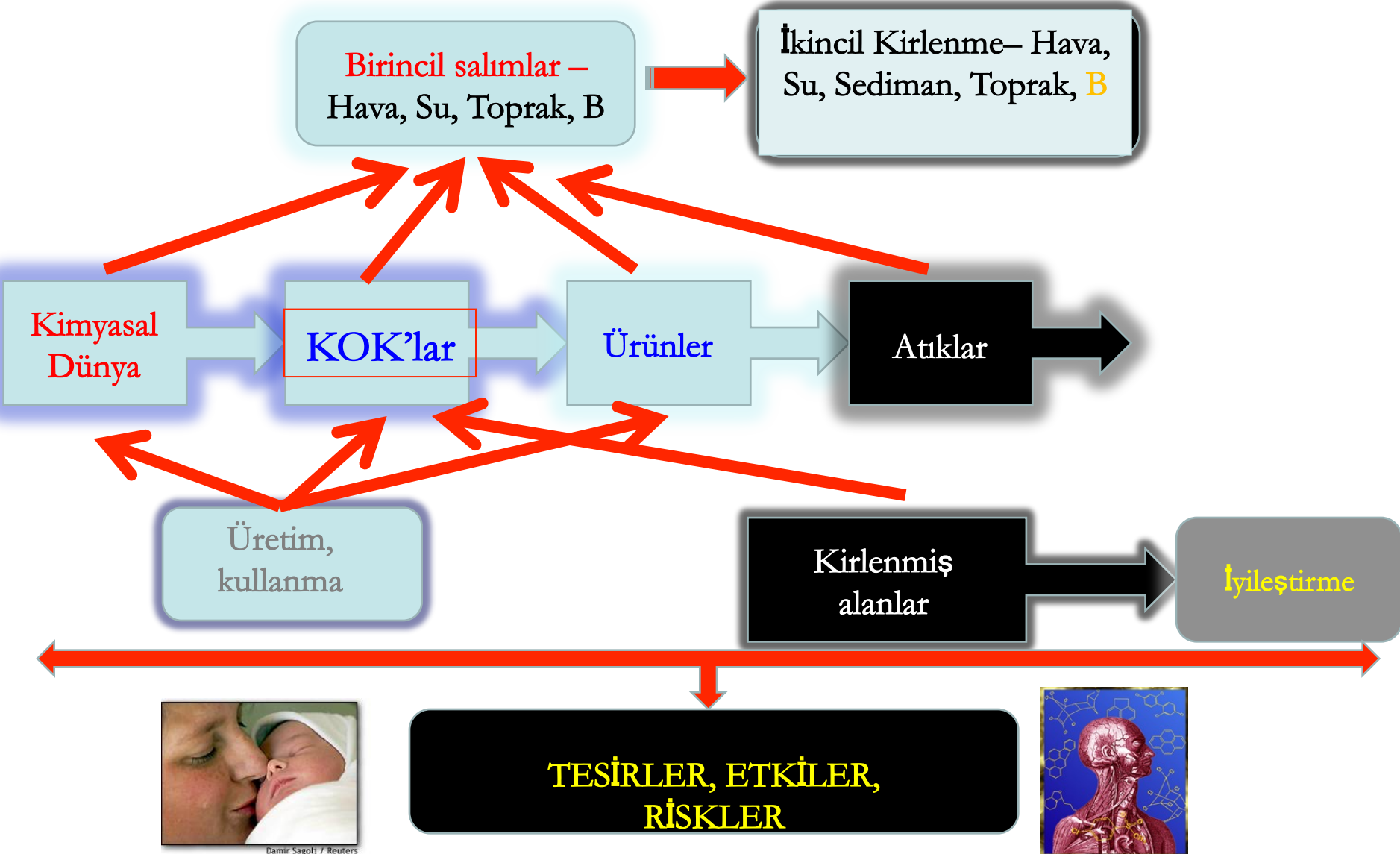
## Uluslararası Etkiler



BASEL CONVENTION ROTTERDAM CONVENTION STOCKHOLM CONVENTION



# Kimyasal Problemlerin Özeti



Damir Sagolj / Reuters

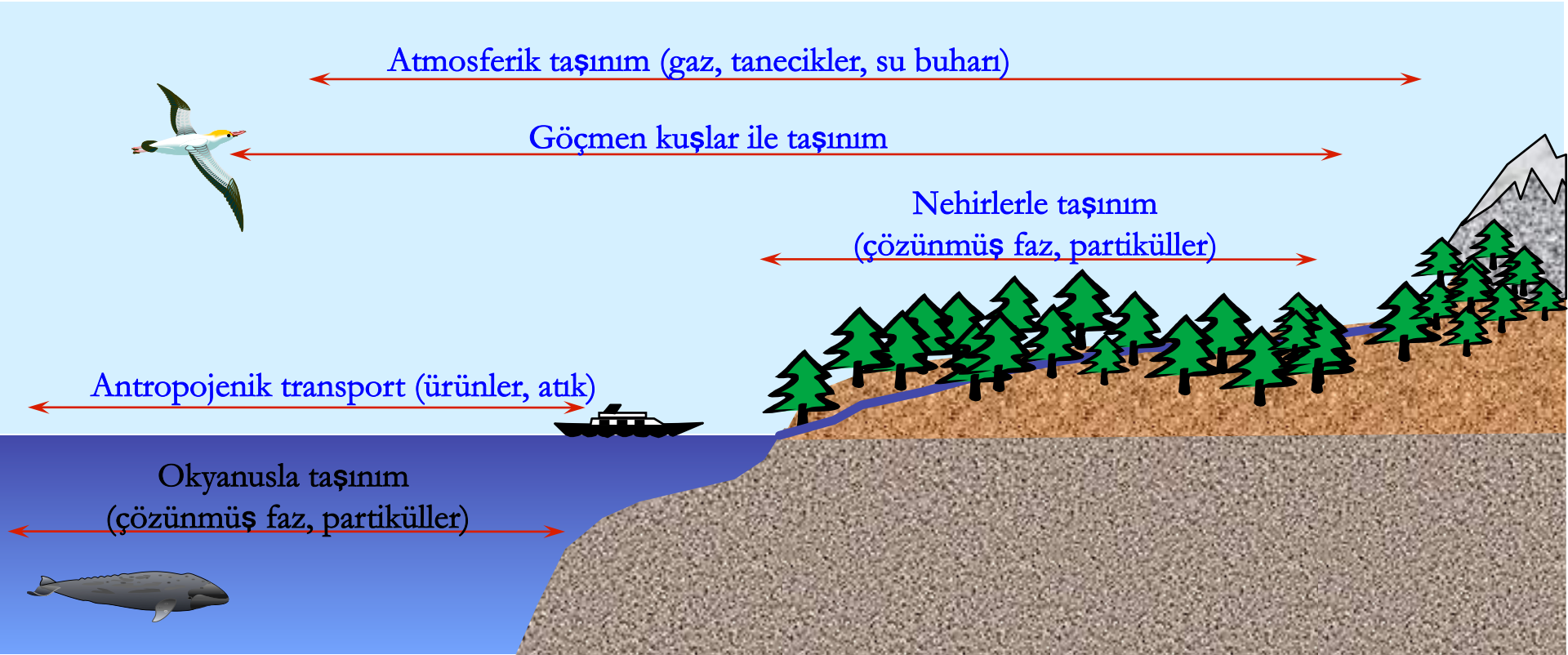


## KOK'lara Giriş

- ↪ KOK'lar – genel tanım;
- ↪ KOK'ların anlaşılması;
- ↪ Özellikler, problemler, Kirli 12, yeni KOK'lar;
- ↪ KOK'ların kaynakları;
- ↪ KOK'ların toksikolojisi ve ekotoksikolojisi;
- ↪ KOK'lar açısından sınır ötesi etki.

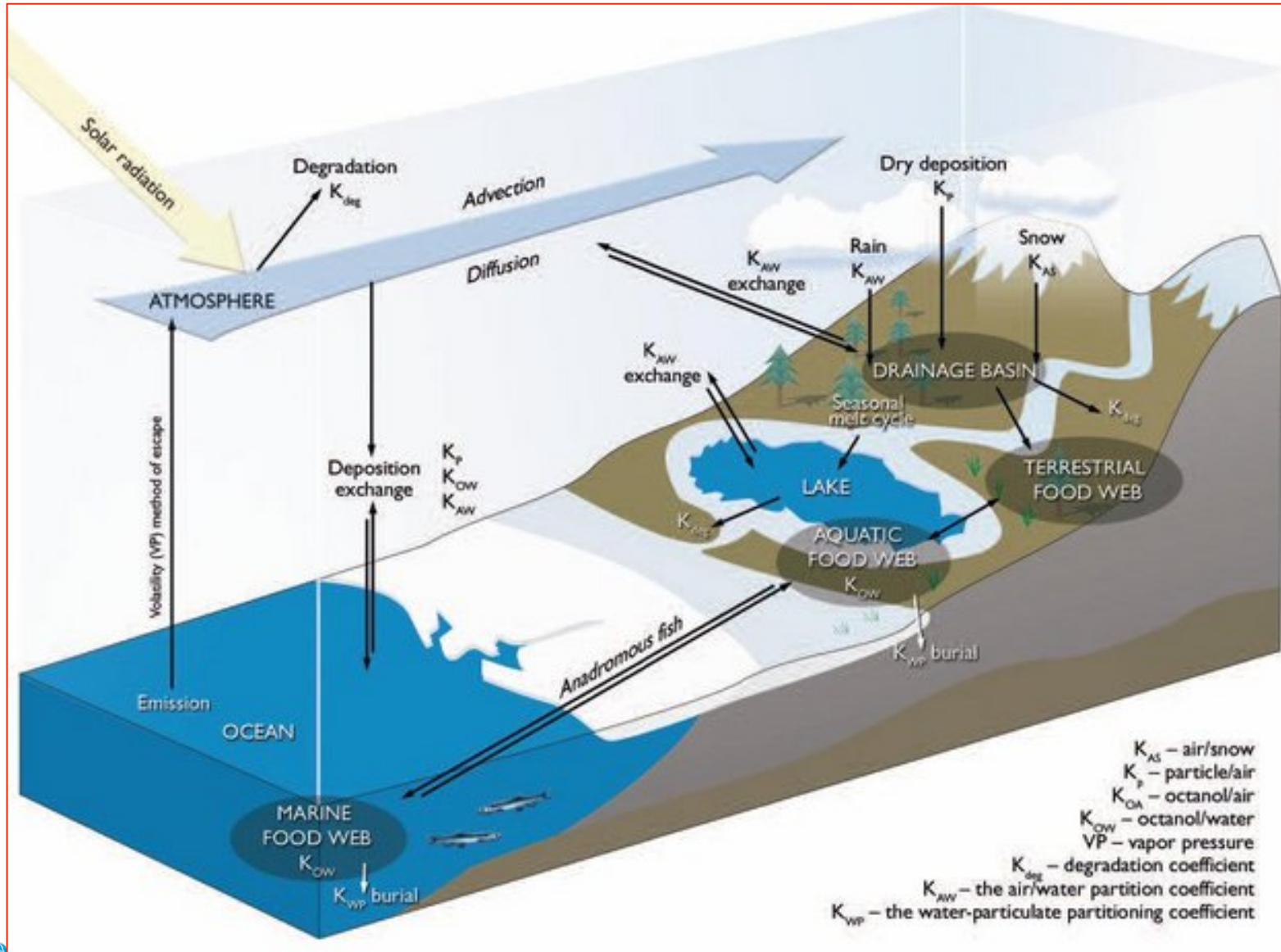
# PTS Taşınım Yolları

- ↪ Kalıcılık taşınımının relatif önemini arttırır
- ↪ Maddenin hava, su , toprak gibi farklı çevresel ortamlarda bulunuşuna dağılım karakteristikleri öncülük eder.



F. Wania

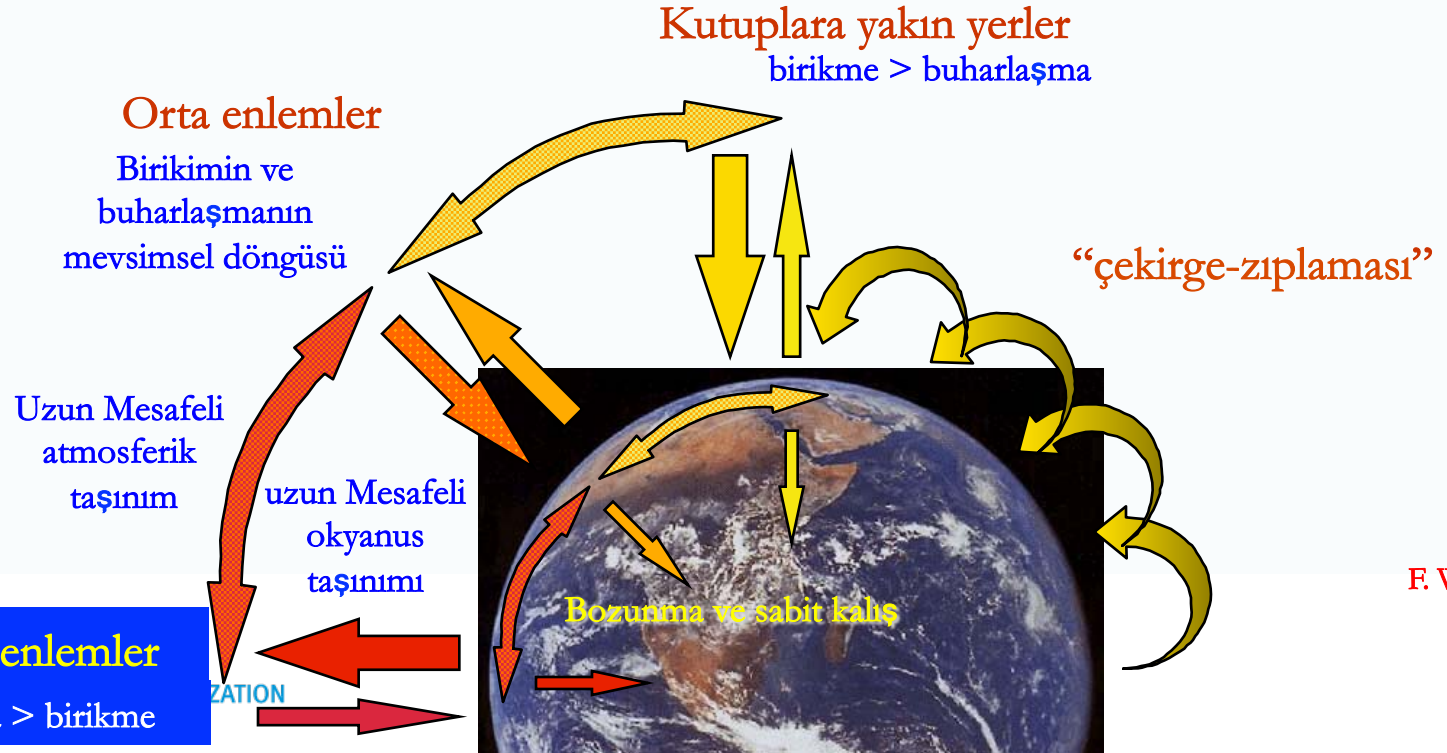
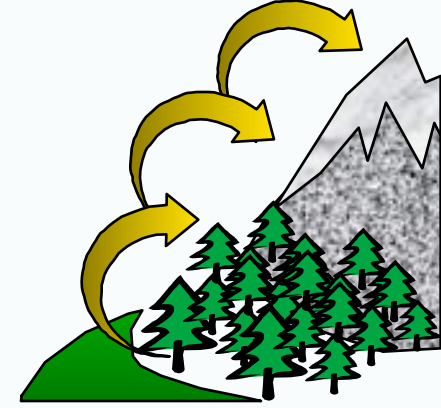
# KOK'ların Uzun Mesafeli Taşınımı



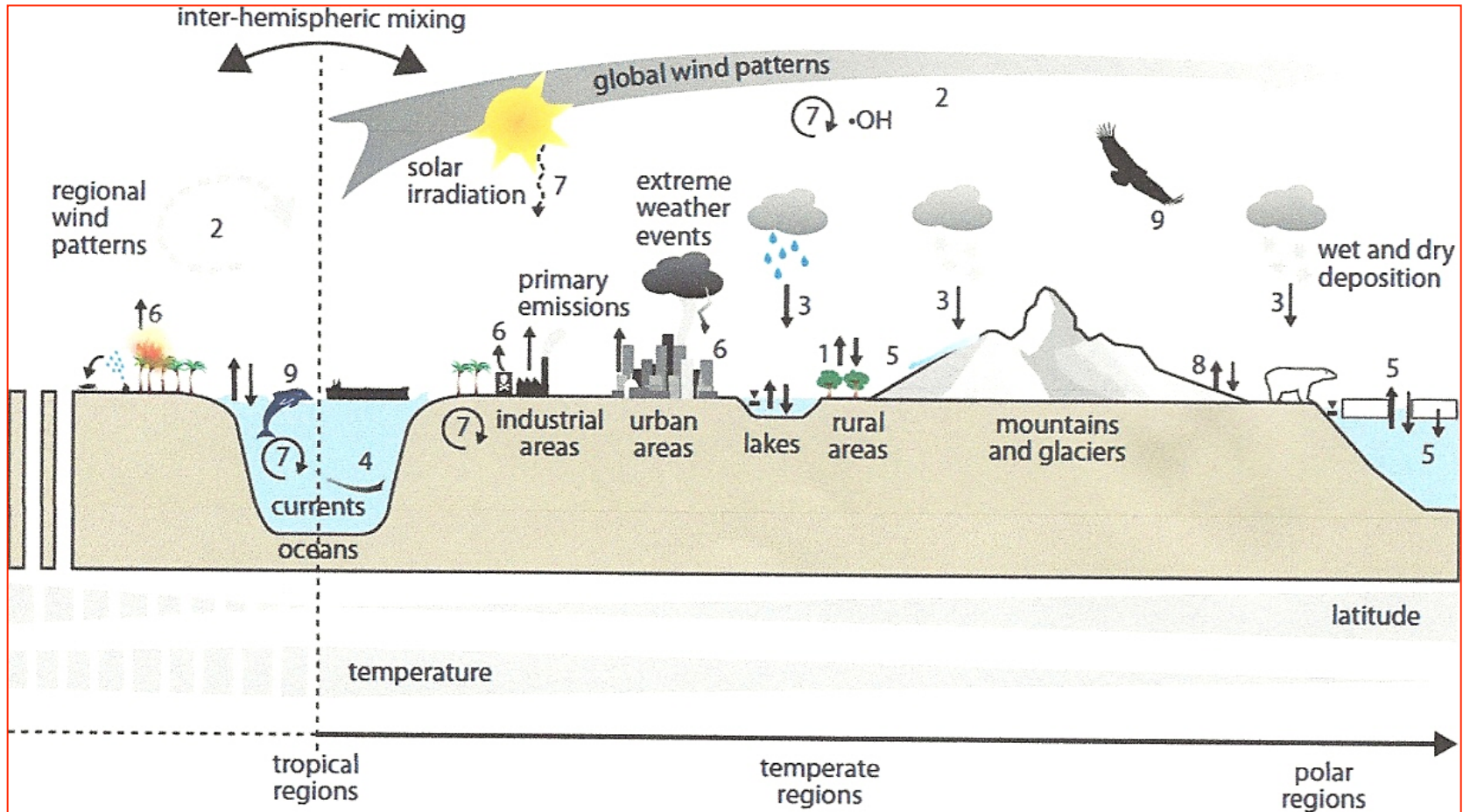
# PTS'nin Uzun Mesafeli Taşınımı

Birikme oranlarının ve buharlaşmanın sıcaklığa bağlı olması sebebi ile zıplama periyodik sıcaklık değişimleri ile artar.

Uzaydaki sıcaklık gradyanları, atmosferik karışımla birleşmeleriyle, kademeli transferi sıcak bölgelerden soğuk bölgelere yönlendirirler.



# İklim Değişikliği ve KOK'lar– Etkileri Tahmin Etme



Conceptual representation of key factors influencing the environmental fate and transport of POPs under a climate change scenario. Numbers in the Figure correspond to enumerated items in the text, including climate-change-induced modifications in (1) strength of secondary re-volatilization sources, (2) wind fields and wind speed, (3) precipitation, (4) ocean currents, (5) melting of polar ice caps and mountain glaciers, (6) frequency of extreme events, (7) degradation and transformation of chemicals, (8) environmental partitioning of chemicals, and (9) biotic transport of chemicals. Note that the processes depicted for the Northern hemisphere are the same in the Southern hemisphere.





Teşekkür Ederim



UNITED NATIONS  
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

dekonta