

DENİZ KİRLENMESİ

- - **Deniz Kirliliği Etkenleri**
- Deniz Kirliliği; “deniz kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi biçiminde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, deniz suyu kalitesinde ve deniz suyunun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ya da enerji atıklarının boşaltılması” şeklinde tanımlanmaktadır

- Deniz kirliliğine neden olan unsurlar üç ana grupta toplanabilir:
-
- a-Denizlerin havadan kirlenmesi:
- Havayolu taşıtlarının yağlı atıkları genelde açık denize dökülmektedir. Denizin havadan kirlenmesinin bir diğer nedeni ise sanayiler veya konutlar tarafından oluşturulan hava kirliliğidir. Örneğin, atmosfere bırakılan zehirli gazlar asit yağışlar şeklinde deniz ve tatlı sulara karışmaktadır.
-
- b- Denizlerin denizden kirlenmesi:
- Denizyolu taşımacılığında kaynaklanan atıklar (yükleme, boşaltma veya temizlik işlemleri sırasında oluşan gemilerin yakıt alımı esnasında oluşan atıklar, gemi sintine ve kirli balast suları ile katı çöplerin denize boşaltılmasından, tankerlerin özellikle gazsızlaştırma işlemlerinden kaynaklanan atıklar veya gemilerin taşıdığı tehlikeli atıkların denize dökülmesinden kaynaklanan ya da kaza sonucu oluşan atıklar gibi) önemli bir grubu oluşturmaktadır. Ayrıca deniz dibi kaynaklarından üretilen petrolde, deniz dibi araştırmaları ve kazıları ya da askeri etkinlikler sonucu oluşan atıklar da bu gruba girmektedir.

- c- Denizlerin karadan kirlenmesi:
- Evsel atıklar (çöpler, pis sular ve kanalizasyon) ile sanayi atıkları denizleri karadan kirleten faktörlerdir. Deniz kıyılarında kurulu termik ve nükleer enerji santrallerinin, deniz ekosisteminde dengesizliklere yol açtığı bildirilmektedir. Ayrıca tarımsal mücadele ilaçlarının topraktan suya karışarak denizlere aktarılması söz konusudur. Turizm faaliyetleri de bu grubun önemli bir bileşenini oluşturmaktadır (Anonim 2009).

- Ağır Metallerden Kaynaklanan Kirlenme

- Denizel ortamlara giren ya da bu ortamlarda bulunan ağır metaller doğal veya yapay orijinlidir. Nehirlerle taşınım, erozyonlar, deniz dibindeki volkanik hareketler ve atmosferik taşınım doğal kaynakları; madencilik, arıtma ve rafine tesislerinin hızla artışı, fosil yakıtların aşırı tüketimi, metal ürünlerinin tarımda kullanımı ise yapay orijinli ağır metal kirlenmesini oluşturmaktadır.

- Petrolden Kaynaklanan Kirlenme

- Denizde petrol kirlenmesi; tanker kazaları, balast suyu boşaltma, gemi trafiği, rafineri tesisleri, tankere petrol yükleme veya boşaltma tesisleri, denizde petrol üretimi, petrol sızıntıları, gemilerden sızan petrol kalıntıları, gemilerin kaza sonrası denize dökülen petrol bileşiklerinden kaynaklanır. Deniz suyunda ppb değerindeki kirlilik, denizel organizmalarda birikim sonucu ppm değerine ulaşır.

- Petrol kirliliğinin balıklar üzerindeki akut etkisi, balıkların ölümü ile sonuçlanırken, kronik etki balıkların üreme ve göçlerinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olur. Sucul organizmaların yumurta ve larvaları petrol kirliliğine daha fazla duyarlıdır. Birçok balık, kabuklu eklembacaklı ilk evrelerini su yüzeyinde yüzerek geçirir ve bu durumda petrolden fazlasıyla etkilenir. Petrol kirliliği geniş bir alana yayılmışsa ve belli türlerin özel yumurtlama alanları olarak seçtikleri yerlere ulaşmışsa su ürünleri stokları risk altındadır. Ayrıca, özellikle ağ kafeslerde yetiştirilen balıklar ile midye ve istiridye gibi türler petrol kirliliğinden lezzet ve koku açısından olumsuz etkilenir ve tüketimleri riskli olabilir. Petrol kirliliğinin denizdeki besin zincirine olan etkisi de önemlidir. Petrol kirlenmesinin kumluk alanlara vereceği ekolojik zararlar daha çok supra ve mediolitoral bölgedeki makrobentik ve meiobentik canlıların etkilenmesine göre değerlendirilebilir. Petrolden med-cezir hattında yaşayan organizmalar, yengeç ve karides türleri, kum midyesi, deniz çakısı, halkalı kurtlar etkilenir. Kayalık alanlarda ise midye ve istiridye, deniz yıldızları, kabuklu deniz canlıları, bazı deniz yosunları ve deniz çayırları, deniz şakayıkları, yengeç-karides türleri, amfipod ve izopod türleri petrolün yayılmasından etkilenir. Su kuşları da petrol yayılmasından en fazla etkilenen canlı gruplarından, kuşların başta kanatları olmak üzere petrolden arındırılması için özel yöntemler bulunmaktadır. Ayrıca yayılan petrolün balık avlama takımlarına verdiği zararlar da söz konusudur (Atay ve Pulatsü 2000, Öztürk 2005).

- Petrol kazaları meydana gelmeden önce kıyılarda yapılacak petrol kirliliği acil eylem hazırlık ve önleme planları için hassas alanların haritalanması önemli bir süreçtir. Bu süreçte değişik kıyısal kaynakların durumu haritaya işlenerek kirlenmenin önlenmesinde önceliklerin sıralaması yapılır ve bu öncelikler örneğin GIS yoluyla bir veri bankasına veya harita üzerine işlenebilir. Hassas alanların haritalanmasında temizleme stratejilerinin belirlenmesi veya birbirini tamamlaması gerekir. Kıyı tiplerinin haritaya geçirilmesinde genellikle çevresel hassasiyet indeksi kullanılmaktadır (Öztürk 2005).

- Petrol kirliliğinin temizlenmesi

- -Petrolün yayılmasını engelleyen korkuluk: Petrolle kirlenmiş bölgeyi çevirerek yayılmasını engeller. Böylece hapsedilmiş petrol skimmer ile emilip tasfiye edilir.
- - Sorbent boom:Deniz yüzeyindeki petrol ve yağı emer. Deniz yüzeyine birkaç tane boom atılır ve bunlar yüzeydeki petrolü/yağı emerek denizi temizler.
- - Sorbent pet: Selluloz yapılı bir malzemedir. Gemi güvertesi ve makine dairesindeki petrol/yağı temizlemede kullanılır. Bu malzeme petrol ve yağı emer, sıkılır yağı süzdürülür ve tekrar kullanılır.
- - Sorbent granüle: Küçük granüllerden ibarettir. Kirli yere bu granüle dökülür. Bu petrol/yağı emer, sonra süpürge ile toplanır. Böylece kirlenmiş bölge temizlenir. Boom boyutları ve çapları kirlenmiş bölgedeki petrol miktarına göre ayarlanır.

- Adsorban (sorbent) materyalin yapısı dörde ayrılır:
- 1- Sentetikler: Polietilen, polipropilen, hidrokarbon polimer, poliüretan köpük, α -selüloz ile muamele edilmiş reçine.
- 2- Doğal organikler: Bitkisel fiber, odun fiber, karışım fiber.
- 3- İnorganik
- 4- Kil

- - Petrol ve parçacık toplayıcılar (skimmer): Mekanik temizlemeye dayanan bu teknikte, deniz suyu bir tanka emilerek ultrasantrifüj içeren bir separatöre geçmekte ve daha sonra reaktöre gelmektedir. Burada içeriye hava püskürtülerek toplama kabına geçmekte ve temizlenmiş su deşarj edilmektedir.
- - Döner fırçalı skimmer: Yüzen bir platformda su 65 rpm hızla dönen fırçalardan bir tekneye ayrılan petrol alınır. Saatte kazanım hızı $2.5-100 \text{ ton s}^{-1}$ 'dir.
- - Poliüretan köpük: 1 dakikada 100 misli genişler 28 litre köpük $\sim 1 \text{ ton}$ petrolü adsorbe eder ve petrol su yüzeyinden giderilir.
- - Parafin: $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kullanılır, petrol bununla katılaşır ve toplanır.
- - Polivinil prolidon (PVP): Uçucu bir solvan içinde uygulanır. Bu petrolü kaplar, örter ve petrol fiber şeklinde toplanır. Kullanılan PVP oranı petrolün % 15'i kadardır ve pahalı bir yöntemdir.
- - Dispersantlar: Deterjanlardan farklıdır ve yapıları noniyonik gruptandır. Alkil fenol etilen oksid kondensatıdır, kolay bozunmazlar. Dispersantların, petrol dağılımını dalga ile çok ince parçacıklara bölmeleri nedeniyle solungaçlara kolay nüfuz etmesi ve toksisitesinin yüksek olmasından dolayı sınırlı kullanıma sahip olduğu belirtilmiştir (Öztürk 2005).

- Pestisitlerden Kaynaklanan Kirlenme

- PCB'ler [transformatörler](#) ve [kondansatörler](#) için soğutucu ve yalıtım sıvısı olarak, elektrik kablolarını ve elektronik ekipmanların esnek [PVC](#) kaplamalarında dengeleyici katkı maddesi olarak, [pestisitlerin](#) katkı maddesi, kesme yağlarında, alev geciktiricilerde, hidrolik sıvılarında, contalarda, yapıştırıcılarda, ağaç cilalarında, [boyalarda](#), toz alma maddelerinde ve karbonsuz kopya kâğıtlarında kullanılır. PCB üretimi 1970'lerde yüksek [toksikite](#) nedeniyle yasaklanmıştır. PCB'ler, hayvanların vücudunda biriken, çevre kirliliğine yol açan, kalıcı organik kirletici madde olarak sınıflandırılmıştır. PCB'ler okyanusları da kapsayacak şekilde global ölçekte bir dağılıma sahiptir. PCB'ler kıyısularda havadan veya nehirlerin taşınımı ile ulaşır. Halk sağlığı açısından PCB vb. kimyasallar dört temel esas üzerinden etki eder;
 - a- Üreme/gelişimsel bozukluklar
 - b- Endokrinel bozukluklar
 - c- Karsinojenite
 - d- İmmunotoksikite

- Denizde pestisitlerin parçalanması, su bitkilerine, omurgasızlara, sıcaklık ve sedimente bağlıdır. DDT zaman içinde trikloretan grubundan parçalanır ve DDE, DDD, DMU, DDMS, DDNU gibi değişik türevler meydana gelir; zaman içinde DDT miktarı azalır fakat bundan doğan ürünler (örneğin DDE miktarı, 100 günde) artar. DDT'nin 1972 yılında yasaklanmasına rağmen, 1970-1980 arası deniz suyunda parçalanma ürünü olan DDE tespit edilmiştir.

- Mikrobiyal Kirlenme

- Su kaynaklarının hijyenik açıdan emniyetli olabilmesi için, suyun fekal (dışkı veya idrarla) kirlenmeye maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi gereklidir. Fekal bakteriler bakımından kirli olan sularda yaşayan balıklar sık sık insan tüketiminde yer alırlar. Bunların bazıları toplum sağlığı için risk oluşturan enterik insan patojenleri ile bulaşmış olabilirler. Sindermann (2006), kıyusal deniz kirlenmesinde özellikle halk sağlığına verdiği zararlar dikkate alındığında, mikrobiyal kirlenmenin önemli bir yer tuttuğunu vurgulamıştır. Çizelge 3.3'de su ile bulaşan bazı enfeksiyöz hastalıklar ve etkenleri sunulmuştur (Blanch ve Jofre 2004).

Çizelge 3.3 Su ile bulaşan bazı enfeksiyöz hastalıklar ve etkenleri (Blanch ve Jofre 2004)

Ajan	Kategori	Hastalık
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Protozoa	Akut enterokolit
<i>Legionella pneumophila</i>	Bakteri	Legionellosis
<i>Campylobacter jejunii</i>	Bakteri	Gastroenterit
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	Bakteri	Hemorojik kolit ve Hemolitik üremik sendrom
<i>Helicobacter pylori</i>	Bakteri	Gastrik ülser (mide ülseri)
<i>Vibrio cholerae</i> O139	Bakteri	Kolera
<i>Hepatitis A virüs</i>	Virus	Hepatit
<i>Cylosprora</i>	Protozoa	Akut enterokolit
<i>Toxoplasma gondii</i>	Protozoa	Toxoplasmosis
<i>Mycobacterium</i> (atypical)	Bakteri	-
<i>Norovirus</i> and <i>Sapovirus</i>	Virus	Akut gastroenterit
<i>Yersinia enterocolitia</i>	Bakteri	Akut diyare

- Evsel ve endüstriyel atık suların yanısıra gemilerin balast suları içerisindeki patojen bakteriler de bakteriyolojik kirliliğin temiz sulara yayılımında rol oynamaktadır. Bakteri konsantrasyonlarının düşük seviyeye indirilmesi halk ve ekosistem sağlığı açısından son derece önemlidir; örneğin evsel atık suların denize deşarjında deşarj hattı uzunluğunun tespitinde, koliform bakteri düzeyi belirleyici olarak kabul edilmektedir.

- Bakteriyolojik kirlilik deniz çevrelerinde organik atıkların ortamda yoğunlaşması sonrasında başlamaktadır. Doğal ortam bakterileri, deniz ortamına giren birçok toksik maddeyi metabolik özelliklerine bağlı olarak, son derece karmaşık etkileşimler sonucunda farklı formlara dönüştüren önemli araçlardır. Böylece bakteriler, birçok toksik metalin zararsız formlara dönüşmesinde doğal bir mekanizma oluşturur. Örneğin: inorganik civa, sedimentte anaerobik mikroorganizmalar tarafından biyolojik bir değişime uğratılarak çok tehlikeli nörotoksik bir madde ile dimetil-civaya dönüştürülür. Hg^{+2} deniz suyunda çözünmeden kaldığı halde metil-civa uçucudur.

- Cıvaya dirençli *Bacillus* suşları uçucu elemental cıva oluştururlar. Ayrıca bakteriler deniz ortamında naftalin, petrol, pestisit gibi kompleks moleküllerin parçalanmasında rol alırlar. Doğada kompleks moleküllerin parçalanması, biyolojik parçalanma (biyodegradasyon) olarak kendiliğinden devam ederken, ortam şartlarında insan eliyle yapılan değişikliklerle hızlandırılabilen ve biyolojik iyileştirme (biyoremediasyon) çalışmaları olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyoremediasyon, mikroorganizmaların (bakteri veya fungus) bazı toksik kirleticileri ayrıştırarak daha az zararlı bileşikler haline getirmesi şeklinde tanımlanmıştır. Yani biyodegradasyon doğal mekanizma, biyoremediasyon ise doğal ortama müdahale edilerek biyodegradasyonun hızlandırılmış şeklidir (Altuğ 2005).

- Biyolojik Kirlenme

- Biyolojik kirlenme, bakteri, kabuklu deniz hayvanları ve algler gibi denizde yaşayan organizmaların belirli bir yüzeyde tutunmaları sonucu ortaya çıkar. Bu durum, büyük gemiler ve küçük yatların yanı sıra okyanusta kullanılan ölçüm ve denetim cihazları, deniz kenarına inşa edilmiş termik santrallerde soğutma işlemlerinde kullanılan ısı değiştiriciler, denizde balık işletmelerinde kullanılan ağlarda ortaya çıkar (Anonim 2013a). Mikroorganizmalar gelişimleri için uygun organik ve inorganik maddelerin biriktiği dış yüzeylerde özellikle gözle görülmeyen çizikler ve aşınmış bölgeler içine yuvalanarak yerleşmekte, birbirlerine ve yüzeylere bağlanarak biyofilm oluşturabilmektedir. Biyofilme tutunmuş bakteriler bu yapının içinde antimikrobiyal ajanlara ve olumsuz çevre koşullarına dirençli hale gelebilmektedir (Altuğ vd. 2007).

- Deniz Taşımacılığında Kaynaklanan Kirlenme

- Deniz taşımacılığında kaynaklanan deniz kirliliğinin; kazalar sonucu petrol yayılmaları, gemi boyaları ve balast suları dışında önemli bir nedeni de gemilerin katı ve sıvı atıklarını denize boşaltmalarıdır. Gemilerden kaynaklanan deniz kirliliğini önleme antlaşması (MARPOL)'e göre gemiler, denize boşaltılması yasak olan atıkların işlem görmesi sonucu kalan kalıntıları depolamak zorundadır. Gemiler, kirletici atıklarından kurtulmak için boşaltılmasına izni verilen atıkları denize boşaltmakta, izin verilmeyenleri de işleme (yakma, ayırma vb.) tabi tutarak kalanları seyir esnasında depolayarak, limanlardaki atık kabul tesislerine boşaltmaktadır. Bu nedenle, limanlarda gemilerde oluşan atık ve kalıntıları, gecikmeye neden olmayacak şekilde alacak katı ve sıvı kabul tesislerinin olması gerekir. Denizlerin gemiler tarafından kirletilmesini önlemenin en etkin yolu, gemilerin seyir süresince depoladıkları katı ve sıvı atıklarını limanlardaki kabul tesislerine boşaltmalarıdır (Küçük 2011).

- Kıyusal Sularda Aşırı Alg Üremeleri

- Deniz ve tatlı sularda fitoplankton olarak adlandırılan tek hücreli mikroskobik algler ilkbahar sonları ve sonbahar başları arasındaki ani ısınma periyodu sırasında, kapalı, yarı kapalı koy ve körfezlerde oluşan ötrofikasyon sonucu litrede 105-106 hücre sayısına ulaşarak yapılarındaki pigment maddelerinden dolayı suda renk değişimine neden olurlar. Bu olay genel olarak Red-tide adı ile anılmaktadır. Red-tide etkileri; insanların, balinaların, deniz memelilerinin ve diğer deniz hayvanlarının ölüm veya hastalıklarından, suların renk değişimi, köpük ve ölü balıklar ile kumsalların kirletilmesine kadar çok çeşitli ve yoğunudur. Zararlı mikroalg üremeleri “özellikle halk tarafından suyun gözle görülebilir şekilde renk değiştirmesi, köpük oluşması, balıkların veya omurgasızların ölümü veya insanlara yönelik toksisite gibi etkileri sayesinde doğrudan veya dolaylı olarak fark edilebilir olanlar” şeklinde de tarif edilmektedir. Yabancı türlerin gemilerin balast sularıyla farklı bölgelere aktarılması ve canlı midyelerin bir bölgeden diğerine taşınması olayı ile aşırı seçici balık avcılığı sonucunda herbivorlar üzerinde otlama baskısının azalması ve böylece fitoplankton üremelerinin desteklenmesi de söz konusudur (Aydın ve Uzar 2009).

- Kıyusal Kirlenmenin Etkileri

- - **Denizel organizmalar üzerindeki etkileri**
- Kirleticilerin etkilerini, yumurtlamadan önce ergin balıkların biyokimyasal ve yapısal (hücresel) durumları ile yumurtlama ertesi (embriyonik, larval, postlarva ve juvenil gelişim dönemleri) olmak üzere iki aşamada ele almak gerekmektedir. Kıyusal kirlenmenin üreme ve balıkların erken gelişim dönemleri üzerindeki başlıca etkileri çizelge 3.7'de sunulmuştur.

Çizelge 3.7 Balıkların yaşam dönemleri ve kirleticilerin etkileri (Sindermann 2006)

Yaşam dönemi	Kirleticilerin etkileri
Olgunlaşma dönemi	Ergin dişi veya erkeklerde gonad gelişiminin gecikmesi veya engellenmesi
Yumurtlama	Yumurtlama potansiyelinde azalma
Yumurta gelişimi (embryo)	Bozuk yumurta veya sperm oluşumu, anormal gelişim ve embriyonlaşmış yumurtaların ölümü ve anormal gelişimi
Kuluçka dönemi	Yumurtaların açılma başarısındaki azalma
Larval gelişim	Larvalarda anormallik ve ölüm oranı
Postlarval gelişim	Postlarvalarda görülen fizyolojik/morfolojik anormallikler
Juvenil	Fizyolojik/morfolojik anormallikler, ölüm ve fiziksel bozukluk, bağışıklık tepkilerinin baskılanması, hastalığa dirençte azalma
Ergin	Populasyonda azalma, bağışıklık tepkilerinin baskılanması, hastalığa dirençte azalma (özellikle stoklar kirleticiden yoğun bir şekilde etkilenmişse genetik bozuklukların döllere aktarımı söz konusudur.)

- - **İnsanlar üzerindeki etkileri**

- Kıyusal suların kontaminasyonu insan sağlığı üzerinde iki temel yolla risk yaratabilmektedir;

- - **Deniz ürünlerinin mikrobiyal kontaminasyonunun neden olduğu hastalıklar:** Kıyusal sularda ve kabuklu su ürünlerinde ortaya çıkan fekal orjinli viral gruplar; Norovirüsler, Entereovirüsler, Adenovirüsler, Hepatit A virüsler ve Rotavirüslerdir. *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae* ve *V. vulnificus*'u içine alan vibrios, kabuklu su ürünleri ve deniz suyunda kirletici olarak değil, normal mikrofloranın da bir bölümü olarak bulunmaktadır. Bu organizmaların bolluğu, kıyusal koy-körfez sularındaki kanalizasyon kontaminasyonu veya enfekte olmuş bireylerden patojen girişi vb. faaliyetler sonucu organik yüklemenin artması ile ilintilidir.

- - **Deniz ürünlerinin kimyasal kontaminasyonunun neden olduğu hastalıklar:** Bu gruptaki kirleticiler üç temel başlık altında toplanabilir;

- **a- PCB'ler, pestisitler ve klorlu hidrokarbonlar:** Bu tip kirleticilerin ortamda kalıcı olmaları ve besin zinciri halkaları boyunca birikimine bağlı toksik etkileri yıllardır tartışılmaktadır. Gerek pek çok denizel organizmanın yemdeki düşük düzeyde pestisite uzun-sürelili maruz kalmasının etkileri gerekse düşük düzeyde pestisit içeren besinleri tüketen insanlar üzerindeki olası uzun-sürelili etkileri tam olarak anlaşılammıştır. Bazı kirleticiler hemen metabolize edilip atılırken, sindirim oranının detoksifikasyon ve ekstraksiyon hızını aştığı durumlarda dokularda birikim ve depolanma söz konusu olur. Yağda çözünür kirleticilerin bazıları-özellikle klorlu hidrokarbonlar- sürekli düşük dozlarda yem tüketen hayvansal organizmalarda olduğu gibi insanlarda da birikime uğrar. Özellikle PCB'lerin endokrinel hasarlara neden olduğu-östrojen veya testesteron gibi-hormonların aktivitesini önlediği, seksüel olgunlaşma esnasında gonadal büyüme ve gelişimi engellediği bildirilmiştir.

- **b- Kirletici olarak metaller:** Civa, kadmiyum, arsenik, kurşun, kalay ve selenyum kirletici olarak ön plana çıkan metaller olup, balıklardaki civaya ilişkin bazı genel bilgiler aşağıda sunulmuştur:
 - - Genel halk sağlığı standartları için deniz ürünlerinde izin verilebilir metilmerkürü $0.1 \mu\text{g kg}^{-1}$ vücut ağırlığı düzeyindedir,
 - - Normal insan kanının civa düzeyi $5.0 \mu\text{g L}^{-1}$ 'nin altındadır,
 - - Minimata olayında $200 \mu\text{g L}^{-1}$ 'nin üzerinde tespit edilen civa değerlerinin altında açık bir şekilde toksisite belirtisi görülmemiştir ($200 \mu\text{g L}^{-1}$, $0.3 \mu\text{g gün}^{-1}$ metilmerkürü içeren sabit diete sahip, 70 kg ağırlığındaki ergin bireyin ulaşabileceği bir değerdir).

- **c- Kansere neden olan maddeler (karsinojenler):** Bu tip maddelerle kontamine olmuş ürünlerin uzun-sürelili tüketim etkileri henüz bilinmemektedir. Yaklaşık 40 kimyasal veya grubun (arsenik ve diğer bazı metaller, PCB'ler, DDT türevleri, benzo[a]pyrene (BaP) ve diğer PAH'lar, dioxin ve toxaphene gibi) insanlar için karsinojenik olduğu düşünülmektedir. Ancak PCB gibi yüksek düzeyde kirletici içeren deniz ürünleri tüketimi ve kanser arasında doğrudan bir ilişki net olarak ortaya konmamıştır (Sindermann 2006).

-