

KİRLENME TİPLERİ

- - **Ağır Metal Kirlenmesi**
- Ağır metal tanımı, fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g cm^{-3} ten daha yüksek olan metaller için kullanılmaktadır ve bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa, çinko olmak üzere 60'dan fazla metal dahildir. Bu elementler yerkürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içerisinde bulunur. Ağır metaller su kaynaklarına, endüstriyel faaliyetlerin atıkları sonucu veya asit yağışların toprakta bulunan ağır metalleri çözmesi yolu ile ulaşır. Sulara taşınan ağır metallerin bir bölümü suda seyrelir bir bölümü de karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik oluşturarak su tabanına çöker ve birikir (Şekil 2.1.1). Çizelge 2.1.1'de belirtilen kaynaklardan denizlere ulaşan metaller, deniz suyunda çözünebilir veya partikül halde bulunur. Çözünebilir halde olanlar, serbest metal iyonları veya kararsız organik ve inorganik kompleksler halindedir.

Metallerin su ortamından uzaklaştırılması üç şekilde olmaktadır:

- a) Çökelme: Denizlerde partikül haldeki maddelerin çoğu- kil mineralleri ve partikül haldeki organik maddeler- deniz suyunun pH'sında negatif yüklüdür. Bu nedenle bunların yüzeyleri metal katyonlarını çekerek bileşik oluşturur ve suda erimiş olan metaller, inorganik partiküllerin yüzeylerini örten organik maddelerin oluşturduğu ince film tabaka üzerine tutunur. Metal bakımından zengin olan bu partiküllerden bazıları dibe çökerken sudaki metalleri de beraberlerinde dibe taşır. Metallerin sudaki anyonlarla (CO_3 , S ve OH) oluşturdukları bileşikler, suda çözünmez ve zamanla sudaki miktarları artarak dibe çökerler. Örneğin, hidrojen sülfürün bol olduğu anoksik sularda; su kolonundaki bazı metaller -bakır, sülfür ile birleşerek suda erimeyen CuS oluşturmakta - dibe çökmektedir. Ayrıca deniz suyunu süzerek beslenen bentik organizmalar, parçacıklara yapışmış olan metallerin çökmesini hızlandırmaktadır. Antisiklonik girdaplar (çevrimler) da suda asılı halde bulunan kirleticilerin dibe çökmesine sebep olmaktadır.

- b) Yüzeyle tutunma (Adsorpsiyon): Metaller, demiroksit, mangandioksit, kil mineralleri ya da fitoplankton gibi parçacıkların yüzeyine tutunarak deniz suyundan alınmaktadır.
- c) Organizmalar tarafından alınma (Absorpsiyon): Metaller, denizel ortamda organizmalar tarafından çeşitli yollarla sudan alınmakta ve vücutta biriktirmektedir (biyoakümülyasyon). Bu bağlamda besin zincirinin ilk halkalarında düşük düzeylerde bulunsalar bile birbirini izleyen halkalarda artan yoğunluklara ulaşabilmektedir. Pek çok metal, organik maddelerle bileşik oluşturma özelliğinden dolayı dokularda tutulur ve dışarıya atılmaz. Pekçok sucul organizmanın vücutlarında metal konsantrasyonunun artması, yaşamsal faaliyetler için gerekli olan bazı metalleri sudan almaları ile ilişkilidir. Omurgasızların büyük bölümü beslenme amacıyla suyu süzdüklerinden yabancı maddelerle birlikte metalleri de bünyelerine almakta ve biriktirmektedir. Balıklar, yumuşakçalar, kabuklular, makroalgler vb. gibi denizel organizmaların birçoğu insanlar tarafından tüketildiği için organizmalardaki metal konsantrasyonunun insan sağlığı açısından da önemi büyüktür (Ünsal 2004).

Civa (Hg)

- Yerkabuğunda civa çoğunlukla yüzey katmanlarda doğal olarak bulunur ve doğal dağılıma sonucu kolaylıkla serbest hale geçerek tüm ekosistemlere yayılır. Civanın sucul ortama geçişi madencilik, endüstriyel ve tarımsal aktiviteler sonucu gerçekleşmektedir (Topçuoğlu 2005). Civanın kimyasal yapısı (elementel, organik veya inorganik form) zehirliliğinin belirlenmesinde en önemli faktördür. Civa alıcı ortamlara, fosil yakıtların yanması, madencilik sektöründe civa içeren kayaların kırılması, civa üretimi esnasında katı atık depo sahalarından sızma, atık pillerin rastgele atılması, diş hekimliğinde kullanılan amalgam dolgular ve evde kullanılan civa içeren aletlerin kırılması ile içerdikleri civanın ortama yayılması sonucu ulaşır. Suyu karışan civa, bakteriler ve organizmaların etkisiyle metilcivaya çevirilmektedir.

- Farklı civa bileşiklerinin sinir sistemi, böbrekler ve beyin üzerinde farklı etkileri olup, vücuda alınan civanın metalik, organik veya inorganik bileşik olmasına göre vücut içerisinde izleyeceği yol farklılık göstermektedir. Metalik ve metilciva vücuda alındığında, kana karışarak beyne kadar gittiği ve biriktiği, alınan inorganik civa bileşiklerinin böbreklerde de akümüle olduğu bildirilmiştir. 1953 yılında Japonya'nın Minamata kentinde ortaya çıkan zehirlenme salgınına, bir klor-alkali fabrikasının civalı atıklarının Minamata Körfezi'ni kirletmesi yol açmıştır. Bu salgında körfezde avlanan su ürünlerini yoğun olarak tüketen kent halkında 47'si ölümlle sonuçlanan 121 zehirlenme vakası kaydedilmiş, körfez sularında olması gereken değerlerin (5-15 ppm) 20 katı civa değerleri ölçülmüştür. Bölgedeki civa kirlenmesi tespit edilinceye kadar bölgede yaşayan pek çok kişide ciddi sinir sistemi rahatsızlıkları, koma hali hatta ölümler dahi gözlemlenmiştir (Güven vd. 2004).

Kurşun (Pb)

- Kurşun, insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. 1920'lerde kurşun bileşikleri (kurşuntetraetil) benzine ilave edilmeye başlanmış ve bu kullanım alanı kurşunun ekolojik sisteme yayılımında önemli rol oynamıştır. Günümüzde kurşunsuz benzin kullanımı ile atmosfere kurşun yayılımı azalmakla beraber, kurşunsuz benzin bilemişinde kullanılan kurşun ile birçok birincil metalin üretim aşamasından, atmosfere kurşun ve bileşiklerinin yayılımı devam etmektedir. Kurşun; akü, petrol-boya sanayinde, pillerde, elektrik kablolarında, seramiklerin renklendirilmesinde, plastiklerde stabilizör olarak, alaşımlarda, cam ve insektisit sanayii ile boru, kapların parlatılmasında ve matbaacılık gibi alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca endüstriyel olarak kuyumculuk sektöründe altın rafinasyon ve geri kazanımı esnasında uygulanan "Kal" işlemi illegal olarak önemli oranda kurşunun oksit halinde atmosfere atılmasına neden olmaktadır. Nörotoksin olan kurşun, anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına sebep olmaktadır. Ekolojik açıdan kurşun katı formda çökme eğilimindedir ve özel durumlar dışında bileşik oluşturmaz. Besin zincirinde kurşun yayılımı genellikle midye türü kalsiyumlu kabuklular üzerinden ve kalsiyuma bağlı olarak gerçekleşir. Tek hücreli canlıların ve balıkların $0.04-0.198 \text{ ml L}^{-1}$ inorganik kurşun içeren suları tolere edebildikleri ancak daha düşük miktarlarda kurşunun besin yoluyla alınmasında akut zehirlenme gösterdikleri bildirilmiştir (Kahvecioğlu vd. 2003, Güven vd. 2004).

Kadmiyum (Cd)

- Boya ve pil sanayinde, nonkoroziv özelliği nedeniyle genellikle kaplama-galvanizasyon ve uçak sanayinde, insektisit formülasyonlarında, plastik yapımında stabilizatör kullanılır. 1946'da Japonya'da "Itai-itai" hastalığı şeklinde tanımlanan epidemik olayın, hastalığın görüldüğü bölgede bulunan Jintzu Nehri'nin çinko, kurşun ve kadmiyum filizlerinin çıkarıldığı maden ocaklarının atık suları ile kirlenmesinden kaynaklandığı, bölge halkının bu suları sulama ve günlük gereksinimlerinde kullanması sonucu ise, şiddetli romatizmal ağrılarla karakterize olan hastalık tablosunun ortaya çıktığı belirtilmiştir (Topçuoğlu 2005).
-
- Kadmiyum, diğer ağır metallere göre suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir ve insan yaşamı için gerekli elementlerden değildir. Suda çözünebilir özelliğinden dolayı Cd^{+2} halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sisteme alınır ve organizmalarda birikme özelliğine sahiptir (Kahvecioğlu vd. 2003).

Bakır (Cu)

- Bakırın en önemli özellikleri yüksek elektrik, ısı iletkenliği, aşınma ile korozyon direncidir. Ayrıca alaşımları çok çeşitli olup endüstride (otomotiv, basınçlı sistemler, borular, vanalar, elektrik santralleri ve elektrik, elektronik vb.) değişik amaçlı, fungusit, biosit, antibakteriyel madde ve böcek zehiri olarak tarım zararlılarına ve yumuşakçalara karşı yaygın olarak kullanılmaktadır. Atmosfere yayılan bakırın ancak % 1'i biyolojik kullanılabilir iyon halinde kalırken diğer kısım sedimente çöker.
- Tarımsal kesimlerde havadaki ortalama bakır konsantrasyonu $5-50 \text{ ngm}^{-3}$ iken endüstriyel kirletilmemiş bölgelerdeki deniz suyunda bakır konsantrasyonu $0.15 \mu\text{g L}^{-1}$ ve tatlı suda $1-20 \mu\text{g L}^{-1}$ 'dir. Bakır vücut fonksiyonları açısından önemli olmakla beraber özellikle saç, derinin esnek kısımları, kemik ve bazı iç organların temel bileşenidir. Akut bakır zehirlenmesinde gözlenen belirtiler; mide ağrıları, bulantı, ishal gibi sindirim sistemi mukozasının tahriş olmasından kaynaklanır. Ayrıca alınan doza bağlı olarak koma durumuna ve ölümlere sebebiyet verebilir. Bakırın içme sularında Dünya Sağlık Örgütü tarafından açıklanan sınır değeri 2 mg L^{-1} 'dir. Gün içinde alınabilen maksimum bakır konsantrasyonu kadınlarda 12 mg gün^{-1} , erkeklerde 10 mg gün^{-1} , 6-10 yaş grubu çocuklarda ise 3 mg gün^{-1} 'dür (Kartal vd. 2004).

Petrol Kirlenmesi

- - **Petrol kirliliği kaynakları**
- Petrol alıcı ortamlara; petrole ait işlemlerden, ham petrol üretimi, tanklara dolum, boru hattı ile nakil/tanker ile nakil, tanka aktarım, rafinerideki işlemler, hava ve deniz taşımacılığında kullanım, benzin istasyonları/benzin istasyonuna yükleme/nakil, petrokimya tesisleri ve motorlu taşıtlarda yanma sonucu havaya karışan yanmamış hidrokarbon ürünleri veya yanma sonucu oluşan maddelerin bulaşması ile ulaşır. Petrol, aerosol veya partikül olarak havaya karışır. Aerosol halinde havaya karışma büyük bir bölümü teşkil eder ve yağmur ile veya doğrudan toprağına karışarak hava hareketleri yoluyla çevreye yayılır. Solunum ile insana veya toprağına karışarak hayvana ve buradan üretilen gıdalara bulaşır (Güven 2005).

- Petrol kirliliğinde, sintine ve balast suları rutin kirleticiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Gemi makine ve kazanlarının bulunduğu zeminin ve genellikle ambar güvertesinin altında kalan, gemi içinden sızan sularla makine ve kazan dairelerinden akan yağ yakıtların toplandığı en alt kısım sintine olarak isimlendirilmektedir. Gemilerde sintine tankında depolanan sintine suları, farklı karakterde birçok kirletici içeren korozif bir karışımdır. Özellikle makine dairesinden yağ ve gres sızıntılarınının karışmasıyla sintine sularının yağ konsantrasyonu oldukça yüksektir. Gemilerin normal seyirleri sırasında dengelerinin sağlanıp güçlendirilmesi amacıyla, ayrılmış tanklara balast suyu adı verilen deniz suyu almaktadır (Tazebay ve Balcioğlu 2008).

- Petrol bitkisel ve hayvansal organizmaların çürüdükten sonraki kalıntılarından oluşan bakteriyolojik bozulma ürünüdür. Petrol içeriğini çoğunlukla hidrokarbonlar, azot, kükürt, oksijen ve az miktarda metal elementleri oluşturmaktadır. Petrol bileşikleri yüksek sıcaklık ve basınç altında derinlerde oluşur. Petrol içindeki doğal gazlar, metan, etan, propan ve bütandır; sıvı kısım ise ham petrol olarak isimlendirilir. Ham petroldeki başlıca bileşikler hidrokarbonlardır. Bunlar metan, alifatik n-alkanlar, pentanlar, hekzanlar, heptanlar, sikloparafinler vb., benzen, toluen gibi monosiklik aromatikler, naftalin, fenantren gibi polisiklik hidrokarbonlar, kükürt, azot ve ağır metal içeren heterosiklik bileşikler, zift ve katrandır. Ham petrolün düşük molekül tartılısı gazolin ve kerosenken, önemli hidrokarbonlar parafin ve naftalin olup distilasyon bakiyesi asfalttır (Güven 2005, Ceyhan ve Esmeray 2012).

- Petrol bileşikleri denizlerde ilk olarak yüzeyi kaplayarak ışığın suyun alt katmanlara geçişini engeller. Oksijenin azlığında oksijen solunumu yapan canlılar yaşayamazlar özellikle sahile yakın bölgelerde bu durum, toplu ölümlere neden olur, ışığın alt katmanlara ulaşamaması sonucunda su bitkileri fotosentez yapamaz ve ötrofikasyon ortaya çıkabilir. Petrol deniz kuşlarının kanatlarına yapışarak uçmalarını engeller, balıkların solungaçlarına yapışarak solunumu engeller ve organizmaların bünyesine girerek zehirleyici etkilere neden olur. Petrol ve türevleri avlanan bu tip organizmaların tüketilmesiyle besin zincirinin en üst halkasında bulunan insanlara kadar ulaşabilir. Denizlere karışan petrol daha sonra buharlaşma, su yüzeyine yayılıp çözülme, deniz dibine çökme, emülsiyon haline gelme, mikroorganizmalar tarafından oksitlenme ve parçalanma, canlı organizmaların bünyesinde birikme gibi aşamalardan geçer.

- Petrol kirlenmesinde etkili olan başlıca faktörler şunlardır:
- Tip, ağırlık, miktar ve yağın relatif toksisitesi,
- Dökülme anında deniz suyu sıcaklığı ve dökülme sıklığı,
- Dökülme olayının lokasyonu (haliç, koy, körfez, açık deniz),
- Mevsim,
- Bölgede hakim rüzgar veya fırtına durumu,
- Balıkçılık, turizm ve diğer kıyısız endüstriyel faaliyetlere olası ekonomik etkiler,
- Etkilenen alandaki deniz memelileri ve deniz kuşlarının varlığı,
- Kıyısız toplulukların estetik değerleri (Sinderman 2006).

- Petrol temizleme yöntemleri

- Öztürk (2005) tarafından bildirilen ve denizlere yayılan petrolün temizlenmesi için uygulanabilecek işlemler şunlardır:
- a) Yakma: Kıyıdan uzak bölgelerde denize dökülmüş petrol yakılarak ortamdaki uzaklaştırılabilir fakat kolay yanabilen uçucu bileşikler uçarak ortamdaki kaybolacağından bu işlem uzun sürer ve denizde bulunan petrol için geçerli olmayabilir.
- b) Bariyerle çevirme: Liman ve kıyı bölgelerde suyun durgun olması koşuluyla uygulanabilir. Dökülen petrolün etrafı yüzen boru materyalleri ile çevrilir, yayılması engellenen petrol kepçelerle temizlenir. Dalgalar bu yöntemi etkisiz kılabilir.

- c) Su köpüğü kullanma: Petrol kirliliği olan bölgenin etrafına ve altından verilen basınçlı hava petrolün dağılmasını engeller, sığ sularda etkilidir.
- d) Kimyasal madde kullanma: Açık denizlerde ve dalgalı koşullarda kullanılabilen bir yöntem olup kimyasal madde ile petrolü muhafaza edebilen jelimsi bir dış tabaka yoluyla petrolün etrafı çevrilerek uygulanır. Soğuk su koşulları etkisiz olabilir.
- e) Mekanik temizleme: Gemiye monte edilmiş bir toplama sistemi ile yüzeydeki petrolün mekanik olarak toplanması yoluyla yapılır. Durgun denizlerde etkilidir ve toplanan petrol kullanılabilir. Mekanik toplayıcıların hepsi bir kirletici toplama sistemi ve kirleticiyi depoya aktaran bir pompa sisteminden oluşmaktadır.

- f) Mikroorganizma ekme: Mikroorganizmaların hidrokarbonları parçalamasından yararlanır. Ortama uygun mikroorganizmaların ekilmesi ve petrolün ayrıştırılmasını hızlandırır. Petrol biyodegradasyonu, kirliliğin uzaklaştırılmasında primer mekanizma olarak doğada kendiliğinden 5-10 senede olurken, ortama nutrient veya bakteri ilavesi ile müdahale edilerek (biyoremediasyon ile) 2-5 sene gibi daha kısa sürede olabilmektedir. Bakterilerin petrol kirliliği olan yerlerde doğal temizleyici olarak öngörüldüğü, U.S. Geological Survey (USGS) tarafından başlatılan Güney Carolina'da meydana gelen petrol kirliliğinin temizlenmesine yönelik biyoremediasyon çalışmalarından olumlu sonuçlar alınmıştır.

- Petrol biyoremediasyonunda etkili olan faktörler ayrı ayrı önemli olmakla beraber, faktörlerin birbiri ile ilişkileri de biyoremediasyon hızını etkiler. Bu faktörler şunlardır:
 - 1. Ortamda bakterilerin petrol hidrokarbonlarını tüketme kapasiteleri,
 - 2. Bakterilerin karbon, azot ve fosfor gibi besin elementi istekleri,
 - 3. Oksijen ve sıcaklık gibi çevresel şartlar,
 - 4. Aromatik, alifatik, asfalt gibi petrol türevlerinin metabolik dekompozisyon farklılıkları.

- g) Sorbant kullanma: Küçük miktarda petrol birikimlerini ortadan kaldırmak için kullanılır.
- h) Çöktürme metodu: Petrol birikimi olan bölgelerde ince kum, tuğla tozu gibi maddeler kullanılarak petrolün dibe çöktürülmesi sağlanır.
- ı) Emülsiyon haline getirme: Bunun için çoğunlukla dispersantlar kullanılır, petrolün yüzey geriliminin düşürülmesiyle su katmanı içinde küçük parçalar halinde dağılması istenir. Bu şekilde dağılan petrol organizmalar tarafından ve fotolitik olaylarla kolayca parçalanabilir.

Pestisit Kirlenmesi

- Pestisitler (tarım ilacı) tarımsal ürünleri, hastalıkların, böceklerin, yabancı otların ve diğer zararlıların olumsuz etkilerinden koruyarak verim ve kaliteyi güvence altına almayı amaçlayan tarımsal savaşımında çok önemli bir yer tutmaktadır. Tarımsal alanlara, orman veya bahçelere uygulanan pestisitler hava, su ve toprağa, oradan da bu ortamlarda yaşayan canlılara geçmekte ve dönüşüme uğramaktadır. Bir pestisitın çevredeki hareketini onun kimyasal yapısı, fiziksel özellikleri, formülasyon tipi, uygulama şekli, iklim ve tarımsal koşullar gibi faktörler etkilemektedir.

- Pestisitlerin püskürtülerek uygulanması sırasında bir kısmı buharlaşma ve dağılma nedeniyle kaybolurken, diğer kısmı bitki üzerinde ve toprak yüzeyinde kalmaktadır. Havaya karışan pestisit rüzgarlarla taşınabilir; yağmur, sis veya kar yağışıyla tekrar yeryüzüne dönebilir. Bu yolla hedef olmayan diğer organizma ve bitkilere ulaşan pestisitler kalıntı ve toksisiteye neden olabilir. Toprak ve bitki uygulamalarından sonra toprak yüzeyinde kalan pestisitler ise, yağmur suları ile yüzey akışı şeklinde veya toprak içerisinde aşağıya doğru yıkanma yoluyla taban suyu ve diğer su kaynaklarına ulaşabilir. Toprağın yapısı, kil tipi ve miktarı, organik madde içeriği, demir ve alüminyum oksit içeriği, pH'sı ve toprakta var olan baskın mikroorganizma türleri tüm bu olayları etkileyen faktörlerdir. Toprakta pestisit tutulmasıyla, hareketi ve biyolojik alımı engellenmekte ve çeşitli şekillerde parçalanması (degradasyonu) ile ya toksik özelliğini kaybetmekte ya da daha toksik metabolitlere dönüşebilmektedir (Tiryaki vd. 2010).

- Eğim, bitki örtüsü, formülasyon, toprak tipi ve yağış miktarına bağlı olarak taşınan pestisitler, bu sulara balık ve diğer omurgasız su organizmalarının ölmesine, bu organizmalardaki pestisit kalıntısının insanların gıda zincirine aktarılmasına ve kontamine olmuş suların içilmesiyle kronik toksisitenin oluşmasına neden olur. Pestisitler zirai mücadele uygulaması esnasında solunum yolu ile saça, deriye, elbiseye bulaşarak deriye nüfuz ile ve gıdaya bulaşması sonucu sindirim sistemi yolu ile vücuda girer. Ayrıca pestisitlerin degradasyon hızının yavaşlığı, uçucu olması (hava yolu ile) gıdaya bulaşma olasılığını artırır.

- Pestisitler;
- a. Formülasyon yapılarına,
- b. İlacın etki şekillerine,
- c. Pestisitinin fiziki haline,
- d. Zararlı bitki veya hayvanın biyolojik dönemine,
- e. Kullanma tekniğine,
- f. Yapısındaki etkili madde grubuna ve
- g. Kullanıldıkları zararlı grubuna göre sınıflandırılabilir.

- Birçok pestisit insana, hayvanlara ve çevreye zarar vermektedir. Bununla ilgili ilk çalışmalar 1970'li yılların başında, [UNEP Stockholm](#) İnsan Çevresi Konvansiyonu'nu hazırlayan süreçte başlamış, 30 yıl sonra ise [ABD](#), [Avustralya](#), [Kanada](#), [Japonya](#) ve [Yeni Zellanda](#), uluslararası baskılara boyun eğerek küresel anlaşma taslağının oluşturulmasına karar vermişlerdir. Bu çalışmalar kapsamında KOK (Kalıcı Organik Kirleticiler) olarak adlandırılan içlerinde tarımda da kullanımı yaygın olan birçok kimyasal ürün bazı özel durumlar hariç yasaklanmış ve KOK özelliği taşıyan yeni kimyasalların da üretilmesi yasaklanmıştır. Bu anlaşma kapsamında; [aldrin](#), [endrin](#), [toksafen](#), [klordan](#), [dieltrin](#), [heptakol](#), [mireks](#), [DDT](#) ve endüstriyel kimyasallar olan [heksaklorobenzen](#) ve [PCB](#)'ler yasaklanmış ve stokları takip altına alınmıştır (Anonim 2013a).

- DDT ve DDT'nin metabolitleri (DDD ve DDE) çevresel koşullarda nispeten durağan, yüksek oranda lipofilik ve tamamen parçalanmaya karşı dayanıklıdır. Canlı organizmalardaki DDT birikimi,
- 1- Sudan absorbe etme,
- 2- Mikroorganizma yüzeyinden filtrasyon,
- 3- Bileşiği içeren besin zinciri yoluyla gelen biyolojik derişimden kaynaklanır. Bununla beraber, yoğun ve bilinçsiz pestisit kullanımı sonucunda gıdalarda, toprak, su ve havada kullanılan pestisit kendisi ya da dönüşüm ürünleri ortamda kalabilmektedir. Hedef olmayan diğer organizmalar ve insanlar üzerinde olumsuz etkileri görülmektedir. Genel olarak yan etkiler şunlardır:
- 1- Arılar, kuşlar ve balıklar, mikroorganizmalar ve omurgasızlar gibi hedef olmayan organizmalarda ölümler,
2- Kuş, balık ve diğer organizmalarda üreme potansiyelinin azalması,
3-Hedef olmayan organizmalarda dayanıklılık oluşması sonucu insanlara hastalık taşıyan böcek ve parazitlerin kontrolden çıkması,
4- Ekosistemin yapısının ve türlerin sayılarının değişmesi gibi uzun dönemli etkiler (Anonim 2013a).