

---

# Canlılar ve Çevre

*Yazar*

*Doç.Dr. Ersin YÜCEL*

ÜNİTE

5

## Amaçlar

Bu üniteyi çalıştıktan sonra;

- çevrenin tanımını ve çevre ile ilgili temel kavramları öğrenecek,
- çevre faktörlerini ve bunların canlılar üzerindeki etkilerini inceleyecek,
- ekosistemlerde enerji transferini öğrenecek,
- ekosistemlerde madde döngüsünün nasıl gerçekleştiğini inceleyecek,
- hava, su ve toprak kirliliği hakkında bilgi sahibi olacak,
- önemli kirleticiler ve bunların etkilerini öğreneceksiniz.

## İçindekiler

- Giriş
  - Çevre İle İlgili Temel Kavramlar
  - Çevre Faktörleri
  - Ekosistemlerde Enerji Transferi
  - Ekosistemlerde Madde Döngüleri
  - Çevre ve Çevre Kirliliği
  - Özet
-

- 
- Değerlendirme Soruları
  - Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

### **Çalışma Önerileri**

- Bu ünitadaki kavramlar ve örnekler yanında kendi çevrenizden de örnekler bularak bilgilerinizi pekiřtiriniz.
- Üniteyi en az bir kere okuduktan sonra rastladığınız kavramları başka kaynaklardan da araştırınız.

## 1. Giriş

İnsan var olduğundan günümüze doğada üstünlük kurmaya yönelik arayışlar içine girmiş, bilim ve teknik imkanların yaygın bir şekilde kullanımı ile birlikte doğa sınırsızca kullanılmıştır. Bunun sonucu olarak içinde yaşadığı çevre ile arasında var olması gereken uyumu bozmuştur. Uzun yıllar doğa üzerinde yapmış olduğu tahribi umursamayan insanoğlu, XIX. yüzyılda çevre ile olan ilişkilerinde birçok sorunla karşı karşıya kaldıktan sonra geleceğini güvence altına alabilmek için doğa ile uyum içinde yaşamaya mecbur olduğunu anlamıştır. Çevrenin canlı yaşamını etkileyecek şekilde bozulması bir anda ortaya çıkmamış, zaman içinde birikerek ortaya çıkmıştır. Çünkü doğanın kendini yenileme yeteneği uzun bir süre olumsuz şartları düzeltmiş, ancak kirlilik düzeyinin yenilenme yeteneğinin üzerine çıkması ile çevre bozulmaya başlamıştır. Hava, su ve toprağın kirlenmesi ile birlikte kirlilik unsurları besin zinciri ile çeşitli düzeylerde bitki ve hayvan topluluklarına taşınmış ve onların yaşamlarını tehdit eder bir hal almıştır. Hızlı nüfus artışı, kırsal alandan kentlere göçün artışı ve sanayileşme, kirlenmenin yaygınlaşması ve artmasına neden olmuştur. Diğer taraftan doğal kaynakların sınırlı oluşu ve bunların bir kısmının kirlilik ile önemli ölçüde bozulmuş olması beraberinde artan nüfusun sağlıklı ve yeterli beslenememesi sorununu gündeme getirmiştir. Bu arada toplumların bilinçlenmesi ve gelecek ile ilgili kaygılar çevre sorunlarını ciddi bir şekilde ele alınmasını sağlamıştır.

## 2. Çevre İle İlgili Temel Kavramlar

Çevre, belli bir yaşam ortamında canlıların yaşamı üzerinde etkili olan fiziksel, kimyasal ve biyotik faktörlerin bütünlüğüdür. Daha kısa bir tanımla organizmaların yaşamı üzerinde etkili olan bütün faktörler onun çevresidir. Bu tanımlarda ortak olan canlı ve cansız varlıklar arasındaki ilişki, diğer yandan canlı yaşamını etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin bütünlüğüdür. Her canlının biri cansız, diğeri canlı olmak üzere iki çevresi vardır. **Canlı çevre**, canlı ile aynı fiziksel alanı paylaşan ve canlıyı direk yada dolaylı olarak etkileyen tüm diğer canlılardır. Örneğin ormandaki bir tavşanın canlı çevresi sadece tavşanlar olmayıp, ormanda bulunan diğer bitkisel ve hayvansal organizmalar, ormanda yaşayan ve avlanan insanlar da onun canlı çevresidir. **Cansız çevre** canlıların içinde veya üzerinde yaşantılarını sürdürdükleri kaya, su gibi somut ortamlardır. Bunun dışında iklim elemanları, su ve toprağın fiziksel, kimyasal özellikleri cansız çevreyi oluştururlar. Çevre tanımı yalnız insan açısından ele alındığında; insanın diğer insanlarla olan ilişkiler sürecinde birbirleri üzerinde etkin olması ve insanın kendi dışında ki tüm canlı ve cansız varlıklarla olan ilişkilerini kapsar. Çevreyi, niteliğine göre fiziksel ve toplumsal çevre olmak üzere iki ana başlık altında incelemek mümkündür. Çevre mekansal boyutlara göre ele alınması durumunda, yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası boyutlarda düşünülebilir. Canlıların içinde yaşadığı varlığını, özelliğini ve niteliğini fiziksel olarak algıladığı ortama **fiziksel çevre** denir. Fiziksel çevre doğal çevre (dağ, deniz,

göl vb.) ve yapay çevre (şehir, kasaba, baraj vb.) olarak ikiye ayrılabilir. Oluşumunda insanın etkisi olmadığı çevreye **doğal çevre**, insanın kendi amaçları doğrultusunda değiştirmiş olduğu çevreye ise **yapay çevre** denir. İnsanın doğayı kendi istekleri doğrultusunda değiştirmesi, doğal çevreden bahsetmeyi güçleştirmektedir. Örneğin bir yol inşa ederek cansız çevre üzerinde etkili olurken, geniş alanlarda buğday tarımı yaparak canlı çevreyi değiştirmektedir. Bu nedenle yapay çevre yaratılmış olduğu dönemdeki toplumun bilgi, teknoloji ve toplumsal değerlerini yansıtır. İnsanların ekonomik, toplumsal ve siyasal ilişkilerinin tümüne toplumsal çevre denir ve insanların birbirleriyle olan resmi olmayan tüm ilişkileri toplumsal çevreyi oluşturur. Bu anlamda toplumsal ve fiziksel çevre birbirini tamamlayan iki kavramdır. Çevreyi **mekan** açısından ele aldığımızda coğrafi sınırlar önem kazanır ve yerelden küresele uzanan mekan boyutları vardır. Organizmanın doğal olarak yaşadığı mekana ise **habitat** denir. Habitat bir türe ait birey veya populasyonun arandığında bulunduğu yer olup, bir başka deyişle onun adresidir. Organizmanın adaptasyonu, fizyolojik tepkileri ya da öğrenilerek kazandığı davranışlarından doğan haline **ekolojik niş** denir ve kısaca niş organizmanın ekosistemdeki işidir.

Morfolojik olarak (büyüklük şekil ve renk gibi) birbirlerine çok benzeyen, aralarında döllenerek kendilerine benzer üreyimli döller meydana getirebilen bireyler topluluğuna **tür** denir. Belli bir bölgede yaşayan aynı türe ait bireyler **populasyonu**, farklı türlere ait populasyonlar bir araya gelerek **kommunité**'yi oluşturur. Canlı varlıkların yaşamını sürdürebilmesi için uygun çevresel koşulları taşıyan, çevresinden oldukça kesin sınırlarla ayrılabilen, homojen çevre koşullarına sahip bir coğrafik bölge veya değişken hacimli bir ortama **biyotop** denir ve bir kommunitenin yerleştiği alan biyotop olarak kabul edilebilir.

Belli bir bölgede belli bir zaman içinde yaşayan ve karşılıklı ilişkiler içinde bulunan aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluğa **populasyon** denir. Populasyonlar arası ilişki coğrafik veya topoğrafik etkiler sonucu engellenmesi sonucu bazı farklı özellikler gelişerek **coğrafik populasyonlar** oluşur. Populasyonda bulunan bireylerin sayısal durumu, genetiksel ve ekolojik özellikleri populasyonun yapısal özellikleri olup, bireylerin dağılım şekli, yoğunluğu, yaş dağılımı, seks oranı, büyüklüğü, genetiksel çeşitliliği ve bolluk değişimleri, bir populasyonun yapısında etkili olan başlıca özelliklerdir. Bireyler anne-babadan gelen genetik malzemeye göre belirli özelliklere sahip **genetiksel çeşitlilik** gösterir ve bu tip bireyler topluluğu **genetiksel populasyonu** oluşturur. Genetik farklılığa sahip bireylerin bir bölümü çevre koşullarına uyum sağlayarak diğerlerine göre daha iyi gelişirken, uyum gösteremeyen bireyler iyi gelişemez ve diğerleriyle rekabet edemeyerek **doğal seçim** sonucu bölgeden kaybolurlar.

Belli çevresel koşullara sahip bir ortamda yaşayan bitkisel ve hayvansal populasyonların bir araya gelmesiyle oluşan topluluğa **kommunité** (yaşam birliği) denir. Kommuniteler sadece bitkisel veya hayvansal populasyonlardan oluşabileceği gibi, her ikisinin karışımından da oluşabilen tür topluluklarıdır. Yaşam birliklerinde **tür çeşitliliği**; evrimsel ve ekolojik zaman, iklimsel denge, yüzeysel heterojenite, üretim, rekabet, avcılık ve insan gibi faktörlerin etkisi altındadır. Kommuniteler ekosis-

temin canlı bölümünü oluşturur ve aralarında çoğu zaman belirgin olan bir geçiş zonu (**ekoton**) bulunur. Ekotonlarda her iki komüniteye ait türler bulunduğundan türce daha zengin olurlar (**sınır etkisi**). Ortamsal özelliklerine göre **karasal**, **denizel** ve **tatlısu komüniteleri** olmak üzere üç büyük grupta incelenebilen komüniteler, kendilerini oluşturan türler ve bunlara ait bireylerin dağılışına uygun olarak düşey ve yatay yönlerde belli yapısal özellikler gösterirler.

Birbiriyle sürekli etkileşim içinde olan ve birbirine bağlı parçaların oluşturduğu bütüne **sistem** denir. Bir sistemi oluşturan tüm parçalar sistem içinde birbirleriyle direkt ya da dolaylı ilişki halindedir. Sistemin oluşabilmesi için parçalar, belirli işlevi gerçekleştirecek, sürekli ve düzenli ilişkiler sağlayacak şekilde bir araya gelmelidir. Sistemler; izole, kapalı (sibernetik) ve açık sistem olmak üzere üçe ayrılır. **İzole sistemler** 'de ortamları ile madde ve enerji alışverişi yoktur ve doğada bu tip bir sisteme rastlanmaz, ancak laboratuvar koşullarında olabilir. **Kapalı (sibernetik) sistem**'ler ortamlar ile sadece enerji alışverişi yapan, madde alışverişi yapmayan ve kendi kendini denetleme özelliğine sahip sistemlerdir. **Açık sistem**'ler ortamlarından devamlı madde ve enerji alan ve bunları yapılarında değiştirip ortama bazı çıktılar veren sistemlerdir. Tüm canlılar açık sisteme örnek verilebilir. Sistemler kendilerini oluşturan birtakım parçalar ve bu parçalar arasındaki ilişkilerden oluşurlar. Örneğin bir ağaç, orman ekosisteminin bir ögesi olmakla birlikte, bu ağaç tek başına düşünüldüğünde üzerindeki dal, yaprak, kabuk, tohum gibi organlar da bu ağacın parçalarıdır. Bunlar da birleşerek kendi başına çalışabilen bir bitki sistemini oluştururlar. Buna göre bir hayvan veya bitki yerine göre bir sistemin ögesi, yerine göre de kendi başına bir sistemdir.

**Ekoloji**, organizmaların birbirleri ve çevreleri ile karşılıklı etki ve ilişkilerini araştıran bilim dalıdır. Ekoloji bilimi birey üzerinde etkili olan faktörleri, popülasyonların yapı ve gelişmelerini, ekosistemlerin yapılarını, madde ve enerji akışını inceleyerek, ekolojik dengenin bozulmasını önlemeye çalışır. Aynı türe ait birey veya bireylerin çevre ile olan ilişkilerini inceleyen ekoloji dalına **birey ekolojisi** (otekoloji) denir. Bir popülasyonun yapısını, gelişimini, değişimini ve bunların nedenlerini inceleyen ekoloji dalına **popülasyon ekolojisi** (demokoloji) denir ve çeşitli türlere ait bireylerin bolluk ve değişim nedenlerini araştırır. Komüniteyi oluşturan bireylerin çevreleri ile olan ilişkilerini inceleyen ekoloji dalına ise **ekosistem ekolojisi** (sinekoloji) adı verilir.

Canlı ve cansız varlıklar arasında karşılıklı etki ve ilişkilerin oluşturduğu biyolojik sisteme **ekosistem** denir. Ekosistemler, çeşitli organizmalar ile onların cansız çevrelerinden oluşan bir bütün olarak ele alınabilen birimlerdir. Karşılıklı olarak madde alışverişi yapacak şekilde birbirini etkileyen canlı organizmalarla cansız maddelerin bulunduğu herhangi bir doğa parçası bir ekosistemdir. Bir ekosistemin canlı ve cansız olmak üzere iki ana ögesi vardır. Cansız varlıklar (abiyotik maddeler), çevrenin temel anorganik ve organik bileşikleri ile fiziksel koşullarıdır. Canlı varlıklar (biyotik maddeler) üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılardır. **Üreticiler** ototrof organizmalar olup, güneşten gelen enerjiyi kullanarak kendi besinlerini kendileri üretir-

ler. Temel üreticiler yeşil bitkiler olmakla birlikte, nadiren bazı bakteriler güneş enerjisini fotosentez yoluyla diğer canlıların yararlanabileceği kimyasal enerji (besin enerjisi) haline çevirebilir. **Tüketiciler** hetotrof organizmalar olup, büyük çoğunluğu hayvan türlerinden oluşur ve genelde birincil ve ikincil tüketiciler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Otobur hayvanlardan oluşan birincil tüketiciler, enerji kaynağı olarak yeşil bitkilerin yapısında biriken organik maddeleri kullanırken, ikincil tüketiciler etobur hayvanlardan oluşur ve yaşamlarını birincil tüketicileri yiyerek sürdürürler. **Ayrıştırıcılar** bakteri ve mantarlardan oluşan hetotrof canlılar olup, ölü protoplazmanın karmaşık bileşiklerini parçalayarak, canlı dokularda biriken çeşitli kimyasal maddeleri yeniden canlılar tarafından kullanılabilir hale getirirler. Elde ettikleri enerjinin bir kısmını kendileri kullanırken, bir kısmını da üreticiler tarafından kullanılacak basit maddeler halinde serbest bırakırlar.

Canlıların diğer canlılarla ve cansız çevre ile olan ilişkilerine **ekolojik ilişki**'ler adı verilir. Cansız çevre faktörlerinin canlı üzerindeki etkilerine **aksiyon**, canlıların cansız faktörler üzerindeki etkilerine **reaksiyon**, canlıların birbirleri üzerindeki etkisine ise **koaksiyon** denir.

### 3. Çevre Faktörleri

Canlı varlıkların yaşamlarının en az bir döneminde onları etkileyen fiziksel, kimyasal veya biyolojik çevre elemanlarının her birine **çevre faktörü** veya **ekolojik faktör** denir. Ekolojik faktörler; iklimik faktörler (ışık, sıcaklık, basınç, rüzgâr, nem ve yağış), fizyografik faktörler (enlem, boylam, yükselti, bakı, yeryüzü şekli vb.), edafik faktörler (toprak özellikleri) ve biyotik faktörler (bitki, hayvan, insan, mikroorganizmalar) olmak üzere dörde ayrılır.

#### 3.1. İklimik Faktörler

Belli bir bölgede uzun süre devam eden atmosferik olayların ortalamasına **iklim** denir. Meteorolojik verilerin uzun süreli ölçümleri sonucu elde edilen ortalama ve uç değerleri ile geniş bir bölgeyi içermesi halinde **makroiklimler** oluşur ve yeryüzü 8 makroiklim tipine ayrılır. Makroiklim alanları içinde, yeryüzü şekli, yükselti, göl, orman gibi fizyografik faktörlerin etkisi ile oluşan belirli alanlara özgü iklim tipine **mezoiklim** denir. İçinde bulunduğu makro ve mezoiklim koşullarından veya bazı meteorolojik veriler bakımından çeşitli faktörler altında (toprak, arazi şekli, ve diğer antropojen etkiler) sapma göstermesi halinde **mikroiklimler** oluşur. Bir ağacın tepesi tacının altında oluşan iklim mikroiklime örnek verilebilir.

### 3.1.1. Sıcaklığın Çevre İçin Ekolojik Önemi

Karasal ortamlarda sıcaklık özellikle enlem derecelerine bağlı olarak önemli farklılıklar gösterir. Toprak sıcaklığı; bölgenin güneşlilik durumuna, bitki örtüsüne, renge, su içeriğine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve hava hareketlerine göre değişiklik gösterir. Sucul ortamlarda ise, bölge, mevsimler ve ortam tipleri sıcaklık değişiminde önemli rol oynar. İç suların sıcaklığı genelde hava sıcaklığını izler.

Canlılar  $-200^{\circ}\text{C}$  ile  $+100^{\circ}\text{C}$  arasında yaşayabilmekle birlikte, genelde hayatsal faaliyetlerini  $0^{\circ}\text{C}$  ile  $50^{\circ}\text{C}$  arasında sürdürürler. Ancak her organizmanın sıcaklığa karşı olan toleransı farklılık gösterir. Canlıların yeryüzündeki dağılışları ile yıllık sıcaklık arasında yakın ilgi bulunur ve kendileri için en uygun bölgelerde toplanırlar. Uygun olmayan sıcak dönemleri canlılar **uyku durumunda** geçirir veya bir başka bölgeye **göç** ederler. Uyku durumunun; düşük sıcaklıkların gelişmeyi engelleyecek düzeyde olması halinde ortaya çıkmasına **hibernasyon**, yüksek sıcaklıklarda ortaya çıkmasına **estivasyon** denir. Bunun dışında sıcaklık değişimine bağlı olarak morfolojik, fizyolojik, ekolojik ve etolojik uyumlar vardır. Hayvanlar alemi sıcak kanlı ve soğuk kanlı hayvanlar olmak üzere iki gruba ayrılır. **Soğuk kanlı hayvanlar** (heteroterm) vücut ısısı çevre sıcaklığına bağlı olarak değişir (yılan, timsah vb.). **Sıcak kanlı hayvanlar** (homoterm) da ise vücut ısısı sabit olup (tavşan, at vb.), çevredeki değişimlere göre vücut ısısını ayarlayabilirler.

### 3.1.2. Yağış ve Nemin Çevre İçin Önemi

Aktif haldeki canlıların protoplazmalarının %70-%90'ı sudur. **Yağış** (kar, dolu, yağmur, çiy ve sis) canlıların yaşamı için gerekli suyun kaynağını oluşturur ve sıcaklık faktörü ile birlikte yeryüzündeki bitki ve hayvan topluluklarının yapısal özelliklerini, tür çeşitliliğini, yaşamsal ritimlerini belirleyen önemli bir çevre faktörüdür. Yağışın miktarı, dağılışı ve şekli canlılar için sınırlayıcı bir çevre faktörüdür. Atmosferdeki nem **mutlak nem** ( $1\text{m}^3$  havada bulunan su buharı miktarının gram olarak ifadesi) ve **nisbi nem** (belli miktarda havanın içerdiği su buharı miktarının aynı sıcaklıktaki havanın doymuş su buharı miktarına oranının yüzdesi) olmak üzere ikiye ayrılır. Suyun donmuş olması sonucu ortamda yeterli yağış olmasına rağmen bitkiler bu sudan yararlanamaz (**fizyolojik kuraklık**); çöllerde ise su kıtlığının neden olduğu **fiziksel kuraklık** yaşamı ve tür zenginliğini kısıtlar.

### 3.1.3. Işığın Çevre Üzerindeki Etkisi

Işığın şiddeti ve yapısı genelde sabit olmayıp ortamsal faktörlere bağlı olarak değişebilir. Işık süresi ise sadece enlemlere ve mevsimlere bağlı olarak düzenli bir değişim gösterir. Bitki ve hayvanların çoğunda izlenen fizyolojik aktiviteler gece-gündüz periyoduna ve mevsimlere bağlı olarak değişir. Gece gündüz süresi mevsimlere göre değişim gösterir ve bu değişime bağlı olarak canlıların hayatsal faaliyetlerinde **mevsimsel biyolojik ritimler** görülür. Işık etkisiyle bitkilerde fotosentez, foto-

periyodizm, terleme, çimlenme ve çiçeklenme, hayvanlarda ise üreme ve diapoza girme gibi biyolojik ritimler görülür. **Günlük** (sirkadiyen) **ritimler** 24 saat veya ona yakın olan ritimlerdir. Canlılarda gece gündüz periyoduna bağlı olarak **niktemeral ritim** ortaya çıkar. Ayrıca özellikle deniz organizmalarında yaygın olarak **aylık ritimler** görülür. Bitkilerde fotosentez ile, aynı şekilde hayvanlarda yaşam faaliyetleriyle **ışık şiddeti** arasında yakın ilişki bulunmaktadır. Bunun yanında canlılar değişik **dalga boyundaki** ışığa duyarlılıkları da farklılık gösterir.

#### 3.1.4. Rüzgâr'ın Ekolojik Etkisi

Sıcaklık ve basınç farkları nedeni ile oluşan hava kütlesi hareketleri sonucu **rüzgâr** meydana gelir. Havanın içerdiği gazlar ve hava kirletici olarak bilinen birçok maddede rüzgârla taşınır. Rüzgârın ekolojik etkisi esme yönüne, şiddetine ve esme mesafesine bağlı olarak değişir. Ülkemizde etkin 8 rüzgâr tipi vardır. Lodos sıcak havayı, yıldız poyraz ve karayel soğuk havayı getirir. Bu nedenle lodos toprakta kurutucu ve ısıtıcı, yıldız ve poyraz ise soğutucu bir etki yapar. Rüzgâr canlıların üzerinde mekanik ve fizyolojik etki yapar. Örneğin tek yönlü ve sürekli esen rüzgâr bitkilerde **bayrak oluşumuna** neden olur. Diğer taraftan hızlı esen rüzgârlar bitkilerin yaprak, meyve ve dal gibi kısımlarında kırılmalara hatta bazen köklerinden sökülerek devrilmelerine neden olabilir. Rüzgâr toprak ve bitki yüzeylerinden buharlaşmayı hızlandırarak su kaybına neden olur ve bunun sonucu bitkiler yeterince fotosentez yapamaz ve verim düşer. Diğer taraftan rüzgâr canlıların pasif taşınmasında etkin rol oynar.

#### 3.1.5. Suyun Ekolojik Önemi

Suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri **hidrografik faktör** olarak tanımlanabilir. Hidrosfer yeryüzünün %71'ine yakın bölümünü örtmüş durumdadır. Suyun doğada katı sıvı ve gaz şeklinde atmosfer, okyanus ve karalar arasında dolaşmasına **hidrolojik dolaşım** denir. Sucul ortamdaki sıcaklık değişimleri karasal ortama göre daha yavaş gelişir ve bölgesel değişimler uzak mesafelerde izlenir. Yüzey gerilimi sayesinde su yüzeyinde küçük ve hafif canlılar yaşamlarını devam ettirirler. Suların içerdikleri **askı madde** miktarına bağlı olarak berraklığı azalır ve buna suların **turbiditesi** denir. Genelde sular %4 den fazla askı yükü içerdiklerinde berraklığını kaybederler. Sudaki askı madde suyun optik özelliğini bozarak ışık şiddetini ve ışığın su içindeki yayılışını azaltarak bitkiler ve fazla ışığa gereksinim duyan hayvanların ölmelerine neden olur. **Sudaki çözünmüş gazların** kaynağını su ve atmosfer arasındaki alışveriş oluşturur. Suyun üst tabakasında çözünen bu gazlar daha sonra derinlere iner. Ekolojik yönden etkin role sahip gazların başında **oksijen**, karbon dioksit, hidrojen sülfür ve metan gelir. Sucul ekosistemlerde oksijen; fotosentez, su yüzeyinin atmosferle ilişkisi, akıntı ve rüzgârların etkisi ile artar, solunum ve oksidasyon ile azalır. Suda serbest halde bulunan **H<sup>+</sup>** iyonu konsantrasyonuna suyun pH sı (asitliği) denir ve **pH** değişimleri canlıların solunum gibi biyokimyasal aktiviteleri üzerinde etkilidir.

### 3.1.6. Atmosferin Ekolojik Açıdan Önemi

Dünyayı çevreleyen hava tabakasına **atmosfer** denir. Atmosfer, troposfer, stratosfer, ozonosfer, kemosfer ve iyonosfer olmak üzere beş tabakadan oluşur. Bunlardan **Troposfer** yeryüzü ile direk ilişkili olup, azot, oksijen, argon ve karbon dioksit esas bileşimini oluşturur. Bu gazlardan başka troposferde subuharı, toz, polen, mikroorganizmalar ve kirlilik unsuru olan çeşitli partikül ve gazlar bulunur. Atmosfer güneşten gelen zararlı ışıkların yeryüzüne gelmesini ve yerdeki radyasyonun uzağa kaçmasını büyük ölçüde engeller.

## 3.2. Edafik Faktörler

Toprak ve onun fiziksel, kimyasal ve fizikoşimik özelliklerinden oluşan fiziksel çevreye **edafik çevre faktörleri** denir. Doğal bir oluşum sürecinden sonra oluşan, içinde biyolojik, fiziksel ve kimyasal olaylar cereyan eden, belli özelliklere sahip üst litosfer tabakasına **toprak** denir. Toprak su, hava, organik, inorganik maddeler içerir. Toprağın inorganik bölümünün kaynağını yeryüzüne çıkmış ve ayrıştırma faktörlerinin etkisine maruz kalmış kayaçlar oluşturur. Bitki, hayvan ve mikroorganizmaların ölü artıkları topraktaki **organik maddenin** kaynağıdır. Toprak içindeki boşlukların bir kısmı su ile dolu olup, bu **toprak suyunu** oluşturur ve bu suyun bir kısmı yerçekimi etkisinde hareket ederken, bir kısmı toprak kolloidleri tarafından tutulur. **Toprak havasının** bir kısmı toprak boşluklarını doldurmuş, bir kısmı kolloidler tarafından absorbe edilmiş, bir kısmı da toprak suyunda çözülmüş olarak bulunur. Toprakta bulunan mikroorganizmalar oksijeni kullanarak organik maddelerin karbonunu okside ettiklerinden toprak havasındaki CO<sub>2</sub> miktarı atmosferdekine göre fazla olur. Kötü havalanma yüksek bitkilerde; kök gelişiminin yavaşlaması ve durmasına, bitki besin maddelerini ve su alımının azalması, toksik bazı özel organik bileşiklerin oluşmasına neden olur. Ana kayaçların ve organik artıkların doğal koşullarda parçalandıktan sonra üst üste tabakalaştıkları görülür ve bu yatay katlara **horizon** denir. Topraktaki bu tabakalar renk, yapı, yapışkanlık, kalınlık, reaksiyon ve kimyasal bileşikler bakımından birbirlerinden farklıdır.

Yeryüzündeki topraklar zonal, interzonal ve azonal toprak ordoları olarak üç büyük ordo altında toplanır. **Zonal toprakların** oluşumları iklim tarafından kontrol edilir. **İnterzonal topraklar** kötü drenaj, tuzluluk veya diğer bazı bölgesel şartların tesiriyle oluşan topraklar olup, birçok özelliği aynı bölgenin zonal topraklarının özelliklerine benzer. **Azonal topraklar** belirli horizon değişimleri göstermeyen topraklardır.

Toprakta bitkisel organizmalar, yüksek bitkilere ait kökler, algler, mantarlar, aktinomisetler ve bakteriler bulunur ve bunlar **toprağın mikro ve makroflorasını** oluşturur. Bitki kökleri canlıyken topraktaki çözünebilir besinleri alarak bir denge sağladıkları gibi besin maddelerinin yararlı hale geçmesine doğrudan etki ederken diğer taraftan toprak mikroorganizmaları için ölü doku sağlar. **Alglerin** büyük ço-

ğunluğu klorofil içerir ve toprak yüzeyine yakın olarak, bazıları ise daha derinde bulunabilir. **Mantarlar** toprakta organik maddenin ayrışmasında büyük bir rol oynar. **Aktinomisetler** organik artıkların çözülmesinde ve besin maddelerinin serbest kalmasını sağlar. **Ototrof bakteriler** enerjilerini amonyum, kükürt ve demir gibi mineral maddelerini oksitleyerek temin eder ve sayıca az olmalarına karşın nitrifikasyon ve kükürt oksidasyonu üzerinde etkili olduklarından yüksek bitkiler için büyük bir öneme sahiptirler. Toprakta bulunan bakterilerin çoğunu ise **heterotrof bakteriler** oluşturur ve bunlar gerekli enerjiyi doğrudan doğruya toprağın organik materyalinden sağlarlar. Toprağın **mikrofaunasını** Nematod, Protozoa ve Rotiferler oluşturur ve bunların bir bölümü çürüten organik materyal üzerinde, bir bölümü ise yüksek bitkilerin köklerinde parazit olarak yaşarlar. Toprağın **makrofaunasının** esasını eklembacaklılar, kurtlar, salyangozlar ve bazı memeliler (kemiriciler) oluşturur.

### 3.3. Biyotik Faktörler

Canlı çevreyi oluşturan bitki, hayvan, mikroorganizma ve insanlar biyotik faktör olarak tanımlanır. Herhangi bir yaşam mekanında biyotik çevreyi oluşturan canlı varlıklar yapı, işlev ve fizyolojik özellikleri bakımından çeşitlilik arzeder. Canlılar arasındaki özellikle beslenme ile ilgili farklılıklar, ekosistem ve ekosistemdeki süreçler açısından önemlidir. Çünkü besin, üreme, yaşam süresi, gelişme hızı ve ölüm gibi canlıların temel yaşamsal süreçleri üzerinde büyük etkiye sahiptir.

#### 3.3.1. Besin ve Beslenme

Besin canlıların enerji kaynağını oluşturur ve besinler bitkisel, hayvansal veya ayrışmış organik maddeler şeklinde olabilir. Canlılar alemi beslenme şekillerine göre **ototrof** (kendi besinlerini kendileri sentezler) ve **heterotrof** (besinlerini hazır alır) olmak üzere iki büyük gruba ayrılır. **Ototrof** organizmalar organik maddeyi kendisi oluşturur. Heterotrof organizmalar ototrof organizmaları ve çürüten maddeleri besin olarak kullanırlar. Hayvan ve mantarların tümü ile birçok bakteri bu gruba girer. Heterotrof organizmalarda beslenme özellikleri yönünden **holozoik** (besinlerini katı parçacıklar halinde alır), **saprofitik** (besinleri doğrudan hücre zarları ile absorbe ederler) ve **parazitik** (besini konukçudan hazır alır) olmak üzere üç alt grupta incelenir. Holozoik olarak beslenen hayvanlar aldıkları besinin yapısına göre **herbivor** (sadece bitkilerle beslenen), **karnivor** (sadece etle beslenen) ve **omnivor** (hem bitki hemde hayvanla beslenen) olmak üzere üç alt gruba ayrılır. Ancak hayvan türlerinde yıllık beslenme rejimi sabit olmayıp mevsimlere, bölgelere, gelişim evrelerine, ortama ve sekse bağlı olarak değişimler gösterebilir.

#### 3.3.2. Biyolojik İlişkiler

Aynı ortamda yaşayan canlılar arasında aynı türün bireyleri (**türiçi**), veya farklı türler arasında (**türler arası**) çeşitli ilişkiler vardır. **Türiçi ilişkiler** aynı türün birey-

leri arasında, erkek-dişi ilişkileri, koloni, grup, küme ve rekabet şeklinde görülür. **Türler arasında ilişkiler**, rekabet, predatörlük, parazitlik, simbiyosis (mutualizm), komensalizm, amensalizm ve allelopati olmak üzere başlıca yedi ana başlık altında incelenebilir.

## 4. Ekosistemlerde Enerji Transferi

Bir maddenin bir noktadan başka bir noktaya hareketi, ya da fiziksel, kimyasal olarak bir şekilden başka bir şekle dönüşmesi bir iştir ve bu işin yapılabilmesi için de enerji kullanımı gerekir.

**Birinci termodinamik yasası** (enerjinin korunumu ilkesi): "Enerji bir şekilden diğer şekle dönüşür, ancak yaratılmaz veya yok edilemez." Sistemin kazandığı enerji çevreden eksilirken, sistemin kaybettiği enerji de çevreye eklenmiş olur. Bunun sonucu sistem ve çevresinde toplam enerji miktarı sabit kalır. Çünkü enerjinin dönüşümü esnasında enerji kaybı olmaz, ancak kimyasal enerji canlıda ısı ve hareket enerjisine dönüşmüş olabilir.

**İkinci termodinamik yasası** (düzensizlik ilkesi): "Enerji daha yoğun ve kararlı bir şekilden daha kararsız ve daha az yoğun olan bir şekle dönüşme eğilimindedir". Ekosistemde besin zincirini oluşturan bir ögeden diğerine olan enerji dönüşümünde, belirli bir ısı ortaya çıkar ve meydana gelen ısının bir kısmı işe çevrilirken diğer kısmı çevreye verilerek kaybolur.

**Üçüncü termodinamik yasası**; Devamlı bir şekilde bozulan bir sistemin sıcaklığı mutlak sıfıra düşmez. Ekosistemlerde oluşan besin zincirleri eksilen madde veya enerjiyi tamamlayarak tükenmesini önler.

Bitkiler (primer üreticiler) güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürerek **birincil ürün**'ü meydana getirirler. (Ayrıca bazı bakteri ve basit su yosunları ışık olmadan organik maddeyi sentezleyerek **kemosentez** ile birincil üretim yapabilir.) Bitki dokularında organik maddeler şeklinde biriken bu enerjinin bir bölümü bitkilerin kendi işlevleri için kullanılır; diğer bir bölümü ise beslenme yoluyla otobur hayvanlara geçer. Besinlerini bitkileri yiyerek elde eden otobur hayvanlar da aldıkları enerjinin bir bölümünü kendileri kullanarak **sekonder ürün**'ü oluşturur; kalanı ya ısı olarak kaybolur, ya da kullanılmadan dışkı olarak dışarı atılır. Ayrıştırıcılar da ölen canlıların vücutlarındaki kimyasal enerjiyi kullanırlar. Bu şekilde güneşten ayrıştırıcılara kadar sürekli ve tek yönlü bir **enerji akımı** gerçekleşmiş olur. Bitkilerce yakalanan enerji, tüketiciler tarafından kullanılan enerjiyi karşılamadığı zaman besin eksikliği ortaya çıkar ve açlık başlar. Belli türlere ait bireylerin diğer türlere ait bireyler üzerinden beslenmesi sonucu **besin zinciri** oluşur. Besin zinciri ya bitkilerle veya organik artıklarla başlar. Ancak doğada organizmalar tek bir besinle değil çok değişik, şekil ve düzeylerde alırlar. Beslenme bitkilerden başlayıp çeşitli hayvanlarda son bulan zaman zaman keşişerek karmaşık birçok

zincirden oluşmuş ağ şeklindedir. Ekosistemi oluşturan canlıların enerji sağlamak amacı ile birbirleri üzerinden beslenmeleri sonucu oluşan bu çok karmaşık ilişkiye **besin ağı** denir. **Üreticiler**; klorofilli bitkiler olup, potansiyel enerjiyi kimyasal enerjiye çevirerek depolayabilir. Bu sentez karada tohumlu ve tohumlu bitkiler, sucul ortamda ise fitoplanktonlar, algler ve çiçekli bitkiler tarafından yapılır. Bitkisel organizmaları besin olarak kullanan organizmalara **birincil tüketiciler** denir. Karasal ortamdaki otobur formların esasını böcekler, kemirici memeliler ve geviş getirenler, sulara ise fitoplanktonik formlarla beslenen küçük boylu canlı türleri oluşturur. Otobur hayvanları besin olarak kullanan hayvanlara ise **ikincil tüketiciler**; ikincil tüketicileri besin olarak kullanan etobur hayvanlara da **üçüncül tüketiciler** denir. Besin zincirinin son halkasında **ayrıştırıcılar** vardır ve bunların başında bakteri ve mantarlar gelir. Enerjinin birincil üreticilerden ayrıştırıcılara kadar olan akımı sırasında, enerji bir beslenme seviyesinden diğerine geçer ve her seviyede şekil değiştirir. Bir seviyeden diğerine enerji transferinde enerjinin %90'ı solunum ve ısı ile kaybolur.

## 5. Ekosistemlerde Madde Döngüleri

Boşlukta yer kaplayan ve kütlesi olan tüm varlıklara **madde** denir. Canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için ortamlarından madde alıp vermek zorundadır. Canlı ve cansız çevre arasında maddelerin alınıp verilmesine **madde döngüsü** (madde çevrimi, ekolojik döngü) denir. Maddenin litosfer, hidrosfer ve atmosfer arasında sadece fiziksel değişime uğramasına **hidrolojik döngü** adı verilir. Su atmosfer, kara ve deniz arasında sistemli ve sürekli bir şekilde hareket halindedir. Bitkiler fotosentez için güneş ışığı dışında su, karbondioksit, azot, fosfor vb. gibi inorganik maddelere gereksinim duyarlar. Bu inorganik maddeler bitkileri yiyen otobur hayvanların vücutlarında toplanır, onlardan da etobur hayvanların dokularına geçer. İnorganik maddelerin cansız ortamdan alınıp, canlılar arasında aktarıldıktan sonra tekrar cansız ortama eklenmesi **biyojeokimyasal madde döngüsü** olarak tanımlanır. Canlılar ile jeolojik çevrelerini kapsayan ve kimyasal değişim sonucu oluşan maddelerin dolaşımı sonucu biyojeokimyasal döngüler oluşur. Böylece canlıların gereksinim duyduğu ancak sınırlı miktarda bulunan birçok elementin tekrar kullanımı mümkün olur.

### 5.1. Karbon Döngüsü

Karbonun yeryüzünde doğal kaynağı atmosfer, hidrosfer ve litosfer'dir. Karbon, hidrosferde karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) veya bikarbonat; litosferde kömür, doğalgaz, petrol, kireçtaşı ve nadiren karbon halinde, canlılarda ise organik moleküllerin yapısında bulunur. Bitkilerde organik bileşiklerin yapımı için gerekli olan karbonun ana kaynağı karbon dioksit'dir. Karbon dioksit bitkiler tarafından alınarak karbonhidrat ve diğer moleküllerin yapımında kullanılır. Bitkilerin organik bileşikler yapımında kullandığı karbon besin zinciri ile diğer canlılara geçer. Fotosentez ile CO<sub>2</sub> kullanılarak oksijen (O<sub>2</sub>) ve organik madde üretilirken, solunum ile organik madde

O<sub>2</sub> ile parçalanarak CO<sub>2</sub> oluşur. Denizlerde karbon dioksit kaynağı suda çözülmüş CO<sub>2</sub>, ayrıışan organik maddeler ve sedimentlerdir. Denizlerde karbon dolaşımı bitkisel planktonların suda çözülmüş CO<sub>2</sub> alarak fotosentezle organik bileşiklere bağlaması şeklinde olur. Daha sonra bitkisel planktonları besin olarak kullanan, hayvansal planktonlar, balıklar ve diğere canlılar organik bileşiklere bağlanan karbonu besin olarak kullanır ve bu esnada ortama CO<sub>2</sub> verir. Böylece sudaki CO<sub>2</sub> döngüsü devam eder.

## 5.2. Oksijen Döngüsü

Oksijenin kaynağı, atmosfer ve litosferdir. Ayrıca ozon tabakasında da suyun fotolizi ile de bir miktar O<sub>2</sub> üretilmektedir. Oksijen, solunum ve organik maddelerin oksidasyonu için gereklidir. Solunum, organizmaların vücudundaki çeşitli biyolojik olaylarda kullanılmak üzere birikmiş enerjiyi açığa çıkarması bakımından çok önemlidir. Bitkiler gündüz oksijen sağlar ve bu gaz tüm organizmalarca solunum için kullanılır. Fotosentez sırasında karbonun organik bileşiklere bağlanmasıyla oksijen serbest kalır. Böylece fotosentez doğadaki oksijen ve karbon dioksit dengesini düzenler. Sucul ortamda ise O<sub>2</sub> kaynağı fotosentez ve suda erimiş olarak bulunan oksijendir. Oksijen yetersizliği bitki yaşamı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Hayvan ve bitkilerin solunumu ile odun, kömür, petrol gibi yakıtların yanması esnasında ve organik maddelerin oksidasyonu için O<sub>2</sub> gereklidir.

## 5.3. Azot Döngüsü

Azot atmosferin ana kütleini oluşturur. Bütün canlılar için çok önemli bir madde olan azot, tüm proteinler ve nükleoproteinlerin temelini oluşturur. Ancak azot hayvanlar ya da yüksek bitkilerce atmosferden doğrudan alınmaz. Atmosferdeki azot bazı bakteri ve mavi-yeşil alglerce bağlandıktan sonra bitkiler tarafından alınır. Atmosferdeki elektrik akımları da bir miktar azotu sağlar ve bu azot yağmur suyu ile toprağa düşer. Herbivor hayvanlar azot gereksinimlerini bitkilerden, karnivorlar ise herbivorlardan sağlarlar. Ölü hayvanların ve bitkilerin vücutlarında bağlı kalan azot toprak ve suda bulunan ayrıştırıcılar ile inorganik şekle dönüştürülür. Bu inorganik azot tekrar yüksek bitkilere geçip organik sisteme girerek döngüyü tamamlar.

## 5.4. Fosfor Döngüsü

Fosfor, protoplazmanın gerekli ve önemli bir birimidir. Fosfor biyolojik sistemlerde genetik bilginin iletilmesi, DNA ve RNA makromoleküllerinin yapısına girmesi ve tüm enerji taşınımı, enerji bağlamada rol alması bakımından önemlidir. Fosforun ana kaynağı fosfat içeren kayalardır. Erozyon ve ayrışma sonucu bitkilere inorganik fosfat erimiş koşullarda ulaşır. Bu şekilde oluşan fosfatın belli bir oranı denize akar. Denizden karasal sisteme akış yapacak oranı ise çok az olup, bu dönüşte insanlar tarafından yapılan balıkçılık ve bazı kuşlar ile gerçekleşmektedir. Fakat insan faaliyet-

leri sonucu sularla denizlere taşınımı artmış, karaya dönüş ise yavaşlamıştır. Bitkilerce tespit edilen fosfor besin zinciri ile diğer organizmalara geçer. Ölü organik maddelerin artıkları ve kemikler ile karmaşık organik bileşikler, fosfatı parçalayıcı bakterilerce indirgenir ve böylece fosfatlar erimiş duruma geçer. Bunlardan bir kısmı akıp gider, bir kısmı ise biyolojik sisteme geri döner.

### 5.5. Yapay Madde Döngüsü

Doğal olarak bulunmayan, ancak insanlar tarafından yapay olarak üretilerek çeşitli amaçlar için kullanılan ve doğa için kirletici olan maddelerin biyojeokimyasal döngüsüne **yapay madde döngüsü** adı verilir. Birçok yapay madde doğal veya biyolojik yolla seyreltilerek veya fiziksel ve kimyasal değişime uğratılarak canlılara zarar vermeyecek duruma gelir. Ancak bazı maddelerin zararlı özellikleri değişime uğramaz, besin zinciri ile taşınarak canlıların dokularında birikerek zarar verecek düzeye gelir, buna **biyolojik birikim** adı verilir. Örneğin ağır metaller (kurşun, çinko vb.), DDT, PCB sentetik organik kimyasal maddeler besin zincirine girerek organizmalarda hastalık etmeni olacak şekilde birikirler.

## 6. Çevre ve Çevre Kirliliği

Çevre, organizmanın gelişmesini ve davranışlarını etkileyen çok yönlü bir ortam olup, biyolojik çevre (bitki, hayvan vb.), fiziksel çevre (toprak, su, sıcaklık vb.) ve sosyal çevre (insanın yaşadığı toplum) olmak üzere üç ana parametreden oluşur. İnsan var olduğundan itibaren çevreyi kendi istekleri doğrultusunda kullanmış ve değiştirmiştir. Nüfusun hızla artışı ve sanayinin hızlı gelişimi çevre sorunlarını gündeme getirmiş; nehirlere, göllere, denizlere atılmadan akıtılan bol miktardaki evsel ve sanayi atıkları çevrenin aşırı kirlenmesine neden olmuştur. Diğer taraftan su ve karasal ekosistemler bilinçsiz ve aşırı kullanılarak önemli ölçüde zarar görmüştür. Tüm bunların sonucu olarak dünya aşırı ve hızlı bir şekilde kirlenmiştir.

**Çevresel algı** iki anlamda kullanılmaktadır. Birincisi bir kişinin duyguları yolu ile çevreden uyarıcı olarak dünya hakkında bilgi kazanma olgusudur. Kişi 1 saniyede 18 ayrı görme imajı alır. Buna insan geçmişte kazandığı ve öğrendiği bilgilerle cevap verir ve hisseder. İkincisi bireyin kafasının içinde taşıdığı çevre imajıdır. Algılama olayı ve bunun sonucunda beliren zihinsel model bu iki ana yorumla etkilenmektedir. Bunlar kişinin kendi iç güdüleri ve duyguları tarafından yaratılan kendine özgü dünya görüşü ve yine kendine özgü mekan imajıdır. İnsanın tercihleri, değerlendirmeleri, kararları ve sonuçta davranışı bu imaja dayanmaktadır. Toplumların dünya görüşleri ve yaşam biçimleri kültür etkisi ile biçimlenir. Bunun sonucu olarak değişik kültürler çevreyi farklı biçimlerde algılar. Bir toplum için doğal görülen bir yaşam biçimi bir başka toplum tarafından kirlilik unsuru olarak görülebilir. Bugün dünyanın kirlenmesinde en önemli etken belkide kültür farklılıklarından dolayı çevreyi farklı algılamaktan kaynaklanmaktadır.

Toprak, hava ve suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde meydana gelen, canlı ve cansız çevre üzerinde olumsuz etkiler birabilecek nitelikteki her türlü değişime **kirlilik** denir. Kirlilik canlıların çevresine ve kendisine zarar veren sıvı, gaz, katı maddeler ve radyasyonun çevrede meydana getirdiği zararlı değişimler olup, geçici veya sürekli bir şekilde ortaya çıkabilir. Kirlilik, kirlilik unsurlarının tabiatına göre; fiziksel, kimyasal, biyolojik ve görüntü kirliliği olmak üzere dört başlık altında toplanabilir. Fiziksel kirlilik, radyonükleitler, ısıtma veya termik kirliliği, gürültü ve düşük frekanslı titreşimleri; kimyasal kirlilik, çeşitli kimyasal bileşikler (ağır metaller, hidrokarbonlar, deterjanlar, pestisidler vb.) kapsar. Birçok hastalık etmeni bakteri ve virüsler ile çeşitli canlı türlerine yapılan müdahaleler biyolojik kirlilik kapsamına girer. Diğer taraftan kötü şehirleşme başta olmak üzere, katı atıkların düzensiz doğaya dökülmesi ve görüntüyü bozacak şekilde sürdürülen faaliyetler (maden işletmeleri vb.) estetik kirliliğe örnek verilebilir. Akıcı olabilecek kadar sıvı içermeyen, insanların sosyal ve ekonomik faaliyetleri sonucunda işe yaramaz hale gelen her türlü madde ve malzeme **katı atık** olarak tanımlanır. Katı atıklar kaynaklarına (evsel, ticari ve kurumsal, park bahçe ve pazaryeri, inşaat, endüstriyel, tarımsal, hastane, arıtma çamurları vb.) ve bileşimlerine (yiyecek, kül ve kuru katı atıklar) göre iki ana grup altında incelenebilir. Katı atıklar uygun şartlar altında biriktirilmeyip rastgele dökülmesi halinde hastalık nedeni olan mikroplar ve hastalık taşıyıcı canlıların rahatça üreyebileceği ortamlar haline gelirler. Depolanma sırasında tozlar, sızıntı suları, koku ve çeşitli gazlar çıkar ve bunlar çevreyi büyük ölçüde kirletir. Diğer taraftan toplama ve depolama işlemleri sırasında yangın ve patlama tehlikesi bulunan katı atıklar, görsel açıdan insanı rahatsız edecek derecede estetik kirliliğe de neden olurlar.

Bitki hastalıkları, istenmeyen yabancı otlar ve zararlı böceklere karşı kullanılan kimyasal bileşiklerin hepsine birden **pestisid** adı verilir. Pestisidler arasında; zararlı böcekleri öldürmek için kullanılanlarına **insektisit**, zararlı mantarlara karşı kullanılanlarına **fungisit**, istenmeyen yabancı otlara karşı kullanılanlarına **herbisit**, kemirici hayvanlara karşı kullanılanlara **rodentisit**, nematodları yok etmek için kullanılanlara **nemosit** denir. Pestisidler her ne kadar zararlıları öldürmek için kullanılmış olsalarda insan başta olmak üzere diğer tüm canlılar üzerinde birçok olumsuz direkt veya indirekt etkiye sahiptir. İnsan üzerinde direkt toksik etki ya vücuda ilacın deri veya ağız yolu ile girmesi sonucu ya da pestisid bulaşmış besinin yenmesi veya içilmesi sonucu zehirlenmeler şeklinde görülür. Pestisidin bir defada alınan tek bir dozunun absorbe edilmesinden sonra ani zehirlenme yapma potansiyeline **akut zehirlenme** adı verilir. Sekonder toksik etkiler pestisid bulaşmış ve bekleme süresi bitmeden pestisid kalıntısı içeren besinlerin yenilmesi ile kronik zehirlenmeler şeklinde kendini gösterir. Yoğun bir şekilde pestisid kullanılarak istenmeyen, zararlı kabul edilen türlerin öldürülmesi sonucu, bunları besin olarak kullanan diğer türler yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalır. Diğer taraftan bir süre sonra bazı türler pestisidlere karşı dayanıklılık kazanabilir. Pestisid kullanımında en önemli tehlikelerden biri de pestisidlerin yapımında kullanılan çeşitli zehirli maddelerin besin zinciri ile sisteme katılmasıdır. Pestisid'in içerdiği kimyasal maddeler veya parçalanma ürünlerinin bir kısmı insan vücudunda birikerek veya birikmedi-

ği halde sinir hücrelerini tahrip ederek zararlı olurlar. Çeşitli pestisid gruplarının insan ve çevre üzerindeki etkileri de farklı olmaktadır. Örneğin bakırlı pestisidler içerdikleri bakır iyonları ile bazı organlarda ve enzim yapısındaki bakır dengesini bozarak birçok organ ve enzimin aktivitesini engeller. Klorlandırılmış hidrokarbonlu pestisidler ise yağ dokularında birikerek kronik zehirlenmelere ve hastalıklara neden olur.

## 6.1. Atmosfer Kirliliği

Atmosferde toz, gaz, duman, koku, su buharı şeklinde bulunan unsurların insan ve diğer canlılar ile eşyaya zarar verici miktara yükselmesine **hava kirliliği** denir. İçinde kirletici unsurların artması ile hava, doğaya zarar veren bir duruma gelir. Hava kirliliğine genelde fosil yakıtların yanmalarından oluşan zararlı gazlar, toz partikülleri ve endüstri bölgelerinden atmosfere bırakılan kirleticiler neden olmaktadır. Buna ilave olarak büyük miktarda kül partikülleri, florürler, ağır metal tozları ve bir kısmı kanserojen nitelikli organik solvent buharları atmosfere verilir. Rüzgâr hızı, yönü, hava nemi, güneş radyasyonu, yağışlar ve jeomorfolojik koşullar kirleticilerin yayılma alanını etkilemekle birlikte bu maddeler bir süre sonra su ve toprağın yapısına girer. Kendilerini üreten tesisi terkedip atmosfere karışan hava kirletici maddelere **emisyon** denir. Katı sıvı ve gaz fazlarında olan bu kirleticiler hava hareketleri ile uzun mesafelere kadar taşınır. Atmosferdeki kirleticiler; **birinci dereceden kirleticiler** (belirli bir kaynaktan atmosfere bırakılır) ve **ikinci derece kirleticiler** (atmosferde kimyasal reaksiyonlar sonucu meydana gelir) olmak üzere ikiye ayrılır. Hava kirleticilerin etki derecesi; kirleticinin suda çözünme yeteneği ve absorbe olma eğilimlerine, asitlik veya alkalilik durumlarına, hormon veya enzim faaliyetlerini durdurma etkilerine, toksik etkilerine, katı madde yapısına, kimyasal özelliklerine, mevcut çevre koşullarına, organizmaların biyolojik özelliklerine ve cansız çevre faktörlerine (iklim faktörleri, jeomorfoloji vb.) bağlı olarak değişiklik gösterir.

### 6.1.1. Önemli Atmosfer Kirletici Maddeler

**Karbon türevleri** (karbon monoksit, CO; karbon dioksit, CO<sub>2</sub>; hidrokarbonlar)'nin başlıca kaynağı volkanizma faaliyetleri, patlamalı motorlar, fosil yakıtlar, canlıların solunumu ve mikroorganizmalardır. Hızlı kentleşme, sanayileşme ve fosil yakıtların yoğun kullanımı atmosferdeki karbon dioksit girdilerini artırmış, yeşil alanların daralması, ormanların tahrib edilmesi ve denizlerin kirlenmesi karbon dioksit çıktılarında azalmaya neden olmuştur. Karbon dioksit girdileri artarken çıktılarının azalması sonucu CO<sub>2</sub> artışı meydana gelmektedir. Atmosfer güneşten gelen ışınlar için saydamdır. Ancak yeryüzüne çarptıktan sonra uzun dalga boyuna sahip ısı enerjisine dönüşen ışınlar, karasal radyasyonla tekrar atmosfere dönmeleri esnasında, su buharı ve CO<sub>2</sub> tarafından engellenir ve geçici bir zaman tutulur. Böylece atmosfer ısınır ve buna **sera etkisi** denir. Diğer taraftan karbon türevleri belli konsantrasyonların üzerinde bitki ve hayvanlar için zehirleyici etkiye sahiptirler.

**Kükürt dioksit** ( $\text{SO}_2$ ) en önemli kaynağı; petrol ve kömür gibi fosil yakıtlar, soda, sülfirik asit ve selüloz üretimi, bakır, çinko, kurşun, üretim işletmeleri ve patlamalı motorların egzoz gazları'dır. Kükürt dioksit bitkilerde yaprak dokusu bozukluklarına sebep olarak buradaki iletim demetlerini etkiler. Bitki ve hayvan bünyesine doğrudan solunumla girdiği gibi sulu fazlarda sülfüroz aside dönüşerek yakıcı etki yapar. **Tek çenekli** bitkilerde yaprakların uç kısımlarından itibaren ağarma, daha sonra bitkide genel bir pörsüme; **çift çenekli** bitkilerde yapraklarda önce kırmızı sarı ve kahverengi lekeler, daha sonra yaprakta kıvrılma ve kurumalara neden olur. Tek yıllık bitkilerde en genç yapraklar en dayanıklı, orta yaşlı yapraklar en duyarlıdır.  $\text{SO}_2$  etkisi ile klorofil parçalanır, plazma tahrib olur, hücre ara lamelleri ortadan kalkar. En çok tahribat stomaların yakınındaki klorofilce zengin sünger doku hücrelerinde meydana gelir. Belirli bir konsantrasyona kadar  $\text{SO}_2$  bitki tarafından oksitlenerek sülfata çevrilir ve bitkinin kükürt gereksiniminin karşılanmasında kullanılır.  $\text{SO}_2$  kuvvetli bir asimilasyon zehiri olup, diğer gazlarla (flor) birlikte etkisi daha da artar. Savunma reaksiyonu olarak solunum ve terleme hızlanır ve bunun sonucu olarak su dengesi bozulabilir.

**Flor** (F) zehirli bir element olmakla birlikte bitkiler üzerindeki etkisi sınırlıdır. Bitkilere stomalar yolu ile ve kökler aracılığı ile girer ve stoplazma içinde birikir. Florlu bitkilerle beslenen hayvanlar yüksek dozda flor aldıklarında floroz hastalığına sebep olur. Florun reaksiyon niteliği ve zararı H ile birlikte daha fazla olur. **Florlu hidrojen** (HF) keskin kokulu, renksiz, kuvvetli yakıcı bir gazdır. Florlu hidrojen'in kaynağı, alüminyum, ağır metal ve cam endüstrisi, süperfosfat, emaye, porselen, tuğla, çimento ve çeşitli kimyasal madde fabrikaları ve kömürle çalışan termik santrallerdir. Bitkide yaprak ucu ve kenarından başlayan nekrozlara sebep olur. Tek çeneklilerde yaprak rengindeki değişme yaprak ucunda, çift çeneklilerde ise yaprak kenarında görülür. Ayrıca meyve ucunda nekroz ve çatlamlar meydana gelir. Fizyolojik etkilerinden en önemlisi karbonhidrat metabolizması ile ilgili enzimleri çalışamaz hale getirmesidir.

**Kükürtlü hidrojen** ( $\text{H}_2\text{S}$ ) yanıcı, keskin pis kokulu, renksiz ve reaksiyon yeteneği fazla olan, suda çok kolay çözünen bir gazdır. Doğal kaynağı volkanlar, bataklıklar ve termal kaynaklardır. Yapay olarak ise kok ve havagazı fabrikalarında, katran damıtma tesislerinde, selüloz ve viskoz fabrikalarında, kükürt üretme tesisleri ile kükürt kullanılan kimyasal tesis ve rafinerilerden kaynaklanır. Bitki yapraklarında pörsüme şeklinde başlayan zararlar, ileri aşamada solunumun durmasına ve ölüme neden olabilir.

**Azot oksitler** (nitrojen oksitler) [azot protoksit ( $\text{N}_2\text{O}$ ), azot monoksit (NO), azot dioksit ( $\text{NO}_2$ ), azot tirioksit ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) ve azot tetraoksit ( $\text{N}_2\text{O}_4$ )] atmosferde doğal olarak bulunması yanında, içten yanmalı motorlarda yüksek basınç altında oksijen ve azotun birleşmesiyle yanma ürünü olarak ortaya çıkar.  $\text{NO}_2$  kırmızı kahverenkli, keskin ve nahoş kokulu, kuvvetli zehir etkisinde bir gazdır. Bu gaz atmosferin saydamlığını bozar, absorbe ettiği güneş ışığı ile reaksiyona girerek fotokimyasal olarak hava kirliliğine ve asit yağmurlarına neden olur. Bitkilerde zehirlenme belirtiler-

ri yaprak kenarlarında kahve ve koyu renkli lekelerin görülmesi ile başlar. Fizyolojik olarak fotosentezin azalmasına ve durmasına neden olur.

Bunlar dışında amonyak, klor, klorlu hidrojen, karbondioksit ve karbonmonoksit zehirli etkiye sahip gazlardır. Ayrıca henüz tanımı verilmemiş fotokimyasal fototoksik maddeler bulunmaktadır. Kirletici elemanlarının her biri tek başına etkin olmasının yanında, bir kirletici madde diğer bir kirletici madde ile reaksiyona girerek kendisinden daha etkili başka bir madde oluşturarak bileşik etki (sinergizm) gösterir. Örneğin otomobil egzozundan çıkan iki bileşken (nitrojen oksitler ve hidrokarbonlar), güneş ışığı altında yeni ve çok zehirli fotokimyasal duman olarak bilinen maddeleri (peroksiasetilnitrat ve ozon) oluşturur. Bir duman tipi ve yaralanmalara neden olan fotozehirlerden olan Peroksiasetilnitrat (**PAN**) fitotoksik, gözleri yakıcı, tehlikeli bir kirleticidir.

**Toz (aerosol) kirlenmesi**; atmosfere gerek doğal (rüzgâr erozyonu, volkanizma faaliyetleri, orman yangınları, okyanuslar), gerekse insan etkisiyle karışan çeşitli katı parçacıkların (partikül) neden olduğu bir kirliliktir. Bunlar arasında çeşitli çiçek polenleri, sporlar ve bazı yararlı mikroorganizmalar da bulunmaktadır. Parçacık çapı 0.1-200 mikron arasındaki katı maddeler toz olarak tanımlanır ve büyüklüklerine göre çökebilir büyük çaplı, çökmeyen yarı ince ve çökmeyen çok ince olmak üzere üç gruba ayrılır. Toz zerrecikleri, özellikle silisyum bileşiklerini içerenler, yağışlar için yoğunlaşma çekirdekleri teşkil ettikleri gibi bazı kimyasal olaylarda katalizör görevi yaparlar. Silis ve silikatların solunum yolu ile alınması akciğer hastalıklarına neden olur. Silikatlardan olan asbest akciğer mide ve barsak kanserine sebep olur. Katı karbon partikülleri ise solunum yolu ile alındıklarında fagositozla sitoplazmaya girmesi sonucu hücrelerde kara lekeler oluşturur. Toz yoğunluğu ışık yoğunluğunu azaltarak asimilasyon ve fotosentez yetmezliğine neden olabilir. Diğer taraftan vitamin sentezi ve bazı zararlı mikropların yokedilmesi için gerekli olan ultraviyole ışınlar da tozlar tarafından tutulmaktadır. Endüstriyel faaliyetler, yollar, bitki örtüsünü kaybetmiş tarım alanları ve diğer alanlar, yanardağlar önemli toz kaynaklarıdır. Endüstriyel tozlar içinde kireç ve çimento tozları önemlidir. Çimento tozları büyük miktarda kalsiyum silikat içerir. Bunlar çevreden çok hızlı olarak bünyelerine su çeker ve bu sırada  $\text{Ca(OH)}_2$  açığa çıkar. Bu madde kuvvetli alkali reaksiyonu nedeni ile yakıcı bir etki yapar. Yağışlar ve nemli hava tozların etki derecesinde önemlidir. Toz bitkilerin yaprak yüzeylerinde kabuk oluşturur, stomaları tıkar, gaz alışverişini engeller. Ayrıca fotosentez için gerekli ışığın etkisini azaltır.

**Asit yağmurları** deyimi pH değeri 5.6'nın daha altındaki yağışlar için kullanılır. Yağmur suyu ender olarak nötr'dür. Bunun sebebi atmosferdeki karbon dioksit, su buharı ile birleşerek karbonik asiti oluşturur. Doğal olarak yağmurun pH 5.6 olup, çok az asidiktir. Atmosfere verilen  $\text{SO}_2$  atmosfer içinde oksitlenerek, atmosferik su buharı ve güneş ışınlarının etkisi ile sülfirik aside ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dönüşür. Yağmurlu havada  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , hidrojen ( $\text{H}^+$ ) ve ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) iyonlarına ayrılarak asit yağmuru şeklinde yeryüzüne düşer. Aynı şekilde çeşitli kaynaklardan atmosfere verilen azot oksitler ( $\text{NO}_x$ ) atmosferik su buharı ile birleşerek nitrik asite ( $\text{HNO}_3$ ) dönüşerek asit yağmurları şeklinde toprağa, göllere, denizlere ve ormanlara düşer. Birçok kir-

letici madde kuru hava koşullarında toz halinde yeryüzüne dönerken, bazı eriyebilir nitelikteki maddeler yağmur veya karla birlikte yeryüzüne döner. Asit yağmurları toprağın kimyasal özelliklerini etkiler, kalsiyum ve magnezyum gibi besleyici maddeleri ve ağır metalleri çözerek serbest kalmalarına neden olur. Bunun sonucu besleyici maddeler yıkanarak taşınırken, ağır metaller bitkilerde zararlı olurlar. Besin maddelerinin yok olması sonucu sülfatlar topraktaki metallere özellikle alüminyum ile birleşerek zehirleyici özellik kazanır. Asit yağmurlarının zararlı etkileri özellikle ağaçların yaprakları ve gövdeleri üzerinde etkili olurken, dolaylı olarak kök çevresinde de etkileri görülmektedir. Bitkilerde klorofil yapısı bozulmakta, hücre çeperi parçalanmakta, bunların sonucu fotosentez engellenmektedir. Asit yağmurları toprak ve su ekosistemlerinin bozulmasına ve birçok inşaat yapı elemanlarıyla arkeolojik kalıntıların zarar görmesine neden olur.

Hava kirleticilerine karşı direkt ve dolaylı olmak üzere iki şekilde önlem alınabilir. Dolaylı olarak alınacak önlemlerde, emisyon kaynağında kirletici unsurların konsantrasyonunun azaltılması ve kirlilik etkisinin azaltılması olmak üzere iki yöntem kullanılır. Direkt önlemler ise düşük kükürt oranlı yakıtların kullanımı, şehirlerde merkezi ısınma sistemlerinin kurulması, doğalgaz kullanımının artırılması, elektrikli toplu taşıma araçlarının kullanımı, kurşunlu benzin kullanımının önlenmesi, bacalarda filtre ve yıkama kulelerinin kullanımı, gelişmiş ve daha az kirletici teknolojilerin kullanımı gibi önlemlerdir.

## 6.2. Su Kirliliği

Suya karışan maddelerin, suların fiziksel (renk, sıcaklık artışı vb.), kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirmesine **su kirliliği** denir. İstenmeyen zararlı maddelerin (deterjanlar, pestisitler, endüstriyel atıklar, boya vb.) su kalitesini ölçülebilir oranda ve canlılara zarar verecek miktarda suya karışması sonucu su kirliliği ortaya çıkar. Su kaynağına karışan atık maddelerdeki organik materyal, doğal şartlarda mikroorganizmaların yardımı ile transformasyon ve mineralizasyona uğrar. Ve su bu olay sonucu biyolojik olarak kendini temizlemiş olur. Ancak bunun olabilmesi için su ortamında başta yeterli O<sub>2</sub> olmak üzere, tüm ekolojik koşulların organizmalar için uygun olması gerekir. Suda bulunan organik maddenin biyokimyasal olarak ayrışmasında tüketilen O<sub>2</sub> miktarına **biyolojik oksijen ihtiyacı** denir. Sulardaki organik maddenin tamamının oksidasyonu için gerekli olan O<sub>2</sub> miktarına ise; **kimyasal oksijen ihtiyacı** denir. Suda erimiş O<sub>2</sub> azalması halinde bazı mikroorganizmaların faaliyetleri durur veya oksijensiz (anaerobik) biyokimyasal reaksiyonlar sonucu, amonyak, metan ve hidrojen sülfür gibi yarı stabil, zararlı ürünler açığa çıkar. Bunun sonucu olarak da su biyolojik olarak kendini temizleyemez. Endüstri tesislerinden çıkan sıcak suların, boyaların ve bulanıklığın akarsulara karışması sonucu, suyun fiziksel özellikleri değişikliğe uğrar. Sudaki kimyasal değişim nedenlerinin başında ise insanlar tarafından sulara karıştırılan ve kolay ayrışan organik materyal gelir. Bunlar arasında fabrikalardan çıkan tuzlar, ağır metaller, pestisidler ve deter-

jan gibi bileşikler sayılabilir. Kirilenmiş sular kirlilik kaynaklarına göre, endüstri atık suları ve yerleşim yerlerinin atık (kanalizasyon) suları olarak ikiye ayrılır.

### 6.2.1. Endüstri Atık Suları

Endüstri kuruluşlarının hammaddeyi işleme süreci sonunda suları kirletici atıklar ortaya çıkar. Atık sulardaki kirletici maddeler eğer ayrışmıyor ve etkisiz formlara dönüşmüyorsa, bunların konsantrasyonları kabul edilebilir sınır değerlerin altında olsa bile nehir, göl veya yeraltı sularında birikerek canlılar için zararlı olur. **Soğutma ve yoğunlaşma** sürecinde ısınan sıcak sular karıştıkları suların sıcaklığını yükselterek buradaki ekolojik koşulları değiştirir. **Kimya endüstrisi atık suları** faaliyet alanlarına göre çeşitli maddeler içerirler. Asit baz ve klor fabrikaları çeşitli asitler, bazlar, alkali katyonlar ve bunların tuzlarını atık olarak suya bırakırlar. Örneğin, boya fabrikaları boya partikülleri ve Cr, Pb, As; Amonyak-Soda fabrikalarından kalsiyum klorür; Gübre fabrikaları hidrojen sülfür, hidroklorit asit ve çeşitli anorganik tuzlar; Plastik endüstrisi fenoller, aldehitler, asitler, bazlar ve diğer organik maddeleri çevreye bırakırlar. İnşaat sektörü, Porselen ve Seramik endüstrisi silikat ve karbonatlar çıkar ve ayrıca suyun asitliğini yükseltir. **Demir çelik endüstrisi** alkali ve toprak alkali elementler, siyanürler, sülfürler, naftalin ve fenoller içeren kirliliği üretir ve bunlar özellikle Fe, fenol, naftalin içerir. **Metal işleyen endüstri** atık sularında ağır metaller (Cu, Pb vb.) kromat, siyanür, klorür, nitrit, mineral ve asit bazlar içerir. **Kömür endüstrisi suları** yıkama işlemleri sonunda partikül, humin maddeleri, NaCl, Ca, Mg ve özellikle kok fabrikaları fenol, H<sub>2</sub>S ve NH<sub>2</sub> ile suları kirletir. **Petrol endüstrisi** sularında petrolün çıkarılması sırasında çeşitli atıklar ve tuzlu sular; petrolün ayrıştırılması sürecinde ise rafinerilerden katı maddeler, fenol, sülfürler, fosfatlar, klorürler, siyanür ve yağlar içerir. **Selüloz ve kağıt endüstrisinin** atık sularında sülfidler, klor ve çeşitli mineral asitler, selüloz lifleri, karbonhidratlar, lignin ve reçineler bulunur. **Tekstil endüstrisi** atık sularında arsenik, ağır metaller, kromik asit, organik ve anorganik boya maddeleri, tekstil lifleri ve çeşitli organik maddeler bulunur. **Gıda ve besin endüstrisinin** atık sularında fazla miktarda organik maddeler bulunur. Örneğin, şeker fabrikaları karbonhidratlar, toprak, organik asitler; bira fabrikaları atık sularında karbonhidratlar, proteinler, azotlu bileşikler ve tuzlar bulunur. **Tarımsal işletmeler** hayvan dışkıları ve benzeri organik maddeler ile; tarımsal amaçlı aşırı gübreleme ve ilaçlamalar ile suları önemli ölçüde kirlendirir.

### 6.2.2. Yerleşim Yerlerinin Atık (Kanalizasyon) Suları

Arıtılmadan temiz su kaynaklarına akıtılan kanalizasyon suları çok sayıda patojen mikroorganizmalar ve organik madde, azot, fosfor, silisyum, potasyum gibi maddeler içerir. Bu maddeler sulara mikro ve makro düzeyde bitkisel materyal için gübre yerine geçer ve aşırı miktarda çoğalmalarına neden olur. Ayrıca bu sular bol miktarda tuz, sabun, deterjan ve boya maddeleri taşırlar.

**Hijyenik açıdan** yerleşim yerleri ve turistik tesislerin çeşitli mikroplar içeren kanalizasyon suları kirliliğe neden olurlar. Özellikle yerleşim yerlerinin kanalizasyon sularında çok fazla miktarda patojen mikroplar bulunur. Örneğin; *Salmonella typhi*, *S. paratyphi* (tifo ve paratifo hastalığı yapan mikroplar) kirli sulara 3-4 hafta yaşayabilirler. *Mycobacterium tuberculosis* (verem mikrobu); *Vibrio comma* (kolera mikrobu); şap hastalığına neden olan mikroplar; çeşitli cilt hastalıklarına neden olan mantarlar, çocuk felcine neden olan viruslar başta olmak üzere çok sayıda hastalık etmeni virus kirli sularla taşınır.

Fiziksel, kimyasal veya biyolojik olarak kirletilmiş sular akarsu, deniz ve göllere bırakılmadan önce mutlaka arıtılmalıdır. Kirli suların arıtılmalarında yaygın olarak **mekanik arıtma**, **biyolojik arıtma** ve **kimyasal arıtma** olmak üzere başlıca üç yöntem kullanılmaktadır.

### 6.2.3. Önemli Su Kirletici Maddeler

**Azot** su ortamında iki şekilde etkili olur. Bunlardan birincisi sulara verilen organik azot, amonyak ve nitrit biyolojik süreçlerden geçerek nitrat şekline dönüşür ve bu sırada yoğun bir şekilde oksijen tüketimine sebep olur. İkincisi ise sulara ötrofikasyona neden olur. Ötrofikasyon olayında esas etki fosfora ait olmakla birlikte azot da rol alır. Göl, akarsu ve denizlere bitkisel organizmaların ihtiyacından daha fazla fosfor ve azot gibi besleyici minerallerin gelmesi sudaki bitkisel yaşam için gübreleme etkisi yapar. Bunun sonucu su ortamında bulunan bitkilerin çoğalması ve büyümesi hızlanır. Daha sonra bunların artıkları sudaki ayrışma sürecinde oksijeni kullanarak azalmasına neden olur. Su ortamında besleyici tuzların neden olduğu kirlenmeden kaynaklanan aşırı bir şekilde bitkisel üretim yapılmasına **ötrofikasyon** denir. Azot bileşikleri içeren içme suları insan sağlığı açısından önemlidir. Örneğin amonyum bakterisi çoğalmasını teşvik eder, nitrat bebeklerde mavi hastalığına neden olur, nitrit ise kanserojen etkiye sahiptir.

**Fosfor** sulara çeşitli fosfat türleri şeklinde bulunur ve bir çok biyokimyasal reaksiyonda rol alır. Fazla miktarlarda su ekosistemlerine verilen fosfor ötrofikasyona neden olur. Ayrıca heterotrof mikroorganizmaların büyümesinde de önemli etkiye sahiptir.

**Askıda katı maddeler** alıcı ortamda dip çamurunun oluşumuna neden olarak su tabanında gelişen canlıların yaşamını engeller. Diğer taraftan organik kökenli iseler  $O_2$  tüketimini hızlandırır. Bulanıklılığı artırarak estetik açıdan kirliliğe ve suda ışık geçirgenliğinin azalmasına neden olur.

**Yüzey aktif maddeler** sabunları, deterjanları ve emülsiyon yapıcıları içerir ve suda yüzey gerilimini azaltır. Sert sulara sabunun temizleme etkinliğini artırmak için kalsiyum, magnezyum ve bazı metalik iyonlar katılır. Deterjan aktif maddesi olarak ise petrolden elde edilen çeşitli türevler kullanılır. Deterjanların yapısında bulunan bazı maddeler, biyolojik olarak ayrışmayan suda yıllarca kalabilen maddeler olup,

bunların kanserojen özellikleri vardır. Fosfat içeren deterjanlar ise ötrofikasyona neden olur.

**Ağır metaller** (kadmiyum, civa, kurşun, krom, bakır, çinko, nikel, vb.) besin zincirine girerek canlı bünyelerinde birikir ve belli konsantrasyondan sonra ölüme neden olur. Örneğin, civa vücutta 25 mg üzerine çıktığında görme ve işitme bozuklukları, denge bozuklukları, sağırılık, körlük ve ölüme sebep olur. Kadmiyum akciğer, üreme sistemi, boşaltım sistemi ve prostat kanserlerine; çinko sistemik kanserlere; kurşun, akciğer, sindirim ve böbrek kanserlerine, göz, böbrek, kas ve eklem bozukluklarına ve beyin dokusu harabiyetine neden olur.

**Radyasyon** hücrenin biyokimyasal mekanizmasını etkiler. Özellikle genler radyasyona duyarlı olduklarından canlı ölmese bile üreme yeteneğini kaybeder veya gen mutasyonu sonucu cilt kanseri lösemi gibi hastalıklar ortaya çıkar. Yüksek dozda radyasyon alan insanlarda kusma, ishal, iç kanama, ağız içi ve boğaz ağrıları, aşırı zayıflama ve kandaki akyuvarların azalması gibi belirtiler görülür.

**Yağlar ve petrol türevleri** estetik kirliliğe neden olmaları yanında, suların atmosferden oksijen alışverişini engelleyerek, suda oksijen dengesini bozar. Su yüzeyinde veya yüzeye yakın yaşayan su canlılarının (planktonlar, su kuşları, balıklar vb.) vücut yüzeylerine yağ ve petrolün bulaşması ile hayatta kalmaları tehlikeye girer. Ayrıca bu maddeler deniz ortamında çökerek sedimentlerde ve sahillerde birikim yapar.

### 6.3. Toprak Kirliliği

Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri direk veya dolaylı olarak istenmeyen biçimde değişmesi sonucu **toprak kirliliği** ortaya çıkar. Toprak kirliliği erozyon, çoraklaşma, drenaj bozukluklarından kaynaklanan yaşlık, taşlılık, gübreleme, endüstriyel kökenli bozulmalar biçiminde olabileceği gibi, hava ve sulardaki çeşitli kirlilik unsurlarının toprağı kirletmesi şeklinde de olabilir. Ayrıca verimli toprakların tarım dışı amaçlar (yerleşim ve endüstri yerleri, turistik bölgeler vb.) için kullanımı sonucu tarım alanları kaybolmaktadır.

Rüzgâr, su gibi doğal kuvvetlerin etkisi ile toprağın taşınmasına **erozyon** denir. Bir de toprak içindeki beslenme elementlerinin su ile toprağın derinliğine doğru taşınımı vardır ki buna da **kimyasal erozyon** adı verilir. Erozyon ile toprağın üretkenlik potansiyeli ve beslenme elementleri oranı azalır, su tutma kapasitesi düşer. Bunun sonucu olarak ürün miktarı ve kalitesi azalır ve açlık kaçınılmaz son olarak ortaya çıkar. Ayrıca erozyonla taşınan materyal verimli toprakların hatta köy ve kasabaların üzerini örterek kullanılmaz hale getirir, liman, göl, baraj ve sulama sistemlerinin hızlı bir şekilde dolmasına neden olur.

Toprağın verimini artırmak amacı ile yapılan **aşırı ve bilinçsiz gübreleme**, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bozulmasına ve kirliliğe neden olur. Örneğin

azotlu ve fosforlu gübrelere aşırı kullanımı içme suları, akarsu ve göllerde kirlenmeye neden olmaktadır. Ayrıca gereğinden fazla kullanılan gübreler bitkiler üzerinde toksik etkisi yapar.

Bazı **endüstriyel faaliyetler** toprağın direk veya dolaylı (hava ve su ortamlarını kirleterek) olarak kirlenmesine neden olmaktadır. Kirletilmiş su ve hava, toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerini bozarak kalite ve verim düşüklüğüne sebep olur. Ayrıca çeşitli endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan bazı toksik maddeler tarım ürünlerinde birikerek besin zinciri ile diğer canlılara taşınır.

Atmosferde bulunan çeşitli kirlilik unsurları, **yağışlar** (yağmur, kar vb.), absorbe olma veya doğrudan çökme ile toprağın kirlenmesine neden olur. SO<sub>2</sub> yağış sularında veya toprak çözeltisinde çözünerek sülfüroz aside dönüşür ve toprakların asitleşmesine neden olur. Toprağın asitleşmesi ile toprakta bulunan bitki beslenme elementlerinin yıkanması kolaylaşır. Ayrıca asit yağmurları tarım ve orman alanlarında önemli tahribat yaparlar.

#### 6.4. Gürültü Kirliliği

İstenmeyen ve canlıları rahatsız eden sesler **gürültü kirliliği** olarak tanımlanır. Gürültü kirliliği insanın işitmesini ve çevreyi algılamasını olumsuz yönde etkileyen, kişisel ve toplumsal yaşam kalitesini bozan önemli bir kirlilik türü olup, yapı içi ve yapı dışı çevre gürültüleri olarak iki ana başlık altında incelenebilir. Aynı veya bitişik yapıların içinde bulunan her türlü mekanik ve elektronik sistemler ve yaşam aktivitelerinden meydana gelen gürültüler **yapı içi gürültüleri** oluşturur. **Yapı dışı gürültüler** ise yapıların dışında olmakla birlikte hem yapı içini hemde yapıların dışını etkileyen gürültülerdir. Bunlara ulaşım (karayolu, havaalanı, vb.), endüstri (soğutma sistemleri, endüstri makinaları, fabrikalar, vb.), yapım (inşaat şantiyeleri, vb.), ticari (eğlence yerleri, açık sinemalar, vb.) ve rekreasyonel (stadyumlar, atış alanları, vb.) faaliyetler örnek verilebilir. Gürültü insanlar üzerinde fiziksel (işitme bozukluğu), fizyolojik (solunum ve kalp atışlarının hızlanması, kan basıncının artışı gibi vücut aktivitelerinde değişimler), psikolojik (öfkelenme, sıkılma gibi davranış bozuklukları), performans etkileri (konsantrasyon bozukluğu, iş veriminde düşme vb.) ve hatta ciddi beyin tahribatına neden olmaktadır.

#### 6.5. Doğal Kirlilik

Depremler, volkanizma faaliyetleri ve fırtınalar gibi doğal nedenlerle ekosistemlerin organizmaların yaşamını engelleyecek derecede bozulması sonucu **doğal kirlilik** ortaya çıkar. Örneğin depremler sonucu yeni bir gölün oluşması birçok karasal formun yok olmasına neden olabilir. Yine volkanizma faaliyetleri sonucu zehirli birçok gaz ve partikül çevreye yayılarak canlıların zarar görmesine ve ölümüne neden olabilir.

Kentsel yaşam, ulaşım araçları, çeşitli enerji kaynaklarının kullanımı ve fabrikalar günümüz çağdaş yaşamının vazgeçilmez elemanlarıdır. Çevreyi kirletmeleri bunlara düşman olunmasını veya bunlardan vazgeçilmesini gerektirmez. Ancak bunların çevreye en az zarar verecek şekilde düzenlenmiş olmaları yaşamın devamı açısından son derece önemlidir. Örneğin kağıt endüstrisi çevreyi kirletiyor diye kağıt üretiminden vazgeçilmesi mümkün değildir. Fakat kağıt endüstrisi de çevreyi en az kirletecek ve çevreye en az zarar verecek teknolojileri bulmak ve kullanmak mecburiyetindedir. Çevre canlı ve cansız tüm elemanları ile bir bütündür ve insan bu bütünün sadece bir parçasıdır. Önemli olan, çevreyi kendi ihtiyaçları doğrultusunda sürekli değiştiren insanın, çevreyi tanıma öğrenme ve doğru kullanma yöntemlerini geliştirme konusunda da çaba göstermesidir. Kirletilmiş, bozulmuş bir çevrede insanın sağlıklı bir şekilde yaşaması mümkün değildir.

## Özet

*Çevre canlıların yaşamı üzerinde etkili olan fiziksel, kimyasal ve biyotik faktörlerin bütünlüğüdür. Her canlının biri cansız, diğeri canlı olmak üzere iki çevresi vardır. Ve yaşayabilmesi için çevresi ile madde alışverişi yapmak zorundadır. Bir maddenin bir noktadan başka bir noktaya hareketi veya fiziksel, kimyasal olarak bir şekilden başka bir şekle dönüşmesi bir iştir ve bu işin yapılabilmesi için de enerji kullanımı gerekir. Bitkiler güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürür. Bu inorganik maddeler bitkileri yiyen otobur hayvanların vücutlarında toplanır, onlardan da otobur hayvanların dokularına geçer. İnorganik maddeler cansız ortamdan alınıp, canlılar arasında aktarıldıktan sonra tekrar cansız ortama eklenir. Böylece canlıların gereksinim duyduğu ancak sınırlı miktarda bulunan birçok elementin tekrar kullanımı mümkün olur.*

*İnsan geçmişten günümüze doğayı kendi istekleri doğrultusunda sürekli değiştirmesi ve kullanması sonucu, içinde yaşadığı çevre ile arasında var olması gereken uyumu bozmuştur. Hava, su ve toprağın kirlenmesi ile birlikte kirlilik unsurları besin zinciri ile çeşitli düzeylerde bitki ve hayvan topluluklarına taşınmış ve onların yaşamlarını tehdit eder bir hal almıştır. Hızlı nüfus artışı, kırsal alandan kentlere göç ve sanayileşme kirlenmenin yaygınlaşması ve artmasına neden olmuştur. Diğer taraftan doğal kaynakların sınırlı oluşu ve bunların bir kısmının kirlilik ile önemli ölçüde bozulmuş olması beraberinde artan nüfusun sağlıklı ve yeterli beslenememesi sorununu gündeme getirmiştir. Çevre canlı ve cansız elemanları ile bir bütündür ve insan bu bütünün sadece bir parçasıdır. Çevreyi kendi ihtiyaçları doğrultusunda sürekli değiştiren insan, çevreyi tanıma ve doğru kullanma yöntemlerini geliştirerek onunla uyum içinde yaşamasını öğrenmelidir. Kirletilmiş, bozulmuş bir çevrede insanın sağlıklı bir şekilde yaşaması mümkün olamaz.*

## Değerlendirme Soruları

1. Canlıların cansız faktörler üzerindeki etkilerine ne denir?
  - A. Aksiyon
  - B. Reaksiyon
  - C. Koaksiyon
  - D. Açık sistem
  - E. Ekosistem
2. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerde ışık etkileri ile ortaya çıkan biyolojik ritimlerdenidir?
  - A. Fotosentez
  - B. Çiçeklenme
  - C. Terleme
  - D. Çimlenme
  - E. Hepsisi
3. Toprak ve onun fiziksel, kimyasal ve fizikoşimik özelliklerinden oluşan fiziksel çevreye ne denir?
  - A. Biyotik faktör
  - B. Klimatik faktör
  - C. Kommunité
  - D. Edafik çevre faktörü
  - E. Zonal toprak
4. Aşağıdakilerden hangisi hava kirliliğinin sebepleri arasında sayılmaz?
  - A. Fosil yakıtların yanması
  - B. Toz partikülleri
  - C. Fotosentez
  - D. Endüstri bölgelerindeki baca gazları
  - E. Kömür ve petrolün yakılması
5. I. Azot  
II. Fosfor  
III. Civa  
Yukardakilerden hangisi veya hangileri ötrofikasyona neden olur?
  - A. Yalnız I
  - B. Yalnız II
  - C. II ve III birlikte
  - D. I ve II birlikte
  - E. I ve III birlikte

## Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

- Anonim: **Türkiye'nin Çevre Sorunları**, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını. Ankara: 1991.
- Berkes, Fikret ve Kışlalıoğlu, Mine: **Ekoloji ve Çevre Bilimleri**, Remzi Kitabevi, İstanbul: 1990.
- Bereket, Gözen; Yücel, Ersin: **Monitoring of Heavy Metal Pollution of Traffic Origin in Eskişehir**, Doğa Türk Kimya Dergisi, 14, 4: 266-271. 1990.
- Çepel, Necmettin: **Genel Ekoloji**, İ.Ü. Yayın No. 3155, İstanbul: 1983.
- Çepel, Necmettin: **Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü**, TEMA Yayınları 6, İstanbul: 1995.
- Gürpınar, Ergün: **Çevre Sorunları**, Der Yayınları. İstanbul: 1992.
- Haktanır, Koray: **Çevre Kirliliği**, Ziraat Fakültesi No. 140. Ankara: 1987.
- Keleş, Ruşen ve Hamamcı, Can: **Çevrebilim**, İmge Kitabevi. Ankara: 1993.
- Kocataş, Ahmet. **Ekoloji Çevre Biyolojisi**, E.Ü.Su Ürünleri Fak. Yayını, No.51. İzmir: 1994.
- Özdemir, İbrahim ve Yükselmiş, Münir: **Çevre Sorunları ve İslam**, Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları. Ankara:1995.
- Öztürk, Münir; Türkan, İsmail; Dalgıç, Rıza; Çelik Ümmühan; Yılmaz, Melike; Yücel, Ersin: **Ağır Metaller Canlılar İçin Bir Yük mü?**, II. Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sorunları Sempozyumu, (Ed.) İlhami Kızıroğlu, Desen Ofset A.Ş. Ankara : 134-140. 1992.
- Öztürk, Münir ve Seçmen, Özcan: **Bitki Ekolojisi**, Fen Fakültesi Yayınları No. 141 İzmir: 1992.
- Öztürk, Münir; Güvensen, Aykut; Yücel, Ersin: **Doğayı Koruma Yönünden Hava Kirlenmelerin Ekosistemlere Etkisi**, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü II. Ulusal Sempozyumu : 265-271. 1993.
- Öztürk, Münir; Güvensen, Aykut; Yücel, Ersin: **İç Mekanlarda Kirlilik Sorunu ve Bitkilerin Rolü**, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü II. Ulusal Sempozyumu, Eskişehir : 286-295. 1993.

Öztürk, Münir; Özdemir, Filiz; Yücel, Ersin: **An Overview of the Environmental Issues in the Black Sea Region, Scientific Environmental and Political Issues in the Circum-Caspian Region**, (Eds. M.H. Glantz and I.S. Zonn), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 213-226. 1997.

Şişli, Nihat: **Çevre Bilim Ekoloji**, H.Ü. Fen Fakültesi. Ankara: 1996.

Yücel, Ersin: **Türkiye Tabiyatını Korumada Biyolojik Savaşın Önemi**, Tabiat ve İnsan, Yıl 19/3, 22-25. 1985.

Yücel, Ersin: **Eskişehir'de Yetiştirilen Ağaç ve Çalıların Kentsel Ekoloji Açısından Değerlendirilmesi (1)**, A.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi, IV, 1: 93-118. 1992.

Yücel, Ersin; Öztürk, Münir; Doğan, Fethi: **Kütahya'da Hava Kirliliği Sorunu**, Ekoloji Çevre Dergisi, 15: 40-44. 1995.

Yücel, Ersin; Doğan, Fethi; Öztürk, Münir: **Porsuk Çayında Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri ve Halk Sağlığı İlişkisi**, Ekoloji Çevre Dergisi, 17: 29-32. 1995.

Yücel, Ersin: **Asya Servi Kavağı Kullanılarak Kütahya İlinde Trafik Kökenli Pb, Cd ve Zn Kirliliğinin Araştırılması**, Doğa Türk Botanik Dergisi, 20, 2: 113-116. 1996.

Yücel, Ersin; Aşan Zerrin; Öz, Mehmet; Öztürk, Münir: **Eskişehir Yöresinde Bazı Orman İçi Dinlenme Alanlarının Rekreatyonel Talep Değerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar**. Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı 26, 21-26 .1998).

Yücel, Ersin; Öztürk, Münir: **Ağaç ve Çalı Türlerinde Görülen Kirlilik Zararları Üzerine Bir Çalışma**, Tabiat ve İnsan Dergisi, 30, 2: 7-14. 1996.