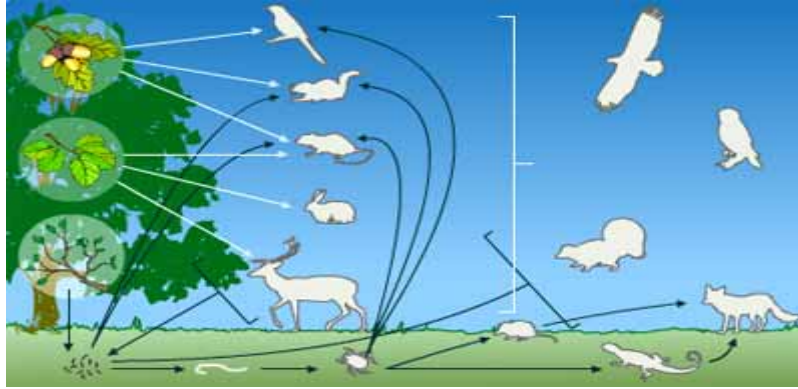


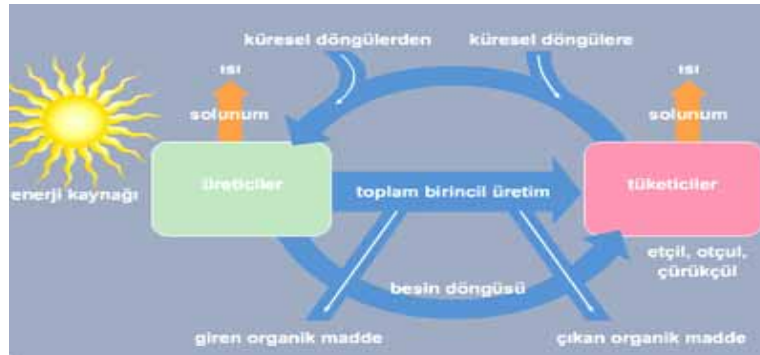
Ekosistem ve Ekosistem İçindeki Dengeler

Canlı organizmalarla cansız çevre elementleri birbiriyle sıkı sıkıya bağlıdır. Karşılıklı olarak madde alışverişi yapacak biçimde birbirlerine etki yapan canlı organizmalarla, cansız maddelerin bulunduğu herhangi bir doğa parçası bir ekosistemdir. Ekosistem yaklaşımı, bireysel organizmalar ya da topluluklardan çok tüm alanın işlevlerinin nasıl olduğuyla ilgilenir. Bir alandaki canlı organizmalar ve cansız çevreleriyle olan ilişkilerine bakar. Bir ekosistem, temel olarak abiyotik maddeler, üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılardan oluşur. Ekosistemlerde yaşam, enerji akışı ve besin döngüleriyle sürer. Açık bir sistem olan ekosistemde, enerji ve besin giriş-çıkışı sürekli olarak sürer.



Beslenme İlişkileri

Bir ekosistemde, enerjinin taşındığı organizmalar dizisine besin zinciri denir. Besin zinciri, güneşten gelen enerjinin fotosentez yoluyla kullanılmasıyla başlar. Bunlara üreticiler denir. Üreticiler otçullar tarafından, otçullar da etçiller tarafından yenir. Bazı türler hem bitkiler hem de hayvanlarla beslenir. Bunlara hepçil denir. Besin zincirindeki her bir beslenme basamağı trofik düzey olarak adlandırılır. Yani, tüm üreticiler birlikte birinci trofik düzeyi, tüm otçullar ikinci trofik düzeyi ve tüm etçiller üçüncü trofik düzeyi oluştururlar. Beslenme ilişkileri, çoğunlukla bundan daha karmaşık bir yapıdadır. Yani, karmaşık olarak birbirine geçmiş pek çok besin zinciri bulunur. Bunların tümüne besin ağı denir. Çoğu ekosistemde, başlıca iki besin ağı bulunur. Otlayan (grazing food web) besin ağı, herbivorları ve daha yukarıda yer alan beslenme düzeylerini kapsar. Detritus besin ağı da, atık ürünler ya da ölü dokularla beslenen organizmaları ve bunlarla beslenen daha üstteki düzeyleri kapsar.



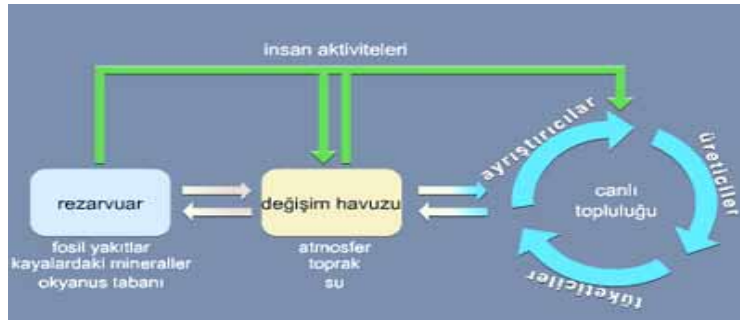
Enerji Akışı

Canlılar arasında enerji akışı besin zincirleriyle sağlanır. Güneşten gelen enerji, yaşayan sistemlere bitkilerin, bazı bakterilerin ve protistlerin yaptığı fotosentez sonucu girer. Güneş ışığının %4'ü bitkiler tarafından yakalanır ve yakalanan enerjinin yarıdan fazlası solunumda kullanılır. Solunumda kullanılan enerji, ısı olarak kaybedilir. Bu nedenle, diğer organizmalar tarafından kullanılamaz. Kalan yarısı da, bitki dokularına dönüştürülür. Bitki dokularındaki enerjiye doğrudan ulaşabilen iki çeşit organizma bulunur. Bunlar canlı bitki üzerinden beslenen otçullar (herbivorlar) ve ölü bitkilerle beslenen ayrıştırıcılardır. Çoğu ekosistemde, enerjinin önemli bir kısmı ayrıştırıcılar tarafından alınır. Örneğin, bir otlakta bitkilerdeki enerjinin yalnızca %10'u otlayan hayvanlar tarafından alınır. Otçullar, aldıkları enerjinin çoğunu solunumda vücut bakımı için kullanır. Geri kalan, otçulların biokütlesine gider. Otçulların vücut kütlelerindeki enerjinin büyük kısmı etçiller (karnivor) tarafından alınır. Bir

EK-4: Ekosistem ve Ekosistem İçindeki Dengeler

kısmı da yine ayrıştırıcılara gider. Etçiller tarafından alınan enerjinin neredeyse tümü bakım için kullanılır. Bitki enerjisinin büyük kısmını alan ayrıştırıcılar, bunun yarısından fazlasını bakım için kullanır. Geri kalansa, toprak organik maddesinde depolanır ya da ayrıştırıcılarla beslenen organizmalar tarafından alınır. Sonuç olarak, bitkiler tarafından yakalanan enerjinin tümü dönüştürülür ve bir kısmı ısı olarak kaybedilir. Yani, ekosistemde enerji akışı tek yönlüdür. Bu nedenle, sistemin yaşamayı sürdürebilmesi için, üreticilerin güneş enerjisini tutma işlemini sürekli yapmaları gerekir. Üreticiler tarafından alınan güneş enerjisinin fotosentez ürünlerine dönüştürülmesine toplam birincil üretim denir. Bunun bir kısmı solunumda kullanıldıktan sonra, kalanı yeni dokular yapmak için kullanılır. Buna da, net birincil üretim denir. Ekosistemlerdeki birincil üretim güneş ışığı, besin ve su eldesine bağlı. Tropik yağmur ormanları, yağmur ve güneş ışığı bolluğu nedeniyle yüksek verimliliğe sahiptir. Haliçler (Estuaries) ve bataklıklar, ırmaklar ve akarsulardan gelen yüksek besin miktarı nedeniyle yüksek verimliliğe sahiptir.

Bir ekosistemdeki enerji akışını göstermenin bir yolu, enerji piramidi inşa etmek. Bir enerji piramidi, üreticilerin yer aldığı en alt trofik düzeyden en üst etçil seviyesine kadar tüm besin seviyelerinin içerdiği enerji miktarını gösterir. Her seviyedeki enerji miktarı, hacim olarak gösterilir. Genel kural şudur: bir seviyedeki enerjinin yalnızca %10'u bir üstteki seviyeye geçer. Geri kalan solunum sırasında ısı olarak kaybedilir. Sonuç olarak, biyokütle miktarı ve desteklenen birey sayısı piramitte yukarılara doğru çıktıkça azalır. Bu nedenle, otçulların sayısı ve biyokütlesi etçillerden daha fazladır. Bunu insan nüfusunun beslenmesine göre uyarladığımızda karşımıza şu sonuç çıkar: Var olan otlar doğrudan insan tarafından yenirse, aynı miktarda otla beslenen ineklerin besleyeceği insan sayısından 10 kat daha fazla insan beslenebilir. Çoğu ekosistemde, üreticiler tarafından yakalanan ve dokulara dönüştürülen enerjinin önemli bir kısmı otçullara ve daha yüksekteki beslenme düzeyleri tarafından değil, ayrıştırıcılar ve detritivorlar tarafından alınır. Numaralar üreticiler tarafından yakalanan enerjinin her beslenme düzeyine geçen oranını veriyor.



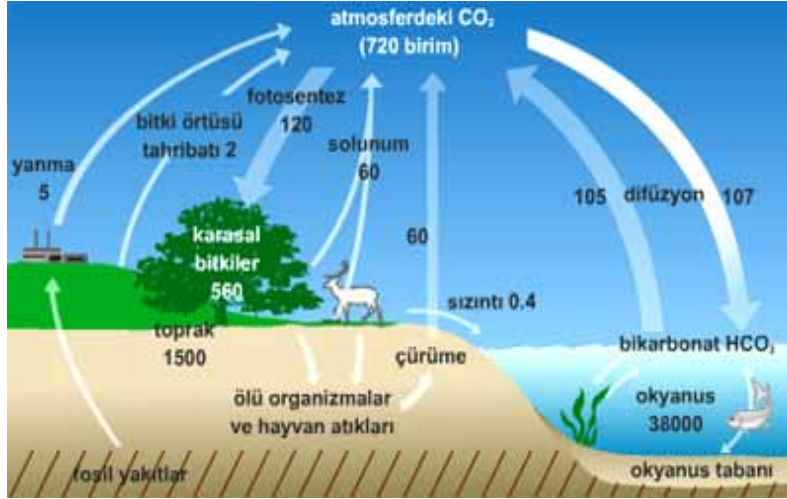
Besin Döngüleri

Enerjinin yanı sıra, tüm organizmalar suya ve çeşitli besinlere gereksinim duyar. Bu besinler arasında en önemlileri karbon, nitrojen, oksijen ve fosfordur. Enerjinin tersine, besinler ekosistemlerde biojeokimyasal döngüler içinde sürekli kullanılabilirler. Herbir element için döngü, besinin bulunduğu bir depo, bir değişim havuzu ve besinlerin geçtiği organizmaları içeren bir biyotik topluluk içerir. Ancak, insan etkinlikleri bu besin döngülerini değiştirir.

Karbon Döngüsü

Tüm canlılar, karbon içerikli bileşikler olan organik moleküllerden oluşur. Yani, karbon döngüsü oldukça önemlidir. Karbonun değişim havuzu atmosferdir. Atmosferde karbon karbon dioksit formunda bulunur. Karbon, biyotik topluluğa fotosentez yoluyla girer. Fotosentez işleminde, CO₂ havadan alınır ve karbondioksit yapmak için kullanılır. Diyagramdaki kutular içinde yazılı sayılar, belirli depolarda bulunan karbon miktarını gösteriyor. Oklarla gösterilen sayılar da, depolar arasındaki geçiş miktarlarını gösteriyor. Karbonun hareket ettiği başlıca 3 depo bulunur: atmosfer, biyota denilen karasal organizmalar ve okyanus. Atmosfer, karbon döngüsünde en önemli rolü oynar. Burada karbon, karbon dioksit formunda bulunur. Atmosferdeki karbon dioksit karasal besin zincirine fotosentez yoluyla bitkiler aracılığıyla girer. Bitkiler tarafından alınan karbonun bir kısmı solunum yoluyla yeniden atmosfere geri döner. Kalan karbon, bitki dokularının yapımında kullanılır. Daha sonra otçulların bitkileri yemesiyle besin zincirinde ilerler ya da bir kısmı bitkinin ölmesiyle ayrıştırıcılara geçer. Hayvanlar ve ayrıştırıcılar karbonu solunum yoluyla tekrar karbon dioksit olarak atmosfere salar. Kalan kısım da, ayrışarak toprağın bir parçası olur. Uzun bir zaman sonra, bunların bir kısmı sıkışarak petrol ve kömür gibi fosil yakıtı dönüşür. Okyanuslar, atmosferdeki karbon dioksit seviyesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynarlar.

EK-4: Ekosistem ve Ekosistem İçindeki Dengeler



Karbon içeren gazlar difüzyon yoluyla okyanus yüzeyi ve atmosfer arasında hareket eder. Su bitkilerinin de fotosentez için sudaki karbon dioksiti kullanmaları gerekir. Okyanus bitkileri de karbonu tıpkı karasal bitkiler gibi depolar. Okyanus hayvanları bu bitkileri yiyerek karbonu depolarlar. Daha sonra, solunum yoluyla karbon dioksiti yeniden suya bırakırlar. Okyanus bitkileri ve hayvanları öldüklerinde suda çürürler (ayrışırlar). Çürüyen bitki ve hayvanlar okyanusun dibine çökerek orada çözünür ya da okyanus dibine yerleşerek tortunun içine gömülürler. Bazı deniz canlıları da karbon gazını okyanus suyundan alır ve kabuklarını yapmak için kullanırlar. Bu canlılar öldüğünde karbon dolu kabukları çözünür ya da okyanus dibine yerleşir. Her ne kadar kayaların oluşumu ve aşınımı uzun bir zaman alsada, bu süreç de karbonu sudan uzaklaştırır. Son olarak, okyanus dibinden yüzeye hareket eden su da karbonu taşır. Okyanustaki karbonun bir kısmı da okyanus yüzeyinden atmosfere hareket eder. Karbon, bitkilerin solunması yoluyla yeniden atmosfere geçebilir ya da otçullar tarafından bitkilerin yenmesiyle bir üst beslenme düzeyine geçebilir. Her düzeyde karbonun büyük bir kısmı solunum yoluyla tekrar CO₂ olarak atmosfere geri döner. Okyanuslar da, bikarbonat formunda büyük miktarda karbon tutar. Fosil yakıtların yakılması, atmosferdeki karbon dioksit miktarını yüksek oranda artırır. Son 40 yıl içinde atmosferdeki CO₂'nin %30 oranında arttığı biliniyor.

İnsan Müdahalesi

Fosil yakıtlar olarak bilinen kömür, petrol ve doğal gaz, endüstrileşmiş tüm ulusların enerji gereksinimini karşılar. Bu nedenle de, Dünya ekonomisi karbon üzerine kuruludur. Bu yakıtların yanma yan ürünü de karbon dioksittir (CO₂). Yani, insanlar doğal süreçle karbon salımından daha hızlı atmosfere karbon dioksit ekliyorlar. Atmosferdeki fazla karbonun büyük bir kısmı ağaçlarda depolanır. Çeşitli nedenlerle orman alanlarının yakılarak yok edilmesiyle depolanan tüm karbon dioksit atmosfere verilir. Bu alanların kesilerek açılmasıyla da, karbonun en önemli depo alanı ortadan kaldırılmış olur. Bu işlemler, karbonun depolarından atmosfere geçmesine neden olur. Peki, atmosferde karbon dioksit fazlası olursa ne olur? Karbon dioksit, yüzyılın en büyük tehlikesi olarak kabul edilen küresel ısınmanın başrol oyuncularından biridir.

Küresel Isınma

Atmosferdeki karbon dioksit, sera etkisi adı verilen bir yolla güneş ısını tutarak yeryüzünün ısınmasında önemli bir rol oynar. Sera etkisi, doğal bir ısınma sürecidir. Karbon dioksit ve belirli bazı gazlar atmosferde sürekli bulunurlar. Bu gazlar, tıpkı seralarda olduğu gibi Dünya'nın gerekli sıcaklığının korunmasını sağlarlar. Ancak, insan etkisiyle atmosfere daha yoğun olarak salınan bu gazlar, Dünya yüzeyinin istenilenden daha fazla ısınmasına yol açar. Bu gazlar içinde en önemlileri, karbon dioksit (CO₂) ve su buharı (H₂O). Bunları, metan (CH₄), nitrous oksit (N₂O) ve pek çok endüstriyel işlemden kullanılan kloroflorokarbonlar (CFCs) izler.

Su Döngüsü

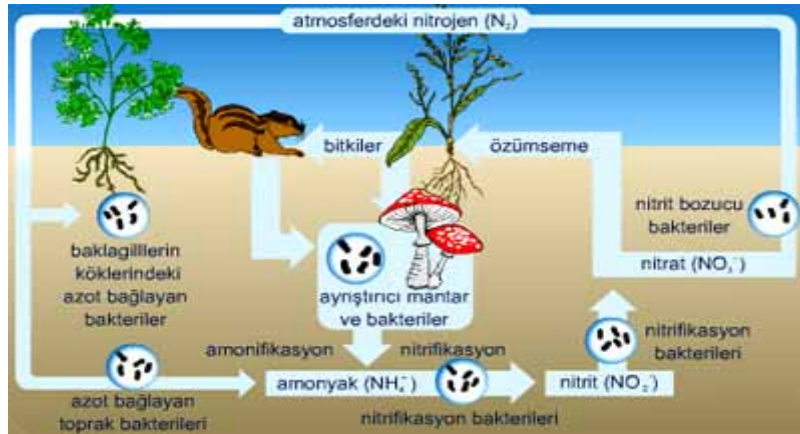
En önemli yaşam kaynağı sudur. Tüm canlıların %75'i sudan oluşur. Denizler, karalar ve hava arasındaki su alışverişi, yeryüzünde yaşamın var olmasını sağlayan koşulları sürekli kılar. Okyanus akıntıları ve rüzgar desenleri, su döngüsünde rol oynar.

EK-4: Ekosistem ve Ekosistem İçindeki Dengeler



Dünya Su Stoku

Su, Dünya'nın doğal kaynaklarından biridir. Dünya'daki toplam su miktarı sınırlıdır. Bu kaynağın büyük bir kısmı, okyanuslardaki tuzlu sudur. Ancak, tuzlu suyu tatlı suya çevirmek çok pahalı bir işlem olduğundan, kullandığımız su genellikle tatlı sudur. Dünya su kaynağının yalnızca %3'ü tatlı sudur. Bunun da üçte ikisi donmuş halde bulunur. Kalan %1'lik kısım yüzey suları ya da yeraltı sularıdır. Yeraltı suları, kullanılabilir su kaynağının üçte ikisini kaplar. Yüzey suları, bildiğimiz ırmaklar, akarsular, göller ve dereleri kapsar. Yeraltı suları, toprak içindeki boşlukları ya da kayaların arasındaki boşlukları dolduran sularıdır.



Azot Döngüsü

Yaşamın başlangıcından beri, atmosfer ve okyanuslar azot içerir. Azot canlılar için önemli bir maddedir. Çünkü proteinlerin ve DNA'nın önemli bir bileşenidir. Gaz halindeki azot (N_2), atmosferin %80'ini oluşturur. Üçlü kovalent bağı, bu iki azot atomunu sıkıca bir arada tutar ($N \equiv N$). Ancak, azot gaz formuyla bitkiler ve hayvanlar tarafından kullanılamaz. Yanardağ hareketleri ve şimşek gibi elektrik deşarjları, küçük bir miktar azotun besin döngüsüne girmesini sağlayabilir. Ancak, gerekli miktarın elde edilebilmesi için toprak organizmaları tarafından bitkilerin kullanabileceği bir forma dönüştürülmeleri gerekir. Karasal ekosistemlerde, toprakta ya da bazı bitki gruplarının köklerindeki yumrulara nitrojen bağlayan bakteriler yaşar. Bu bakteriler, azot gazını amonyağa dönüştürür. Yumrulardaki bakteriler, besinlerini bitkiden sağlarken, bunun karşılığında bitkilere gereksinim duydukları azotu sağlar. Fazla amonyak, toprağa salınır ve burada nitrifikasyon bakterileri tarafından önce nitrite, sonra da nitrate dönüştürülür. Nitrat bitkiler tarafından emilir ve protein gibi önemli moleküllerin üretiminde kullanılır. Böylece azot, besin zincirine girer. Azot, bitkiler ve hayvanlar atık ürettiklerinde ya da öldüklerinde, ayrışma işlemiyle amonyak formunda tekrar toprağa döner. Toprakta bulunan denitrifikasyon bakterileri de nitrit ya da nitratı tekrar azot gazına dönüştürür. Böylece azot tekrar atmosfere karışır. Bakteriler azot bağlama işlemi için nitrojenaz enzimi kullanırlar. Bu enzim, iki proteinden oluşur. Bu proteinler iki atom arasındaki bağları kırmak ve 1 molekül N_2 'den 2 molekül amonyak elde etmek için 1-2 saniyede 8 kez ayrılıp birleşirler. Terleme (transpirasyon): Su, bitkilerin kökleri tarafından emilir ve buradan yapraklara taşınır. Yaprakların yüzeyinde küçük delikler bulunur. Bu delikler sayesinde karbon dioksit emer, oksijen salarlar. Su buharı da buharlaşma yoluyla bu deliklerden salınır. Bu işleme terleme denir. Kentsel Alanlar: Yerleşim alanlarında su döngüsünde önemli kayıplar yaşanır. Bunun başlıca nedenleri, baraj yapımı ve bitki örtüsü kaybı olarak sıralanır. Atmosfer: Hava, Dünya'daki suyun %0.001'ini tutar. Su, burada ortalama 9 gün geçirir ve sonra

EK-4: Ekosistem ve Ekosistem İçindeki Dengeler

tekrar karaya döner. Atmosferdeki başlıca gazlar, azot (%78) ve oksijendir (%21). Diğer gazlar, geri kalan %1'i oluşturur. Havadaki miktarı her an değişebilen tek gaz su buharıdır. Havada %0-4 oranında su buharı bulunabilir. Havadaki su buharı, havanın nemliliğini belirler. Güneşin Rolü: Güneş, buharlaşmanın olması için gerekli ısı enerjisini sağlar. Aynı zamanda, Dünya yüzeyinde kararsız ısınmalar rüzgara neden olur. Yere yakın olan hava (su buharı taşıyan), güneş tarafından ısıtılır. Isınan hava yükselir ve sonra da soğumaya başlar. Soğuk hava, sıcak havadan daha ağırdır. Bu nedenle, soğuyan hava yeniden yere iner. Sıcak ve soğuk havanın bu hareketine "konveksiyon akım" (convection current) denir.



Fosfor Döngüsü

Yaşam için gerekli önemli minerallerden biri fosfordur. Fosforun asıl kaynağı kayalardır. Fosfor kayaların yapısında fosfat olarak bulunur. Kayaların aşınması ve erozyon gibi süreçlerle fosfat ırmaklara ve akarsulara karışır ve buradan okyanuslara taşınır. Burada, diğer minerallerle birlikte depolanır. Milyonlarca yıl burada bekler. Kabuk çarpmaları sırasında deniz tabanının bir kısmı yüzeye çıkar ve karasal yapı oluşturur. Kayaların yeniden aşınmaya başlamasıyla da tekrar döngüye katılır. Oldukça yavaş ilerleyen bu döngüde, karadan okyanuslara daha hızlı bir geçiş yaşanır. Fosforun yeniden karaya dönüşü, yüz binlerce yıl alır. Fosforun ekosistemlerdeki döngüsü daha hızlı ilerler. Tüm canlılar az miktarda fosfora gereksinim duyar. Fosfor, ATP, NADPH, fosfolipitler, nükleik asitler ve diğer organik bileşiklerin başlıca bileşenidir. Bitkiler, fosforun çözünmüş formunu kullanırlar. Bunu öyle hızlı yaparlar ki, topraktaki fosfor miktarı birden bire olması gerekenin oldukça altına düşebilir. Otçul hayvanlar için fosforun tek kaynağı bitkilerdir. Etçil hayvanlar da, otçul hayvanları yiyerek fosfor gereksinimlerini karşılarlar. Hayvanlar, fosforun bir kısmını dışkı ve idrar yoluyla atarlar. Ölü canlıların çürümesiyle de bir kısım fosfor toprağa taşınır. Toprağa karışan fosfor, buradan yine bitkiler tarafından alınarak döngüye katılır. Fosfor, özellikle sulcul ekosistemde çoğunlukla bitki büyümesinde sınırlayıcı besindir. Fosforun ana kaynağı kayalar olmasına karşın, ticari gübrelerle döngüye daha fazla fosfor katılır. Fosforun döngüde fazla miktarda bulunması çevresel sorunlara yol açar. Örneğin, tarım alanlarında gübre olarak kullanılan fazla fosfor sığ göllere taşındığında, bu besin fotosentetik bakteri ve alglerin sayılarının birden bire patlamasına neden olur. Bu durum, su yüzeyinin kaplanmasına ve güneş ışığının sualtındaki bitkilere ulaşmasına engel olur. Bu bitkiler ve yüzeydeki bakteri ve algler öldüğünde diğer bakteriler tarafından tüketilir. Bu bakteriler beslenme sırasında sudaki çözünmüş oksijeni kullanırlar. Göldeki oksijen miktarının düşmesiyle de, balıklar ölür. Göllerdeki bu kirlenmeye ötrofikasyon denir.



EK-4: Ekosistem ve Ekosistem İçindeki Dengeler

Ekosistem Modelleme

Bir ekosistemin, yalnızca bir parçasına verilen zarar, ilgisiz gibi görünen bir başka parçasını da beklenmedik şekilde etkileyebilir. Bu nedenle, olabilecek etkilerin tahmini için çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlardan biri, bilgisayar programlarıyla hazırlanan ekosistem modellemeleridir. Bu yöntemde, araştırmacılar farklı ekosistem bileşenleri hakkında önemli bilgilere ulaşabilirler. Tüm bilgiler birleştirilir ve elde edilen sonuçlar bir sonraki zararın çıktılarını tahmin etmekte kullanılır. Örneğin, bir bölgedeki besin ağı, her bir popülasyonun ne kadar tüketildiğini gösteren eşitlik dizilerine dönüştürülür. Böylece, aşırı tüketilen bir türün ya da sayıları çok artan trlerin etkilerinin ne olacağı tahmin edilebilir. Bilgisayar modellemeleri, özellikle alanda deneyler yapmak zor ve maliyetli olacağından büyük ve karmaşık ekosistemlerde kullanılır. Ancak, bu modellemelerin güvenilir sonuçlar vermesi için, ekosistemdeki tüm anahtar ilişkilerin doğru şekilde anlaşılması gerekir. Eėer, modellemede eksikler varsa, çıkan sonuçlar yanıltıcı olabilir.

Kaynakça: *Bilim ve Teknik Dergisi, Aėustos-2005*