



6 TEMEL YAŞAM DÖNGÜLERİ

6.1 Karbon Döngüsü

Karbon gibi materyaller dünya çevresinde sürekli olarak bir döngü içinde hareket ederler. Örneğin Kaliforniya'da bir insan tarafından salınan CO₂ Kenya'da bir mısır bitkisine rüzgâr aracılığı ile taşınabilir. Bu mısır havadaki CO₂ mısır başağını oluşturmak için alır. Ardından böcekler bu mısır başaklarını tükettiklerinde karbon atmosfere tekrar CO₂ formunda salınır. Karbondiyoksit belki de burada pasifik okyanusuna taşınır, su içinde çözülür ve okyanus akıntıları vasıtasıyla çok büyük mesafelere taşınabilir. Aşağıda karbonun sirküle edildiği yollardan bazıları açıklanmıştır.

Küresel döngüler birbirleriyle bağlantılı alt-döngüleri kapsarlar. Karbonun temel alt döngüsü organizmaların atmosfer ile karşılıklı etkileşimini kapsar. Fotosentez CO₂'i atmosferden bitki sistemine sirküle eder, burada CO₂ şekere (C₆H₁₂O₆) dönüşür. Bitki yağlar, proteinler ve diğer karbonhidratları kapsayan birçok diğer organik bileşenleri üretmek için kullanılır. Hem üreticiler hem de tüketiciler bu organik bileşenlerdeki karbonun bir bölümünü solunum yan ürünü olarak tekrar CO₂'e dönüştürür. Bu yolla bitkiler ve hayvanlar atmosfere CO₂ salar. Ölü bitkiler ve hayvanlardaki karbon, çürütücülerin hücresel solunum faaliyetleri ile de tekrar atmosfere döner.

Bazı ölü bitki ve hayvan materyalleri çürütücüler tarafından tamamen bozunuma uğratılmadan sedimentler içinde gömülürler. Bu süreç yüzlerce milyon yıldır süregelmesine karşın, 280-345 milyon yıl önceki trilyonlarca metreküp organik materyalin gömüldüğü Carboniferous Dönemi özellikle önemlidir. Bu dönemi izleyen çağlarda bitki ve hayvan artıkları sıcaklık ve basıncın etkisiyle kömür, petrol ve doğal gaza dönüşmüşlerdir. Bu nedenle yeryüzüne milyonlarca yıl önce yerleşmiş bataklık ormanları bugün çok önemli kömür rezerv alanlarına dönüşmüştür. Belli deniz ortamlarında da bitki ve hayvan artıkları petrol ve doğal gaza dönüşmüştür. Yaygın bir şekilde fosilli yakıt olarak bilinen kömür, petrol ve doğal gaz yakıldığında milyonlarca yıl önce fotosentez yoluyla bitkilerde kitlenen enerji kullanılmaktadır. Bu yakma sürecinde depolanan karbon, CO₂'i oluşturmak üzere havadaki oksijenle birleşmekte ve atmosfere geri dönmektedir.

Atmosferdeki CO₂ düzeyinin temel düzenleyicisi atmosfer ve okyanuslar arasındaki CO₂değiş-tokuşudur. Hava ve su arasındaki etkileşimde CO₂ bu iki rezervuar arasında hareket eder. Bazı atmosferik CO₂ su içinde çözülürken, bazı çözülmüş CO₂ okyanus yüzeyinden atmosfere kaçar. Atmosferdeki CO₂ düzeyi arttığında okyanus suyunda daha fazla CO₂ çözülür. Tersine eğer atmosferdeki CO₂ düzeyi düşerse okyanus yüzeyinden daha fazla CO₂ atmosfere kaçar.

Su içindeki çözülmüş CO₂, fotosentez için sucul bitkiler tarafından kullanılır. Fotosentez ile şekere dönüştürülen karbon sucul besin zinciri boyunca sirküle edilir. Diğer bir karbon alt-döngüsü kireçtaşı (kalsiyum karbonat, CaCO₃), dolomit (kalsiyum magnezyum karbonat, gibi karbon-içeren kayaların formasyonudur. Bu kayalar, derin olmayan denizel ekosistemlerde biçimlenir. Denizel organizmalar öldüğünde kabukları ve iskeletleri dipte kalır. Uzun zamanlar boyunca, bunlar birikir, kendi ağırlıkları ile basınca uğrar ve ardından solit karbonat kayalara dönüşürler. Daha sonra jeolojik süreçler boyunca bu kayalar yüzeye çıkar, kimyasal ve fiziksel süreçler de bu kayaları ayrıştırır ve küçük parçalara dönüştürür.



6.2 Oksijen Döngüsü

Oksijen yeryüzünde her yerde mevcuttur. Soluduğumuz havanın yaklaşık %21'i gaz halinde oksijenden (O_2) oluşur. Su içinde çözülür, toprak ve sedimentlerin porlarında ortaya çıkar. Oksijen önemli yaşam-destek bileşenlerini ortaya çıkarabilmek için birçok diğer elementlerle birleşir. Bu yaşam-destek bileşenlerine su (H_2O), karbondiyoksit (CO_2), fosfat (PO_4) ve nitrat (NO_3) gibi bitki besinleri, şeker ($C_6H_{12}O_6$), nişasta ve sellüloz gibi organik maddeler örnek olarak verilebilir. Oksijen aynı zamanda kireçtaşı ($CaCO_3$) ve demir cevheri (Fe_2O_3) gibi ticari olarak değerli kayaların ve minerallerin bir bileşeni olabilir. Oksijen birçok diğer döngülerle etkileşebilir. Bunlardan birkaçı aşağı da verilmiştir.

Oksijen ve karbon döngüsü yaygın olarak birlikte ceryan eder. Örneğin oksijen döngüsünün fotosentezi ve hücre solunumu kapsayan önemli iki alt döngüsü karbon döngüsünde de önemlidir. Dahası önemli derecede karbon içeren odun, kömür, petrol ve doğal gübre gibi organik maddeler yalnızca oksijen varlığında yanar ve yan ürün olarak CO_2 salar.

Atmosfer ile akarsular, göller ve denizler gibi su yüzeyleri arasındaki oksijen döngüsü bir diğer önemli alt döngüdür. Atmosferik oksijen su yüzeylerinde çözülür ve sucul organizmalar bu suda çözülmüş oksijeni hücre solunumunda kullanırlar.

Yukarı atmosferde ozon (O_3) üretiminden sorumlu alt oksijen döngüsü yaşamsal önem taşır. Burada güneşten gelen kızılötesi radyasyon oksijeni (O_2) ozona (O_3) çevirir. Bu doğal süreç potansiyel olarak zararlı kızılötesi radyasyonun büyük bir bölümünü filtre eder. Böylece oluşan O_3 tabakası olmasaydı, bilinen yaşam formları oluşamayacaktı.

6.3 Azot Döngüsü

Solunan havanın yaklaşık %79'u azot gazından oluşmasına rağmen bitkiler ve hayvanlar bu azotu proteinler ve DNA gibi diğer azot içeren bileşenleri oluşturmak için direk olarak kullanmazlar. Bu nedenle atmosferde azot bolluğuna rağmen, yetersiz toprak azotu bitki gelişimini sık olarak sınırlandırır. Biyolojik ve atmosferik fiksasyon olarak adlandırılan iki doğal süreç havadaki azotu, bitkiler tarafından metabolizmalarında kullanılabilir forma dönüştürür. Her iki süreç azot döngüsünün önemli bölümleridir.

Biyolojik fiksasyon: Biyolojik fiksasyon bazı özel mikroorganizma faaliyetlerini kapsar. Bu faaliyetlerle bir dizi kimyasal değişiklikler sonucunda azot gazı amonyak (NH_3) bileşenine dönüştürülür. Amonyak (NH_3) ve amonyum (NH_4) kolayca birbirlerine dönüşebilecek azot formlarıdır. Azot fikse eden organizmaların bazıları fasulye, alfalfa gibi baklagillerin kök nodüllerinde yaşayan özel bakterilerdir. Bu bakteriler amonyak üretirler. Biyolojik fiksasyon aynı zamanda toprak, akarsu, göl ve okyanuslarda serbest halde yaşayan diğer özel bakteriler tarafından da yapılabilir. Biyolojik fiksasyon toplam fiksasyonun kabaca %90'ını kapsar.

Atmosferik fiksasyon: Atmosferik fiksasyon şimşek çarpması sırasında ceryan eder. Işık ile birlikte aşırı derecede yüksek sıcaklık atmosferde nitrojen ve azotun birleşmesine yol açar. Ardından son derece sulandırılmış nitrikasit (HNO_3) oluşur ve yağmur ya da kar yağışları ile yeryüzüne taşınır. Bu süreçte nitrik asit bitki tarafından alınabilen nitrata çevrilir.

Bitkiler nitrati amonyağa dönüştürür ve azot bundan sonra kolayca proteinler, aminoasitler ve DNA gibi organik bileşenlere karışır. Bitkiler, daha sonra karnivorlar tarafından tüketilecek olan herbivorlar tarafından yendiğinde bu organik bileşenler formunda besin zinciri boyunca sirküle edilir. Birçok hayvanların gıdası ihtiyaçlarının üzerinde azot-içeren bileşenleri kapsar. İnsanlar dâhil olmak üzere birçok memeliler aşırı nitrojeni üreye (CH_4N_2O) çevirirler ve idrar ile birlikte dışarı atarlar.

Bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar öldükleri zaman çürütücüler organik bileşenlerdeki (proteinler, DNA ve üre gibi) azotu amonyağa dönüştürerek toprağa yeniden kazandırır. Mikrobiyal faaliyetler



Atıf-GayriTicari-AynıLisanslaPaylaş

ile bir miktar amonyak nitrata (NO_3) dönüşür ve bu süreç nitrifikasyon olarak bilinir. Azotun bu farklı formları bitkiler tarafından alınabilir ve besin zinciri boyunca yeniden döngüye karışır.

Toprağa tesbir edilen azotun hepsi karasal ekosistemde kalmaz. Azot bu ekosistemde denitrifikasyon ve su ile yıkama olmak üzere iki yolla kaybedilebilir. Denitrifikasyon oksijensiz soluyan bazı özel bakteriler tarafından yürütülür. Bu bakteriler nitratı tekrar nitrojen gazına çevirirler, bunlarda daha sonra topraktan tekrar atmosfere salınır. Nitrifikasyon ile denitrifikasyon birbirinin zıttı süreçlerdir.

Nitrat (NO_3) ve amonyağın (NH_3) her ikisi de yüksek derecede çözülebilir olmakla birlikte amonyak toprak partiküllerine yapışma eğilimi gösterir. Bu nedenle karasal ekosistemden erozyon yolu ile yok edilebilir. Aksine, nitrat toprak partikülleriyle çok az etkileşir ve bu nedenle yüzey akışı ile kolayca ortamdaki uzaklaşır. Nitrat aynı zamanda toprak boyunca yeraltı suyuna sızabilir ve toksik olması nedeniyle insan sağlığına önemli bir tehdit oluşturur. Nitrat ve amonyak göllerde, akarsularda ve denizlerde normalde çözülmüş olarak bulunur ve sucul bitkiler tarafından alınır. Ardından sucul besin zinciri boyunca sirküle edilir. Buradaki bir miktar azot sucul organizmalardan beslenen kara hayvanları aracılığı ile karasal ekosisteme yeniden döner. Örneğin şahinler balıkları avlarlar ve yavrularını beslemek üzere balıkları yuvalarına taşırlar.

6.4 Fosfor Döngüsü

Toprak fosfor, kalsiyum, potasyum, sülfür gibi birçok besin maddesinin temel kaynağıdır. Fosfor döngüsü bu besin maddelerinin ekosistemler içinde ya da arasında nasıl sirküle edildiğini göstermektedir. Bitkiler topraktan fosforu temel olarak fosfat (PO_4) formunda alırlar. Bitkiler bu fosfatı kendi gelişim bölümlerine aktarırlar ve DNA ile belirli yağ tiplerinin içeren organik bileşenlere dâhil ederler. Bu formdaki fosfor, herbivorlar bitkileri tükettiğine besin zincirine karışır ve böylece sirkülasyon başlar. Bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar öldüğünde çürütücüler fosforun tekrar toprağa dönmesini sağlarlar.

Fosforun karasal ekosistemde kalması kritik önem taşır. Çünkü toprakta nispeten az miktarda bulunur. Kayaların aşınması ile birlikte toprağa fosfor katılmasına rağmen, bu süreç çok yavaş ceryan eder.

Bu nedenle bozulmamış bir ekosistemde fosforun yeterli temininde en etkin yol organizmalar tarafından ortamda tutulması ve yeniden dönüşümdür.

Ekosistemler besin maddelerini muhafaza edebilmek için birçok yola sahiptirler. Örneğin bitkilerin toprağı korumada önemli rolleri vardır. Bir diğer besin maddesi depolama mekanizması bazı besin maddelerinin uzun dönem depolama rezervuarlarına aktarılmasıdır. Örneğin bir ağaç öldüğünde çürütücüler depolanmış besin maddesini yavaş yavaş ortama salırlar. Diğer taraftan yapraklar da kısa süreli depolama rezervuarlarıdır. Yaprak döken bitkilerde ağaçlar sadece tek bir gelişim dönemi için yaşarlar ve izleyen bir iki yıl içinde bozulurlar. İlave depolama ağaç yapraklarını dökmeden hemen önce dallarında ve köklerinde oluşur. Burada depolanan besin maddeleri ilkbaharda yeni bitki gelişimi başlayana kadar muhafaza edilir.

Bir ekosistem bazı besin maddelerini nitrojen döngüsünde anlatıldığı gibi de kaybedebilir. Toprak partiküllerini sıkıca tutan az miktardaki fosfor göllere ve diğer su yüzeylerine erozyon yoluyla taşınır. Sucul ekosistemde fosfatın bir miktarı yosunlar ve köklenmiş sucul bitkiler tarafından alındığında besin ağları boyunca sirkülasyon tekrar oluşur.

Akarsular fosforlu ve diğer besin maddelerinin önemli bir miktarını kıyı ekosistemlerine taşırlar ve buraları son derece üretken kılarlar.