

## *Azotlu Bileşikler*

Sucul ekosistemlerdeki ana azotlu bileşikler; azot gazı ( $N_2$ ), iyonize olmamış amonyak ( $NH_3$ ), iyonize olmuş amonyak veya amonyum ( $NH_4^+$ ), nitrit ( $NO_2$ ) ve nitrattır ( $NO_3$ ). Amonyum ve amonyağın toplamı ( $NH_4^+ + NH_3$ ), toplam amonyak olarak adlandırılır. Toplam amonyağın zehirliliği, yüksek konsantrasyonlar dışında zehirli olmayan iyonize olmamış form ile özellikle yüksek pH değerlerinde oldukça zehirli olan amonyağın toplam içerisindeki payına bağlıdır. Pekçok ortamda amonyum ( $NH_4^+$ ) fazla miktarda bulunmasına karşın, hangi fraksiyonun payının fazla olacağını ortamın pH, sıcaklık ve tuzluluk değerleri belirler.

Azot, canlılarda esas elemanlardan biridir ve vazgeçilmez bir bileşimini teşkil eder. Azot bakterileri moleküler azotu indirgeyerek protein sentezinde kullanılabilirler. Aminoasit ve protein sentezi için gerekli azotu, ototrof su bitkileri amonyum ve nitrat iyonlarından, diğer su canlıları ve balıklar organik azot bileşiklerinden karşılamak zorundadır. Amonyak tuzları ve nitratlar sürekli olarak canlıların metabolik artıklar ve ölümleriyle meydana gelen organik azot bileşiklerinin parçalanması ile yenilenir.

Proteinin parçalanarak son ürünlerine ayrılması anaerobik ve aerobik şartlarda meydana gelir ve amonyaklaşma olarak bilinir. Amonyaklaşma işlemi sırasında meydana gelen amonyum iyonlarının bir kısmı su bitkileri tarafından tüketilir, diğer kısmı belirli organizmalar tarafından “nitrifikasyon” işlemiyle nitrit ve nitrate yükseltilir.

**Nitrifikasyon**, *Nitrosomanas* ve *Nitrobakter* olarak bilinen iki ototrof bakteri tarafından gerçekleştirilir. Nitrit bakterileri olarak bilinen, karbonsuz ortamda yaşayan, 8-9 pH ve 25-30 °C’de üreyen *Nitrosomanas* bakterileri, amonyumu nitrite dönüştürür. Nitrat bakterileri olarak bilinen, karbonun bulunmadığı nitritin olduğu ortamda 7,6-8,6 pH ve 25-28 °C’de yaşayan, *Nitrobakter* grubu bakteriler ise nitriti nitrate dönüştürür.

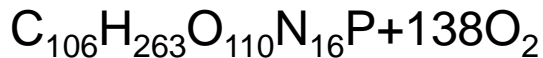
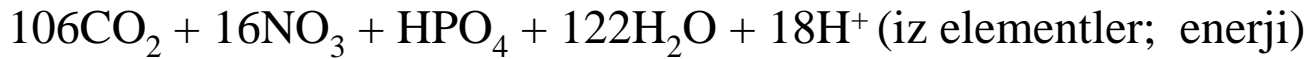
**Denitrikasyon** ise oksijensiz ortamda, pH nötre yakın şartlarda ve organik hidrojen vericilerinin (metanol) bulunduğu hallerde gerçekleşir. Denitrikasyon sırasında nitrat, nitrite ve nitrit azot oksitleyiciler ile moleküler azota indirgenir ve bu olay azot solunumu olarak isimlendirilir.

## *Fosfor*

Doğal sularda fosfor, inorganik ve organik fosfatlar ( $PO_4$ ) halinde bulunur, canlı protoplazmanın yaklaşık % 2'ini oluşturduğundan yetersizliği, özellikle fotosentezle üretim yapan ototrof canlıların büyümelerini sınırlayıcı, dolayısıyla hetetrof canlıların büyümesini sınırlayıcı bir etkiye sahiptir. Sulardaki fosfor miktarı, kanalizasyon başta olmak üzere çeşitli atık sulardan, deterjan ve gübrelerden kaynaklanır; suların kirlilik durumuna göre düzeyleri farklılık gösterir. Ötrofik sular 0,02 mg/L düzeyinde fosfor içerir.

Dengeli bir sucul ekosistemde üretici ve tüketici organizmaların karşılıklı ilişkilerinde, solunum ve fotosentezde yani oksijen üretimi ve tüketiminde olduğu gibi organik maddenin üretimi ve parçalanmasında da kararlı bir durum oluşmaktadır. Sağlıklı bir sistemde bu denge, sabit bir oksijen fazlalığı verir. Fotosentez yoluyla üretim ile heterotrofik solunum (organik madde parçalanma hızı) arasında kararlı bir durum vardır. (Uslu ve Türkman 1987).

Bu kararlı durum basitleştirilmiş stokiyometrik kimyasal denklemlerle aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:  $\longrightarrow$



Su Kirliliđi Kontrolü Yönetmeliđine göre ülkemizde toplam fosfor konsantrasyonunun doğal koruma alanı ve rekreatif amaçlı göl ve göletlerin ötrofikasyonu için sınır değerleri 0,005 mg/l, çeşitli kullanımlar içinse 0,1 mg/l'dir.

Tüm organik fosfor bileşiklerinin temel yapı taşıını ortofosfat anyonu oluşturur. Bu anyonda fosfor atomu, bir tetrahedronun merkezinde, oksijen atomları ise köşelerde bulunur. Polifosfat birden fazla ortofosfat grubunun birleşmesiyle oluşmakta ve tipik P-O-P bağları içermektedir. Polifosfatlar lineer moleküllerdir ve fosfor halkalı bileşiklerde oluşturulabilir. Bunlar metafosfat olarak adlandırılır.

Fosfor, doğada canlılar aleminde (biyosfer), bitki ve özellikle hayvanların gövde yapısında (hücre ve dokular) bulunan önemli bir elementtir. Bir gölün biyolojik verimliliği, taşıdığı çözünmüş yada yüzer haldeki fosfora ve fosforlu maddelere bağlıdır.

Karbon ve azot doğal sularda fosfora göre çok daha fazla bulunur ve her ikisinin de atmosferde gaz formları mevcuttur. Azot doğada göllerde çeşitli kimyasal bileşimler halinde bulunurken fosforun inorganik fosfor olarak ortofosfat ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) formu önemlidir.

## *Toplam inorganik ve organik fosfor sularında;*

1. Organizmada,
  - a) nükleik asit (DNA, RNA)
  - b) Enzim ve vitamin esterleri
  - c) Nükleotid fosfat
2. Fosfatlı kayalarda ve topraklarda hidroksil apatit olarak (inorganik fosfor kaynağı),
3. Ölü organik maddeler içerisinde de absorbe edilmiş fosfor olarak bulunur.

Yukarıda sözü edilen kaynaklardan başka inorganik fosfor:

- a) Ortofosfat,
- b) Polifosfat (deterjanlı kaynaklar),
- c) Organik fosfor kolloidleri halinde bulunur (Erençin ve Köksal 1981)



Göllerde fosfor dolaşımında etkili olan üç bölge bulunmaktadır ve ilki epilimniyondur. Fosforun yüzeysel dolaşımında (epilimnetik) fitoplanktonik algler, bakteriler, zooplanktonlar (Diaptomus) etkilidir. Bu organizmalar su yüzeyine çeşitli yollarla gelen fosfor bileşimlerini, limnolojide önemli olan, ara bileşimler halinde asimile ederler (Erençin ve Köksal, 1981).

Litoral bölgedeki fosfor döngüsü, belirgin ölçüde hızlıdır ve fitoplankton biyokütlesi üzerinde az etkiye sahiptir. Yapılan araştırmalar, suya fosfor eklendiği zaman fitoplanktonlar tarafından olduğu kadar, litoral vejetasyon tarafından da fosforun hızla alındığını göstermiştir.

Hipolimniyon bölgesindeki fosforun dolaşımında önemli olan etkenler; sedimentin fosforu belirli bir süre tutabilmesi, göl suyunun durumu ve sediment içerisinde bulunan canlılardır. Fosforun sediment içerisinde dağılmasında, bakterilerin, mantarların, planktonların ve çeşitli organizmaların etkisi vardır. Ayrıca bentosta bulunan fauna yoğunluğu (omurgasızlar) ve bentosu yem ararken karıştıran balıklar fosfor dolaşımını kolaylaştırırlar. Derin göllerde sedimandan suya geçen ve epilimniyona transfer olan fosfor, sığ göllerdeki miktarlarla kıyaslandığında küçüktür.

Fosfor fraksiyonlarından dört adedi (toplam ortofosfat, toplam çözünmüş ortofosfat, toplam fosfor, toplam çözünmüş fosfor) alg, biyokütle ve büyüme oranlarını tahmin etmek için kullanılır. Bunlardan toplam fosfor, göldeki fitoplankton biyokütlesinin en iyi göstergesi olduğundan, en çok bahsedilen formdur. Toplam fosfor konsantrasyonu, göl suyundaki partiküler ve çözünmüş fosfor fraksiyonlarının toplam miktarını temsil eder.

## *Demir Bileşikleri:*

Demir, hayvansal organizmaların solunum pigmentinde bulunması ve görev yapması bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca peroksidaz, katalaz sitokrom oksidaz ve nitrogenaz gibi birçok enzimin yapısına girer. Klorofilin yapısına girmediği halde klorofil oluşumu için zorunludur ve alglerin gelişiminde önemli oynar.

Demir doğada iki şekilde bulunur; oksitlenmiş üç değerli ferrik ( $Fe^{+++}$ ) veya indirgenmiş iki değerli ferro ( $Fe^{++}$ ) şeklinde. Demirin ferik hali oksitlenmiş ve ferro formu indirgenmiş halidir. Ferro, oksijenli ortamlarda sonbahar karışımında ferik forma dönüşür. Hipolimniyonda biriken demirin çoğu hareketli ve suda eriyen formdan, hareketsiz ve suda erimeyen forma değişir. İndirgenme ve asitik sular demirin eriyebilirliğini etkileyerek artırır. Demir bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için gereklidir. Suda ferik oksit 0,2,-2 mg/l bulunduğu zaman aller iyi büyümektedir. Demirin ençek bulunan ve fitoplankton tarafından kullanılabilen formlarından biri ferrik hidroksittir ( $FeOH_3$ ).