# PLANKTONİK ORGANİZMALARIN PELAJİK YAŞAMA UYUMU

Planktonik organizmalar nektonik organizmaların aksine, az çok pasif şekilde, diğer bir deyişle sürüklenerek yer değiştirirler. Genellikle canlı maddeler sudan dah yoğundur. Dolayısıyla sudan daha yoğun olan ve sürüklenen herşey eninde sonunda dibe batacağından bu durum planktonik organizmalar için kötü bir olgudur.

Ototrof organizmalar fotosentez yapabilmek ve büyüyüp çoğalabilmek için öfotik bölgede bulunmak zorundadır. Heterotrof olmadıkça organizmalar öfotik bölgenin dışında yaşayamazlar. Yeterli miktarda karbon bağlayarak hücrelerin aydınlık bölgede yeterli süre kalabilmelerine bağlıdır. Ayrıca fitoplanktonik bir hücrenin temasta olduğu tabakadaki nutrientleri absorbe etmesi gerekir. Ancak hücrenin çözünmüş nutrientleri devamlı olarak alabilmesi için yer değiştirmesi gerekir. Batma esnasında organizmalar resting spor gibi bir resistant faz oluşturmak için yeterli zaman bulamazlarsa afotik bölgede ölürler. Yüzeyde yaşayan organizmaların düzenli bir şekilde derinlere çöktüğü, dipte biriken diatom ve silikoflagellat iskeletlerinden, kokkolitroforit kabuklarından anlaşılabilir. Denizel ortamda organizmalarla çevre arasında ve organizmalar arasında karşılıklı etkileşim vardır. Bu karşılıklı etkileşimler sonucu plantonik organizmalarda birçok morfolojik değişiklikler meydana gelir. Ayrıca, planktonik formların büyüklüklerinde ve renklerinde farklılıklar görülmekle birlikte genellikle renksizdirler. Fakat hidromedüz, sifanofor ve salpidlerde olduğu gibi kimi türlerin bazı organları (gonad vs.) ise renkli olabilir. Genel olarak yüzey sularında yaşayan hayvanlar koyu mavi (örn: Velella), derinde yaşayanlar ise kahverengi veya kırmızı (örn: Acanthaphyra purpurea) renktedir. Fitoplantonik ve zooplanktonik organizmalar suda batmadan asılı halde kalabilmek ve bulundukları seviyeleri koruyabilmek için çeşitli özellikler kazanarak pelajik yaşama uyum sağlamışlardır. Planktonik organizmaların suda asılı kalabilmelerinde ortamın fiziko-kimyasal etkileri ile organizmaların yapısal özellikleri rol oynar.

# I. ORTAMIN FİZİKO-KİMYASAL ETKİLERİ

Başlıca iki faktör, su haraketleri ve suyun viskositesi organizmaların planktonik olma özelliklerini etkiler.

**A) SU HAREKETLERİ:** Denizel ortamda su ne kadar durgun görünürse görünsün küçük ölçekte de olsa, mutlaka değişik nedenlerle oluşan turbulans vardır. Bunlar düşey yönde oluşan küçk girdaplar, rüzgarların meydana getirdiği konveksiyon hücreleri vs. olabilir. Organizmalarkendilerini çevreleyen sudan daha yoğun olduğu durumlarda, su ayni kaldığı sürece organizma devamlı olarak batar. Çeşitli şekillerde su haraketleri denizde daima bulunduğundan, bu su haraketleri yüzme mekanizmalarıyla birlikte plankterlerin yüzer durumda kalmalarına yardımcı olur. Bu nedenle ötrofik bölgedeki langmuir hücrelerinin su yüzeyinde esen rüzgârlar tarafından oluşturulduğu ve rüzgâr yönüne paralel oldukları saptanmıştır. Bu yöne dik bir seri konvergens ve divergensler meydana gelir. Partiküllerde de langmuir hücrelerinin upwelling veya downwelling bölgelerinde birikirler ya da su kütlesinin her tarafında tesadüfî dağılım gösterirler. Pozitif yüzme özelliği gösteren partiküller ile yüzeye vertikal göç yapan hayvanlar yukarı doğru yükselir.

Stavn (1971)’a göre ise zooplanktonik organizmalar bu hücrelerin dönme hızına göre kümelenirler ve ışığa bağlı olarak bir akıntıya yönelirler. Denizel fitoplanktonun ortalama batma hızı 2cm/gün ile 20m/gün arasında değişir. Upwellinglerin de en azından aynı hızda olduğu kabul edilir. Hücrelerin bu akım hızları fitoplanktonun batma hızından çok daha fazla olduğundan partiküller batmazlar. Öfotik bölgede hücreler durgun koşullarda batarlar ve yok olurlar. Fakat turbulans arttıkça, langmuir sirkülâsyonları fitoplanktonun büyük çoğunluğunun yüzeye yakın yerlerde kalmasını sağlar.

Geceleri deniz yüzeyi havadan daha sıcak olduğundan deniz yüzeyi radyasyon, buharlaşma ve kondüksiyonla ısı kaybeder. Bunun sonucunda deniz yüzeyinin yoğunluğu artar ve alt tarafındaki sudan daha ağır hale gelir. Yoğunluk farklılaşması ile denizde konveksiyon hareketleri oluşur. Bu hareketler 100 metre derinliğe kadar etkili olabilir. Bu durum özellikle sabahın erken saatlerinde çizgi şeklinde görülebilir. Yoğunluğu artan su batarken yüzen materyali beraberinde götüremediğinden iki konveksiyon hücresinin oluşturduğu çizgi yerlerinde alg, detritus ve denizanası gibi yüzen cisimler çizgi şeklinde birikirler. Bu konveksiyon akımları planktonik organizmaların yüzeye taşınması veya yüzeyde tutulması bakımından çok önemlidir.

**B. VİSKOZİTE:** Planktonik organizmalar için suyun viskozitesi de çok önemlidir. Sıcaklık suyun viskozitesini değiştirir, sıcaklık arttıkça suyun viskozitesi düşer. Örneğin, deniz suyu viskozitesi 0°C’ de 18, 10°C’ de 13, 20°C’ de 10 milipoise’ dir. Sıcaklığın artmasıyla birlikte deniz suyu viskozitesi azalacağından dengeyi sağlayabilmek için küresel organizmaların çapı küçülür. Kutuplardan ekvatora doğru gidildikçe su sıcaklığı arttığından sular giderek daha düşük viskoziteli ve daha az yoğundur. Bu nedenle tropikal sularda, özellikle sıcak aylarda planktonun süspansiyon halde kalması zorlaşır. Dolayısıyla tropikal planktonun suda batmadan kalabilme sorunu ılıman ve kutup bölgelerdeki planktonda daha fazladır. Tropikal plankton soğuk türlerinden daha küçüktür, böylece bu formların yüzey alanları genişlediğinden bunların yüzer durumda kalmaları kolaylaşır. Bir tür hem tropikal sularda hem de soğuk sularda bulunuyorsa bu türün bireyleri tropikal bölgeden kutuplara doğru uzaklaştıkça büyür, irileşir. Fitoplanktondan serbest kalan organik maddeler de, özellikle fitoplankton patlamasının olduğu dönemlerde suyun viskozitesini değiştirir. Ayrıca deniz suyunun tuzluluk oranı da çok önemlidir, tuzluluk oranı azaldığında yoğunluk da azalacağından planktonik organizmaların batma sorunu artar. Tropikal denizlerde tuzluluk oranı düşük olduğundan bu sorun daha da büyür.

Planktonik organizmalar suda asılı halde kalabilmelerini çeşitli şekillerde sağla

malarına rağmen her zaman yüzer durumda kalmazlar. Fitoplanktonik formların yavaş yavaş batması, bunların etrafında bulunan nütrientlerin azalması önlendiği sürece avantaj sağlar. Hücrelerin nütrientleri difüzyonla alımı hızlı bir şekilde olursa, hücrelerin etrafında nütrienti azalmış bir çeper oluşur. Dolayısıyla hücreler birbirini takip eden nütrient tabakalarından yararlanabilmek için daha hızlı bir şekilde batarlar. Fitoplanktonik organizmalarda ve kolonilerde görülen çıkıntılı yapı ve şekiller bu formların nütrientleri daha fazla alabilmek için geliştirdikleri adaptasyonlardır. Nütrient azalması içerik yönünden de batma hızını etkiler. Örneğin, silisyumun tükenmesi batma hızını arttırırken fosfatın tükenmesi batma hızını azaltır.

# II. YAPISAL ÖZELLİKLER

**A. Büyüklük ve Şekil:**

Bir organizmanın sudaki batma hızı, organizmanın düşme esnasında sudan geçerken organizmaya direnç kazandıran yüzey alanının büyüklüğüne bağlıdır. Yüzey alanı ne kadar büyükse bir organizmanın batma hızı o kadar küçüktür. Bir küre hacmine göre en küçük yüzey alanına sahiptir. Bu nedenle büyüklüğüne göre küresel şekillilik bir planktonik form için en kötü şekildir.

Stokes kanununa göre batan cisimlerde Yüzey alanı/Hacim oranının büyük olduğu durumlarda yani, sudaki sürtünmenin fazla olduğu durumlarda en yavaş düşme hızı elde edilir. Bir cismin çapının küpü arttıkça hacmi artarken çapının karesiyle vücut yüzeyi artar. Çap küçüldükçe yani, F azaldıkça batma hızı yavaşlar ve planktonik durumlarını korumada avantaj sağlar. Bir organizmanın vücudu küçüldükçe kütleye göre yüzey alanı genişlediğinden organizmalar boyutlarını küçülterek batma hızlarını azaltırlar. Bu nedenle küçük vücutluluk planktonik organizmaların genel özelliği olup pelajik yaşama uyumlarını arttırır.

Planktonik organizmalar Arşimet ilkesine göre, taşırdıkları suyun ağırlığı ile kendi ağırlıkları arasındaki farka eşit bir kuvvet ile yukarı doğru kaldırıldıklarından suda asılı halde durabilirler. Buna göre planktonik formların düşmesini sağlayan yerçekimi kuvveti,

F = k.d3.(p1-p2).g veya F = 4/3π.r3.(p1-p2).g

F = Yerçekimi kuvveti

k = Cismin şekline bağlı sabit

d3 = Organizmanın hacmi

Pı = Organizmanın yoğunluğu

P2 = Ortamın yoğunluğu

g = Yerçekimi ivmesi

Yoğunluk farkı sıfır veya pozitif olduğunda bu fazlalığı yok eden bir kuvvet daima vardır. Denizel organizmaların sitoplâzma yoğunluğu 1.03-1.010 g/cm3, deniz suyu yoğunluğu ise 1.021-1.071 g/cm3 arasında değişir. Fakat planktonik organizmalar selüloz, silisyum ve kalsiyum karbonat gibi maddeler içerdiklerinden bu organizmaların yoğunluğu ortamın yoğunluğundan daha fazladır. Yani p1 > p2 dır. Bu tip hücrelerin yoğunlukları sıra ile 1.5-2.6-2.95 g/cm3 arasında değişir. Bu hücrelerin yoğunlukları deniz suyundan daha fazla olduğundan bunlar batma eğilimi gösterirler. Dolayısıyla bu hücreler suda asılı halde kalabilmek için fazla ağırlıklarının bir kısmını gidermek zorundadırlar.

Planktonik organizmalarda büyüklüklerine bağlı olarak şekil ile batma hızı arasında direkt bir ilişki vardır. Şekil dikkate alınmadığında hücre büyüklüğündeki artış batma hızını arttırır. Bu nedenle büyüklük ve şekil düzenlemeleri de plankterlerin yüzmesine yardımcı olur. Vücut büyüdükçe hacmine göre yüzey alanı daha küçük olduğundan küçük diatomlar büyük olanlardan daha yavaş batarlar. İğne şeklindeki hücreler yerçekimine karşı koyabilmek için uzun eksenlerini yatay durumda tutarlar ve bu sayede sudaki batma hızları çok yavaşlar. Şayet bu hücrelerin uzun eksenleri dik durumda olursa daha hızlı batarlar.

Musilaj bir kütleye gömülmüş ve düşük yoğunluğa sahip küçük hücrelerden oluşmuş küresel koloniler (örn., *Phaeocystis*) zincir oluşturan hücrelerden su sütununda daha hızlı yükselirler. Diatomlarda koloni oluşumu batma hızım arttırmasına karşın, bazı türlerde örneğin, *Skeletonema costatum* zincirlerinde hücreleri birbirine bağlayan silisli çubukların oluşturduğu kendine özgü turbulansla zincirlerin sürtünme kuvveti arttığından batma hızları azalır. Bununla beraber silisli çıkıntıların birçok diatom türünde yüzmeye yardımcı olmasına karşın, bazılarında yoğunluk artışı nedeniyle organizmalar daha da ağırlaşır. Örneğin, *Rhizosolenia*' nın dikensiz türleri dikenli olanlardan daha hızlı batar. Şerit şeklindeki hücrelerden oluşan koloniler geniş ve yassılaşmış olup suda bir miktar bükülme gösterirler. Bacillaria hücreleri sal şeklini alarak yüzer durumda kalabilirler. Planktonik formların yaşları da batma hızlarını etkiler. Sağlıklı ve aktif fitoplanktonik hücreler yavaş yavaş batarken, yaşlı ve ölü hücreler sitoplâzma yoğunluklarının artması nedeniyle daha hızlı batarlar.

Zooplanktonik organizmalar vücut şekillerinin biçimini değiştirerek yüzey alanı/hacim oranını arttırırlar. Bunun sonucu hayvanların batma hızı yavaşlar ve yüzmeleri kolaylaşır. Bazı formların vücutları yaprak şeklinde yassılaşmıştır.

Kopepodlardan *Sapphirina* spp.*,* ve *Copilia* spp. Bu şekilde yüzmeye uyum sağlarlar. Bu hayvanlar ventral taraflarında bulunan üyeleri sayesinde yatay durumda dengede kalırlar.

Benzer şekildeki yapı *Palinurus* ve *Scyllarus* türlerinin Phyllosoma *l*arvalarında ve *Aurelia aurita*'da görülür. Hidromedüzlerin vücutlarının balon, paraşüt şeklinde olması bu hayvanların paraşüt gibi hareket ederek daha yavaş batmalarını sağlar. Brakiopodların Pelagodiscus larvaları, vücutlarını örten ince kitinli çift kavkıları sayesinde yatay durumda yüzerler.

**B. İyon Kompozisyonunun Kontrolü:**

Planktonik organizmaların yüzer durumda kalabilmek için geliştirdikleri yöntemlerden biri de organizmaların vücut sıvılarını kendilerini çevreleyen ortamdan daha az yoğun durumda tutmaktır. Bunu da hafif iyonlar vasıtasıyla deniz suyuyla ozmotik denge sağlayarak başarırlar. Denizde yaşayan planktonik diatomların yoğunlukları deniz suyu yoğunluğuna eşit olduğunda batmazlar. *Coscinodiscus* gibi kese şeklindeki diatomlarda, hücre hacminin büyük kısmı vakuol ve hücre özsuyundan oluşur.

Diatomlarda hücre ağırlığının büyük bir kısmı hücre duvarlarında bulunduğundan vakuollü hücre özsuyunun yoğunluğu azaltılarak bu fazla ağırlık dengelenir, böylece hücreler batmadan kalırlar. Dev deniz diatomu *Enthmodiscus rex*'in hücre özsuyunda Na+, K+ iyonlarının çok fazla, Ca2+ az miktarda, NH+4 ve Mg2+ iyonlarının ise bulunmadığı saptanmıştır. Planktonik diatomlar iki değerlikli iyonlarını atarak hücre sıvılarının yoğunluğunu düşük tutarlar, böylece içerdikleri silisten kaynaklanan fazla ağırlık dengelenir.

Holozoik beslenen dinoflagellatlardan *Noctiluca scintillans* hacim değişikliğiyle yoğunluğunu düzenler. İki değerlikli iyonları (özellikle SO4) atarak, bunları çok düşük konsantrasyonda tutar veya hafif monovalent Na+, K+, NH+4 iyonların seçici akümülasyonu ile sitoplâzmasının iyon içeriğini düzenler. Ototrof ve hareketsiz dinoflagellat, *Pyrocystis noctiluca* da pozitif yüzmeyi iyon oranlarını düzenleyerek sağlar.

Medüz, salpa, heteropod mollusk, ktenofor, nemertinler gibi birçok zooplankton da ağır sülfat iyonlarını almayarak veya dışarı atarak, iso-osmotik olarak bunların yerine daha hafif klorür iyonlarını alırlar, böylece su kaybından da korunurlar. Bu hayvanlar sülfat iyonlarını tutsa bile yoğunlukları deniz suyundan daha az olur. Deniz suyunda bulunan sülfat miktarına göre hayvanların vücut sıvılarında bulunan sülfat miktarı azaldıkça suyun kaldırma kuvveti artar, bu sayede planktonik hayvanlar suda asılı durumda kalırlar.

Derin deniz sefalopodlarının solom sıvıları deniz suyuyla izotonik olup yoğunluğu 1.01 g/cm3 dir ve deniz suyundan daha az yoğundur. Bu sıvı fazla miktarda amonyum klorür içerir. Bu hayvanlar amonyum klorür konsantrasyonlarını düzenleyerek suda başaşağı asılı durumda kalırlar ve vertikal hareketlerini kontrol ederler. Sefalopodlardaki amonyum fazlalığı, metabolizmalarındaki proteinlerin parçalanması sonucu oluşan azotun amonyum şeklinde atılmasından kaynaklanır. Bu yöntemin yüzme mekanizması olarak kullanımı diğer sefalopod ve krustase larvalarında da görülür.

**C. Gaz keseleri:**

Fitoplanktonik hücrelerdeki gaz vakuolleri protoplazma içersinde gaz dolu boşluklar şeklinde bulunur. Bu vakuollerde başta argon olmak üzere oksijenle karışmış azot bulunur. *Trichodesmium* optimum 15 metre olmak üzere 200 metre derinliğe kadar bulunabilir. Bu alg derinde bulunduğunda gaz vakuolleri, basınca karşı hücreye direnç kazandırır, çökmeyi önler ve daha sığ sulara çıkmasını sağlar. Zooplanktonda da özel bir gaz kesesinin geliştiği görülür. Foraminiferlerden *Tretomphalus*'ta üreme peryodunda içi gaz dolu büyük bir terminal oda gelişir. Sifonoforlardan *Physalia physalis*’ in üst tarafında şamandıra görevi yapan içi gaz dolu, renkli, büyük ve oval bir kese bulunur. Bu kesede % 74,5 azot, % 14,5 oksijen, % 9 karbonmonoksit, % 1,1 argon gazı bulunduğu saptanmıştır. *Velella velella* ile *Porpita porpita*'da da benzer gaz odacıklarına sahiptirler. *Nanomia bijuga*'nın dip tarafında şişkin bir pneumatofor vardır. Şamandıra görevi yapan bu kesede % 80-90 oranında karbonmonoksit bulunur. Bu kese sayesinde organizma saatte yaklaşık 300 m. yukarı çıkabilir. Derin deniz sifonoforlarında da içi gaz dolu birçok pneumatofor bulunur. Balıklarda da benzer yapılara rastlanır. *Actsinopterygii* grubunda akciğerlere homolog olan ve içinde oksijen, karbondioksit, azot karışımı bulunan bir yüzme kesesi vardır. Bu kese ağırlığı dengeleyerek balığa nötr bir yüzme sağlar. Birçok balığın planktonik olan larvaları yüzme kesesine sahiptir fakat bu keseler metamorfozdan sonra kaybolur.