

# Plankton ve sucul bitki yönetimi

- Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan havuzların gübrenmesinin amacı, fitoplankton verimliliğini ve dolayısıyla su ürünleri üretim miktarını artırmaktır. Fitoplankton verimliliği ve biyokütlesi iki unsur tarafından kontrol edilir. Bu unsurlardan ilki kaynakların kullanılabilirliği ile sağlanan aşağıdan-yukarıya doğru etkileşimli kontrol olarak adlandırılır. Aşağıdan-yukarıya doğru etkileşimli kontrol; bitki besin elementleri ve gün ışığının kontrolüne dayanır. Kaynak kullanılabilirliği her bir besin zincirinin; birincil üreticilerden (bitkiler) ikincil üreticilere (bentik omurgasızlar ve zooplanktonlar), ikincil üreticilerden üçüncül (tersiyer) üreticilere (balıklar) doğru olan besin seviyesini etkiler.

- Yukarıdan-aşağıya doğru etkileşimli kontrolda ise besin zincirinin üst seviyesindeki predasyon, besin zincirinin alt seviyelerindeki toplulukların yapı ve biyokütlelerini etkiler. Örneğin, besin zincirinin üst halkalarındaki predatörler doğrudan planktivor balıkların bolluğunu belirleyeceğinden zooplankton ve fitoplankton topluluklarının taksonomik ayırım ve kompozisyonu ile biyokütleleri etkilenir. Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan havuzların gübrelenmesi aşağıdan-yukarıya doğru uygulanan ekosistem verimliliğinin kontrolüne örnek olarak verilebilir. Benzer şekilde fitoplankton biyokütlesini sınırlamak ya da kontrol etmek için kimyasal uygulaması ile çöktürme ya da sucul makrofitlerin büyümesi ile sudaki fosforun uzaklaştırılması da kullanılabilir. Aşırı yemleme ile yüksek oranda besin elementi girişi olan su ürünleri yetiştiricilik havuzlarında fitoplankton bolluğunun kontrolü için yukarıdan-aşağı etkilerin ayarlanması (manuplasyonu) daha etkin olabilir. Yukarıdan-aşağı yöndeki plankton bolluğu ve su kalitesinin kontrolü biyomanuplasyon olarak adlandırılır. Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan havuzlardaki birçok biyomanuplasyon çalışması plankton tüketen balıkların kullanımı ile fitoplankton bolluğunun azaltılabildiğini ortaya koymuştur (Boyd 2009).

- Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan havuzlardaki bazı sucul bitki türleri sudaki inorganik besin elementlerini ortamdan uzaklaştırırken fitoplankton büyümesini de sınırlar. Örneğin; su ürünleri hasatı sırasında sudan uzaklaştırılmasının kolaylığı nedeniyle su üstü bitkisi olan su sümbülü (*Eichhornia crassipes*), fitoplankton büyümesinin kontrolünde kullanılabilir. Bunun yanısıra su sümbülleri yüksek konsantrasyondaki azot ve fosfor gibi besin elementlerini de sudan uzaklaştırır (Boyd 2009).

- Sucul ortamda su içi bitkilerinin varlığı, su ürünleri üretimiyle rekabet oluşturmayacak ölçüde fazla değilse sorun oluşturmaz. Aksi halde sucul bitkileri yok etmek ve fitoplankton topluluklarının tekrar oluşumuna olanak sağlamak için herbisitler kullanılır. Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan havuzlarda ot kontrolünde kullanılan kimyasallar, yoğun bitki ölümünü takiben su kalitesinde kötüleşme meydana getirebilmektedir. Işığın tabana ulaştığı sığ havuzlarda birçok sualtı bitkisi büyümeye başlar, bu sorun havuz tabanının derinleştirilmesi ile aşılabılır. Bu durumda havuzların yeterli su kaynağı olmalı ve olabildiğince çabuk suyla doldurulmalıdır. Su derinliği artırıldığı takdirde söz konusu sualtı bitkilerinin büyüme olanağı azalır. Ayrıca üretim havuzunda fitoplankton patlamasını destekleyici etkili bir gübreleme programı da sorun yaratan aşırı su bitkileri gelişimini engelleyici iyi bir yöntemdir. Böylece sığ sular hariç tutulduğunda fitoplankton toplulukları, sucul bitkilerle besin elementi ve ışık için rekabet ederek su içi bitkilerinin gelişimini engeller.

- Bu yöntem kimyasal ot kontrolüne alternatif bir biyolojik kontrol yöntemidir. Sucul bitki kontrolü için mekanik olarak ya da elle uzaklaştırma yöntemi de tercih edilebilir. Su ürünleri üretimi yapılan havuzlarda su içi bitkilerinin uzaklaştırılması için biyolojik kontrol unsuru olarak bazı balık türleri tercih edilebilir. Bu amaçla filamentöz makroalgler dahil olmak üzere yüksek yapılı su bitkilerinin kontrolünde ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*), sazan (*Cyprinus carpio*) ve tilapianın bazı türleri kullanılır. Fitoplankton popülasyonlarının yoğun olduğu havuzların yönetiminde ise plankton tüketen balıklardan gümüş sazanı (*Hypophthalmichthys molitrix*), büyükbaş sazan (*Aristichthys nobilis*) ve bazı tilapia türlerinden yararlanır (Boyd and Tucker 1998).

- Havuzlarda besin elementinin azaltılması ve fitoplankton yönetimi için uygulanan su değişimi, su kalitesini iyileştirmek amacıyla özellikle acı su havuzlarında kullanılır. Havuzlarda fitoplankton bolluğunun azaltılması adına en etkili su değişimi, havuz suyunun % 50'sinin boşaltılması ve taze suyla tekrar doldurulmasıyla sağlanır. Entansif su ürünleri yetiştiriciliği yapılan havuzlarda mekanik havalandırma özellikle gece ölçülen aşırı düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının artırılması için uygulanır (Boyd 2009).

- Algisit uygulamaları sudaki fitoplankton biyokütlesini azaltarak çevresel faktörlerin iyileştirilmesini sağlar. Tatlı su havuzlarında toksik alglerin öldürülmesi için bakırsülfat kullanılır. Mavi-yeşil alglerin havuz suyu ve tabanında oluşturduğu kalitedeki azalmayı önlemek için havuzlara toplam alkalinitenin % 1'ine eşit olacak düzeyde bakırsülfat ilavesi yapılır. Bu uygulama sonrasında su içerisinde kalan alg kaynaklı toksinlerin oksidasyonu için 2-4 mg/L potasyum permanganat önerilir. Kıyı bölgelerdeki su ürünleri havuzlarında toksik algleri, su değişimini sağlayacak bir su akışıyla ortamdaki uzaklaştırmak mümkündür.
- Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan havuzlarda fitoplankton bolluğunu azaltmak için fosforun sudan tabana çökmesini sağlayacak kalsiyum, demir ve alüminyum bileşikleri havuz suyuna belli konsantrasyonlarda ilave edilir. Fosforun sudan uzaklaştırılması fotosentez oranını azaltarak, sudaki karbondioksit miktarını artıracak ve mavi-yeşil alglerin büyümesi için uygun olmayan düşük pH'ya neden olacaktır (Boyd 2009).

Çizelge 3.4. Secchi Diski değerleri ile havuz yönetimi arasındaki ilişki (Boyd and Tucker 1998)

<b>Secchi Diski değerleri (cm)</b>	<b>Sonuçlar</b>
20 cm'den az	Havuz suyu oldukça bulanıktır. Havuz suyu fitoplanktonca zenginse çözülmüş oksijen konsantrasyonu azalır. Bulanıklık askıda katı maddelerden kaynaklanıyorsa verimlilik düşer.
20-30 cm	Bulanıklık artmaya başlamıştır.
30-45 cm	Bulanıklığın kaynağı fitoplankton ise havuz koşulları iyi durumdadır.
45-60 cm	Fitoplankton bolluğu azalmaya başlar.
60 cm'den fazla	Su oldukça temiz ve berraktır. Verimlilik düşer ve sucul bitki artışı gözlenir.



# - Probiyotikler

- Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan havuzlarda su ve taban toprağı kalitesini iyileştirmek için canlı bakteriyel aşılama ve enzim karışımları kullanılır. Bakteriler havuz suyu ve tabanındaki mikrobiyel toplulukların sayısını artırmak için uygulanır. Bu bakteriler; selüloz parçalayan bakteriler, nitrifikasyon bakterileri, denitrifikasyon bakterileri, sülfid yükseltgeyici bakteriler ve diğer bakteri türleridir. Su kalitesinin artırılması amacıyla canlı karışım içeren bakteri solüsyonu içeriğinde *Bacillus*, *Nitrobacter*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Cellulomonas*, *Rhodopseudomonas* gibi bakterilerin kullanıldığı bildirilmiştir (Boyd and Tucker 1998). Su ürünleri yetiştiricilik havuzlarında bakteriyel ıslah çalışmalarını izleyen olaylar aşağıda sıralanmıştır:
  - - Kötü su kalitesi önlenir,
  - - Mavi-yeşil alg yoğunluğu azalır,
  - - Nitrat, nitrit, amonyak ve fosfat konsantrasyonu azalır,
  - - Çözünmüş oksijen seviyesi artar,
  - - Organik madde parçalanma düzeyi yükselir.

- Katalizörler, kimyasal reaksiyonların hızlı bir biçimde dengeye gelmesi için ileri ve geri yönde gerçekleşen reaksiyonların hızını artırır. Reaksiyona giren moleküllerin reaksiyon için ihtiyaç duydukları bir aktivasyon enerjisi vardır. Katalizörler, moleküllerin daha hızlı reaksiyona girmesini kolaylaştırmak için aktivasyon enerjisini azaltarak reaksiyonlarda tüketilmeden tekrar kullanılır. Biyokimyasal reaksiyonlarda katalizörler, canlı hücrede bulunur ve protein molekülleri olarak katalize ettikleri reaksiyonlarda özelleşerek enzim adını alır. Enzimler katalizör oldukları reaksiyon için adlandırılır. Örneğin; selüloz selülozun daha küçük moleküllere parçalanmasını katalize ederken, oksidaz oksidasyonları katalize eder.
- Su ürünleri alanında havuzların su ve tabanında reaksiyonları hızlandırıcı katalizörler için enzimler kullanılır. Ancak ortamda bakteri bulunmadığında enzim ilavelerinin organik madde ya da toksik bileşenlerin parçalanmasını hızlandıramayacağı açıktır (Boyd and Tucker 1998).

## - İzleme sıklığı

- Yoğun balık yetiştiriciliğinde, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, amonyak, nitrit ve pH değerleri gibi değişken özellikler için günlük ölçümler önerilirken; sertlik, alkalinite, tuzluluk gibi genel parametrelerin daha az sıklıkla (haftada bir veya iki kez) izlenmesi tavsiye edilir. Yetiştiricilik sistemlerinde, belirli zamanlarda ölçülen su kalite özellikleri düzenli bir şekilde kaydedilmelidir. Havuz ve ağ kafeslerde çözünmüş oksijen ölçümlerinin sabahın erken saatlerinde, sıcaklık ve pH ölçümlerinin ise akşamüstü saatlerinde yapılması önerilir (Anonymous 2008b). Balık üretimi yapılan sularda kullanılan arazi tipi çözünmüş oksijen, pH ve elektrik iletkenliği ölçüm cihazlarına ait bazı örnekler Şekil 3.2'de sunulmuştur (Anonim 2011c).