

KARADA KURULU SU ÜRÜNLERİ İŞLETMELERİ ÇIKIŞ SULARINDA KALİTE YÖNETİMİ

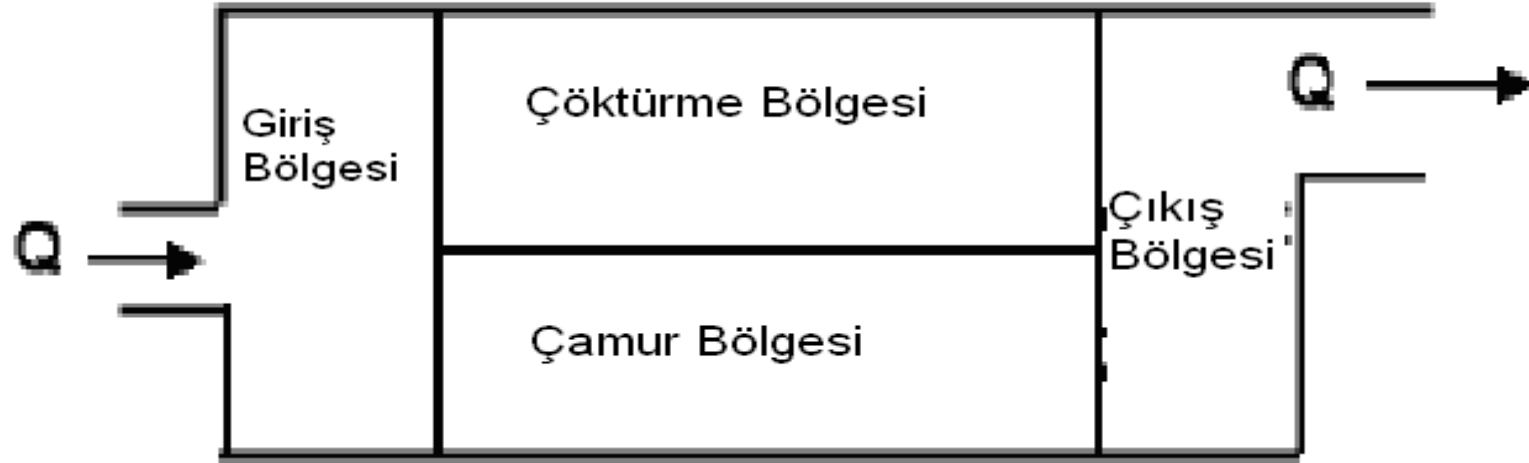
- Karada kurulu su ürünleri yetiştiriciliği çıkış suları; ötrofikasyona yol açan özellikle fosfat ve nitrat gibi besin elementleri ile biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI_5) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) gibi parametreleri kullanarak ölçülen oksijen dengesi üzerinde istenmeyen etkiye sahip maddeleri içermesi nedeniyle önem taşımaktadır. Bu bağlamda su ürünleri yetiştiriciliği-çevre etkileşiminde, balık işletmeleri çıkış suları özelliklerinin de belirlenmesi ve su ürünleri yetiştiriciliğinin çevre üzerindeki etkisinin nicel olarak tespiti kaçınılmazdır.

- Son yıllarda çevreci grupların da baskısıyla pek çok ülke, su ürünleri yetiştiriciliği çıkış sularına yönelik düzenlemeler yapmaya başlamıştır. Bazı Avrupa ülkeleri ağ kafeslerde balık yetiştiriciliği, Avustralya gibi bazı ülkeler ise havuzlarda balık ve karides yetiştiriciliği çıkış suları için belirli düzenlemeler getirmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliği çıkış suları için Amerika Birleşik Devletleri'nde uzun yıllar "Ulusal Kirlilik Deşarjı Eliminasyon Sistemi" izinleri uygulanmış, 2004 yılından sonra ise 'Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Kurumu', ilgili düzenlemeler konusunda yaptırımında bulunmaya başlamıştır. Brezilya, Ekvator, Hindistan, Meksika, Tayland, Venezualla gibi pek çok tropik ülkede de su ürünleri yetiştiriciliği çıkış sularına yönelik düzenlemeler söz konusudur. Ayrıca balık işleme tesisleri çıkış suları için bazı parametreleri kapsayan standart değerlerin önerildiği belirtilmiştir (Boyd 2003).

- Karada kurulu gökkuşuğu alabalığı işletmeleri başta olmak üzere işletmelerin çıkış suları yönetimine ilişkin uygulamalar aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.
- - **Çöktürme tank ve havuzları**
- Su ürünleri yetiştiriciliğinde atıksu arıtım metotlarından biri, işlemin basitliği ve yapılabirliği açısından çöktürmedir. Çöktürme, akar-sularda salmonid üretimi ile soğuk su ve ılık su balıkları tekrar dolaşımli (resirkülasyon) üretim sistemleri, havuzlarda yetiştiriciliği yapılan yayın balığı ve karidesler gibi tüm su ürünleri yetiştiricilik faaliyetlerinde kullanılır (Sindilariu 2007). Su ürünleri işletmeleri çıkış sularındaki fosforun, organik maddenin ve balık kaynaklı ortama bırakılan azotun, çökertilerek uzaklaştırılması mümkün olduğundan çöktürme, işletmelerin atık yükünü azaltmada etkin bir yöntemdir (Şekil 7.1) (Midlen and Redding 1998).
- Balık yetiştiriciliği kaynaklı atıklar; çözünebilir besin elementleri ve biyokatılardan oluşmaktadır. Biyokatılar tüketilmemiş yem ve dışkılarından kaynaklanmakta, besin maddeleri ise balık boşaltım ve biyokatılardaki besin elementlerinin erimesiyle meydana gelmektedir. Katıların fiziksel özellikleri parçalanmalarını engellediğinden etkili katı atık yönetiminin anahtarı, katıların tekrar dağılımlarına yol açmaksızın olabildiğince hızlı bir şekilde çöktürme alanlarından uzaklaştırılmasıdır (Anonymous 2009).

- Yetiştiricilikten kaynaklanan mevcut katı atıklar, bir arıtım biriminin (durgun çöktürme havuzları, devamlı-akışlı çöktürme havuzları, uzun-sürelili çöktürme havuzları) yatık çöktürücülerin (tüp veya dönen seperatörler), mikrofiltrelerin ve granüler medya filtrelerin (bilye veya toprak filtreler) kullanılmasıyla tank çıkış suyundan uzaklaştırılabilir. Geleneksel sedimentasyon işlemi 40-100 µm'den daha büyük katıların uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Tane boy dağılımı ve katıların konsantrasyonlarına bağlı olarak geleneksel sedimentasyon süreci ile katıların % 30-80'i uzaklaştırılabilir (Anonymous 2006).

- Çöktürme havuzları; giriş, çöktürme, sulu çamur ve çıkış bölümünden oluşur (Şekil 7.2). Her bölümün farklı bir özelliği bulunmaktadır. Giriş bölümü su akışını havuz alanına paylaştırır. Çöktürme bölümünde sedimentasyon gerçekleşir ve katılar su sütunundan ayrılarak sulu çamur bölümünde toplanır. Çıkış bölümü ise arıtılmış suyu tahliye eder (Fornshell 2001).



Şekil 7.2 Çöktürme havuzunun fonksiyonel bölgeleri (Fornshell 2001)

- - **Filtre sistemleri ve eleklerin kullanımı**

- Norveç'te 250-120 μm göz açıklığında filtreler kullanılarak balık üretimi işletmelerinin çıkış sularında bulunan askıda katı madde % 16-94 oranında uzaklaştırılmıştır (Anonim 2003). Almanya'da bazı işletmelerde deşarj standartlarını sağlamak için mekanik arıtma araçlarından filtreler kullanılmakta, parçacıklar göz açıklıkları 60-100 mm arasındaki eleklerden geçirilmektedir (Bergheim and Brinker 2003).



Şekil 7.3. Mekanik filtrasyonda kullanılan tambur filtre (Anonim 2011a)

- Alabalık işletmelerinin çıkış suları hububat veya mera alanlarında kullanılabilir. Alabalık işletmelerindeki mikroeleklerin geri yıkanmasıyla ortaya çıkan kalınlaşmış çamur ve kalınlaşmış çökelti çamurunun tarımsal gübre olarak kullanımı Orta Avrupa'da yaygındır. Ancak akar-su kaynaklı alabalık üretiminin birincil atık sularının arazide kullanımının uygun olmadığı bildirilmiştir (Sindilariu 2007).

- - **Kritik kontrol noktalarının belirlenmesi**
- Akar-su sistemleri için bilinen atık yönetimi unsurlarının “En İyi Yönetim Çalışmasında ve Standart Operasyon Planında” ne şekilde yer alacağı önemlidir. Bu unsurlar sadece atık kontrolü için değil aynı zamanda “Uluslararası Kirlilik Yok Etme Sistemi” izinlerine uyum için de önemlidir. Bu bağlamda, akar-su sistemleri için dokuz kritik kontrol noktası tanımlamıştır. Bu noktalar; giriş suyu kalitesinin izlenmesi, kanala giren suyun debi kontrolü, yem ve yemleme, balık sağlığı, ölü bölge tespiti, atık yönetimi, çıkış suyu kalitesi izleme, çöktürme havuzu ve bu konularda personelin eğitimidir (MacMillan et al. 2003).

- - **İşletmeler arası mesafe**
- Çevre açısından en büyük sorun balık işletmelerinin belirli bir bölgede yoğunlaşmasıdır. Tek bir işletmenin çıkış suyu ekosistem açısından olumsuz bir sonuca yol açmazken, aynı bölgede lokalize olmuş işletmelerin etkileri birbirine eklenerek ekosisteme zarar verebilmektedir (Midlen and Redding 1998).

- **-Yapay sulak alanlar**

- Su ürünleri işletmelerinin atık yönetimi modellerinden biri olan yapay sulak alanlarda, işletmelerin çıkış suyundaki besin elementleri bitkiler tarafından kullanılır. Yapay sulak alanlar işletmeye yakın ve ucuz arazi varlığında ek bir enerjiye gereksinim duymadıkları için diğer atık uzaklaştırma yöntemlerine göre daha ekonomiktir. Ancak işletme çıkış sularının sulak alanlara verilmeden önce birincil çöktürme sisteminden geçirilmeleri gerekmektedir. Yükleme oranı 30 kg/m²yıl olduğunda yapay sulak alanlar ile askıda katı maddenin % 95, azotun % 80 ve fosforun % 90 oranında uzaklaştırıldığı saptanmıştır. Yapay sulak alan kullanımının çöktürme havuzları ile filtrasyon yöntemlerine göre en büyük dezavantajları; ikincil bir atık uzaklaştırma yöntemi olmaları ve geniş araziye gereksinim duyulmasıdır (Miller and Simmens 2002). Birçok araştırmacıya göre yapay sulak alanlarda çıkış suyu arıtımında kullanılan makrofitler besinleri uzaklaştırır, akışı azaltır, katı madde çökmesini artırır ve mikrobiyal biyofilmler için ek bir gelişim yüzeyi oluşturur (Sindilariu 2007).

- - **Mekanik sedimantasyon ve biyolojik arıtımın birlikte kullanıldığı havuzlar**
- Akar-su sistemli işletmelerde mekanik sedimantasyon ve biyolojik arıtımın birlikte kullanıldığı havuzlar, biyolojik arıtmalı mekanik çöktürmeyi kombine etmektedir. Biyolojik arıtmanın miktarı, devir oranına ve havuzdaki mikrobiyal aktif yüzey alanına bağlıdır. Mikro-filtreden geçen alabalık işletmesi çıkış suyunu alan mekanik sedimantasyon ve biyolojik arıtımın birlikte kullanıldığı havuzlarda yetiştirme mevsimindeki arıtım verimlilikleri, askıda katı madde için % 54, toplam fosfor için % 35 olarak belirtilmiştir (Sindilariu 2007).

- - **Yapay kanalların kullanımı**

- Su ürünleri işletmeleri çıkış suyunu arıtmak için akarsuların doğal temizleme özelliğinden yararlanacak biçimde yapay kanallar kullanılır. Yapay kanallarda; fiziksel çöktürme ve tanecikli besin maddelerinin elenmesi, askıdaki tanecikli ve çözünmüş besinlerin kimyasal ve biyolojik pıhtılaşması, topaklanması, soğrulması, şekil değiştirmesi ve tüketim işlemleri gerçekleşir (Sindilariu 2007).

- - **Kaliteli yem kullanımı**

- Su ürünleri yetiştiricilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan metabolik atıklar, askıda ve çözünmüş halde bulunur. Yetiştiricilik sistemlerinin atık yükünü, kullanılan yem miktarı belirler. İyi yönetilen bir işletmede kullanılan yemin % 30'u katı atığa dönüşür. Su sıcaklığı artışına paralel olarak yemleme oranı artacağından, yaz aylarında işletmelerin alıcı ortama bıraktıkları katı atık yükünde artışlar meydana gelir (Miller and Simmens 2002).
- Yüksek oranda yağ ve daha düşük oranda protein içeren yüksek enerjili ekstrude yemlerin geliştirilmesi ve kullanılması su ürünleri işletmelerinin çıkış sularının kalitesini olumlu yönde etkiler. Yetiştiricilikte azotlu atıkların minimuma indirgenmesi, yemdeki sindirilebilir proteinin sindirilebilir enerjiye dönüşüm oranının düşürülmesi ile azaltılabilir. Fosforlu atıklar ise yem bileşenlerinin dikkatli seçiminin yanı sıra yemde balığın gereksinimini karşılayacak düzeyde sindirilebilir fosfor içeriğinin optimizasyonu ile azaltılabilir (Cho and Bureau 2001).

- - **Kimyasal madde kullanımı**

- Alabalık işletmesi çıkış suyunun arıtımında; kimyasal pıhtılaşma ve topaklanma ile kimyasal çöktürme de kullanılır. Mikroelek geri yıkama çamuru veya çöktürme çamurunu daha da kalınlaştırmak ve suyunu çektiirmek için ikincil arıtımında kimyasal madde kullanımı ekonomik olabilir. Kimyasal madde kullanımı ile askıda katı maddeler % 99, fosfat ise % 97 oranında azaltılabilmektedir. Çöktürme işleminde Al^{+3} ve Fe^{+3} tuzlarından $Al_2(SO_4)_3$ ve demir klorid ($FeCl_3$) kullanılmaktadır ancak özellikle alüminyumun balıklara olan potansiyel zehirlilik etkisi dikkate alınmalıdır (Sindilariu 2007).

- - **Ultraviyole/Ozonlama Yöntemi**

- Çıkış suyunun dezenfeksiyonunda ultraviyole ışınları kullanılmaktadır. Virüsler de dahil çoğu patojen düşük seviyede ışınlama ile öldürülebilir. Ultraviyole yönteminin etkin olması için katı maddeler ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Ultraviyole sistemler düşük bakım maliyeti gerektirir ve riski az dezenfeksiyon yöntemidir. Ozon sudaki organik çözünmüş maddeleri azaltırken partikül filtrasyonunu artırır (Miller and Simmens 2002).

- - **Biyolojik yöntemler, nitrifikasyon ve biyofiltrasyon**
- Çıkış suyunun biyolojik arıtımında solunum, nitrifikasyon ve denitrifikasyon ile çözünür fosforun tüketimi ve depolanması önemli işlemlerdir. Solunum oksijen tüketimiyle organik maddenin karbondioksite dönüşümüdür. Nitrifikasyon oksijenli şartlarda toplam amonyak azotunun ilk basamakta nitritten nitrata, denitrifikasyon ise oksijensiz şartlarda nitratin moleküler azota dönüştürüldüğü mikrobiyal işlemlerdir. Biyolojik arıtımda; çamur işleme, sızdırma filtre, su altı filtre, döner-malzemeli filtre, hareketli yatak filtre, sıvılaştırılmış yatak filtre ve düşük yoğunluklu malzemedeki yapılmış filtre teknikleri kullanılmaktadır (Sindilariu 2007). Son yıllarda alabalık işletmeleri atıksularının arıtılmasında, suya dikey olarak batırılan ve etkili yüzey alanı olan bir çeşit sentetik halı özelliğindeki AquaMats adlı bir biyofiltrasyon aracı kullanılmaktadır. Çöktürme tankında AquaMats biyofiltrasyon ekipmanı kullanıldığında, askıda katı madde arıtımının arttığı, tankın ilk bölümünde hem normal çalışma sırasında (% 84) hem de temizleme ve hasat sırasında (% 94) askıda katı maddenin büyük bir bölümünün giderildiği belirtilmiştir (Stewart et al. 2006).
- Danimarka'da su ürünleri işletmeleri çıkış sularının alıcı ortam sıcaklığını en fazla 3 °C artırmaya izin verildiği belirtilmiştir. Çizelge 7.1'de işletme çıkış sularındaki diğer özellikler için zorunlu değerler sunulmuştur.

Çizelge 7.1. Danimarka'da su ürünleri işletmeleri çıkış suyuna ilişkin zorunlu değerler (Bergheim and Cripps 1998)

Özellikler	Konsantrasyondaki maksimum artış (mg/L)
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı	1,00
Askıda katı madde	3,00
Toplam fosfor	0,05
Amonyak-azotu	0,40
Toplam azot	0,60