

## Su Ürünleri Yemlerinin Çevreye Etkisi

\*Önder Yıldırım<sup>1</sup>, A. Yıldırım Korkut<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sinop Su Ürünleri Fakültesi, 57000, Sinop, Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\*E mail: onyil@hotmail.com

**Abstract: Effect of aquafeeds on the environment.** Living creatures and inorganic materials creates the environment. There is a continuous and uninterrupted relationship between them. This relationship has created a "natural balance". All the people of the world agree about preserving wild (Natural) life. Aquaculture and especially fish farming in cages have been discussed as negative potential effects on water. Fish farming has caused pollution with factors such as Nitrogen, Phosphorus, particulate and other organic materials. Aquafeeds have 0.9-1.5% content of Phosphorus and 7-8% content of Nitrogen. Turkey aquafeed production was 47.365 tonnes in 2003. This amount included approximately 4026 tonnes of phosphorus (474 tonnes) and nitrogen (3552 tonnes) of which an estimated 3105 tonnes (342 tonnes phosphorus, 2763 tonnes nitrogen) were unused and remained in the environment. Negative effects of aquaculture could be reduced by using quality feeds and high energy feeds, using optimum feeding tables, quality farm management, off-shore cages, cage rotation, trying poly-culture.

**Key Words:** Aquaculture, aquafeed, phosphorus, nitrogen, environment.

**Özet:** Canlı ve cansız varlıkların bir arada bulunduğu ortam çevreyi oluşturmaktadır. Canlı ve cansız varlıklar arasında sürekli ve kesiksiz bir ilişki vardır. Bu ilişkiye doğa dengesi denilir. Evrensel anlamda tüm dünya insanları doğal hayatın korunması yönünde hem fikirdir. Son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinin ve özellikle kafeslerdeki balık yetiştiriciliğinin su ortamındaki olumsuz potansiyel etkileri tartışılmaktadır. Balık çiftliklerinde kirliliğe yol açan etmenler fosfor, azot, organik maddeler ve suda asılı katı maddelerdir. Genel anlamda su ürünleri yemlerinde %0.9-1.5 oranında fosfor, %7-8 oranında azot bulunmaktadır. 2003 yılında Türkiye'de toplam su ürünleri yemi üretim miktarı ton gerçekleşmiş 47.365 ton ve bu miktarda kabaca 4026 ton fosfor ve nitrojen bulunmaktadır (474 ton fosfor, 3552 ton nitrojen). Çevreye bırakılan fosfor ve nitrojen miktarı ise 3105 ton (342 ton fosfor, 2763 ton nitrojen) olup, diğer kaynaklardan (evsel, tarımsal, endüstriyel vb.) gelenlerle kıyaslandığında oldukça azdır. Türkiye'de su ürünleri yetiştiriciliğinin çevreye etkisinin azaltılmasının temelini iyi yer seçimi, kaliteli yem kullanımı, yüksek enerjili yem kullanımı, en uygun yemleme cetvelinin uygulanması, kaliteli-sorumlu bir işletme yönetimi, ortamın taşıma kapasitesinin aşılması, rotasyon, açık deniz kafesleri, polikültür yetiştiriciliğinin geliştirilmesi oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Su ürünleri yetiştiriciliği, su ürünleri yemleri, fosfor, azot, çevre.

### Giriş

Su ürünleri yetiştiriciliği yapan çiftlikler, konumları gereği endüstrileşme ve şehirleşmeden uzak doğal alanlarda kurulmaktadırlar. Bu tür işletmeler diğer hayvan yetiştiriciliği işletmelerinden farklı olarak doğrudan çevreyle içicedir ve yetiştiricilik sahasını bir sınır ile doğal ortamdan ayırmak mümkün olmamaktadır. Son yıllarda kapasite ve sayı olarak hızlı bir artış içinde olan bu tür işletmeler, hızlı artışa paralel olarak daha geniş alanlara yayılmış, üretim faaliyetlerinin modernleşmesi ve teknolojilerinin ilerlemesi ile daha fazla su, yem, kimyasal maddeler kullanarak bunları çevreye daha fazla deşarj etmeye başlamışlardır. Bunun sonucunda su ürünleri işletmeleri bazı çevrelerden tepkiler almaya başlamış çevreye zarar verdikleri düşüncesiyle özellikle turizmciler tarafından suçlamalara hedef olmuşlardır. Yapılan suçlamalarda bu tür işletmeler tamamen zararlı olarak gösterilmekte ve konuya yabancı kişilerin gözünde su ürünleri işletmeleri, çevre düşman olarak hedef atılmaktadır. Yetiştiricilik ve turizm sektörü karşı karşıya getirilmelerinden ziyade, bir birleriyle uyumlu bir şekilde faaliyet alanlarını paylaşmalı ve desteklemelidirler.

### Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Yararları

Su ürünleri yetiştiriciliği; tüketime uygun, ekonomik değeri olan deniz ve tatlısu canlılarının bilimsel yöntemler ile ticari olarak, doğal ve yapay ortamlarda optimum ekolojik şartlar sağlanarak, yumurta eldesinden başlayıp, canlıların tüm yaşam evrelerini kontrollü koşullar altında tutularak yapılan üretim şeklidir (Council of European Communities, 1992).

Su ürünleri yetiştiriciliği gıda üretiminin artmasına, daha iyi beslenme olanakları yaratılmasına ve halk sağlığının gelişmesine, gelir sağlanmasına, döviz girdisinin artmasına, doğal balık avcılığına olan baskının azalmasına, düşük ekonomik değere sahip deniz sahalarının besin üretimine katkıda bulunmasına yardımcı olmaktadır (Anonim, 1993). Tüm yetkililer tarafından kabul edilen kanı, avcılıkla elde edilecek üretimin büyük oranlarda artmayacağıdır. Bu açığın kapatılmasında su ürünleri yetiştiriciliği önemli bir yer tutacaktır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinin sosyo-ekonomik yararlarının yanında bir çok yararı daha vardır. Bunlar;

-Balıkçılık üzerine olan baskının düşmesine yardımcı olmaktadır. Kuluçkahanelerin gelişmesi sonucunda doğal balık stoklarının artırılması ve stokların devamı sağlanabilmesidir.

-Ötrofik sularda yapılan kabuklu ve su bitkileri üretimi sulardaki besleyici organik maddelerin artmasına önlemektedir. Bunun tam tersi olarak oligotrofik sularda yapılan yetiştiricilik çalışmaları organik ve besleyici element atımına bağlı olarak üretiminin artmasını sağlamaktadır.

-Su ürünleri yetiştiriciliği temiz ve kaliteli suya ihtiyaç duyduğundan çevre bilincinin artmasına yardımcı olmaktadır.

-Ülkelerin ekonomilerine hatırı sayılır katkı sağlamaktadırlar (FAO, 1992).

Bunca yararı olan bir yetiştiricilik sisteminin elbette ki çevreye etkisi olacaktır. Bu etki tarım, yerleşim, endüstri, alt yapı tesisleri gibi insan aktivitelerinden kaynaklanan etkilerden oldukça düşüktür (Pillay, 2004). Su ürünleri yetiştiriciliği artması ile birlikte yarı kıyısız alanı kullanan diğer sektörlerle yoğun sorunlar yaşanmaya başlamıştır. Bu sektörlerin su ürünleri yetiştiriciliğine getirdiği en önemli suçlama işletmelerin çevreyi kirlettiği konusunda, herhangi bir veriye dayanmadan ileri sürülen iddialardır. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki, yetiştiriciliğin çevreye etkisi kalıcı olmayıp, kısa bir zaman diliminde yok olacak niteliktedir. Denizlerin kirletici etmenlerine bakıldığında evsel, endüstri, kanalizasyon, sintine suları gibi kirleticilerin oluşturduğu kirlilik boyutları çok daha önemli bir seviyededir.

### **Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Çevreye Etkisi**

Su ürünleri yetiştiriciliğinin çevreye etkisi, yetiştiricilik metodunun çeşidine, üretim kapasitesine ve yetiştiricilik yapılan alanın biyolojik, kimyasal ve fiziksel karakterine bağlı olarak değişmektedir (GESAMP, 1991).

#### **Zenginleştirme**

Yem ve fekal pelet atıkları sediment tabakasında birikirken, çözülebilir atıklar su kolonunda dağılır. Balıklar tarafından tüketile azotlu bileşiklerin yaklaşık %70'i çözülebilir amonyum ve üre olarak atılırken, vitaminler gibi diğer çözülebilir bileşiklerle birlikte hiper nütrifikasyona yol açar. Hipernütrifikasyonun yol açtığı lokal ötrofikasyon sonucu fitoplankton ve zooplankton tür kompozisyonlarında değişimler görülebilir (Çelikkale ve diğ., 1999).

#### **Oksijen Tüketimi**

Yetiştiricilik çalışmaları, oksijen kullanımını sınırlamaktadır. Organik atıkların depolanması sediment tarafından kullanılan oksijenin artmasına ve sonuçta dip kısmındaki oksijen tükenmesine sebep olmaktadır (GESAMP, 1991).

### **Yabani Türler ile Çiftliklerden Kaçan Kültür Balıkların Etkileşimleri**

Çiftliklerden kaçan balıklar, ortama hakim bir hale gelebilmektedirler. Bunun yanında yetiştiriciliğe uygun ve doğal ekosisteme adaptesi zor olan kültür balıkların yetiştiricilik sistemlerinden kaçıp, doğal stoklarla melezlendiğinde, ekosistemde yaşaması zor olan yeni ırkların gelişmesine sebep olabilmektedirler (GESAMP, 1991).

### **Kimyasal Bileşiklerin Çevreye Etkisi**

Bakteriyel hastalıkların tedavisinde kullanılan antibiyotik ve diğer amaçlarla kullanılan kimyasalların yakın çevredeki çeşitli canlılarda (bunlara örnek balık, midye, karides, istakoz) biyoakümülyasyonu söz konusudur (Çelikkale ve diğ. 1999). Ortamda bulunan bakteriler antibiyotiklere karşı direnç kazanırlar. Direnç bir bakteriden diğerine geçer ve sonunda insana kadar varabilir (Anonim, 1993).

### **Görsel Kirlilik**

Su ürünleri yetiştiricilik işletmelerinin diğer sektörler tarafından tepki almasındaki en büyük nedenlerden biriside oluşturdukları görüntü kirliliğidir. Özellikle ülkemizde hızlı ve plansız bir yayılım gösteren ağ kafes işletmeleri bu kirliliğin ana nedenleridir.

### **Balık Beslemenin Çevreye Etkisi**

Beslemenin oranı, kalitesi ve kontrolü yetiştiricilik sisteminin tipini belirlediği gibi yetiştirilen ürünün kalitesi, pazar boyuna ulaşma süresinin de belirleyici faktördür. Besleme ve yemleme işletme faaliyetleri içinde oldukça önemli yer tutmaktadır. İşletme giderlerinin %45-65'nin yem giderlerinden oluşması besleme faaliyetlerinin yoğunluğunu ve önemini kanıtlamaktadır.

Balık beslemede kullanılan yemler kuru, yaş ve nemli formlarda hazırlanmaktadır. Yemlerin yapıları bir birinden çok farklı olmasına rağmen hepsi beslenecek türün ihtiyaçlarına göre değişen miktarlarda protein, karbonhidrat, yağ ile mineral, vitamin, pigment maddeleri gibi katkı maddeleri içermektedir. Yemleri oluşturan hammaddelerin çeşit ve miktarları beslenecek türün ihtiyacına ve sindirim özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Yemlerin yapım şekilleri ve yapımında kullanılan maddeler farklı olmasına rağmen hepsi aynı besin maddelerinden oluşmaktadır.

Su ürünleri işletmelerinde yapılan yoğun yemleme sırasında oluşan yem kayıpları ile balık tarafından yemin alınmasından sonraki sindirim ve metabolik faaliyetler sonucu çevreye bir atık boşaltımı olmaktadır. Bu atıklar çevrenin özelliğine göre değişen zararlı etkilere sebep verebilmektedir.

### **Besleme Kaynaklı Atıkların Çevreye Boşaltımı**

Yem kayıplarının oluşumu ve kayıp miktarı farklı faktörlerin etkisi altındadır. Bunların başında beslenecek olan türün yem alma alışkanlığı gelmektedir. Kimi türler yüzeyden yem alırken kimileri dipten veya su kolonundan yem almaktadırlar. Ancak yavaş yem alan türlerin beslenmesinde suda daha stabil kalabilen yüzen yemlerin kullanılması daha yararlıdır (NRC, 1993).

Yemleme metodu, yem miktarı ve yemleme zamanı da önemlidir. Yemleme zamanı da yem kayıplarının oluşmasında etkilidir. Beslenecek balığın günün hangi saatinde daha iyi yem aldığı gözlenmeli ve buna uygun bir programlama yapılmalıdır. Yem miktarının belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar su sıcaklığı, suyun oksijen durumu ve balığın büyüklüğüne bağlı olarak kullanılır. Yemleme sırasında

gelişigüzel bir yemleme yerine bu faktörler göz önüne alınarak verilecek yem miktarı hesaplanmalıdır.

Danimarka'daki alabalık çiftliklerinde yapılan çalışmada havuz ve tanklardaki balıkların beslenmesinde iskarta balık kullanıldığında %10-30, yaş peletler kullanıldığında %5-10, kuru yemler kullanıldığında %1-5 kayıp meydana geldiği tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada kafeste salmon yetiştiriciliği sırasında yem kayıplarının %20 olarak tespit edilmiştir (Pillay, 2004).

#### *Dışkı ve Metabolik Atıklar*

Yemi oluşturan tüm bileşenler aynı zamanda metabolizma ürünleri olarak atık haline gelmektedirler. Bu atık ürünler organik karbon, organik nitrojen (karbonhidrat, lipid,protein), amonyum, üre,bikarbonat,fosfat, vitaminler ve pigment maddelerinden oluşmaktadır. Dışkı ve metabolik atıkların miktarı stok yoğunluğuna ve kullanılan yemin kalitesine göre değişmektedir (Pillay, 2004). Stok yoğunluğu arttıkça ortama bırakılan total atık miktarı ve bunun sonucunda çevreye olan etkisi artmaktadır. Balıklarda sindirim besinin kimyasal ve fiziksel karakteri ile balığın sindirim sisteminde ürettiği enzimlerin çeşit ve miktarı ile orantılıdır. Balıklar bu noktada karnivor, omnivor ve herbivor olmak üzere 3'e ayrılmaktadırlar. Karnivor balıklar hayvansal kaynaklı besinlere ihtiyaç duymakta olup sindirim sistemleri balık uzunluğunun 1/2'si ile 2/3 arasındadır. Omnivor türler ise hem hayvansal hem de bitkisel kaynaklı besinleri tüketmektedirler. Herbivor balıklar ise bitkisel kaynaklı besinleri tüketmektedirler (New, 1987). Sindirimde görev alan enzimlerin en önemli üretim yerleri mide, bağırsak mukozası, pankreas ve pilorik keselerdir (NRC, 1993).

Balıklar aldıkları besinlerdeki karbonhidrat, protein ve yağ midede parçalanarak küçük moleküllü birimlere dönüşürler. Barsak çeperinden dolaşım sistemine emilen bu birimler vücudun çeşitli dokularına taşınırlar ve çeşitli tepkimelerle yeniden tekrar büyük moleküllü maddelere dönüşürler. Bunların kimisi metabolizmaya uğrayarak enerji üretir, kimisi de büyüme şeklinde vücutta birikir. Bu sindirim ve metabolik faaliyetler sonucu dışkı ve metabolik atıklar oluşur. Genel olarak balıklar aldıkları her 1 kg yemin (besinin) kuru ağırlık olarak 260g'ını dışkı olarak suya bırakmaktadır. Bu dışkının içeriği, alınan besinin içeriğine ve maddelerin sindirilme oranlarına göre değişmektedir. Alabalık dışkılarının %30 karbon, %4 nitrojen ve %2 fosfor içerdikleri tespit edilmiştir (Pillay, 2004). Dışkının yanı sıra, metabolik faaliyetler sonucunda ortaya çıkan ürünlerde oldukça etkilidirler. Bunlardan amonyum ve üre ilk sırayı alan ürünlerdendir. Amonyum ve üre içerisindeki azot miktarı dışkı ile atılanın oldukça üstündedir. Azot amonyak halinde solungaçlardan veya üre, amonyum, ürik asit, trimetilamin oksit (TMAO) gibi formlarda böbrekler yoluyla suya bırakılmaktadır. Toksik bir yapıda olan amonyak diğer canlılardan farklı olarak balıklarda daha çok solungaçlardan atılmaktadır. Solungaç yolu ile atılan amonyak miktarı böbrek ile atılanın 5-10 katıdır. Bir öğün beslenen grup ile 22 gün aç bırakılan gruptaki üre boşaltımı sabitken amonyak miktarı

beslenmeye bağlı olarak değişmektedir (Çakır, 1994). Azot kaynaklı diğer ürünler nitrit ve nitratdır. Üre ve amonyum olarak atılan nitrojen miktarı, alınan her ton yem için 32 kg olarak tespit edilmiştir (Pillay, 2004).

#### **Beslenme Kaynaklı Atıkların Çevreye Etkisi**

Balıkların beslenmesi sırasında oluşan atıkların çevreye boşaltımı ekosistemde zararlı etkilere yol açmaktadır. Bunlar sedimentin organik zenginleşmesi ve atıklara bağlı olarak su kalitesi değişimleridir.

#### *Sedimentin Organik Zenginleşmesi*

Bu kirlilik özellikle ağ kafes yetiştiricilik sistemlerinde karşılaşılan sorunların başında gelmektedir. Kirliliğin oluşumunda yem kayıpları ile dışkı ve metabolik atıklar rol oynamaktadır.

Organik zenginleşme su dibinin dinamik yapısı ve su değişimi ile doğrudan etkilidir (FAO, 1992). Organik atıklar, işletmelerin su tahliye borularının döküldüğü yerlerde ve ağ kafeslerin altında toplanmaktadır. Bu toplanma sonucu sediment havasız kalmakta ve dolaylı olarak sisteme geçen organik karbon miktarı artmaktadır. Organik atıkların ekosisteme girmesiyle bir seri kimyasal ve biyokimyasal olaylar ortaya çıkmaktadır. Ortama giren karbon aerobik metabolizmaların artışına sebep olabilmektedir. Zemine çöken karbon (katı veya dışkı şeklinde) mevcut oksijeni tüketir ve sedimentler yavaş yavaş oksijensiz hale gelmektedir. Mikroflora anaerobik türlere değişir; metan ve hidrojen sülfid üreten bakteriler ortaya çıkar. Bunun yanında suda askıda kalan atıklar suyun bulanmasına ve balığın beslenmesinin zorlaşmasına neden olmaktadır.

#### *Atıklara Bağlı Olarak Su Kalitesi Değişimleri*

Su içindeki çözünmüş nütrientlerin artışı su kalitesinde bozulmalara neden olmaktadır. Çözünmüş nütrientler NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub> ve vitaminlerden oluşmaktadır. Bu nütrientlerin ortama girişi yem kayıpları, besin atıkları ve metabolik atıklar ve havuz deşarj sistemlerinden ileri gelmektedir (Anonim, 1993). Ortamdaki nütrientlerin artışına bağlı olarak ortaya çıkan sorunların en büyüğü hipernütrifikasyon ve ötrofikasyondur. Hipernütrifikasyon suda çözünemeyen nütrientlerin konsantrasyonunun artışı ile meydana gelirken, ötrofikasyon ise hipernütrifikasyon sonucunda fitoplanktonların gelişimi ve verimliliğinin artışı ile ortaya çıkmaktadır.

Entansif balık yetiştiriciliği sürekli olarak önemli miktarlarda yem kalıntıları, dışkı ve boşaltım ürünleri şeklinde organik atık üretir. Çok kabaca olarak, yemdeki besin elementlerinin yaklaşık 1/4'ü balık eti olarak hasat edilirken, 3/4'ü ortamda kalır. Yem ve dışkı (fokal) atıkları sediment tabakasında birikirken, çözülebilir atıklar su kolonunda dağılır. Balık tarafından tüketilen azotlu bileşiklerin yaklaşık %70'i çözülebilir amonyum ve üre olarak atılır ve vitaminler gibi diğer çözülebilir bileşiklerle birlikte besin elementlerinin konsantrasyonunu artırarak lokal hipernütrifikasyona buda, birincil üretimdeki artışa veya ötrofikasyona yol açabilir (Çelikkale ve diğ. 1999).

## Nitrojen ve Fosfor

### Nitrojen ve Fosforun Balık Beslemedeki Yeri

Nitrojen tüm canlıların beslenmesinde çok önemli yeri olan temel besin maddelerinin yapılarına katılmaktadır. Proteinlerin element yapısının %15-18'ini oluşturan nitrojen, aynı zamanda yağların yapısında da yer almaktadır. Fosfor ise, balıklar için esansiyel bir besin maddesi olup, %85-90 oranında kemiklerin ve dişlerin yapısında yer almaktadır (Hoşsu ve diğ. 2001).

Yemlerdeki nitrojen miktarı yemin besin madde içeriğine göre değişmektedir. Yemin protein içeriğinin artması doğrudan nitrojen miktarının artmasına sebep olmaktadır. Tablo 1'de İskandinav ülkelerinde salmon yetiştiriciliğinde kullanılan yem tiplerinin nitrojen ve besin madde içerikleri verilmiştir (Pillay, 2004).

Balıkların fosfor ihtiyaçları türlere göre değişmektedir. Tablo 2'de bazı balık türlerinin fosfor gereksinimleri görülmektedir.

**Tablo 1.** İskandinav ülkelerinde salmon yetiştiriciliğinde kullanılan yem tiplerinin nitrojen-fosfor ve besin madde içerikleri (Pillay, 2004).

Kompozisyon (g/kg)	Yaş Yem	Kuru Yem (Düşük Enerjili)	Kuru Yem (Yüksek Enerjili)
Kuru Madde	325	900	900
Protein	170	500	450
Yağ	60	120	240
Karbonhidrat	50	150	100
Nitrojen	27	80	72
Fosfor	4	15	10
Brüt Enerji (MJ/kg)	1.3	4.5	5.2

**Tablo 2.** Bazı balık türlerinin fosfor ihtiyaçları (Stickney, 1994).

Tür	Gereksinim (%Yem)
Gökkuşuğu Alabalığı	0.7
Salmon	0.6-0.7
Sazan	0.7
Yayın Balığı	0.4-0.8
Tilapia	0.9
Yılan Balığı	0.3
Mercan	0.6
Red Drum	0.86

Balıklar ihtiyaç duydukları fosforun çok az bir miktarını sudan karşılayabilmektedirler. Sağlıklı bir kemik gelişimi ve metabolizma için yeterli olmayan bu miktarın geri kalan kısmı yemlerle birlikte verilmelidir.

Yemler doğal olarak, yemi oluşturan hammaddelerden dolayı yüksek miktarlarda fosfor içermektedir. Ancak hammaddelerden gelen bu fosfor balıklar tarafından tam olarak sindirilememektedir. Bu yüzden yemlere ek olarak mineral karması şeklinde fosfor eklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Yemlere ek olarak konulan fosforlar inorganik fosfat şeklindedir. Sodyum fosfat, kalsiyum fosfat, potasyum fosfat yemlerde fosfor kaynağı olarak kullanılan başlıca fosfatlardır. Bazı hammaddelerin fosfor içerikleri Tablo 3'te verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi balık yemlerinde yüksek oranlarda kullanılan balık unu, et-kemik unu gibi hammaddeler yüksek oranlarda fosfor içermektedirler. Hammaddelerden kaynaklanan fosforun sindirilme oranları balık türlerine göre

değişmektedir. Özellikle bitkisel ürünlerdeki fosforun balıkların sindiremeyeceği "fitin fosfat" halinde bulunması bu tür hammaddelerdeki fosforun sindirebilirliğini %60- 70 oranında düşürmektedir.

**Tablo 3.** Bazı hammaddelerin fosfor içerikleri (Ergül, 1994).

Hammadde	Fosfor İçerikleri (%)
Balık unu	2.82
Buğday unu	1.43
Et-Kemik unu	5.08-6.38
Kan unu	0.16
Kasein	0.82-0.90
Mısır gluteni unu	0.80
Soya unu	0.80

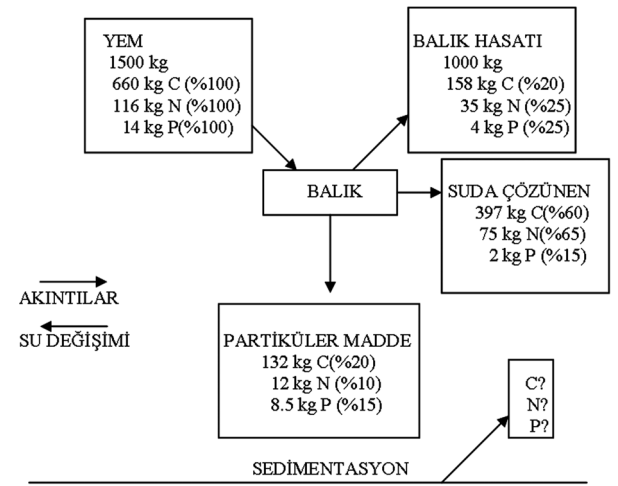
### Nitrojen ve Fosforun Çevreye Boşaltımı

Azot ve fosforun çevreye atılımı yem kayıpları, dışkı ve metabolik atıklar sonucu olmaktadır. Kuzey Avrupa ülkelerinde, kullanılan som balığı yemlerinin fosfor içeriği yaş yem'de 4 g kg<sup>-1</sup>, düşük enerjili kuru yem'de 15 g kg<sup>-1</sup> yüksek enerjili kuru yemde 10 g kg<sup>-1</sup> olduğu bildirilmektedir (Pillay, 2004).

Balıkların fosfor kullanım ve gereksinim miktarları göz önüne alındığında yemlerdeki fosforun fazlalığı ortaya çıkmaktadır. Fazla olan bu fosfor kullanılmadan suya bırakılmaktadır. Yapılan bir çalışmada dışkı ile atılan fosforun dışkı miktarının %2'si oranında olduğu tespit edilmiştir (FAO, 1992).

1000 kg balık hasat etmek için 1500 kg yem kullanan bir salmon kafesinden karbon, nitrojen ve fosfor boşaltımını hesaplamıştır. Bununla ilgili veriler Şekil 1'de verilmiştir.

**Şekil 1.** Tipik bir salmon kafesinden denizel ortama giren ortalama nütrient (N,P) ve organik (C) yükleri. FCR 1.5 yaklaşık C,N ve P içeriği sırasıyla %44,%7.7,%0.9

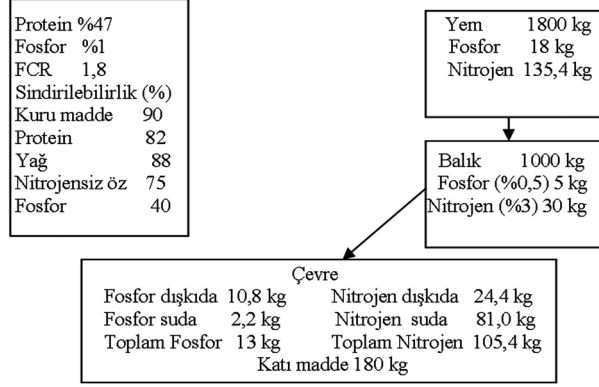


Şekil 1'de görüldüğü gibi, organik olarak 132 kg C, 12 kg N, 8.5 kg P ve çözülmüş formda 397 kg C, 75 kg N, 2 kg P suya boşaltılmaktadır (Çelikkale ve diğ. 1999).

Alvarado (1997) ise, 1000 kg çipura üretmek için 1800 kg yem gerektiğini ve bunun %1 oranında 18 kg fosfor ve %7.38 oranında 135,4 kg nitrojen olduğunu belirtmiştir. Bu

durumda balık vücudunda 5 kg fosfor, 30 kg nitrojen tutunurken, alıcı ortama ise 180 kg katı madde, 13 kg fosfor ve 105,4 kg nitrojen eklenmektedir (Şekil 3).

**Şekil 2.** 1000 kg çipura yetiştiriciliğinde balıkta tutulan ve ortama giren fosfor ve nitrojen miktarları



#### Nitrojen ve Fosforun Çevre Üzerine Etkisi

Yemlerle alınan azotun balık türlerine göre değişmekle beraber yaklaşık %20-30'u balık vücudunda tutulmakta, geri kalan %70-80 oranındaki miktar suya boşaltılmaktadır. Amonyum ve üre formunda olan nitrojen fitoplanktonların gelişmesini hızlandırmakta ve ötrofikasyona sebep olmaktadır. Fosforun etkisi de sudaki oksijen miktarının fosforun yol açtığı bakteriyolojik olaylara bağlı olarak çok düşmesidir. Bunun sonucunda sudaki yaşam ve organizmaların miktarında değişiklikler meydana gelmektedir.

#### Nitrojen ve Fosforun Çevreye Atılımının Azaltılması

Çevresel kapasite diğer adıyla alabilme, hazmedebilme, özümseyebilme kapasitesi; çevrenin artık maddelerin çevreye dökülmesi gibi belirli bir aktiviteye, bu aktivitenin hızına, kabul edilemez ölçüde bir zararlı etki görülmeden tahammül edebilme ölçüsüdür. Yani ekosistemin artık maddelerin belirli konsantrasyonlarıyla, belirgin bir zararlı etki ortaya çıkmadan baş edebilme kapasitesidir.

Nitrojen ve fosfor atılımından kaynaklanacak kirliliğin azaltılmasının ilk yolu işletmenin kurulacağı yerin uygun şartları taşımasıdır. Denizel işletmeler bol akıntılı yerlerde, iç su işletmeleri ise göl gibi doğal su kaynaklarına ve insan kullanımına açık içilebilir su kaynaklarına uzak yerlerde kurulmalıdır.

Nitrojen ve fosfor atılımının azaltılması için kullanılan diğer yöntemler, yem formüllerinin değiştirilerek mevcut fosfor ve nitrojen miktarının azaltılması ve kullanımının artırılmasına dayanmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde balığın optimum protein ve enerji gereksinimlerin karşılanması durumunda yenilmeyen yem israfı ve nütrientlerin kaybı önlenecektir. Balıklarda ana enerji kaynağı olarak proteinler kullanılır. Bu enerji kaynağı protein dışında yağ ve karbonhidratlardan sağlanma yoluna gidilebilir. Yüksek enerjili yemler kullanımıyla proteinden yararlanma yükselirken nitrojen boşaltımı düşer (Gelineau ve diğ. 2001).

Özellikle alabalık, som gibi balıkların beslenmesinde kullanılan bu tür yemlerde, metabolik faaliyetler için gerekli enerji yemdeki yağ içeriğinin artırılması ile sağlanmaktadır. Johnsen ve diğ. (1991) tarafından salmon balıklarının üzerinde yapılan bir çalışmada, %22 ve %30 yağ içeren iki ayrı yemi, Atlantik salmonu üzerinde denemişler ve %30 yağ içeren yemin azotta (amonyak olarak) %35, fosforda %22 daha az kirlilik meydana getirdiğini bulmuşlardır.

Norveç salmon endüstrisinde yem kayıpları pelet yemlerde %9 iken, ekstruder yemlerde bu değer %2 olarak bildirilmiştir (De Silva and Anderson, 1995). Avrupa ülkelerinde kademeli olarak yüksek enerjili yemlere geçiş olmakta ve pelet yemlerin yerini ekstruder yemler almaktadır (Tablo 4; Alvarado, 1997).

**Tablo 4.** Bazı Avrupa ülkelerinde temel yem karakterleri.

Ülkeler	Norveç	Danimarka	Yunanistan
Balık Türü	Salmon	Alabalık	Çipura-Levrek
Market büyüklüğü	4-5 kg	250-300 g	400-800 g
Yem Tipi	Ekstruder Yüksek Enerjili	Ekstruder Standart	Ekstruder Yüksek Enerjili
Protein (%)	38	40	45
Yağ (%)	33	30	30
Fosfor (%)	0.9	0.9	0.9
FCR	1.2	1.3	0.9
			Pelet
			Ekstruder
			44-48
			11-17
			1.2
			2.5
			1.8-2.0

#### Sonuç ve Öneriler

Su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin alıcı ortama verdiği tahribatlar incelendiğinde, insan aktiviteleri sonucunda ortaya çıkan etkilerden daha az olduğu gözlenmektedir. Yetiştiricilik yapan işletmelerin sayısı ve kapasitesindeki artış doğrudan bu alanda kullanılan yem miktarının artmasına sebep olmuştur. 2003 yılı rakamlarına göre Türkiye genelinde toplam su ürünleri yemi üretim miktarı 47.365 ton'dur. Yem karması içinde kabaca %1 oranında olan fosfor ve %7,5 oranında olan nitrojen miktarları, bu toplam su ürünleri yemi içinde hesaplandığında 474 ton fosfor ve 3552 ton nitrojen olarak bulunmaktadır. Bunun balıklar tarafından kullanılmayan yaklaşık toplamda 3105 ton/yıl (342 ton fosfor; 2763 ton nitrojen) çevreye atılmaktadır.

Bunun yanında İzmir İç Körfezine gelen fosfor miktarı 2219 ton/yıl ve nitrojen miktarı 50240 ton/yıl'dır. Kuzey doğu Akdeniz'e taşınan fosfor miktarı 19000 ton/yıl ve nitrojen miktarı 51000 ton/yıl'dır (TÇV, 1999). Türkiye genelinde, 3105 ton/yıl olarak alıcı ortama bırakılan fosfor ve nitrojen miktarları diğer kaynaklarla kıyaslandığında oldukça düşüktür.

Su ürünleri yetiştiricilik işletmelerinden kaynaklanan fosfor kirliliğinin azaltılması çalışmaları henüz ülkemizde yeterli düzeyde değildir. Özellikle yem sektöründe çalışan firmaların ve piyasada bulunan yem çeşitlerinin azlığı yemlerdeki fosfor oranlarının azaltılmasına yönelik çalışmalar için ekonomik olmamaktadır. Bu yüzden ülkemiz için yapılacak çalışmalar, işletmelerin yoğun olarak gözlenmesi, çevresel kapasitelerinin hesaplanması, işletmelerin kurulacağı yerlerin seçiminde özen gösterilmesi ve en önemlisi besleme,

yemleme oranları ve tekniklerinin geliştirilmesi ile mümkün olacaktır. Bu tür çalışmalar çevrenin korunumu yanında işletmelerin ekonomik yönden de gelişmesine yardımcı olacaktır.

Yetiştiriciliğin çevreye olan etkisini azaltmak için yapılması gereken bir dizi önlem daha vardır. Bunlar arasında en önemlileri;

-Hem işletme hem de çevre için, suda arzulanılan sürede kalabilen ve balıklar tarafından tamamen tüketilebilecek yem tipleri (ekstruder yem) seçilmelidir.

-Yetiştirilen canlıların optimum protein ve yağ oranları belirlenip, yüksek enerjili yemler kullanılarak fosfor ve nitrojenin alıcı ortama yükü azaltılmalıdır. Yem rasyonlarında sindirilebilirliği yüksek besin maddeleri seçilmelidir.

-Yemlerde enzim kullanımı bitkisel protein değerlendirimini arttıracak, protein kaynağı olarak daha az fosfor içeren bitkisel ürünler kullanılarak alıcı ortama yüklenen fosfor ve nitrojen miktarı azalacaktır.

-Yetiştirilen türü beslemede iyi bir yemleme cetveli uygulanmalıdır.

-Havuz ve tanklarda yapılan yetiştiricilikte işletmeden çıkan atık su arıtmaya tabi tutulmalıdır.

-İşletme alanı seçilirken, deniz derinliğinin kafes derinliğinin en az üç katı olmasına dikkat edilmeli, mümkün olduğunca kıyıda uzaklaşmalı (off-shore kafes yetiştiriciliği), düşük akıntılı yerler yerine, dinamik deniz alanlarının seçilmesine dikkat edilmelidir.

-Yetiştiricilik alanının rotasyon veya yer değiştirmeye müsait büyüklüğe sahip olmasına dikkat edilmelidir.

-Özellikle kafeslerdeki balık yetiştiriciliğinde ortamın taşıma kapasitesi aşılmalıdır.

-Stoklama yoğunluğuna dikkat edilmeli, aşırı stoklama yapılmamalıdır. Stoklamaya bağlı olarak atıkların miktarının da artacağı unutulmamalıdır.

-Polikültür yetiştiricilik (deniz balıkları ve kabuklu) sistemleri geliştirilmeli ve olası ötrofikasyonun önüne geçilmelidir.

Yukarıda söylenen önerilerin yetiştiriciler tarafından uygulanması ve dikkate alınması durumunda su ürünleri işletmelerinden kaynaklanan etkilerin en aza ineceği kuşkusuzdur. Halihazırda su ürünleri yetiştiricilik kaynaklı büyük boyutta kirlilik görünmemesine rağmen olası kirlilik faktörlerinin minimum seviyeye indirilmesi yetiştiricilik sektörünün ilerlemesine ve önüne çıkacak engellerin aşılmasında yardımcı olacaktır.

## Kaynakça

- Alvarado, J. L., 1997. Aquafeeds and the environment, In Tacon A.G.J. (ed.), Basurco B. (ed.). *Feeding tomorrow's fish*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ., p. 275-289: 2 ill. 7 graphs. 4 tables. 15 ref. (Cahiers Options Mediterraneeennes; v. 22), Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), 1996/06/24-26, Mazarron (Spain).
- Anonim, 1993. Environmental Impact of Aquaculture in Turkey and its Relationship and Sites of Special Protection, Recreation, Tourism (in Turkish). T.K.B, Tarımsal Üret. ve Geliş. Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Çelikkale, M. S., E. Düzgüneş, İ. Okumuş, 1999. Fisheries Sector in Turkey: Potential, Current State, Constraints and Recommendations (in Turkish), İstanbul Ticaret Odası, yayın No:1999-2, Lebib A.S., İstanbul. 414 s.
- Ergül, M., 1994. Compound Feeds and Technology of Compound (in Turkish), Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:384, İzmir, 284 s.
- Çakır, H., 1994. Effect of environment using artificial feed in fish culture (in Turkish), E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, Ek 16/1, Bornova, İzmir.
- Council of European Communities, 1992. Council Directive of 16 June 1992 laying down the minimum hygiene rules applicable to fishery products caught on board certain vessels in accordance with Article 3 (1) (a) (i) of Directive 91/493/EEC, 92/48/EEC, OJ L 187, 41-44 pp.
- De Silva S., Anderson T. A., 1995. Fish Nutrition in Aquaculture Chapman and Hall London, UK.
- FAO, 1992. Guidelines for the Promotion of Environmental Management of Coastal Aquaculture Development. Rome, <<http://www.fao.org/docrep/T0697E/T0697E00.htm>> (2004, June 24).
- GESAMP (IMO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution), 1991. Reducing Environmental Impacts of Coastal Aquaculture. Rep. Stud. GESAMP, (47): 35 p.
- Gélineau, A., G. Corraze, T. Boujard, L. Larroquet, S. Kaushik, 2001 Relation between dietary lipid level and voluntary feed intake, growth, nutrient gain, lipid deposition and hepatic lipogenesis in rainbow trout, *Reprod. Nutr. Dev.* 41 487-503.
- Hoşsu, B., A. Y. Korkut, A. Fırat, 2001. Fish Feeding and Feed Technology 1, E.Ü. Su Ürünleri Fak. Yayınları. No:50, İzmir, 295 s.
- Johnsen, F., M. Hillestad, E. Austreng, 1991. High Energy Diets For Atlantic Salmon, Effects on Pollution. INRA, Paris.
- Özdemir, A. 2000. Gökkuşluğu Alabalığı Beslenmesinde Yüksek Enerjili Yemler ve Protein/Enerji Metabolizması, Doktora Tezi, E.Ü Fen Bil. Enst., 159 s, İzmir.
- National Research Council, 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press. Washington, D.C. 114 p.
- New, M. B., 1987. Feed and Feeding of Fish and Shrimp, United Nations Development Programme, Food Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 275 p.
- Pillay, T. V. M., 2004. Aquaculture and the Environment, Fishing News Books, Blackwell, Oxford, Second Ed., UK, 196 p.
- Stickney, R. R., 1994. Principles of Aquaculture, University of Washington, School of Fisheries, John Wiley&Sons, Inc, New York.
- Türkiye Çevre Vakfı (TÇV), 1999. Environment Problems of Turkey (in Turkish), Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Ankara, 464 ss.