

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KESİKKÖPRÜ BARAJ GÖLÜ'NDE KAFESLERDE GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) YETİŞTİRİCİLİĞİNİN
SEDİMENT KALİTESİNE ETKİSİ**

Aslı ALPASLAN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2006

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Serap PULATSÜ danışmanlığında, Aslı ALPASLAN tarafından hazırlanan bu çalışma 02/10/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Kesikköprü Baraj Gölü'nde Kafeslerde Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Yetiştiriciliğinin Sediment Kalitesine Etkisi konulu tez, Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Sibel YİĞİT
Ankara Üniv. Biyoloji Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Serap PULATSÜ
Ankara Üniv. Su Ürünleri Anabilim Dalı

Üye : Yrd. Doç. Dr. A. Şeref KORKMAZ
Ankara Üniv. Su Ürünleri Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ülkü MEHMETOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KESİKKÖPRÜ BARAJ GÖLÜ'NDE KAFESLERDE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) YETİŞTİRİCİLİĞİNİN SEDİMENT KALİTESİNE ETKİSİ

Aslı ALPASLAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Serap PULATSÜ

Kesikköprü Baraj Gölü'nde sediment kalitesi, Aralık 2005- Mayıs 2006 tarihleri arasında iki istasyonda (I.istasyon: yaklaşık 20 ton/yıl kapasiteli gökkuşağı alabalığı kafes işletmesi tabanı, II. İstasyon- kontrol istasyonu: kafes işletmesinden yaklaşık 60 m uzaklıkta) aylık olarak belirlenmiştir.

Kafes işletmesinden alınan sediment örneklerinde belirlenen organik madde (OM), toplam karbon (TK), toplam azot (TA) ve toplam fosfor (TF) düzeylerinin kafeslerden 60 m uzaklıkta bulunan kontrol istasyonuna göre yüksek olduğu saptanmıştır. Kafes istasyonunda redoks potansiyeli (Eh) değerleri düşme göstermiş, negatif değerler mart, nisan ve mayıs aylarında ölçülmüştür. Kafes istasyonu sedimenti organik madde ve toplam azot değerlerinin kontrol istasyonu verilerine göre, sırasıyla 1.08 ve 1.3 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Kafes istasyonu sedimenti toplam fosfor ve toplam karbon düzeyleri kontrol istasyonu değerleri ile karşılaştırıldığında ise, şubat ayında maksimum olmak üzere sırasıyla 2.6 ve 1.4 katlık bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Sedimentin besin elementi konsantrasyonları, kafes işletmesi atık girdilerini yansıtmakta ve işletmenin sediment kalitesine lokalize etkileri olduğunu göstermektedir.

Araştırma bulgularının, baraj gölünde özellikle sediment kalitesi baz alınarak sürdürülebilir yetiştiriciliğin izlenmesinde, anahtar rol oynayabileceği düşünülmektedir.

2006, 47 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı alabalığı, kafeslerde balık yetiştiriciliği, sediment kalitesi, Kesikköprü Baraj Gölü

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF CAGE CULTURE OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) ON QUALITY OF SEDIMENT IN KESİKKÖPRÜ DAM LAKE

Aslı ALPASLAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Fisheries and Aquaculture

Supervisor : Prof. Dr. Serap PULATSÜ

Sediment quality in Kesikköprü Dam Lake was determined from December 2005 to May 2006 on monthly basis at two stations: first one was located under the rainbow trout cage farm with a capacity of about 20 t year⁻¹, while the second one serving as a control site was about 60 m away from the cage farm.

Examined properties including organic matter (LOI), total carbon (TC), total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) were elevated in the sediments at the cage farm in comparison with the site 60 m away. At the sampling station under the cages, redox potential (Eh) was found to decrease and negative values were measured on march, april and may. Organic matter and total nitrogen of the sediment at the cages were found to be increased by 1.08 and 1.3 times in comparison with the control site, respectively. When compared to the control station, TP and TC concentrations in the cage sediments show 2.6 and 1.4-fold increments, respectively, on february as highest increases. Nutrient concentrations of sediments reflects cage farm waste inputs and shows that cage culture has a localizing effect on the sediment quality.

It is thought that the results of this study could play a key role in monitoring sustainable aquaculture in dam lake particularly with reference to sediment quality.

2006, 47 pages

Key Words: Rainbow trout, cage culture, sediment quality, Kesikköprü Dam Lake

TEŞEKKÜR

Beni bu konuda yönlendiren, çalışmalarım süresince yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Serap PULATSÜ'ye (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), arazi çalışmalarım süresince bana yardımcı olan Ziraat Yüksek Mühendisi Umut AŞIR'a, bazı kimyasal analizlerimin yapılmasında yardımcı olan Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığında Birim Yöneticisi Sayın Aydın KÖSE'ye, istatistiki analizlerin yapılmasında yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan Sayın Akasya TOPÇU'ya (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi) teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince bana hep destek ve yardımcı olan, hoşgörülerini esirgemeyen aileme de şükranlarımı sunarım.

Aslı ALPASLAN

Ankara, Ekim 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1 Kafeslerde Balık Yetiştiriciliğinin Sediment Kalitesine Etkisi.....	4
2.1.1 Denizlerde kafeslerde balık yetiştiriciliğinin sediment kalitesine etkisi.....	4
2.1.2 İç sularda kafeslerde balık yetiştiriciliğinin sediment kalitesine etkisi.....	14
2.2 Kafeslerde Balık Yetiştiriciliğinin Bazı Fiziko-kimyasal Su Kalite Parametrelerine Etkisine İlişkin Çalışmalar.....	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
3.1 Materyal.....	18
3.2 Yöntem.....	21
4. BULGULAR.....	24
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	38
KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	47

SİMGELER DİZİNİ

Eh	Redoks Potansiyeli
TK	Toplam Karbon
TA	Toplam Azot
TF	Toplam Fosfor
TOK	Toplam Organik Karbon
TOA	Toplam Organik Azot

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 İçsularda kafeslerde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan çevresel değişimler.....	3
Şekil 2.2 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentte karbonun aylara bağlı değişimi	5
Şekil 2.3 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentte organik madde düzeyinin (%) aylara bağlı değişimi.....	5
Şekil 2.4 Tashima bölgesinde organik karbon girdisi (kg/m^2 yıl) ile redoks potansiyeli (mV) ve organik madde düzeyi (%) arasındaki ilişki.....	7
Şekil 2.5 Yokota bölgesinde organik karbon girdisi (kg/m^2 yıl) ile redoks potansiyeli (mV) ve organik madde düzeyi (%) arasındaki ilişki.....	7
Şekil 2.6 Seçilen istasyonlarda redoks potansiyelinin (Eh) aylara ve derinliğe bağlı değişimi.....	10
Şekil 2.7 Sedimentte toplam azot ve karbon değişimi.....	11
Şekil 2.8 Araştırma periyodunca kafes işletmesinin bulunduğu bölge ve kontrol bölgesindeki sedimentin fosfor düzeyinin dikey değişimi.....	12
Şekil 2.9 Kafes işletmesi ve kontrol bölgelerinde sedimentin organik madde düzeyinin derinliğe bağlı değişimi.....	13
Şekil 2.10 İstasyonlarda sediment kesitlerindeki toplam fosfor düzeyi.....	13
Şekil 3.1 Araştırma alanı ve istasyonlar.....	19
Şekil 4.1 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentte redoks potansiyelinin aylara bağlı değişimi.....	25
Şekil 4.2 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin organik madde düzeyinin aylara bağlı değişimi.....	26
Şekil 4.3 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin toplam karbon düzeyinin aylara bağlı değişimi.....	27
Şekil 4.4 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin toplam azot düzeyinin aylara bağlı değişimi.....	29
Şekil 4.5 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin toplam fosfor düzeyinin aylara bağlı değişimi.....	30
Şekil 4.6 Kafes ve kontrol istasyonunda yüzey ve dip sularında su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerlerinin aylara bağlı değişimi.....	32
Şekil 4.7 Kafes ve kontrol istasyonunda yüzey ve dip suyunun pH değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi.....	35
Şekil 4.8 Kafes ve kontrol istasyonunda Secchi derinliğinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi.....	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 İki farklı alanda kafes işletmesi ve kontrol bölgesindeki sediment kalitesi.....	6
Çizelge 2.2 Sedimentin aylara göre azot (mg/100g), fosfor (mg/100 g) ve organik madde (%) değerleri	8
Çizelge 2.3 Seçilen istasyonların bulunduğu üç bölge sedimentinde organik madde, azot ve fosfor düzeyleri.....	9
Çizelge 2.4 Bölgelerin ortalama akıntı hızına ve toplam organik madde düzeyine göre sınıflandırılması (cm/sn).....	9
Çizelge 2.5 Sediment kesitlerinde toplam organik karbon, toplam organik azot ve redoks potansiyeli değişimleri.....	12
Çizelge 2.6 İstasyonlardan alınan sediment örneklerinde (%) organik madde içeriği, pH ve fosfor değerleri.....	15
Çizelge 2.7 Kafes işletmesi ve kontrol (K-1 ve K-2) bölgelerindeki sedimentte redoks potansiyeli (mV) ölçümleri.....	16
Çizelge 2.8 Alicura Rezervuarı'nda kontrol bölgesi (A) ve kafes işletmesindeki (B) sedimentin kimyasal kompozisyonu.....	16
Çizelge 3.1 Kesikköprü Baraj Gölü'nün bazı morfometrik ve hidrolojik parametreleri.....	18
Çizelge 3.2 Kafes işletmesinde gökkuşağı alabalığı yavrularının beslenmesinde kullanılan ekstruder yem içeriği.....	20
Çizelge 4.1 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin redoks potansiyeli ve organik madde değerleri.....	25
Çizelge 4.2 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin toplam karbon, toplam azot ve toplam fosfor değerleri.....	28
Çizelge 4.3 Kafes ve kontrol istasyonunda sediment kompozisyonu.....	31
Çizelge 4.4 Su sıcaklığı ve çözülmüş oksijen değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi.....	33
Çizelge 4.5 pH ve secchi derinliği değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi.....	36

1. GİRİŞ

Ülkemizde içsu ve denizlerde su ürünleri yetiştiriciliği hızla gelişen bir sektördür. İçsularımızda ağırlıklı olarak alabalık yetiştiriciliği, denizlerimizde ise çipura ve levrek yetiştiriciliği yapılmaktadır. 2004 yılında baraj göllerinde etkin halde 4777 ton/yıl kapasiteli 72 tesis bulunduğu, kıyılarımızda deniz balığı yetiştiriciliğine uygun 122 alanda 535 işletme kurulabileceği belirtilmiştir (Anonim 2005).

Kafeslerde balık yetiştiriciliğinin alıcı ortamlar üzerindeki etkileri, su kalitesindeki olumsuz değişiklikler, alg patlamaları, alıcı sedimentlerin organik zenginleşmesi başta olmak üzere, hidrolojik düzen, drenaj, fiziki yapıların etkilenmesine ve kimyasal maddelerin kontrolsüz kullanımına bağlı olarak habitatın bozulmasıdır (Anonim 1993).

Balık kafeslerinden çevreye giren ve esas olarak karbon ve azot içeren katı organik materyalin bir kısmı (% 15 civarında) askıda katı madde olarak su kolonunda kalır ve az da olsa kafes dışındaki balıklar tarafından tüketilir. Önemli bir kısmı ise sedimentte birikerek bentik sistemin organik zenginleşmesine, bentik makrofauna ve sediment kimyasında önemli değişimlere yol açar (Ackefors and Enell 1990).

La Rosa ve arkadaşları (2002) tarafından, genel olarak kafeslerde balık yetiştiriciliğinin sedimente olumsuz etkisinin su kalitesi ile karşılaştırıldığında daha fazla olduğu belirtilirken, Soto ve Norambuena (2004), kafeslerde özellikle salmon yetiştiriciliğinin su sütununa değil, sedimente olan etkilerinin daha belirgin olduğunu vurgulamışlardır.

Schendel ve arkadaşları (2004) ise, kafes işletmelerinin çevresel etkilerini belirlemede sediment kalitesinin uygun bir araç olduğunu, sedimentteki besin elementi konsantrasyonu analizlerinin ise kafes girdilerinin perspektifini tespit etmede önem taşıdığını bildirmişlerdir.

Denizel ortamlarla karşılaştırıldığında göl ve rezervuarlar alansal olarak oldukça küçük, zayıf akıntıya sahip ve suyun değişimi günden çok ay veya yıl bazında olan alıcı ortamlardır. Bu nedenlerle içsu alanlarında kafeslerde yetiştiricilikten kaynaklanan

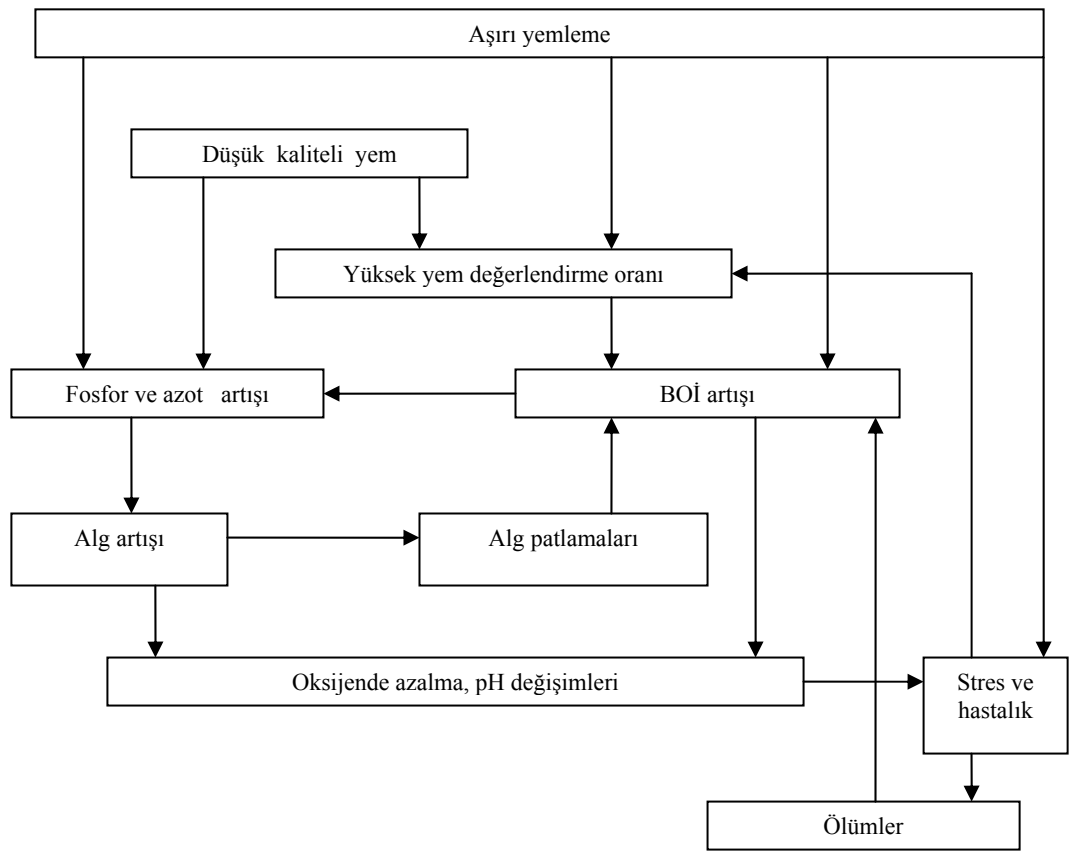
atıkların etkisi denizlerdeki yetiştiriciliğin çevresel etkilerinden çok daha fazla olabilmektedir (Beveridge *et al.* 1997).

Ülkemizde kafeslerde balık yetiştiriciliğinin yapıldığı içsu alanlarından birisi olan Kesikköprü Baraj Gölü'nde kapasiteleri 20 ile 55 ton arasında değişen toplam 5 adet alabalık kafes işletmesi bulunmaktadır. Göldeki alabalık kafes işletmelerinde uygun stok yoğunluğunun tespitine, kafes işletmelerinin su kalitesine, zooplankton ve bentosa etkilerine ilişkin bazı araştırmalar yapılmıştır (Aşır 2000, Demir vd. 2001, Karaca ve Pulatsü 2003a,b).

Bu çalışmada ise, Kesikköprü Baraj Gölü'nde gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yetiştiriciliğinin daha önce ele alınmayan sediment kalitesine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma bulguları ile baraj göllerimizde gittikçe yaygınlaşan kafeslerde balık yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği kapsamında, sedimente yönelik çalışmalara da dikkat çekilmesi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölüm kapsamında sırasıyla; araştırmaların yoğunlaştığı denizlerde ve sınırlı sayıda araştırma yapılan içsularda kafeslerde balık yetiştiriciliğinin sediment kalitesine ilişkin çalışmalar ile araştırmamız kapsamında yerinde ölçüm yapılan suyun bazı fiziko-kimyasal parametreleri ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir. İçsularda kafeslerde balık yetiştiriciliğine bağlı olarak gelişen çevresel koşullardaki genel olumsuzluklar şekil 2.1’de sunulmuştur.



Şekil 2.1 İçsularda kafeslerde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan çevresel değişimler (Laird and Needham 1988)

2.1 Kafeslerde Balık Yetiştiriciliğinin Sediment Kalitesine Etkisi

2.1.1 Denizlerde kafeslerde balık yetiştiriciliğinin sediment kalitesine etkisi

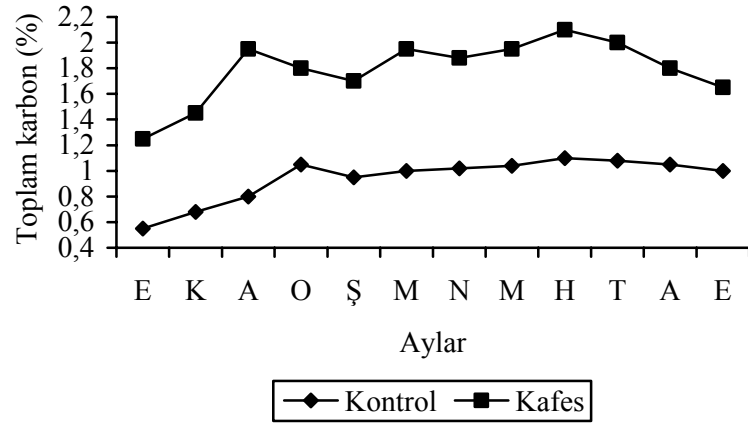
Kafeslerde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan partiküler atıklar organik ve inorganik tabiattadır. Organik atığın kaynağı yemler ve balıkların dışkısı olup, bu tip atığın ekosisteme girmesiyle bir seri kimyasal ve biyokimyasal olaylar meydana gelmektedir. Ölü bitkisel ve hayvansal organizmalarla doğal olarak sisteme giren karbon, mikroorganizmaların aerobik topluluklarını desteklemektedir. Bu durum ise makroomurgasız ve balıklara yönelik besin zincirinin temelini oluşturur. Zemine çökelen herhangi fazla karbon (katı ve dışkı şeklinde) mevcut oksijeni tüketir ve sedimentler yavaş yavaş anoksik hale gelir. Mikroflora anaerobik türlere doğru değişirerek, metan ve hidrojen sülfid üreten bakteriler ortaya çıkar. Genel olarak kafeslerde yoğun yetiştiriciliğın yapıldığı alanlardaki ağır şekilde etkilenmiş sedimentlerde mV olarak ölçülen redoks potansiyel değerlerinin düştüğü bildirilmiştir (Anonim 1993). Başka bir deyişle, pozitif redoks potansiyeli değerleri, aerobik koşulların göstergesi iken, negatif değerler anaerobik mikrobiyal prosesleri ifade etmektedir (Pearson and Black 2001).

La Rosa ve arkadaşları (2004) tarafından, alıcı ortamlarda redoks potansiyel değerlerinin kesiklilik derinliğinin (RPD); sediment renginin kahverengiden siyaha döndüğü derinlik olup görsel olarak fark edilebileceği, redoks potansiyel (Eh) ölçümleri baz alındığında ise bu derinliğin oksijensiz koşullara (-200 mV) karşılık geldiği bildirilmiştir.

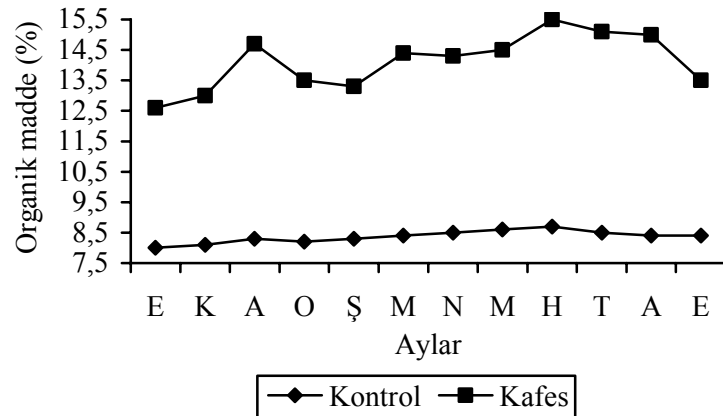
Batı İşkoçya'daki lagünlerde kafeslerin yakınındaki yüzey sedimentinde -149 ile -96 mV olarak ölçülen redoks potansiyeli değerleri; kafeslerden 25 m ve 100 m uzakta seçilen istasyonlarda pozitif değerlere ulaşarak, sırasıyla +316 - +198 ve +428 - +416 mV olarak tespit edilmiştir (Pearson and Black 2001).

Urla-İskele Karantina adası mevkiinde çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliğinin yapıldığı 11 adet ağ kafes sisteminden Ekim 1996- Eylül 1997 tarihleri arasında aylık olarak alınan sediment örneklerinde, yüzde karbon ve organik

madde analizleri yapılmıştır. Araştırmada, kafes tabanı sedimentindeki yüzde karbon miktarının % 1.25-2.10 arasında değişimler gösterdiği yıllık ortalamanın ise % 1.79 olduğu, kontrol istasyonunda ise % 0.53-1.09 arasında değişerek ortalama değerin % 0.95 olduğu belirlenmiştir (şekil 2.2). Kafes tabanındaki sediment örneklerinde organik madde düzeyi % 12.63-15.68 (yıllık ortalama: % 14.16), kontrol istasyonunda ise % 8.03-8.28 arasında değişim göstermiştir (şekil 2.3). Yaz aylarında yemleme oranının artmasına bağlı olarak sedimentte organik ve inorganik kökenli partiküler madde birikiminin arttığı saptanmıştır (Sunlu vd.1999).



Şekil 2.2 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentte karbonun aylara bağlı değişimi (Sunlu vd. 1999)



Şekil 2.3 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentte organik madde düzeyinin (%) aylara bağlı değişimi (Sunlu vd. 1999)

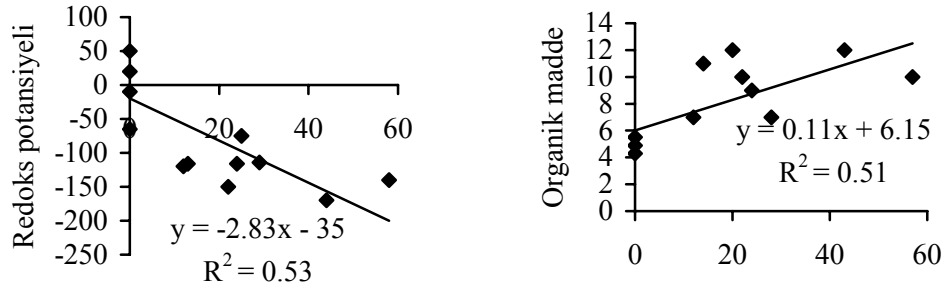
Schendel ve arkadaşları (2004) tarafından, Kanada’da açık denizde kafeslerde yapılan salmon yetiştiriciliğinin çevresel etkileri araştırılmış, kafeslerin altındaki yüzey sedimentinde saptanan organik madde (% 8.18), toplam karbon (% 4.07), toplam azot (% 0.51) değerleri, işletmeden 100 m uzaklıkta azalma göstererek, sırasıyla % 5.23, % 2.3 ve % 0.19’a düşmüştür.

Japonya’nın Seto İç Deniz’inde, iki farklı çipura türü (*Pagrus major* ve *Acanthopagrus schlegeli*) ile deniz levreği (*Lateolabra japonicus*) yetiştiriciliğinin yapıldığı iki alan ile yetiştiricilik yapılmayan bölgeler arasında yere ve zamana bağlı olarak sediment kalitesindeki değişimler çalışılmıştır. Ekim 1995’ten Eylül 1998’e kadar iki farklı alanda (Tashima ve Yokota) yürütülen bu çalışmada, sediment örneklerinde sedimentin su içeriği, organik madde, redoks potansiyeli, pH, uçucu sülfid içeriği analiz edilmiştir (Pawar *et al.* 2001). Gözlemler sonucunda kafeslerin altındaki sediment yüzeyi siyah ve koyu kahve renkte iken, kontrol istasyonundaki sedimentte kumlu ve açık kahve bir renk görülmüştür. Ortalama pH değerleri açısından yetiştiricilik ile kontrol bölgesi arasında istatistiksel farklılıklar görülmezken, yetiştiricilik bölgesindeki sedimentin uçucu sülfid içeriği kontrol bölgelerine göre önemli derecede yüksek bulunmuştur (çizelge 2.1). Yetiştiricilik bölgesindeki sedimentte organik madde miktarı mevsimsel bir değişim göstermemiş, redoks potansiyelinde yaz mevsiminde artışlar saptanmıştır.

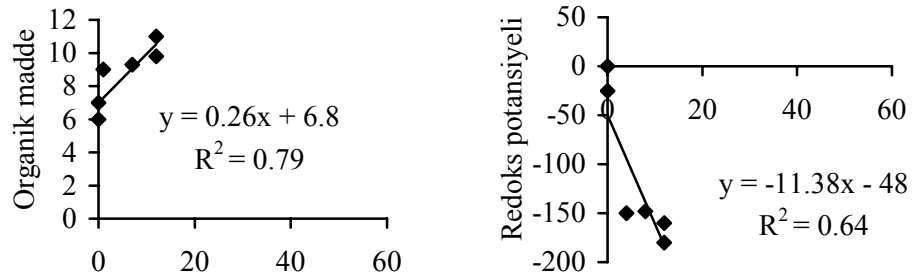
Çizelge 2.1 İki farklı alanda kafes işletmesi ve kontrol bölgesindeki sediment kalitesi (Pawar *et al.* 2001)

Parametreler	Tashima		Yokota	
	Kafes işletmesi	Kontrol bölgesi	Kafes işletmesi	Kontrol bölgesi
Sıcaklık (°C)	18.7 ± 6.7	18.9±7.4	19.0± 6.3	19.4 ± 6.5
Su içeriği (%)	66 ± 7	39 ± 11	69 ± 5	62.05 ± 11
Organik madde (%)	9.4 ± 2.1	5.0± 1.3	10.3 ± 2	7.47 ±2.4
pH	7.0 ± 0.42	7.5 ± 0.2	7.3 ± 0.3	7.23 ± 0.3
Redoks potansiyeli (mV)	-128 ± 60	20 ±102	162 ± 56	-22.16 ± 84
Uçucu sülfid içeriği (mg/g KA)	0.9 ± 0.5	0.2±0.1	1.2 ± 0.6	0.3 ± 0.2

Pawar ve arkadaşları (2002) tarafından, kırmızı mercan (*Pagrus major*) ve deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes işletmelerinde, 1996-1998 yılları arasında yemle organik karbon girdisi ve sediment kalitesi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaçla Seto İç Denizi'nde iki farklı alandan (Tashima ve Yokota) alınan sediment örneklerinde; sıcaklık, organik madde ve redoks potansiyeli (Eh) ölçümleri yapılmıştır. Her iki bölgedeki yıllık yem girdisi 3-140 ton arasında değişmiş; tahmini organik karbon girdisi Tashima'da yılda 12-57 kgC/m² yıl, Yokoto'da ise 2-12 kgC/m² yıl olarak belirtilmiştir. Her iki istasyonda da organik karbon girdisi ile sedimentin uçucu sülfid içeriği arasındaki korelasyon ($R^2=0.65$), girdi ile redoks potansiyeli ve organik madde arasındaki korelasyona göre daha yüksek bulunmuştur (şekil 2.4).



Şekil 2.4 Tashima bölgesinde organik karbon girdisi (kg/m² yıl) ile redoks potansiyeli (mV) ve organik madde düzeyi (%) arasındaki ilişki (Pawar *et al.* 2002)



Şekil 2.5 Yokota bölgesinde organik karbon girdisi (kg/m² yıl) ile redoks potansiyeli (mV) ve organik madde düzeyi (%) arasındaki ilişki (Pawar *et al.* 2002)

İspanya’da Melenera Körfez’inde bulunan ve çipura (*Sparus aurata*) yetiştiriciliğinin yapıldığı kafeslerin sedimente etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sediment örnekleri (kafeslerin altından 2 örnek alma noktası, kafeslerin 60 m uzağından 4 ve kafeslerin 200 m uzağından 4 örnek alma noktası) olmak üzere 3 bölgeden toplanmıştır. Sediment örneklerinde; partikül büyüklüğü, organik madde, azot ve fosfor düzeyleri tespit edilmiştir. Parametrelere ilişkin yazın görülen maksimum değerler kışın minimuma ulaşmış (çizelge 2.2), istatistiki analizlerde sedimentte organik madde, fosfor ve azot içeriğinin örnekleme zamanı ve bölgelere göre önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Dominquez *et al.* 2001).

Çizelge 2.2 Sedimentin aylara göre azot (mg/100g), fosfor (mg/100 g) ve organik madde (%) değerleri (Dominquez *et al.* 2001)

	Kafes			Kafes-60 m			Kontrol		
	Azot	Fosfor	Org. mad.	Azot	Fosfor	Org. mad.	Azot	Fosfor	Org. mad.
Haziran	11.23a	9.09ab	3.5a	11.09abc	10.69ab	3.43a	11.62ab	11.68ab	3.35a
Ağustos	15.63a	13.41cd	8.03b	16.08c	11.46ab	8.71b	14.17b	11.28ab	8.11b
Ekim	11.03a	10.91bc	6.88c	9.32ab	9.49a	7.76bc	5.94a	10.51ab	5.66ab
Aralık	14.67a	12.39bcd	6.04cd	5.98a	10.39ab	5.61bcd	6.17a	10.82ab	3.46a
Şubat	16.73a	10.83bc	6.32cd	9.85ab	13.98b	6.34cd	9.67ab	7.78a	3.33a
Nisan	16.38a	15.18d	5.92cd	12.37bc	14.16b	4.58ad	7.41a	15.14b	4.88a
Haziran	14.94a	9.09a	5.73d	9.5ab	9.65a	6.66bcd	9.46ab	7.82a	5.63ab

Carrol (2003) tarafından, Norveç’te 1996-1998 yılları arasında kafes işletmelerinin bulunduğu bir bölgede kafeslerde salmon yetiştiriciliğinin sediment üzerine etkisi araştırılmıştır. Sedimentin fosfor içeriği mevsimsel bir değişim göstermiş, maksimum değerler ilkbahar ve yazın, minimum değerler ise sonbahar ve kışın bulunmuştur. Çizelge 2.3’de görüleceği gibi, üç bölge arasındaki organik madde ve fosfor konsantrasyonunda önemli farklılıklar bulunmazken, kafeslerin altındaki sedimentin azot miktarı diğer bölgelere göre önemli düzeyde farklı çıkmıştır. Araştırmacılar tarafından balık yetiştiriciliğinin sedimentin toplam organik karbon (TOK) seviyesini yükseltmede önemli bir etkisi olduğu, TOK değerlerinin kafeslerin altından alınan örneklerde, kontrol bölgelerinden alınan örneklere göre istatistiki açıdan önemli derecede yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Sedimentteki TOK seviyesine balık yetiştiriciliğinin etkisi genellikle 50-100 m mesafeden sonra ortadan kalkmıştır.

Çizelge 2.3 Seçilen istasyonların bulunduğu üç bölge sedimentinde organik madde, azot ve fosfor düzeyleri (Carrol *et al.* 2003)

	Kafes	Kafes-60 m	Kontrol
Organik madde (%)	6.06 ± 1.34a	6.16 ± 1.84a	4.92 ± 1.88a
Azot (mg/100 g)	14.55 ± 3.01a	10.60 ± 3.36b	9.38 ± 3.14b
Fosfor (mg/100 g)	11.08 ± 6.15a	11.41 ± 3.87a	10.72 ± 5.05a

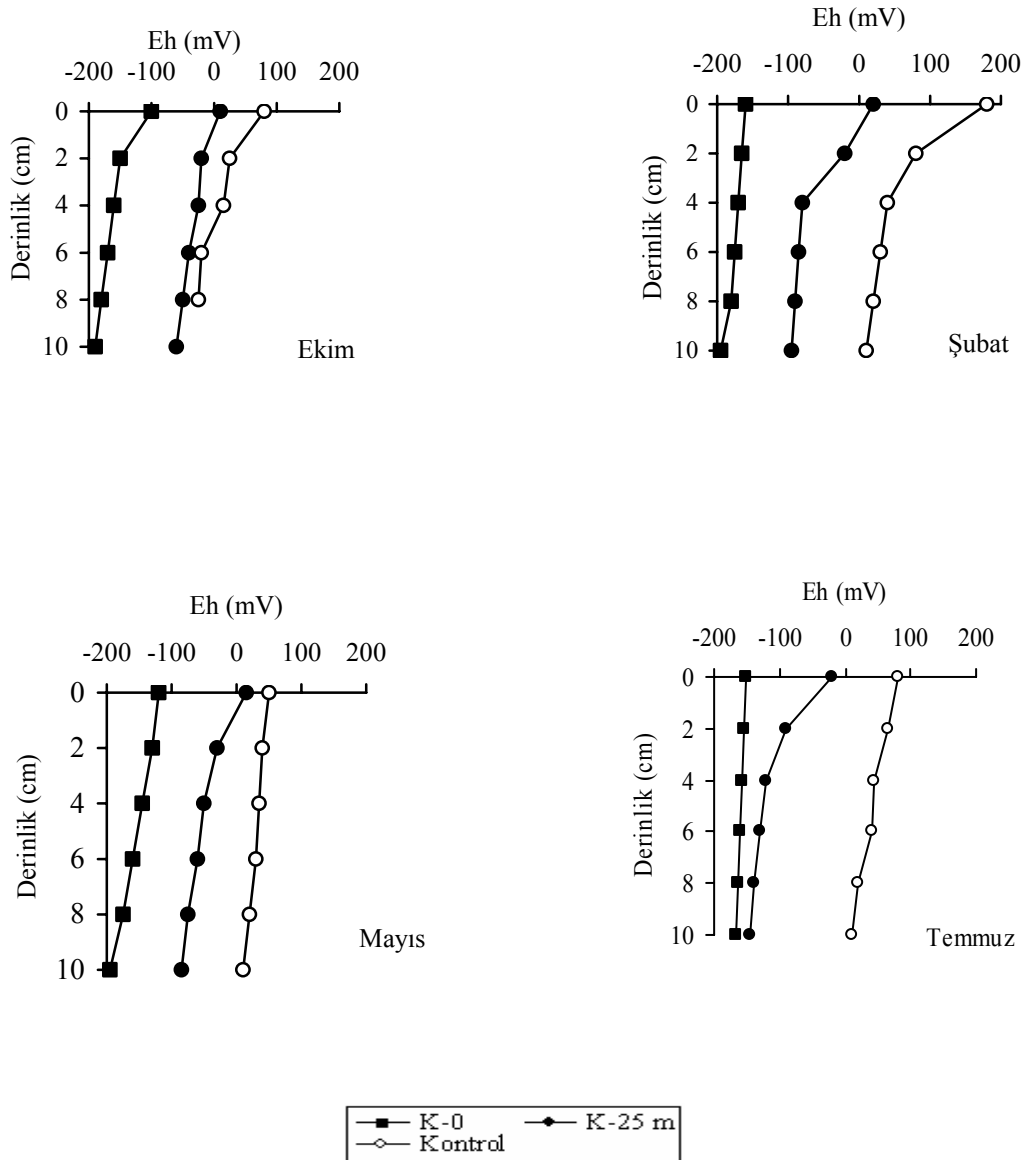
Carrol ve arkadaşları (2003), yaptıkları çalışmanın birinci yılının sonunda kafeslerden kaynaklanan katı partiküler birikimin önemsiz olduğunu, sedimentte organik birikimin etkilerini azaltmak için ortalama akıntı hızının (6 cm/sn civarında) olması gerektiğini belirterek, araştırmalarında bölgeleri akıntı hızına ve toplam organik madde düzeyine göre sınıflandırmışlardır (çizelge 2.4). İyi ve çok iyi sınıflar, kafeslerin hemen aşağısından alınan örneklerin % 51’inde, % 76’sı orta uzaklıktaki bölgede, % 84’ü ise kontrol bölgesinde saptanmıştır.

Çizelge 2.4 Bölgelerin ortalama akıntı hızına ve toplam organik madde düzeyine göre sınıflandırılması (cm/sn) (Carrol *et al.* 2003)

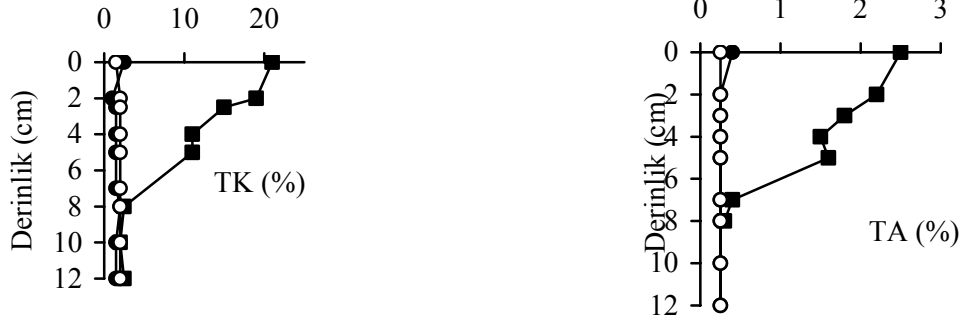
Akıntı hızı (cm/sn)	Sınıf	Sınıflandırma
<3	4	çok duyarlı
4-6	3	orta derecede duyarlı
7-10	2	az duyarlı
10-25	1	duyarsız
TOK (mg/g)		
<20	1	çok iyi
20-27	2	iyi
27-34	3	orta
34-41	4	fakir
>41	5	çok fakir

Karakassis ve arkadaşları 1988 tarafından, Cephalonia Körfez’inde yapılan bir çalışmada, çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliği yapılan kafeslerin çevresi ve altındaki sedimentte kimyasal parametrelerin (organik madde, organik karbon, azot, su içeriği, toplam fosfor) sediment kesitleri boyunca değişimi, zamana ve bölgelere göre incelenmiştir. Araştırma belirlenen istasyonlarda (I; kafeslerin altı 0 m II; kafeslerden 5-25 m uzaklıkta ana akıntı yönünde III; kontrol istasyonu olan ve kafeslerden 1 km uzaklıkta akıntıya ters 21 m derinlikte), 4

örnekleme zamanında (Ekim 1996, Şubat, Mayıs, Temmuz 1997) gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda redoks potansiyeli bütün mevsimlerde benzerlikler göstermiştir. Kontrol bölgesindeki pozitif değerler sediment yüzeyinin 4 cm aşağısında saptanmışken, kafeslerin altındaki bölgede bulunan sedimentte çok düşük değerler ölçülmüştür (Şekil 2.6). Sedimentin toplam fosfor düzeyi ve organik madde düzeyleri, kontrol bölgeleri ile kafeslere orta uzaklıktaki bölgeler arasında önemli farklılık göstermiştir.



Şekil 2.6 Seçilen istasyonlarda redoks potansiyelinin (Eh) aylara ve derinliğe bağlı değişimi (Karakassis *et al.* 1998)

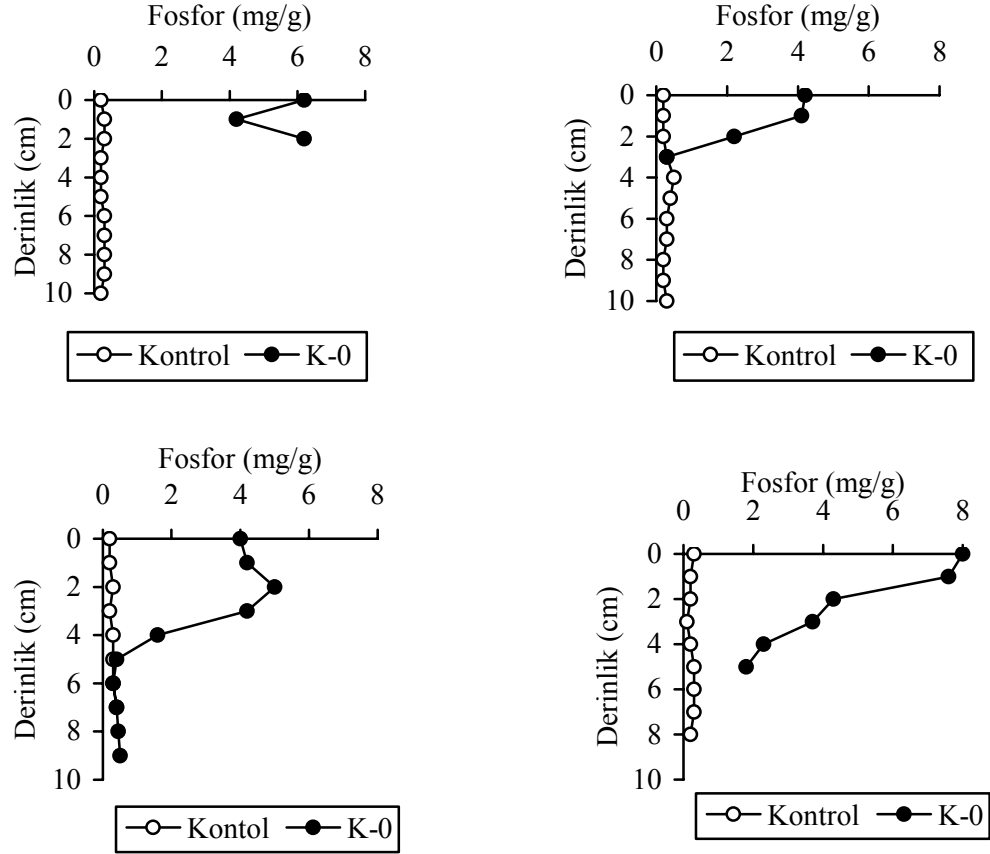


Şekil 2.7 Sedimentte toplam karbon ve azot değişimi (Karakassis *et al.* 1998)

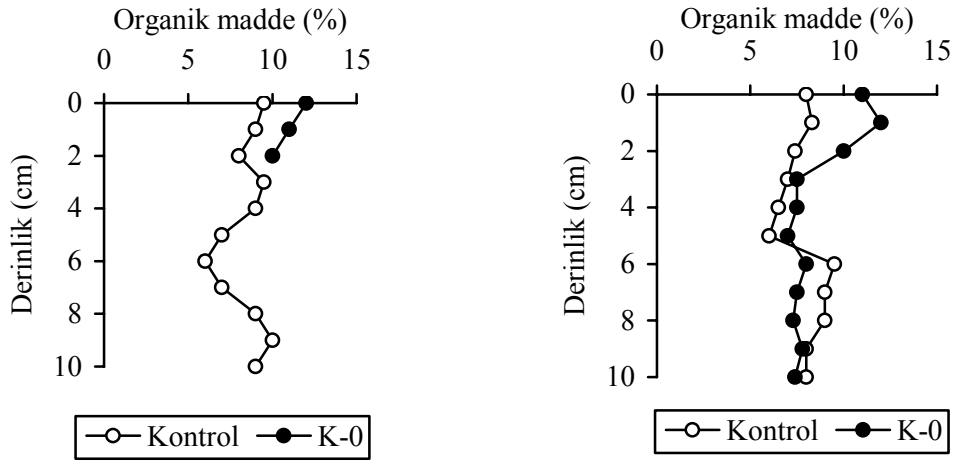
Karakassis ve arkadaşları (1999) tarafından, Yunanistan'ın Cephalonia Körfezin'de çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı bölgelerde, yetiştiriciliğin sonlandırılıp kafeslerin kaldırılmasından sonra, sedimentin redoks potansiyeli, toplam organik karbon, toplam organik azot ve toplam fosfor konsantrasyonları 2 yıllık periyot boyunca incelenmiştir. Araştırmada seçilen örnekleme bölgelerinden birincisi kafeslerin bulunduğu bölgenin altı (K-0), ikincisi ise kafeslerden 10 m uzaklıkta (K-10 m) ve kafeslerden 1200 m uzaklıktaki ana akıntıya ters yönde bulunan kontrol bölgesidir. İlk örnekleme esnasında redoks potansiyeli, -2 cm'lik sediment kesitinde kafeslerin altında (K-0) ve kafeslerden 10 m uzaklıkta (K-10 m) -100 mV'dan, -4 cm de -110 mV'dan düşük bulunurken, kafeslerden 1200 m uzaklıktaki kontrol bölgesinde +30 - +12 mV olarak bulunmuştur. Söz konusu redoks potansiyeli değerlerinin yetiştiricilik sonrası -2 cm'lik sediment tabakasında +30 ve +64 mV arasında değişerek kontrol istasyonundaki değerlere yaklaştığı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, kafes işletmesinin ortamdan uzaklaştırılmasından 11 ay sonra kafes bölgesi ve kafeslerden 10 m uzaklıkta bulunan bölgede, sediment yüzeyindeki TOK ve TOA konsantrasyonları da kontrol bölgesindeki değerlere yaklaşmıştır. Araştırma periyodunca sedimentin organik madde ve fosfor düzeyleri kafes istasyonunda kontrol istasyonuna göre daha yüksek bulunmuştur (şekil 2.8, 2.9).

Çizelge 2.5 Sediment kesitlerinde toplam organik karbon, toplam organik azot ve redoks potansiyeli değişimleri (Karakassis *et al.* 1999)

Örnekleme periyodu	Sediment kesiti	TOK (mg/100g)	TOA (mg/100 g)	Redoks potansiyeli (mV)
Kasım 1995	0-2	2	4	40
	2-4	4	3	45
Nisan 1996	0-2	31	36	10
	2-4	15	31	4
Temmuz 1997	0-2	6	—	26
	2-4	6	—	13

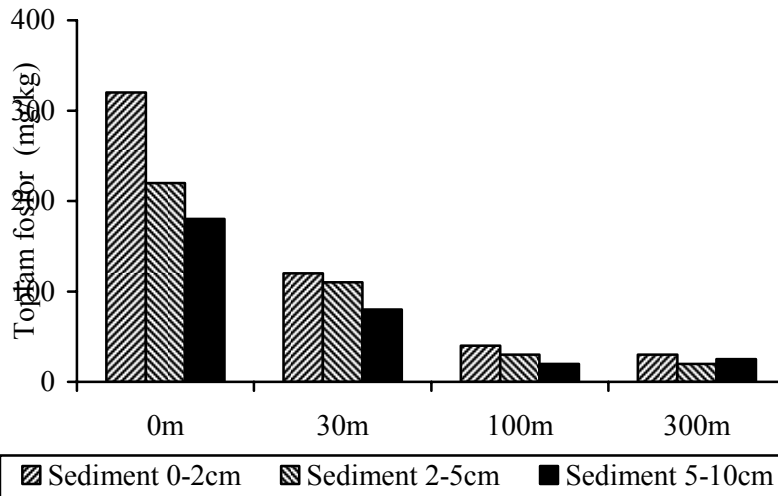


Şekil 2.8 Araştırma periyodunca kafes işletmesinin bulunduğu bölge ve kontrol bölgesindeki sedimentin fosfor düzeyinin dikey değişimi (Karakassis *et al.* 1999)



Şekil 2.9 Kafes işletmesi ve kontrol bölgelerinde sedimentin organik madde düzeyinin derinliğe bağlı değişimi (Karakassis *et al.* 1999)

Schendel ve arkadaşları (2004) tarafından, Kanada’da salmon yetiştiriciliğinin yapıldığı açık deniz kafes işletmesinin bulunduğu bölgede (British Kolombiya) sediment kimyasındaki karbon, azot, fosfor ve organik madde değişimleri bakımından kafes işletmesinin bulunduğu bölge sedimenti, kafeslerden 100 ve 200 m uzaklıktaki bölge sedimenti ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda ortam suyu ile sediment pH’sının bölge ve sediment kesitleri bazında değişiklik göstermediği saptanmıştır. Yüzey sedimentinde organik madde, toplam karbon ve toplam azot düzeyleri kafes sisteminden uzaklaştıkça belirgin ölçüde düşüş gösterirken, sediment kesitlerine bağlı olarak toplam fosfor düzeyleri de kafes sisteminden uzaklaştıkça azalmıştır (şekil 2.10).



Şekil 2.10 İstasyonlarda sediment kesitlerindeki toplam fosfor düzeyi (Schendel *et al.* 2004)ş

Yokoyama (2003) tarafından, Japonya’da Kumano-nada kıyısı boyunca, kafes işletmelerinde makrobentos ve sediment kalitesi arasındaki ilişkiler araştırılmış; toplam azot 1.2 mg/g, toplam karbon 9 mg/g ve toplam fosfor düzeyi 2.3 mg/g olduğunda, makrobentos biomasının maksimuma ulaştığı bildirilmiştir.

2.1.2 İç sularda kafeslerde balık yetiştiriciliğinin sediment kalitesine etkisi

İçsularda kafeslerde balık yetiştiriciliğinin başlıca etkilerinin tanımlanması hakkında ancak son on yıldır yeni bilgiler ortaya konabilmiştir. Günümüzde Avrupa ve Kuzey Amerika’daki araştırmaların pek çoğu yalnız kafeslerde balık yetiştiriciliği üzerine olmayıp, bu tip yetiştiriciliğin çevresel etkileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Yine de iç sulardaki araştırmalar, deniz ortamındaki yetiştiriciliğin çevresel etkilerine ilişkin çalışmalara oranla oldukça azdır (Kelly and Elberizon 2001).

Cornel ve Whoriskey (1993) tarafından, Kanada’da oligotrofik Passage Gölü’nde 14 ton kapasiteli gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin alıcı ortama etkisi araştırılmıştır. Araştırma kapsamında sediment örnekleri; gölün orta noktasında (2. istasyon), uç noktasında (1. istasyon) ve kafes işletmesinden (K-0) olmak üzere üç farklı istasyondan alınmıştır. Kafeslerin tabanından alınan sediment örneklerindeki organik madde (%) düzeyi, gölün orta bölümünde seçilen 2.istasyonda, kafes tabanı ve gölün uç kısmında seçilen 1.istasyonuna göre düşük bulunmuştur. Yüksek yemleme periyodu boyunca yenmeyen yemler dolayısıyla ocak ve haziran aylarında olmak üzere iki ay yüksek fosfor seviyesi görülmüştür. Bu üç bölge pH değerleri bakımından karşılaştırıldığında ise, 1. istasyon ve kafes işletmesi benzer, her iki bölgedeki seviye gölün orta kısmında bulunan 2.istasyona göre daha yüksek çıkmıştır (çizelge 2.6).

Çizelge 2.6 İstasyonlardan alınan sediment örneklerinde (%) organik madde içeriği, pH ve fosfor değerleri (Cornel and Whoriskey 1993)

Tarih	Organik madde (%)			Toplam fosfor (mg/g)			pH		
	Kafes	2. ist.	1. ist.	Kafes	2. İst.	1. ist.	Kafes	2. İst.	1. ist.
7 Temmuz 88	59.3	46.6	62.9	641.3	109.0	165.7	6.1	5.8	6.1
24 Eylül 89	66.8	38.0	48.5	199.5	147.0	253.5	6.1	5.7	6.2
25 Ekim 89	54.0	7.5	65.5	132.5	83.5	146.5	6.1	5.6	6.2
21 Ocak 90	69.0	47.0	50.0	77.0	28.5	216.5	6.1	5.4	6.0
3 Mart 90	67.5	47.7	50.0	1281.0	43.0	28.0	5.4	5.3	5.4
31 Mart 90	39.0	46.0	57.0	450.0	131.0	105.5	5.8	5.5	5.5
3 Mayıs 90	49.7	47.9	56.0	201.0	82.0	64.0	6.3	5.9	6.0
29 Mayıs 90	47.7	45.6	71.4	387.0	55.5	144.0	6.6	5.8	6.2
7 Temmuz 90	65.8	42.3	68.0	2175.0	69.5	171.0	5.5	6.2	6.5
3 Ekim 90	50.2	38.6	58.6	780.0	160.0	275.0	5.5	5.3	5.7
18 Ocak 91	40.6	42.8	43.8	162.0	62.0	65.5	6.2	5.8	5.8

Zimbabve’de bulunan 5000 km²’lik bir alanı kaplayan ve dünyanın en büyük yapay göllerinden biri olan tropikal Kariba Gölü’nde 1991-1994 yılları arasında yapılan bir çalışmada, üç farklı tilapia türünün; *Oreochromis mortimeri* (Trewas, 1966), *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1986) ve *Oreochromis niloticus* (Unnaeus, 1758)’un kafeslerde yetiştiriciliğinin sedimentteki besin elementlerine etkisi araştırılmış; çalışma 4 örnekleme döneminde (Ekim 1991, Nisan 1992, Ekim 1992 ve Nisan 1994) gerçekleştirilmiştir (Troell and Berg 1997).

Bu kapsamda gölde 3 istasyon (kafes işletmesi, kafes işletmesinin 300 m doğusu Kontrol-1, kafes işletmesinin 300 m batısı Kontrol-2) seçilmiştir. Gölde, Ekim1991-Nisan1992’de aşırı yem yükü yüksek yem dönüşüm oranları ile sonuçlanmış, bu periyot esnasında kafes altı sedimentasyonu artmıştır. Karbon ve besin elementlerinin ortalama yüzdeleri, yüzey sedimentinde (0-2cm) kafes altında % 2.8-4.4 TK, % 0.26-0.49 TA ve % 0.04-0.26 TF, kontrol bölgelerinde % 2.6-3.9 TK, % 0.22-0.4 TA ve % 0.04-0.06 TF olarak değişmiştir. Tropik Kariba Gölü’ndeki araştırmada karbon ve besin elementlerinin 5-8 cm’lik sediment kesitinde, yüzeye göre ortalama olarak daha düşük olduğu bildirilmiştir. Sediment derinliğindeki değişime bağlı olarak belirlenen redoks potansiyeli değerleri çizelge 2.7’de sunulmuştur.

Çizelge 2.7 Kafes işletmesi ve kontrol (K-1 ve K-2) bölgelerindeki sedimentte redoks potansiyeli (mV) ölçümleri (Troell and Berg 1997)

Bölgeler			
Derinlik (cm)	K-1	Kafes işletmesi	K-2
0	+153	+142	+113
1	-56	-144	-191
4	-144	-316	-232

Temporetti ve arkadaşları (2001), Arjantin’de toplam yıllık üretimin 500 ton olduğu ve salmonid yetiştiriciliğinin yapıldığı Alicura Rezervuarında, 100 ton/yıl kapasiteli bir işletmenin sediment kalitesine etkisini araştırmışlardır. Yetiştiriciliğin yapıldığı alandan aldıkları sediment örneklerinde toplam fosfor, toplam azot ve toplam karbon düzeyleri, yetiştiricilikten etkilenmeyen bölgeye göre sırasıyla 12, 4 ve 3.6 kat artış göstermiştir (çizelge 2.8).

Çizelge 2.8 Alicura Rezervuarı’nda kontrol bölgesi (A) ve kafes işletmesindeki (B) sedimentin kimyasal kompozisyonu (Temporetti *et al.* 2001)

	A	B
TF (%)	0.1 (0.05-0.1)	1.2 (0.2-5.3)
TA (%)	0.1 (0.06-0.2)	0.4 (0.1-0.8)
TK (%)	0.9 (0.4-1.5)	2.8 (0.9-6.2)

2.2 Kafeslerde Balık Yetiştiriciliğinin Bazı Fiziko-kimyasal Su Kalite Parametrelerine Etkisine İlişkin Çalışmalar

Kafeslerde alabalık yetiştiriciliği yapılacak göllerde su sıcaklığının 20 °C’nin altında, çözünmüş oksijen miktarının 6 mg/L ‘nin üstünde, amonyumun 0.5 mg/L’nin altında ve pH’nın 8 olması gerekmektedir (Atay 1987).

Balık yetiştiriciliği yapılan kafes çiftliklerinden kaynaklanan atıklar tüketilmeyen yem, dışkılar ve boşaltım ürünlerinin oluşturduğu çözünmeyen ve çözünebilir formda maddelerdir. Bu maddeler organik karbon, azot ve fosfor fraksiyonları olup, etkileri işletmelerinin büyüklüğü ve ortamın hidrografisine bağlı olarak değişmektedir (Beveridge 1984, Gowen and McLusky 1988, Enell and Ackefors 1991).

Yemlerle sucul ortama giren organik maddeler, suda çözünmeleri veya sedimentten salınmaları durumunda özellikle besin elementlerinin sınırlayıcı olduğu durumlarda ötrofikasyona yol açabilmekte ve ışık geçirgenliğini azaltabilmektedir (Gowen and McLusky 1988, Çelikkale vd. 1999).

Kafes sistemlerinde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan atıkların su sütununa yapmış olduğu etkilere ilişkin çalışmalar, bu tip yetiştiriciliğin ortamın besin elementi ve askıda katı madde miktarını arttırdığını, ışık geçirgenliği, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH değerlerini düşürdüğünü göstermiştir (Beveridge 1984, Phillips *et al.* 1985, Weglenska *et al.* 1987).

Demir ve arkadaşları (2001), Kesikköprü Baraj Gölü'nde, kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapıldığı 30 ton kapasiteli başka bir işletmede, seçilen üç istasyonda (kafesten doğu ve batıda 200 m uzaklıkta) yetiştiriciliğin su kalitesine etkisini incelemiştir. Araştırmada istasyonlar arasında su sıcaklığı, pH ve çözünmüş oksijen düzeyi açısından önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Karaca (2002) tarafından, Kesikköprü Baraj Gölü'nde yaklaşık 55 ton kapasiteli bir kafes işletmesinin alıcı ortama etkisini tespit etmek için üç istasyonda (kafes, kafesten 15 ve 30 m uzakta) aylara bağlı olarak su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, pH ve ışık geçirgenliği gibi parametreleri incelenmiş; istatistiki analizler sonucunda kafeslerde balık yetiştiriciliğinin bu özellikler açısından su kalitesini olumsuz yönde etkilemediği ve istasyonlara bağlı değişimlerin bazı aylarda istatistiki açıdan önemli bulunduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma yeri

Kesikköprü Barajı, Ankara'nın 110 km güneydoğusunda, Hirfanlı Barajı'nın 25 km mansabında, Kızılırmak nehri üzerinde 1966 yılında kurulmuştur. Baraj 39° 23'' kuzey enlemleri, 33° 25'' doğu boylamları arasında, denizden 785 m yükseklikte, toprak-kaya dolgu tipinde olup, sulama ve enerji amacı ile kurulmuştur. Göle su girişi, Kızılırmak Nehri üzerindeki Hirfanlı Barajından olmaktadır. Gölde kapasiteleri 20-55 ton arasında değişen beş adet kafes işletmesi bulunmaktadır (Aşır 2000).

Kesikköprü Baraj Gölü'nde bulunan balık türleri, sazan (*Cyprinus carpio*), tatlı su kefali (*Leuciscus cephalus*), in balığı (*Capoeta tinca*), kababurun (*Chondrostoma sp.*), yayın (*Silurus glanis*), turna (*Esox lucius*), sudak (*Sander lucioperca*), alabalık (*Salmo trutta*) olarak belirtilmiştir (Anonim 2001). Baraj Gölü'nün bazı morfometrik ve hidrolojik parametreleri çizelge 3.1'de sunulmuştur.

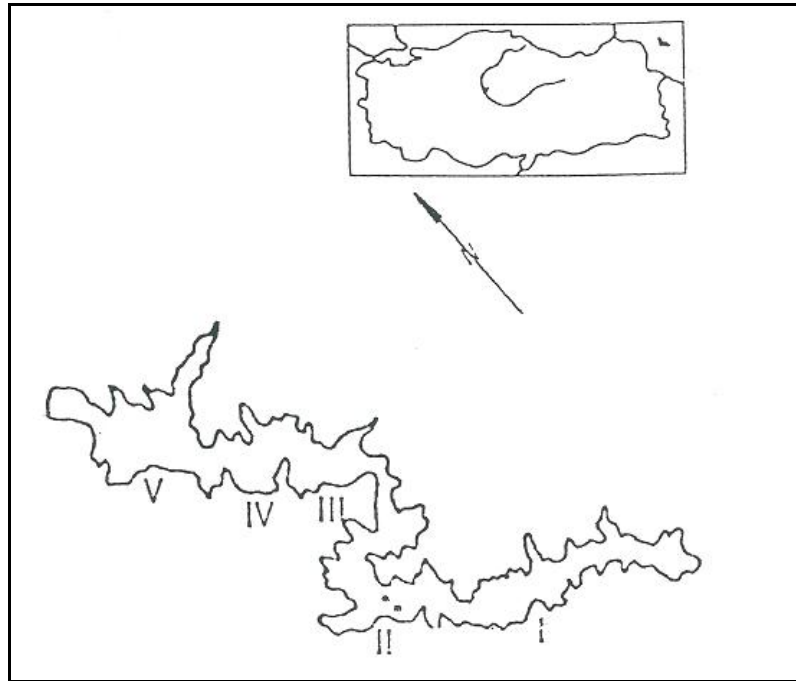
Çizelge 3.1 Kesikköprü Baraj Gölü'nün bazı morfometrik ve hidrolojik parametreleri (Pulatsü 2003)

	Sembol	Değerler
Drenaj alanı (km ²)	A _d	354
Göl alanı (km ²)	A _o	6.5
Göl hacmi (10 ⁶ m ³)	V	95
Ortalama derinlik (m)	ž	14.62
Göle gelen toplam su miktarı (10 ⁶ m ³)	Q	2155
Seyrelme hızı (yıl ⁻¹)	p=Q/V	22.68
Suyun yenilenme süresi (yıl)	t _w =1/p	0.04
Fosfor tutulma katsayısı	R	0.21

3.1.2 Araştırma istasyonları

Araştırma alanı ve seçilen istasyonların konumu şekil 3.1’de gösterilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü ve gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes işletmesinin (I. istasyon) yıllık kapasitesi yaklaşık 20 ton olup, işletmede 100 m³’lük 12 kafes bulunmaktadır. Araştırmanın başlangıç tarihi olan Aralık-2005’de 60.0 ± 5 g olarak stoklanan gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) araştırma bitiminde 250 ± 10 grama ulaşmışlardır. Yemleme işlemi günde iki kez elle yapılmış, kullanılan ekstruder yem içeriği çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Kontrol istasyonu olan II. İstasyon ise, Gowen ve McLusky (1988)’e göre kafeslerin 60 m uzağından olacak şekilde seçilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırma alanı ve istasyonlar

Çizelge 3.2 Kafes işletmesinde gökkuşuğu alabalığı yavrularının beslenmesinde kullanılan ekstruder yem içeriği

	Ekstruder yem
Protein (%)	46
Yağ (%)	22
Kül (%)	10
Selüloz (%)	1.2
Fosfor (%)	1.3
Kjeldahl azotu(%)	6.87

3.1.3 Sediment materyali

Araştırmada yaklaşık 20 ton kapasiteli gökkuşuğu alabalığı kafes işletmesi ve kafeslerden 60 m uzaklıkta seçilen kontrol istasyonu tabanından (20 m) alınan sediment örnekleri kullanılmıştır.

3.1.4 Araştırma alanında ve laboratuvarında kullanılan araçlar :

- Oksijenmetre; - 5 °C ile + 45 °C arasındaki sıcaklıkları 1 °C hassasiyetle , 0 ppm ile 15 ppm arasındaki çözünmüş oksijen değerlerini ± 0.2 ppm hassasiyetle ölçebilen.
- Secchi Diski; 20 cm çapında.
- Ekman-Grab; Sediment örneklerinin alınmasında kullanılacak 15x15 cm²'lik alandan örnek almaya uygun.
- Dijital pH metre; Tampon çözeltilerle kalibre edilmiş.
- Elementer analiz cihazı; Sedimentte karbon ve azot analizi yapmaya uygun.
- Kül fırını; 815 °C'de çalışan.

- Kurutma fırını; Sıcaklığı 105 °C'ye ayarlanabilen.

3.2 Yöntem

Araştırma saha ve laboratuvar çalışması olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür. Saha aşaması, seçilen iki istasyonda gerçekleştirilmiştir. Sediment örnekleri, Aralık 2005 – Mayıs 2006 tarihleri arasında gölde belirlenen iki istasyondan bir yetiştiricilik periyodunca olmak üzere ayda bir kez alınmıştır.

Seçilen istasyonlarda su akış hızı Wetzel ve Likens (1991)'e göre denemenin başlangıcında ölçülmüştür.

3.2.1 Saha çalışması

3.2.1 Sediment örneklerinin alınması

Sediment örnekleri, 15x15 cm²'lik alandan örnek almaya uygun Ekman-Grab kullanılarak belirlenen istasyonlardan alınmış, analiz aşamasına kadar koyu renkli naylon torbalar içerisinde karanlıkta ve soğukta muhafaza edilmiştir.

Su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen miktarı oksijenmetre, pH dijital pH metre ile Secchi derinliği Secchi diski ile yerinde ölçülmüştür.

3.2.2 Laboratuvar çalışması

3.2.2.1 Sediment örnekleri analiz yöntemleri

- Redoks potansiyeli (Eh, mV): Yaş sediment örneklerinde Sentex redoks elektrodu kullanılarak ölçülmüştür.

- Organik madde (%): Havada kurutulmuş 0.5 mm'lik elekten elenen 10-20 g sediment örneği 105 °C'de 2-3 saat etüvde tutulduktan sonra desikatörde oda sıcaklığına kadar

soğutularak ağırlığı belirlenmiştir. Sediment örneğinin 550 °C’de 4-5 saat yakılmadan önceki ve sonraki tartım ağırlıkları arasındaki farktan hesaplanmıştır (Kacar 1995).

- Toplam karbon (%): Havada kurutulduktan sonra öğütülen sediment örneğinden 0.2 g alınarak elementer C, H, N- LECO CHN 1000 Analiz Cihazında tespit edilmiştir.

- Toplam azot (%): Havada kurutulduktan sonra öğütülen sediment örneğinden 0.2 g alınarak elementer C, H, N- LECO CHN 1000 Analiz Cihazında tespit edilmiştir.

- Toplam fosfor (%): Havada kurutulmuş ve sonra 0.5 mm’lik elekten geçirilmiş 1 gram sediment örneği nitrik ve perklorik asit karışımı ile yaş yakılarak çözünemez halde bulunan fosfor çözünebilir hale dönüştürülmüştür. Vanada-molibdat ile oluşturulan sarı rengin koyuluğu spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Kacar 1995) .

-Sediment kompozisyonu: Toprağı meydana getiren taneciklerin birbirleri ile olan bağlantılarını ortadan kaldırarak teksel hale getirmek suretiyle taneciklerin yüzde oranlarının ve bu oranların bünye (tekstür) üçgenine uygulanarak bünye sınıfının bulunması esasına dayanmaktadır (Anonim 1990).

3.2.3 Besin elementi girdi tahmini

Kafes işletmesinde kullanılan yemden kaynaklanan aylık besin elementi girdileri, Pawar ve arkadaşları (2002)’e göre tahmin edilmiştir:

$$BEG \text{ (kg A veya F/m}^2 \text{ .ay)} = Y \text{ (kg KA) / A(m}^2 \text{) x 0.01 x A veya F (\%)}$$

$$BEG \text{ (kg A veya F/m}^2 \text{ .ay)} = \text{Aylık besin elementi; azot veya fosfor girdisi}$$

$$Y \text{ (kg KA)} = \text{Aylık kullanılan yem miktarı}$$

$$\text{Alan (m}^2 \text{)} = \text{Kafes yerleşim alanı}$$

$$A \text{ veya F (\%)} = \text{Kullanılan yemin azot veya fosfor içeriği}$$

3.2.4 İstatistiki analizler

Kesikköprü Baraj Gölü'nde sedimentin kalite parametrelerine ilişkin verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistiki analizler; varyans analizi (ANOVA), Duncan testi, istatistik paket programları ise Minitab ve Mstat'tır. Araştırmada kullanılan tüm istatistiki analizler Düzgüneş vd. (1983)'ün belirttiği esaslara göre yapılmıştır.

4. BULGULAR

Kesikköprü Baraj Gölü'nde sedimente ilişkin kimyasal parametrelerin aylara (6 ay) ve istasyonlara (2 istasyon; 1. istasyon: kafes istasyonu, 2. istasyon: kafesten 60 m uzaklıkta seçilen) göre değişimi incelenmiştir. Araştırmanın amacı kapsamında, ele alınan parametreler açısından gerek aylar gerekse istasyonların aynı aylara ait değerleri arasında fark olup olmadığı, fark varsa bu farkın istatistiki açıdan önemli olup olmadığının belirlenmesi esas alınmıştır. İstatistiki analizler sonucu, sediment kalite parametrelerinde istasyon-ay, suya ilişkin parametrelerde ise istasyon-ay-derinlik arasında interaksiyon saptanmıştır.

4.1 Sediment Kalite Parametrelerine İlişkin Bulgular

Baraj Gölü'nde seçilen istasyondan alınan sediment örneklerinde kalite parametrelerine ait varyans analizi sonuçlarına göre; istasyonlar esas alındığında, redoks potansiyeli, organik madde, toplam karbon, toplam azot ve toplam fosfor parametrelerine ait ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

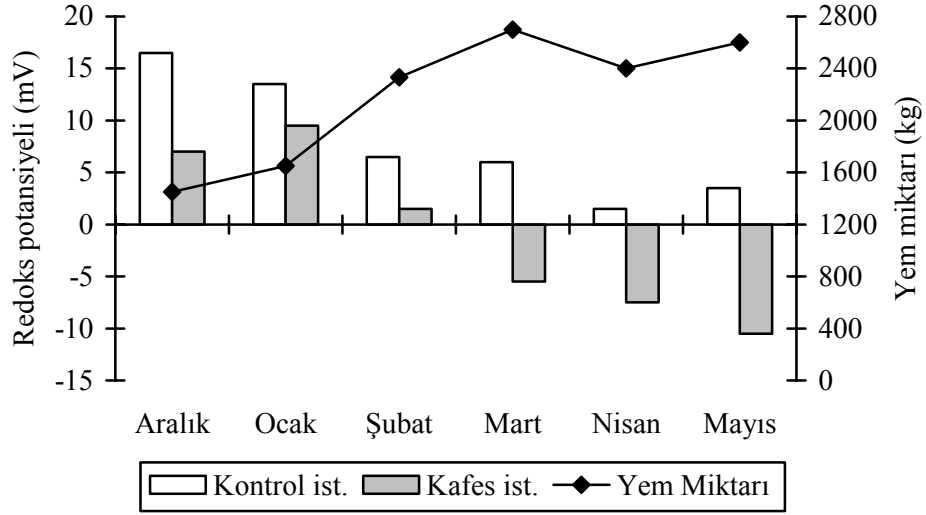
Sediment kalite parametrelerine ilişkin bulguları daha iyi değerlendirebilmek amacıyla, yetiştiricilik periyodu boyunca kullanılan yem miktarları (şekil 4.3) veya tahmini besin elementi girdileri de (şekil 4.4, 4.5) ilgili şekillerde bir arada sunulmuştur.

4.1.1 Redoks potansiyeli

Sedimentin ortalama redoks potansiyeli değeri en düşük (-10.50 ± 0.29 mV) ile kafes istasyonunda Mayıs ayında, en yüksek değer ise (16.50 ± 0.29 mV) ile kontrol istasyonunda Aralık ayında ölçülmüştür (şekil 4.1).

Sedimentin ortalama redoks potansiyeli bakımından aylara göre istasyonlar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bu parametrenin her bir istasyon ayrı ayrı ele alınarak aylara bağlı değişimi incelendiğinde ise, kafes istasyonunda tüm aylardaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunurken, kontrol

istasyonunda şubat ve mart ayları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0.01$) (çizelge 4.1).



Şekil 4.1 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentte redoks potansiyelinin aylara bağlı değişimi

Çizelge 4.1 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin redoks potansiyeli ve organik madde değerleri

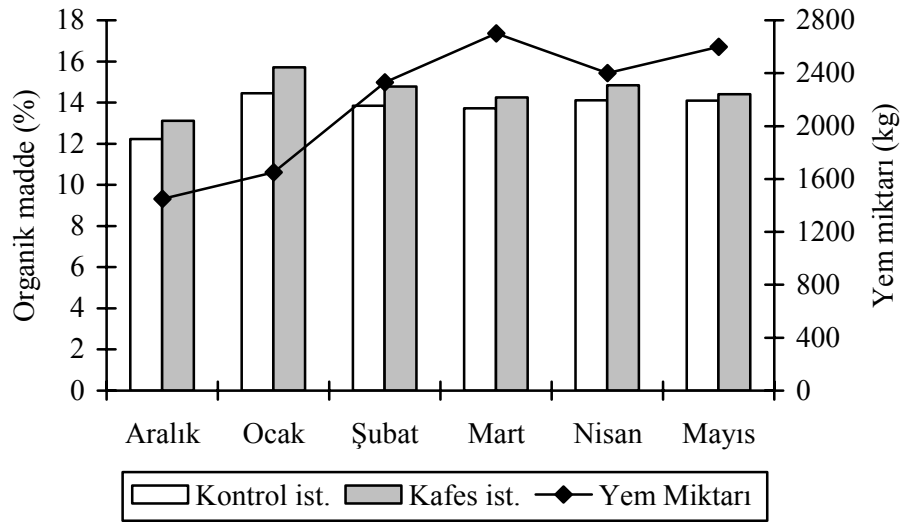
Aylar	Kafes istasyonu		Kontrol istasyonu	
	Redoks potansiyeli (mV)	Organik madde (%)	Redoks potansiyeli (mV)	Organik madde (%)
Aralık	$7.00 \pm 0.46^{Bb*}$	13.12 ± 0.04^{Da}	16.50 ± 0.29^{Aa}	12.23 ± 0.04^{Db}
Ocak	9.50 ± 0.29^{Ab}	15.71 ± 0.03^{Aa}	13.50 ± 0.29^{Ba}	14.45 ± 0.03^{Ab}
Şubat	1.50 ± 0.29^{Cb}	14.78 ± 0.19^{Ba}	6.50 ± 0.29^{Ca}	13.85 ± 0.19^{BCb}
Mart	-5.50 ± 0.29^{Db}	14.25 ± 0.14^{Ca}	6.00 ± 0.00^{Ca}	13.72 ± 0.14^{Cb}
Nisan	-7.50 ± 0.29^{Eb}	14.84 ± 0.09^{Ba}	1.50 ± 0.29^{Ea}	14.11 ± 0.10^{Bb}
Mayıs	-10.50 ± 0.29^{Fb}	14.41 ± 0.07^{Ca}	3.50 ± 0.00^{Da}	14.10 ± 0.07^{Bb}

* Aynı satırdaki farklı küçük harfler istasyonlar arasındaki farklılıkları, aynı sütundaki farklı büyük harfler aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p<0.01$).

4.1.2 Organik madde

Araştırma süresince en düşük ortalama organik madde düzeyi (% 12.23 ± 0.04) ile kontrol istasyonunda aralık ayında, en yüksek organik madde düzeyi ise (% 15.71 ± 0.03) olarak kafes istasyonunda ocak ayında tespit edilmiştir (şekil 4.2).

Bu parametre açısından istasyonlar arasındaki farklılık nisan ayı dışında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Her bir istasyon ayrı ayrı ele alındığında, kafes istasyonunda şubat ve nisan ile mart ve mayıs ayları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0.01$). Kontrol istasyonunda ise şubat, nisan ve mayıs ayları arasındaki farklılık istatistiki seviyede önemli saptanmamıştır ($p > 0.01$) (çizelge 4.1).

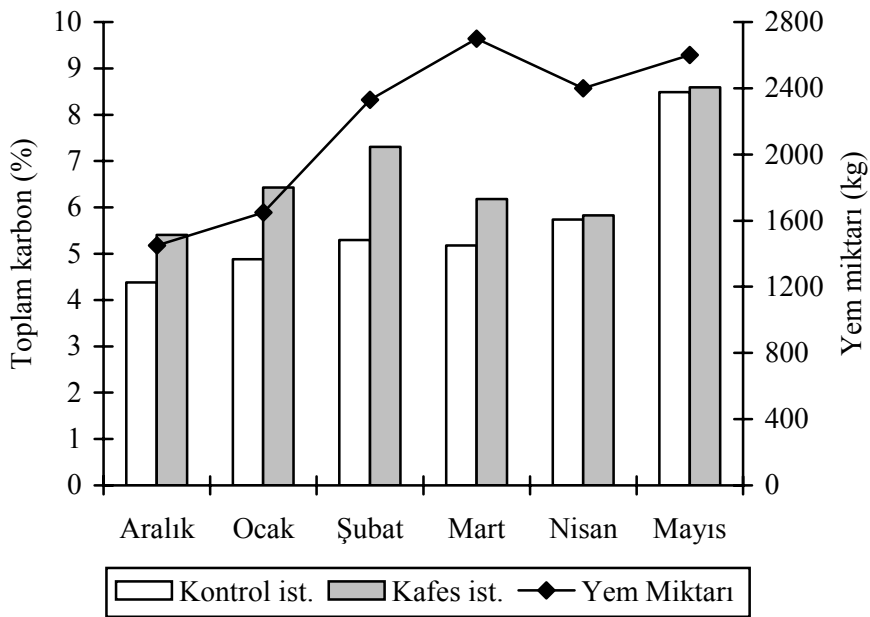


Şekil 4.2 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin organik madde düzeyinin aylara bağlı değişimi

4.1.3 Toplam karbon

Sedimentte en düşük ortalama toplam karbon içeriği (% 4.38 $\pm$ 0.02) ile kontrol istasyonunda aralık ayında, en yüksek toplam karbon içeriği ise (% 8.59 $\pm$ 0.00) olarak kafes istasyonunda mayıs ayında belirlenmiştir (şekil 4.3).

Sedimentin toplam karbon içeriği bakımından aylara göre istasyonlar arasındaki farklılık nisan ayı hariç istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Bu parametrenin her bir istasyon ayrı ayrı ele alınarak aylara bağlı değişimi incelendiğinde ise, kafes istasyonunda aralık ve ocak ayları arası farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmazken ($p > 0.01$), kontrol istasyonunda bu parametre açısından tüm aylardaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$) (çizelge 4.2).



Şekil 4.3 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin toplam karbon düzeyinin aylara bağlı değişimi

Çizelge 4.2 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin toplam karbon, toplam azot ve toplam fosfor değerleri

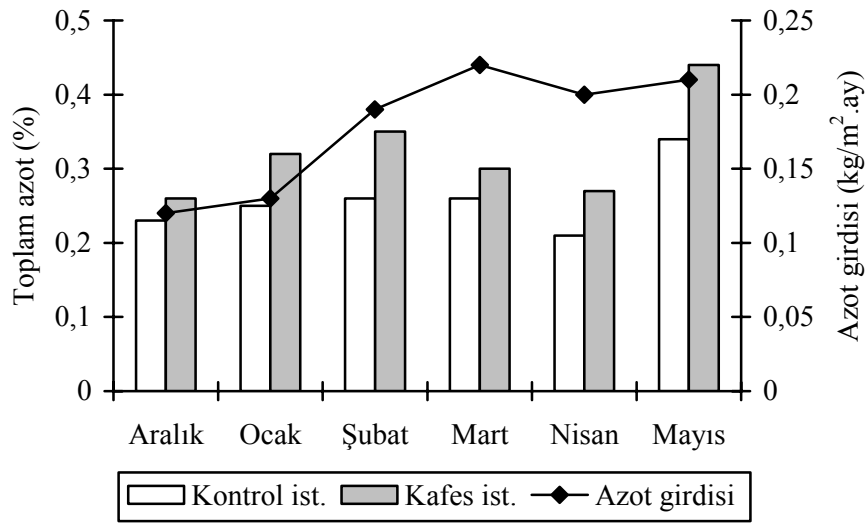
Parametreler Aylar	Kafes istasyonu			Kontrol istasyonu		
	Toplam karbon (%)	Toplam azot (%)	Toplam fosfor (%)	Toplam karbon (%)	Toplam azot (%)	Toplam fosfor (%)
Aralık	$5.41 \pm 0.02^{Ba*}$	0.26 ± 0.003^{Ea}	0.07 ± 0.002^{Ca}	4.38 ± 0.02^{Fb}	0.23 ± 0.003^{Cb}	0.06 ± 0.002^{Bb}
Ocak	6.43 ± 0.00^{Ba}	0.32 ± 0.006^{Ca}	0.07 ± 0.002^{Ca}	4.88 ± 0.00^{Eb}	0.25 ± 0.006^{Bb}	0.06 ± 0.002^{Bb}
Şubat	7.31 ± 0.04^{Aa}	0.35 ± 0.005^{Ba}	0.13 ± 0.002^{Aa}	5.30 ± 0.04^{Cb}	0.26 ± 0.005^{Bb}	0.05 ± 0.002^{Cb}
Mart	6.18 ± 0.003^{Ca}	0.30 ± 0.002^{Da}	0.07 ± 0.00^{Ca}	5.18 ± 0.03^{Db}	0.26 ± 0.002^{Bb}	0.05 ± 0.002^{Cb}
Nisan	5.83 ± 0.002^{Da}	0.27 ± 0.03^{Ea}	0.06 ± 0.002^{Da}	5.74 ± 0.02^{Ba}	0.21 ± 0.003^{Db}	0.05 ± 0.002^{Cb}
Mayıs	8.59 ± 0.00^{Ea}	0.44 ± 0.005^{Aa}	0.10 ± 0.03^{Ba}	8.49 ± 0.00^{Ab}	0.34 ± 0.005^{Ab}	0.07 ± 0.003^{Ab}

*Aynı satırdaki farklı küçük harfler istasyonlar arasındaki farklılıkları, aynı sütundaki farklı büyük harfler aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.01$).

4.1.4 Toplam azot

Araştırmamızda sedimentin en düşük toplam azot içeriği (% 0.21 $\pm$ 0.003) kontrol istasyonunda nisan ayında, en yüksekse (% 0.44 $\pm$ 0.005) ile kafes istasyonunda mayıs ayında saptanmıştır (şekil 4.4).

Sedimentin toplam azot değeri bakımından istasyonlar karşılaştırıldığında, istasyonlar arası farklılık aylar bazında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). İstasyon bazında aylar karşılaştırıldığında ise, kafes istasyonunda aralık ve nisan ayları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmazken ($p > 0.01$), bu aylar ile diğer aylar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli saptanmıştır ($p < 0.01$). Kontrol istasyonunda ocak, şubat ve mart ayları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0.01$) (çizelge 4.2).

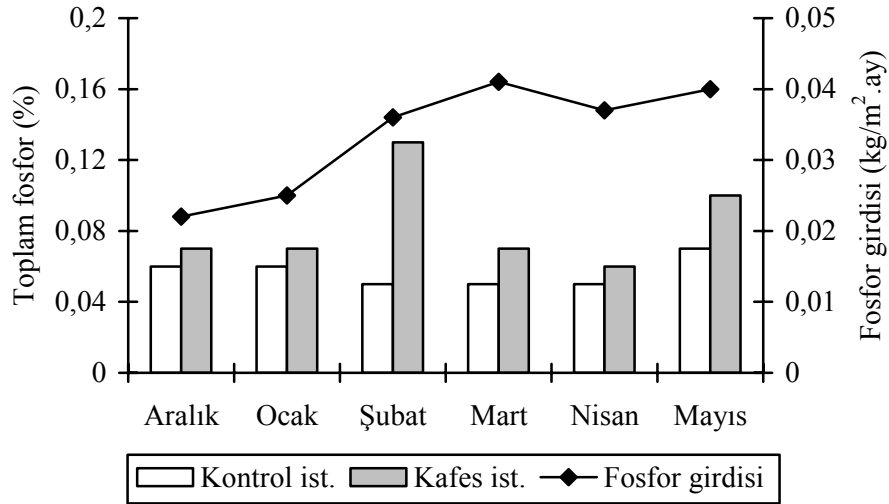


Şekil 4.4 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin toplam azot düzeyinin aylara bağlı değişimi

4.1.5 Toplam fosfor

Araştırma süresince her istasyonda aylara göre Duncan testi ile bu parametrenin sonuçları karşılaştırılmış ve ortalama toplam fosfor içeriği en düşük (0.05 ± 0.00) ile kontrol istasyonunda şubat, mart ve nisan aylarında, en yüksek toplam fosfor içeriği ise (0.13 ± 0.002) ile kafes istasyonunda şubat ayında belirlenmiştir (şekil 4.5).

Sedimentin toplam fosfor değeri bakımından istasyonlar karşılaştırıldığında, istasyonlar arası farklılık aylar bazında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). İstasyonlar ayrı ayrı ele alınarak aylara bağlı değişim incelendiğinde de, kafes istasyonunda aralık, ocak ve mart ayları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmazken ($p > 0.01$), kontrol istasyonunda yalnız mayıs ayı değeri diğer aylardan istatistiki açıdan önemli düzeyde farklılık göstermiştir ($p < 0.01$) (çizelge 4.2).



Şekil 4.5 Kafes ve kontrol istasyonunda sedimentin toplam fosfor düzeyinin aylara bağlı değişimi

4.1.6 Sediment kompozisyonu

Kafes ve kontrol istasyonu sediment örneklerinin kompozisyonu çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3 Kafes ve kontrol istasyonunda sediment kompozisyonu

	Kafes	Kontrol
Kum (%)	4.40	9.74
Kil (%)	21.92	21.92
Silt (%)	73.68	68.34

4.2 Suyun Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerine İlişkin Bulgular

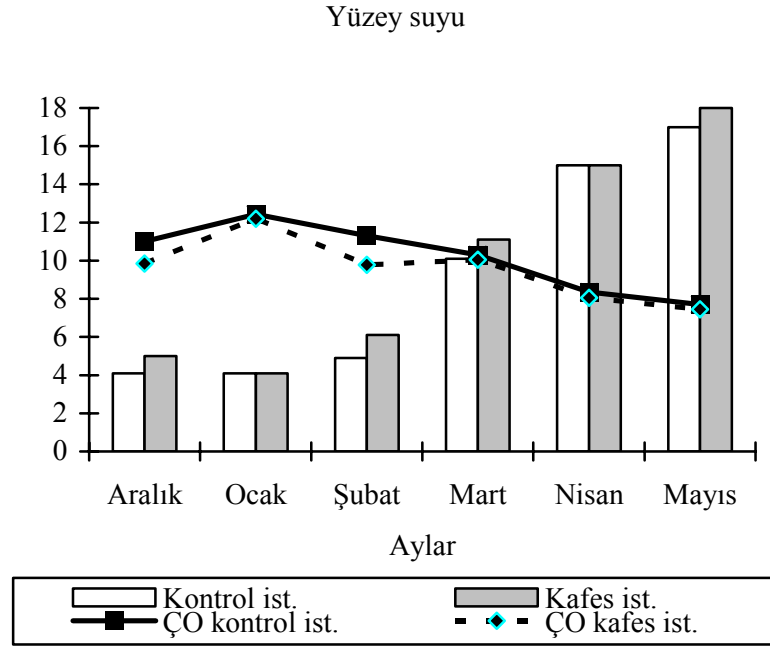
Araştırma süresince saptanan bazı fiziko-kimyasal özelliklere ait elde edilen veriler faktöriyel düzeyde 2 faktörlü tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniğiyle değerlendirilmiştir ($p<0.01$).

4.2.1 Su sıcaklığı

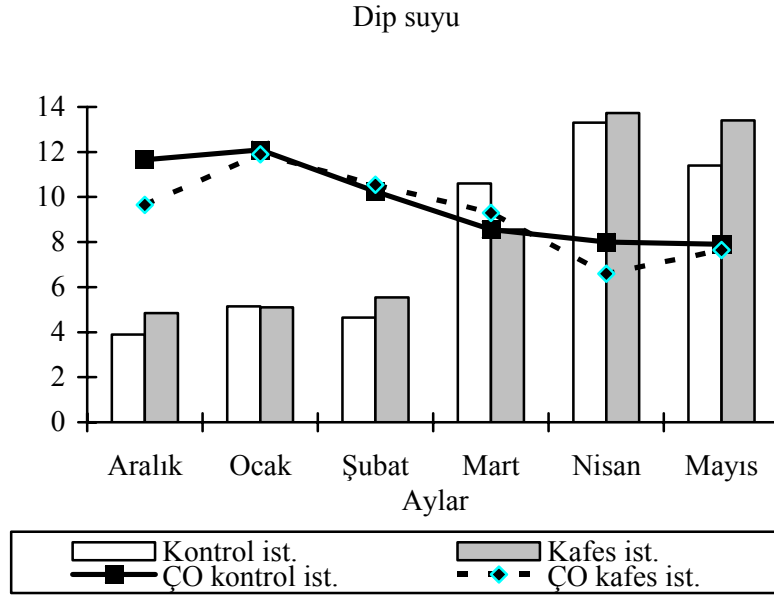
Araştırma süresince ortalama en düşük su sıcaklığı değeri, (3.90 ± 0.04 °C) olarak kontrol istasyonunda aralık ayı dip suyunda ölçülürken, en yüksek değer (18.00 ± 0.12 °C) ile kafes istasyonunda mayıs ayında yüzey suyunda ölçülmüştür (şekil 4.6).

Su sıcaklığı değerleri istasyonlar bazında karşılaştırıldığında, istasyonlar arası farklılık ocak ayında istatistiki açıdan önemli seviyede bulunmazken ($p>0.01$), diğer aylarda kafes istasyonu su sıcaklığı değerleri daha yüksek saptanmış ve bu farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Su sıcaklığının yüzey ve dip suları arasında gösterdiği farklılık kafes istasyonunda aralık ayı dışında istatistiki açıdan önemli seviyede tespit edilirken ($p<0.01$), kontrol istasyonunda aralık ve şubat aylarındaki farklılık istatistiki açıdan önemli seviyede bulunmamıştır ($p>0.01$) (çizelge 4.4).

A)



B)



Şekil 4.6 Kafes ve kontrol istasyonunda yüzey (A) ve dip (B) sularında su sıcaklığı (°C) ve çözülmüş oksijeni (mg/L) değerlerinin aylara bağlı değişimi

Çizelge 4.4 Su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi

			Parametreler	
Aylar	İstasyon	Derinlik	Su sıcaklığı (°C)	Çözünmüş oksijen (mg/L)
Aralık	Kafes	Yüzey	* ^a 5.00±0.04 ^{Ea**}	* ^b 9.85±0.06 ^{Ba**}
		Dip	^a 4.85±0.04 ^{Ea}	^b 9.65±0.06 ^{Ca}
	Kontrol	Yüzey	^b 4.10±0.04 ^{Ea}	^a 11.00±0.06 ^{Bb}
		Dip	^a 3.90±0.04 ^{Fa}	^a 11.65±0.06 ^{Ba}
Ocak	Kafes	Yüzey	^a 4.10±0.07 ^{Fb}	^a 12.20±0.05 ^{Aa}
		Dip	^a 5.10±0.07 ^{Ea}	^a 11.90±0.05 ^{Aa}
	Kontrol	Yüzey	^a 4.10±0.07 ^{Eb}	^a 12.43±0.05 ^{Aa}
		Dip	^a 5.15±0.07 ^{Da}	^a 12.10±0.05 ^{Aa}
Şubat	Kafes	Yüzey	^a 6.10±0.06 ^{Da}	^a 9.78±0.14 ^{Bb}
		Dip	^a 5.55±0.06 ^{Db}	^a 10.55±0.1 ^{Ba}
	Kontrol	Yüzey	^b 4.90±0.06 ^{Da}	^a 11.30±0.1 ^{Ba}
		Dip	^b 4.65±0.06 ^{Ea}	^a 10.25±0.14 ^{Cb}
Mart	Kafes	Yüzey	^a 11.10±0.04 ^{Ca}	^a 10.05±0.15 ^{Ba}
		Dip	^b 8.55±0.04 ^{Cb}	^a 9.30±0.15 ^{Cb}
	Kontrol	Yüzey	^b 10.10±0.04 ^{Ca}	^a 10.30±0.15 ^{Ca}
		Dip	^a 10.60±0.43 ^{Cb}	^b 8.55±0.15 ^{Db}
Nisan	Kafes	Yüzey	^a 15.00±0.09 ^{Ba}	^a 8.05±0.07 ^{Ca}
		Dip	^a 13.73±0.09 ^{Ab}	^b 6.60±0.07 ^{Eb}
	Kontrol	Yüzey	^a 15.00±0.09 ^{Ba}	^a 8.35±0.07 ^{Da}
		Dip	^b 13.30±0.09 ^{Ab}	^a 8.00±0.07 ^{Eb}
Mayıs	Kafes	Yüzey	^a 18.00±0.12 ^{Aa}	^a 7.45±0.06 ^{Da}
		Dip	^a 13.40±0.12 ^{Bb}	^a 7.65±0.06 ^{Da}
	Kontrol	Yüzey	^b 17.00±0.12 ^{Aa}	^a 7.70±0.06 ^{Da}
		Dip	^b 11.40±0.12 ^{Bb}	^a 7.90±0.06 ^{Ea}

* Aynı sütundaki farklı küçük harfler aynı derinlik ve ayda istasyonlar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.01).

** Aynı sütundaki farklı büyük harfler aynı istasyon ve derinlikte aylar arası farklılıkları, aynı sütundaki küçük harfler aynı istasyon ve ayda derinlikler arası farklılıkları göstermektedir (p<0.01).

4.2.2 Çözünmüş oksijen

Araştırma süresince her istasyonda aylara göre Duncan testi ile bu parametrenin sonuçları karşılaştırılmış ve çözünmüş oksijen içeriği en düşük (6.60 ± 0.07 mg/L) ile kafes istasyonunda nisan ayında dip suyunda, en yüksek değer ise (12.43 ± 0.05 mg/L) olarak kontrol istasyonunda ocak ayında yüzey suyunda tespit edilmiştir (şekil 4.6).

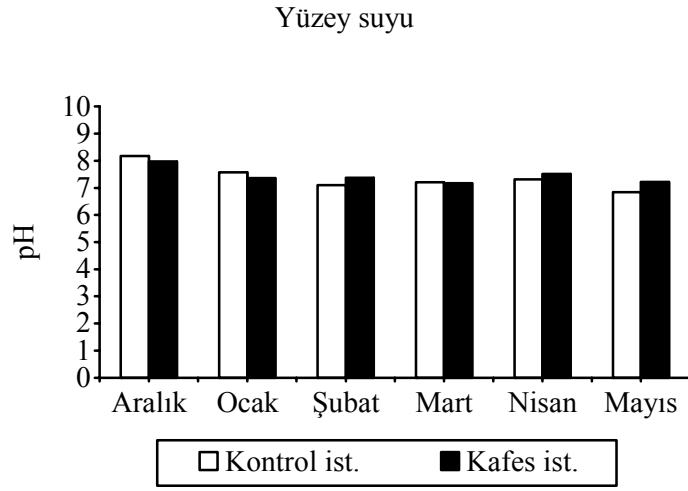
Çözünmüş oksijen düzeyleri istasyonlar bazında karşılaştırıldığında, istasyonlar arası farklılık ocak, şubat ve mayıs aylarında istatistiki açıdan önemli düzeyde bulunmazken ($p>0.01$), çözünmüş oksijenin derinliğe bağlı değişiminin kafes ve kontrol istasyonları arasındaki farklılığı şubat, mart ve nisan aylarında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$) (çizelge 4.4).

4.2.3 pH

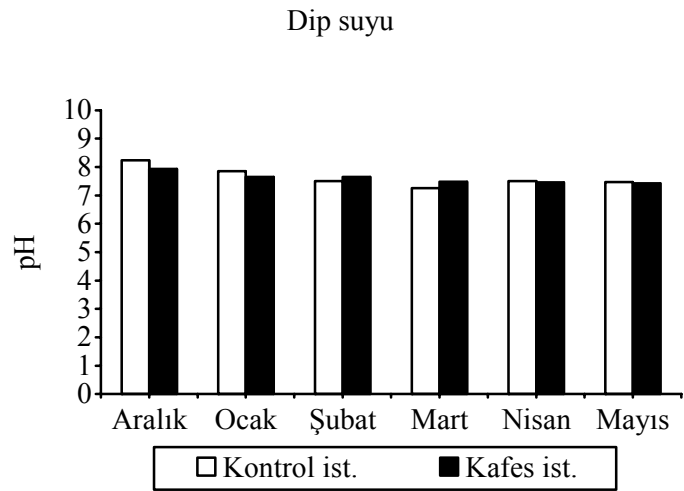
Araştırma süresince en düşük pH değeri (7.10 ± 0.05) ile kontrol istasyonunda şubat ayında yüzey suyunda, en yüksek değer ise (8.24 ± 0.00) olarak kontrol istasyonunda aralık ayında dip suyunda ölçülmüştür (şekil 4.7).

Kafes ve kontrol istasyonlarının pH değerleri karşılaştırıldığında, aralık, ocak ve şubat aylarında yüzey ve dip suları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$). pH değerlerinin derinliğe bağlı değişimi ise kafes istasyonunda aralık ve nisan aylarında, kontrol istasyonunda ise aralık ve mart aylarında istatistiki açıdan önemli seviyede farklılık göstermemiştir ($p>0.01$) (çizelge 4.5).

A)



B)



Şekil 4.7 Kafes ve kontrol istasyonunda yüzey (A) ve dip suyu (B) pH değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi

Çizelge 4.5 pH ve Secchi derinliği değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi

			Parametreler	
Aylar	İstasyon	Derinlik	pH	Secchi derinliği (m)
Aralık	Kafes	Yüzey	* ^b 7.97±0.00 ^{Aa**}	^b 5.35 ± 0.02 ^A
		Dip	^b 7.93±0.04 ^{Aa}	
	Kontrol	Yüzey	^a 8.18±0.00 ^{Aa}	^a 6.00 ± 0.02 ^A
		Dip	^a 8.24±0.00 ^{Aa}	
Ocak	Kafes	Yüzey	^b 7.36±0.05 ^{Cb}	^b 5.40 ± 0.06 ^A
		Dip	^b 7.65±0.05 ^{Ba}	
	Kontrol	Yüzey	^a 7.57±0.05 ^{Cb}	^a 6.10 ± 0.06 ^A
		Dip	^a 7.85±0.05 ^{Ba}	
Şubat	Kafes	Yüzey	^a 7.37±0.05 ^{Cb}	^b 4.50 ± 0.02 ^B
		Dip	^a 7.65±0.05 ^{Ba}	
	Kontrol	Yüzey	^b 7.10±0.05 ^{Fb}	^a 5.55 ± 0.02 ^B
		Dip	^b 7.50±0.05 ^{Ca}	
Mart	Kafes	Yüzey	^a 7.17±0.00 ^{Db}	^b 3.15 ± 0.07 ^C
		Dip	^a 7.48±0.00 ^{Ca}	
	Kontrol	Yüzey	^a 7.21±0.00 ^{Ea}	^a 3.55 ± 0.07 ^C
		Dip	^b 7.26±0.00 ^{Ea}	
Nisan	Kafes	Yüzey	^a 7.51±0.00 ^{Ba}	^b 2.65 ± 0.05 ^B
		Dip	^a 7.46±0.00 ^{Ca}	
	Kontrol	Yüzey	^b 7.31±0.00 ^{Db}	^a 2.90 ± 0.05 ^D
		Dip	^a 7.50±0.00 ^{Ca}	
Mayıs	Kafes	Yüzey	^a 7.22±0.00 ^{Db}	^a 2.20 ± 0.10 ^E
		Dip	^a 7.42±0.00 ^{Ca}	
	Kontrol	Yüzey	^a 7.84±0.00 ^{Ba}	^a 2.35 ± 0.10 ^E
		Dip	^a 7.47±0.00 ^{Db}	

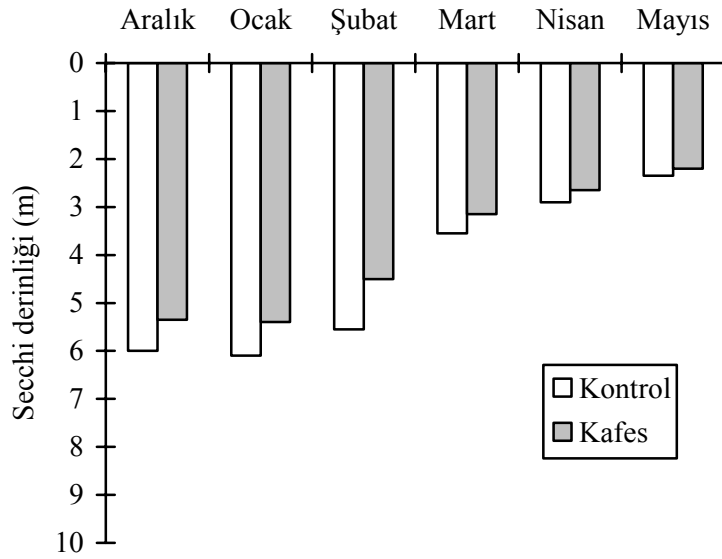
* Aynı sütundaki farklı küçük harfler aynı derinlik ve ayda istasyonlar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.01).

** Aynı sütundaki farklı büyük harfler aynı istasyon ve derinlikte aylar arası farklılıkları, aynı sütundaki küçük harfler aynı istasyon ve ayda derinlikler arası farklılıkları göstermektedir (p<0.01).

4.2.4 Secchi derinliği

Ortalama en düşük Secchi derinliği 2.20 ± 0.10 m ile kafes istasyonunda mayıs ayında, en yüksek değer ise 6.10 ± 0.06 m olarak kontrol istasyonunda ocak ayında ölçölmüştür (şekil 4.8).

Secchi derinliğinin istasyonlara bağlı değişimi mayıs ayı dışında istatistiki açıdan önemli seviyede farklılık göstermiş ($p < 0.01$) ve kafes istasyonu değerleri kontrol istasyonuna göre daha düşük bulunmuştur. Aylar bazında yapılan karşılaştırmada ise, nisan ayı dışında farklılıklar istatistiki açıdan önemli seviyede farklılık göstermemiştir ($p > 0.01$) (çizelge 4.5).



Şekil 4.8 Kafes ve kontrol istasyonunda Secchi derinliğinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Kesikköprü Baraj Gölü'ndeki bir kafes ünitesinde yaklaşık 20 ton kapasiteli gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin sediment kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, kafes ve kafeslerden 60 m uzaklıkta seçilen iki istasyondan sediment örnekleri bir yetiştiricilik periyodunca aylık olarak alınmıştır.

Sedimentin rengi kafes ve kontrol istasyonunda renk bazında farklılık göstermiş, kafes istasyonunda siyah olan sediment rengi kontrol istasyonunda gözle ayırt edilebilecek şekilde koyu tonda griye dönüşmüştür.

Kafeslerde yoğun yetiştiriciliğin yapıldığı alanlarda sedimentin redoks potansiyeli değerlerinin düştüğü bildirilmiştir (Anonim 1993, Karakassis *et al.* 1998, Pawar *et al.* 2001, 2002). Bu çalışmada redoks potansiyel değerleri, araştırma süresince kontrol istasyonunda kafes istasyonuna göre daha yüksek saptanmış, bu parametrenin istasyonlara bağlı değişimi her ayda farklılık göstererek farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Kontrol istasyonunda araştırma süresince negatif değerlere rastlanmazken, kafes istasyonunda mart, nisan ve mayıs aylarında ölçülen negatif değerler, Pearson ve Black (2001)'in de bildirdiği gibi, anaerobik mikrobiyal prosesleri ifade etmektedir. Araştırmamızda kafeslerin tabanında ölçülen en yüksek negatif redoks potansiyel değeri (-10.50 mV) olup, Troell ve Berg (1997)'nin tropik Kariba Gölü'nde saptamış oldukları yüzey sedimenti redoks potansiyeli değerinden (142 mV) ve Karakassis ve arkadaşları (1999)'un deniz balıkları yetiştiriciliği yapılan kafes tabanındaki pozitif ölçüm değerlerinden (10-40 mV) oldukça düşük bulunurken, Pawar ve arkadaşları (2001)'in Seto İç Denizi'nde yine deniz balıkları yetiştiriciliği yapılan kafes tabanı için belirttikleri redoks potansiyel değerinden (-128 mV) yüksek bulunmuştur.

Pawar ve arkadaşları (2002) tarafından, deniz balıkları yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes işletmelerinde, yemle organik karbon girdisi ve sedimentin redoks potansiyeli değerleri arasında korelasyon belirlenmiştir. Araştırmamızda da artan yem ve biomas miktarına paralel olarak redoks potansiyelinde negatif değerlere doğru bir eğilim tespit edilmiştir

(şekil 4.1). Bu bağlamda, balık üretim miktarı ile yem düzeyindeki artışa bağlı olarak yetiştiriciliğin sedimenti olumsuz yönde etkilediği ancak oksijensiz koşulları destekleyecek ölçüde bir sorun oluşturmadığı söylenebilir.

Araştırmamızda kafes istasyonu sedimentinde % 13.12-15.71 olarak belirlenen sedimentin organik madde değerleri, Sunlu ve arkadaşları (1999) tarafından Urla'da çipura yetiştiriciliğinin yapıldığı ağ kafeslerin tabanından alınan sedimentin ortalama % 14.16 değerine benzerlik gösterirken, yurt dışında denizel ortamlarda ağ kafeslerdeki yetiştiricilik çalışmalarında (Dominguez *et al.* 2001, Pawar *et al.* 2001, Carrol *et al.* 2003, Schendel *et al.* 2004) elde edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Oligotrofik Passage Gölü'nde (Kanada) yapılan 14 ton kapasiteli gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde ise, kafes istasyonu sedimentinde organik madde düzeyleri % 39- 69.0 arasında değişmiş olup (Cornel and Whoriskey 1993), bu çalışmada elde edilen verilerden yüksektir.

Deniz balıkları yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes işletmelerinde, yemle organik karbon girdisi ve sedimentin organik madde değerleri arasında saptanan korelasyon (Pawar *et al.* 2002), benzer şekilde bu çalışmada da tespit edilmiş, yem miktarı ile organik madde yüzdeleri paralellik göstermiştir. Araştırmamızda organik maddenin aylara bağlı değişimi ise, Sunlu ve arkadaşları (1999)'un çipura yetiştiriciliğinin yapıldığı ağ kafeslerin tabanından alınan sediment örneklerinde belirlenen organik maddenin mevsimsel varyasyonuna benzer şekilde kış aylarında artış göstermiştir (şekil 4.2).

Sunlu ve arkadaşları (1999) tarafından, Urla-İskele Karantina adası mevkiinde çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliğinin yapıldığı ağ kafes sisteminden alınan sediment örneklerinde, yüzde karbon miktarının % 1.25 - 2.10 arasında değişimler gösterdiği yıllık ortalamanın ise % 1.79 olduğu bildirilmiştir. Araştırmamızda ise bu parametreye ilişkin değerler daha yüksek bulunmuş; kafes istasyonunda % 5.41 – 8.59 arasında değişim göstermiştir. Sedimentin toplam karbon değeri, kontrol ve kafes istasyonunda en yüksek Mayıs ayında sırasıyla % 8.49 ve % 8.59 olarak belirlenmiştir. Sedimentin toplam karbon düzeyine ilişkin maksimum değerlerimiz, Troell ve Berg (1997)'nin tropik Kariba Gölü'nde tilapya kafeslerinin

sedimenti (% 2.8-4.49) ile Temporetti ve arkadaşları (2001) tarafından rezervuarda salmonid yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes istasyonu sedimentinde (% 0.2-5.3) bildirilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Yetiştiriciliğin yapıldığı kafes sistemlerinden uzaklaştıkça sediment azot değerlerinde görülen azalma, farklı çalışma (Troell and Berg 1997, Karakassis *et al.* 1999, Dominguez *et al.* 2001, Temporetti *et al.* 2001, Carrol *et al.* 2003, Schendel *et al.* 2004) bulgularıyla desteklenmiş olup, araştırmamızda da sedimentin toplam azot değerleri tüm aylarda kontrol istasyonuna göre yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda maksimum % 0.44 olarak kafes istasyonunda saptanan azot değeri, Schendel ve arkadaşları (2004)'ün salmon yetiştiriciliğinin yapıldığı açık deniz kafes işletmeleri sedimentinde belirlediği % 0.51 ve Karakassis ve arkadaşları (1999)'un deniz balıkları yetiştiriciliği yapılan kafes tabanındaki yüzey sedimentinde belirledikleri % 0.36 değerine benzerdir. Bu parametreye ilişkin bulgumuz, Carrol ve arkadaşları (2003) tarafından, Norveç'te kafes işletmelerinin bulunduğu bölgeden alınan sediment örneklerinde saptanan % 0.14 değerinden ve Dominguez ve arkadaşları (2001)'in çipura yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes istasyonundan aldığı sediment örneklerinde tespit ettiği 11.03-16.73 mg/100g düzeyindeki toplam azot değerinden ise daha yüksektir. İçsularda yapılan sınırlı sayıdaki çalışma incelendiğinde ise sediment toplam azot değerlerimiz, Troell ve Berg (1997)'nin tropik Kariba Gölü'nde tilapya kafeslerinin tabanında saptadıkları değerler (% 0.22-0.40) ile Temporetti ve arkadaşları (2001)'in salmonid yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes sistemlerinde belirledikleri % 0.1-0.8 değişim aralığı içerisinde.

Araştırmamızda kafes istasyonunda sedimentin toplam fosfor düzeyleri % 0.06-0.13 arasında belirlenmiş; yetiştiricilik periyodunca tüm aylarda sedimentin toplam fosfor içeriği kontrol istasyonundan yüksek bulunmuştur. Bu farklılık % 2.6 katlık bir artışla şubat ayında maksimuma ulaşmıştır (şekil 4.5). Bu durum, Dominguez ve arkadaşları (2001)'in çipura yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes istasyonundaki ile Schendel ve arkadaşları (2004)'ün salmon yetiştiriciliğinin yapıldığı açık deniz kafesleri sedimenti toplam fosfor değerlerinin, seçilen kontrol istasyonlarına göre daha yüksek olarak belirlendiği çalışma sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Benzer şekilde Cornel ve Whoriskey (1993) tarafından da Passage Gölü'nde 14 ton kapasiteli gökkuşağı

alabalığı yetiştiriciliğinin yapıldığı kafes istasyonu sedimenti toplam fosfor düzeyinin kontrol istasyonundan yüksek olduğu bildirilmiştir. Aynı araştırmacıların kafes tabanı sedimenti için belirledikleri toplam fosfor değerleri (77 - 2175 µg/g), bu çalışmada elde edilen verilere göre oldukça yüksektir. Araştırmamızda % 0.13 olan en yüksek toplam fosfor düzeyi, Troell ve Berg (1997) tarafından tilapya yetiştiriciliğinin yapıldığı tropik Kariba Gölü'nde kafeslerin tabanında maksimum % 0.26 olarak saptanan fosfor düzeyine göre düşük bulunmuştur. Ayrıca Temporetti ve arkadaşları (2001)'in bildirdiği Alicura Rezervuarı'nda (Arjantin), 100 ton/yıl kapasiteli salmon kafes işletmesi sedimentine ait % 1.2 olan ortalama toplam fosfor değerinden de oldukça düşüktür.

Araştırma sürecince yerinde yapılan suyun bazı fiziko-kimyasal parametrelerinden su sıcaklığı değerleri istasyonlar bazında karşılaştırıldığında, ocak ve nisan aylarında istatistiki açıdan farklılık önemli saptanmazken, diğer aylarda kafes istasyonu su sıcaklığı değerleri daha yüksek ölçülmüş ancak bu sıcaklık farkı maksimum 1.10°C olarak tespit edilmiştir.

Kafes sistemlerinde balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan atıkların su sütununa yapmış olduğu etkiler konusundaki araştırmalarda, bu tip yetiştiriciliğin ortamın ışık geçirgenliği, çözünmüş oksijen ve pH değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir (Beveridge 1984, Phillips *et al.* 1985, Weglenska *et al.* 1987). Araştırmamızda da bu parametrelere ilişkin olarak elde edilen sonuçlar benzer nitelikte olup, sözü edilen özellikler bakımından genel olarak kafes ve kontrol istasyonları arası farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Aguado-Gimenez ve Garcia-Garcia (2004), Batı Akdeniz'de çipura ve levrek yetiştiriciliğinin yapıldığı açık deniz kafes sistemlerinde, kafesler ile kafeslerden 100, 200 ve 500 m mesafede ve 1.8 km uzaklıkta seçilen kontrol istasyonunda sediment kimyası açısından önemli bir değişim belirlenmemesinin ana nedenlerini derinlik, akıntı hızı, düşük biomas olarak özetlemişlerdir. Carrol ve arkadaşları (2003) tarafından Norveç'te kafeslerde salmon yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgeler, akıntı hızına göre sınıflandırılmıştır. Araştırmamızda aralık ayında ölçülen su akış hızı, kafes istasyonunda

4 cm/sn olarak saptanmış olup, bu değer Carrol ve arkadaşları (2003)'ün belirledikleri 'orta derecede duyarlı sınıfa' girmektedir. Ancak bu değer Hirfanlı Baraj Gölü'nün fazla sularının düzensiz bir şekilde rezervura boşaltılması nedeniyle değişkenlik göstermesi söz konusudur. Beveridge (1984) tarafından kafeslerde balık yetiştiriciliği için ideal akıntı hızının 10-60 cm/sn olduğu belirtilmiştir. İçsularda kafeslerde balık yetiştiriciliğinin sedimente etkisine ilişkin çalışmalarda, akıntı hızı verilmediği için bir karşılaştırma yapılamamışsa da tespit edilen değerlerin kafes atıklarının seyrelmesi anlamında yeterli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Kesikköprü Baraj Gölü'nde suyun yenilenme süresinin kısa olması (çizelge 3.1) kafeslerin çevresel etkilerinin indirgenmesinde önemli bir unsurdur.

Dominguez ve arkadaşları (2001), çipura ve levrek yetiştiriciliği yapılan kafes işletmesi tabanında küçük partiküllü ($< 105 \mu\text{m}$) sediment yüzdesinin kontrol istasyonuna göre daha düşük, büyük partiküllü (250-500 μm) sediment yüzdesinin kontrol istasyonuna göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise tam aksi bir durum belirlenmiş olup (çizelge 4.3), bu durum kafeslerin su akıntı hızını ve sediment partikül büyüklüğünü etkilemediği olgusunu desteklemektedir.

Demir ve arkadaşları (2001) ile Karaca (2003) tarafından Kesikköprü Baraj Gölü'nde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan farklı kafes işletmelerinin alıcı ortama etkileri konusundaki çalışma sonuçları, su kalitesine ilişkin bulgularımızı destekler nitelikte olup, belirlenen fiziko-kimyasal parametreler açısından balık yetiştiriciliğinin su kalitesini olumsuz yönde etkilediğinden söz etmek olası değildir.

Bu çalışma ile Kesikköprü Baraj Gölü'nde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapıldığı yaklaşık 20 ton kapasiteli kafes işletmesinin sediment kalitesini etkilediği ve söz konusu etkilerin lokal olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma bulguları, içsularda kafeslerde balık yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği çalışmaları kapsamında ve çevre-kafes etkileşimi konusunda, sediment kalitesinin de önemli bir kriter olduğu ve yetiştiriciliğin etkisini belirlemede etkin bir araç olduğu görüşünü destekler niteliktedir.

Kesikköprü Baraj Gölü'nde başka işletmelerin de bulunduğu göz önüne alındığında; kafes işletmelerinin sediment kalitesi bağlamında çevresel etkilerini azaltmak için, yemleme miktarı ve tipi başta olmak üzere, yemlemede sindirebilirliği yüksek, az fosfat içeren, yüksek enerjili, kuru ve yüzeyde kalan yemlerin kullanımı ile ağ kafeslerde stoklama miktarına dikkat edilmesi ve uygulanacak rotasyon işlemi önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ackefors, H. and Enell, M. 1990. Discharge of nutrients from Swedish fish farming to adjacent sea areas. *Ambio*, 19, 29-35.
- Anonim. 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 61-73, Ankara
- Anonim. 1993. Türkiyede yetiştiriciliğin çevresel etkisi ve bunun turizm, rekreasyon ve özel korunma alanları ilişkisi. TÜGEM, 1-85, Ankara.
- Anonim. 2001. Türkiye’de bulunan sulak alanların Ramsar sözleşmesi balık kriterlerine göre değerlendirilmesi projesi, Kesin rapor, T.C. Çevre Bakanlığı Genel Müd. ve T.C Gazi üniversitesi Vakfı, Ankara.
- Anonim. 2005. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, s. 791-803, Ankara.
- Aşır, U. 2000. Kesikköprü Baraj Gölü’nde farklı stok yoğunluklarının gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) gelişimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enst. Su Ürünleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Atay, D. 1987. İçsu balıkları ve üretim tekniği. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları, Yayın no: 1035, 1-467, Ankara.
- Beveridge, M. C. M. 1984. Cage and pen fish farming, carrying capacity models and environmental impacts. *FAO Fish Teach. Pap*, 225, 131, Roma.
- Beveridge, M. C. M., Phillips, M. J. and Macintosh, D.J. 1997. Aquaculture and the environment: the supply and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability. *Aquaculture*, 28, 797-807.
- Carroll, L. M., Cochrane, S., Fieler, R., Velvin, R. and White, P. 2003. Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices and monitoring techniques. *Aquaculture*, 226, 165-180.
- Çelikkale, M., Düzgüneş, E. ve Okumuş, İ. 1999. Türkiye su ürünleri sektörü, potansiyeli, mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Yayın no:1999-2, İstanbul.
- Cornel, G. E. and Whoriskey, F. G. 1993. The effects of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cage culture on the water quality, zooplankton, benthos and sediments of Lac du Passage, Québec. *Aquaculture*, 109, 101-117.
- Demir, N., Kırkağaç, M., Pulatsü, S. ve Bekcan, S. 2001. Influence of trout cage culture on the water quality, plankton and benthos in an Anatolian Dam Lake, The Israeli Journal of Aquaculture, 53 (3-4), 115-127.
- Dominguez, M. L., Calero, L. G., Martin, V. M. J. and Robaina, R.L. 2001. A comparative study of sediments under a marine cage farm at Gran Canaria Island (Spain). *Aquaculture*, 192, 225-231.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F. 1983. İstatistik Metotları 1. A. Ü. Zir. Fak. Yayınları: 861, Ders Kitabı, 229 s., Ankara.
- Enell, M. and Ackefors, H. 1991. Nutrient discharge from aquaculture operations in Nordic Countries into adjacent sea areas. *ICES*, F: 56, Ref. MEOÇ, 2-16, İsveç.
- Gimenez, A.F. and Garcia, G. G. 2004. Assessment of some chemical parameters in marine sediments exposed to offshore cage fish farming influence: a pilot study. *Aquaculture*, 242, 283-296.

- Gowen, R. J. and McLusky, D. S. 1988. How farm effect their surroundings. Fish Farmer. September/October, 33-34, 50-51.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. 3: Toprak Analizleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme akfı Yayınları No: 3, 705., Ankara.
- Karaca, İ. 2002. Kesikköprü Baraj Gölü'nde kafeslerde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin su kalitesi, zooplankton ve bentos üzerine etkisi. Doktora Tezi. Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enst. Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Karaca, İ. ve Pulatsü, S. 2003a. The effect of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) cage culture on benthic macrofauna in Kesikköprü Dam Lake. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 27 (5), 1141-1146.
- Karaca, İ. ve Pulatsü, S. 2003b. Kesikköprü Baraj Gölü'ndeki (Ankara) bir kafes işletmesinde gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yetiştiriciliğinin zooplanktona etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 9 (2), 174-181.
- Karakassis, I., Tsapakis, M. and Hatziyanni, E. 1988. Seasonal variability in sediment profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean. Marine Ecology Progress, Series, 162, 243-252.
- Karakassis, I., Hatziyami, E., Tsapakis, M. and Plaiti, W. 1999. Benthic recovery following cessation of fish farming : a series of successes and catastrophes. Marine Ecology Progress Series, 184, 205-218.
- Kelly., L. A. and Elberizon., I. R. 2001. Freshwater finfish cage culture, In: Environmental impacts of aquaculture. Black K. D. (ad), Sheffield Academic Pres, pp. 1-32, UK.
- La Rosa, T., Mirto, S., Mazzola, A. and Meugeri, T.L. 2004. Benthic microbial indicators of fish farm impact in a coastal area of the Tyrrhenian Sea. Aquaculture, 230, 153-167.
- Laird, L. M. and Needham. T. 1988. Salmon and trout farming. Ellis Harwood Limited, 271p., England.
- Okumuş, İ. 1997, Deniz kafeslerinde balık yetiştiriciliğinin ekolojik bazı etkileri ve balık-midye polikültür yaklaşımı. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 323-329, İzmir.
- Pawar, V., Matsuda, O., Yamamoto, T., Hashimoto, T. and Rajendran, N. 2001. Spatial and temporal variations of sediment quality in and around fish cage farms : A case study of aquaculture in the Seto Inland Sea, Japan. Fisheries Science, 67, 619-627.
- Pawar, V., Matsuda, O. and Fujisaka, N. 2002. Relationship between feed input and sediment quality of the fish cage farms. Fisheries Science, 68, 894-903.
- Pearson, H. T. and Black, K. D. 2001. The environmental impacts of marine fish cage culture, In: Environmental impacts of aquaculture. Black K. D. (ad), Sheffield Academic Pres, pp. 32-51, UK.
- Phillips, M. J., Beveridge, M. C. M. and Ross L. G. 1985. The environmental impact of salmonid cage culture on inland fisheries: present status and future trients. Journal Fish Biology, 27 (suppl. A), 123-137.
- Pulatsü, S. 2003. The application of phosphorus budget model estimating the carrying capacity of Kesikköprü Dam Lake. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 27(5), 1127-1130.

- Schendel, K. E., Nordstrom, E. S. and Lavkulich, M. L. 2004. Flocc and sediment properties and their environmental distribution from a marine fish farm. *Aquaculture Research*, 35, 483- 493.
- Soto, D. and Norambuena, F. 2004. Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: a large-scale mensurative experiment. *J. Appl. Ichthyol.*, 20, 493-501.
- Sunlu, U., Egemen, Ö., Kaymakçı, A. ve Tüzen, A. 1999. Urla iskelesi (İzmir) ağ kafeslerde yapılan balık yetiştiriciliğinin sedimente olan etkilerinin incelenmesi. X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. Bildiri ve posterler (I). 22-24 Eylül 1999, Adana
- Temporetti, F. P., Alanso, F. M., Baffico G., Diaz M. M., Lopez, W., Pedrozo, L. F. and Vigliano H. P. 2001. Trophic state, fish community and intensive production of salmonids in Alicura Reservoir (Patagonia, Argentina) *Lakes&Reservoirs: Research and Management* 6, 259-267.
- Troell, M. and Berg, H. 1997. Cage fish farming in the tropical lake kariba, Zimbabwe: impact and biogeochemical changes in sediment. *Aquaculture*, 28, 527-544.
- Weglenska, T., Brownick-Dylinska, L., Ejsmont-Karabin. J. and Spodniewska, I. 1987. Plankton structure and dynamics, phosphorus and nitrogen regeneration by zooplankton in Lake Glebokie polluted by aquaculture. *Ekologia Polska*, 35, 1, 219-236, Polonya.
- Wetzel, R. G. and Likens, G. E. 1991. *Limnological Analyses*. W.B. Saunders Co., 1-391, Newyork.
- Yokoyama, H. 2003. Environmental quality criteria for fish farms in Japan. *Aquaculture*, 226 , 45-46.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aslı
Doğum Yeri : ALPASLAN
Doğum Tarihi : 07.09.1981
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ayrancı Lisesi, 1996-1998
Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvansal Üretim Bölümü,
1999-2004
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri
Anabilim Dalı, 2004-2006