

Sığacık (Seferihisar-İzmir) Bölgesi Ağ Kafeslerde Yapılan Balık Yetiştiriciliğinin Sucul Ortama Olan Etkilerinin Araştırılması

Ender Orçun, *Uğur Sunlu

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100, İzmir, Türkiye
*E mail: ugur.sunlu@ege.edu.tr

Abstract: *Investigation on impacts of coastal cage aquaculture to aquatic environment in Sığacık (Seferihisar, İzmir) region.* The impacts of marine cage aquaculture on the environment were evaluated by studying the water quality of Sığacık Bay. A fish farm that belongs to Hünkar Company is located in this area. This study was conducted to examine the variations in water column of fish farms. Therefore, nutrients (inorganic ammonium, nitrate, nitrite, silicate and phosphate), magnesium, calcium, pH, dissolved oxygen, salinity, organic material in water column was investigated monthly. These parameters are important for effective farm management and sustainable aquaculture. As a result of this research, we have found that these areas have been polluted by fish farms. But this pollution level is not reached to dangerous scale which is parallel to water quality criteria.

Key Words: Marine aquaculture, environmental impacts, Sığacık region.

Özet: Denizel ağ kafeslerde yapılan akuakültürün çevreye etkisi Sığacık Körfezi'nde su kalitesi çalışmaları yapılarak değerlendirildi. Hünkar Ltd. Ştd.'ne ait balık çiftliği Sığacık Körfezi'nde yer almaktadır. Bu çalışmada balık çiftliklerinin su sütununa olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, besleyici tuzlar (inorganik amonyum, nitrat, nitrit, silikat, fosfat), magnezyum, kalsiyum, pH, çözünmüş oksijen, tuzluluk, organik madde miktarları aylık olarak incelenmiştir. Bu parametreler etkili çiftlik yönetimi ve sürdürülebilir akuakültür için son derece önemlidir. Araştırma sonucunda bölgede su kalitesi kriteri ile anlamlı ama tehlikeli olmayan boyutlarda bir kirlilik gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Denizel akuakültür, çevresel etkiler, Sığacık bölgesi.

Giriş

Son yıllarda, yeni besin kaynaklarına ve akuakültür ürünlerine artan ihtiyaç nedeniyle dünya çapında su ürünleri üretimi artmıştır. Bu gelişme, kar ve girdi bakımından olumlu etkiler yaratırken, kirlilik, alan kullanımı bozuklukları veya biyolojik çeşitlilikte değişim gibi olumsuz çevresel etkilerle rahatsızlık oluşturmaktadır. FAO, akuakültürü; denizel organizmaların, balık, kabuklu-eklembacaklı ve denizel bitkilerin üretimi şeklinde tanımlamıştır (FAO, 1997).

Kıyasal akuakültürün genişlemesi önemli sosyo-ekonomik faydalar doğurmasına karşın önemli ekolojik değişimlere neden olur. Ekolojik değişimin türü ve alanı akuakültürün metoduna, üretimin miktarına, kıyasal alanın fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakterine bağlıdır. Çoğu yoğun balık yetiştiriciliği yapılan sistemlerde ana girdi balık yemidir. Kısmen balık biyoması, kısmen organik katı maddeler veya çözünmüş maddeler, örneğin; karbon, azot, fosfor; artık yem, dışkı, böbrek ve solungaçlardan boşaltım şeklinde sisteme girer. Diğer kirleticiler ise hastalıkları iyileştirmek için kullanılan değişik formülasyondaki ilaçların kalıntılarıdır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda akuakültürün ekosisteme çok az olumsuz etki yaptığı kabul edilmiştir (Barg, 1992). Buna rağmen, bazı kıyasal bölgelerde örneğin; Avrupa'da yoğun balık yetiştiriciliği yapılan işletmelerde,

Güneydoğu Asya ve Latin Amerika'daki karides işletmelerinde çevresel bozunmalar rapor edilmiştir (Barg,

1992; Sreenivason, 1995).

Akuakültürün olumsuz etkisini azaltmak için dünyadaki birçok hükümet sucul ortamın kirliliğinin azaltılması, balık çiftliklerinde sürdürülebilir üretim modellerinin oluşturulmasına yönelik politikaları benimsemişlerdir.

İspanya'da National Advisory Council For Sea Farms (JACUMAR) tarafından 6 Kasım 2000 yılında bir protokol kabul edilmiştir (Azti, 1999). Protokole göre: suyun fiziko-kimyasal ortam parametrelerinden birisi olan çözünmüş oksijen değerinin 5.6 mgL⁻¹ üzerinde olması veya %80 doygunluk değerini göstermesi; düzenli olarak izlenmesi gerekli ortam değişkenlerinin sıcaklık, tuzluluk, bulanıklılık, askıdaki katı madde olduğu; yem atıklarının kontrolü, su hareketlerinin izlenmesi, ölçümlerin aylık olarak düzenli yapılmasının gerekliliği; 15 m.'den az su sütunu derinliğine sahip bölgelere kafes kurulmaması; 10 yıllık rüzgar değerlerinin toplanarak değerlendirilmesi; kurulacak tesisin bölgede bulunan diğer endüstri faaliyetlerine, turizm ve navigasyona engel olmamasını; biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etki yaratılmamasını, önermektedir.

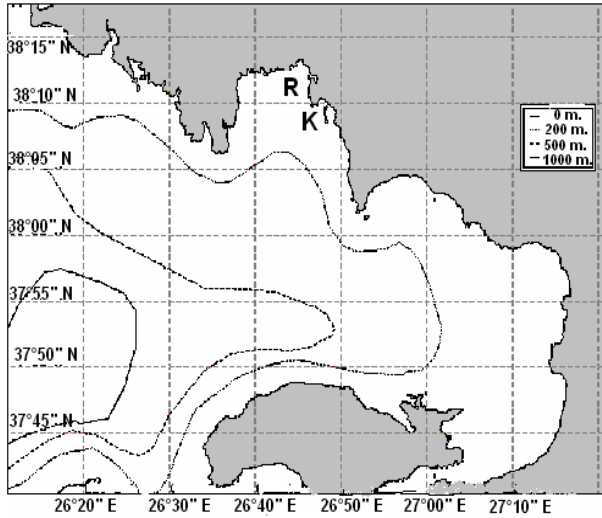
Bu çalışma, İzmir ili Seferihisar ilçesi Sığacık bölgesinde *Sparus aurata* (Lin., 1758) (Çipura) ve *Dicentrarchus labrax* (Lin., 1758) (Levrek) yetiştiriciliği yapılan Hünkar Ltd. Şti.'ne ait ağ kafeslerde gerçekleştirilmiştir. Ağ kafesler ve 200m. ötesinde bir referans bölgesi seçilerek bazı çevresel değişkenlerin derinliğe bağlı değişimleri aylık olarak incelenmiştir. İncelenen su kalite kriterleri pH, sıcaklık, tuzluluk,

çözünmüş oksijen, inorganik amonyum, nitrat, nitrit, fosfat, silikat ve organik maddelerdir.

Bu çalışmanın amacı, yarı kapalı kıyusal bölgelerde faaliyet gösteren ağ kafes işletmelerinin su ortamına olan etkilerinin belirlenerek, bu konuda yapılacak olan çalışmalara ve alınacak olan tedbirlere ışık tutmaktır.

Materyal ve Yöntem

Sığacık, Seferihisar ilçesi sınırları içinde yer alıp, İzmir Körfezi'nin güneyinde bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma bölgesini gösteren harita (Orijinal)

Araştırma bölgesine 3 km. uzaklıkta bir liman bulunmaktadır. Bölgede turizm, balıkçılık, tarım ve hayvancılık halkın geçim kaynağıdır. Araştırma bölgesinde Hünkar Ltd.Şti.'ne ait kafes ünitesi 100 ton kapasitelidir. Tesiste aylık ortalama 6.48 ton balık yemi kullanılmaktadır. Hakim rüzgarlar lodos, poyraz ve gün-doğusudur. Bölge su hareketleri açısından son derecede zengindir. Özellikle kafeslerden referans istasyonuna doğru orta su akıntısı vardır. Araştırma sahası 1 km². bir alanı kapsamaktadır. Ortalama derinlik 12 m.'dir. Bölgenin dip yapısı kumlu ve zaman zaman zemin *Posidonia oceanica* ile kaplıdır. Gerek balık çiftliğinin kurulmuş olduğu alan ve gerekse de referans istasyonu çevresinde herhangi bir yerleşim birimi yoktur.

Fiziko-kimyasal ortam parametrelerinden Su sıcaklığı 0.1°C duyarlıklı elektronik termometre ile, pH değerleri pH metre (pH meter Papier (HANNA Ins.)), Tuzluluk değerleri Harvey yöntemi ile, Çözünmüş Oksijen tayini ise YSI MODEL 55 taşınabilir oksijen metre kullanılarak in-situ olarak arazide ölçülmüştür. İki istasyondan ve 0, 5 ve 10m. derinliklerinden Nansen şişesi yardımı ile alınan su örnekleri 1 litrelik polietilen örnekleme şişelerine alınarak laboratuvara getirildikten sonra inorganik nitrat (NO₃-), nitrit (NO₂-), amonyum (NH₄+), reaktif silikat (SiO₂), fosfat (PO₄-3) ölçümleri Bosch-Lomb Spectronic 21 UVD Model Spektrofotometre yardımıyla ölçülmüştür (Strickland, Parsons, 1972; Wood, 1975; Parsons

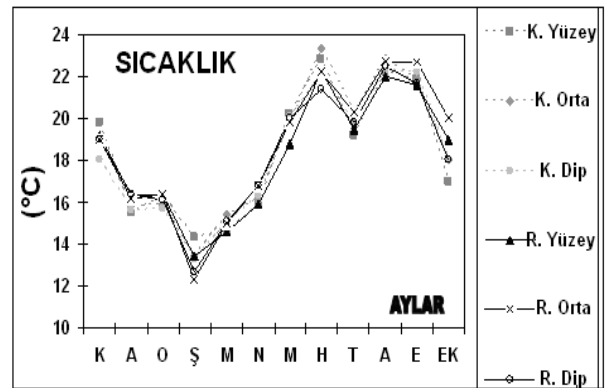
ve diğ., 1984). Suda organik madde tayini, asidik ortamda permanganat kullanılarak, suda bulunan organik maddelerin oksitlenmesi esasına dayanan geri titrasyon yöntemi ile yapılmıştır. Ca Mg tayini kolorimetrik olarak yapılmıştır (Egemen, Sunlu, 1996).

Bulgular

Seferihisar İlçesi Sığacık bölgesinde bulunan Hünkar Ltd.Ştd.'ne ait balık çiftliğinde Kasım 2002-Ekim 2003 tarihleri arasında aylık periyotlar halinde kafes ve referans olmak üzere iki istasyonda ve üç farklı derinlikte (0, 5, 10 m.) fiziko-kimyasal ortam parametreleri ölçülmüştür.

Araştırma bölgesinde su sıcaklığının değişimini saptamak amacı ile yapılan ölçümlerde en düşük su sıcaklık değeri Şubat ayında 12.30C olup referans istasyonunun orta derinliğinde, en yüksek sıcaklık değeri ise Haziran ayında 23.30C olarak kafes istasyonunun orta derinliğinde ölçülmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda kafes istasyonunun ortalama sıcaklık değeri 18.30C, referans istasyonunun ortalama sıcaklık değeri ise 18.40C olarak bulunmuştur. Referans ve kafes istasyonlarındaki su sıcaklığının derinliğe ve aylara bağlı değişimleri Şekil 2'de verilmiştir.

Su sıcaklığı değerlerine genel olarak bakıldığında iki istasyon arasında paralellik göze çarpmaktadır. Kasım, Aralık, Ocak ayında su sütununda tamamen bir karışım sağlanmıştır. Yüze, orta, dip sularının sıcaklık değerleri birbirlerine çok yakındır. Mart ayından Mayıs ayına kadar olan sürede ise 5m.'den sonra bir tabakalaşma göze çarpmaktadır. Yüze suların ısınıp, daha derin sularla karışarak alt tabakaları ısıtması buna karşın dip sularının daha soğuk olması bu tabakalaşmanın oluşmasında en önemli etkidir. Haziran ayından Ekim ayına kadar olan sürede ısınan hava ile yine su sıcaklığı paralellik göstermektedir. Yüze ve dip suları arasında oluşan tabakalaşma Ekim ayına kadar devam etmektedir.



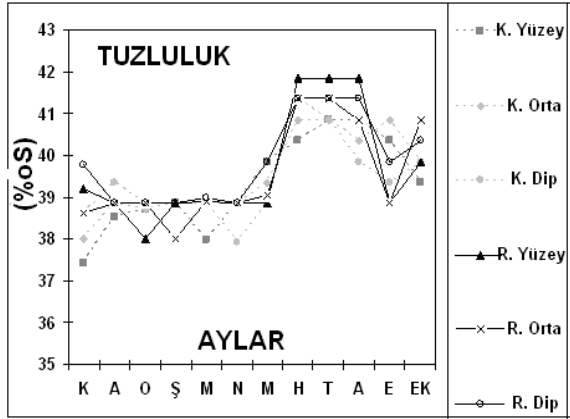
Şekil 2. Kafes ve referans istasyonlarındaki su sıcaklığının derinliğe ve aylara göre değişimleri (°C).

Araştırma bölgesinde yapılan ölçümler sonucunda en düşük tuzluluk konsantrasyonu Kasım ayında ‰37.44 kafes istasyonu yüzeyde, en yüksek tuzluluk konsantrasyonu ise

%41.85 referans istasyonunda yüzeyde Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında ölçülmüştür. Kafes istasyonunda ortalama tuzluluk değeri %39.40, referans istasyonunda ortalama tuzluluk değeri %39.67 olarak bulunmuştur (Şekil 3).

Kafes bölgesindeki istasyonda yüzey tuzluluk değerlerinin Kasım, Aralık, Ocak aylarında kafes orta ve kafes dip tuzluluk değerlerinden düşük oluşu bu aylarda bölgede gözlenen yağışlarla açıklanabilir. Şubat ayında ise tüm derinliklerde aynı tuzluluk değerinin bulunması hakim poyraz rüzgarının şiddetinin 5-6 beauforta yükselmesi sonucu tüm su sütununun homojen bir şekilde karışmasına ve Şubat ayında bölgede gözlenen yağışlara bağlanabilir. Mart ayında ise yağışlı periyodun artması ile tekrar yüzey suyu tuzluluğunda düşüş gözlenir.

Nisan ayı ile birlikte, ısınan hava ile artan buharlaşma miktarına bağlı olarak tuzluluk değerlerinde bir yükselme kendini göstermektedir. Aynı sıcaklık değerlerinde olduğu gibi kafes orta istasyonunda Haziran'dan Eylül'e ayına kadar bir tabakalaşma göze çarpmaktadır. Yaz aylarında sürekli buharlaşma ile tuzluluk değerlerinin yükselmesi beklenen bir durumdur. Ekim ayında tekrar yağışların başlaması ile tuzluluk düşer. Rüzgarın etkisiyle tüm su sütununda homojen bir karışım meydana gelir (Şekil.3).



Şekil 3. Kafes ve referans istasyonlarındaki tuzluluk değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri (%S).

Referans istasyonunda yüzeyde en yüksek tuzluluk değerleri Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında bulunmuştur. Yüksek olan değerler bu aylarda sıcaklık artışına bağlı olarak artan buharlaşma olayıyla açıklanabilir.

Araştırma bölgesinde en düşük çözünmüş oksijen değeri 5.91 mgL⁻¹ Eylül ayında kafes istasyonunda 10m. derinlikte, en yüksek oksijen değeri ise 11 mgL⁻¹ değeri ile Kasım ayında kafes istasyonu orta derinlikte ve referans istasyonunda dip derinliğinde ölçülmüştür. Kafes istasyonu ortalama çözünmüş oksijen değeri 7.86 mgL⁻¹, referans istasyonu ortalama çözünmüş oksijen değeri 8.18 mgL⁻¹ bulunmuştur (Şekil 4).

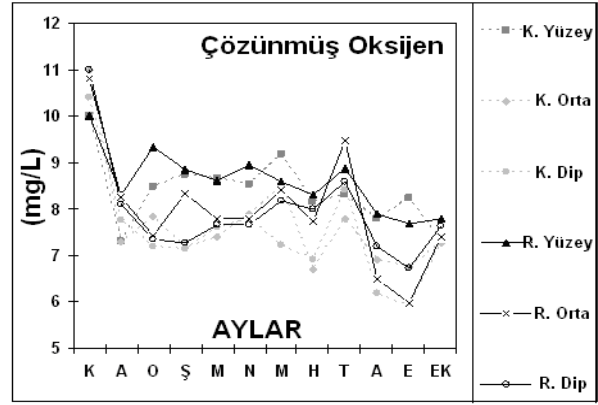
Kasım ayında Ç.O. seviyesinde en yüksek değerler, kafes yüzeyde bu ayda gözlenen fotosentetik aktivitede yükselmeyle açıklanabilir. Aralık ayından Şubat ayına kadar

olan sürede atmosfer sıcaklığı ile uyumlu olarak metabolik aktivitelerin yavaşlamasıyla Ç.O. değerleri normal değerler olan 7-8 mgL⁻¹ arasında değişmektedir.

Haziran ayında ise suların ısınması ve metabolik aktivitenin artmasına bağlı olarak Ç.O. değerleri 6-8 mgL⁻¹ arasında değişkenlik göstermiştir. Her iki istasyondaki paralellik kafesteki balıkların oksijen bütçesinde ek bir azalmaya neden olmadığını gösterir.

Temmuz ayında Ç.O. değerlerinde gözlenen artışlar bu ayda su sıcaklığının yaklaşık 3°C düşmesiyle ve bu ayda gözlenen kuvvetli su hareketleriyle açıklanabilir.

Eylül ayında kafes istasyonunda dip derinliğinde 5.9 mgL⁻¹ değeri düşündürücüdür. Bir üretim periyodunda sedimana çöken organik materyalin oksijen değerinde bir düşüşe neden olabileceği düşünülür. Bu değer bile balık üretiminde en az kabul edilebilir oksijen değerinden yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.).



Şekil 4. Kafes ve referans istasyonlarında çözünmüş oksijen değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri (mgL⁻¹).

Sığacık bölgesinin su sıcaklığının soğuk olması oksijen doygunluğunda sorun oluşturmamaktadır. Oksijen doygunluk değerleri %120-%84.3 arasında değişmesi bunu desteklemektedir.

Araştırma süresince en düşük pH değeri 7.69 ile Aralık ayında kafes istasyonu dip derinliğinde, en yüksek pH değeri ise 8.48 ile referans istasyonunda yüzeyde Nisan ayında ölçülmüştür (Şekil 5).

Kafes istasyonu ortalama pH değeri 8.11, referans istasyonu ortalama pH değeri 8.12 olarak hesaplanmıştır. Referans ve kafes istasyonlarında ölçülen pH değerleri tüm araştırma periyodu boyunca birbirine paralellik göstermektedir (Şekil 5).

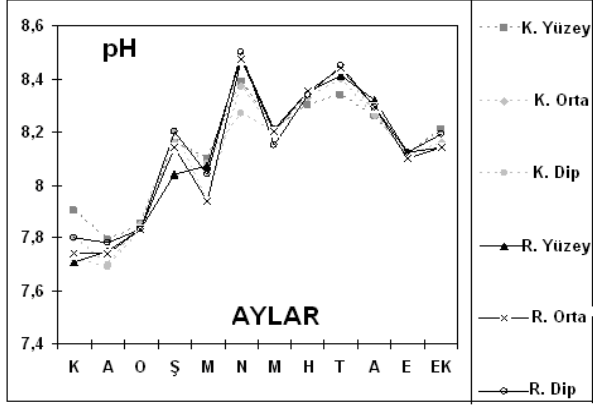
Deniz suyunun pH değeri hakkında 3 önemli temel madde vardır:

-Ortalama pH değeri 8,1 ±0,2'dir.

-İzole edilmiş 1 litre deniz suyu örneğinin tamponlama kapasitesi çok sınırlıdır (3.10-3 mol HCl asit pH'ı 8'den 3 hatta daha düşük değerlere çeker).

-Deniz suyu sistemi geniş ölçüde tamponlanmıştır. İki tamponlama sistemi vardır. Bunlar; Karbonat mekanizması

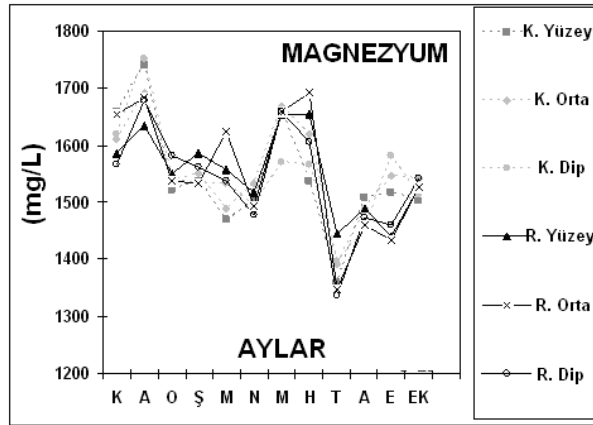
(Kısa vadeli) ve silikat mekanizması (Uzun vadeli) (Martin, 1970).



Şekil 5. Kafes ve referans istasyonlarında pH değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri.

Araştırma bölgesinde ortalama pH değerlerinden sapma Kasım, Aralık, Ocak, Nisan aylarında gözlenmiştir. Su ortamlarının pH'ı bu ortamdaki biyolojik olaylara ve sıcaklığa bağlı olarak aylık ve mevsimsel değişimler gösterebilir. Genel olarak denizel ortamların pH'ı kış aylarında düşük, yaz aylarında ise yüksek değerlerde olmaktadır. Bizim bulgularımızda bu yargıyı doğrulamaktadır.

Mg değerlerine bakıldığında 1751,04 mgL⁻¹ ile en yüksek değer Aralık ayında kafes istasyonu dip derinliğinde, 1337,6 mgL⁻¹ ile en düşük değer Temmuz ayında referans istasyonu dip derinliğinde ölçülmüştür. Yapılan hesaplama sonucu kafes istasyonu ortalama Mg değeri 1548,10 mgL⁻¹, referans istasyonu ortalama Mg değeri ise 1548,87 mgL⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Şekil 6).

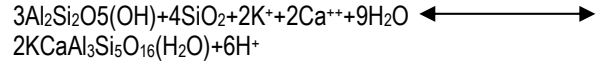


Şekil 6. Kafes ve referans istasyonlarında magnezyum değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri(mgL⁻¹).

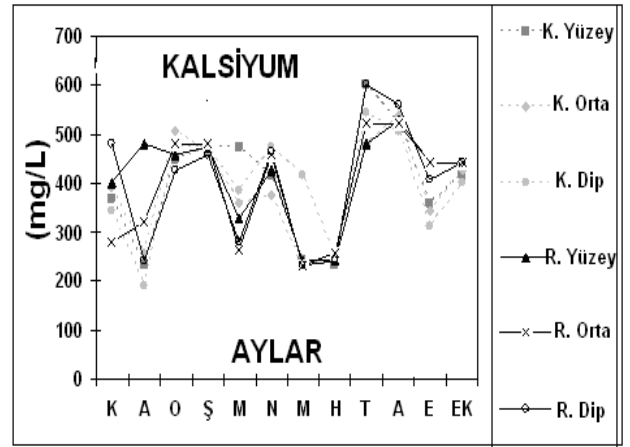
Ca'da 192,38 mgL⁻¹ ile en düşük değer Aralık ayında kafes istasyonu dipte, 601,7 mgL⁻¹ ile en yüksek değer Temmuz ayında referans istasyonunda yüzeyde ölçülmüştür. Kafes istasyonu ortalama kalsiyum değeri 393,90 mgL⁻¹,

referans istasyonu ortalama Ca değeri ise 401.91 mgL⁻¹ bulunmuştur (Şekil 7).

Temmuz ve Ağustos aylarında kalsiyumda ani bir artış ve Mg'da önemli bir azalış ve artan tuzluluk, dip sularında kil minerallerinin silikat dengesini kurarak bozunmasıyla açıklanabilir. pH'daki düşüş kalsiyum-karbonatın çözünmesine neden olur ve Ca değerinin yükselmesi silikatın deniz suyunu ayarlaması ile denge bulur.



Düşük silikat konsantrasyonlarında kil minerallerinin bozunarak arttığı bilinmektedir (Martin, 1970).



Şekil 7. Kafes ve referans istasyonlarında Ca değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri (mgL⁻¹).

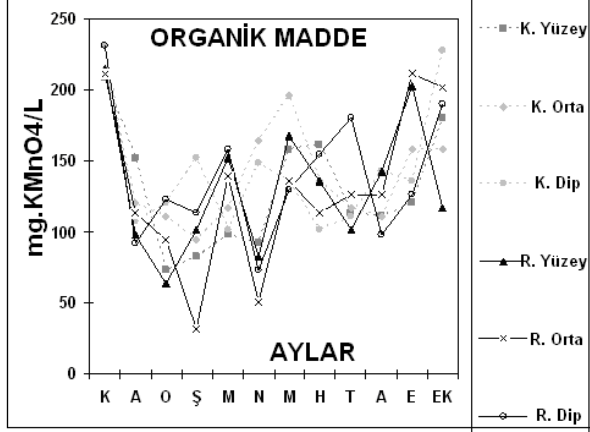
Bölgedeki organik madde ölçümlerinde en düşük değer 31,6 mg KMnO₄ L⁻¹ Şubat ayında referans istasyonu orta derinlikte, en yüksek değer 230.68 mg KMnO₄ L⁻¹ ile Kasım ayında kafes istasyonu dip sularında ölçülmüştür. Kafes istasyonu ortalama organik madde değeri 137.72 mg KMnO₄ L⁻¹, referans istasyonu ortalama organik madde değeri ise 133.44 mg KMnO₄ L⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Şekil 8).

Kasım ayında kafes bölgesinde fitoplankton aşırı çoğalması sonucunda fitoplanktonun dibe çökmesi ile dip bölgede organik madde artışı gözlenmiştir. Şubat ayında ise fotosentetik aktivitenin durması sonucu en düşük değer referans istasyonu orta derinlikte ölçülmüştür.

Yıl boyunca silikat konsantrasyonlarına bakıldığında en yüksek silikat değeri referans istasyonu orta derinlikte 14.83 µg at Si L⁻¹ olarak Ocak ayında en düşük silikat değeri ise 0.756 µg at. Si L⁻¹ değeri ile Eylül ayında Kafes dip suyunda analiz edilmiştir. Kafes ortalama silikat değeri 4.61 µg.at.Si L⁻¹, referans istasyonu ortalama silikat değeri 5.20 µg at. Si L⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Şekil 9).

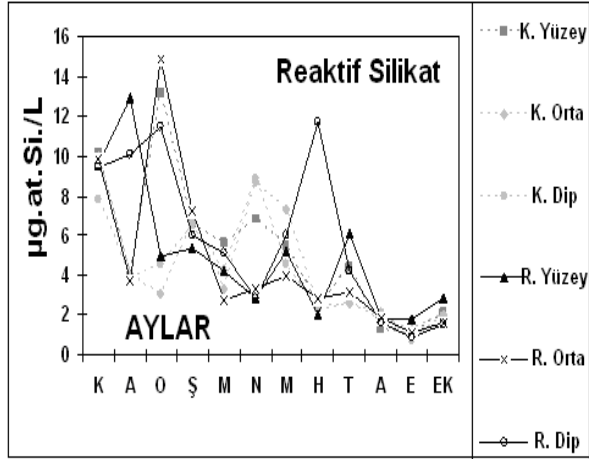
Silikat konsantrasyonundaki mevsimsel değişimler fosfat konsantrasyonundaki değişimlere benzer fakat silikat değişimleri daha büyük ve daha düzensizdir. Döngü kışın yüksek değerlerle başlar. Bunu Nisan ve Mayıs ta silisin, fitoplankton tarafından kullanılarak azalması izler. Yaz aylarında fitoplankton büyümesinin azalması ile ortamdaki silisyum konsantrasyonlarında hafif artışlar gözlenir. İkinci

fitoplankton çoğalması, yaz sonu veya sonbahar öncesi silisin miktar olarak azalmasına neden olur. Döngü, sonbahar sonu ve kışın yenilenme fazıyla tamamlanır.



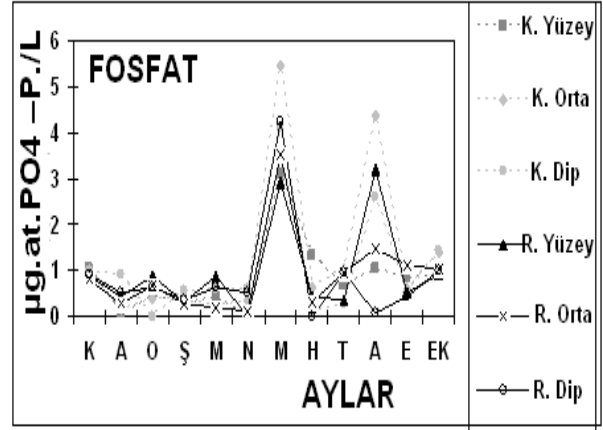
Şekil 8. Kafes ve referans istasyonlarındaki organik madde değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri(mgKMnO₄L⁻¹).

Yukarıda bahsedildiği gibi Ocak ayındaki yüksek silikat değerleri, Nisan ve Mayıs aylarında azalır. Bu periyottan sonra Haziran ayında referans istasyonunun dip sedimenti içinde bulunan kil mineralleri ile ortamdaki silisyumun yenilenmesi sağlanır ve Eylül ayında ise silis tüketimi artarak döngü tamamlanmış olur.



Şekil 9. Kafes ve referans istasyonlarındaki Reaktif Silikat değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri (µg.at.Si. L⁻¹).

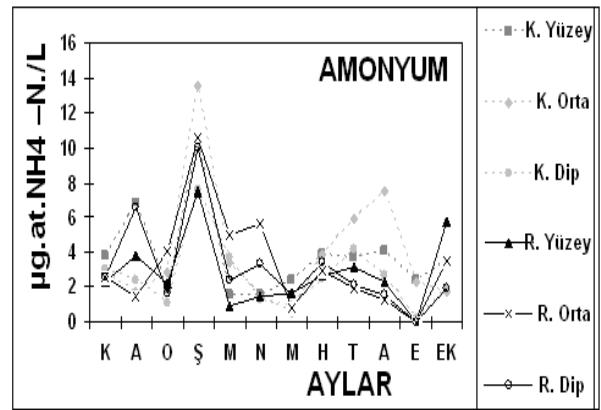
Araştırma bölgesinde yapılan ölçümler sonucunda en düşük fosfat konsantrasyonu Nisan ayında ölçüm limitlerinin altında 0.00 µg.at. PO₄-P L⁻¹, kafes ve referans istasyonlarının yüzeylerinde ölçülmüştür. En yüksek fosfat değeri ise 5.46 µg.at.PO₄-P L⁻¹ olarak Mayıs ayında kafes istasyonu orta derinlikte ölçülmüştür. Kafes istasyonu ortalama fosfat değeri 1.08 µg.at.PO₄-P L⁻¹, referans istasyonu ortalama fosfat değeri 0.92 µg.at.PO₄-P L⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Kafes ve referans istasyonlarındaki inorganik Fosfat değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri (µg.at.PO₄-P L⁻¹).

Ortamda ölçülen fosfat değerleri ötrofikasyona neden olacak düzeyde değildir. Buna karşın Mayıs ve Ağustos aylarında özellikle kafes istasyonu orta derinlik değeri yüksektir. Bu değerlerin yüksek olması yemleme kaynaklı bir girdinin ortamda olduğunu düşündürür. Ağustos'ta kafes istasyonunun dip derinliğinde gözlenen artışlar ortamda bu aylarda artış gösteren bentik makroalglerin varlığıyla açıklanabilir.

Araştırma bölgesinde yapılan ölçümler sonucunda en düşük amonyum seviyesi ölçüm limitlerinin altında 0.00 µg.at.NH₄-N L⁻¹ Eylül ayında referans istasyonu yüzey, orta ve dip derinliklerinde ölçülmüştür. En yüksek amonyum konsantrasyonu ise 13.47 µg at. NH₄-N L⁻¹ Şubat ayında kafes istasyonu orta derinlikte tespit edilmiştir. Kafes istasyonu ortalama amonyum değeri 3.47 µg at. NH₄-N L⁻¹, referans istasyonu ortalama amonyum değeri ise 3.07 µg at. NH₄-N L⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Şekil 11).



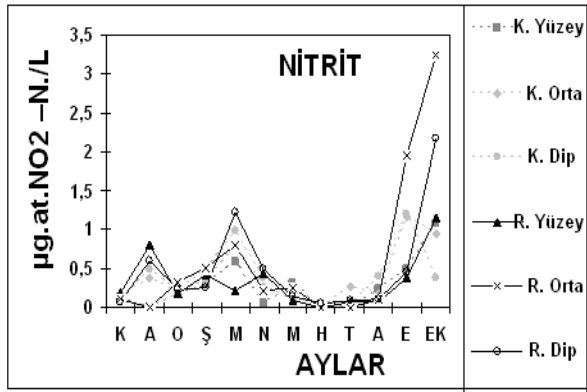
Şekil 11. Kafes ve referans istasyonlarındaki inorganik Amonyum değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri (µg at. NH₄-N L⁻¹).

Kasım, Aralık, Ocak aylarında referans ve kafes istasyon değerleri birbirine yakındır. Kasım ve Aralık'taki yükselmeler yağışlarla karasal ortamlarda ve atmosferden kaynaklanan

girdilerle açıklanabilir. Tuzluluk değerlerinde bu periyotta gözlenen düşüşler bu durumu desteklemektedir. Şubat ayında su sütununda tam bir karışım ve amonyumun orta su sütununda toplanarak yoğunlaştığı gözlenir. Gözlenen yüksek değerlerin ana kaynağını yine yağışlar oluşturur. Çünkü Şubat ayında referans istasyonun orta derinliğinde ölçülen 10.56 $\mu\text{g.at.NH}_4\text{-N}$ L-1 yüksek değer kafes bölgesindeki amonyumun balık aktivitesinden kaynaklanmayıp karasal girdilerden geldiğini kanıtlar. Ayrıca Şubat ayında fotosentetik aktivitenin çok yavaşlaması sonucu yıl boyunca sınırlayıcı olan azotun bu dönemde kullanılmamıştır. Nisan, Mayıs, Haziran aylarıyla birlikte ortamda bulunan azotun fitoplanktonik organizmalar tarafından tüketilmeye başladığı düşünülmektedir. Haziran, Temmuz, Ağustos aylarındaki kafes istasyonu orta derinlikteki amonyum değerlerinin referans istasyonunda ölçülen değerlere göre daha yüksek olmasının sebebinin balıkların metabolik atıkları sonucunda azotun ortama boşaltımı olduğu grafikten açıkça görülmektedir (Şekil 11).

Ekim'de referans istasyonu orta derinliklerindeki sularında toplam azotta gözlenen artışlar bu periyotta ortamda bulunan büyük oranda amonyumun, nitrite yükseltgenmesinden kaynaklanmaktadır.

Araştırma bölgesinde yapılan ölçümler sonucunda en düşük nitrit konsantrasyonu Haziran ayında ölçüm limitlerinin altında 0.00 $\mu\text{g at. NO}_2\text{-N}$ L-1 Referans istasyonu yüzey ve orta derinlikte, kafes istasyonu yüzey, orta, dip suyunda ölçülmüştür. En yüksek nitrit konsantrasyonu ise 3.25 $\mu\text{g.at.NO}_2\text{-N}$ L-1 ile Ekim ayında referans istasyonu orta derinlikte ölçülmüştür. Kafes istasyonu ortalama nitrit değeri 0.36 $\mu\text{g at. NO}_2\text{-N}$ L-1, referans istasyonu ortalama nitrit değeri 0.48 $\mu\text{g.at.NO}_2\text{-N}$ L-1 olarak hesaplanmıştır (Şekil 12).

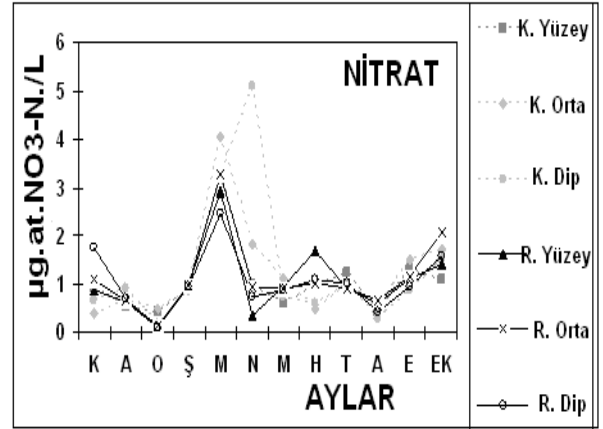


Şekil 12. Kafes ve referans istasyonlarındaki inorganik Nitrit değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri ($\mu\text{g at. NO}_2\text{-N L}^{-1}$).

Haziran ayındaki referans istasyonundaki ölçüm limitlerinin altındaki değerler metabolik aktivitenin artmasına ve fitoplankton tarafından nitritin kullanılmasına bağlanabilir. Aynı dönemde ortamda bulunan Nitrat değerlerinde aşırı artışların olmaması nitrifikasyonun etkili bir şekilde gerçekleşmediğini düşündürür (Şekil 13).

Ekim ayında referans istasyonunda nitrit miktarında meydana gelen artışlar (3.25 $\mu\text{g at.NO}_2\text{-N}$ L-1) diğer azotlu minerallerde de gözlenmektedir (Şekil 11,12,13).

Araştırma bölgesinde yapılan ölçümler sonucunda en düşük nitrat değeri 0.102 $\mu\text{g at.NO}_3\text{-N}$ L-1 ile Ocak ayında referans istasyonu dip suyunda, en yüksek nitrat konsantrasyonu 5.09 $\mu\text{g at.NO}_3\text{-N}$ L-1 ile Nisan ayında kafes istasyonu dip suyunda ölçülmüştür. Kafes istasyonu ortalama nitrat değeri 1.20 $\mu\text{g at.NO}_3\text{-N}$ L-1, referans istasyonu ortalama nitrat değeri 1.08 $\mu\text{g at.NO}_3\text{-N}$ L-1 olarak hesaplanmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. Kafes ve referans istasyonlarındaki inorganik Nitrat değerlerinin derinliğe ve aylara göre değişimleri ($\mu\text{g at. NO}_3\text{-N L}^{-1}$).

Kafes ve referans değerleri birbirine paralellik göstermektedir. Mart ve Nisan aylarında kafes istasyonu orta ve dip derinliklerinde nitrat ölçüm değerleri diğer derinliklere göre daha yüksektir. Nisan ayında amonyum ve nitritin düşük olması, amonyum ve nitritin nitrifikasyonla nitrate dönüştüğünü düşündürür. Mayıs ayında sudaki vertikal karışımlar sonucunda tüm su sütununda birbirine yakın değerlerin oluşması sağlanır. Nisan ayında kafes istasyonunun dip suları hariç diğer derinliklerde düşük nitrat değerleri gözlemlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Seferihisar-Sığacık bölgesinde Hünkar Ltd. Şti.'ne ait balık çiftliğinde Kasım 2002-Ekim 2003 tarihleri arasında aylık periyotlar halinde kafes ve referans istasyonlarından alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal parametreleri ölçülmüş, sucul ekosistemde yapılan balık yetiştiriciliğinin referans bölgesi ile mukayese edilerek su kalitesine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Genel olarak; sucul üretimdeki genişleme ve büyüme çevre üzerinde baskı oluşturduğu, baskının çiftliğin esas atıklarından biri olan besleyici tuzlar nedeniyle olduğu kabul edilmektedir. Besleyici tuzlar kıyasal ve iç sularda ötrofikasyona sebep olur. Bu da ekosistemde hızlı bir şekilde organik madde artışına neden olmaktadır (Nixon, 1995).

Araştırma bölgesinde kafes istasyonu ve referans istasyonu sıcaklık değerleri karşılaştırıldığında iki istasyonda ölçülen değerlerin birbirine paralel olduğu görülmüştür. Kafes

istasyonu ortalama sıcaklık değeri 18.33°C, referans istasyonu ortalama sıcaklık değeri ise 18.38°C ölçülmüştür.

Sunlu ve diğ. (1998), Urla-İskele (İzmir) mevkiinde yaptıkları çalışmada su sıcaklığını ortalama 19.69°C olarak bildirmişlerdir. Araştırma bölgesindeki 18.33°C ortalama sıcaklık değeri bu bölgenin suyunun Urla bölgesine göre daha soğuk karakterde olduğunu düşündürür. E.Ü., Su Ürünleri Fakültesi (1998), Çeşme bölgesinde Şubat ayında 15°C bulunmuştur. Araştırma bölgesi ise Şubat ayında ortalama su sıcaklığı 13°C'dir. Bu bilgi de su karakterini azda olsa yansıtmaktadır. Kesin yargıya varmak için 1998 ile 2003 mevsimsel sıcaklık verilerinin karşılaştırılması gerekir.

Tuzluluk ortalama değerlerine bakıldığında, kafes istasyonunda %39.40, referans istasyonunda ise %39.67 olarak hesaplanmıştır. Bölgede tuzluluk değerlerini kontrol eden etmenler mevsimsel değişimler ve bunların sonucu oluşan buharlaşma, yağış, rüzgarlardır.

E.Ü., Su Ürünleri Fakültesi (1998), Çeşme bölgesinde Şubat ayında ortalama tuzluluk değerini %38 olarak bildirmiştir. Araştırma bölgesi Şubat ayı ortalama tuzluluk değeri %38,5 olarak bulunmuştur.

Sunlu ve diğ. (1998), Urla-İskele mevkiinde yaptıkları çalışmada tuzluluk değerini ortalama %35.14 olarak bulmuşlardır. Tuzluluğun düşük oluşunu o bölgeye karasal kaynaklı tatlı su girdileriyle açıklamışlardır. Araştırma bölgesine boşalan böyle bir kaynak yoktur. Dolayısıyla bulduğumuz değerler Ege denizinde ölçülen değerlerle uyum içindedir.

Çözünmüş oksijen değerleri incelendiğinde; kafes istasyonu ortalama çözünmüş oksijen değeri 7.86 mgL⁻¹, referans istasyonu ortalama çözünmüş oksijen değeri ise 8.18 mgL⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Araştırma bölgesinde orta su sütunundaki akıntı, rüzgar ve dalga hareketleri sonucu balık aktivitesi bölgedeki oksijen bütçesinde olumsuz bir etki yaratmamaktadır. Bölgede önemli olan Kasım ayındaki oksijen seviyesindeki artış, fitoplankton çoğalması ile açıklanabilir. Gündüz ölçülen oksijen değerleri, geceleri fotosentetik aktivitenin durması ile alglerin bozunması, oksijende ani düşüslere neden olabilir. Oksijende bu ani düşüslere balıkta strese hatta ölümlere neden olabilir.

Eylül ayında kafes istasyonunun dip derinliğinde ölçülen 5.9 mgL⁻¹ oksijen değeri üretim periyodu sonunda oluşabilecek riskin habercisi olabilir. E.Ü., Su Ürünleri Fakültesi (1998), Çeşme bölgesinde Şubat ayında ölçülen ortalama Ç.O. değeri ile Sunlu ve diğ.(1998), Urla-İskele mevkiinde yaptıkları çalışmada ortalama Ç.O. değerini 7.27 mgL⁻¹ bulmuşlar ve bu değerler kafes istasyonunda bulduğumuz 7.86 mg L⁻¹ değeri ile uyum göstermektedir.

pH değerleri kafes istasyonu ve referans istasyonunda birbirine paralellik göstermektedir. Kafes istasyonu ortalama pH değeri 8.11, referans istasyonu ortalama pH değeri 8.12 olarak bulunmuştur.

İspanya'nın Cadiz bölgesinde 1999 yılında gerçekleştirilen çalışmada pH değerlerini 7.2 ve 7.4 olmasını yüksek amonyum karşısında balık yemi ve dışkının asidik bir karakter oluşturması sonucu bölgedeki pH değerlerinde amonyumun daha belirleyici olduğunu düşündürür (Antonio ve diğ., 1999).

Kafes istasyonu ortalama Ca değeri 393.90 mgL⁻¹, referans istasyonu ortalama Ca değeri 401.91 mgL⁻¹'dir. Kafes istasyonu değerleri referans istasyonu değerlerinden düşüktür. E.Ü., Su Ürünleri Fakültesi (1998), Çeşme bölgesinde Şubat ayında yapılan çalışma sonunda Ca derişimi dip sularında yüzey sularına nazaran daha yüksektir sonucu referans istasyonu ile uyusmaktadır. Temmuz ve Ağustos aylarında Ca'da ani bir artış ve Mg önemli bir azalış ve artan tuzluluk, dip sularında kil minerallerinin silikat dengesini kurması ile açıklanabilir. Kafes bölgesindeki düşük Ca değeri kafeslerde bidon altlarına yapışmış kabukluların Ca'u kabuk oluşturmak için kullanması ile açıklanabilir.

Organik madde değişimleri incelendiğinde, kafes istasyonu organik madde değeri 137,72 mg.KMnO₄ L⁻¹, referans istasyonu ortalama organik madde değeri ise 133.44 mg.KMnO₄ L⁻¹ olarak hesaplanmıştır. İstasyonlar arasındaki yakın değerler balık çiftliğinin su sütununda organik maddede artışına neden olmadığını göstermektedir. Sunlu ve diğ. (1998), Urla -İskele mevkiinde yaptıkları çalışmada ortalama organik madde değerini 156,93 mg.KMnO₄ L⁻¹ olarak bulmuşlar ve bu değer araştırma bölgesinden yüksektir.

Ortalama silikat konsantrasyonları kafes istasyonunda 4.61 µg at.Si L⁻¹, referans istasyonunda 5.20 µg at.Si L⁻¹'dir. Kafes ve referans istasyonlarını balık çiftliği etkisi açısından karşılaştırmak çok anlamlı değildir. Çünkü sisteme en büyük girdi olan yemde Silikat yoktur. Referans bölgesindeki silikat değerlerindeki yükselme ortamda bulunan kil minerali bir iyon değiştirici gibi davranarak Ca⁺⁺ iyonlarını tutar ve ortama Mg⁺⁺ iyonu verirler. Şekil 6-7 de bu durumu teyit etmektedir.

Dimitriadis ve diğ., 2004 yılında, Yunanistan'ın Gera Koyu'nda, ortalama silikat değeri 3.86 µg at. Si L⁻¹ olarak rapor etmişlerdir. Bu değer bulgularımızla uyum göstermektedir.

Sunlu ve diğ. (1998), Urla -İskele mevkiinde yaptıkları çalışmada ortalama silikat konsantrasyonunu 0.29 µg at.Si L⁻¹ olarak bulmuşlar ve bu değeri fitoplankton çoğalmaları sonucu silikatın tüketimine, yaz aylarındaki artışın ise hızlı biyolojik aktiviteden, sıcaklık ve su hareketlerine bağlı olarak sedimentten su sütununa geçişten kaynaklandığı görüşünü savunmuşlardır. Seferihisar bölgesi araştırma istasyonunda Haziran ayında gözlenen artışlar bu görüş ile uyum içindedir.

Pitta., ve diğ., (1999)'in, bildirdiği nütrient boşaltımı belli bir oranda olsa bile su sütunundaki nütrient değerinin kararsız olması nütrientlerde sapmalara yol açtığı görüşü araştırma bölgesinde Mayıs ve Ağustos aylarındaki fosfat değerleri ile uyusmaktadır.

Kafes istasyonu ortalama fosfat değeri 1.08 µg at.PO-34-P L⁻¹, referans istasyonu ortalama fosfat değeri 0.92 µg at.PO-34-P L⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Mayıs ayında yemden gelen fosfat girdisi günlük 8.38 µg at.PO-34-P L⁻¹ olarak bulunmuştur. Kafes istasyonunda toplam su sütununda ölçülen fosfat değeri 12.72 µg at.PO-34-P L⁻¹'dir. Bu değerler incelendiğinde su ortamına yem dışında bir girdi olduğu açıktır. Ağustos ayında yemden gelen fosfat 7.01 µg at. PO-34-P L⁻¹, arazide toplam su sütununda ölçülen değer ise 8.02 µg at.PO-34-P L⁻¹'dir. Artışın nedeni dip sularından kaynaklanmaktadır. Dip sularında gözlenen artışlar bentik alglerin çoğalmasıyla

açıklanabilir. Ayrıca bölgede sedimentten su sütununa bir fosfat geçişi olduğu düşünülmektedir.

Gowen ve diğ., (1983), Balıklardan boşaltım yolu ile nütrient zenginleşmesinin klorofil-a değerlerinde keskin yükselmelere neden olmadığını çünkü hızlı bir su yenilenmesiyle fitoplanktonun nütrientten yararlanamadığı görüşü ışığında Mayıs ve Ağustos'ta yemden kaynaklanan fosfat değerinin su yenilenmesi ile düşmesi beklenirdi .Fakat fosfat miktarı ortamda yüksek bulunmuştur. Bu da başka bir fosfat kaynağının varlığını desteklemektedir.

Sunlu ve diğ., (1998), Urla-İskele mevkiinde yaptıkları çalışmada ortalama fosfat değeri 1.15 µg at.PO-34-P L-1 ve Referans, kafes istasyonu değerlerinde aylara göre tamamen paralellik bulmuşlardır. 1.15 µg at.PO-34-P L-1 değeri araştırma bölgesindeki 1.08 µg at.PO-34-P L-1 değeri ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada bulunan değerler ortalama değerlerimiz dikkate alındığında uyum içindedir.

Araştırma bölgesinde kafes istasyonu ve referans istasyonu amonyum değerleri karşılaştırıldığında kafes istasyonu ortalama amonyum seviyesi 3.47 µg at. NH+4-N L-1, referans istasyonu ortalama amonyum değeri ise 3.07 µg at.NH+4-N L-1' dir. Kasım, Aralık, Şubat ayındaki amonyum değerlerinde gözlenen artışlar bu aylarda bölgede gözlenen yağışlarla gelen tatlı-su girdisiyle açıklanabilir. Şubat ayındaki referans istasyonunda orta derinlikte ölçülen 10.56 µg at.NH+4-N L-1. değeri mevsimsel bir yükselişi desteklemektedir. Temmuz ve Ağustos aylarındaki kafes istasyonu orta derinlikte tespit edilen referans istasyonuna göre yüksek olan değerlerin kaynağı yetiştiriciliği yapılan balık türlerinin ortama yapmış oldukları azot boşaltımıdır.

Dimitriadis ve diğ., (2004), Gera Koyu'nda, ortalama amonyum değerini 5.83 µg at. NH+4-N L-1 olarak ölçmüşlerdir. Yunanistan'daki çalışma ile araştırmamızdaki amonyum değerleri uyum içindedir.

Nitrit değeri incelendiğinde kafes istasyonu ortalama nitrit değeri 0.358 µg at.NO-2-N L-1, referans istasyonunda ise 0.484 µg at.NO-2-N L-1'dir. Balık çiftliğinin, referans değerleri göz önüne alındığında nitrit bütçesine bir girdisi yoktur. Dimitriadis ve diğ., (2004), Gera Koyu'nda, ortalama nitrit seviyesini 0.4 µg.at.NO-2-N L-1 bulmuşlardır. Bildirilen değer, araştırma değerleri ile uyum içindedir.

Araştırma bölgesinde kafes istasyonu ve referans istasyonu nitrat değerleri karşılaştırıldığında; kafes istasyonu ortalama nitrat miktarı 1.20 µg at. NO-3-N L-1, referans istasyonu ortalama nitrat değerini ise 1.08 µg at.NO-3-N L-1 şeklinde birbiriyle paralellik arz etmektedir. Nisan ayında kafes istasyonundaki nitrat miktarındaki yükseliş amonyum ve nitritin nitrifikasyonla nitrate dönüştüğünü düşündürmektedir.

Dimitriadis ve diğ., (2004), Gera Koyu'nda, ortalama nitrat konsantrasyonunu 6 µg at.NO-3-N L-1 olarak bulmuştur. Araştırma bölgemizdeki değer bu değerinin 1/5'dir.

Araştırma süresince düşünülen ilk konu yemdeki azot ve fosfat dışında bir kaynak olup olmadığıdır. Bu amaçla çalışma sonunda kafes istasyonunda Paired T. Testi uygulanmıştır. Hesapla bulunan tcal (11.49) >ttab (1.796) olduğu için her iki datanın aynı kaynaktan geldiği hipotezi red edilmektedir.

Sonuçta, araştırma bölgesine azot ve fosfatın farklı kaynaklardan geldiği anlaşılmıştır.

N/P, N/Si oranları incelendiğinde, Tett and Edwards, (2002), Bir çiftliğin N:P oranı 11: 1. Kabul edilebilir değerlerin 7:1 ila 30:1 arasında olması gerektiğini savunmuştur. Çalışmamızda, bu değerlere uymayan sadece Mayıs ayı değeridir. Mayıs ayında fosfat konsantrasyonunda artış buna karşılık olarak azottaki düşüş, azotun sınırlayıcı olduğunu düşündürür. N:P 0.53 değeri ortamda azot sınırlamasını desteklemektedir.

Önemli olan N:Si oranıdır. Çiftlik atıklarının silikat içermemesi N:Si oranında bir dengesizlik yaratmaktadır. Güvenli N:Si oranı 2.5:1'dir. Bu görüşle uyumayan Ağustos ve Eylül N:Si oranlarıdır, sırası ile 3.15, 3.68'dir.Bu oranlara rağmen çalışma bölgesinde herhangi bir diatom çoğalması tespit edilmemiştir.

Seferihisar-Sığacık bölgesinde Hünkar Ltd. Ştd.'ne ait balık çiftliğinde Kasım 2002–Ekim 2003 tarihleri arasında yapılan çalışmada balık çiftliğinin su kalitesine büyük oranda olumsuz etki yaptığının dair bir olumsuz sonuçta rastlanılmamıştır.

Ortalama derinliği, 12 m. olan yetiştiricilik sahasının 15 m. derinliğe doğru açığa kaydırılması hem çiftlik üretimi hem de çevre sağlığı açısından yararlı olacaktır.

Kıyasal bölgeler seçilerek uzun zamanlı nütrientler, fitoplankton, algal zehirlenmeler izlenmeli, geçmiş ve gelecek datalar toplanarak istatistiksel ve matematik modellerle tahminler yapılarak, balık çiftliklerinin çevreye verdikleri yükler hesaplanmalıdır. Kıyasal bölgeler ve bu bölgeleri etkileyen su hareketleri daha iyi anlaşılmalı ve karışım zonları incelenmelidir.Kıyasal alanlarda pelajik protozoanın rolü anlaşılmalı ve bu canlıların alg çoğalmasında engelleyici olup olmadıkları detaylı olarak araştırılmalıdır. Sucul üretim yapılan bölgelerde sediment yapısı incelenmeli, denitrifikasyon veya sedimente nütrient geçişi, bentik canlılar açısından değerlendirilmelidir. Bölgenin taşıma kapasitesi hesabı ile kıyasal alanların yönetimi yapılmalıdır. Yem kaliteleri artırılarak daha çevreci yemler üretilmelidir. Yetiştiricilik ve turizm aktivitelerinin faaliyetlerini sürdürebilecekleri alanların Tarım ve Turizm Bakanlıkları'nın koordineli çalışması ile acilen saptanması gerekmektedir. Akuakültür üretimi yapılan yetiştiricilik tesislerinde çevre sorunları ile ilgili birimler kurularak, çevre mühendisleri, su ürünleri mühendisleri ve biyologların istihdamı sağlanmalı, çevre ve halk sağlığı açısından yapılan üretim incelenmelidir. Bunların hepsinden önemlisi, bu konuda yapılacak olan bilimsel çalışmalara desteğin artırılması ve elde edilen sonuçların uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Antonio T., M.Carlos, P.Manuel, G., Manuel 1999. Environmental impacts of intensive Aquaculture in Marine Waters . *Wat. Res.* Vol. 34, No.1, 334-342 pp.
- Azti, 1999. A protocol for the establishment and environmental monitoring of sea farming cages in Spain (unpublished notes.)
- Barg U. C., 1992. Guideline for the promotion of management of coastal aquaculture development of coastal aquaculture development. *FAO Fisheries Technical Paper.* No.328.,122p. by N.De.Pavas et al., Bredene, Belgium, E.A.S, pp.1071-1080.

- Dimitriadis Ch., D. Koutsoubas, G. Tsirtsis. 2004. Interactions between fish cage farming and the marine environment in Gera Bay (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*,37,p:347.
- E.Ü.Su Ürünleri Fakültesi, 1998. A Report on Present Ecological Condition of Pınar Marine Cage Aquaculture Establishments (İldırı, Çeşme)Bornova,8p.(in Turkish)
- Egemen,Ö., U. Sunlu. 1996. Water Quality (Text Book), E.U.Fac. of Fisheries No:14, 153 p. (in Turkish)
- FAO, 1997. Aquaculture Development. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries 5. Rome-Italy. 40p.
- Gowen, R. J., P. Tett, K. J., Jones. 1983, The hydrography and phytoplankton ecology of Loch Ardbhair. A small sea loch on the West Coast of Scotland .*J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 71: pp.1-16
- Martin,D.F. 1970. Marine Chemistry, Volume 2, Marcel Dekker, Inc. New York 451 p.
- Nixon, S. W., 1995, Coastal marine eutrophication: a definition, social causes and future concerns. *Ophelia*, 41: pp 199-219.
- Parsons, T. R., Y. Maita, M. Lalli. 1984, A manual of chemical and Biological Methods for Sea Water Analysis.*Pergamon Press.New York*, 173 p.
- Pitta, P., I. Karakassis, M. Tsapakis, S. Zivanovic. 1999, Natural vs mariculture induced variability in nutrients and plankton in the Eastern Mediterranean. *Hydrobiologia*, 391: pp.181-194
- Sunlu, U., Ö. Egemen, A. Kaymakçı, 1998, Investigation of Netcage Aquaculture Effects on Water Quality in Urla Iskele (Izmir). XIV. National Biological Congress. Vol II., 116-125p. (in Turkish).
- Sreenivasan A., 1995, Pollution from industrial shrimp culture: A serious environmental threat. *Fish .Chimes* 15(5),19-20 pp.
- Strickland, J. D. H., T. R. Parsons. 1972, A practical handbook of sea water analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bull. 167. Ottawa, 310 p.
- Tett, P., E. Edwards, 2002, Review of Harmful Algal Blooms in Scottish coastal waters, forthcoming report to SEPA, Stirling 101 p.
- Wood, R., 1975, Hydrobotanical Methods. Univ. Park Press., Baltimore., 173p.