

## Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri

**Ekrem MUTLU<sup>1</sup> Telat YANIK<sup>2</sup> Tuğba DEMİR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Kastamonu, Türkiye

<sup>2</sup> Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Erzurum, Türkiye

<sup>3</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Hafik Kamer Örnek M.Y.O, Sivas, Türkiye  
e-posta: ekrem-mutlu@hotmail.com

Geliş Tarihi/Received:01.05.2013 Kabul Tarihi/Accepted:29.12.2013

**Özet:** Bu çalışmada Kaynağı Sivas İli Hafik İlçesi Düzyayla ile Karlı Köyleri arasında bulunan Sakar dağından çıkan Düzyayla, Bayıraltı ve Düğer köyünün birkaç mezasının da su ihtiyacını karşılayan Horohon Deresi'nin su kalitesi özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmaya Kasım 2011 tarihinde başlanmış olup su örneklerinde su kalitesi parametrelerinden çözülmüş oksijen (Ç.O), tuzluluk, pH, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik (e.i), askıda katı madde (AKM), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak azotu, nitrit, nitrat, amonyak, fosfat, sülfat, sülfid, serbest klor, sodyum, magnezyum, kalsiyum, kurşun, bakır ve kadmiyum analizleri 12 ay boyunca aylık olarak yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Horohon Deresi'nin Su kalitesi parametrelerinin aylara göre değişimleri belirlenmiştir. Ayrıca mevcut su kalitesi durumu alabalık yetiştiriciliği için uygun olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Su Kalitesi, Horohon Deresi, Hafik, Sivas

### Horohon Stream (Hafik-Sivas) Water Quality Characteristics and Monthly Variations

**Abstract:** Source of this study, between the villages of Sivas Province in the snow with Hafik District Düzyayla Sakar Mountain, which, Düzyayla, Bayıraltı and Düğer village, a few hamlet Horohon meets the needs of the water is to determine the characteristics of stream water quality. This study was being carried since November 2011 and so on Samples that used for water quality parameters analysis were collected once in a month. Water quality parameters, dissolved oxygen (DO), salinity, pH, temperature and electrical conductivity (E.C) was measured directly in the field with the help of devices. Other water parameters as suspended solids (SS), chemical oxygen demand (COD), total alkalinity, total hardness, total ammonia nitrogen, nitrite, nitrate, ammonia, phosphate, sulfate, sulfite, free chlorine, sodium, magnesium, calcium, lead, copper and cadmium are analyzed. In this study conducted for Horohon (Hafik-Sivas) water quality of the stream is followed by water quality methods during a year. Furthermore, the present state of water quality was found to be suitable for trout farming.

**Key words:** Water Quality, Faraz Stream, Hafik, Sivas

## 1. GİRİŞ

Tamamen ikame edilemeyen bir kaynak olan su; yaşayan bütün canlılar için en önemli kaynaklardan biridir. Diğer bir ifadeyle su; hayatın ve canlıların kaynağıdır. Hızla artan dünya nüfusu, yükselen sanayi ve zirai faaliyetlerin ihtiyaçları tatlı su kaynaklarına olan ihtiyacı tüm dünyada artış göstermektedir (Aksungur ve Firidin, 2008).

Dünyada 1,4 milyar km<sup>3</sup> su bulunmakta ancak bu değerinin %3'ü tatlı su sistemini oluşturmaktadır. İnsanların kullanmasına uygun tatlı su ise toplam su miktarının %0.003'ü düzeyindedir (Kocataş,2006).

Su döngüsünde önemli bir işleve sahip olan akarsular,sürekli insan etkinliklerinin baskısı altında olduğundan evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kirlenmelerin etkisiyle kirlenerek su kalitesi bozulmaktadır (Soylak ve Doğan., 2000). Toplamda 145 000 km uzunluğunda bir akarsu ağına sahip olan Anadolu yarımadası iç su kaynakları yönünden zengin olmasına karşın yeryüzü düzensizlikleri nedeniyle su kaynaklarının denetlenmediği, yağışların ve

kaynakların bölgelere göre dengesiz dağıldığı bu nedenle gelecekte su sorunları yaşamaya aday olduğu bilinmektedir (Çiçek ve Ertan., 2012).

Nufusun hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, ayrıca çevre bilincinin yeterince gelişmemesi veya yaygınlaşmaması gibi nedenler içilebilir ve kullanılabilir su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (Atalık, 2006).

Günümüzde çok büyük öneme sahip olan tatlı su kaynaklarının, kirlilik tehdidi altında olması, artan su ihtiyacı ile birlikte su kirliliği ve su kalitesi üzerine yapılan çalışmaların daha da yoğunlaşmasına sebebiyet vermiştir. Akarsularda meydana gelen kirliliği belirlemek için fiziksel kimyasal ve biyolojik faktörlerden yararlanılmaktadır. Fiziksel kimyasal faktörlerden su kalitesinin izlenmesinin en önemli amacı; kirlilik kaynaklarındaki ve dolayısıyla kirlilik seviyelerindeki değişimleri tespit ederek su kalitesini etkileyen faktörleri belirlemektir (Özbay ve ark.,2011).

Su kalitesini etkileyen faktörler belirli periyotlar halinde takip edilmeyip, bunlara karşı gerekli tedbirler alınmazsa o suda yaşayan türlerin bileşimi, verimliliği, bolluk durumları ve fizyolojik durumları etkilenecek hatta suda yaşayan türler yok olma durumuyla karşılaşılacaktır. Bu sebeplerde göz önüne alınarak yaşamın devamı için kaliteli suyun bulunması oldukça hayati öneme sahiptir.

Çalışmanın yapıldığı Horohon Deresi, Sivas İli, Hafik İlçesi Düzyayla ile Karlı Köyleri arasında bulunan Sakar Dağından doğup Düzyayla, Bayıraltı, Düğer Köyü ve birkaç mezrasının da su ihtiyacını karşılayan toplam uzunluğu 33 km, ortalama yıllık debisi 48 m<sup>3</sup>/sn olan Hafik Gölünü besleyen bir deredir. Horohon Deresi; karasal iklimin egemen olduğu bölgede yıllık yağış 370mm, ortalama sıcaklık 9,1 C, ortalama basınç 653.2 milibar ve ortalama bağıl nem %65.2 dir (Anonim, 2012).

Horohon Deresi konumu itibari ile büyük öneme sahiptir. Bölgede bulunan tarım arazilerinin sulanması ve Sivas İlinin en önemli rekrasyon ve piknik alanı konumunda bulunan Hafik Gölünün su kaynağı oluşturması açısından bölgenin ekonomisine katkı sağlamakta, ayrıca Hafik İlçesine bağlı üç köy ve birkaç mezranın içme suyu ihtiyacının karşılanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; Horohon Deresi (Hafik-Sivas) nin su kalitesinin fiziksel ve kimyasal yöntemlerle bir yıl boyunca izlenmesi ve su kalitesi verilerinin aylık olarak değişimlerinin belirlenerek kaydedilmesi ve Horohon Deresi ile ilgili bugüne kadar bir araştırma yapılmamış olması nedeni ile ortaya konan sonuçların daha sonraki çalışmalara ışık tutacağı düşüncesidir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Sivas İli, Hafik İlçesi Düzyayla ile Karlı Köyleri arasında bulunan Sakar Dağından doğan Horohon Deresi, Sivas İlinin en önemli mesire alanı konumunda bulunan Hafik Gölünün esas su kaynağını oluşturması ile ünlüdür. Sivas merkeze 56 km, Hafik ilçesine 24 km uzaklıkta bulunmaktadır. Bu çalışmada belirlenen tek istasyon düzyayla köyünün girişinde bulunan köprünün altıdır (Resim 1).



**Resim 1.** Sivas ili ve Horohon (Hafik Sivas) Deresi'nin Konumu

Su kalitesini oluşturan bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin seviyelerini belirlemek için numune toplanmasına Kasım 2011 tarihinde başlanmış ve Kasım 2012'ye kadar bir yıl boyunca toplanan numunelerin aylık olarak analizleri yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan numune kapları sahaya çıkmadan bir gün önce sırası ile asit banyosu (% 1-2 HCl) ve saf sudan geçirilerek yıkanmıştır. Daha sonra saf su ile çalkalanan numune kapları etüvde kurutulmaya bırakılmıştır (Boydand ve Nücker, 1992). Numune kapları su yüzünün yaklaşık 15 cm altına daldırılarak suyun kendi cazibesi ile su örnekleri alınmıştır. Alınan su örnekleri analiz için en geç 1 saat içinde laboratuara taşınmıştır. Su kalitesi parametrelerinden çözünmüş oksijen , sıcaklık, pH, tuzluluk ve elektiriksel iletkenlik arazi tipi cihazlar yardımıyla sahada ölçülmüştür. Oksijen ve sıcaklık YSI Marka 52 Model Oksijen metre, pH ölçümü Orion Marka 420 A Model pH metre, Tuzluluk (ppt) ve elektiriksel iletkenlik ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) ölçümleri YSI Marka 30/50 FT Model iletkenlik ölçer kullanılmıştır.

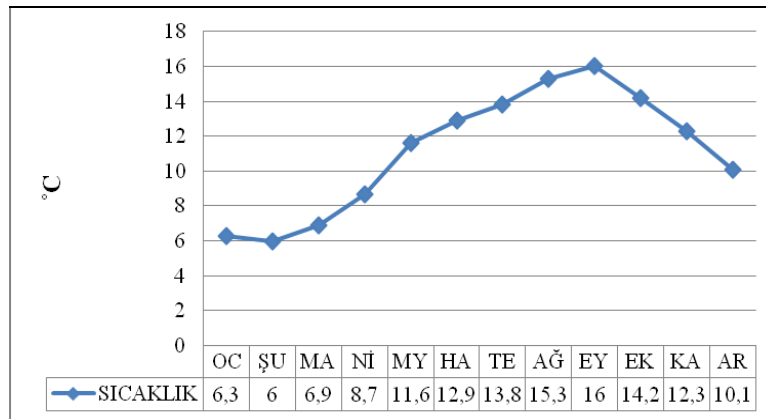
Su kalitesini belirleyen diğer parametrelerden; toplam alkalinite, toplam sertlik, nitrit, nitrat, amonyum azotu, fosfat, sülfat, klorür, sodyum, potasyum, askıda katı madde (AKM), Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), Biyolojik oksijen İhtiyacı (BOI), kalsiyum, magnezyum, demir, kurşun, bakır ve kadmiyum analizlerini yapmak için su numuneleri Cumhuriyet Üniversitesi Hafik Kamer Örnek Meslek Yüksek Okulu Laboratuvarına getirilmiş ve aynı gün analiz edilmişlerdir.

Toplam alkanite için; sülfirik asitle, toplam sertlik için EDTA ile titrasyon yöntemi kullanılmıştır. Sonuç değerleri her iki tayindedede  $\text{mg}/\text{L}$   $\text{CaCO}_3$  cinsinden ifade edilmiştir. KOI seviyesi kuvvetli kimyasal oksitleyiciler kullanılarak, doğal ve kirletici organik yükün parçalanması sırasında kullanılan oksijen miktarını saptamaya dayanan demir amonyum sülfat ile titrasyon yoluyla, BOI 5 gün  $20^\circ\text{C}$ 'de bekletildikten sonra YSI 50B oksijenmetre ile ölçülmüştür. Nitrit, nitrat, amonyum azotu, fosfat, sülfat, klorür, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, kurşun, bakır ve kadmiyum standart prosedürlere uygun olarak su numunelerinin analizleri CECİL CE4003 Marka spektrofotometre ile Merk fotometrik test kitleri kullanılarak laboratuarda belirlenmiştir. AKM analizi ise; SU Whatman Marka 42 nolu 0.45 Nm membran filitrelerden süzülüp daha sonra filtre kağıtlarının  $103^\circ\text{C}$ 'de 24 saat bekletilmesi ile oluşan ağırlık farkından hesaplanmıştır.

Her parametrenin aylık ortalaması, standart sapmaları ve grafikleri Microsoft Office Professional Edition 2007 ürününün bir parçası olan Office Excel 2007 kullanılarak hazırlanmıştır.

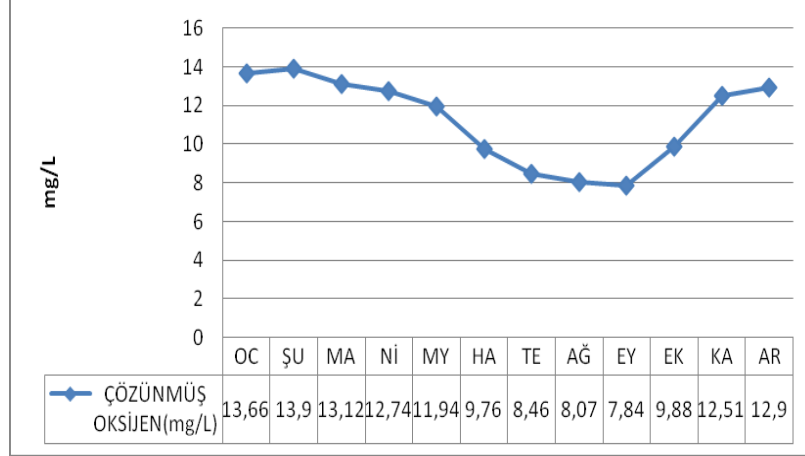
### 3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Horohon deresinin aylık sıcaklık dereceleri aydan aya farklılıklar göstermiş olup, su sıcaklığı Şubat 2012'de  $6^\circ\text{C}$  ile en düşük Eylül 2012'de  $16^\circ\text{C}$  ile en yüksek değere ulaşmıştır. Derenin mevsimsel ortalamaları Kış  $7.47^\circ\text{C}$ , İlkbahar  $9.07^\circ\text{C}$ , Yaz  $14^\circ\text{C}$  ve Sonbahar  $14.17^\circ\text{C}$  olup yıllık ortalama  $11.17^\circ\text{C}$  olarak ölçülmüştür.



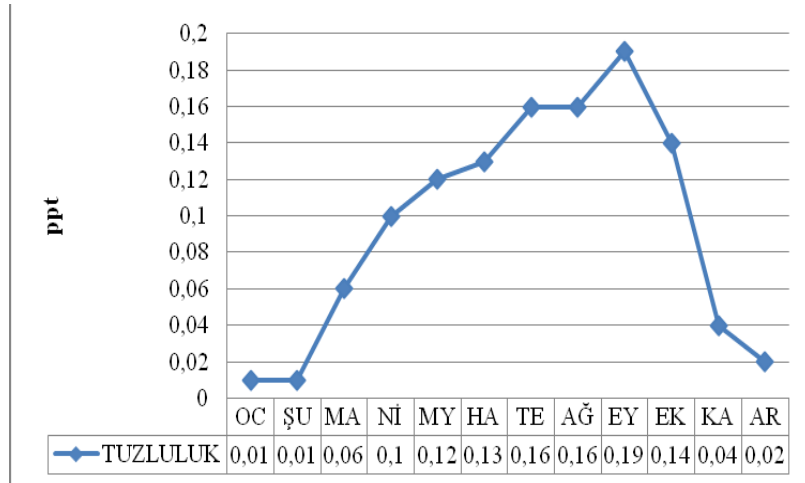
Şekil 1. Aylık Sıcaklık ( $^\circ\text{C}$ ) Değerleri

Yıl boyunca Horohon Deresindeki Çözünmüş Oksijen miktarı aylara göre farklılıklar göstermiş olup, yıllık çözünmüş oksijen miktarı 11.23 mg/L, en düşük Eylül 2012’de 7.84 mg/L, en yüksek Şubat 2012’de 13.90 mg/L olarak ölçülmüştür. Derenin mevsimsel çözünmüş oksijen ortalamaları kış 13.49 mg/L, ilkbahar 12.60 mg/L, Yaz 8.76 mg/L ve Sonbahar 10.08 mg/L olarak belirlenmiştir.



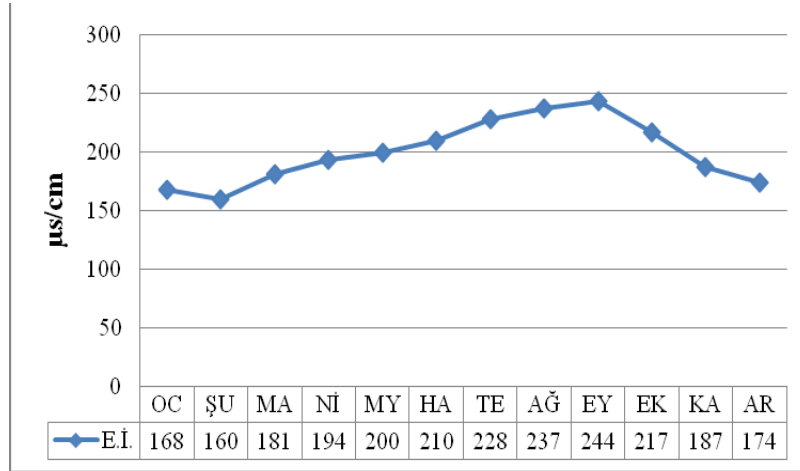
Şekil 2. Aylık Çözünmüş Oksijen (mg/L) Değerleri

Derenin tuzluluk oranları mevsimler arasında büyük farklılıklar göstermiştir. kış aylarında tuzluluk oranı düşmüş, buharlaşmanın fazla olduğu yaz aylarında artış göstermiştir. en düşük değer Eylül 2012’de 0.19 ppt olarak tespit edilmiş olup ortalama tuzluluk 0.09 ppt olarak hesaplanmıştır. Kış, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar mevsimlerindeki Horohon Deresindeki tuzluluk ortalamaları; 0.013 ppt, 0.09 ppt, 0.10 ppt ve 0.12 ppt olarak bulunmuştur.



Şekil 3. Aylık Tuzluluk (ppt) Değerleri

Horohon deresinin elektriksiz iletkenlik (E.İ.) değerleri aydan aya ve mevsimden mevsime büyük farklılıklar göstermiştir. E.İ.; tuzluluk değerine paralel olarak kış aylarında azalış göstermiş, buharlaşmanın fazla olduğu yaz aylarında ise artış göstermiştir. ortalama elektriksiz iletkenlik değeri (E.İ.) 200 olarak bulunmuştur. Minimum Şubat 2012 ‘de 160 µs/cm, maksimum ise Eylül 2012’de 244 µs/cm olarak tespit edilmiştir.

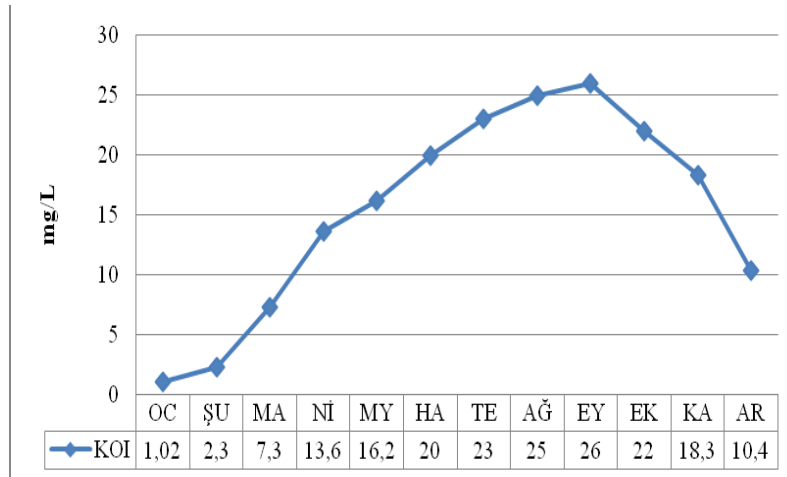


Şekil 4. Aylık Elektriksel İletkenlik (E.İ.) µs/cm Değerleri

Suların asidik ve bazik durumunu gösteren pH değeri; Horohon Deresinin bazik karakterde olduğunu göstermiştir. pH değeri en düşük Şubat 2012 „de 8.11 ve en yüksek Eylül 2012“de 8.47 olarak kaydedilmiştir. pH değerlerinin mevsimsel ortalamaları arasında bir farklılık gözlenmiş olup, pH değeri Kış aylarında azalırken yaz aylarında artış göstermiştir. Horohon Deresinin Mevsimsel pH değerleri ortalamaları sırasıyla Kış 8.14, İlkbahar 8.26, Yaz 8.39 ve Sonbahar 8.30 olarak belirlenmiştir.

Horohon Deresinin AKM değerleri aya ve mevsimden mevsime farklılıklar göstermiş olup ortalama AKM değeri 1.33 mg/L olarak hesaplanmıştır. En düşük AKM miktarı Şubat 2012de 0.03 mg/L en yüksek AKM miktarı Ağustos 2012“de 4.12 mg/L olarak ölçülmüştür. Derenin mevsimsel AKM ortalamaları, Kış 0.08 mg/L, İlkbahar 0.35 mg/L, Yaz 3.22 mg/L ve Sonbahar 1.70 mg/L olarak kaydedilmiştir.

Derenin; KOI yıllık ortalaması 15.42 mg/L olarak belirlenmiştir. KOI değeri; minimum Ocak 2012“de 1.02 mg/L ve maksimum Eylül 2012 „de 26.00 mg/L olarak bulunmuştur. Derenin mevsimsel ortalamaları; Kış 4.57 mg/L, İlkbahar 12.37 mg/L, Yaz 22.67 mg/L ve sonbahar 22.10 mg/L olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. Aylık Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)(mg/L) Değerleri

Horohon deresi“nin toplam sertlik değerleri;aydan aya ve mevsimden mevsime önemli derecede farklılıklar göstermiştir.Kış mevsiminde derenin toplam sertlik değerleri azalma göstermiş olup en düşük değer Şubat 2012“de 136 mg/L CaCO<sub>3</sub> olarak tespit edilmiş, İlkbahar mevsiminde toplam sertlik değeri büyük artış göstermiş ve Mayıs 2012“de 246 mg/L CaCO<sub>3</sub> olarak ölçülmüştür. Toplam sertlik değerinin mevsimsel ortalamaları sırasıyla; Kış 141.47 mg/L CaCO<sub>3</sub> ,İlkbahar 233.33 mg/L CaCO<sub>3</sub> , Yaz 194 mg/L CaCO<sub>3</sub> ve Sonbahar 177.33 mg/L CaCO<sub>3</sub> olarak hesaplanmıştır.

Horohon deresinin toplam alkanite değeri; toplam sertlik değerine paralel olarak artış ve azalış göstermiştir. derenin toplam alkanite değerlerinin mevsimsel olarak artış ve azalış göstermiştir. derenin toplam alkanite değerlerinin mevsimsel ortalamaları sırasıyla; Kış 143.33 mg/L CaCO<sub>3</sub>, İlkbahar 236.67 mg/L CaCO<sub>3</sub> Yaz 197 mg/L CaCO<sub>3</sub> ve Sonbahar 180.67 mg/L CaCO<sub>3</sub> olarak hesaplanmıştır. En düşük toplam alkanite değeri 2012 yılı Şubat ayında 137 mg/L CaCO<sub>3</sub>, en yüksek sertlik değeri 2012 yılı mayıs ayında 250 mg/L CaCO<sub>3</sub> olarak tespit edilmiştir. Yıllık ortalama toplam alkanite değeri 189.41 mg/L CaCO<sub>3</sub> dir.

Horohon Deresinin nitrit seviyesi aylardan aya ve mevsimlerden mevsime göre farklılıklar göstermiştir. Derede kış aylarında nitrit tespit edilmemişken, derede yaz aylarında nitrit seviyesi artmaya başlamış ve Eylül 2012’de maksimum düzeye 0,009 mg/L seviyesine ulaşmıştır. Derde ki nitrit değerinin mevsimsel ortalamaları sırasıyla; ilkbahar 0,001 mg/L, yaz 0,0063 mg/L ve sonbahar 0,006 mg/L olarak belirlenmiştir.

Horohon Dersinde Nitrat ve amonyum azotu (NH<sub>4</sub>) değerleri birbirine çok benzer şekilde artış ve azalış göstermişlerdir. Horohon deresinin nitrat değerinin yıllık ortalaması 1,76 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrat değeri ocak ve şubat aylarında tespit edilemezken maksimum olarak temmuz 2012’de 4,20 mg/L olarak ölçülmüştür. Derenin; kış 0,10 mg/L, ilkbahar 1,83 mg/L, yaz 3,00 mg/L ve sonbahar mevsimi ortalamaları 1,97 mg/L olarak kaydedilmiştir. Amonyum azotu (NH<sub>4</sub>) değerinin yıllık ortalaması 0,0129 mg/L olarak hesaplanmıştır. Amonyum azotu (NH<sub>4</sub>) değeri de ocak ve şubat aylarında suda tespit edilemezken en yüksek eylül 2012 de 0,0250 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Horohon deresinin mevsimsel ortalamaları sırasıyla; kış 0,0013 mg/L, ilkbahar 0,0147 mg/L yaz 0,0193 mg/L ve sonbahar 0,0163 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Horohon deresinin klorür değerleri aydan aya ve mevsimden mevsime farklılık göstermiş olup su sıcaklığının yüksek, çözülmüş oksijen değerinin düşük olduğu aylarda düşük, su sıcaklığının düşük, çözülmüş oksijen miktarının yüksek olduğu aylarda ise yüksek olduğu tespit edilmiştir. Klorür değerinin yıllık ortalaması 8,58 mg/L olarak bulunmuştur. En düşük eylül 2012 de 3,78 mg/L en yüksek ocak 2012 de 11,70 mg/L olarak belirlenmiştir. Derenin klorür değerinin mevsimsel ortalamaları sırasıyla; kış 11,23 mg/L, ilkbahar 10,13 mg/L yaz 5,73 mg/L ve sonbahar 7,26 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Horohon deresinin Kalsiyum ve Magnezyum değerleri birbirine paralellik göstermekte olup aylar ve mevsimler arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Suyun debisinin ve akış hızının en fazla olduğu aylarda artış göstermiştir. Kalsiyum değerinin yıllık ortalaması 19,56 mg/L olarak bulunmuştur. Kalsiyum değeri en yüksek mayıs 2012’de 49,30 mg/L en düşük ise şubat 2012’de 8,20 mg/L olarak tespit edilmiştir. Magnezyum değerinin ise yıllık ortalaması 17,09 mg/L’dir. Magnezyum değeri en yüksek mayıs 2012’de 36,5 mg/L ve en düşük şubat 2012 de 7,40 mg/L olarak ölçülmüştür.

Horohon deresinin sülfat değerlerinin mevsimsel ortalamaları sırasıyla kış 1,033 mg/L, ilkbahar 2,367 mg/L, yaz 6,833 mg/L ve sonbahar 5,733 mg/L olarak hesaplanmıştır. En düşük sülfat değeri Şubat 2012 de 0,6 mg/L ve en yüksek Eylül 2012 de 8,9 mg/L olarak tespit edilmiş olup yıllık derenin sülfat ortalaması 3,99 mg/L dir.

Horohon deresinin fosfat değerleri aydan aya ve mevsimden mevsime büyük farklılıklar göstermiş olup Ocak ve Şubat 2012 de derede fosfat tespit edilmezken Eylül 2012 de 0,18 mg/L ile en yüksek seviyesine ulaşmış olup deredeki yıllık ortalama fosfat değeri 0,08 mg/L olarak bulunmuştur. Derenin mevsimsel fosfat değerleri sırasıyla; kış 0,01 mg/L, ilkbahar 0,05 mg/L, yaz 0,15 mg/L ve sonbahar 0,12 mg/L olarak kaydedilmiştir.

Horohon deresinin fosfat değerlerinin yıllık ortalaması 50,11 mg/L dir. Deredeki sülfat değeri su sıcaklığına bağlı olarak artmaktadır. Derede en düşük sülfat değeri Şubat 2012 de 9,10 mg/L, en yüksek Eylül 2012 de 90 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sülfat değerinin mevsimsel ortalamaları sırasıyla; kış 18,03 mg/L, ilkbahar 35,3 mg/L, yaz 76,67 mg/L ve sonbahar 70,33 mg/L dir.

Horohon deresindeki sodyum potasyum değerleri birbiri ile paralellik göstermiştir. Sodyum değeri; aylar ve mevsimler arasında farklılık göstermiş olup en yüksek ilkbahar mevsimi Mayıs 2012 tarihinde 77 mg/L, en düşük sonbahar mevsimi Eylül 2012 de 7 mg/L tespit

edilmiş olup, deredeki ortalama Sodyum değeri 43,08 mg/L olarak bulunmuştur. Derenin Potasyum değerinin yıllık ortalaması 2,85 mg/L olarak bulunmuş olup en yüksek Mayıs 2012 de 5,3 mg/L en düşük Ekim 2012 de 2 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Horohon deresinde Bakır ve Kadmiyum değeri kış aylarında tespit edilememiştir. Deredeki Bakır miktarı ilkbahar aylarında birden yükselmiş ve Mayıs 2012 de 0,036 mg/L ile en yüksek değerine ulaşmıştır. Kadmiyum miktarı ise yaz aylarında yavaş yavaş artış göstererek su sıcaklığının en yüksek, çözülmüş Oksijen miktarının en düşük olduğu Eylül 2012 de en yüksek seviyesine 0,0040 mg/L değerine ulaşmıştır.

Horohon deresindeki Kurşun miktarı kış aylarında düşmüş su sıcaklığının en yüksek çözülmüş oksijen miktarının en düşük olduğu 2012 de 0,0160 mg/L ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Kurşun değerinin mevsimsel ortalamaları kış 0,0027 mg/L, ilkbahar 0,0037 mg/L, yaz 0,0107 mg/L ve sonbahar 0,0120 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Horohon deresinde yapılan bu araştırma 12 ay boyunca, her ayın 3'ü ile 7'si arasında ölçülen su kalitesi değerlerinin mevsimlere göre ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo 1 de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Horohon Deresindeki Ortalama Su Kalitesi Parametrelerin Mevsimsel Değerleri ve Standart Sapmaları

Parametreler	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	SD
pH	8,14	8,26	8,39	8,30	0,10
Askıda Katı Madde (mg/L)	0,08	0,35	3,22	1,70	1,44
Nitrit (NO <sub>2</sub> )(mg/L)	0,0000	0,0010	0,0063	0,0060	0,0033
Amonyak (NH <sub>3</sub> ) (mg/L)	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01
Klorür (Cl) (mg/L)	11,23	10,13	5,73	7,26	2,54
Fosfat (PO <sub>4</sub> ) (mg/L)	0,01	0,05	0,15	0,12	0,06
Sülfat (SO <sub>4</sub> ) (mg/L)	18,03	35,33	76,67	70,33	28,06
Sodyum (Na) (mg/L)	41,00	77,00	37,67	16,67	25,04
Potasyum (K) (mg/L)	1,23	4,53	2,60	3,07	1,36
Toplam Sertlik (mg/LCaCO <sub>3</sub> )	141,47	233,33	194,00	177,33	38,13
Toplam Alkanite (mg/LCaCO <sub>3</sub> )	143,33	236,67	197,00	180,67	38,69
Magnezyum (mg/L)	7,97	31,00	16,97	12,43	9,97
Kalsiyum (mg/L)	8,80	38,77	17,10	13,60	13,25
Amonyum Azotu (mg/L)	0,0013	0,0147	0,0193	0,0163	0,0080
Nitrat (NO <sub>3</sub> ) (mg/L)	0,10	1,83	3,00	1,97	1,20
Sülfid (mg/L)	1,03	2,37	6,83	5,73	2,74
Kurşun (mg/L)	0,0270	0,0037	0,0107	0,0120	0,0098
Bakır (mg/L)	0,000	0,025	0,013	0,005	0,011
Kadmiyum (mg/L)	0,000	0,025	0,013	0,005	0,011

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Akarsuların çözülmüş oksijen (Ç.O) miktarı sucul ortamda yaşayan canlıların yaşamlarını sınırlandıran önemli bir faktördür. Su içinde yürüyen fotosentez olayları sonucu oluşan

oksijen, suyun oksijen ile doymuş hale gelmesini sağlar. Bu olaylar güneş ışığı ve CO<sub>2</sub> varlığında gerçekleşir. Havadaki oksijen değişimi yaklaşık % 21 olmasına rağmen sudaki çözünürlük daha düşüktür (Boyd, 1990).

Sucul ekosistemde; biyolojik aktivitenin tip ve miktarı ortamda bulunan çözünmüş oksijen değişimine bağlıdır (Havser,1996).

Horohon deresinde çözünmüş oksijen miktarı kış aylarında yüksek, yaz aylarında ise biraz düşüş göstermiştir. Horohon deresi çözünmüş oksijen miktarı bakımından su kirliliği ve kontrol yönetmeliğini ve içme suyu standartlarına göre birinci kalite sudur ( Anonim 2010).

Sıcaklığın, su kütesindeki değişik fiziksel ve kimyasal olaylar üzerinde önemli etkileri vardır. Çözünürlük, doymuluk, konsantrasyon ve difüzyon gibi olaylar sıcaklıktan etkilenir. Balıklar ve birçok su canlısı, soğuk kanlı hayvanlardır. Dolayısıyla metabolik faaliyetleri su sıcaklığı arttıkça artarken, su sıcaklığının düşmesi ile azalır (Mutlu, 2013).

Suyun sıcaklığı, onun kimyasal reaksiyon hızları ile akuatik yaşam ve bu suyun faydalı kullanımlarının uygunluğu üzerine etkisi olduğundan önemli bir parametredir (Aydın,1995).

Su sıcaklığı; oksijen miktarını, gazlarını emilme oranını, balığın metabolizma hızını ve patojenik organizmaların hayat potansiyelini etkilediğinden diğer çevre faktörlerinden daha fazla önem arz eder (Boyd,1990).

Su sıcaklığı, büyüme ve gelişim üzerine direkt etkilidir. Uygun olmayan su sıcaklığı koşulları balıkların büyümesini geriletir, larvalar yem alamaz ya da beslenemez veya larvalar yumurtadan zamanından önce veya daha sonra çıkmasına sebep olur (Aydın,1995). Balık yaşamında su sıcaklığı çok önemli olup; balıklar soğuk su, ılıman su ve sıcak su balıkları olarak sınıflandırılmıştır (Aras ve Ark;1991).

Araştırmamızda Horohon deresinin su sıcaklığında meydana gelen değişimler normal sınırlar içerisinde mevsime bağlı olarak değişim göstermiştir. Kış aylarında, su sıcaklığı düşmüş, yaz aylarında havanın sıcaklığının artmasına paralel olarak derenin su sıcaklığı artmıştır. Yıl boyunca derede gerçekleşen sıcaklık farklılıkları derede bulunan balıkları olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmamış ve Horohon deresinde en yüksek sıcaklık değeri; Eylül 2012’de 16 °C olarak ölçülmüştür.

Sularda hidrojen iyonu derişiminin ölçüsü olan pH; suyun asidik veya bazik olup olmadığını gösterir (Boyd,1990).

pH; doğal sularda kimyasal ve biyolojik sistemler için en önemli faktördür. pH değişiklikleriyle zayıf asit ile zayıf bazlar ayrışabilir. Bu ayrışmanın birçok bileşimin zehirliliğini etkiler. pH 8,0’de NH<sub>3</sub> (Amonyak)’ün zehirlilik etkisi pH 7,0’ye göre 10 kat daha fazladır. Amonyum tuzları ve siyanürler ile krom, demir, sülfat, bakır, kurşun, manganez, klorid ve sülfürün belli bileşiklerinin zehirliliği pH seviyesine bağlı bulunmaktadır (Atay ve Pulatsu,2000).

Sucul bir ortamın pH değerinin canlı yaşamı tehlikeye sokmaması ve bu su kaynağının balık yetiştiriciliği amacıyla kullanılabilir olması için 6,5 - 8,5 sınır değerini geçmemesi gereklidir (Kara ve Çömlekçioğlu,2004).

Çalışmamızda derenin aylık pH değerleri fazla olmamakla birlikte hafif bazik karakter göstermiştir. Yazın artan pH değerleri, kış aylarında düşüşe geçmiştir. Derenin ortalama pH değeri 8,27 olarak tespit edilmiş. Su kirliliği ve kontrol yönetmeliği (SKKY) standartlarına göre 1 kalite su olduğu belirlenmiştir.

Tuzluluk; suda çözünmüş mineral madde konsantrasyonu olup, bir kilogram suda çözünmüş halde bulunan katı maddelerin gram cinsinden ifadesidir (Yanık ve Ark, 2001).

Suların önemli bir abiotik faktörünü oluşturan tuzluluk derecesi suların fiziksel özelliği kadar önemli olup, inorganik yığılımlarda ve organizmaların sucul ortamda dağılımında başrolü oynar (Geldiay ve Kocataş, 1998).

Tuzluluk derecesi; buharlaşma ve kirli suların karışımıyla artarken, yağışlar, buzulların erimesi ve tatlı suların karışımıyla azalmaktadır (Göksu, 2003).



Suyun tuzluluk derişimi ile oksijen çözünebilirliği ters bir ilişki içinde olup, tuzluluk arttıkça çözünmüş oksijen miktarı azalır (Tepe ve Mutlu, 2004).

Horohon deresinin tuzluluk oranları mevsimler arasında büyük farklılıklar göstermiş olup kış aylarında tuzluluk oranı düşmüş, buharlaşmanın fazla olduğu yaz aylarında artış göstermiştir. Derenin tuzluluk oranı bakımından durumu iyi olduğu görülmüştür.

Elektriksel iletkenlik (E.İ); 25 C<sup>0</sup> sıcaklıkta 1 cm uzunluk ve 1 cm kesit alanına sahip sütunun 1 ohm olarak elektriksel direncinin reziproke değeridir. Elektriksel iletkenlik; sıcaklığa, su içindeki çözünmüş maddelere ( tuz vb.) ve iz halindeki çözelti içeriklerine bağlı olarak değişebilir (Özpinar, 2007).

Su kalitesi çalışmalarında E.İ. değeri oldukça önemli olup, kirlilik arttıkça elektriksel iletkenlik (E.İ) değeri (1000 µs x 10 cm )<sup>-1</sup> değerini aşmaktadır (Polat, 1997).

Çalışmamızda elektriksel iletkenlik (E.İ.) değeri sıcaklık ve tuzluluk değeri ile paralellik göstermiş olup, kış mevsiminde düşük yaz aylarında artış göstermiştir. Deredeki ortalama elektriksel iletkenlik (E.İ.) ortalama değeri 200 µs/cm olarak bulunmuş ve SKKY göre çok iyi su durumunda olduğu gözlenmiştir.

Askıda katı madde (AKM); suda bulunan yaklaşık 1 mikron büyüklüğünde veya daha büyük olmakla birlikte kum tanesinden daha küçük maddelerdir. AKM sularda; erozyon, kirlilik, fitoklankton patlaması ve kayaların aşınarak alıcı ortam suya taşınmasıyla oluşabilmektedir (Mutlu, 2013). Toplam askıda katı madde (AKM) , suda 2 mg/L den fazla bulunması suyun fiziksek olarak kirlenmesine neden olur. Horohon deresinde AKM miktarı en yüksek Ağustos 2012 de 4,12 mg/L olarak tespit edilmiş olup, derenin yıllık ortalama AKM miktarı; 1,33 mg/L olarak bulunmuştur. Bu ortalama değere göre SKKY ye Horohon deresinin kalitesi birinci sınıftır.

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI); su ve atık sularda bulunan organik maddelerin kimyasal olarak parçalanabilmesi için gerekli oksijen miktarıdır. KOI; su ve atık suların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan önemli bir parametredir. Kimyasal oksijen miktarı (KOI) nın sularda 25 mg/L fazla bulunması kirlilik göstergesi olup suda 50 mg/L daha fazla bulunması suyun çok kirli olduğunu ve içinde bulunan su canlıları için toksik etki gösterebileceğini belirtmiştir. (Güler, 1997) Derede en düşük KOI değeri Ocak 2012 de 1,02 mg/L, en yüksek Eylül 2012 de 26 mg/L ve ortalama yıllık değeri 15,42 mg/L olarak tespit edilmiş olup dere SKKY ye göre su kalitesi birinci sınıftır. Eylül 2012 de sınır değerlerini çok az geçmesinin nedeni yerleşim yerlerindeki mevcut kişi sayısının en fazla olduğu döneme yansımaları sonucunda dereye evsel atık ve organik atıkların istenmeden karışmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Toplam sertlik; tatlı su analizinde en önemli parametrelerden biridir. Toplam sertlik denince; suyun 1 litresinde bulunan iyonların mg/L cinsinden CaCO<sub>3</sub> olarak ifadesidir. Genellikle toplam sertlik ve toplam alkanite değerleri normal olarak aynı değerde bazen de ikisi arasında farklılık görülebilir. Eğer toplam alkanite, toplam sertlik değerinden yüksek ve fotosentez olayı hızlı ise sertlik değeri son derece yükselebilir (Atay ve Pulatsu, 2000).

Su ürünleri yetiştiriciliğine sert sular uygun değildir. Çünkü sert sular su ortamında bulunabilecek zehirli maddelerin zehir etkisini artırıcı rol oynamaktadır (Göksu, 2003). Su kirliliği ve kontrol yönetmeliği (SKKY) ne göre sular sertlik derecelerine karşılık gelen karbonat miktarına göre sınıflandırılır; 0-50 mg/L CaCO<sub>3</sub> yumuşak, 50-100 mg/L CaCO<sub>3</sub> orta yumuşak, 100-150 mg/L CaCO<sub>3</sub> az sert 150-250 mg/L CaCO<sub>3</sub> orta sert, 250-350 mg/L CaCO<sub>3</sub> sert, 350 mg/L den fazlası çok sert sular olarak adlandırılır. Horohon deresinde sertlik değeri aydan aya ve mevsimden mevsime farklılıklar göstermiştir. En yüksek değeri Mayıs 2012 de 246 mg/L olarak kaydedilmiştir. Derenin ortalama sertlik değeri 186,53 mg/L CaCO<sub>3</sub> olup orta sert su grubuna girmektedir.

Alkanite; sudaki baz konsantrasyonlarının toplam derişimi olup suyun asit tutma kapasitesi veya su ortamlarının asitli suları nötrleştirme yeteneğidir.(Tepe ve Boyd,2001) Alkanite; su ürünleri açısından zehirli maddelerin etkisini artırıcı yönde rol oynamaktadır. Su ortamında arzu edilen toplam alkanite CaCO<sub>3</sub> olarak 20-300 mg/L arasındadır. Toplam alkanitesi 20 mg/L den az olan düşük alkali sular ve 300 mg/L den daha fazla olan yüksek alkali sular iletken değildir ( Göksu, 2003).

Horohon deresinde toplam alkanite değeri; toplam sertlik değerine çok yakın değerler göstermiş olup, her iki değerinde birbirine paralel olarak artış ve azalış göstermiştir. Derenin ortalama alkanite değeri 189,41 mg/L CaCO<sub>3</sub> olup su ürünleri yetiştiriciliği SKKY'ne göre oldukça iyi durumdadır.

Azot bileşikleri; su kirliliğinde önemli etkilere sahip olup oksijen ve ötrofikasyona etkileri çok büyüktür. Sularda bulunan azot bileşikleri doğal yada antropojen kökenli olarak iki grup içinde toplanırlar. Doğal azot yükleri; suda bulunan mikroorganizmaların topraktan bağlandığı ve yağışların getirdiği azot bileşikleri antropojen (insan müdahalesi sonucu ortaya çıkan sorunlar) azot yükleri, kentsel atıklar, gübre, hayvan, gıda, deri ve mezbahane atıklarıdır (Atay ve Pulatsu, 2000). Azot türleri olan nitrit, nitrat ve amonyum azotu (NH<sub>4</sub>) seviyeleri Horohon deresinde yıl boyunca aylar ve mevsimler arasında farklılıklar göstermiştir. Nitrit(NO<sub>2</sub>); amonyak azotunun gram negatif kemo-ototrofik aerobik bakteriler tarafından iki basamaklı oksidasyon olayı olan nitrifikasyon olayının ara ürünüdür. Nitrit ortamda birikim yapmaz ve ara ürün olduğundan hemen nitrata dönüşür (Boyd, 1990). Sulardaki nitritin kaynağı; gübre kullanımı, bitkisel ve hayvansal maddelerin çürümesi, kullanma suyu atıkları, lağım çamuru ve endüstriyel atık deşarjları oluşturmaktadır (Bayram, 1995).

Yüzey sularında nitrit (NO<sub>2</sub>) nitrata göre yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarının ara ürünü olduğundan daha az miktarda bulunur. Ancak nitrifikasyonun yeteri kadar olmadığı sularda nitrit (NO<sub>2</sub>) miktarının yüksek olması da mümkündür. Balık türüne bağlı olarak suda 1-5 mg/L konsantrasyonu öldürücü olabilir (Seçer, 1997).

Horohon deresinde kış aylarında nitrit tespit edilmemiş olup, ortalama nitrit değeri 0,003 mg/L olup su ürünleri yetiştiriciliğinde oldukça iyi durumdadır.

Derede; nitrat(NO<sub>3</sub>) ve amonyum azotu (NH<sub>4</sub>) miktarlar, aydan aya ve mevsimden mevsime birbirine paralellik göstermiş olup kış aylarında çok çok düşük, yaz aylarında ise çok az bir artış göstermiştir. Deredeki ortalama nitrat ve amonyum azotu değerleri 1,72 ve 0,0129 mg/L dir. Bu iki değerinde kabul edilebilir değerlerin çok altında olup SKKY ye göre su kalitesi birinci sınıftır.

Bütün doğal sularda bulunan klorür anyonu, doğal suların önemli bir bileşeni olup konsantrasyonu genellikle düşüktür (Mutlu,2013). Klorür iyonu doğal sularda 0-30 mg/L kadar bulunabilir. Fazla klorür içeriği sularda mineral içeriğinin fazla olması anlamına gelir ve 250 mg/L den fazla konsantrasyonlarda tuz tadı olur (Taş, 2011). Horohon deresinde gerçekleşen çalışmamızda klorür değerleri aydan aya ve mevsimden mevsime farklılık göstermiş olup klorür değeri su sıcaklığının en düşük, çözülmüş oksijen miktarının en yüksek olduğu kış aylarında en yüksek, su sıcaklığının en yüksek, çözülmüş oksijen miktarının en düşük olduğu Eylül 2012 de 3,78 mg/L ile en düşük seviyede tespit edilmiştir. Derede yıllık klorür konsantrasyonu; 8,58 mg/L olarak bulunmuş olup SKKY ye göre birinci sınıf kalite su özelliği göstermekte olup sonuçlara göre miktarı ile klorür arasında yakın bir ilişki olduğu söylenebilir.

Horohon deresinde Kalsiyum (Ca) ve Magnezyum(Mg) değerlerinin artış ve azalışları birbirine paralellik göstermiştir. Suyun debisinin ve akış hızının en fazla olduğu ilkbahar aylarında en yüksek değerlerine ulaşmışlardır.

Tüm canlılar için önemli bir mineral olan Kalsiyum doğal sularda en bol bulunan elementlerden biridir. Gerek tatlı sularda gerekse deniz sularında Kalsiyum varlığı biyolojik açıdan çok önemli olup balıklarda omurga oluşumu, kabuklu sucul canlılarda kabuk oluşumu ve uygun düzene geçiş içinde geçerlidir (Boyd, 1990).

Soğuk su balıkları yetiştiriciliği yapılan sularda; Kalsiyum varlığı hem balıkların özellikle yavru devrelerinde iskelet bağlamalarında büyük rol oynamakta hem de suda bulunan balıklar için toksik etkili maddelerin zararlarını giderilmesinde faydalı olmaktadır (Atay ve Pulatsu, 2000).

Kalsiyum (Ca) 5-60 mg/L arası normaldir. Biraz sert sularda ise 80-100 mg/L arası normal kabul edilebileceği için, Ca için tavsiye edilebilecek en yüksek değer 75 mg/L dir. Çalışmada Kalsiyum değeri en yüksek Mayıs 2012 de 49,30 mg/L ,en düşük Şubat 2012 de 8,20

mg/L ve ortalama yıllık değeri ise 19,56 mg/L olup normal değerler arasında bulunduğu gözlenmiştir.

Magnezyum yer kabuğunun en çok bulunan elementlerinden olup çok aktif olduğundan doğal element olarak bulunmaz. Pek çok kaya ve minerallerin birleşiminde yer almakla birlikte en fazl kireç taşları ve dolomit kayalardan  $MgCO_3$  halinde bulunur. Magnezyum bileşikleri, Kalsiyum bileşiklerine oranla suda daha kolay çözünürler. Yağmur suları ve akarsular Magnezyum bileşiklerini aşındırarak su ortamında bulunmasını sağlarlar (Egemen ve Sunlu, 1999). Normal sulara Magnezyum değeri 5 mg/L den büyük 60 mg/L den küçük, biraz sert sulara ise 60-100 mg/L arası normal kabul edilir. Dereye yapılan çalışmada yıllık ortalama 17,09 mg/L olup tavsiye edilen değerler arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yaşamsal maddelerin esansiyel bir bileşimini meydana getiren sülfat ( $SO_4$ ), yer kabuğunda bol miktarda bulunur. Yaşamsal organizmalar için sülfat, prensip olarak çözünabilir sülfat formlarında yada indirgen organik sülfat bileşiklerinde mevcuttur.(Stanier et.al, 1976). Sülfat ( $SO_4$ ) bileşikleri, çeşitli reaksiyonlar sonucu oluşturdukları tat, koku ve toksite problemleri ile sudaki önemli bir kirletici durumundadır. Suda 10 mg/L den fazla sülfat tehlike oluşturmaktadır (Xiao-Sun et al, 2008). Dereye yapılan çalışmada sülfat değerinin yıllık ortalaması 3,99 mg/L olarak ölçülmüş ve tehlike oluşturacak düzeyin oldukça altında bulunduğu görülmüştür.

Fosfor, sulara çeşitli fosfat türleri şeklinde bulunur. Canlı protoplazmanın yaklaşık % 2 sini teşkil ettiğinden yetersizliği özellikle fotosentezle üretim yapan ototrof canlıların büyümelerini sınırlayıcı, dolayısıyla heterotrof canlıların gelişmesini engelleyici bir etkiye sahiptir. Bu sebeplerden dolayı sulara yeterli fosfor bulunmamasını suda bulunan canlıların büyümesini sınırlayıcı en önemli etken olmaktadır. (Atay ve Pulatsü, 2000). Akarsu, göl ve denizlere ticaret gübreleri, diğer tarımsal girdiler, kanalizasyon suları, deterjanlar ve besin sanayii atıkları gibi çeşitli kaynaklardan fosfor ulaşmaktadır. Bu kaynaklardan yüzey sularına ulaşan fosfatlar suyun oksijen bakımından zengin üst kısmında bulunan alg ve fotosentez yapan diğer yeşil bitkilerin aşırı miktarda çoğalmasına yol açmaktadır (Atay ve Pulatsü, 2000).

Horohon deresinde fosfat değeri yaz aylarında artış göstermiş olup deredeki ortalama fosfat değeri 0,08 mg/L bulunarak SKKY göre 2 kalite su özelliğinde olduğu görülmüştür. Horohon deresindeki fosfat seviyesinde ilkbahar ve yaz aylarındaki yükselme; suda bulunan alg ve yeşil bitkilerin artışı, fosfatlı gübrelerin kullanılmasından veya istenmeden kanalizasyon sularının karışmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir.

Sulara sülfür(S) daha çok sülfat ( $SO_4$ ) halinde bulunmaktadır. Sülfatların çoğunluğu suda çözünür. Çözünme sülfat, suyun sürekli çözünen bir maddesi olarak kabul edilebilir. (Mutlu, 2004). Sülfatların düşük dozları balıklar için toksit değildir. Bununla birlikte 100 mg/L ve daha fazla sülfat ( $SO_4^{2-}$ ) konsantrasyonlarında tatlı su balıkları için ölümlerin başladığı saptanmıştır (Boyd, 1990). Horohon deresinde en yüksek sülfat değeri Eylül 2012 de 90 mg/L, ortalama sülfat değeri 50 mg/L olup tehlikeli değerinin altında olduğu görülmüş ve SKKY göre su kalitesi 1 sınıftır.

Horohon deresinde sodyum(Na) ve potasyum(K) değerleri birbiriyle paralellik göstermiştir. Sodyum(Na) sulara en çok NaCl halinde bulunmakta olup, su ortamında fitoplanktonların ve bitkisel organizmaların gelişiminde gerekli bir elementtir.(Mutlu, 2013). Sodyum tuzu doğal sulara 2-100 mg/L arasında bir değer gösterip 100 mg/L den fazlası kirliliğe sebep verebilir (Tepe ve Ark, 2006). Araştırmada sodyum değeri en yüksek sonbahar mevsimi Eylül 2012 de 7 mg/L, en yüksek ilkbahar mevsimi Mayıs 2012 de 77 mg/L ve yıllık ortalama sodyum değeri 43,08 mg/L olarak ölçülmüş ve kirliliğe sebep verecek düzeyinin yarısından daha az bulunmuş olup SKKY göre su kalitesi 1 sınıf olduğu görülmüştür.

Potasyum (K); suya tat veren inorganik tuzlardan olup su, su ortamında  $K_2 SO_4$  şeklinde bulunup, bitkisel organizmaların gelişiminde rol oynayan besleyici bir elementtir.(Özdemir,1994). Potasyum doğal sulara 1-10 mg/L arasında değişim gösterir (Boyd,1998). Horohon deresinde potasyumun yıllık ortalaması 2,85 mg/L ölçülmüş olup kriter değerinin 1/3 oranında olduğu görülmüştür.

Araştırmada incelenen ağır metal elementlerin den kurşun, bakır ve kadmiyum değerleri<sup>1</sup> oldukça düşük miktarda tespit edilmiştir. Derede bakır ve kadmiyum değerleri kış aylarında tespit edilemezken bakır miktarı ilkbahar aylarında birden yükselmiş ve Mayıs 2012 de 0,036 mg/L ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. İlkbahar aylarında bakır miktarının artmasının nedeni derenin çevresinde bulunan meyve bahçelerinde yapılan bakım ve budama işlemlerinin ilkbahar aylarında gerçekleşmesiyle budama işleminden sonra bakır içerikli zirai ilaçların yoğun şekilde yapılması ve yağmur sularıyla bu zirai ilaç kalıntılarının suya karışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Deredeki kadmiyum ve kurşun miktarı su sıcaklığının en yüksek, çözülmüş oksijen miktarının en yüksek olduğu Eylül 2012 de en yüksek seviyelerine ulaşmışlar ve SKKY göre su kalitesi 2 sınıf olarak belirlenmiştir.

Horohon deresinin su kalitesi özelliklerinin Aylık Değişimleri üzerine yapılan çalışmalarda bir yıl boyunca her ay alınan su örnekleri fiziksel ve kimyasal su kalitesi parametreleri bakımından incelenmiştir. Araştırma sonucunda su kirliliği açısından önemli bir problemin bulunmadığı ve iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip Horohon deresinde su sıcaklığının en yüksek, çözülmüş oksijen miktarını en düşük olduğu aynı zamanda çevrede ki yerleşim yerlerinin nüfusunun en kalabalık olduğu Eylül ayında su kirliliğinin kritik değerlere yaklaştığı görülmüştür. Horohon Deresi suyu SKKY içme ve kullanma standartları ile karşılaştırıldığında kurşun bakımından III. sınıf, nitrit azotu bakımından II. sınıf (az kirli sular), toplam sertlik derecesi orta sert, elektriksel iletkenlik açısından çok iyi su özelliğinde diğer parametreler açısından I. sınıf (temiz sular) su kalitesindedir. Çözülmüş oksijen, pH, tuzluluk, KOI, amonyum azotu, klorür, kalsiyum, magnezyum, sülfat, toplam aklanite, sülfat, potasyum, sodyum ve bakır sınır değerleri ile yerüstü suları için verilen otrofikasyon sınır değerleri aşılmamıştır.

Genel olarak su canlıları ve balık yaşamı için büyük tehlike arz etmeyen bu durumun halen farklı türlerde balık türünün yaşadığı bilinen derede su kalitesinin korunması, ekolojik dengenin devamlılığı ve Düzyayla, Bayıraltı, diğer köyleri ve birkaç mezranın içme suyu ihtiyacını karşılaması açısından bir zorunluluktur.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre; Horohon deresi kirlilik baskısı altında olup RAMSAR sözleşmesi kuralları gereğince gölün korunmasına yönelik yasalar titizlikle uygulanmalı ve ekolojik dengenin bozulmasının önüne geçilmelidir. Derenin şu anki su kalitesi durumu bakımından iyi durumda olduğu, bu su kaynağının daha da kirlenmemesi, su kalitesinin korunması, doğal balık stokları ve diğer su canlılarının oluşturduğu doğal ekolojik dengenin devamlılığının sağlanması açısından periyodik olarak sürekli izlenmesi gereklidir. Verileri tam olarak değerlendirilecek şekilde yürütülen izleme programı, derenin su kalitesi yönetim için yararlı bilgiler sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Aksungur, N ve Firidin, Ş.(2008) Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik Sumea Yunus Araştırma Bülteni; 8. Türkiye
- Anonim, 2010. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY).Türkiye cumhuriyeti Resmi Gazete No: 25687, Ankara
- Anonim,2012. Sivas Meteoroloji İstasyonu Aylık Meteorolojik Ölçüm Değerleri, Sivas
- Aras, M.S. ,Bircan, R. Ve Aras, N.M.(1995) Genel Su Ürünleri ve Balık Üretim Esasları.
- Atalık, A., 2006. Küresel Isınmanın Su Kaynakları ve Tarım Üzerine Etkileri. Bilim ve Ütopya 139: 18-21. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Atay, D. ve Pulatsü, S.(2000). Su Kirlenmesi ve Kontrolü Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1513, Ankara
- Aydın, F. (1995)Balık Üretiminde Su Kriterleri Ders Notları (Yayınlanmamış).Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Bayram, A. (1995).Kızılırmak Deltası Yüzey Sularında Nitrat, Nitrit, Amonyak ve Toplam Koliform Parametrelerinin İncelenmesi. On dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Boyd, C.E. and Tucker, C.S.(1992) “ Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture” Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- Boyd, C.e,(1990) Water Qualityn Ponds for Aquaculture. Auburn University, Alabama Experiment Station(482), Auburn, Al.
- Boyd,C.E. (1998).Water Quality for Pond Aquaculture,Alabama Agricultural Experiment.

- Çiçek, N.L. ve Ertan, Ö.O.,2012. Köprüçay Nehri (Antalya) „nin Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji* 21,84;54-65.
- Egemen, O. Ve Sunlu, U.(1991).Su Kalitesi Ders Kitabı III. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 14, 153 s. İzmir.
- Geldiay, R. Ve Kocataş, A. (1998). Deniz Ekolojisine Giriş. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitapları Seri No:31 İzmir.
- Göksu, M,Z,L.(2003).Su Kirliliği Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:17 Adana.
- Güler, Ç. (1997). Su Kalitesi Çevre Sağlığı Kaynak Dizisi.(43),95 s. Ankara.
- Havser , B.(1996). *Practical Manual Of Wastewater Chemistry*. Lewis Publishers 137 p.
- Kara, C. ve Çömlekçioğlu,U.(2004). Karaçay(Kahramanmaraş)“ ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7,1,1-7
- Kocataş, A. (2006).*Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları İzmir.
- Mutlu, E.(2013) Sivas İli Kızılırmak Havzasında 5 Farklı İstasyonda Yaşayan Tatlı Su Kefali (Akbalık=Leuciscus Cephalus )“ un Biyokimyasal Özelliklerine Su kalitesinin, Aylık ve mevsimsel Değişimlerinin Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi , Erzurum.
- Özbay, Ö.Göksu, M, Z , L. , Alp, M.T(2011). Bir Akarsu Ortamında(Berdan Çayı, Tarsus-Mersin) En Düşük ve En Yüksek Akım Dönemlerinde Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerin İncelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 23 (1), 31-39
- Özdemir, N.(1994).Tatlı ve Tuzlu Sularda Alabalık Üretimi. *Fırat Üniversitesi Yayınları*, No:35 228 sayfa, Elazığ.
- Özpinar, Z.(2007).Göksu Deltası“nda Su Kalitesinin Fotometrik Yöntemlerle Belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği ABD. Yüksek Lisans Tezi*, Mersin.
- Polat, M.(1997).Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler Su Kalitesi Yöntemi Semineri. DSİ Genel Müdürlüğü s:45-47, Ankara.
- Şeçer, S. (1997).Su Toksikolojisi Ders Notları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü (Yayınlanmamış), Ankara.
- Soylak , M. ve Doğan, M., 2000. Su Kimyası. Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri.
- Taş, B.(2011).Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* Yıl: 2, Cilt: 2 Sayı:3 Sayfa:43-61.
- Tepe, A.Y ve Mutlu, E. (2004). Arsuz Deresi (Hatay). Su Kalitesinin Fiziko Kimyasal Yöntemlerle Belirlenmesi. Türkiye“nin Kıyı ve Deniz Alanları V. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 04 Konferansı Bildiriler Kitabı Editörler: E.Ozan ve H. Evliya, 705-711 s. Adana.
- Tepe, Y. , Ateş, A. ,Mutlu, E. Ve Töre, Y. (2006).Hasan Çay,(Erzin-Hatay) Su Kalitesi ve Özellikleri ve Aylık Değişimleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* , Cilt 23 (Ek 1.1), s. 149-154.
- Tepe, Y. And Boyd, C.E,(2001).A Sodium-Nitrate–Based,Water Soluble,Granular Fertilizer For Sport Fish Ponds.*North American Journal Of Aquaculture*,Vol. 63: 322-328
- Xiao-Jun,W. And Sun-Sheng,M.(2008).Combined Fenton Oxidation and Aerobic Biological Processes For Treating a Surfactant Wastewater Containing Abandant Sulfate, *Sournal Of Hazardous Materials* (Accepted).
- Yanık, T. ,Çiltaş, A. Ve Aras, M. (2001). Balık Yetiştiriciliğinde Su Kalitesine Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No:225,Erzurum