

Yayladağı Görentaş Göleti (Hatay) Su Kalitesi Parametreleri Üzerine Bir Araştırma

Yalçın TEPE Ekrem MUTLU

Mustafa Kemal Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 31040, Antakya-Hatay (ytepe@mku.edu.tr)

Aysun TÜRKMEN

Hatay Tarım İl Müdürlüğü, Antakya-Hatay

Geliş Tarihi : 01.05.2004

ÖZET : Hatay'ın Yayladağı ilçesinde bulunan Görentaş Göleti'nin su kalitesi özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmaya Nisan 2003 tarihinde başlanılmıştır. Çalışma 12 ay boyunca yürütülmüş olup, su örnekleri aylık olarak iki istasyondan toplanmıştır. Birinci istasyon göletin kuzey kısmında Gören köyü yakınında, diğeri ise göletin güney kısmında Suriye sınırındadır. Su kalitesi parametrelerinden; çözülmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOl), toplam alkalinite, toplam sertlik, amonyak azotu, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum ve silis analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Görentaş Göletinin su kalitesi parametrelerinin aylara ve istasyonlara göre değişimleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su Kalitesi, Göl, Görentaş, Yayladağı, Hatay

A Study On Water Quality Parameters Of Yayladağı Görentaş Lake (Hatay)

ABSTRACT : This study, purposing to determine water quality characteristics of Görentaş Lake, located in Yayladağı town of Hatay, were begun on April 2003. The study was carried out 12 months and water samples were taken monthly from two stations. First station was on the north side of the lake, nearby Gören village and the other was on south side, Syria board. Water quality parameters of dissolved oxygen, pH, temperature, salinity, chemical oxygen demand (COD), total alkalinity and hardness, ammonia, nitrite, nitrate, phosphate, sulphite, sulphate, chloride, potassium, sodium and silica analyses were done. Change in water quality parameters of Görentaş Lake by months and stations were determined.

Keywords: Water Quality, Lake, Görentaş, Yayladağı, Hatay

GİRİŞ

Görentaş Göleti Yayladağı ilçesinin Suriye sınırında olan bir su kaynağıdır. Göletin Nişrinli Deresi'nin üzerinde yapılışının nedeni yörede bulunan tarım arazilerine sulama suyu teminidir. Yayladağı, Hatay ilinin en dağlık ve arazi yapısı bakımından tarıma fazla imkan vermeyen bir ilçesidir. İlçedeki arazi yapısının düz olmayışı sebebiyle sulama yapılan alanlarda oldukça dar kalmıştır. Bu nedenle, Görentaş Göleti toplam sulama alanı olan 1.300 da ile yöre tarımında önemli bir yere sahiptir.

Yüzey sularının su kalitesinin çeşitli nedenlerle bozulması bilinen ve her geçen gün önem kazanan bir konu olmaktadır. Bunun yanında, göllerdeki besleyici element dinamiği ve su kalitesi üzerine de birçok araştırma yapılmaktadır. Son 50 yıldır zirai faaliyetlerde meydana gelen bariz değişim Hatay ilinde de su ve toprak kaynaklarının bozulmasını tehdit eden insan kaynaklı etkenlerden biri olmuştur. Arazilerin ziraata açılması, toprakların tuzlaşması, yoğun zirai gübre kullanımı, pestisitlerin yaygın kullanımı, erozyon ve organik madde ile bitkisel çeşitliliğin azalması en önemli çevresel problemler olarak su kaynaklarını tehdit

eder olmuştur (Zalidis vd., 2002). Bu çalışmanın amacı Görentaş Göleti su kalitesinin fiziko- kimyasal yöntemlerle bir yıl boyunca izlenmesi ve su kalitesi verilerinin mevsimsel ve istasyonlar arası değişimlerinin belirlenerek kaydedilmesidir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanı:

Görentaş Göleti, Hatay ili, Yayladağı ilçesi Gören köyünde ve Türkiye – Suriye sınırındadır. Göletin ana su kaynağı Nişrinli deresi ile kış sularıdır. Göletin tipi kil dolgu olup yüksekliği 16.50 m, yüzölçümü 313 da, göl hacmi $1,353 \times 10^3 \text{ m}^3$ ve sulama kanal debisi 169.04lt/sn'dir. Göl sulama amaçlı olup 1998 yılında faaliyete geçmiştir. Göletin sınırdaki olması itibarı ile lojistik önemi olup sınır koruması sebebiyle göletten avcılık yapılmadığından balık popülasyonları ve sucul canlılarca oldukça zengin bir su kaynağıdır. Gölette belirlenen iki istasyondan ilki Gören köyü yakınında diğeri ise Suriye sınırındadır (Şekil 1).



Şekil 1. Görentaş Göleti ve çalışma istasyonları yer haritası

Su Analizleri:

Araştırmada, Nisan 2003 ve Nisan 2004 tarihleri arasında bir yıl boyunca örnekler aylık olarak toplanmıştır. Numune kapları sahaya çıkmadan bir gün önce asit banyosundan geçirilip yıkanmıştır. Asit banyosu için % 1-2' lik HCl solusyonu kullanılmış daha sonra saf su ile çalkalanan numune kapları etüvde kurutmaya bırakılmıştır (Boyd ve Tucker, 1992). Su örnekleri su yüzeyinin yaklaşık 10 cm altından numune kaplarının suya daldırılması ile alınmış ve analiz için kısa sürede laboratuara taşınmışlardır. Oksijen, sıcaklık, pH ve tuzluluk cihazlar yardımıyla sahada direk ölçülmüştür. Oksijen ölçümünde YSI marka 52 model oksijenmetre, pH ölçümünde Orion marka 420A model pHmetre ve tuzluluk ölçümünde ise YSI marka 30 model salinometre kullanılmıştır.

Diğer su parametreleri, toplam alkalinite, toplam sertlik, toplam amonyak azotu, nitrit, nitrat, fosfat, sulfat, klor, potasyum, silisyum, sodyum ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) için su numuneleri Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarlarına getirilmiş ve aynı gün analiz edilmişlerdir. Toplam alkalinite ve toplam sertlik tayinleri için titrimetrik yöntemler kullanılmıştır ve sonuç değerleri her ikisinde de mg/L CaCO₃ cinsinden ifade edilmiştir. Klorit (Cl₂) tayini Hg(NO₃)₂ ile titrasyon yöntemiyle yürütülmüştür. Kimyasal oksijen ihtiyacı su içindeki tüm organik maddeleri CO₂ ve suya

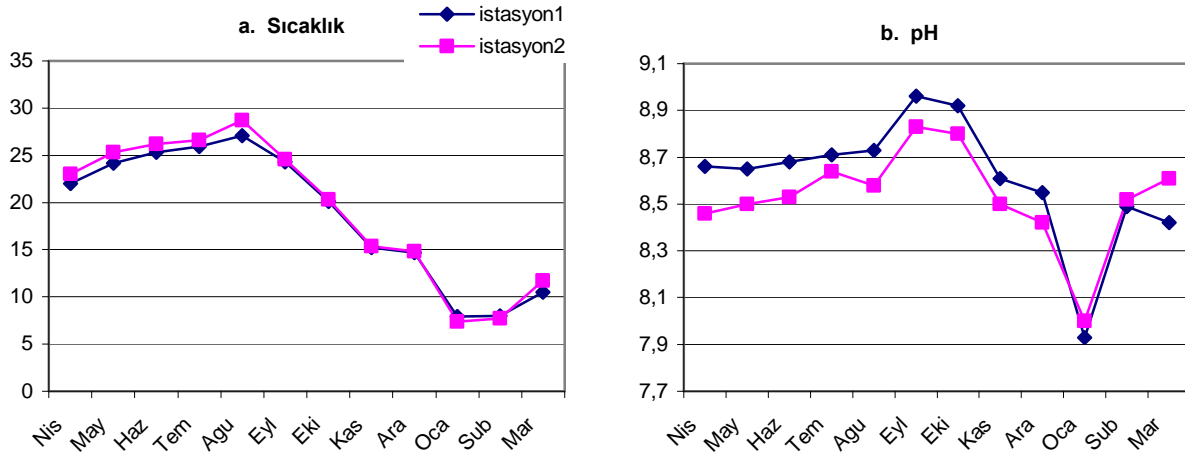
okside edecek toplam oksijen miktarının hesaplanmasına dayanan demir amonyum sulfat ile titrasyon yoluyla yapılmıştır. Fotometrik ölçüm gerektiren nitrat (NO₃), nitrit (NO₂⁻), toplam amonyak azotu (NH₃ + NH₄⁺), fosfat (PO₄³⁻) standart prosedürlere uygun olarak su numunelerinin spektrofotometrik değerlerinin ölçümlerinde Shimadzu marka UV-1601PC model spektrofotometre kullanılmıştır. Su analizleri Boyd ve Tucker (1992) de belirtilen standart analiz yöntemlerine göre yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler:

Her parametrenin aylar arasındaki farklılıkları one-way ANOVA analizi ile karşılaştırılmış ve Tukey testi ile hangi ayın diğerlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Steel and Torrie, 1960). İstatistiksel analizler Windows ortamında SigmaStat istatistik programı ile yürütülmüştür. (SPSS, Chicago, Illinois, USA). Hipotezi ret etme seviyesi $\alpha = 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Mevsimlere göre önemli değişiklikler gösteren su sıcaklıkları istasyonlara göre önemli fark ortaya koymamıştır. Ocak 2004'de 7.4 °C olarak ölçülen su sıcaklığı, Ağustos 2003'te 28,7 °C olarak kaydedilmiştir. Nişrinli deresi kaynağına yakın ilk istasyonda yıllık sıcaklık ortalaması 18,7 °C iken son istasyonda bu değer 19,3 °C olmuştur (Şekil 2).



Şekil 2: İstasyonlara göre aylık sıcaklık (°C) ve pH seviyeleri.

Bir yıl boyunca yürütülen bu çalışma boyunca pH değerlerinin 7.9 ve 8.9 arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir. İlk istasyon da okunan pH değerlikleri ile son istasyon arasında bir yıl boyunca istatistiksel bir fark bulunmamıştır. pH bahar ve yaz aylarında sabit seyrederken güz aylarında düşüşe geçmiş ve Ocak 2004'te en düşük seviyesine ulaşmıştır. Yıllık ortalama pH değerleri 1. ve 2. istasyon için sırası ile 8,61 ve 8,53 bulunmuştur. (Şekil 2).

Çözünmüş oksijen 1. örnekleme istasyonunda çalışmanın ilk on ayında ortalama 9.36 mg/L iken son iki ayda (Şubat ve Mart 2004) ortalama yüksek oksijen içerikleri nedeniyle ortalama 11,06 mg/l seviyesine çıkmıştır. İkinci istasyonda ise bu değerler sırası ile 8,77 ve 10,25 mg/l bulunmuştur. Aylık ölçümlerde de oksijen seviyesi genellikle ilk istasyonda daha yüksek seviyede kalmıştır. Her iki istasyonda da yaz aylarında düşük çıkan oksijen seviyeleri kış aylarında yükselerek Şubat ayında yaklaşık 20 mg/l seviyesine ulaşmıştır. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) çalışmanın başlangıcı Nisan ayında yaklaşık 10 mg/l iken her ay yapılan ölçümlerden görüldüğü gibi giderek artış göstermiş ve Ekim ayında 30 mg/l ye ulaşmıştır. Ekim ayından sonra Aralık ayına kadar düşüşe geçmiş ancak çalışmanın son iki ayında yükselerek yeniden 30 mg/l seviyesini bulmuştur (Şekil 3). Yıllık ortalama KOİ değerleri 1. istasyon için 20,23 mg/l ve 2. istasyon içinse 16,32 mg/l hesaplanmıştır.

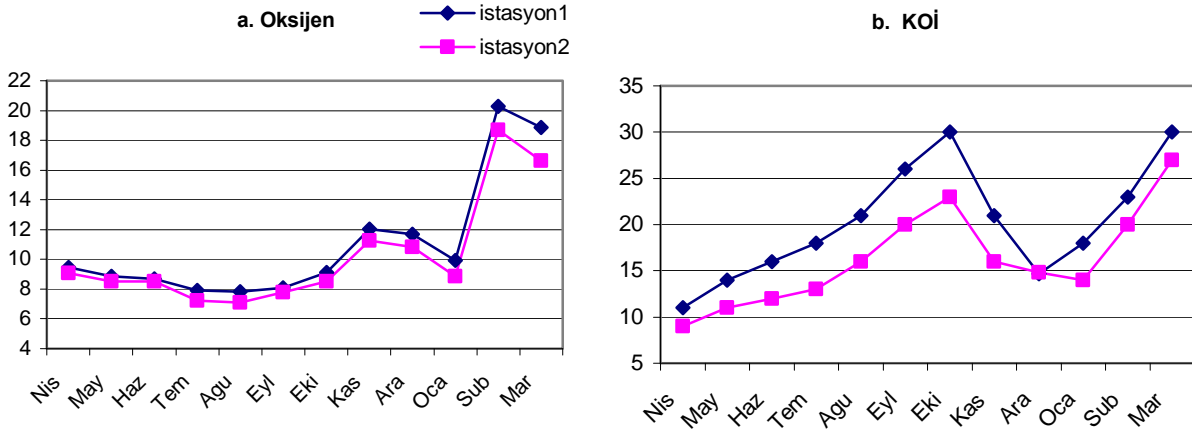
Nitrat, nitrit ölçümleri paralel şekilde yaz ayları boyunca diğer aylara göre nispeten düşük çıkmıştır. Azot türleri mevsimsel olarak istasyonlar arasında istatistiksel bir değişime girmemiştir. Bir yıl boyunca ilk istasyondaki ölçümler daha fazla olurken fark istatistiksel olarak önem kaydetmemiştir. Ortalama

nitrat, nitrit seviyeleri ilk istasyonda 7,78 ve 0,036 mg/l ölçülmüştür. Bu değerler Suriye sınırında olan 2. istasyonda ise sırasıyla 7,42 ve 0,031 mg/l tespit edilmiştir. Nitrat ve nitrit'in her ikisinde en yüksek değerliğine Ocak ayında ulaşmıştır. Diğer bir azot türü olan amonyak da nitrat ve nitrit seviyelerine paralel bir dalgalanma çizmiş ve yaz aylarında düşük seviyelerde iken kış aylarında yükseliş yapmıştır. En yüksek değer yaklaşık 0,2 mg/l ile Ocak ayı ölçümünde kayıt edilmiştir. Amonyak ölçümlerinin yıllık istasyonlar ortalaması ilk istasyonda 0,11 ve 2. istasyonda 0,10 mg/l bulunmuştur (Şekil 4).

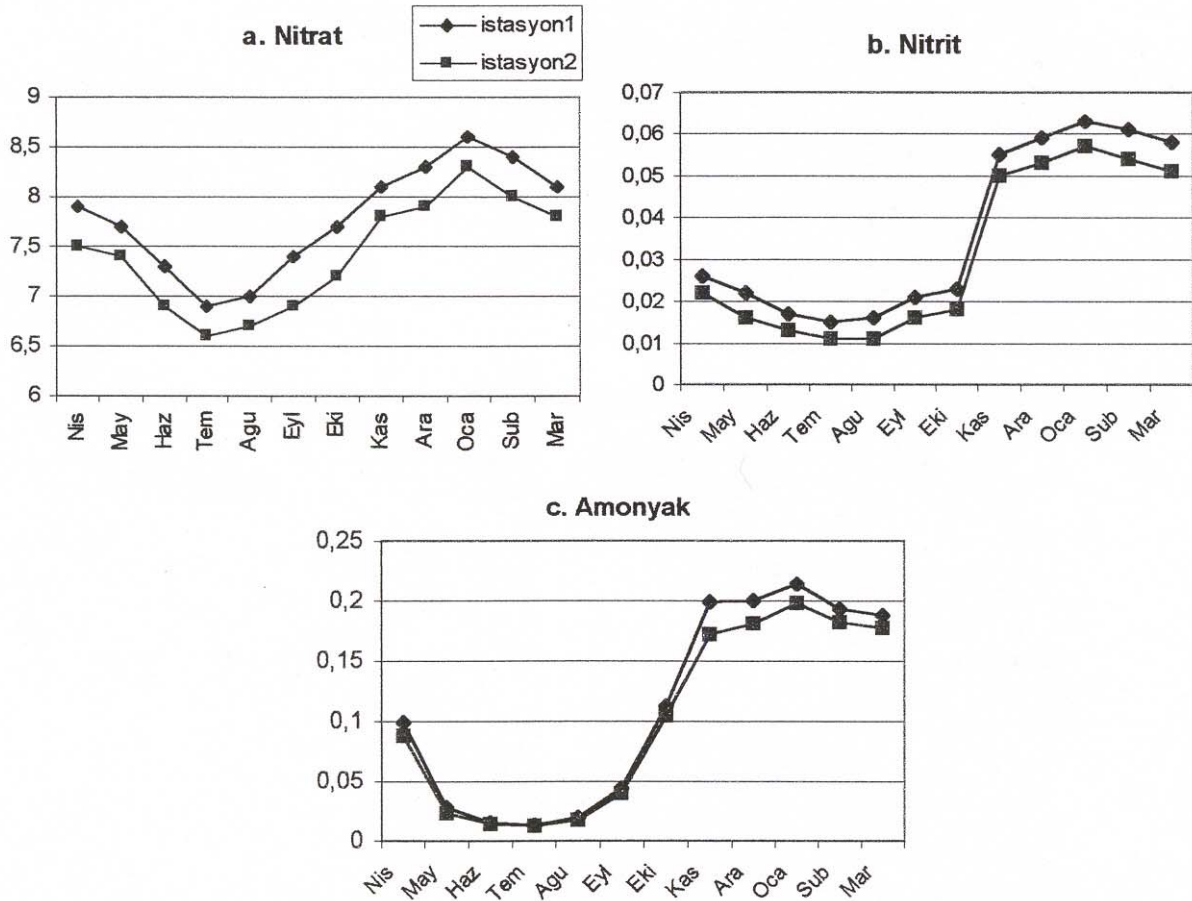
Tuzluluk beklendiği gibi yıl boyu değişmeyip her iki istasyonda da 0,1-0,2 ppt civarında ölçülmüştür.

Toplam alkalinite ve sertlik değerleri birbirine oldukça yakın değerler göstermiştir. Nişirli deresi yatağına yakın olan ilk istasyonda ortalama toplam alkalinite ve sertlik değerleri sırasıyla 150 ve 151 mg/L ölçülmüştür. Toplam alkalinite ve sertlik değerleri son istasyonda her ikisi içinde ortalama 150 mg/L seviyesine çıkmıştır (Şekil 5).

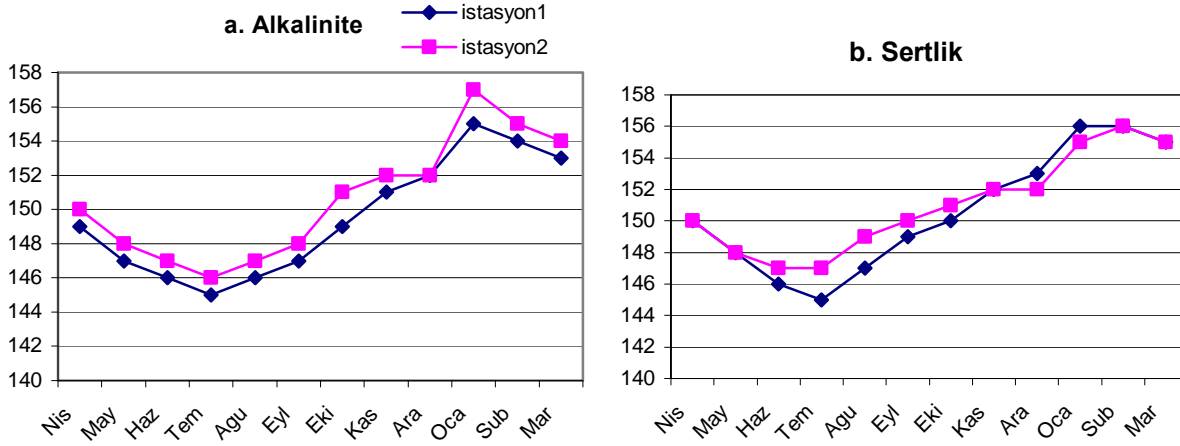
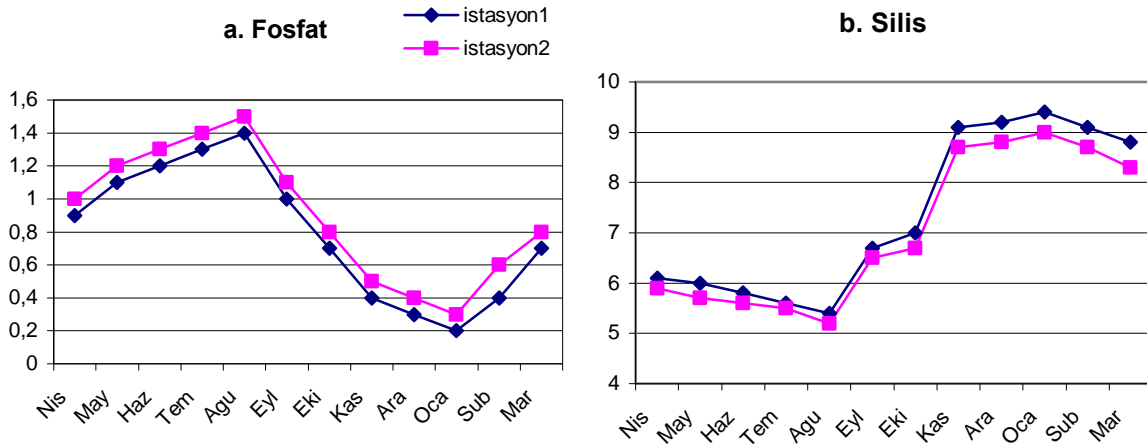
Doğal su kaynaklarının verimliliğini etkileyen önemli bir besleyici mineral olan fosfat ilk istasyonda ortalama 0,8 mg/l, 2. istasyonda ortalama değer buna oldukça yakın olup 0,9 mg/l seviyesinde çıkmıştır. Yaz aylarında fosfat seviyeleri her iki istasyonda da yaklaşık 0,5 mg/L'lik artışa geçmiştir. Ağustos ayından sonra tedrici olarak azalan fosfat seviyeleri Ocak ayında 0,2 mg/l seviyesine düşmüştür. Araştırma denemesinin son iki ayı Şubat ve Mart aylarında Fosfat artarak 0,8 mg/l konsantrasyonuna ulaşmıştır. Fosfat konsantrasyonları aylar boyunca istasyonlar arası bir fark göstermemiştir (Şekil 6).



Şekil 3. İstasyonlara göre aylık Oksijen (mg/l) ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) (mg/l) seviyeleri



Şekil 4. İstasyonlara göre aylık Nitrat (NO₃), Nitrit (NO₂) ve Amonyak (NH₄⁺) (mg/l) seviyeleri.

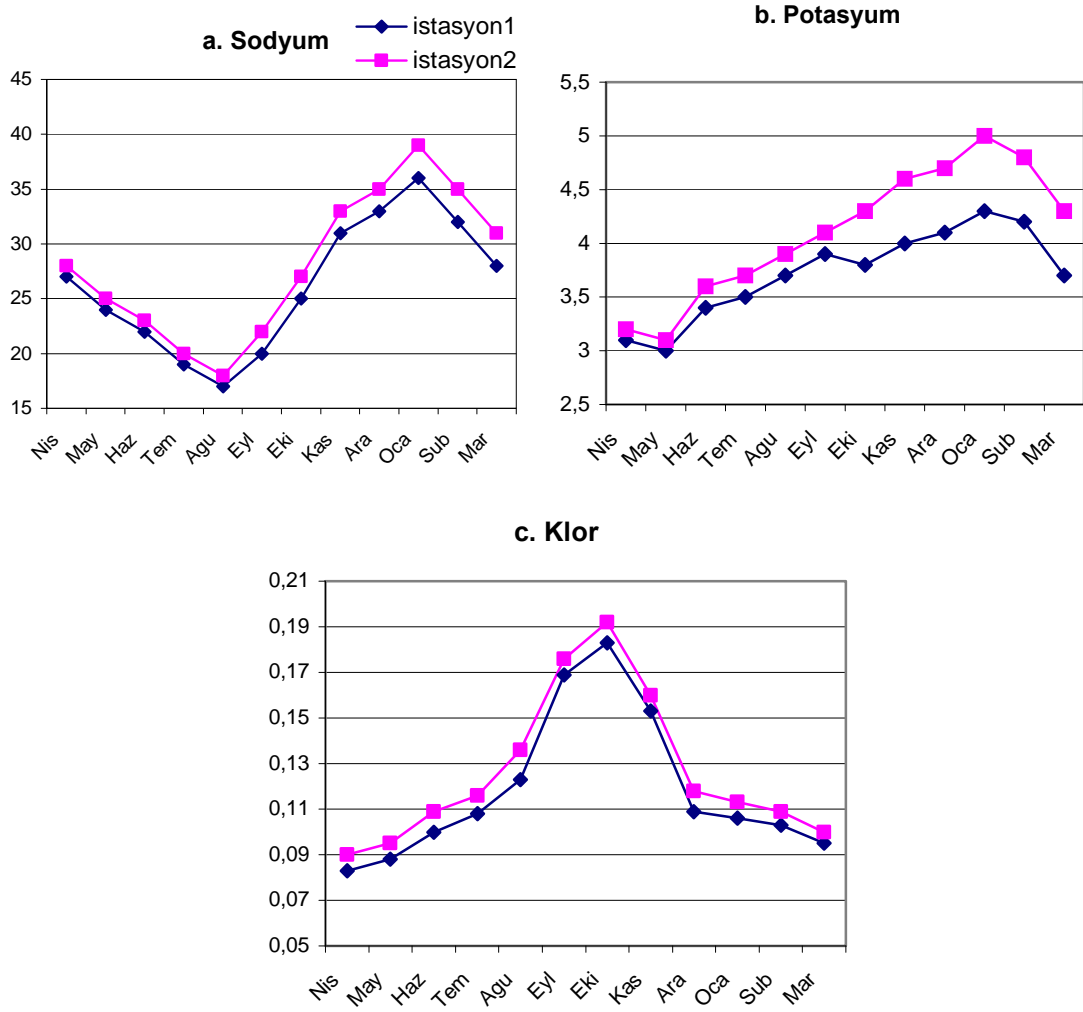
Şekil 5. İstasyonlara göre aylık Alkalinite ve Sertlik (mg CaCO₃/l) seviyeleri.Şekil 6: İstasyonlara göre aylık Fosfat (PO₄³⁻) ve Silis (mg/L) seviyeleri.

Silis seviyesi ilk istasyonda 2. istasyona nazaran yıl boyunca düşük seviyede seyretmiş ve ortalama 7,35 mg/l ölçülmüştür. Silis seviyesi 2. istasyonda ise ortalama 7,05 mg/l bulunmuştur. Nisan da 6 mg/l ile başlayıp, yavaş bir düşüşle Ağustos ayında 5 mg/l seviyelerine gerileyen silis bu aydan sonra hızla artarak Eylül de 6,5 mg/l, Ekim de 7 mg/l ve Aralık ayında ise 9 mg/l seviyesine ulaşmış ve çalışma sonuna kadar olan dört aylık son dönemde bu seviyesini korumuştur (Şekil 6).

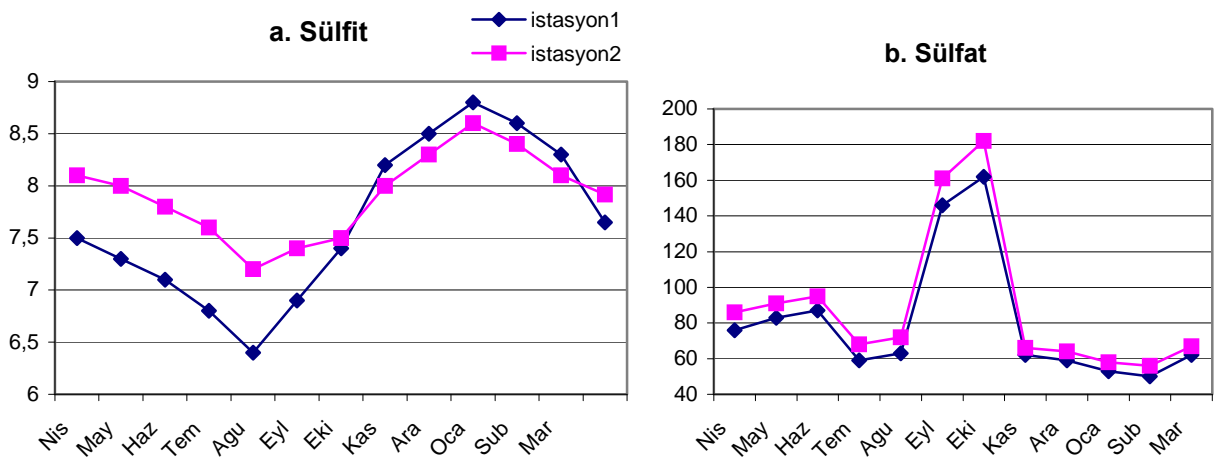
Sodyum ve Potasyum tuzları konsantrasyonları yaz aylarında artmış ve Ocak ayından sonra her ikisi de düşüşe geçmiştir. Sodyum en yüksek olan Ocak ayında 39 mg/l seviyesine yükselmiş ve yıllık ortalama ilk istasyonda 26 mg/l, 2. istasyonda ise 28 mg/l olmuştur. Potasyum da benzer şekilde Ocak ayında en yüksek değeri olan 5 mg/l olurken, yıllık ortalama ise 1. ve 2.

istasyonun her ikisinde de 4 mg/l hesap edilmiştir. Klor çalışmanın başlangıcı olan Nisan ayından (0,08 mg/l) başlayarak yavaş artışlarla Ekim ayına (0,192 mg/l) kadar artışını sürdürmüş ve daha sonra araştırmanın sonuna kadar düşüşe geçerek başlangıç seviyelerine gerilemiştir (0,09 mg/l) (Şekil 7).

Sülfat, Nisan ayından Ağustos ayına kadar 8 mg/l den 6,5 mg/l seviyelerine kadar gerilemiştir. Ağustos ayından başlayarak Ocak ayına kadar artmıştır ve en yüksek değeri olan 8,8 mg/l seviyesine ulaşmıştır. Ocak ayından sonra sülfat miktarları düşerek araştırma sonunda 7,5 mg/l seviyesine inmiştir. Sülfat, Eylül ve Ekim ayları dışında yeknesak bir dalgalanma göstererek 40 ve 80 mg/l arasında değerlerde seyretmiştir. Eylül ayında hızla artmış ve Ekimde 2. istasyonda en yüksek okuma değeri olan 182 mg/l seviyesine erişmiştir (Şekil 8).



Şekil 7. İstasyonlara göre aylık Sodyum (Na^+), Potasyum (K^+) ve Klor (Cl_2)(mg/L) seviyeleri.



Şekil 8. İstasyonlara göre aylık Sülfite (Na_2SO_3) ve Sülfat (SO_4^{-2}) (mg/L) seviyeleri

TARTIŞMA

Hatay ili, Yayladağı ilçesindeki Görentaş Göleti'nde yapılan bir yıllık çalışmanın her ay ölçülen su kalitesi parametrelerinin ortalama değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

pH değerleri yaz aylarında 8,5 seviyesinin üzerinde seyretmiş ancak Eylül ayından itibaren azalmaya başlamıştır. Göl suyundaki pH değeri, suda bulunan CO₂ miktarındaki değişimle orantılı olarak değişim göstermiştir. Yaz aylarında gölde bulunan yoğun fitoplankton topluluğu fotosentez yaparak CO₂ tüketip, pH miktarında artışa sebep olmuştur. Kış aylarında ise fitoplankton sayısındaki sıcaklığa bağlı azalma sonucu, fotosentez azalmış veya durmuş ortamda CO₂ birikimi oluşmuş ve buda suyu asidik yaparak pH'nın azalmasına neden olmuştur (Boyd, 1990).

İlk on ay çözülmüş oksijen içeriği aydan aya fazla değişim sergilemezken son iki ay olan Şubat ve Mart'ta ani artış ile 18 – 20 mg/l seviyesine ilerlemiştir. Bu ani artış muhtemelen kar sularının göl suyuna karışımı olabilir. Oksijence zengin bu yağ sularının göle karışımının yanı sıra sıcaklığında bu aylarda en düşük seviyelerde olması termal tabakalaşmayı engelleyerek oksijen tüketimini azaltmıştır (Wetzel, 1975).

Görentaş Göleti'nde Ocak, Şubat ve Mart aylarında KOİ değerinin giderek artmasının sebebi yağışlarla oluşan organik maddelerce zengin yüzey akışlarının gölete katılmasıdır. (Karakoç vd, 2003). Bu yüzey akışları köydeki arazilerden göle mevcut organik kirlilik yaratıcı kaynakları (gübre, havyan atıkları vb.) taşımış olabilir.

Toplam alkalinite ve sertlik değerleri yıl boyunca birbirine yakın ve paralel değerlerde seyretmiştir. Doğal suların alkalinite değerleri 5 ile 500 mg/l CaCO₃ arasındadır ve su havzasının jeolojisi ile yakından ilişkilidir. Çoğu sularda karbonat (CO₃²⁻) ve bikarbonat (HCO₃⁻) sulara alkalilik verir. Suların sertliği ise kalsiyum (Ca²⁺) ve magnezyum (Mg²⁺) iyonlarından kaynaklanır. Kireçli topraklar üzerinde kurulan göletler orta ve yüksek seviyelerde toplam alkalinite ve sertlik değerlerine sahip olup, çoğu zaman bu iki parametre değeri birbirine yaklaşık eşittir (Boyd ve Tucker, 1998). Görentaş Göleti'de kireçli ve nispeten kurak bir bölgede olduğundan orta-yüksek toplam alkalinite ve sertliğe sahip olup her ikisi yaklaşık olarak eşdeğerdedirler. Yıl boyunca suya alkali ve kireçli girdiler olmadığından her ikisi de sabit değerlerde seyretmişlerdir.

Azot türevleri olan amonyak, nitrit ve nitrat seviyelerinde yıl içinde oluşan dalgalanma birbirlerine paralel seyrederek, yaz aylarında düşük, kış aylarında ise yüksek olmuşlardır. Amonyak, hayvansal atıklardan oluşan en temel azotlu atık üründür. Amonyak aynı zamanda azotlu organik maddelerin ayrışması sonucu da açığa çıkar (Tomasso, 1994). Suda amonyak birikimi, sucul organizmalara toksik olduğundan istenmez ve toksik etkisi pH ve su sıcaklığı arttıkça artar (Emerson vd., 1975). Görentaş Göleti'nde yıl boyunca amonyak seviyesinde önemli bir artış olmamış ve daima tehlike yaratmayan düzeylerde çıkmıştır. Nitrit, amonyak azotunun gram negatif kemo-ototrofik aerobik bakteriler tarafından iki basamaklı oksidasyon olayı olan nitrifikasyon olayının orta ürünüdür. Ortamda birikim

Tablo 1: İstasyonların ortalama su kalite parametreleri değerlikleri

Parametre	İstasyon 1	İstasyon 2
pH	8,61	8,53
Çözülmüş Oksijen (mg/l)	11,06	10,25
KOİ (mg/l)	20,23	16,32
NO ₃ _N (mg/l)	7,78	7,42
NO ₂ _N (mg/l)	0,036	0,031
NH ₃ _N (mg/l)	0,11	0,10
Salinite (ppt)	0,2	0,2
Toplam Alkalinite (mg/l)	150	151
Toplam Sertlik (mg/l)	151	151
Fosfat (mg/l)	0,8	0,9
Sülfit (mg/l)	7,65	7,92
Sülfat (mg/l)	80,17	80,83
Silis (mg/l)	7,35	7,05
Sıcaklık (°C)	18,77	19,31
Potasyum	4	4

yapmaz ve ara ürün olduğundan hemen nitrata dönüşür (Boyd ve Tucker, 1998). Gölet suyunda nitrit seviyeleri amonyağa çok yakın paralellikte değişim göstererek ortalama 0,03 mg/l gibi oldukça önemsiz seviyelerde seyretmiştir. Bu ortalama değer toksik üst değer olan 0,3 mg/l 'den on kez kat daha azdır. Doğal sulardaki nitrat, inorganik bileşik azotun yaygın formudur ve kirlenmemiş göllerde bulunan nitrat nitrifikasyonun son ürünüdür. Görentaş Göleti'nde ortalama 7 mg/l olan nitrat değeri doğal sulara beklenen ortalama 2 mg/l' den biraz fazladır. Bunun nedeni ortamda bulunan organik maddelerin ayrışıp, nitrifikasyonun son ürünü olan nitrata dönüşmesidir.

Anahtar bir metabolik ürün olan fosfor, kirlenmemiş doğal sulara oldukça küçük miktarlarda bulunur ve göllerin verimliliğini belirler (Tepe ve Boyd, 2003). Fosfat seviyesinde oluşan yaz aylarındaki yükselmenin havadan fosfat bağlayabilen mavi yeşil alglerdeki artıştan veya fosfatlı gübrelerin kullanımından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir (Tepe ve Boyd, 2001). Ayrıca bu aylarda gelişen köklü su bitkileri de topraktaki fosforun suya geçişine yardımcı olabilirler (Boyd, 1990).

Potasyum doğal sulara 1-10mg/l arasında değişim gösterir (Boyd, 1998) ve potasyum için çalışmamızda ortalama 4 mg/l değeri hesaplanmıştır. Sodyum tuzu ise doğal sulara 2- 100 mg/l arasında bir değer gösterir. Ortalama sodyum değerleri 26-28 mg/l çıkmıştır. Kurak bölgelerde bulunan göllerde sodyum, potasyum ve klorit yağışlı bölge göllerine nazaran daha fazla olması beklenir. Silisyum doğal sulara 2-20 mg/l arasında bulunur ve bu çalışmada da ortalama 7 mg/l seviyesinde bulunmuştur.

Bu çalışmada ölçülen sülfid değeri Na_2SO_3 sodyumsülfid'tir ve ortalama 7 mg/l bulunmuştur. Sülfat değeri (SO_4^{-2}) doğal sulara 5-100 mg/l arasında değişim gösterir ve mevcut çalışmada ortalama 80 ve 88 mg/l bulunmuştur. Sülfür döngüsü de azot döngüsü gibi biyolojik olaylardan kuvvetle etkilenir. Organik maddelerdeki sülfür çoğunlukla proteinde bulunur.

Aerobik şartlarda sülfür, sülfata okside olur ve zararlı form olan hidrojen sülfid'e dönüşmez.

TEŞEKKÜR

Saha ve laboratuvar çalışmalarının bir bölümü Hatay Tarım İl Müdürlüğü'nün katkılarıyla yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Boyd, C. E., 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture, Auburn, AL: Auburn University. Alabama Agricultural Experiment Station. Pres. 482 p.
- Boyd, C. E., Tucker, C. S., 1992. Water quality and pond soil analyses for Aquaculture Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA.
- Boyd, C. E., 1998. Water Quality for Pond Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Research and Development Series No.43
- Boyd, C. E., Tucker, C. S., 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers. 700p.
- Emerson, K., Russo, R. C., Lund, R. E., Thurston, R. V., 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: Effect of pH and temperature. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 32:2379-2388.
- Karakoç, G., Erkoç, F. Ü., Katircioğlu, H., 2003. Water Quality and impacts of Pollution Sources for Eymir and Mogan Lakes (Turkey), Environment International 29:21-27.
- SPSS, 1997. SigmaStat statistical software. SPSS, Chicago, Illinois, USA
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H., 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Tepe, Y., Boyd, C.E., 2001. A Sodium-Nitrate-Based, Water-Soluble, Granular Fertilizer for Sport Fish Ponds, North American Journal of Aquaculture, 63, 328-322.
- Tepe, Y., Boyd, C.E., 2003. A Reassessment of Nitrogen Fertilization for Sunfish Ponds, Journal of World Aquaculture Society, 34, No. 4:505-511.
- Tommaso, J. R., 1994. The toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. Reviews of Fisheries Science 2:291-314.
- Wetzel, R. G., 1975. Limnology. Philadelphia, PA:W. B. Saunders Company.
- Zalidis, G., Stamatiadis, S., Takavakoglou V., Eskridge, K., Misopolinos, N., 2002. Impacts of Agricultural Practices on Soil and Water Quality in the Mediterranean Region and Proposed Assessment Methodology. Agriculture, Ecosystems and Environment 88:137-146.