

Öne Çıkan Sonuçlar:

- Mamasın Baraj Gölü'nün trofik seviyesi ötrofik -hipertrofik olarak bulunmuştur.
- İçme suyu kalite bozukluğunu esasen gölü besleyen kaynaklardan değil göldeki ötrofikasyon problemlerinden kaynaklanmaktadır.
- Ötrofik-hipertrofik seviyede olan gölün geri kazanılması için akılcı, bilimsel, sürdürülebilir ve havza bazlı çözümler üretilmeli ve kararlılıkla uygulanmalıdır.

Yazışma yazarı:

Mustafa IŞIK
mustafaisik55@hotmail.com

Referans:

IŞIK, M., (2018), Ötrofikasyon ve Su Kalitesi Problemleri-Aksaray Örneği, İklim Değişikliği ve Çevre, 3, (6) 37-44,

Makale Gönderimi : 20 TEMMUZ 2018
Online Kabul : 9 AĞUSTOS 2018
Online Basım : 15 AĞUSTOS 2018

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Aksaray.-Türkiye

Özet Bu çalışmada, yüzeysel suların kalite bozunmasına neden olan ötrofikasyon olayı Aksaray Mamasın Baraj Gölünde yapılan araştırma bulguları ile birlikte değerlendirilmiştir. Ötrofikasyon doğal bir olay olmakla birlikte sulara deterjan kullanımı, kimyasal gübre kullanımı, atıksu deşarjı, atmosferik çökelim gibi antropojenik etkenlerin son yıllarda yoğunlaşması nedeniyle yüzeysel sulara doğal miktarlarının üzerinde sınırlayıcı besi elementi ismini verdiğimiz azot ve fosforun aşırı şekilde girmesi sonucunda hızlı bir şekilde gerçekleşmesi olayıdır. Aşırı alg çoğalımı ve ölümü sonucunda yüzeysel sulara özellikle de tatlı su göllerinde organik kökenli sediment oluşmasına ve dip kısımlardan başlayarak oksijen eksikliğine neden olmaktadır. Oksijen eksikliğine bağlı olarak suyun özelliklerinde meydana gelen kalite değişimi, bu sulardan içme suyu elde eden bir çok yerleşim yerinde mevcut klasik içme suyu arıtma tesislerinde arıtım hedeflerinin sağlanmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada Aksaray'ın içme sularının büyük çoğunluğunun temin edildiği 1960 yıllarda sulama suyu temini amacıyla inşa edilip kullanılmaya başlayan, daha sonra 2000 li yılların başında içme suyu temin edilen Mamasın Baraj Gölü 1 yıllık süreç boyunca izlenmiş barajın trofik durumu ve su kalitesi değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular barajın trofik durumunun özellikle ilkbahardan başlayarak neredeyse kış mevsimi başlangıcına kadar uzanan bir süreçte hipertrofik seviyede ve bu süre boyunca suda ciddi kalite değişimleri olduğunu göstermiştir. İçme suyu kalite bozukluğunun esasen gölü besleyen kaynaklardan değil göldeki ötrofikasyon problemlerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Küresel iklim değişiminin olumsuz etkilerinin şiddetli bir şekilde hissedileceği ülkemizin özellikle bu bölgelerinde mevcut su kaynaklarının korunması daha önemli olduğundan ötrofikasyon süreci, su kalite değişimi, kalite değişimine bağlı olarak ihtiyaç gösteren arıtma teknolojileri ve ötrofikasyon probleminin ortadan kaldırılması ile ilgili çalışmaların merkezi, yerel ve araştırma kurumları tarafından daha yoğun ve koordineli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: alg, azot, fosfor, göl, ötrofikasyon

Eutrophication and Water Quality Problems-Aksaray Sample

Abstract In this study, the eutrophication event which caused the quality problems of surface waters was evaluated together with the research findings made in Aksaray Mamasın Dam Reservoir. Eutrophication is a natural phenomenon and it is a phenomenon that nitrogen and phosphorus which we give the limiting nutrient name to the surface water in a superficial way due to intensification of anthropogenic factors such as detergent use, chemical fertilizer use, wastewater discharge, atmospheric sedimentation in the water in recent years. As a result of extreme algal growth and death, it causes the formation of organic sediments in surface waters, especially in fresh water lakes, and oxygen deficiency starting from the bottoms. Due to the lack of oxygen, the change in the quality of the water makes it impossible to achieve the target of the treatment in the classical drinking water treatment plants that exist in many settlements that obtain drinking water from these waters. In this study, the water quality parameters were monitored during 1-year period in Mamasın Dam Reservoir, which was constructed and used with the purpose of irrigation water foundation in 1960 and the vast majority of Aksaray drinking water was supplied after 2000, the trophic condition and water quality of the dam were evaluated. Findings have shown that the trophic state of the dam is characterized by severe quality changes in the water during and during the period from the beginning to the beginning of the winter season, especially from the beginning of the winter season to eutrophic-hypertrophic level. It has been found that drinking water quality problems are mainly caused by the eutrophication in the lake, not from the sources feeding in the lake. Since the protection of existing water resources is more important in this region, especially in these countries where the adverse effects of global

climate change will be felt severely, the center of eutrophication process, water quality change, refining technologies that need to be based on quality change and elimination of the eutrophication problem are centralized by local and research institutions more intensive and coordinated.

Keywords: algae, eutrophication, lake, nitrogen, phosphorus.

1. Giriş

Son yüzyılda başta sulama ve enerji için artan su taleplerini karşılamak için rezervuar sayısı ve büyüklüğü hızla artmıştır. İnsanların inşaa ettiği bu yapay ekosistemler, içme ve sulama suyu, enerji üretimi, su ürünleri yetiştirme, sel yönetimi, turistik ve rekreasyon faaliyetleri için kullanılmaktadırlar (Padedda ve diğ., 2017). Günümüzde, dünyada en azından 0,1 km²'lik bir alanı kaplayan ve göllerin az olduğu yerlerde daha yoğunlaşan oldukça heterojen bir coğrafi dağılım gösteren 500.000'den fazla rezervuar bulunmaktadır (Marcé ve Armengol, 2009). Akdeniz iklimi gibi yarı kurak bölgelerde, rezervuarlar insan su temini için ana kaynağını temsil etmektedir. Yaz aylarında ihtiyacı karşılayacak su kaynakları olmadığı yada yetersiz olduğu durumlarda, kış aylarındaki yağışlar ile dolan rezervuarlar yaz aylarındaki sulama, içme ve kullanma suyu temin kaynağı olarak kullanılmaktadırlar. Ülkemiz gibi su kaynaklarının miktar olarak kısıtlı olduğu ülkelerde su kalitesi bozarak kullanımını sınırlandıran ötrofikasyon problemi yaygın bir problem haline gelmiştir.

Doğal ötrofikasyon, tipik olarak yüzyıllar boyunca besin açısından zengin toprakların göllere taşınması ile meydana gelen, yavaş ve kademeli bir süreçtir (Leng, 2009). İnsan kaynaklı besi elementi girişi ile oluşan aşırı alg ve su bitkisi çoğalması olarak bilinen kültürel ötrofikasyon ise günümüzde yüzeysel suların kalitesi etkileyen en önemli ve yaygın olaylardan biridir (Smith ve Schindler, 2009). Günümüzde insan oğlunun doğaya verdiği zararları görsel olarak gösteren örneklerin başında gelmektedir (Şekil 1). Ötrofikasyonun birçok istenmeyen yan etkiler (Tablo 1), büyük ekonomik maliyetler ve ulusötesi etkileri vardır (Pretty ve diğ., 2003; Smith, 2003; Smith ve Schindler, 2009).



Şekil 1. Ötrofikasyonun görsel örnekleri

Tablo 1: Göllere, rezervuarlara, nehirlere ve kıyı sularına aşırı miktarda fosfor ve azot girdisi nedeniyle oluşan kültürel ötrofikasyonun potansiyel etkileri

- Fitoplankton ve makrofit bitkilerinde biyomas artışı
- Tüketici türlerinin artan biyokütle
- Zehirli veya tüketilemez alg türlerinin algal patlama ile baskın hale gelmesi
- Jelatinimsi zooplanktonların (deniz ortamları) algal patlama ile oluşumu
- Bentik ve epifitik alglerin artan biyokütleleri
- Makrofit bitki örtüsünün tür kompozisyonundaki değişiklikler
- Mercan resiflerin azalması ve sağlığının bozulması
- Balık ölümlerindeki artışlar
- Tür çeşitliliğinde azalmalar
- Hasat edilebilir balıklar ve kabuklu deniz hayvanlarının miktarlarının azalması
- Suyun berraklığının azalması
- Tat, koku ve içme suyu arıtımı problemleri
- Oksijenin tükenmesi
- Suyun estetik kalitesinde azalması

Bu çalışmada Türkiyede bir çok kentin içme suyu teminine model olabilecek tipik özellikleri gösteren Aksaray Mamasın Barajında gölün trofik seviyesini belirlemek için yapılan bir çalışmada elde edilen veriler kullanılarak kentin baraj kaynaklı içme suyu kalite problemleri değerlendirilmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

2. Materyal ve Metot

2.1 Çalışma alanı

Aksaray, Orta Anadolu'nun kuzey-güney, doğu-batı doğrultusunda bulunan karayollarının en önemli kesişme bölgesindedir. Aksaray, 30-35° DM'i ile 38-39° KP'i arasında yer almaktadır. Kuzeyinde Kırşehir ve Ankara, doğusunda Nevşehir, güney-doğusunda Niğde, güney-batısında Konya ve kuzey-batısında Tuz Gölü yer almaktadır (Karadavut, 2009). Aksaray yüzey şekilleri itibari ile genellikle düzlüktür. Güney-doğusunda Hasan Dağı, kuzeyi orta bölümünden ayıran noktadan itibaren uzanan ve Hasan Dağı ile birleşen Ekecik Dağı, ovada yer alan yüksekliklerdir. Aksaray'ın orta kesimleri, kuzeyi ve güneyi tamamen ovalıklarla kaplıdır. Güneyde Obruk Platosunun uzantısı ve Aksaray Ovası bulunmaktadır. Aksaray'ın denizden yüksekliği 965 m, yüzölçümü ise 772185 ha'dır. Bu alan; 420430 ha tarım arazisi, 277803 ha çayır ve mera arazisi, 12528 ha orman arazisi ve 61424 ha tarım dışı araziden oluşmaktadır (Anonim, 2005).

1980'li yıllara kadar sadece Helvadere kaynak suyu kullanılırken, Bağlıköy yeraltı suyu kaynağı kullanılmaya başlanmış, bu kaynakta yeterli gelmeyince 1998'li yıllarda Mamasın Baraj suyu kaynak olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde Aksaray ili, içme ve kullanma suyu ihtiyacı üç ayrı kaynaktan karşılamaktadır. Tüm bu su kaynakları 3268 m rakıma sahip volkanik bir dağ olan Hasandağı'na düşen yağışlarla daha çok beslenmektedir. Temin edilen su miktarları değişmekle beraber mevsimsel olarak değişmekle birlikte yaklaşık içme ve kullanma suyu ihtiyacının üçte ikisinin karşılandığı ana yüzeysel su kaynağı Mamasın barajıdır. Temin edilen 500 L/s'lik suyun büyük bir kısmı (%55) Baraj gölünden sağlanırken, geri kalan kısmı Bağlıköy'den (% 35 kadar), çok küçük bir kısmı da Helvadere kaynak suyundan (50 L/s) sağlanmaktadır. Mamasın baraj gölünden 12 km'lik isale hattı (DN 700 boru) vasıtası ile 58 m kot farkı ile su klasik içme suyu arıtma tesisine cazibe ile iletilen su tipik bir fiziksel ve kimyasal arıtmadan sonra şehre verilmektedir. Bağlıköy ve Helvadere suları klorlamadan geçirilerek Bağlıköy yeraltı suyu terfi ve Helvadere kaynak suyu ise cazibe ile şehir şebekesine depo vasıtası ile verilmektedir. Tüm su kaynaklarında 50 µg/L değerlerine ulaşabilen arsenik değerleri için 2005 yılı mevzuat değişikliği sonrası gerekli olan arsenik arıtımı (yeraltı sularında klorla oksidasyon + demirle kaplı filtre mazemesi paket uygulaması, Mamasın baraj suyuna arıtma tesisinde palyatif FeCl₃ + aktif karbon dozlamaları) yapılmakta ve mevzuat değeri olan 10 µg/L değerinin altına düşürülmektedir. Ayrıca Helvadere kaynak suyunun yaklaşık 10L/s'lik ilave bir kısmı da şehrin muhtelif noktalarındaki halk çeşmelerine cazibe ile iletilmektedir. Halkın önemli bir kısmı içme suyu olarak şebeke yerine bu kaynağı tercih etmektedirler. Mamasın baraj gölünde alg patlaması 2005 yılından görülmeye başlanmıştır. Yazın başlangıcından itibaren Mamasın Baraj Gölü suyunda beliren tat ve koku problemlerinden dolayı Baraj Gölünden su temini % 25'lere kadar düşmekte, ihtiyaç Bağlıköy yeraltı sularından terfi ile sağlanmaktadır (Aslan, 2016). 1929-2016 yağış ortalamalarına bakıldığında Aksaray'da yağışın en fazla Nisan (46,3 mm) ve (43,9 mm) Aralık aylarında ve toplam da yıllık olarak 346 mm olduğu görülmektedir (MGM, 2018b). Türkiye için 1981-2010 yılları aralığı için hazırlanmış yıllık referans toplam buharlaşma (ET_o) normal haritası (MGM, 2018a) incelendiğinde buharlaşmanın yaklaşık 950 mm olduğu görülmektedir.

2.1 Numune Alma

Gölden örnekler 2014 Aralık ve 2015 Kasım ayları arasında aylık olarak Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan, ve Mayıs aylarında 1'er kez, Kasım ayında iki kez, Haziran, Temmuz, Eylül, Ekim aylarında ayın baş, orta ve sonlarında 3'er kez, Ağustos ayında farklı günlerde dört kez, aynı gün sabah akşam üzere toplam 5 kez gölün 2 m de bir farklı derinliklerinden 18-20 m göl derinliğinden örnekler alınmıştır. Örneklemeler Gölün Aksaray içme suyu arıtma tesisine suyun temin edildiği dubanın olduğu Mansap bölgesinden yapılmıştır. Fiziksel ve kimyasal analizler Standart yöntemlere (APHA/AWWA/WEF, 2012) yapılmıştır.



Şekil 2. Mamasın barajı genel görünümü ve su alma yapısı

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Gölün trofik seviyesi

Gölün trofik seviyesinin bilinmesi gölün beklenen su kalitesi açısından önem taşımaktadır. Gölün trofik seviyelerine sınıflandırılması için en çok kullanılan testlerden bir tanesi trofik seviye indeksi (TSİ)'ni belirlemektir (Ghosh ve Mondal, 2012). Trofik durum herhangibi su kütlesinde belli zaman ve lokasyonunda biyoloji materyalin (biyokütlenin) toplam miktarı olarak tanımlanabilir. Trofik seviye su ortamındaki mevsimsel olarak tabakalaşma ve karışma ile de değişebilen besin yüküne biyolojik tepki olarak da anlaşılır (Carlson, 1977). Literatürde gölün trofik seviyesini belirlemek için kullanılan Carlson yöntemine göre yüzey suyundan alınan örneklerde gerçekleştirilen Secchi disk derinliği (SD) (m), klorofil-a (Chl) ($\mu\text{g/L}$) ve toplam fosfor (TP) ($\mu\text{g/L}$) aşağıda verilen formüllerden trofik seviye indeksi (TSİ) değerleri hesaplanır.

$$\text{TSİ (SD)} = 10 \left(6 - \frac{\ln \text{SD}}{\ln 2} \right) \quad (1)$$

$$\text{TSİ (Chl)} = 10 \left(6 - \frac{2,04 - 0,68 \ln \text{Chl}}{\ln 2} \right) \quad (2)$$

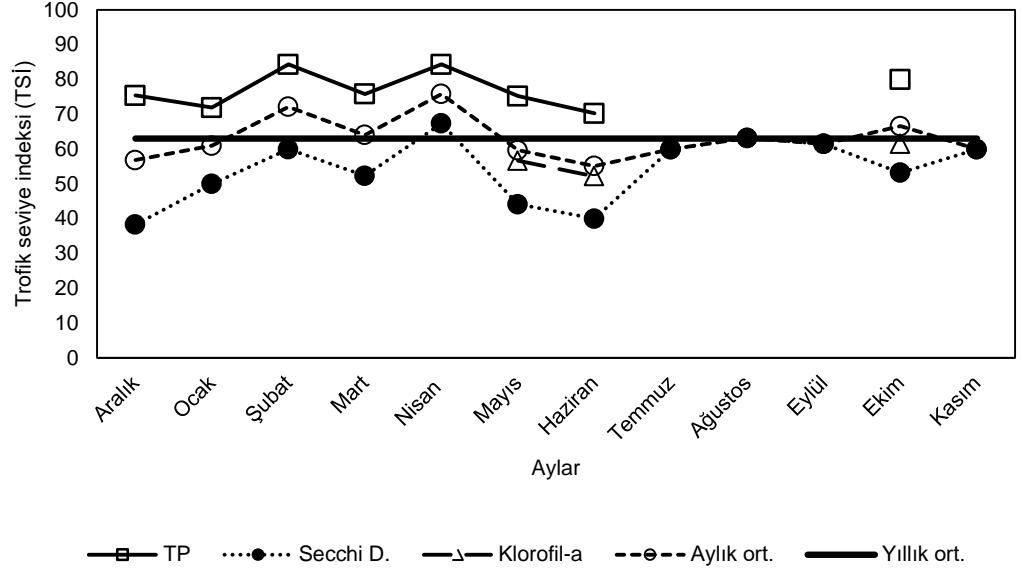
$$\text{TSİ (TP)} = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{\text{TP}}}{\ln 2} \right) \quad (3)$$

TSİ değerleri yardımıyla yapılan göl trofik sınıflandırması ve su kalitesi ile ilişkisi genel olarak verilmektedir (Duka ve Cullaj, 2009).

Tablo 2. Carlson trofik seviye indeksi(TSİ) ve göllerin sınıflandırması

TSİ	Sınıf ve özellik	Su temini	Balıkçılık ve rekreasyon
<30	Oligotrofik: temiz su, hipolimnionda yıl boyunca oksijen	Su temini filtrenmeden yapılabilir	Salmonid (somon) türü balıklar baskındır
30-40	Sığ göllerin dip kısmı anoksik olabilir.		Sadece derin göllerde Salmonid (somon) türü balıklar bulunur
40-50	Mezotrofik: su orta berraklıkta bulunur, yaz aylarında gölün hipolimnion kısmı muhtemelen anoksik olur.	Demir, manganez, tat ve koku problemleri olur. Ham su filtrasyon ihtiyacı gerektirir.	Hipolimniondaki anoksik şartlar somon türü balıkların ölümüne sebep olur, sudak (walleye) balığı baskın olabilir.
50-60	Ötrofik: hipolimnion tabakası anoksiktir, makrofit problemleri muhtemeldir.		Sadece sıcak su balıkları bulunabilir. Levrek (bass) baskın olabilir.
60-70	Mavi-yeşil algler baskın, algal köpük ve makrofit problemleri meydana gelir.	Şiddetli tat ve koku problemleri meydana gelir.	Aşırı makrofit ve algal köpükler ve düşük su görüşü yüzme ve bot sporlarını olumsuz etkiler.
70-80	Hipertrofik: (ışık sınırlamalı üretkenlik), yoğun alg ve makrofitler		
>80	Algal köpükler, birkaç makrofit türü		Kaba balıklar (rough fish) baskın, yaz balıkları (summer fish) ölür.

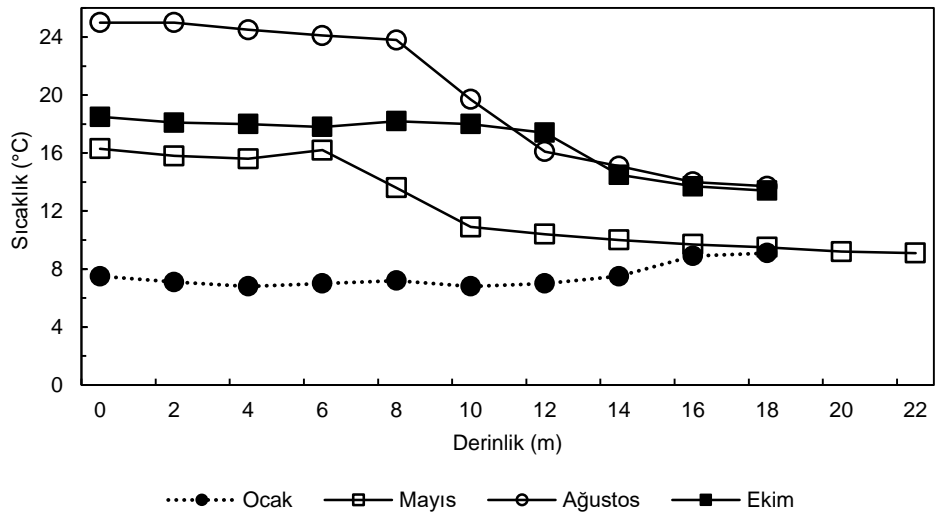
Yüzey suyunda yapılan toplam fosfor, klorofil-a ve Secchi diski analiz ve ölçümleri bağlı olarak hesaplanan TSİ değerleri baraj gölünde aşağıdaki şekilde verilmektedir. Her ay için üç parametre için hesaplanan TSİ değerlerini aylık TSİ değeri olarak alınıp, yıllık ortalama TSİ hesaplandığında 2014 Aralık-2015 Kasım arası gölün yıllık ortalama TSİ değeri $63,0 \pm 5,8$ olarak hesaplanır. Tablo 2'ye bakıp göl trofik olarak sınıflandırıldığında ötrofik-hipertrofik arası bir göl olduğu anlaşılmaktadır. Böyle bir gölden içme suyu temin edildiğinde eğer içme suyu arıtma tesisinizde etkin bir tat ve koku kontrolü için arıtım işlem ve prosesleri yoksa tat ve koku problemi kaçınılmazdır. Aksarayda da halk suyun tadının ve kokusunun uygun olmadığı yönünde şikayet etmekte ve şebeke suyunu kullanmamaktadır.



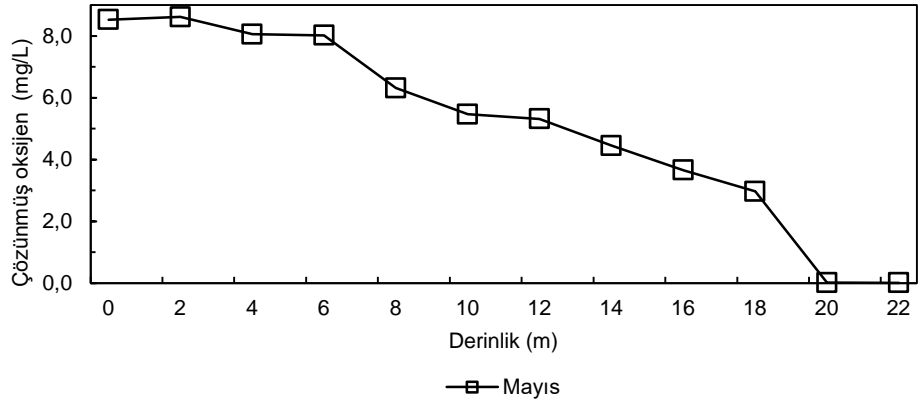
Şekil 3: Secchi disk geçirgenlik, toplam fosfor ve klorofil-a TSİ değerlerinin yıl boyunca aylık değişimi

3.2 Gölün trofik seviyesi

İçme suyu temin edilen Mamasın Baraj Gölünün su temin edilen mansap tarafında bulunan yüzer duba ile belli bir bölge değişik derinliklerden her ay düzenli olarak örnekleme yapılmıştır. Derinliğe bağlı olarak alınan örneklerde su kalitesi ile ilgili bazı parametrelerin değişimi aşağıdaki şekillerde verilmektedir. Şekil 4'te göl suyunda derinliğe bağlı sıcaklık değişimi verilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi bahar ve yaz aylarında suda termal bir tabaka oluşmaktadır.

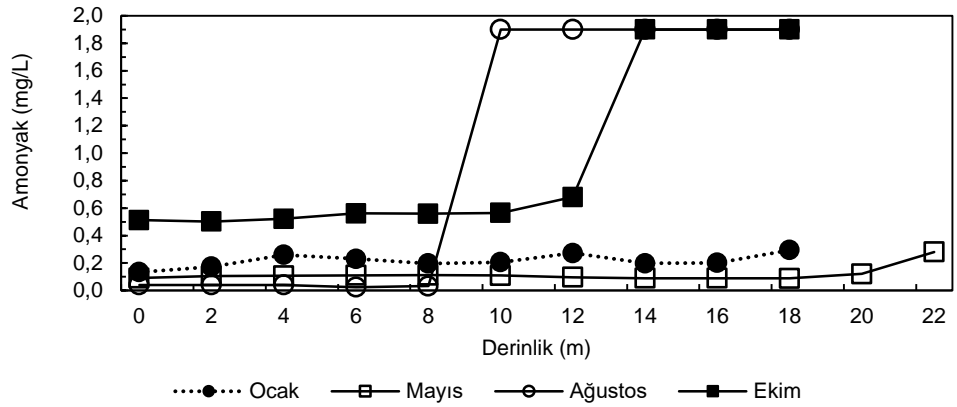


Şekil 4. Göl suyu sıcaklığının derinliğe bağlı olarak mevsimsel değişimi



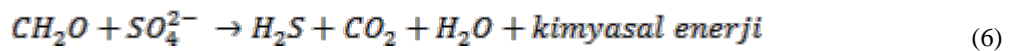
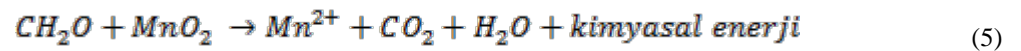
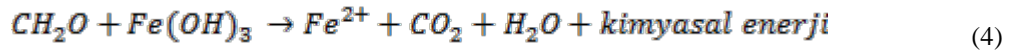
Şekil 5. Mayıs ayı göl suyu çözünmüş oksijeninin derinliğe bağlı olarak mevsimsel değişimi

Yüzeysel suyu güneş ışınları nufuz ettiği derinlikte suyu ısıttığından gölün üst tarafları sıcak kalırken (16 °C), alt tarafları daha soğuk (9 °C), kalmıştır. Oluşan termal tabakalaşmanın sonucu atmosferden difüzyonla ve alglerin fotosentezle ürettiği oksijen gölün üst kısmında sınırlı kalırken, gölün dip kısımlarına öfotik zondan sürekli ölü organizma ve diğer atıkların dipe çökmesi ile oluşan organikçe zengin sedimantın oksijen tüketmesi ile gölde dip kısımlara doğru azalan hatta sıfıra düşen çözünmüş oksijen gradyanı oluşmuştur. Mayıs ayında gözlenen termal tabakalaşma ile gölün tabanı ile gölün yüzeyi arasındaki çözünmüş oksijen değerleri arasında büyük fark oluşmuştur (Şekil 5).

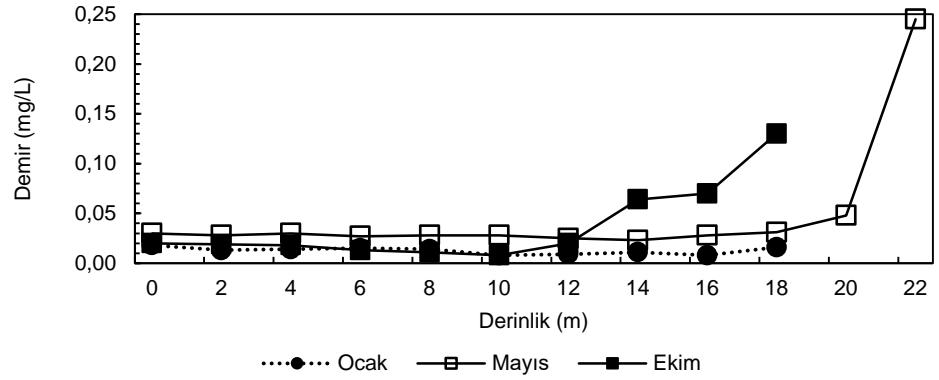


Şekil 6. Göl suyu amonyak değerinin derinliğe bağlı olarak mevsimsel değişimi

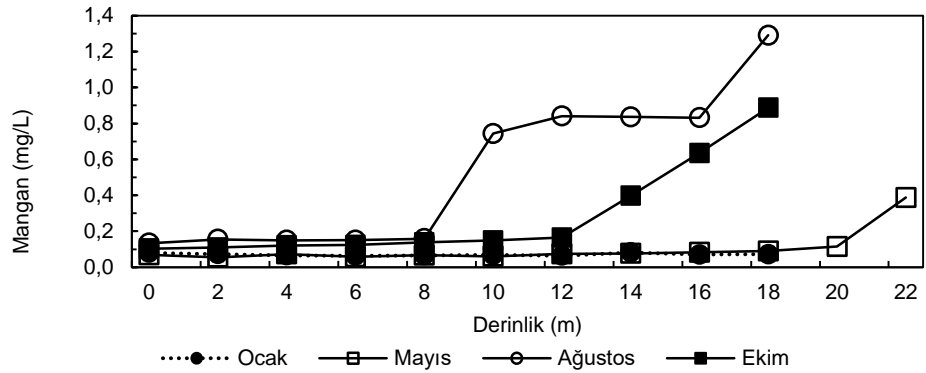
İnsan kaynaklı nütrient (N,P) yükleri (evsel atıksu deşarjları, tarımsal uygulamalar, hayvan dışkıları vs) algal gelişimi özellikle güneş ışınlarının etkili olmaya başladığı ilkbaharla birlikte tetikleyebilir ve aşırı alg çoğalması (alg patlama) gözlenebilir. Çoğalan algler nihayetinde bulanıklaşan suyun ışığı engellemesinde etkisi ile birlikte öldüklerinde durağan olan suyun dip kısmında oksijeni tüketebilir. Oksijen dip kısımlarda tükendiğinde dip kısmındaki aktif organik madde parçalanması aerobikten anaerobik metabolizmaya döner. Organik maddelerin anaerobik parçalanması sırasında oluşan ürünler açısından önemli olan reaksiyonlar ile genel olarak aşağıdaki gibi oluşur (Göl ve Işık, 2016). Organik maddenin yapısında bulunan organik N tüm bakteriler tarafından hücre sentezinde kullanılmak üzere NH₃ e dönüştürülür. Aerobik ortamda oluşan amonyak nitrifikasyonla NO₃-a dönüşürken, anaerobik ve durağan dip sularda NH₃ olarak suda birikir (Şekil 6).



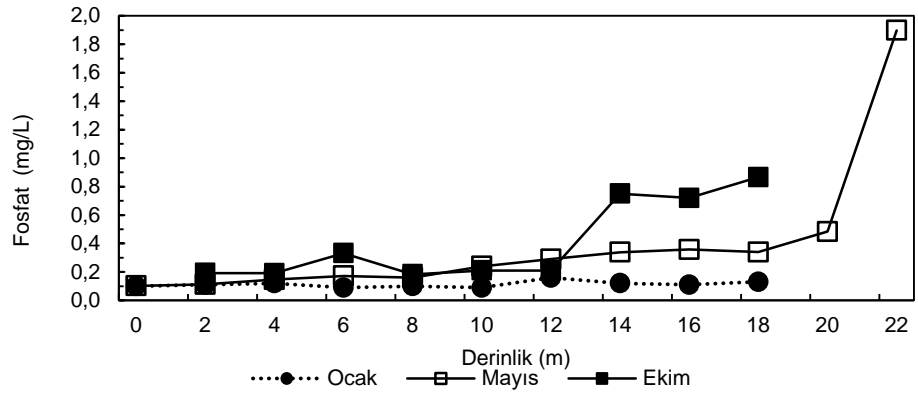
Fosfor bileşikleri sularda daha çok nihai olarak ortofosfat (PO₄³⁻) şeklinde bulunur. Dip kısımlarda oksijen olduğunda metal oksitlere bağlı olarak bulunurken, gelişen anaerobik şartlarda demir ve mangan oksitlerin (Fe(OH)₃ ve MnO₂) lerin +2 değerliğe indirgenip suya geçmesi ile birlikte sedimentten suya salınırlar (Spiro ve diğ., 2012). Şekil 7-9 göl dip sularında termal tabakalaşmanın olduğu zamanlarda demir, mangan ve fosfat artışını açıkça göstermektedir.



Şekil 7. Göl suyu demir değerinin derinliğe bağlı olarak mevsimsel değişimi



Şekil 8. Göl suyu mangan değerinin derinliğe bağlı olarak mevsimsel değişimi



Şekil 9. Göl suyu fosfat değerinin derinliğe bağlı olarak mevsimsel değişimi

Gölden isale hattı ile arıtma tesisine gelen suyun kalitesi gölde bahsedilen ötrofikasyon ve tabakalaşmaya bağlı olarak sürekli değişmekte, bu nedenle arıtma tesisini işletme daha da bir önem arz etmektedir. Barajdan zaman zaman farklı derişimlerde Mn, Fe, Amonyum vs gelebilmektedir. Bu farklı derişimleri mevzuat gereği istenen derişimlere düşürmek gerekmektedir. Bu parametrelerin sürekli değişmesi aynı kalitede su üretimini zorlaştırmakta, suyu kullanan halk üzerinde olumsuz bir algı oluşmasına neden olmaktadır (Göl ve Işık, 2016).

4. Sonuçlar ve Öneriler

1 yıl boyunca gölün farklı derinliklerinde yapılan ölçüm ve analiz sonuçları sonucu Carlson hesaplama yöntemine göre hesaplanan TSİ değerlerine göre gölün ötrofik hatta hipertrofik olduğu tespit edilmiştir. Aksaray şebeke suyunun problemleri, Mamasın barajı ile benzer trofik seviyede göllerden veya haznelardan içme suyu temin eden yerlerde yaşanan su kalitesi problemleri ile benzer özelliktedir. Barajı besleyen akarsular içme suyu temin etmek için uygun olsa da, baraj suyu kalitesi aşırı alg çoğalmasına bağlı olarak estetik (tat ve koku) açıdan oldukça kötü durumdadır. Bir gölün ötrofik hale gelmesi doğal bir süreç olmakla birlikte, mevcut problemler bu sürecin çok hızlı bir şekilde gerçekleşmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Bahar mevsimi ile gelişen termal tabakalaşma başlangıçta en dipte daha sonra yüzeye doğru oksijensiz ortamlar oluşturmaktadır. Bu şartlar göl dip sularına amonyum, mangan, demir, fosfat gibi bileşenlerin çözünür formlarda su ortamına geçmesine

neden olmaktadır. Üst oksijenli (aerobik) kısımlardaki fotosentetik canlılar zamanla ölüyor, dip kısımlarda da ölü alg ve çürüyen vejetasyon olarak suya tat ve koku vermektedir. Bu zamanlarda barajdan su temin edildiğinde arıtma tesisinde işletme problemleri ve su kalite problemleri de oluşmaktadır. Mevcut arıtma tesisi klasik bir içme suyu arıtma tesisi olduğundan tat ve kokuyu giderememektedir. Aksaray ilinin küresel iklim değişikliğinin bir etkisi olarak gelecekte kuraklığın ve etkilerinin daha fazla hissedileceği Konya Kapalı havzasında olması nedeniyle Karasu ve Melendiz Çaylarının beslendiği Mamasın Baraj Gölünün kullanımından vazgeçilmesi ve alternatif kaynaklar aranması akılcı görülmemektedir. Zamanla ötrofik-hipertrofik seviyede olan gölün geri kazanılması için akılcı, bilimsel, sürdürülebilir ve havza bazlı çözümler üretilmeli ve kararlılıkla uygulanmalıdır.

5. Teşekkür

Bu çalışmada Aksaray Belediyesi tarafından yapılan ölçüm sonuçları kullanılmıştır. Aksaray Belediyesine ve emeği geçen kişilere teşekkür ederim.

6. Kaynaklar

- Anonim. (2005). "Aksaray İli Tarım Master Planı, Aksaray Tarım İl Müdürlüğü, Aksaray."
- APHA/AWWA/WEF. (2012). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater"
- Aslan, Y. (2016). "Çevre Yüksek Mühendisi, Aksaray Su ve Kanalizasyon Müdürü, Kişisel Görüşme, Aksaray."
- Carlson, R.E. (1977). "A trophic state index for lakes". *Limnology and oceanography*, 22(2), 361-369.
- Duka, S., Cullaj, A. (2009). "Evaluation of chlorophyll as the primary index for trophic state classification". *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 10(2), 401-410.
- Ghosh, T., Mondal, D. (2012). "Eutrophication: Causative factors and remedial measures". *Journal of Today's Biological Sciences: Research & Review*, 1(1), 153-178.
- Göl, F.G., Işık, M. (2016). "Aksaray'da İçme Suyu Kaynak Problemleri . Uluslararası Su ve Atık Su Yönetimi Sempozyumu (UKSAY). Bildiriler Kitabı p. 977-985, 26-28 Ekim 2016, Malatya-Türkiye. (Sözlü Bildiri)."
- Karadavut, S. (2009). "Aksaray bölgesi yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının potansiyeli kalitesi ve etkin sulama açısından değerlendirilmesi".
- Leng, R. (2009). "The impacts of cultural eutrophication on lakes: A review of damages and nutrient control measures". *Writing*, 20, 33-39.
- Marcé, R., Armengol, J. (2009). "Water quality in reservoirs under a changing climate", Springer, pp. 73-94.
- MGM. (2018a). "<https://www.mgm.gov.tr/tarim/referans-toplam-buharlasma.aspx?s=h#sfB>".
- MGM. (2018b). "<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=AKSARAY>".
- Padedda, B.M., Sechi, N., Lai, G.G., Mariani, M.A., Pulina, S., Sarria, M., Satta, C.T., Viridis, T., Buscarinu, P., Lugliè, A. (2017). "Consequences of eutrophication in the management of water resources in Mediterranean reservoirs: A case study of Lake Cedrino (Sardinia, Italy)". *Global Ecology and Conservation*, 12, 21-35.
- Pretty, J.N., Mason, C.F., Nedwell, D.B., Hine, R.E., Leaf, S., Dils, R. (2003). "Environmental costs of freshwater eutrophication in England and Wales", ACS Publications.
- Smith, V.H. (2003). "Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem". *Environmental Science and Pollution Research*, 10(2), 126-139.
- Smith, V.H., Schindler, D.W. (2009). "Eutrophication science: where do we go from here?". *Trends in ecology & evolution*, 24(4), 201-207.
- Spiro, T.G., Purvis-Roberts, K.L., Stigliani, W.M. (2012). "Chemistry of the Environment". University Science Books.