

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ



PROJE BAŞLIĞI

Proje No: FBA- 06-18

Proje Türü: Araştırma

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Didem AYDIN
Fen Fakültesi/ Biyoloji Bölümü

Fatih DUMAN
Fen Fakültesi/ Biyoloji Bölümü

2017
KAYSERİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	1
ABSTRACT	2
1. GİRİŞ	3
2. GENEL BİLGİLER	3
3. GEREÇ VE YÖNTEM	8
3.1. Arazi Özellikleri	8
3.2. Su örneklerinin alınması ve değerlendirilmesi	8
3.3. Planktonik Örneklerin Toplanması, Korunması ve Teşhisi	9
4. BULGULAR	10
4.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular	10
4.2. Biyolojik Bulgular	12
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	12
6. KAYNAKLAR	14

ÖZET

Yamula Baraj Gölü Fitoplankton, Zooplankton ve Su Kalitesi Üzerine Araştırma

Bu çalışma, Mayıs 2006 ve Kasım 2007 tarihleri arasında, Yamula Barajı'nın su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla seçilen 5 örnekleme noktasında, su örnekleri fiziksel, kimyasal açıdan incelenmiş ve planktonik örnekler toplanmıştır.

Yamula Barajı'ndan alınan su örneklerinin analizlerinden, serbest klor, nitrat azotu, nitrit azotu, fosfat iyonu, demir iyonu, sülfat iyonu ölçümleri laboratuarda yapılmıştır. Su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, seki diski görünürlüğü ve çözünmüş oksijen ölçümleri de arazide ölçülmüştür. Yamula Barajı'ndan toplanan fitoplanktonların incelenmesi sonucu *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Euglenophyta* ve *Dinophyta* taksonlarına ait cinsler teşhis edilmiştir. Zooplanktonların incelenmesi sonucu *Cladocera*, *Rotifera* ve *Copepoda* takımlarına ait türler teşhis edilmiştir. Fitoplanktonlardan *Bacillariophyta* ve *Chlorophyta*, zooplanktonlardan ise *Rotifera* üyeleri yoğun olarak bulunmuştur.

Yamula Barajı'nda yaptığımız çalışmalar sonucunda fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerin sonuçlarının birbirini desteklediği görülmüştür. Bulunan fiziksel ve kimyasal veriler Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Kriterlerine göre değerlendirildiğinde I. ve II. Kalite su özelliği göstermektedir.

Biyolojik parametrelere göre değerlendirildiğinde Yamula Barajı'nın Oligotrofik karakterde bir göl olduğu ve kirlilik baskısının olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada belirlenen bütün planktonik organizmalar bu baraj gölü için yeni kayıttır.

Anahtar kelimeler: Yamula Baraj Gölü, Su Kalitesi, Fitoplankton, Zooplankton

ABSTRACT

Water Quality of Yamula Dam Lake From Physical, Chemical and Biological Viewpoints

This study was carried out to determine the physical, chemical and biological features of the water quality of Yamula Dam between May 2006 and November 2007. For this purpose, water samples were investigated in terms of their physical and chemical characteristics and planctonic samples were collected at five sampling points.

The measurements of need for free chlorine, nitrate azote, nitrite azote, phosphate ion, ferric ion, sulphate ion were carried out in the laboratory from the analyses of the water samples taken from the Yamula Dam Lake. Water temperature, pH, electrical conductivity, visibility of Secchi disc, decomposed oxygen was measured in the location. From the investigation of collected phytoplanktons from the Yamula Dam Lake, genera and species which belong to the taxons *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Euglenophyta* and *Dinophyta* were identified. Also, from the investigation of collected zooplanktons, genera and species which belong to the divisios *Cladocera*, *Rotifera* ve *Copepoda* were identified. Bacillariophyta, Chlorophyta and Rotifera were found intensively out of phytoplanktons and zooplanktons, respectively.

As a result of the studies carried out at the Yamula Dam, it was found that the results of the physical, chemical and biological methods support each other. When the physical and chemical data were analysed according to the Quality Criteria of Inland Water Sources, they show the characteristics of 1st and 2nd rank-quality water. When the results were analysed according to the biological parameters, it was found that the Yamula Dam has a oligotrophic character and there is not an intensive pressure of pollution on the lake.

The physical, chemical and biological data obtained in this lake could be used as reference and baseline point when asseing further chancges caused by man and nature in this aquatic environment since there has not been published at much data on this Dam Lake. All the planctonic organisms determined in this study were new records for this Dam Lake.

Keywords: Yamula Dam Lake, Water Quality, Phytoplankton, Zooplankton

1. GİRİŞ

Sulak alanlar özellikleri ve barındırdıkları canlı türlerinin zenginliği yönünden ekolojik dengenin devamında büyük bir öneme sahiptir. Sulak alanlar su kuşları için beslenme ve barınma olanakları sağlaması özel bir habitat yapısına sahip olması, biyolojik zenginliğin yüksek olması, özel türler ve gruplar için kritik habitat teşkil etmeleri ve rekreasyon amaçlı kullanımından dolayı özel koruma alanları içinde yer almaktadır.(Anonim,1989)

Dünyada birçok ülkede hayvansal protein gereksinimlerinin bir kısmı su ürünlerinden karşılanmaktadır. Türkiye’de bu üretim sınırlıdır. Bu amaçla kurulan baraj göllerinin sadece sulama ve enerji üretme amaçlı değil, balık yetiştirme kaynakları olarak kullanımı da söz konusudur.

Çalışma alanı olarak seçtiğimiz Yamula Barajı Kayseri il sınırları içinde bulunmaktadır Yamula Baraj yeri, İç Anadolu Bölgesinde, Kayseri İli sınırları içerisinde Kızılırmak Nehri üzerindedir. Proje sahası sulama alanları da dahil olmak üzere Kayseri’ nin 25 km kuzeybatısında, Yemliha köyü yakınlarında, 35° 06’ - 35° 09’ doğu boylamları ile 38° 24’ - 39° 06’ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Yamula Barajı ve Hidroelektrik Santral Projesi, Yap-İşlet-Devret (YİD) modeli ile yapılacak olan enerji ve sulama amaçlı Türkiye’ nin önemli projelerinden birisidir. İkinci bir GAP niteliği taşıyan bir baraj gölüdür. Bu araştırma ile Yamula Baraj Gölü’nün fitoplankton florasının ve zooplankton faunasının kompozisyonu ve mevsimsel değişiminin belirlenmesi ve ayrıca su kalitesi ile ilgili bazı ekolojik parametrelerin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırma; Yamula Baraj Gölünün zooplankton faunası ve fitoplankton florasının mevsimsel değişiminin ilk olarak detaylı bir şekilde ortaya konması açısından ve limnolojik çalışma yapılmayan baraj gölünün su kalitesi ile ilgili verilerini elde etmek ve yorumlamak açısından oldukça önem taşımaktadır.

2.GENEL BİLGİLER

Tatlı su balıkçılığı ve yetiştiriciliği özel ve kamu teşebbüslerinde oldukça artmış ve beslenme konusunda alternatif bir sektör haline gelmiştir. Kültür balıkçılığının verimli bir şekilde yapılabilmesi için sulardaki bentik ve planktonik alglerin, ayrıca zooplanktonik organizmaların kompozisyonları, mevsimsel değişimleri, bunları etkileyen fiziksel ve kimyasal faktörlerin bilinmesi gereklidir.

Su ekosistemlerindeki fitoplankton ve zooplanktonların sayı ve tür zenginlikleri, bulundukları su ortamının verimliliği hakkında bilgi verirken, kirlilik indikatörü olan bazı türler de, yine bu ortamlardaki kirlilik derecesinin belirlenmesinde önemli kriter olmaktadır.

Fitoplanktonlar ototrof canlılardır. Adeta protein üreten fabrikalardır. Bu fonksiyonları nedeniyle fitoplanktonlar iç sularda hayvansal organizmaların beslenmesinde çok önemli olup sucul ortamda tüm üretimin temelidir. Balıkların doğal besinleri arasında zooplanktonların yeri son derece önemli olup, larva ve özellikle onu izleyen aktif yavru döneminde yaşamsal önem taşımaktadır. Larva ve yavru dönemlerinde doğal yemlerle uzun süre ve bol miktarda beslendiklerinde, gelişme hızı ve yaşama oranı yanında, hastalıklara karşı direnci de artmaktadır (Atay ve Çelikkale, 1983). Bunun dışında tatlı su ekosistemlerinde besin zincirinin ikinci halkasını oluşturan zooplanktonik organizmalar, içinde bulundukları suların kirlilik, tuzluluk ve ötrifikasyon durumunun indikatörü olmaları nedeni ile de önem taşımaktadırlar. (Sharma, 1983; Saksena, 1987; Hecky ve Kilham, 1973).

Ülkemizde, son yıllarda biyolojik su kalitesi tayin yöntemlerinin kullanıldığı, limnolojik çalışmalarda artış görülmektedir.

Girgin ve Kazancı (1997), Ankara Çayı'nda bentik makroomurgasızları ile kirlilik parametreleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmişler ve bentik makroomurgasız cinslerinin dağılımı üzerine etkili olan fiziksel ve kimyasal parametreleri ortaya koymuşlardır. Ayrıca istatistik analiz yöntemi kullanarak akarsudaki bentik makro omurgasızların dağılımını incelemişlerdir ve kirlenmenin arttığı örnekleme noktalarında çeşitlilik değerlerinde azalmalar olduğu belirlenmiştir.

Kazancı ve Girgin (1998), sucul ekosistemlerin çevre kalitesi yönünden izlenmesinde kullanılan üç temel biyolojik yöntemi ve bu yöntemlerin kullanılmasını açıklamıştır.

Kazancı ve Dügel (2000), Köyceğiz-Dalyan özel çevre koruma bölgesinde bulunan Yuvarlakçay'ın su kalitesini bentik makroomurgasızları kullanarak belirlemiş ve Belçika Biyotik indeksini kullanarak akarsu üzerinde seçilen sekiz örnekleme noktasının su kalitesi sınıflarını ortaya koymuşlardır. Buna göre akarsuda hem fiziksel ve kimyasal parametrelere hem de biyolojik verilere göre, akarsuyun orta derecede organik kirliliğe maruz kaldığını rapor etmişlerdir.

İmamoğlu (2000), Dipsiz-Çine Çayı'nda yapmış olduğu çalışmada Belçika Biotik İndeksi ve Saprobi İndeksini kullanarak akarsuyun su kalitesini belirlemiştir. Bu indeksleri uygularken bentik makroomurgasızları kullanmıştır. Hem fiziksel ve kimyasal hem de biyolojik açıdan Dipsiz-Çine Çayı'nın çok az kirlenmiş, az kirlenmiş ve orta derecede kirlenmiş su kalitesi sınıflarına dâhil olduğunu rapor etmiştir.

Barlas vd. (2000), tarafından, Köyceğiz Gölü'ne dökülen önemli bir akarsu olan Yuvarlakçay'ın su kalitesi fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler açısından incelenmiş ve akarsu, su kalite sınıflarına ayrılarak akarsu üzerinde bulunan alabalık üretim tesisinin etkisi araştırılmıştır.

Barlas vd. (2001a), Muğla-Milas'ta bulunan Sarıçay üzerinde yapmış oldukları çalışmada epilitik diyatomeleleri kullanarak su kalitesini belirlemiştir. Bu taksonları kullanarak yapılan su kalitesi tayinine göre akarsu üzerinde seçilen üç örnekleme noktası iki farklı su kalitesi sınıfına ayrılmıştır. Fiziksel ve kimyasal verilere göre Sarıçay, üç farklı su kalitesi basamağında tespit edilmiştir.

Taşdemir ve Göksu (2001) Hatay ilinin, en önemli su kaynaklarından biri olan, Asi Nehri'nin bazı su kalite özelliklerini incelemişler ve kirlilik baskısını araştırmışlardır. Yapmış oldukları çalışmada Asi Nehri'nin Çevre Bakanlığı'nın vermiş olduğu ölçütlere göre genel olarak az kirli sular sınıfında yer alabileceğini ancak kirlenme tehlikesi ile karşı karşıya kalabileceğini rapor etmişlerdir.

Barlas vd. (2002) Tersakan Çayı'nın (Muğla-Dalaman) su kalitesini bentik makroomurgasızları kullanarak belirlemiştir. Çalışma sonucunda Gastropoda, Hirudinea, Oligochaeta, Arachnida, Crustacea ve Insecta sınıflarına ait 73 takson saptanmış ve bu taksonlara ait organizmalar kullanılarak Tersakan Çayı'nın su kalitesi belirlenmiştir.

Yorulmaz vd, (2003) Dalaman Çayı'nın su kalitesinin biyolojik parametreler kullanılarak belirlemiştir. Bu çalışmaya göre Dalaman Çayı'nda henüz yoğun bir kirliliğin söz konusu olmadığını, bunun sebebinin de akarsu civarında sanayi tesislerinin bulunmaması ve yerleşim birimlerinin az olması olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, Yapraklı, Suçatı ve Fevziye örnekleme noktalarında orta derecede bir kirliliğin olduğunu rapor etmişlerdir.

Duran vd. (2003), Kelkit Nehri'nin biyolojik çeşitliliğini ve su kalitesini incelemişler ve makroomurgasız ile fitoplankton kormunitelerinin zenginliğini araştırmışlardır. Ayrıca, biyolojik ve fizikokimyasal parametreleri kullanarak Kelkit Çayı'nın su kalitesini belirlemişlerdir. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik su kalitesi tayin yöntemlerinin sonuçlarının birbirini destekler nitelikte olduğunu ve Kelkit Çayı'nın makroomurgasız ve fitoplankton kormuniteleri açısından zengin olduğunu belirtmişlerdir.

Kiriş (2003), Muğla ve Denizli illerinin önemli bir akarsuyu olan Akçay üzerinde yapmış olduğu çalışmada akarsuyu fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak incelemiştir. Biyolojik parametre olarak bentik makroomurgasızları kullanmış ve üç ayrı yöntem (Sabrobi, FBI ve BBI) uygulamıştır. Yapılan değerlendirmelere göre Akçay'ın yoğun bir kirlilik tehlikesi ile karşı karşıya olmadığı belirlenmiştir. Ancak Beyağaç ilçesine ait evsel atıkların doğrudan akarsuya verildiği örnekleme noktasında bir kirliliğin varlığına değinmiştir.

Kara ve Çömlekçioğlu (2004), Karaçay'ın kirlilik düzeyini üç örnekleme noktası seçerek araştırmışlar ve akarsuyun evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı yoğun bir kirlilik baskısı altında bulunduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında oluşan kirlilikten sucul organizmaların önemli derecede etkilendiğini vurgulamışlardır. Özellikle akarsu üzerinde seçmiş oldukları üçüncü örnekleme noktasında yoğun bir kirliliğin bulunduğunu, bu nedenle de sucul organizmaların hemen hemen hiç bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Külcöylüoğlu (2004), Bolu bölgesindeki değişik sucul habitatlarda Ostracoda sınıfının üyelerini indikatör olarak kullanmış ve kirlilik baskısı altında bulunan sucul habitatların çevresel değişimlere duyarlı olan organizmaların kullanılarak izlenebileceğini vurgulamıştır. Bu çalışmada, ayrıca on sekiz denizel olmayan ostracod türünü teşhis etmiş, bazı türlerin kozmopolit dağılım gösterdiğini, bazı türlerinde daha az toleranslı olduğunu belirtmiştir.

Öz ve Şengörür (2004), Melen Çayı ve kollarının su kalitesini BMWP, TBI ve BBI yöntemlerini kullanarak belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre Melen Çayı bir çok kirliletiçi unsur tarafından etkilenmektedir. Birinci örnekleme noktasının en yüksek ve beşinci örnekleme noktasının en düşük su kalitesi sınıfına dahil olduğunu ifade etmişlerdir.

Gülboy (2004), yapmış olduğu çalışmada, Isparta deresi ve bazı yan kollarında su kalitesini biyolojik ve fiziksel ve kimyasal özelliklerini ele alarak değerlendirmiş ve çalışma alanı üzerinde üç farklı su kalitesi basamağı olduğunu belirlemiştir. Biyolojik su kalitesi tayini için makroomurgasızları kullanarak Sabrobi İndeksi yöntemini kullanmıştır.

Sukatar vd. (2004), İzmir ili Menemen ilçesinde bulunan Emiralem Deresi'ni fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini ele alarak incelemiş ve bu tür geçici akarsuların üzerinde yapılan çalışmaların önemine değinmişlerdir. Araştırmanın sonucuna göre, Emiralem deresi, fizikokimyasal açıdan çok az kirlenmiş, az kirlenmiş ve orta derecede kirlenmiş su kalitesi sınıflarına ayrılmıştır. Saprobi indeksine göre ise az kirlenmiş ve orta derecede kirlenmiş olarak sınıflandırılmıştır. BBI'ya göre ise tüm istasyonlar hafif kirli su kalitesi sınıfına girmektedir.

Kalyoncu vd. (2005), Aksu Çayı su kalitesi üzerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik araştırmalar yapmış ve Aksu Çayı üzerinde seçilen ikinci ve üçüncü örnekleme noktalarının yoğun bir kirlilik baskısı altında bulunduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeninin de Isparta ilinin çöp toplama merkezinden sızan atık suların bu örnekleme noktalarında akarsuya karışması olduğunu rapor etmişlerdir.

Uyanık vd. (2005), bentik makroomurgasızları kullanarak Eğri Deresi üzerinde üç farklı biyolojik su kalitesi tayin yöntemi uygulamışlardır. Bunun yanı sıra fiziksel ve kimyasal su kalitesi değerlendirmesi de yapmışlardır. Birinci örnekleme noktasının en yüksek su kalitesi sınıfında bulunduğunu ve organik maddenin sınırlı olmasından dolayı en düşük tür sayısının bu örnekleme noktasında bulunduğunu belirtmişlerdir.

Yeşilnacar ve Uyanık (2005), dünyanın en büyük sulama tüneli olan Şanlıurfa tünel sistemlerinin su kalitesini, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY), Türkiye İçilebilir Suların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri (TS 266) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ölçütlerine göre değerlendirmiştir.

Türkiye'de akarsu ve göllerde yapılan su kalitesi çalışmaları, sistematik çalışmaların artması ile daha fazla anlam kazanmaktadır. Türkiye'nin limnofaunası ile ilgili tam bir başvuru

kaynağı henüz hazırlanamamıştır. Ancak sistematik açıdan oldukça önemli çalışmalar yürütülmüştür.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Arazi Özellikleri

Çalışma alanı olarak seçtiğimiz Yamula Barajı Kayseri İl sınırları içinde bulunmaktadır. Yamula Barajı, Kayseri İl merkezine 30 km uzaklıkta Yamula kasabasının kuzey doğusunda Kızılırmak Nehri üzerindedir. Yamula Projesi; Yamula Barajı, 2x100 MW gücünde HES ve toplam 104 000 ha sulamayı kapsamaktadır.

Proje sahası sulama alanları da dâhil olmak üzere Kayseri' nin 25 km kuzeybatısında, Yemliha köyü yakınlarında, 35° 06' - 35° 09' doğu boylamları ile 38° 24' - 39° 06' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Yamula Barajı ve Hidroelektrik Santral Projesi, Yap-İşlet-Devret (YİD) modeli ile yapılacak olan enerji ve sulama amaçlı Türkiye' nin önemli projelerinden birisidir. İkinci bir GAP niteliği taşıyan bir baraj gölüdür.

Yamula Barajını besleyen tek su kaynağı Kızılırmak Nehridir. Kızılırmak, Sivas Kızıladağ'dan doğar, Bafra'da Karadeniz'e dökülür. Adını, içinde tuz ve jips bulunan kırmızı renkli, kumlu - killi topraktan alır. Genellikle jipsli araziden akan Kızılırmak'ın suları tuzlu ve acıdır.

Baraj aksında ortalama debisi 67,7 m³/s olan Kızılırmak'ın rejimi düzensizdir. İlkbahar başlarında yükselmeye başlayan suları, ilkbahar sonunda en yüksek düzeye ulaşır. Sıcak ve kurak geçen yaz aylarında buharlaşmanın artması ile azalan suları eylül ayında en düşük seviyeye iner.

Yamula Barajında 27 Aralık 2003 tarihinde su tutmaya başlanmış, 2005 yılı Ağustos ayında da düzenli enerji üretimine geçilmiştir.

Örnekleme noktalarının seçiminde, evsel ve endüstriyel yerleşimler ve bunların atık boşaltım yerleri, göle karışan akarsular, örnekleme noktasına ulaşılabilirlik, alınan örneğin o noktadaki su niteliğini tanıtır olması gibi etkenler göz önünde bulundurularak; Yamula Baraj Gölü su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan incelemek amacı ile gölü temsil edecek şekilde 5 istasyon seçilmiş, Mayıs 2006 – Kasım 2007 tarihleri arasında arazi şartları ve iklim koşulları elverdiği sürece, ölçüm ve örneklemler yapılmıştır.

3.2.Su örneklerinin alınması ve değerlendirilmesi

Örnekleme araçları ve 1L hacimli örnek şişeleri araziye çıkmadan önce laboratuarda herhangi bir temizlik maddesi kullanmadan doğrudan yıkama fırçası ve musluk suyu ile temizlenmiştir.

Göldeki istasyonlarda örnekleme yapılırken hava durumu, hava sıcaklığı ve su rengi kaydedilmiş, ışık geçirgenliği, su sıcaklığı, çözülmüş oksijen değerleri arazi çalışması sırasında ölçülmüştür Baraj Gölü'nün belirlenen istasyonlarından su şişesi ile yüzeyden su örnekleri alınmıştır. Koruma amacıyla örneklerle herhangi bir kimyasal madde eklenmemiş, şişeler hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulmuş, kapakları kapatılmış, tarih ve örnekleme noktası bilgilerini içerecek şekilde etiketlenmiş ve laboratuara ulaşıncaya kadar karanlıkta saklanmıştır.

Alınan su örneklerinin analizlerinden nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{--N mg L}^{-1}$), nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{--N mg L}^{-1}$), fosfat iyonu ($\text{PO}_4\text{ mg L}^{-1}$), demir iyonu (Fe mg L^{-1}), sülfat iyonu ($\text{SO}_4\text{ mg L}^{-1}$) ölçümleri laboratuarda yapılmıştır. Su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), pH, elektiriksel iletkenlik ($\text{EC } \mu\text{S cm}^{-1}$), Secchi diski görünürlüğü (m) ve çözülmüş oksijen (ÇO mg L^{-1}) ölçümleri arazide yapılmıştır.

Su Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), pH, Elektiriksel İletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1}$), Çözülmüş Oksijen (mg L^{-1}); WTW 34Ci marka multiparametre cihazının sıcaklık göstergesi ile arazide ölçülmüştür.

Secchi Diski Görünürlüğü (m), 20 cm çapındaki Secchi diski yardımıyla arazide ölçülmüştür.

Diğer parametreler, spektrofotometrik olarak laboratuvar ortamında ölçüm yapılmıştır.

3.3. Planktonik Örneklerin Toplanması, Korunması ve Teşhisi

Taksonomik değerlendirme (kalitatif analiz) için plankton örneklerinin toplanmasında, ağız çapı 25 cm olan ve göz çapı 55 μm olan naylon elek bezden yapılmış (Hydro-Bios Kiel marka) Hensen tipi plankton kepçesi kullanılmış Zooplankton örnekleri her istasyondan yatay (Horizontal) çekimler ile toplanmıştır. Taksonomik değerlendirme için horizontal çekim örnekleri kullanılmıştır.

Horizontal çekimlerde motor rölantide çalıştırılarak, yaklaşık 5 dakika süreyle, yüzeyden çekim yapılmıştır. Alınan plankton örnekleri 100 ml'lik plastik kavanozlara doldurulmuş ve üzerlerine % 4 lük olacak şekilde formaldehit çözeltisi ilave edilmiştir. Kavanozların üzerine istasyon numarası ve tarih yazılmıştır. Örnek alma kaplarında laboratuara getirilen plankton örneklerinden pastör pipeti yardımıyla dip kısımdan örnekler bir petri kabına alınarak steroskobik mikroskop altında genel olarak incelenmiş ve zooplanktonların tür tayinleri yapılmıştır. Zooplanktonik türlerin taksonomik teşhisinde Dussart (1967), Kolisko (1974), Koste (1978) ve Harding ve Smith (1974) gibi araştırmacıların kaynaklarından yararlanılmıştır.

Fitoplanktondaki organizmaların teşhisi için geçici ve devamlı preparatlar hazırlanmıştır. Geçici preparatlar; çökmeye bırakılan örneklerden lam üzerine 1 damla alınıp tekrar üzerine lamel kapatılarak hazırlanmıştır. Daimi preparatlar ise sadece diyatome türlerinin tanısı için hazırlanmıştır. Genelde değişken olan diyatome morfolojisini mantıklı bir sıralamayla sergilemek güçtür. Buna göre diyatomelerin teşhisinde kullanılan rafe, striae gibi yapıların net olarak görülebilmesi için asit ile kaynatma metodu kullanılmıştır. Bu metoda göre; santrifüj tüplerine alınan örnekler 2 dakika 2300 devirle santrifüj edilerek üzerlerindeki formollü su dökülmüştür, geri kalan ve tüp çeperlerine yapışan kısma 20 ml saf su alınmıştır. Bu örnek çalkalandıktan sonra 100 ml'lik erlenlere aktarılmıştır. Üzerlerine daha önceden hazırlanmış olan 0,1 N Potasyum Permanganat'tan 2 ml ilave edilerek indirgenmesi sağlanmıştır. Bu şekilde ağzı kapalı olan erlenlerde 4 saat oda koşullarında bekletildikten sonra üzerlerine 7 ml HCl eklenerek çekerocakta 20 dakika kaynatılmıştır. Kaynatmayı takiben asitten uzaklaştırmak için tekrar 2,3 devirle 2 dakika santrifüj edilmişlerdir. Altta kalan tortu kısım lamellerin üzerlerine yayılarak kurumaya bırakılmıştır. Lam üzerine 1 damla Kanada balsamı konularak üzerinde kurutulmuş örnek bulunan lamel kapatılmıştır. Kanada balsamının örneğin her yerine yayılması ve kuruması için etüvde 65-70°C'de dört gün süre ile beklemeye alınmıştır. Fitoplanktonik türlerin taksonomik teşhisinde Atıcı (2002,2004), Atıcı ve Yılmaz (2003), Atıcı ve Obalı (2002), Gerrath ve Denny (1980), Parra ve Gonzalez (1978), Korshikov (1987), Cosel (1996), Foged (1992), Patrick ve Reimer (1975), Husted (1985), Round (1959), Van Den Hook, Mann ve Jahns (1995), Lund ve Ark.(1958), Germain (1981), Prescott(1975) gibi araştırmacıların kaynaklarından yararlanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

Baraj Gölü'nde en yüksek su sıcaklığı; yaz mevsiminde 1. ve 5. İstasyonlarda, 25 °C olarak, en düşük su sıcaklığı ise kış mevsiminde 3. İstasyonda 3.1 °C olarak saptanmıştır.

Arazi çalışması süresince, en düşük çözünmüş oksijen miktarı, 5. İstasyonda 2.34 mg L⁻¹ olarak yaz mevsiminde ölçülmüştür. En yüksek çözünmüş oksijen miktarı ise kış mevsiminde 25.8 mg L⁻¹ olarak 1. İstasyonda ölçülmüştür.

Yapılan çalışmalar boyunca pH değeri 7.9 –8.11 arasında değişmiştir. En fazla pH değeri ilkbahar mevsiminde, en düşük pH değeri ise sonbahar'da ölçülmüştür.

Elektriksel iletkenlik değeri en düşük değer kış mevsiminde 3. İstasyonda $1417 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak, en yüksek değer yaz mevsiminde 1. ve 2. İstasyonlarda $1718 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

Secchi derinliği göllerin berraklığının-ışık geçirgenliğinin bir ölçüsüdür. Işık geçirgenliğini etkileyen en önemli parametre askıdaki katı maddelerdir.Lind (1986) tarafından askıdaki katı maddeler ile ışık geçirgenliği arasındaki ilişkinin çok üretken göllerde özellikle geçerli ve fitoplankton yoğunluğunun tahmininde öteden beri kullanılan bir yol olduğu, ancak alglerden ileri gelmeyen bulanıklığın orta düzeyde varlığında bile Secchi derinliğinden yararlanarak trofik seviye belirlenmesinin uygun olmadığı bildirilmektedir. (Wetzel, 2001).

Secchi derinliği tüm örnekleme noktalarında 1.80 m ve 4,5 m arasında değişim göstermektedir. En yüksek değerler yaz ve kış mevsimlerinde, en düşük değerler ise ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ölçülmüştür.

En yüksek serbest klor miktarı ($\text{Cl}_2 \text{ mg L}^{-1}$) ilkbahar'da, 0.02 mg L^{-1} olarak 5. İstasyonda saptanmıştır. Nitrat azotu 5. İstasyonda İlkbahar'da 1.8 mg L^{-1} ile en yüksek değerde saptanmıştır. En düşük nitrat azotu miktarı ise Kış'ın yapılan arazi çalışmasında 4. İstasyonda 0.2 mg L^{-1} olarak belirlenmiştir.

Yapılan arazi çalışmalarında en yüksek nitrit azotu miktarı Kış mevsiminde 0.022 mg L^{-1} olarak ve en düşük değer 0.0009 mg L^{-1} olarak Sonbahar'da saptanmıştır.

Arazi çalışmaları süresince en yüksek fosfat iyonu miktarı 0.166 mg L^{-1} olarak yaz mevsiminde, en düşük fosfat miktarı 0.033 mg L^{-1} olarak ilkbahar'da belirlenmiştir.

Arazi çalışmaları süresince en yüksek sülfat iyonu miktarı 125 mg L^{-1} olarak yaz arazi çalışmasında 2. İstasyonda saptanmıştır. En düşük sülfat iyonu miktarı 104 mg L^{-1} olarak kış arazi çalışmasında 2. İstasyonda gözlenmiştir. Kış arazi çalışmasında en yüksek demir iyonu miktarı 0.03 mg L^{-1} olarak 2. İstasyonda tespit edilmiştir. İlkbahar çalışmasında en yüksek demir iyonu miktarı 0.08 mg L^{-1} olarak 3. İstasyonda tespit edilmiştir.

4.2 Biyolojik Bulgular

Yamula Baraj Gölü'nde Mayıs 2006 ve Kasım 2007 arasında fitoplanktonlardan 5 divisiyoya ait 25 cins tespit edilmiştir.

CHLOROPHYTA'dan *Volvox sp.*, *Spirogyra sp.*, *Ulothrix sp.*, *Chlorella sp.*, *Oedogonium sp.*, *Pandorina sp.*, *Pediastrum sp.*, *Scenedesmus sp.*,

DiNOPHYTA'dan *Ceratium sp.*, *Peridinium sp.*

BACILLARIOPHYTA'dan *Synedra sp.*, *Synedra sp.*, *Fragilaria sp.*, *Melosira sp.*, *Nitzschia sp.*, *Nitzschia sp.*, *Gyrosigma sp.*, *Navicula sp.*

CYANOPHYTA'dan *Merismopedia sp.*, *Chroococcus sp.*, *Chroococcus sp.*, *Spirulina sp.*, *Chroococcus sp.*, *Merismopedia sp.*

EUGLENOPHYTA' dan *Euglena sp.*

Yamula Baraj Gölü'nde Mayıs 2006 ve Kasım 2007 arasında zooplanktonlardan 3 divisiyoya ait 12 tür tespit edilmiştir.

CLADOCERA'dan *Daphnia cucullata*, *Daphnia longispina*, *Daphnia manga*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Bosmina longirostris*,

ROTIFERA' dan *Polyarthra dolicoptera*, *Keratella quadrata*, *Asphlanchna priodonta*, *Synchaeta pectinata*

COPEPODA'dan *Cyclops sp.*, *Arctodiaptomus aquadilcus*, *Nauplius sp.*

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Su sıcaklığının su kimyası ve sucul yaşam üzerindeki önemli etkileri vardır. Sıcaklık canlıların dağılımında da önemlidir. Her canlı kendi için uygun optimum sıcaklığı tercih eder. Baraj gölünde 3.1°C ile 24 °C arasında ölçülen sıcaklık değerleri kıta içi I. Sınıf su kalitesini sağlamaktadır

Yüksek sıcaklıkta organik birikintilerin dekompozisyonu ve mantar üremesi sonucu balıklar için uygun olmayan ortamlar oluşmaktadır. Yeterli çözünmüş oksijenin bulunduğu ve zehirli maddelerin yokluğunda bile her bir balık türü ve öteki canlıların dayanabildiği belirli bir sıcaklık değeri vardır.

Oksijenin çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılıdır. Sıcaklık arttıkça DO azaltarak bu gerekli gazın sudaki konsantrasyonunu düşürmektedir. Yükselen sıcaklık metabolizma ve solunumu hızlandırarak balık ve öteki su ürünlerinin oksijen gereksinimini artırmaktadır. Böylece oksijen gereksinimi artarken yükselen sıcaklık sudaki çözünmüş oksijeni azaltmaktadır. Su kalitesi değerlendirmelerinde, çözünmüş oksijen (DO) konsantrasyonlarının belirlenmesi çok önemlidir. Çünkü oksijen, su kaynaklarındaki kimyasal ve biyolojik işlemleri etkiler. Ölçülen DO konsantrasyonu; suyun kirlenme derecesini, sudaki organik madde konsantrasyonunu ve suyun kendini temizleyebilme kapasitesini gösterir.

Lind (1986) tarafından askıdaki katı maddeler ile ışık geçirgenliği arasındaki ilişkinin çok üretken göllerde özellikle geçerli ve fitoplankton yoğunluğunun tahmininde öteden beri kullanılan bir yol olduğu, ancak alglerden ileri gelmeyen bulanıklığın orta düzeyde varlığında bile Secchi derinliğinden yararlanarak trofik seviye belirlenmesinin uygun olmadığı bildirilmektedir.

Fitoplankton üretimi yüksek seviyede olduğunda ışık geçirgenliği azalacağından Secchi derinliği de düşük olacaktır. Secchi değeri ne kadar düşüğe gölün trofik seviyesi o kadar yüksek demektir. Ancak ölçümlerin bu amaçla kullanılabilmesi için taşkınlardan ileri gelen sediment etkisinin göz önüne alınması gereklidir.

Yamula Baraj Gölünde, ölçülen tüm pH değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre I. sınıf su kalitesine ve içme suyu standartlarına uymaktadır (Anonim, 2005).

Elektriksel iletkenlik suyun elektrik akımını iletebilmesinin bir ölçüsüdür. Suda çözünen inorganik ve organik tüm maddelerin su ortamında elektriği iletme kapasitelerinin toplamıdır. İletkenlik değerleri çözünmüş katılardaki değişimi ifade eder. Su kalitesi gözlemlerinde izlenmesi gereken önemli bir parametredir. Tatlı sularda iletkenlik 10 – 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasındadır. Kirli sularda ve topraktan çok miktarda mineralin çözündüğü sularda 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerini aşar. Su kaynağına kanalizasyon ve bazı endüstriyel atık suların, drenaj sularının boşalımı EC' nin artmasına neden olmaktadır. Yamula Baraj Gölü kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre II. sınıf su kalitesini sağlamaktadır (Anonim, 2005).

Su kalite sınıflarının belirlenmesinde anyonlardan klorür ve sülfat rol oynamaktadır.

Yamula Baraj Gölü kıta içi su kalite kriterlerine göre nitrat azotu bakımından I. Sınıf, amonyak azotu bakımından II. Sınıf su kalitesini sağlamaktadır.

Kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre Yamula Baraj Gölü'nde su sıcaklığı, pH, nitrat azotu ile çözünmüş oksijen değerleri I. Sınıf, amonyak azotu ile toplam çözünmüş katılar II. sınıf, anyon ve katyon değerleri III. Sınıf su kalitesini sağlamaktadır

Yamula Barajı'nda ölçülen ve trofik seviye belirlenmesinde kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler birlikte değerlendirildiğinde baraj gölü mezotrof (orta düzeyde verimli) olarak ifade edilebilir.

6. KAYNAKLAR

1. Anonim, 2004. Türkiye Çevre Atlası-96. T. C. Çevre Bakanlığı, Ankara. 424 s.
2. Anonim, 1990. Su Kirlenmesi İle İlgili Hükümler. Resmi Gazete, 28 Şubat 1990, sayı 20447.
3. Atıcı, T., 2004. Sarıyar Barajı planktonik algleri kısım :I- Cyanophayta. SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2 (12): 88–98.
4. Atıcı, T., Yılmaz, M., Gül, A. ve Kuru M., 2003. Delice Irmağı Algleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16 (1): 9–17.
5. Atıcı, T., 2002. Nineteen new records from Sarıyar Dam Reservoir phytoplankton for Turkish freshwater algae. Turkish Journal of Botany, 26 (6): 485- 490.
6. Atıcı, T. ve Obalı O., 2002. Yedigöller ve Abant Gölü (Bolu) fitoplanktonunun mevsimsel değişimi ve klorofil-a değerlerinin karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 19 (3-4): 381-389.
7. Atıcı, T. ve Obalı, O., 2002. Abant Gölü (Bolu) fitoplanktonu üzerine taksonomik bir çalışma. OT Sistemik Botanik Dergisi, 9 (1): 143- 151.
8. Barlas, M., Yılmaz, F., İmamolu, Ö., ve Akboyun, Ö., 2000. Yuvarlakçay (Köyceğiz- Muğla)'ın fiziko-kimyasal ve biyolojik yönden incelenmesi, s. 249-265. I. Su Ürünleri Sempozyumu, Sinop.
9. Barlas, M., Mumcu, F., Dirican, S., ve Solak, C.N. 2001a. Sarıçay (Muğla-Milas)'da Yaşayan Epilitik Diatomların Su Kalitesine Bağlı Olarak İncelenmesi, s. 313-322. IV. Ulusal Çevre ve Ekoloji Kongresi, Bodrum.

10. Barlas, M., İmamoğlu, Ö., Yorulmaz, B., 2002. Tersakan Çayı'nın (Muğla-Dalaman) su kalitesinin incelenmesi, XVI. Ulusal Biyoloji Kongresi, 4-7 Eylül, Malatya. s. 169.
11. Cosel P.F.M., 1996. The Ducth representatives of the *Staurostrum manfeldtii* complex (Desmidiaceae, Chlorophyta): a taxonomic revision. *Nordic Journal of Botany* 16 (1). 99-106.
12. Çelikkale, M.S., 1994. İç su balıkları ve yetiştiriciliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi Trabzon, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi dergisi.,1(2): 337.
13. Duran, M., Tüzen, M., ve Kayım, M., 2003. Exploration of Biological Richness and Water Quality of Stream Kelkit, Tokat-Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, 12 (4): 368–375.
14. Dussart, B., 1967. Les Copepodes des eaux continentales d'Europe occidentale, 292. In: Tome I, Calanoides et Harpacticoides, N. Boubée et cie (N. Boubée), Paris.
15. Edmonson, J., 1991, Environment and fish health water quality for aquaculture, pp. 17-30. Training Course On Disease Diagnosis And Prevention, November, Bodrum, FAO Corporate Document Repository, Fisheries Department, 32 pp.
16. Foged, N., 1982. Diatoms in Bornholm, Denmak, *Bibliotheca Phycologica*, Odense, 175pp.
17. Germain, H., 1981. Flore Des Diatomees, Ditomophycees, Paris, 445pp.
18. Gerrath, J.F. ve Denny, P., 1980. Freshwater algae of sierra leone II. Chlorophyta, Exclusive of Desmidiaceae, *Nova Hedwigia*, (33): 445-565.
19. Girgin, S. ve Kazancı, N., 1994. Ankara Çayı'nda Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Yöntemlerle Belirlenmesi, Türkiye iç Suları Araştırma Dizisi I, Özyurt Matbaası, Ankara, 184s.
20. Girgin, S. ve Kazancı, N., 1996. Kırmir Çayı'nda taban büyük omurgasızlarının dağılımı üzerine bir araştırma (53-62), XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Hidrobiyoloji Seksiyonu, İstanbul.
21. Girgin, S., Kazancı, N. ve Doğan, O., 1997. A new approach to the irrigation water quality criteria in Turkey: Ankara stream, Int Conf. On "Water Management Salinity and Pollution Control towards Sustainable Irrigation in the Mediterranean Region", Bari, Italy. *Water Quality and Pollution Control*, 2: 43-54

22. Girgin, S., ve Kazancı, N., 1997. Ankara Çayı'nda taban büyük omurgasızları ile kirlilik parametreleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi, Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi, 7 (1): 49-63.
23. Gülboy, H., 2004. Isparta Deresi ve Bazı Yan Kollarında (Eğrim ve Darıören) Su Kirliliğinin Biyolojik ve Fizikokimyasal Yönden Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 106s. (Yayımlanmamış).
24. Harding, J.P. and Smith, W.A., 1974. A Key British Freshwater Cyclopoid and Calanoid Copepods. Freshwater Colonogical Association Scientific Pablication, 54 s/18 pp.
25. Husted, F., 1985. The Pennate Diatoms., With Supplement by Norman G. Yensen, 918 pp.
26. İmamoğlu, Ö., 2000. Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çay'ının Fiziko- Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroinvertebrat) Yönden İncelenmesi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 125s. (Yayımlanmamış).
27. Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö.O., ve Çavuşoğlu, K., 2005. Aksu Çayı'nın su kalitesi değişimi üzerine bir araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (1): 37-45.
28. Kara, C., ve Çömlekcioglu, U., 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğinin biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerle incelenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 7 (1): 178-184.
29. Kazancı, N., and Dügel, M., 2000. An Evulation of water quality of yuvarlakçay stream in the Köyceğiz - Dalyan protected area, SW Turkey, Turkish Journal of Zoology, 24: 69-80.
30. Kazancı, N. ve Girgin, S., 1998. Sucul Ekosistemlerin Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi ve İzlenmesinde Üç Temel Biyolojik Yaklaşım, 51-63. Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum.
31. Kiriş, E., 2003. Akçay (Muğla-Denizli)'in Fiziko-Kimyasal ve Bentik Makroinvertebrata Yönünden İncelenmesi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 100s. (Yayımlanmamış).
32. Korshikov, O.A., 1987. The Freshwater Algae of the Ukraina, Bishen Singh Mahendra Pal Singh, 5: 412pp.
33. Koste, W., 1978. Rotatoria Die Radertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk, Begründet von Max Viogt Überordnung Monogononta, I Textband, 672 p and II. Textband, 234 p.

34. Külköylüođlu, O., 2004. On the Usage of Ostrocods (Crustacea) as bioindicator species in different aquatic habitats in the Bolu Region, Turkey, *Ecological Indicators*, 4: 139-147.
35. Lund, J.W.G. ve Ark., 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11: 113-170 pp.
36. z, N., and Sengrr, B., 2004. The determining of water quality with biotic indices in the Melen River and its tributaries, *Fresenius Environmental Bulletin*, 13, (1): 69–70.
37. Parra, O.O. ve Gonzalez, M., Freshwater 1978. *Algae of Chiloe Island, Chile*. Nova Hedwigia, Band. XXX, Braunschweig, 873-929,
38. Patrick, R. ve Reimer C.W., 1975. *Diatoms of the United States (Exclusive of Alaska and Hawaii)*. Philadelphia, Vol: 2, Part 1, 212pp.
39. Round, F.E., 1959. A comparative survey of the epipellic diatom flora of some Irish loughs. *Proceedings of Royal Irish Academy Vol:60, section B*, 5: 193-215.
40. Prescott, G.W., 1975. *Algae of the Western Great Lakes Area*. Michigan State University. USA., 998 pp.
41. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), 1988. Resmi Gazete, Ankara. 185 Sayı: 19919,
42. Sukatar, A., Yorulmaz, B. Ayaz, D., ve Barlas, M., 2004. Emiralem Deresinin (İzmir-Menemen) bazı fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerinin incelenmesi, 187 s. Ulusal Su Günleri Sempozyumu, İzmir.
43. Taşdemir, M., ve Göksu, Z. L., 2001. Asi Nehri’nin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite zellikleri, *E.. Su rnleri Dergisi*, Cilt 18, Sayı(1-2):55-64.
44. Uyanık, S., Yılmaz, G., Yesilnacar, M. I., Aslan, M., and Demir, ., 2005, Rapid assesment of river water quality in Turkey using benthic macroinvertebrates, *Fresenius Environmental Bulletin*, 14 (4):268-272.
45. Uslu, O. Ve Türkman, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T. C. Başbakanlık evre Genel Müdürlüđü Yayınları, Eđitim Dizisi I, Ankara, 344 s.
46. Van Den Hook, C., Mann, D.G. Ve Jahns, H.M., 1995. *Algae, An Introduction to Phycology*. Cambridge Univ., 627pp.

47. Yeşilnacar, M. I. and Uyanık, S., 2005, Investigation of water quality of the World's largest irrigation tunnel system, The Sanlıurfa Tunnels in Turkey, Fresenius Environmental Bulletin, 14 (4): 300- 306.