



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARASU VE MELENDİZ ÇAYLARININ İÇMESUYU KAYNAĞI
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Filiz Gülşah ÇELİK

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mustafa IŞIK

AKSARAY, 2018



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARASU VE MELENDİZ ÇAYLARININ İÇMESUYU KAYNAĞI
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Filiz Gülşah ÇELİK

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mustafa IŞIK

AKSARAY, 2018

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 142301403 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, "Filiz Gülşah ÇELİK", ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "KARASU VE MELENDİZ ÇAYLARININ İÇMESUYU KAYNAĞI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa IŞIK

Aksaray Üniversitesi

İkinci Tez Danışman : Prof. Dr. Adı SOYADI

.....

Kurum Adı

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Adı SOYADI

.....

Kurum Adı

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Adı SOYADI

.....

Kurum Adı

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Adı SOYADI

.....

Kurum Adı

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Adı SOYADI

.....

Kurum Adı

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Adı SOYADI

.....

KurumAdı

Teslim Tarihi: 30 Kasım 2017

Savunma Tarihi: 26 Ocak 2017

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışında alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Filiz Gülşah ÇELİK

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın konusunun belirlenmesinde, gerek araştırılmasında gerekse yazımı aşamasında bilimsel desteğini, öngörülerini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa IŞIK'a, tez çalışmama yardımcı olan Prof. Dr. Hatim ELHATİP, Prof. Dr. Levent ALTAŞ ve Yrd. Doç. Dr. Özlem GÜLLÜ'ye teşekkür ederim.

Laboratuvarımda ki analiz çalışmalarında yardımını esirgemeyen Hocalarımda Arş. Gör. Emine BAŞTÜRK ve Arş. Gör. Özgül ÇİMEN MESUTOĞLU'na, örneklerin toplanmasında yardımını esirgemeyen Çevre Mühendisliği Bölüm çalışanları ve özellikle de hocalarımda Uzm. Samet ÖZCAN, Uzm. Tolga BAHADIR, Yrd. Doç. Dr. İsmail ŞİMŞEK ve Arş. Gör. Şevket TULUN'a ve örneklerin alınması ve analiz sonuçlarının paylaşılmasında yardımlarını esirgemeyen Aksaray Belediyesi ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
SİMGELER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. LİTERATÜR BİLGİSİ.....	1
1.1. Kabul edilebilir su kalitesi	3
1.2. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli	5
1.3. Sularda Kirlilik Etkenleri	6
1.3.1. Patojenler	6
1.3.2. Kanser	7
1.3.3. Endokrin bozucu bileşikler ve üreme.....	7
1.3.4. İnorganik bileşikler	8
1.3.5. Organik bileşikler.....	9
2. MATERYAL VE METOT	10
2.1. Aksaray İlinin İçme Suyu Kaynakları.....	10
2.2. Saha Çalışması	11
2.3. Ölçüm ve analizler	12
2.4. Debi değişimi	13
2.5. Akarsularda Kalite Parametrelerinin Değişimi	14
2.5.1. Sıcaklık.....	14
2.5.2. pH.....	17
2.5.3. İletkenlik	17
2.5.4. Çözünmüş oksijen	18
2.5.5. Nitrit	19
2.5.6. Nitrat	19
2.5.7. Klorür.....	20
2.5.8. Arsenik	21
2.5.9. Toplam azot.....	21
2.5.10. Demir	22
2.5.11. Mangan.....	22
2.5.12. Bulanıklık.....	23
2.5.13. Amonyum.....	24
2.5.14. Fosfat.....	24
2.6. Gölün Trofik Durumu	25
2.7. Arıtma Tesisi Performansı	35
3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	46
EKLER.....	48
Ek A. Kıtaçi yerüstü su saynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	48
Ek B. Su kalite parametreleri	50

ÖZET

KARASU VE MELENDİZ ÇAYLARININ İÇMESUYU KAYNAĞI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Günümüzdeki hızlı nüfus artışı, sulu tarımın yaygınlaşması ve endüstriyel kalkınma, doğal su sistemini nicelik ve nitelik yönünden zorlamaktadır. Bu durum, su ile ilgisi olan yasal, idari, sosyal, teknik ve ekonomik tüm faaliyetleri entegre bir biçimde kapsayan su kaynakları yönetimine daha bilinçli ve sistematik yaklaşmasını zorunlu kılmaktadır. Su küresel ölçekte tükenmeyen doğal kaynaklar grubu içinde sayılsa da , bölgesel ve yerel olarak sonlu bir kaynak durumundadır.

Bu çalışmada, Aksaray ili yerüstü içme suyu kaynaklarından Melendiz ve Karasu Çaylarının ve Mamasın Baraj Gölünün mevcut su kalitesi, su kalitesi üzerindeki baskılar ve içme suyu olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi için Aralık 2014-Kasım 2015 tarihleri arasında aylık periyotlarla örneklemeler yapılmıştır. Numuneler ayda bir kez alınmıştır. Bu tez çalışmasında Karasu ve Melendiz Çayları ve Mamasın Barajında yapılan ölçümlerin sonucu olarak, problemin kaynağının Aksaray içme suyu kaynağı olarak kullanılan barajda gelişen ötrofikasyon olduğu tespit edilmiştir. Baraj suyunun aksine, Karasu ve Melendiz Çaylarının suyunun içme suyu kaynağı olarak uygun olduğu bulunmuştur. Çözüm olarak, Barajın önüne bir biriktirme haznesinin yapılabileceği önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aksaray, Su kalitesi, İçme Suyu, Fiziksel, Kimyasal

ABSTRACT

EVALUATION OF KARASU AND MELENDIZ STREAMS AS THE DRINKING WATER SOURCE

Today's rapid population growth, the spread of irrigated agriculture and industrial development push the natural water system in quantity and quality. This necessitates a more conscious and systematic approach to water resource management, which integrates all legal, administrative, social, technical and economic activities that are related to water in an integrated manner. Although water is considered to be a group of uninhabitable natural resources on a global scale, it is a finite resource locally and regionally.

In this study, sampling was carried out between December 2014 and November 2015 in order to evaluate the water quality, the pressures on water quality, and the using as drinking water of Karasu and Melendiz streams, and the Mamasın Dam Lake surface waters in Aksaray. Water samples were taken from the determined stations once a month. As a results of measurements in Karasu and Melendiz Stream, and Mamasın Dam, source of problem was determined as eutrophication in dam water used as source of drinking water of Aksaray. In contrast to dam water, waters of Karasu and Melendiz Streams were found suitable water as source of drinking water. As a solution, it was proposed that a storage reservoir should be built in front of the dam.

Keywords: Aksaray, Water quality, Drinking water, Physical, Chemical

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1: Mamasın Baraj Gölü ve beslendiği kaynaklar	11
Şekil 2.2: Numune alınan noktalar	12
Şekil 3.1: Melendiz ve Karasu Çaylarının aylara göre sıcaklık değişimi	14
Şekil 3.2: Melendiz ve Karasu Çaylarının aylara göre pH değişimi	17
Şekil 3.3: Melendiz ve Karasu Çayları'nın İletkenlik değişimi	18
Şekil 3.4: Melendiz ve Karasu Çayları'nın çözünmüş oksijen değişimi	18
Şekil 3.5: Melendiz ve Karasu Çayları'nın Nitrit değişimi	19
Şekil 3.6: Melendiz ve Karasu Çayları'nın nitrat değişimi	20
Şekil 3.7: Melendiz ve Karasu Çayları'nın Klorür değişimi	20
Şekil 3.8: Melendiz ve Karasu Çayları'nın arsenik değişimi	21
Şekil 3.9: Melendiz ve Karasu Çayları'nın toplam azot değişimi	21
Şekil 3.10: Melendiz ve Karasu Çaylarının Demir değişimi	22
Şekil 3.11: Melendiz ve Karasu Çayları'nın Manganez değişimi	23
Şekil 3.12: Melendiz ve Karasu Çayları'nın bulanıklık değişimi	23
Şekil 3.13: Melendiz ve Karasu Çayları'nın amonyum değişimi	24
Şekil 3.15: Ocak Ayı Mamasın Baraj Gölü'nde derinlikle bazı parametrelerin değişimi	28
Şekil 3.16: Nisan Ayı Mamasın Baraj Gölü'nde derinlikle bazı parametrelerin değişimi	30
Şekil 3.17: Haziran Ayı Mamasın Baraj Gölü'nde derinlikle bazı parametrelerin değişimi	32
Şekil 3.18: Ekim Ayı Mamasın Baraj Gölü'nde derinlikle bazı parametrelerin değişimi	34
Şekil 3.19: Arıtma tesisi amonyum azotu giderim performansı	36
Şekil 3.21: Arıtma tesisi demir giderim performansı	38
Şekil 3.22: Arıtma tesisi arsenik giderim performansı	39

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1: Su kaynakları potansiyeli.....	5
Tablo 2.1: Mamasın Barajını besleyen kaynakların mevsimsel debileri	10
Tablo 3.1: Melendiz Çayı'nın farklı noktalardaki aylara göre debi değerleri.....	13
Tablo 3.2: Karasu Çayı'nın farklı noktalardaki aylara göre debi değerleri	13
Tablo 3.3: Melendiz Çayında su kalite parametreleri	15
Tablo 3.4: Karasu Çayında su kalite parametreleri	16



SİMGELER DİZİNİ

°C	Celsius
CaCO₃	Kalsiyum Karbonat
CO₂	Karbondiyoksit
cm	Santimetre
Fe	Demir
Mn	Mangan
g	Gram
L	Litre
mg	Miligram
mm	Milimetre
m³	Metreküp
H⁺	Hidrojen iyonu
HCO₃⁻	Bikarbonat iyonu
HNO₃	Nitrik asit
NH₄⁺	Amonyum iyonu
NO₂	Nitrit
NO₃	Nitrat
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu negatif logaritması
µg	Mikro gram
µs	Mikro simens
CO₃²⁻	Karbonat iyonu

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
DSİ	Devlet Su İşleri
KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
SKKY	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
PAH	Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
NTU	Bulanıklık



1. LİTERATÜR BİLGİSİ

Suyun önemi konusundaki farkındalık son yıllarda daha üst düzeylere çıkmıştır. Şüphesiz bunda iletişim teknolojisindeki gelişmenin payı çok fazla olsa da, nüfusun artışı ve buna bağlı olarak su ihtiyacının artması, endüstriyel gelişmenin artması ve buna bağlı olarak suyun kirlenmesi, küresel iklim değişikliğinin hissedilir hale gelmesi ile bazı bölgelerde su azlığı ve kıtlığı yaşanmaya başlanması gibi nedenlerin katkısı fazladır.

Dünyadaki su rezervinin %97,5'i okyanuslarda ve denizlerde bulunmaktadır. Bunun da % 2,5 tatlı su halinde bulunmaktadır. Tatlı suyun %68,7'si buzullarda, %30,1'i yer altı sularında %0,8'i donmuş toprak içerisinde bulunmaktadır. Tatlı suyun sadece%0,4'ü atmosfer ve yeryüzündedir. Bu suyunda % 67,4'ü göllerde, %12,2'si toprakta nem olarak, %9,5'i atmosferde, %8,5'i sulak alanlarda, %1,6'si nehirlerde, % 0,8'i hayvan ve bitki bünyesinde bulunmaktadır. Toplamda Dünyadaki su miktarı 1,4 milyar km³'tür. Yeryüzünün dörtte üçü sularla kaplıdır. Bu orana bakıldığında Dünyada suyun çok olduğu düşünülmektedir. Ancak içilebilir su miktarı ortalama %0,74'tür. Bu bilgiler insanın kullanabileceği tatlı suyun ne kadar az olduğunu göstermektedir. Dünya nüfusu Sanayi Devrimi başladığında 1 milyar iken, bu durum 1950 yılında 2,5 milyar ve 2012 yılının bitiminde ise ortalama 7 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunun artmasına paralel olarak su kaynaklarının kullanımı da büyük oranda artmaktadır (Barr ve diğ., 2012; Summit, 2002).

Dünyada az olan tatlı su kaynaklarını tehdit eden sorunlar vardır. Bunlar; endüstriyel atıklarla kirlenme, şehirleşmeden kaynaklı atıklar, pestitid kullanımı ve yanlış tarım uygulamaları, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği ve kuraklık gibi sıralayabiliriz. Ayrıca suyun eşit şekilde dağılmaması, bazı bölgelerin su yönünden zengin bazı bölgelerin ise su yönünde kıtlık çekmesine neden olmaktadır. Bu durumda küresel sorunu ortaya çıkarmaktadır (Atalık, 2006).

Doğada canlı miktarının artmasına paralel olarak suya olan bağımlılıkta artmaktadır. Fakat bu artışlara karşı su kaynakları sabit kalmaktadır. İnsanlar suya olan ihtiyaçlarını hidrolojik döngü içerisinde gerçekleştirmektedir. Döngü devam ederken suya karışan maddelerin suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını değiştirmektedir. Bu durum

ise su kirliliği adı verilen problemi ortaya çıkarmaktadır. Su kirliliği; suyun insan faaliyetleri sonucu kullanımının kısıtlanması veya engellenmesi ve çevre dengesinin bozulması şeklinde tanımlanabilir (Kocataş, 1994).

İnsanlar suyu yaşamlarının her faaliyetinde kullanmaktadırlar. Bununla birlikte su kullanımında oluşan sorunlar her geçen gün artmaktadır. Kullanılan suyun doğaya tekrar verilmesi kirlilik sorununu oluşturmaktadır. Suyu olan ihtiyacın artması ile birlikte kirlilikte artmaya başlamıştır. Ortaya çıkan kirlilik canlı yaşamını da ciddi şekilde etkilemektedir. Canlıların yaşamsal faaliyetlerine etki eden bu durum su kalitesinin belirlenmesi ve bilinmesini gerektirmiştir (Dinçer, 2014).

Aksaray İli'nin içme su kaynakları Mamasın Barajı ve bağlı köyündeki yer altı kuyularıdır. Mamasın Barajı Konya kapalı havzası içinde olup, kuzeybatı sınırlarında Tuz Gölü bulunmaktadır (Elhatip, 2002).

Mamasın Barajını besleyen en önemli kaynak Melendiz Çayıdır. Ulurmak ismi ile de bulunmaktadır. Ayrıca Karasu Çayı ve bazı küçük yan dereler de barajı besleyen kaynaklar arasındadır. Mamasın Barajı 1977 hektarlık bir alanı kaplamaktadır. Maksimum su kapasitesi 165.8 hm'dir. İçme ve kullanma suyu amaçlı kullanılmaktadır. Suyun kalitesi CS 'dir (orta derecede tuzlu ve hafif alkali) (Elhatip, 2002).

Aksaray İli'nin ortalama günlük içme suyu ihtiyacı 38.000-40.000 m³/gün'dür. Mamasın baraj suları arıtma tesisinden şehre iletilmektedir. Şehrin içme suyu ihtiyacı Mamasın Barajı'nın yanında Bağlıköy ve Helvadere kaynaklarından sağlanmaktadır. Fazla miktardaki su şehir deposuna aktarılmaktadır. Helvadere kaynaklarında temin edilen sular, klorlanarak şehre verilmektedir (Anonim, 2012).

Bu çalışmada Aksaray'ın içme suyu kalitesini belirlemek amacıyla Mamasın Barajını besleyen iki önemli kaynak Melendiz ve Karasu Çaylarından Aralık 2014 ve Kasım 2015 tarihlerini kapsayan bir yıllık süreçte numuneler alınarak içme suyu parametreleri analiz edilmiş, içme suyu olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

1.1. Kabul edilebilir su kalitesi

Su hızlı bir şekilde hem doğal hem de insan yapımı maddeleri emer, bunlar genellikle evsel suyun çeşitli arıtma işlemlerinden geçirilmeden içilmez hale getirirler.

Fazla olması istenmeyen maddelerin önemli kategorileri vardır (Gray, 2008):

1. *Renk*. Turba topraktan çözünmüş organik maddenin varlığı veya demir ve manganez mineral tuzlarından kaynaklanabilir.
2. *Askıdaki Madde*. Hakim koşullar altında çözülmenin dışına yerleşen ince mineral ve bitkisel maddedir.
3. *Bulanıklık*. Suyun berrak/açıklık ve şeffaflık ölçüsüdür. Bulanıklık, örneğin ince süspansiyon içinde ince mineral parçacıkları, yüksek konsantrasyonlarda bakteri, ya da suyun aşırı havalandırma nedeniyle daha küçük baloncuklar gibi çok sayıda faktöre bağlı olabilir.
4. *Patojenler*. Virüsler, bakteriler, protozoa ya da tüketicinin sağlığını olumsuz etkileyebilecek patojenik organizmanın başka tipi olabilir. Onlar, su kaynağını kirlenmesine neden olan hayvan veya insan atıklarından ortaya çıkabilir.
5. *Sertlik*. Aşırı ve son derece düşük bir sertlik eşit olarak arzu edilmez. Aşırı sertlik yeraltı suyu kaynaklarından ağırlıklı olarak doğar, çok yumuşak sular ise bazı yayla havzalarının karakteristikleri yansıtır.
6. *Tat ve koku*. Suyun hoş olmayan tadları ve kokuları; atıksulardan kontaminasyonu, demir, manganez veya alüminyum gibi bazı kimyasalların aşırı konsantrasyon, bitki bozulması, su içinde oksijen eksikliğine bağlı olarak durgun koşulları veya belirli algler varlığı gibi çeşitli nedenlere bağlıdır.

7. *Zararlı kimyasallar*. Su kaynaklarına geniş bir yelpazede zehirli ve zararlı organik ve inorganik bileşiklerden oluşabilir. Bunlar, ya toprak tarafından emilir veya kanalizasyon doğan kirlenme ile veya endüstriyel atıksulardan oluşabilir.

Su arıtımı ve dağıtımı, su kaynaklarından alınması, kullanım için uygun hale getirilmesi ve daha sonra tüketiciye iletme işlemi sürecidir. Bu aslında tüketicinin suyu kullanılmadan önce, insan ya da kentsel su döngüsünün ilk yarısıdır Döngünün ikinci yarısı ise kullanılan suyun toplanması, arıtılması ve bertaraf edilmesidir. Su arıtma amacı, kimyasal, bakteriyolojik ve estetik olarak hoş olan yeterli ve sürekli bir su kaynağı üretmektir. Daha spesifik olarak, su arıtımından üretilecek su aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır(Gray, 2008);

1. Lezzetli- yani, hiç hoş olmayan bir tadı olmamalıdır;
2. Güvenli- tüketici için zararlı olabilecek herhangi bir patojenik organizmanın ya da kimyasal içermemelidir;
3. Şeffaf- asılı madde ve bulanıklıktan arınmış;
4. Renksiz ve kokusuz- içmek için estetik olması;
5. Oldukça yumuşak - tüketicilerin aşırı deterjan veya sabun kullanımı olmadan giysiler, yemekler ve kendilerini yıkamak gibi kullanımlara izin vermeli;
6. Aşındırıcı olmayan – su, boru için aşındırıcı olmamalı, borular veya tanklardan metallerin çözünmesi teşvik etmemelidir;
7. Organik içeriği düşük-yüksek organik içeriği boru veya su depolama tanklarında istenmeyen biyolojik büyümeyi teşvik eder ve buna bağlı olarak üretilen suyun kalitesini de etkileyebilir.

1.2. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli

Türkiye su kaynakları açısından zengin bir ülkedir. Coğrafyamızda 36 adet akarsu bulunmaktadır. 120'den fazla doğal göl ve 706 adet baraj gölü bulunmaktadır. Türkiye'de yıllık yağış miktarı 643 mm'dir. Bu da ortalama 501 milyar m³ suya denk gelmektedir. Bu değerin 274 milyar m³'ü buharlaşma sonucu atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m³'ü yer altı sularını beslemekte ve bununda 28 milyar 5 m³'ü tekrar yüzey sularına katılmaktadır. 158 m³'ü ise çeşitli akarsular aracılığı ile denizlere ve kapalı göllere boşalmaktadır. Ülkemize komşularımızdan gelen su miktarı ise 7 milyar m³'tür. Bu bilgilere dayanarak ülkemizin toplam yerüstü su potansiyeli 193 milyar m³'tür. (Tablo 1.1.) (Anonim, 2012).

Tablo 1.1: Su kaynakları potansiyeli

Yıllık Ortalama Yağış	643mm/yıl
Türkiye'nin Yüzölçümü	783-577km ²
Yıllık Yağış Miktarı	501 milyar m ³
Buharlaşma	274 milyar m ³
Yeraltına Sızma	41 milyar m ³
Yüzey Suyu	
Yıllık Yüzey Suyu	186 milyar m ³
Kullanılabilir Yüzey Suyu	98 milyar m ³
Yer Altı Suyu	
Yıllık Çekilebilir Su Miktarı	14 milyar m ³
Tolam Kullanılabilir Su(net)	112 milyar m ³
Gelişme Durumu	
DSİ Sulamalarında Kullanılan	32milyar m ³
İçme suyunda Kullanılan	7milyar m ³
Sanayide Kullanılan	5 milyar m ³
Toplam Kullanılan Su	44 milyar m ³

1.3. Sularda Kirlilik Etkenleri

Su arıtımı gelişimi, on dokuzuncu yüzyılın sonuna ve yirminci yüzyılın başına doğru kolera, tifo ve paratifo gibi bulaşıcı hastalıklara neden olan birincil patojenleri kontrol etme ihtiyacından ortaya çıkmıştır. Su kaynaklı ve su ile ilgili hastalıkların kontrolü, bugün de su arıtımının birincil hedefidir. Ancak, 1950'li ve 1960'lı yıllarda içme suyundaki kimyasal kirleticileri kontrol etme ihtiyacı da ortaya çıkmıştır. Kurşun gibi bazı metallerin neden olduğu toksik etkilerinin daha iyi anlaşılması, sanayi ve tarımda yaygın bir şekilde kullanılan organik kimyasalların giderek artan gelişiminden dolayı ortaya çıkmıştır. Bazı organik kimyasalların yaban hayatı üzerindeki ciddi etkisi 1960'lı yıllarda gözlenmiş ve insanlar için potansiyel toksisitesi ve kanserojen özelliklerine ilişkin korkuları hızla artmasına neden olmuştur. Patojenler, tüketici üzerinde hızlı bir etkiye (24-48 saat) neden olsa da içme suyundaki kimyasal kirleticilerin toksik etkileri, orta vadeden (1-5 yıl) uzun vadeye (> 10 yaş) kadar kanser dahil bir çok hastalıklara neden olmuştur. Bu çok daha önce kullanılan mikrobik bazlı hijyen standartlarından ziyade, mikrobiyal, kimyasal ve fiziksel parametreleri içeren içme suyu kalite standartlarının yaygın geliştirme ve benimsenmesine yol açmıştır (Gray, 2008).

1.3.1. Patojenler

İçme suyu yoluyla hastalığa neden olan mikroorganizmalar genel olarak, patojenler olarak bilinir, ve helmintler (> 100µm), protozoa (5-100µm), bakteri (0.5-1.0µm) ve virüsler (0.01-0.1µm) olarak azalan boyutta kategorize edilebilir. Bunlar ya insan ya da hayvan dışkılarından kaynaklanan, su arıtımı ve dezenfeksiyonu ile yok edilmediği takdirde tüketiciye ulaşabilir. Buna bağlı olarak toplum içinde hastalık salgınlarına neden olabilir. İnsan dışkısı kaynaklı patojenlerin (örneğin, kolera, tifo, viral gastroenterit), içme suyu kaynaklarına bulaşması en ciddi kirlilik tehlikesini oluşturur. Ancak kuşlar da dahil olmak üzere hayvanlardan gelen patojenler, zoonotik veya zoonoz olarak bilinen hastalıklara (örneğin, salmonella) neden olur ve insan sağlığı için de ciddi bir tehdit oluşturabilir. Zoonoz, kedi ve köpek gibi evcil hayvanları, çiftlik hayvanları ve hatta yaban hayatından da yayılabilir. Böylece tüm yüzey su kaynakları mikrobik olarak kirlenme potansiyeline sahip olduğundan arzdan önce arıtılması

gerektirir. Mikrobiyal kirlenme her halükârda su döngüsünün her aşamasında ortaya çıkabilir (Gray, 2008).

Helmintler arıtılmış su içinde nadiren bulunur ve temelde gelişmekte olan ülkelerde arıtılmamış yüzey suları ile ilişkilidir. Su kaynakları ile bağlantılı protozoanlarla geniş bir yelpazeyi sahip ancak en önemlisi; *Cryptosporidium*, *Giardia*, *Cyclospora*, *Naegleria*, *Entamoeba* ve *Acanthamoeba*'dır. Su kaynaklarında bulunan fekal kökenli bakteriyel patojenler olarak; *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio* ve *Yersinia* vardır. *Aeromonas*, *Legionella*, *Mycobacterium* ve *Pseudomonas aeruginosa*, gibi çevresel kökenli patojenler ise, insan sağlığı için daha az riske sahiptir. En çok endişe edilen virüsler arasında, adenovirüs, enterovirus, hepatit virüsleri, Norwalk virüsleri ve rota-virüsleri'dir.

Fakir ülkelerde, kullanılabilir su miktarın yanı sıra suyun mikrobiyal kalitesinden etkilenen bir toplum içindeki hastalık yoğunluğuna bağlı olarak, patojenler farklı yollardan suya karışabilir. Su kıtlığı sonuçlarından doğan yetersiz kişisel hijyen, pişirme kapları ya da çamaşırların yeterli bir şekilde yıkanmaması, gibi faktörler, yüksek oranlarda mide bağırsak hastalıklarına yol açarlar. Yani bu şartlarda su hacminin artırılması su kalitesiz olsa bile sağlık için yararlar sağlayabilir (Gray, 2008).

1.3.2. Kanser

Kanser Araştırmaları Uluslararası Birliği (IARC) potansiyel kanserojen etkileri, mevcut insan ve hayvan verilerine göre beş grup olarak sınıflandırmıştır. Kanser ile ilişkili önemli içme suyu kirleticilerine; arsenik, asbest, nitratlar, organik kimyasallar ve radyonüklitlerdir (ham su kaynağından kaynaklanan), trihalometanlar (THMs), haloasetatlar ve akrilamidler (su arıtımı esnasında oluşan); ve polisiklik aromatik hidro-karbonlar (PAH) ve asbest (su dağıtımından kaynaklanan) örnek olarak verilebilir (Gray, 2008).

1.3.3. Endokrin bozucu bileşikler ve üreme

Günümüzde, nöro davranışsal ve üreme gibi bir dizi sorunlarla sonuçlanan, hayvan ve insanlarda endokrin sistemin normal işleyişi engelleyebilen büyük bir sayıda doğal ve sentetik bileşikler vardır. Bu bileşiklerin balık ve diğer sucul organizmaların üreme

bozukluğu ve cinsiyet oluşumu üzerinde değişikliklere neden olduğu kabul edilse de, bileşiklerin potansiyeli içme suyunda bulunduğu insan nüfusu üzerinde benzer bir etkiye sahip olup olmadığı halen araştırılmaktadır. Çok sayıda östrojen gibi davranan endüstriyel bileşikler, (örneğin, alkilfenoller, alkilfenol etoksilatlar, bisfenol A, böcek ilaçları, dioksin ve organotin bileşikleri) bulunmakla birlikte, öncelikle insanların üreme problemlerine ilişkili olduğu düşünülen, doğal kadın östrojen steroid hormonları ile 17-estradiol ve bunun sentetik benzeri etinil östradiol, gibi maddelerin içme suyunda varlığı daha büyük önem arz etmektedir (Gray, 2008).

1.3.4. İnorganik bileşikler

İnorganik bileşikler ve elementler içme suyu içinde çeşitli kaynaklardan ortaya çıkar. Yağışla artan akışlar, toprak ve geçirgen kayaların içinden aktıkça onunla temas ettiği kayalarla çözer. Yani bireysel havzaları içinde, hem yüzey hem de yeraltı suları benzersiz bir kimya geliştirir. Bu anyonlar ve katyonlar, toplam çözünmüş katı madde olarak ölçülür ve genel olarak içme suyu için kabul gören 500 mg/L'lik bir üst limit ile sınırlanır. İki değerli katyonlar, özellikle kalsiyum ve magnezyum, aşırı miktarda bulunması ($> 300 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$) suda sertliğe neden olur ve buna bağlı önemli estetik sorunlara yol açar. Benzer şekilde, yüksek ölçüde demir ve mangan konsantrasyonu, tat ve çamaşır lekeleri etkiler. Diğer önemli elementler de, arsenik, selenyum, krom, bakır, molibden, nikel, sodyum ve çinko dahil olmak üzere, doğal olarak su kaynaklarında, özellikle yeraltı sularında bulunur. Antimon, arsenik, berilyum, kadmiyum ve krom hepsinin kanserojen olduğu, birçok diğer elementlerin ise, yüksek konsantrasyonlarda toksik etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Hem arsenik ve hem de florürün, bazı yeraltı sularda doğal olarak yüksek konsantrasyonlarda bulunması ve alternatif kirletilmemiş su kaynaklarının hiç olmaması, bu elementlerin bazı yarı-kurak ülkelerde yaygın bir şekilde sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Tarımsal gübre olarak kullanılan azot, ayrıca yeraltı sularında birikebilir ve özellikle yüksek yağışlı dönemlerde yüzey sularda yüksek konsantrasyonlarda bulunabilir. İçme suyunun nitrat veya nitrit tarafından kirlenmesi, infantil methemoglobinemi veya N-nitrozo bileşiklerinden kanser taşıması nedeniyle insan sağlığı üzerinde önemli sağlık riskleri oluşturmaktadır. Demir ve alüminyum tuzları veya poliakrilamidler gibi, su arıtımında kullanılan bazı flokulantlar işlenmiş suyu da kirletebilir. Florür, diş çürüklerini

önlemek için kasten işlenmiş suya eklenmekte ve bu nedenle içme suyu içinde çok yaygın olarak bulunan bir elementtir. Demir elementi, paslanmış demir su dağıtım borularından da sızabilir, ancak suyun ev tesisat sistemine girdiği anda kurşun metalleri, ciddi toksin maddeler, bakır ve çinko gibi tüm elementler, korozyona uğramış boru ve diğer donanımlardan sızabilir ve içme suyunu kirletebilir. (Gray, 2008).

1.3.5. Organik bileşikler

İçme suyu genellikle, hem doğal hem de insan faaliyetleri sonucu suya karışan eser miktarda yüzlerce organik bileşikler içerebilmektedir. Bu bileşikler, çeşitli kaynaklardan türetilir ve toksisitesinde belirgin bir farklılık gösterir. Genellikle doğal organik maddelerden meydana gelen düşük ürünleri oldukça iyi huylu ancak renk, koku ve tat gibi estetik sorunlara neden olabilirler. Buna karşılık, bazı mavi-yeşil algler (siyanobakterilerin) tarafından üretilen toksinler, son derece zehirli ve potansiyel olarak ölümcül karmaşık organik bileşiklerdir. Doğal organik bileşiklerin arıtma sırasında giderilmesi oldukça zor olabilir ve ilave kimyasal koagulantlar kullanılması gerektirir. Arıtım aşamasında giderilmeyen çözünmüş organik madde, dağıtım sisteminde mikrobik büyümeyi neden olabilir. Üretilen organik kimyasalların çoğu havzalarda kullanılmasından dolayı su kaynaklarının kirlenmesine neden olabilirler. Bunlar pestisitler, endüstriyel solventler, ilaç ve kişisel bakım ürünleri (PPCPs) içerir. Organik kirletici maddeler de su arıtımı sırasında da oluşturulabilir. Örneğin, doğal organik bileşikler, klor ile reaksiyona girdiğinde, trihalometanların, haloasetik asitler, halonitriller, haloaldehitler ve klorofenoller gibi dezenfeksiyonun yan ürünler oluştururken, akrilamidler arıtım sırasında koagulant olarak kullanılmaktadır. Arıtılmış su, kömür katranı veya diğer bitüm esaslı malzemelerle kaplı dağıtım borularından peliaromatik hidrokarbonlardan (PAH) sızıntılarından da kirlenebilir. Bu bileşiklerin çoğu, ya karsinogenik ya da toksik olarak sınıflandırılırken, işlenmiş içme sularında yaygın olarak eser düzeyde bulunan bu kimyasalların kokteyllerine uzun süreli maruz kalma etkisi hakkında çok az şey bilinmektedir (Gray, 2008).

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Aksaray İlinin İçme Suyu Kaynakları

Orta Anadolu'da bulunan Aksaray, 30°-35° doğu meridyeni ile 38°-39° kuzey paraleli arasında yer almaktadır. Kuzeyinde Kırşehir, Ankara, doğusunda Nevşehir güneydoğusunda Niğde, güneybatısında Konya, kuzeybatısında Tuz Gölü bulunmaktadır. Aksaray'ın güneydoğusunda 3268 m yüksekliğinde Hasan Dağı bulunmaktadır. Aksaray ilinde yıllık yağış miktarı 351,6 mm'dir (DSİ, 1979). Akarsular yönünden fakir olan Aksaray'ın en önemli akarsuyu Hasan Dağından doğan ve İhlara vadisinden geçen Melendiz çayıdır. Diğer önemli akarsular ise Karasu ve Eşmekaya çaylardır. Aksaray'a içme suyu ihtiyacının büyük bir bölümünü sağlayan Mamasın Barajı (Şekil 2.1) (Elhatip ve diğ., 2016). Melendiz ve Karasu çayları tarafından beslenmektedir (Anonim, 2001). Bu çaylar Maması Barajından sonra Uluirmak vasıtasıyla Tuz Gölüne deşarj olmaktadır. Mamasın Barajını besleyen en önemli kaynak Uluirmak olarak bilinen Melendiz çayıdır. Ayrıca Karasu Çayı ve bazı küçük yan dereler de barajı besleyen kaynaklar arasındadır. Mamasın Barajı 1977 hektarlık bir alanı kaplamaktadır. Maksimum su kapasitesi 165.8 hm³ 'tür. İçme ve kullanma suyu amaçlı kullanılmaktadır. Suyun kalitesi C2S1'dir (orta derecede tuzlu ve hafif alkali).

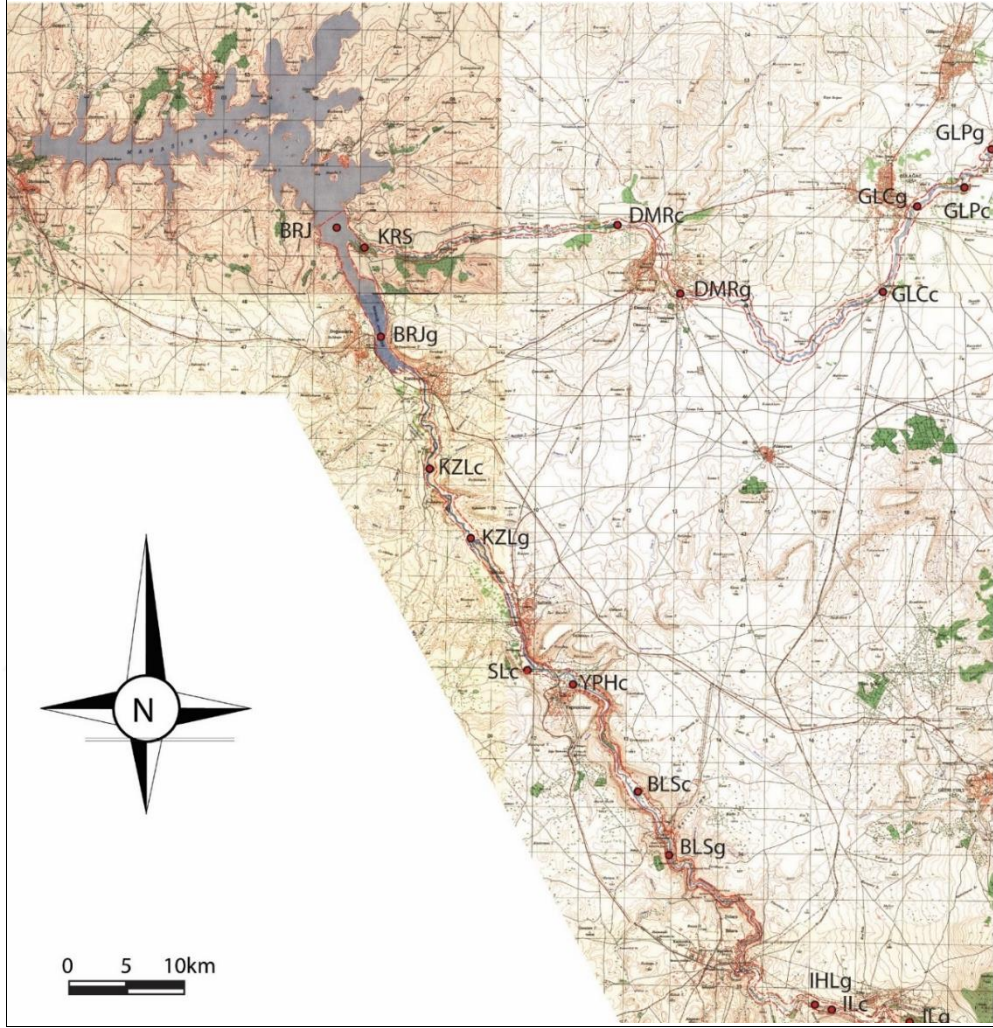
Mamasın Barajını besleyen kaynakların mevsimsel debileri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Çil, 2002).

Tablo 2.1: Mamasın Barajını besleyen kaynakların mevsimsel debileri

Mevsimler	Melendiz Çayı	Karasu Çayı
İlkbahar	3,110 m ³ /sn	2,575 m ³ /sn
Yaz	0,697 m ³ /sn	1,236 m ³ /sn
Sonbahar	1,224 m ³ /sn	2,031 m ³ /sn
Kış	1,766 m ³ /sn	2,321 m ³ /sn
Ortalama	1,699 m ³ /sn	2,041 m ³ /sn

Aksaray İli'nin ortalama günlük içme suyu ihtiyacı 38.000 - 40.000 m³ /gün'dür. Mamasın baraj suları arıtma tesisinden şehre iletilmektedir. Şehrin içme suyu ihtiyacı Mamasın Barajı'nın yanında Bağlıköy ve Helvadere kaynaklarından sağlanmaktadır. Fazla miktardaki su şehir deposuna aktarılmaktadır. Helvadere kaynaklarında temin edilen sular, klorlanarak şehre verilmektedir (Elhatip ve diğ., 2016).

Aksaray'ın en önemli içme suyu problemlerinden biride Arseniktir. Aksaray ve civarı yerleşim yerlerinin içme sularında 2007-2008 yılları arasında yapılan bir araştırma da sulara arsenik değerleri genellikle 10 ile 50 $\mu\text{g/L}$ arasında Mamasın Barajında ise 31 ile 113 $\mu\text{g/L}$ arasında değiştiği ay ortalaması olarak da 52 $\mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur (Altaş ve diğ., 2011).

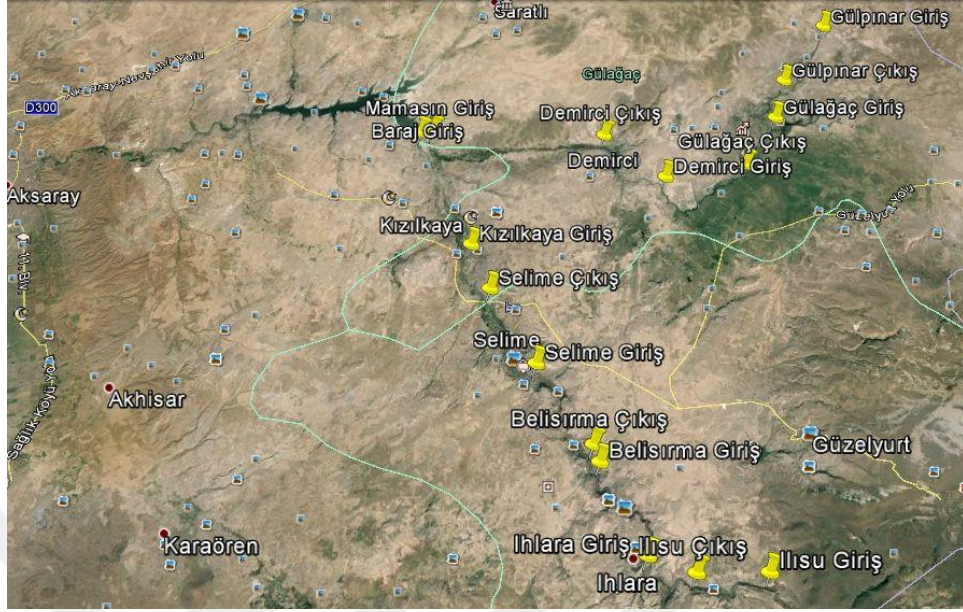


Şekil 2.1: Mamasın Baraj Gölü ve beslendiği kaynaklar

2.2. Saha Çalışması

Melendiz ve Karasu çaylarının su kalitesi açısından mevcut durumunun ortaya konulması amacıyla; her iki çayın membasından mansab tarafına doğru su kalitesinin etkilenebileceği noktalar dikkate alınarak Aralık 2014 – Kasım 2015 tarihleri arasında (Mayıs 2015 hariç) toplam 17 noktadan (Karasu: 7; Melendiz: 9 Baraj:1) aylık periyotlarda örneklemeler yapılmış ve her bir numunede fiziksel ve kimyasal kalite

parametre ölçüm ve analizleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm noktaları Şekil 2.2’de verilen harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Numune alınan noktalar

Melendiz ve Karasu Çaylarının su kalitesini belirlemek amacıyla TS 266’da (TSE266, 2005) belirtilen esaslara uygun olarak numuneler aylık olarak her defasında saat 10⁰⁰-15⁰⁰ arasında alınmıştır. pH, sıcaklık, iletkenlik, bulanıklık, çözünmüş oksijen, tuzluluk ve toplam çözünmüş madde arazide ölçülmüştür. Diğer parametreler ise 2 günlük süre içerisinde Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında ölçülmüştür. Numuneler Melendiz Çayı için; Ilisu, Ihlara, Belisirma, Selime, Kızılkaya ve Baraj giriş noktalarından, Karasu için; Gülpınar, Gulağaç, Demirci ve Mamasın giriş noktalarından alınmıştır. Ayrıca baraj ve arıtmadan alınan numunelerde okul laboratuvarında ölçülmüştür. Toplamda 43 parametre üzerinde çalışılmıştır.

2.3. Ölçüm ve analizler

Çalışmada akarsularda debi ölçümleri örnek alma noktalarında en kesiti bilinen 20-30 m’lik mesafede yüzen bir cisimle hız ölçümü yapılarak basit arazi yöntemi ile ölçülmüştür. Fiziksel ve kimyasal analizler Standart yöntemlere (APHA/AWWA/WEF, 2012) göre yapılmıştır.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

2.4. Debi değişimi

Melendiz ve Karasu çaylarında yapılan debi ölçümlerinin aylara göre değişimi sırasıyla Tablo 3.1’de ve Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2: Melendiz Çayı’nın farklı noktalardaki aylara göre debi değerleri

Noktalar/aylar	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Ilisu G	0,85	0,85	1,82	4,57	2,24	4,57		0,02	0,04	0,17	0,52
Ilisu Ç	0,56	0,56	2,54	3,65	1,73	4,56		0,09	0,13	0,29	0,60
Ihlara G	1,81	1,81		4,73	7,23	5,56	0,42	0,54	0,89	0,91	1,03
Ihlara Ç	1,60	1,60	2,95								
Belisırma Ç	1,91	1,91		3,80	3,54	5,57	0,64	1,04	0,87	1,25	1,04
Yaprakhisar Ç	1,82	1,82	2,83								
Selime G	2,16	2,16	1,98	2,31	1,74	5,59	1,21	0,97	1,15	0,85	1,08
Selime Ç	1,03	1,03	1,49	3,58	1,20	5,94		0,36	0,79	0,86	1,03
Kızılkaya G	3,06	3,06	2,87	3,60	5,62	6,01		0,70	0,82	1,45	1,51
Kızılkaya Ç	2,31	2,31							1,16		

Tablo 2.3: Karasu Çayı’nın farklı noktalardaki aylara göre debi değerleri

Noktalar/aylar	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Gülpınar G	0,380		0,475	0,453	0,417	0,3364	0,40	0,3		0,137	0,107
Gülpınar Ç	0,790		0,762	0,656	0,835	0,3840	0,36	0,55	0,30	0,482	0,699
Gülağaç G	1,200		1,543	1,058	1,856	1,2000	0,17	0,234	0,71	0,704	1,190
Gülağaç Ç	1,500		1,757	2,040	1,329	1,0566		0,058	0,57	0,826	1,349
Demirci G	1,110		2,300	2,150	3,508	2,3636	0,43	0,167	0,07	0,622	1,274
Demirci Ç	1,500		3,013	2,000	0,687	0,7366	0,11	0,217	0,29	0,628	1,554
Karasu								0,1742	0,15		

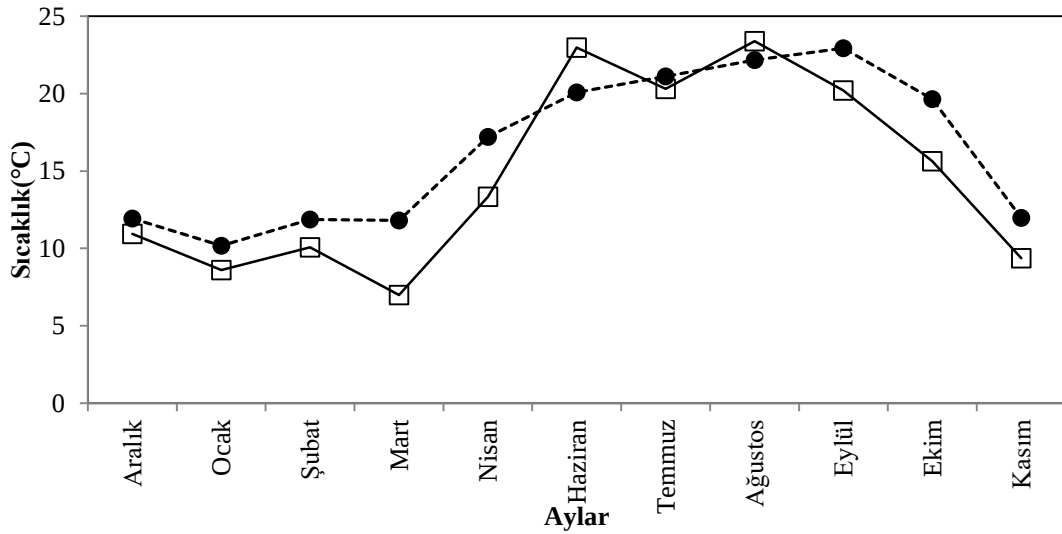
Debilerin mevsimsel olarak iklim şartlarından ve sulama işlemlerinden etkilendiği tespit edilmiştir. Karasu Çayı’nda yaz ve sonbahar aylarında en düşük debiler gözlenmiş ($0,1 \text{ m}^3/\text{s}$), Nisan ayında $3 \text{ m}^3/\text{s}$ ’lik debi değerleri ölçülmüştür. Melendiz Çayında maksimum debilere Nisan ayında ulaşıldığı görülmüş ($\sim 7 \text{ m}^3/\text{s}$), en düşük debi değeri Ağustos ayında ($\sim 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$) ölçülmüştür. İki su kaynağı debi açısından karşılaştırıldığında Melendiz Çayının taşıdığı su hacminin daha yüksek olduğu görülmektedir. Tablo 2.1’deki değerlerle karşılaştırıldığında debilerin azaldığı görülmektedir. Bu durum yıllara göre değişen iklimsel durumlar (yağış, buharlaşma vs) ile açıklanabilir.

2.5. Akarsularda Kalite Parametrelerinin Değişimi

İçme suyu parametrelerinin aylara göre değişimi farklı numune alma noktalarının ortalama değerleri alınarak Melendiz Çayı için Tablo 3.3’de Karasu Çayı için Tablo 3.4’de verilmiştir. Her akarsuyun parametre değeri her akarsuyun farklı örnekleme noktalarından alınan örneklerin sonuçlarının ortalaması olarak verilmiştir. Her bir parametre için grafiksel olarak değerlendirmeler aşağıdaki gibi yapılmıştır.

2.5.1. Sıcaklık

Sıcaklık derecesi yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre daha yüksek derecelerde görülmüştür. Mevsimsel olarak hava sıcaklığındaki düşüşün su sıcaklığına da etkisini gösterdiği görülmektedir. Buna göre en yüksek sıcaklık değerine 23.38°C’de Ağustos ayında Melendiz Çayında ve en düşük sıcaklık değerine 7°C’de Mart ayında yine Melendiz Çayında rastlanmıştır. Sıcaklığın aylara göre değişimi Şekil 3.1.’de verilmiştir.



Şekil 2.3: Melendiz ve Karasu Çaylarının aylara göre sıcaklık değişimi

Tablo 2.4:Melendiz Çayında su kalite parametreleri

Kalite parametreleri*	Ara	Oca	Şub	Mar	Nis	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
Sıcaklık(°C)	10,93	8,6	10,08	7	13,34	22,98	20,31	23,38	20,21	15,64	9,36
pH	7,98	8,43	8,24	8,23	8,30	8,17	8,14	8,30	8,40	8,40	8,41
Elektriksel İletkenlik, (µmhos/cm)	486,2	471,8	377,8	216,8	268,1	285,4	585,6	577,6	543,7	504	407,2
Çözülmüş Oksijen (mg/L)	9,33	10,85	10,29	10,33	10,62	8,16	-	9,95	9,69	9,27	-
Klorür(mg/L)	35,47	34,27	21,5	17,06	16,26	15,42	57,59	64,75	77,14	48,2	48,02
Nitrit(mg/L)	0,177	0,248	0,176	0,208	0,268	0,221	0,128	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001
Nitrat(mg/L)	14,72	15,90	12,21	8,72	7,48	10,40	8,5	6,48	11,83	11,81	15,25
Mangan(mg/L)	0,019	0,044	0,021	0,159	0,008	0,0042	<0,003	0,009	0,012	≤0,003	0,007
Demir(mg/L)	0,117	0,775	0,197	0,004	0,011	0,006	0,010	≤0,003	≤0,003	≤0,003	0,005
Bulanıklık(NTU)	5,72	3,57	>10	13,87	8,54	>10	7,48	5,25	5,97	3,12	1,71
Amonyum(NH₄-N) (mg/L)	0,11	0,18	0,02	0,11	0,004	0,006	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05
Toplam Azot(TN) (mg/L)	3,78	3,77	3,13	2,4	1,82	1,91	1,32	2,1	1,07	1,74	2,71
Arsenik(µg/L)	41,83	67,3	34	19	17	20,82	70,39	66,26	79,89	54,32	58
Fosfat(mg/L)	-	-	-	-	-	0,084	0,121	≤0,01	0,066	≤0,01	≤0,01

Tablo 2.5: Karasu Çayında su kalite parametreleri

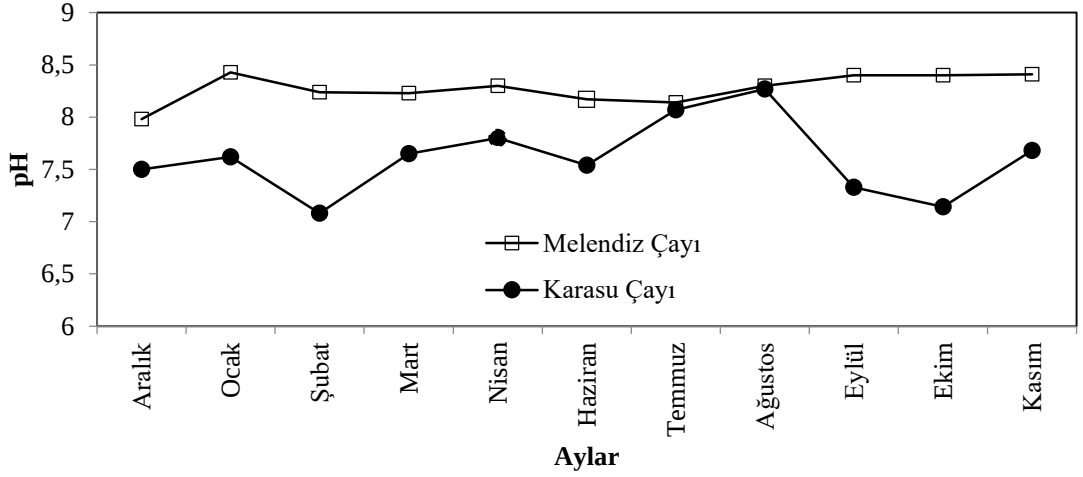
Kalite parametreleri*	Ara	Oca	Şub	Mar	Nis	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
Sıcaklık(°C)	11,94	10,17	11,88	11,8	17,21	20,07	21,12	22,17	22,94	19,64	11,37
pH	7,50	7,62	7,08	7,65	7,8	7,54	8,07	8,27	7,33	7,13	7,68
Elek. İletkenlik(µmhos/cm)	515	494,4	535	503,3	580	606	686,3	724,4	634	604	244,2
Çöz.Oksijen.(mg/L)	7,69	10,16	8,4	10,51	10,06	7,86	8,4	-	6,56	-	8,80
Klorür(mg/L)	32,53	32,85	32,85	32,28	32,95	32,21	38,72	39,51	47,06	42,97	40,54
Nitrit(mg/L)	0,254	0,28	-	0,156	0,515	0,44	0,283	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001
Nitrat(mg/L)	10,18	14,34	9,57	8,92	9,05	7,87	8,7	11,02	16,86	12,42	10,99
Mangan(mg/L)	0,020	0,012	0,014	0,171	0,016	0,124	<0,003	0,056	0,034	0,020	0,020
Demir(mg/L)	0,039	0,378	0,198	-	-	0,007	0,019	≤0,003	≤0,003	≤0,003	0,006
Bulanıklık(NTU)	3,94	1,75	4,24	4,76	7,33	15,06	9,22	11,68	12,09	6,78	4,78
Amonyum(NH₄-N) (mg/L)	0,09	0,19	-	0,06	-	0,20	0,35	0,47	0,16	0,13	0,05
Toplam Azot(TN) (mg/L)	2,83	2,58	2,19	2,14	1,93	1,44	1,78	1,15	2,03	1,93	2,05
Arsenik(µg/L)	12,86	21	22	16	14	21,47	16,26	16,16	18,52	16,63	17,16
Fosfat(mg/L)	-	-	-	-	-	0,046	0,042	≤0,01	0,17	≤0,01	≤0,01

*Tüm kalite parametreleri için her iki çayda da örnekleme noktalarında ölçülen değerlerin ortalaması verilmiştir.

2.5.2. pH

pH değeri, suda erimiş halde bulunan CO₂ ile yakından ilişkilidir. Sıcaklık değerinin kış aylarında düşük olması nedeni ile fitoplankton miktarı azalır ve CO₂ birikiminde buna bağlı olarak artacağı için su asidik bir yapı kazanır. Bu durum pH değerinin azalmasına neden olur. Fitoplanktonlar fotosentez olayı sonucunda ortamda bulunan CO₂'i tüketip pH değerini yükseltirler (Boyd, 1990).

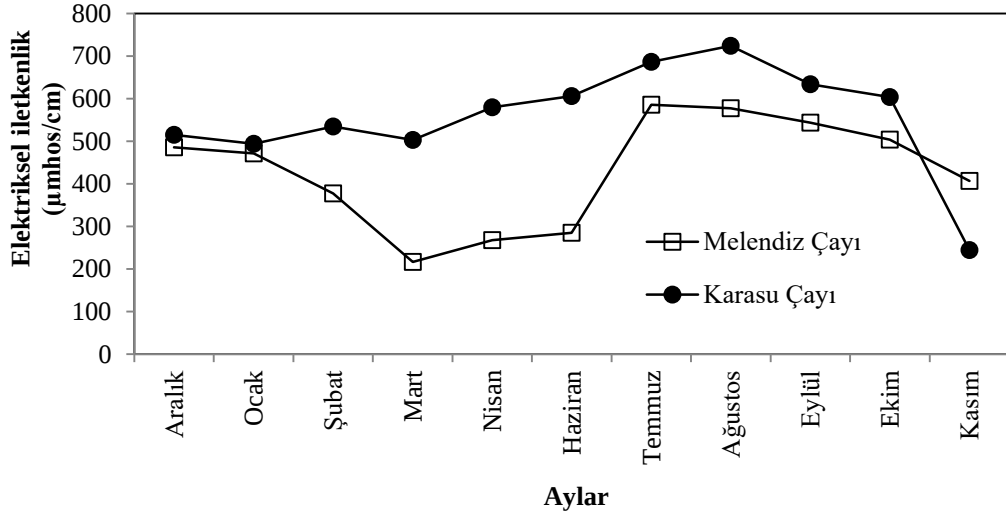
Aylara göre pH değerlerine baktığımızda farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıklara sıcaklık, yağış vb. aktivitelerin etki ettiğini söyleyebilir. Buna göre pH için en düşük değer 7,08 ile Karasu Çayında, en yüksek değer ise 8,43 ile Melendiz Çayında görülmüştür. pH'ın aylara göre değişimi Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 2.4: Melendiz ve Karasu Çaylarının aylara göre pH değişimi

2.5.3. İletkenlik

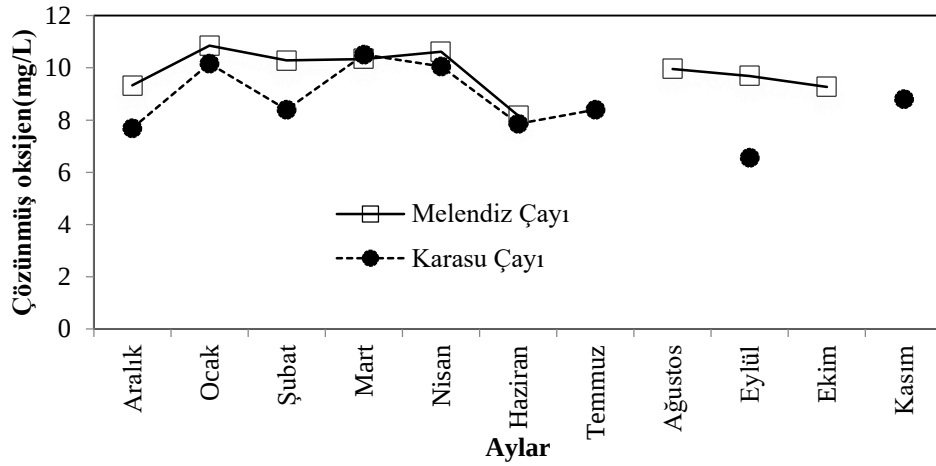
Genel olarak bütün sular elektrik içerir. İyon konsantrasyonu ile bu iletkenlik artar. Buna göre iletkenliğin minimum değerine 216,8 µmhos/cm ile Melendiz Çayında, maksimum değerine ise 724,4 µmhos/cm ile Karasu Çayında rastlanmıştır. Aylara göre iletkenlik değerinin değişimi Şekil 3.3.'te verilmiştir.



Şekil 2.5: Melendiz ve Karasu Çayları'nın İletkenlik değişimi

2.5.4. Çözünmüş oksijen

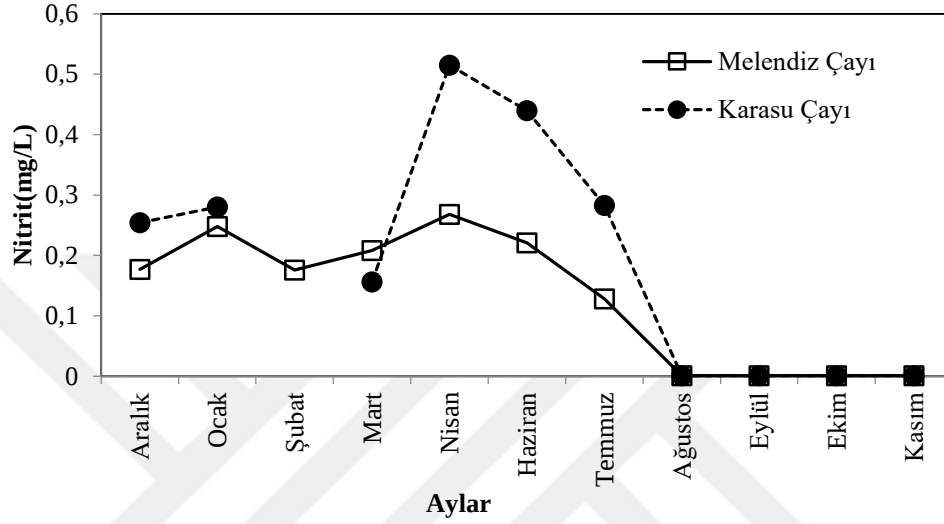
Çözünmüş oksijen değeri basınç ile artar ve sıcaklık ile azalır (Geldiay ve Balık, 1988). Şekilde görüldüğü gibi çözünmüş oksijenin sıcaklık ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Çözünmüş oksijen değeri en fazla 10,85 mg/L ile Melendiz Çayı'nda Ocak ayında görülürken, Melendiz Çayında Temmuz ve Kasım aylarında Karasu Çayında ise Ağustos ve Ekim aylarında çözünmüş oksijen değeri ölçülemedi. Şekil 3.4'de çözünmüş oksijenin aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.6: Melendiz ve Karasu Çayları'nın çözünmüş oksijen değişimi

2.5.5. Nitrit

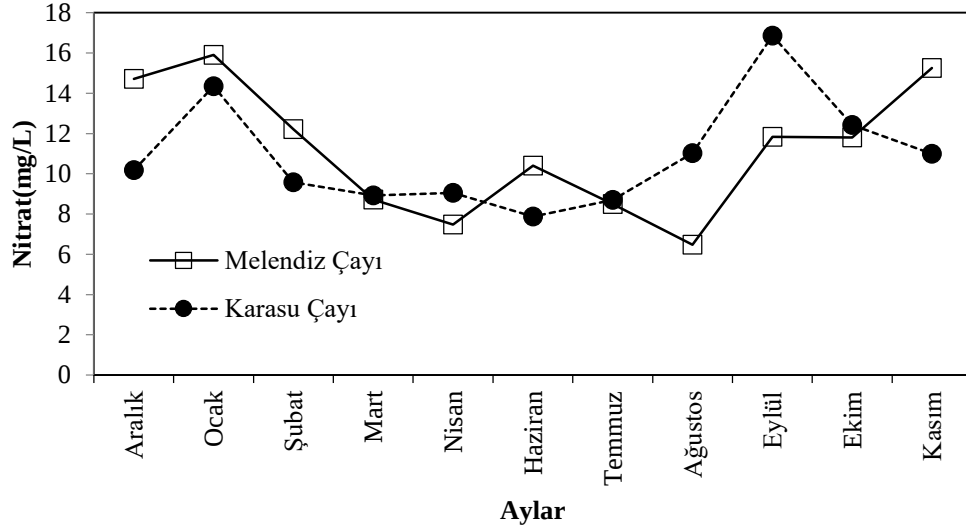
Nitrit değeri en fazla Karasu Çayında 0,515 mg/L ile Nisan ayında görülmüştür. Her iki çayda da en düşük değer Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında 0,001mg/L'den küçük değer olarak ölçülmüştür. Şekil 3.5'de nitrit değerinin aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.7: Melendiz ve Karasu Çayları'nın Nitrit değişimi

2.5.6. Nitrat

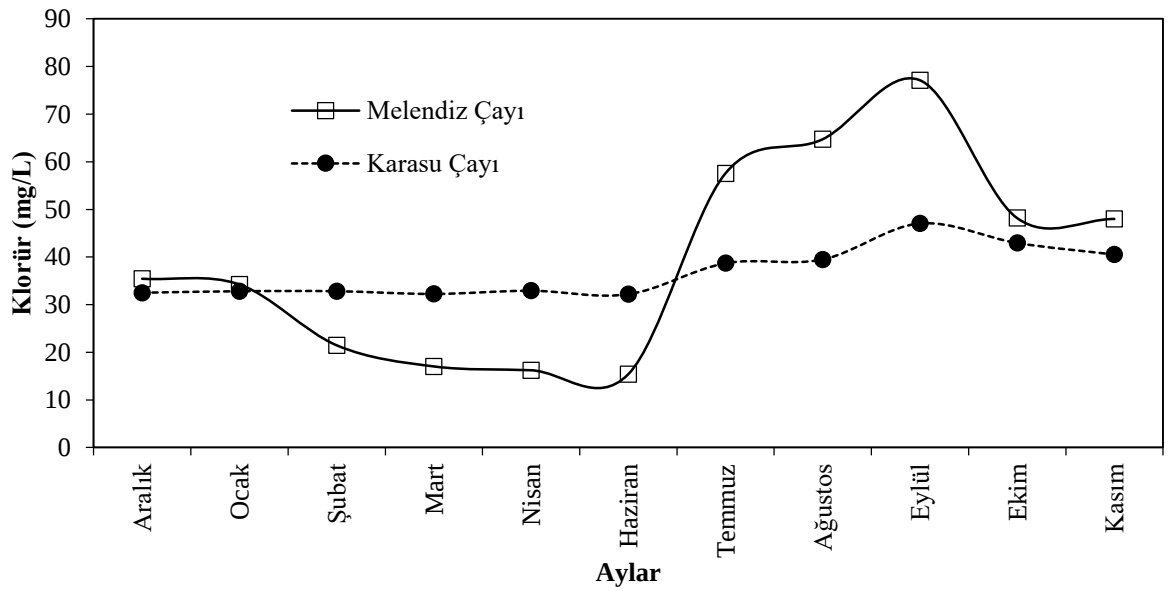
Nitratin suda bulunması kirlenmenin daha önce olduğunu bir göstergesidir. Nitrat değeri en fazla 16,86 mg/L ile Karasu Çayın da Eylül ayında görülmüştür. En düşük ise 6,48 mg/L ile Ağustos ayında görülmüştür. Şekil 3.6'da nitratin aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.8: Melendiz ve Karasu Çayları'nın nitrat değişimi

2.5.7. Klorür

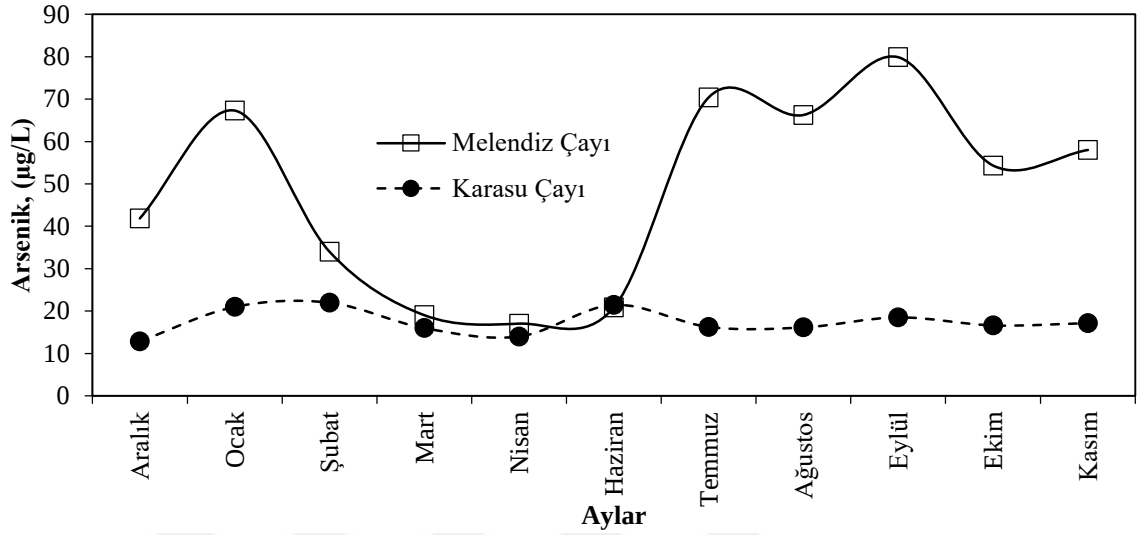
Klorür değerine en fazla 77,14 mg/L ile Melendiz Çayında Eylül ayında rastlanmıştır, en düşük değerine ise 15,42 mg/L ile yine Melendiz Çayında Haziran ayında rastlanmıştır. Şekil 3.7'de Klorür değerinin aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.9: Melendiz ve Karasu Çayları'nın Klorür değişimi

2.5.8. Arsenik

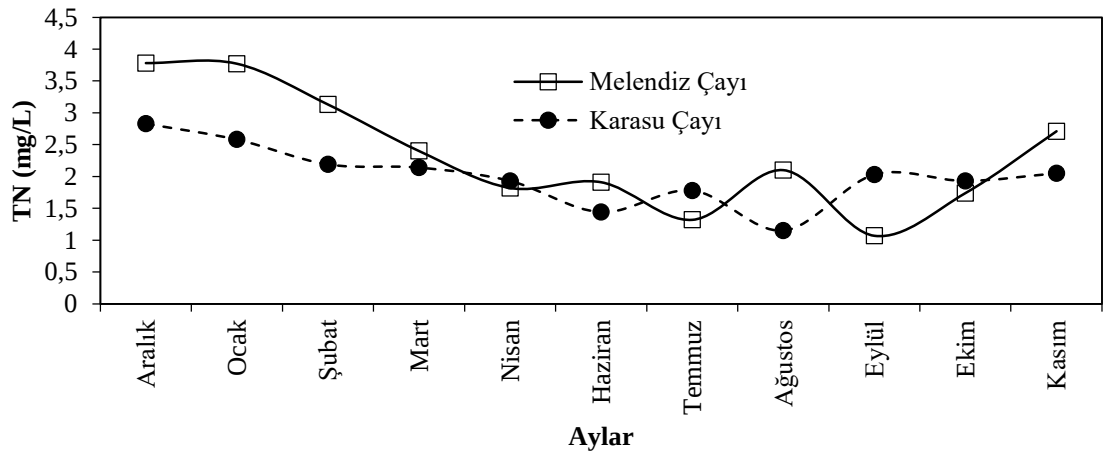
Arsenik değerine en fazla 79,89 $\mu\text{g/L}$ ile Eylül ayında Melendiz Çayında rastlanmıştır. En düşük ise 12,86 $\mu\text{g/L}$ ile Kasım ayında Karasu Çayında rastlanmıştır. Şekil 3.8’de Arsenik miktarının aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.10: Melendiz ve Karasu Çayları’nın arsenik değişimi

2.5.9. Toplam azot

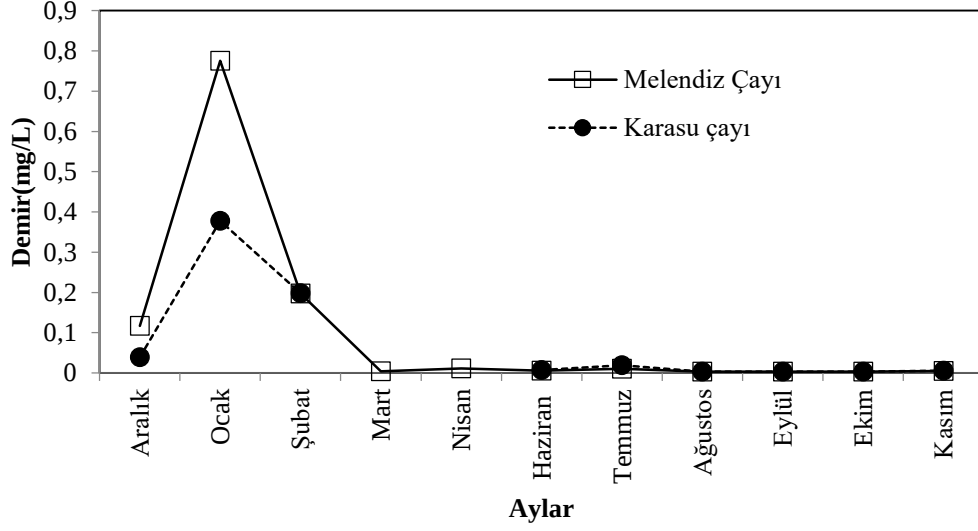
Toplam azot miktarı en fazla 3,78 mg/L ile Aralık ayında Melendiz Çayında ölçülmüştür. En düşük ise 1,07 mg/L ile Eylül ayında Melendiz Çayında ölçülmüştür. Şekil 3.9’da Toplam azot değerinin aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.11: Melendiz ve Karasu Çayları’nın toplam azot değişimi

2.5.10. Demir

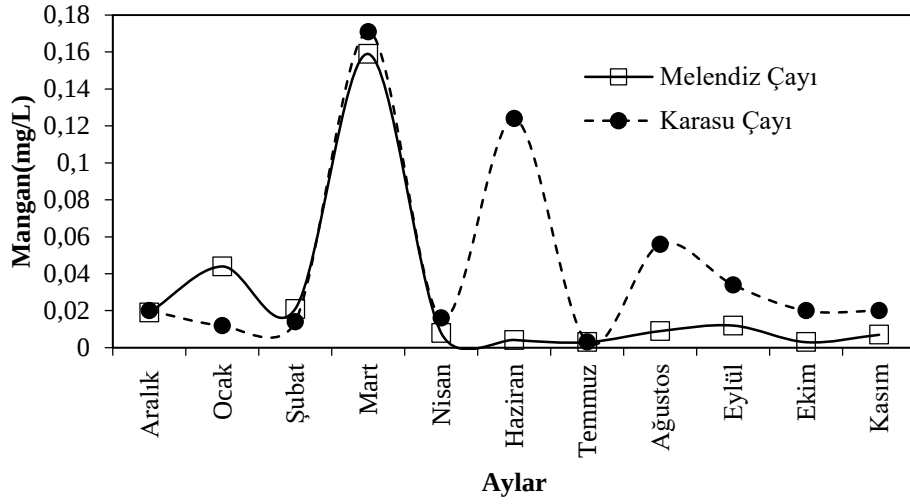
En fazla demir değeri 0,775 mg/L ile Melendiz çayında Ocak ayında görülmüştür. En düşük ise Karasu çayında Mart ve Nisan aylarından sonra ölçülemeyecek düzeyde düşük bulunmuştur. Şekil 3.10'da demirin aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.12: Melendiz ve Karasu Çaylarının Demir değişimi

2.5.11. Mangan

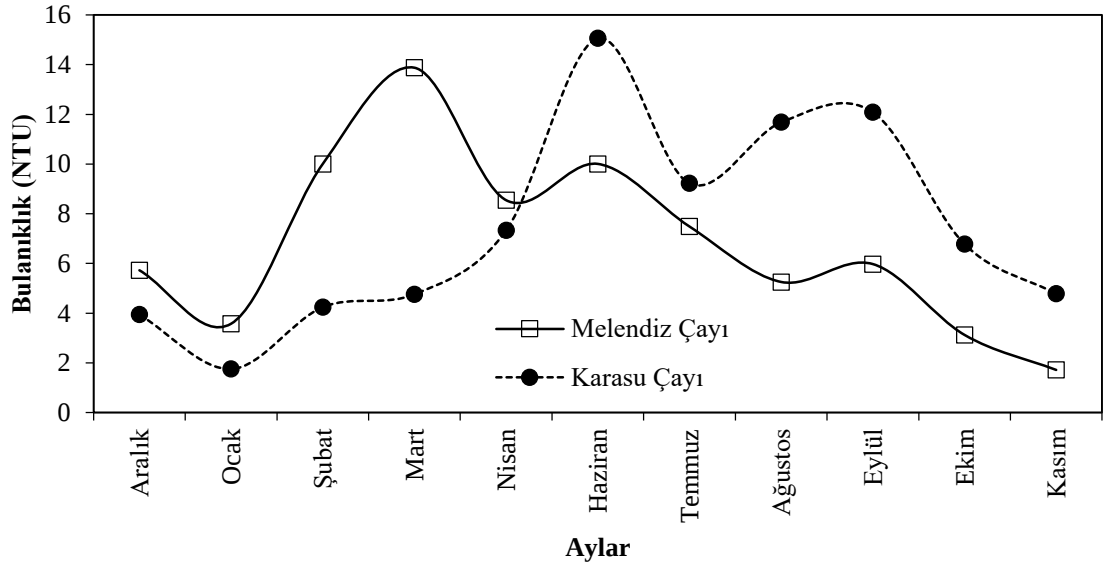
En fazla mangan değeri 0,171 mg/L ile Mart ayında Karasu çayında ölçülmüştür. En düşük ise Melendiz Çayında Temmuz ve Ekim aylarında ve Karasu Çayında ise Temmuz ayında 0,003 mg/L den küçük olarak ölçülmüştür. Şekil 3.11'de Manganın aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.13: Melendiz ve Karasu Çayları'nın Mangan değişimi

2.5.12. Bulanıklık

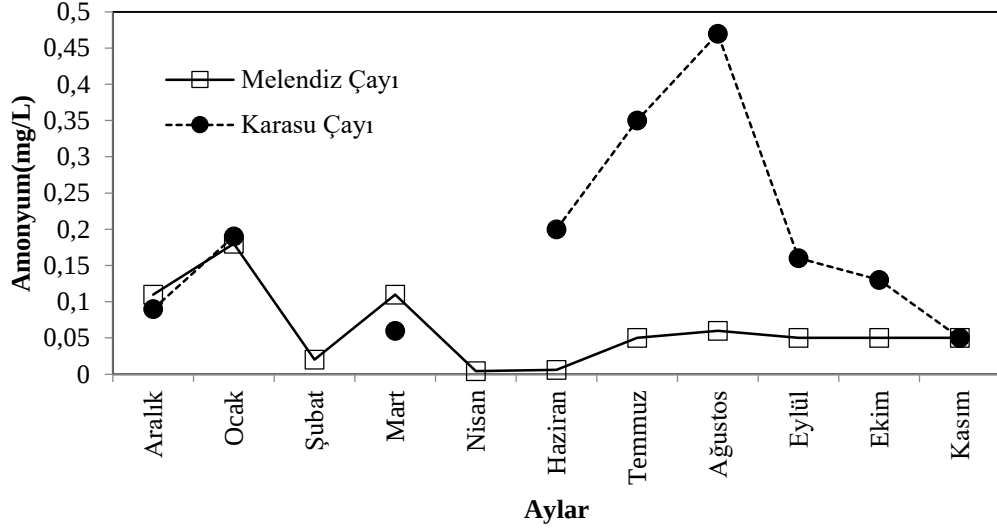
En fazla bulanıklık değerine 15,06 NTU ile Haziran ayında Karasu Çay'ında rastlanmıştır. En düşük ise 1,71 NTU ile Kasım ayında Melendiz çayında rastlanmıştır. Şekil 3.12'de bulanıklık değerinin aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.14: Melendiz ve Karasu Çayları'nın bulanıklık değişimi

2.5.13. Amonyum

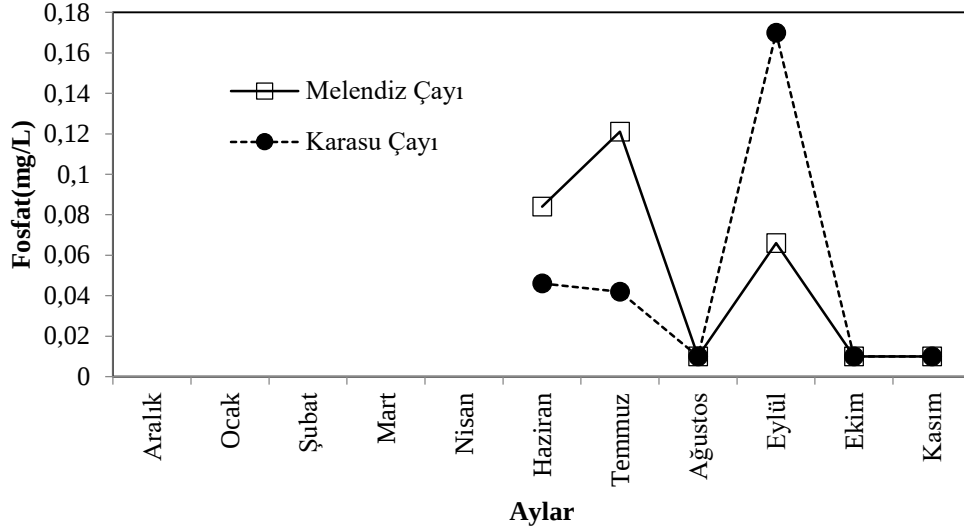
Araştırmamıza göre en fazla amonyum değeri 0,47 mg/L olarak Karasu Çayı'nda Ağustos ayında ölçülmüştür. Yine Karasu Çayı'nda Şubat ve Nisan aylarında amonyum değeri ölçülmemiştir. Şekil 3.13'de amonyum değerinin aylara göre değişimi verilmiştir.



Şekil 2.15: Melendiz ve Karasu Çayları'nın amonyum değişimi

2.5.14. Fosfat

Araştırmamıza göre en fazla fosfat değeri 0,121 mg/L olarak Melendiz Çayı'nda Temmuz ayında ölçülmüştür. Kış aylarında her iki çayda da fosfat değerleri ölçülmemiştir. Şekil 3.14'de fosfat değerinin aylara göre değişimi verilmiştir.

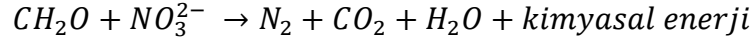


Şekil.3.14: Melendiz ve Karasu Çayları'nın fosfat değişimi

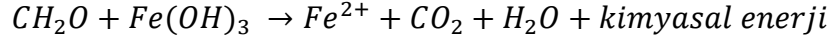
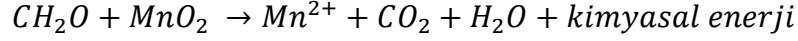
2.6. Gölün Trofik Durumu

Gölün trofik seviyesinin belirlenmesi için ölçüm periyodunda gölün değişik derinliklerinden örneklemeler yapıp analizler gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.15-3.18 ölçüm sonuçlar derinliğe bağlı olarak verilmiştir. Mevzuata (T.C. Resmi Gazete, 2012) göre değerlendirildiğinde gölün ötrofik hatta bazı zamanlarda hipertrofik olduğu görülmektedir. Şubat -Mart aylarından sonra gölün dip kısmında meydana gelen anaerobik şartlarda sırasıyla aşağıdaki reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bu biyokimyasal reaksiyonların ürünler suda muhtemelen tat ve koku problemlerine neden olmaktadır. Bu reaksiyonlardan bazıları aşağıdaki gibidir. Sedimentlerde bulunan mangan oksit ve demir oksitler demir ve mangan indirgeyen mikroorganizmalar ile aşağıdaki indirgenerek enerji kazanılır. Daha sonra suda bulunan sülfatı kullanan sülfat indirgeyen bakteriler sedimentteki organik maddeleri sülfat kullanarak okside ederler ve açığa kötü kokuya neden olan H_2S gazı açığa çıkar. Gölde Ocak -Şubattan itibaren gözlenen alg patlaması ve ölmesi ile birlikte sıcaklık tabakalaşmasının etkisi ile dipte oksijenin bitmesi, dipte organikçe zengin ortamlarda aşağıdaki biyokatalitik reaksiyonların oluşumuna neden olmaktadır.

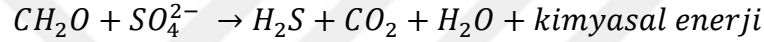
Termodinamik olarak oluşması muhtemel ilk reaksiyon, denitrifikasyon bakterileri tarafından aşağıdaki gibi biyokimyasal enerji elde etmek amacı ile gerçekleştirilir (Işık, 2016).



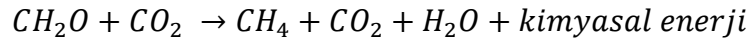
Sedimentlerde bulunan mangan oksit ve demir oksitler demir ve mangan indirgeyen mikroorganizmalar ile aşağıdaki indirgenerek enerji kazanılır.



Daha sonra suda bulunan sülfatı kullanan sülfat indirgeyen bakteriler sedimentteki organik maddeleri sülfat kullanarak okside ederler ve açığa kötü kokuya neden olan H₂S gazı açığa çıkar.



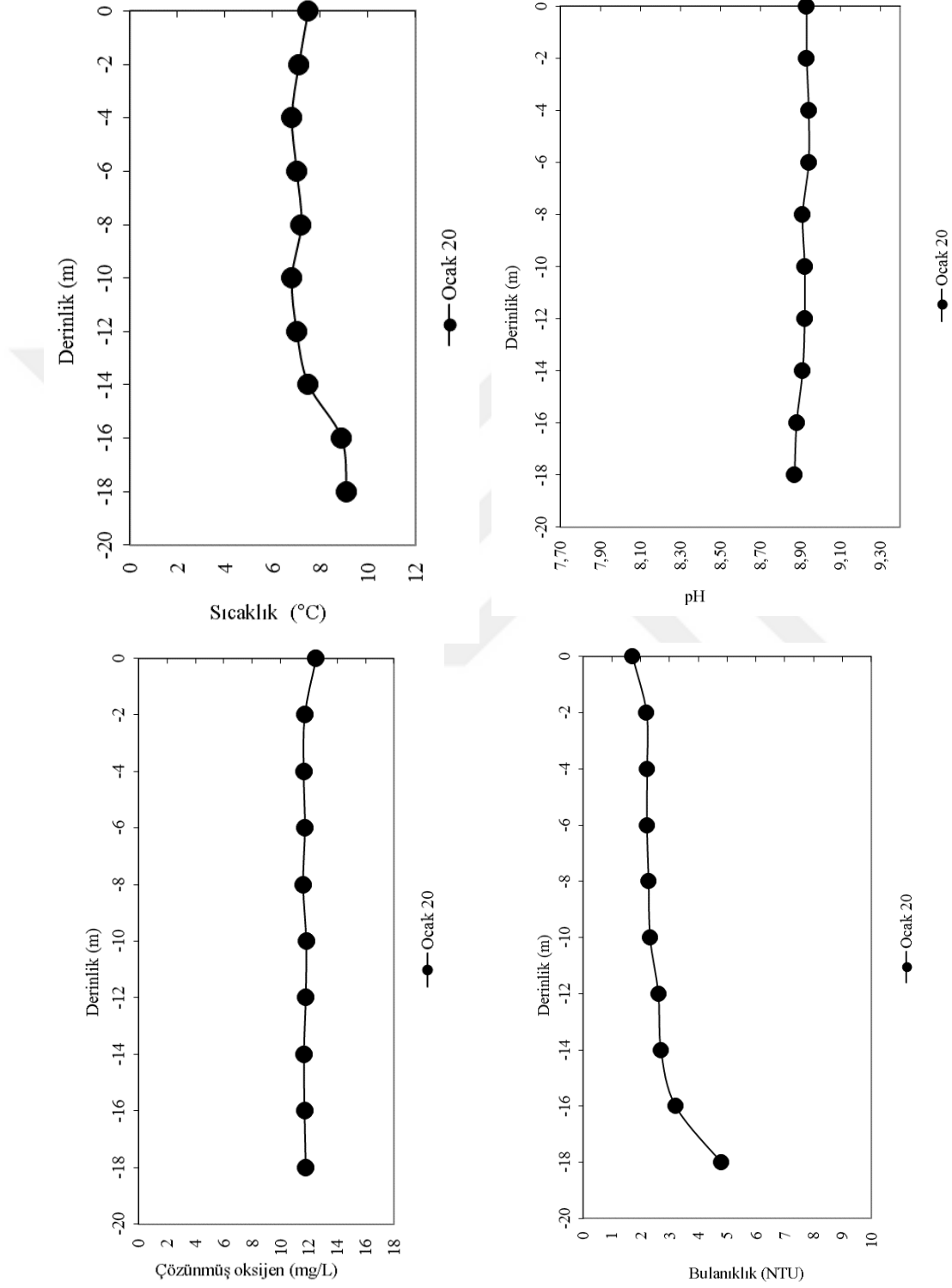
Uzun süreli anaerobik şartların hakim olması durumunda ise aşağıdaki reaksiyon baskın hale geçerek metan oluşumu gözlenir. Bu reaksiyonun geliştiği ortamlarda inorganik civa metanojenik mikroorganizmalar yardımı ile metilcivaya dönüşebilmektedir. Metil civa canlılar ve insanlar için oldukça toksik olduğunda ayrıca bir risk unsurudur.

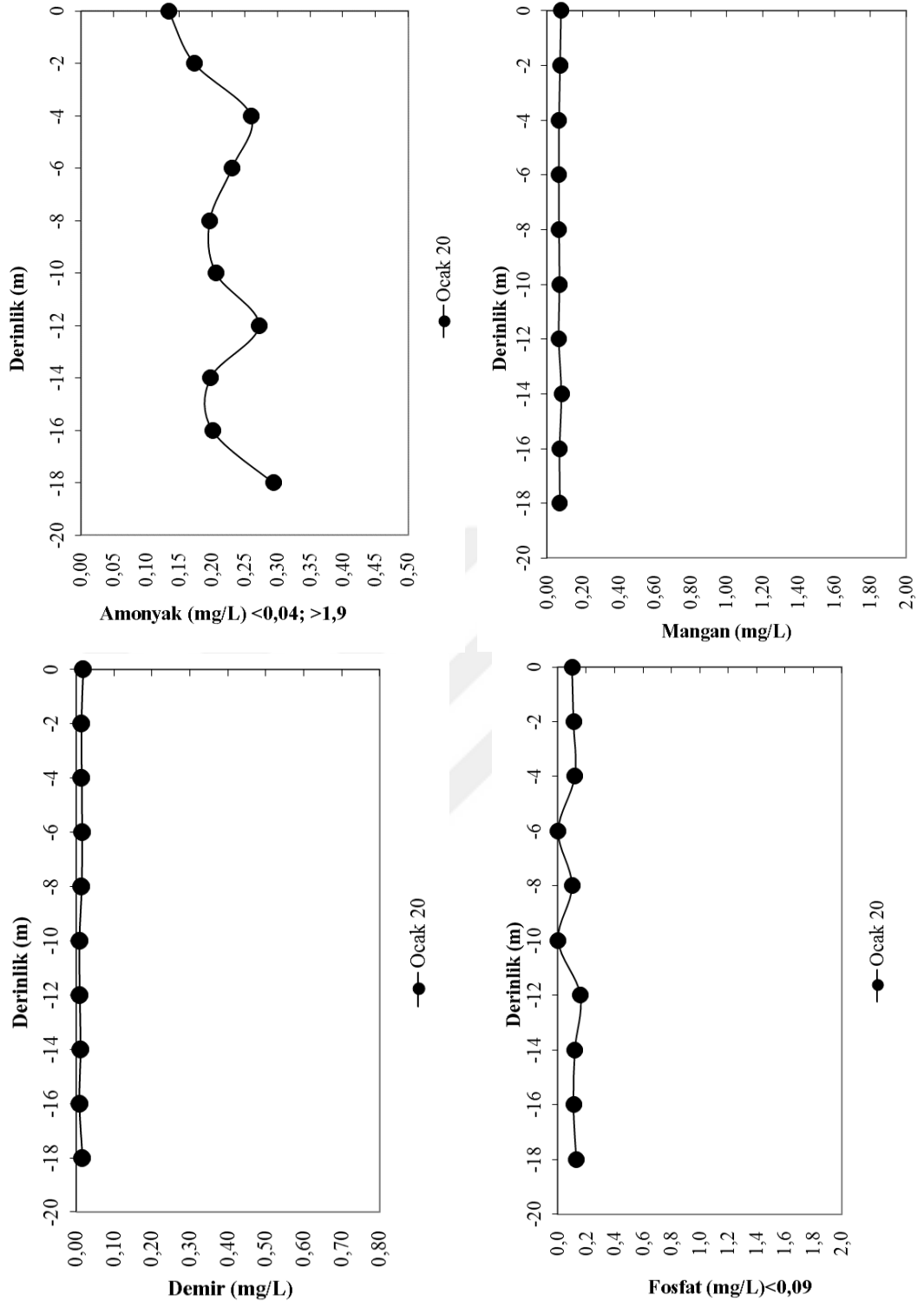


Gölde Ocak -Şubattan itibaren gözlenen alg patlaması ve ölmesi ile birlikte sıcaklık tabakalaşmasının etkisi ile dipte oksijenin bitmesi, dipte organikçe zengin ortamlarda yukarıdaki biyokatalitik reaksiyonların oluşumuna neden olmaktadır.

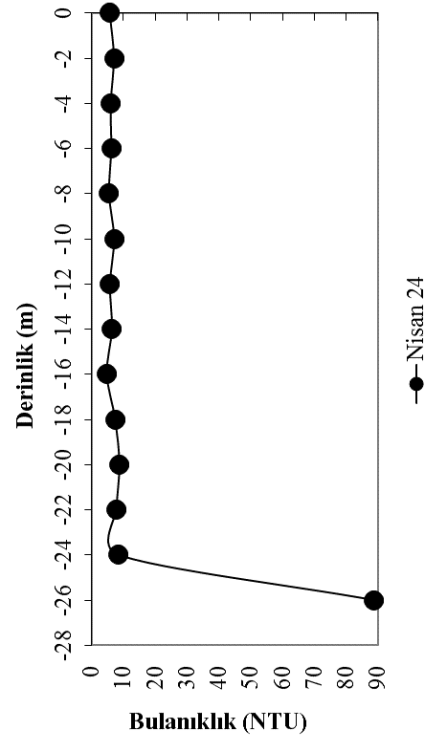
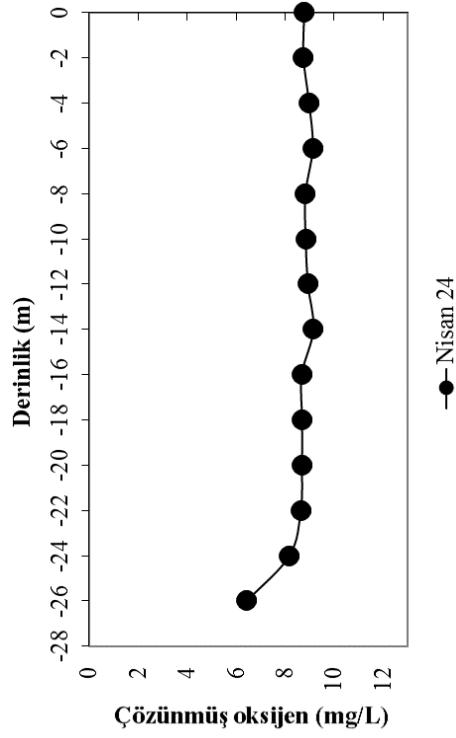
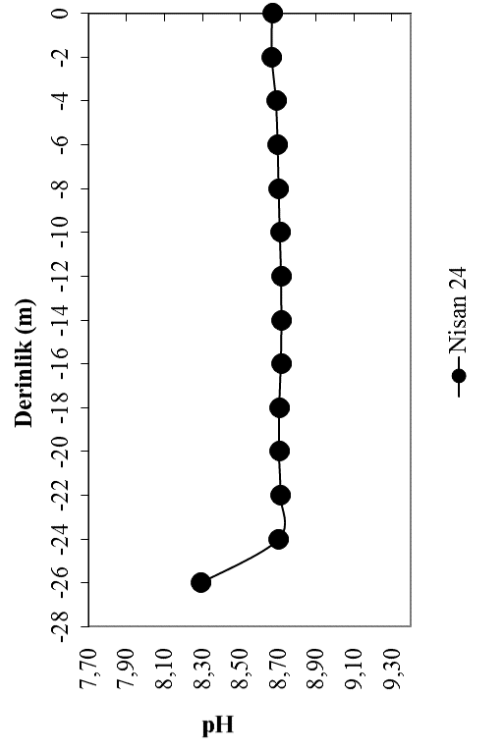
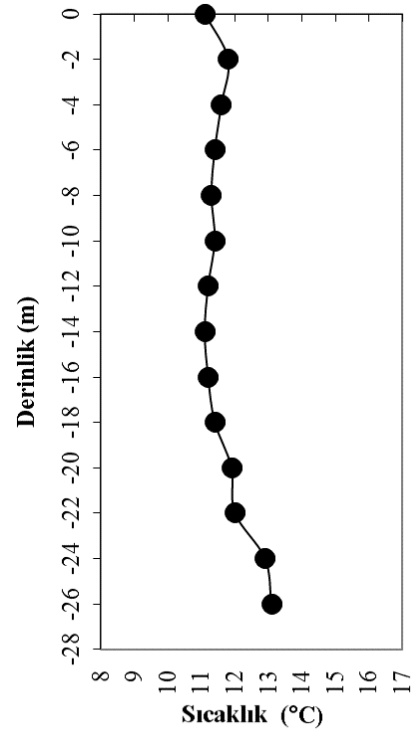
Baraj gölünde Mayıs ayından itibaren ÇO değerleri özellikle dip kısımlarda sıfıra düşmektedir. Ötrofik göller için tipik bir durumdur. Gölde içme suyu temininde kaynaklanan tat ve koku probleminin temel nedeni de budur. Dip kısımlarda Şubat Mart aylarından itibaren başlayan oksijensizlik durumu bu aylardan sonra içme suyunda problemlere neden olmaktadır. Ocak ayından itibaren dip kısımdaki anaerobik şartlar başlayıp bahar ve yaz aylarında artarak devam etmektedir. Anaerobik şartlar için tipik bir durum olan Haziran ayı için gölün derinliğine göre değişik

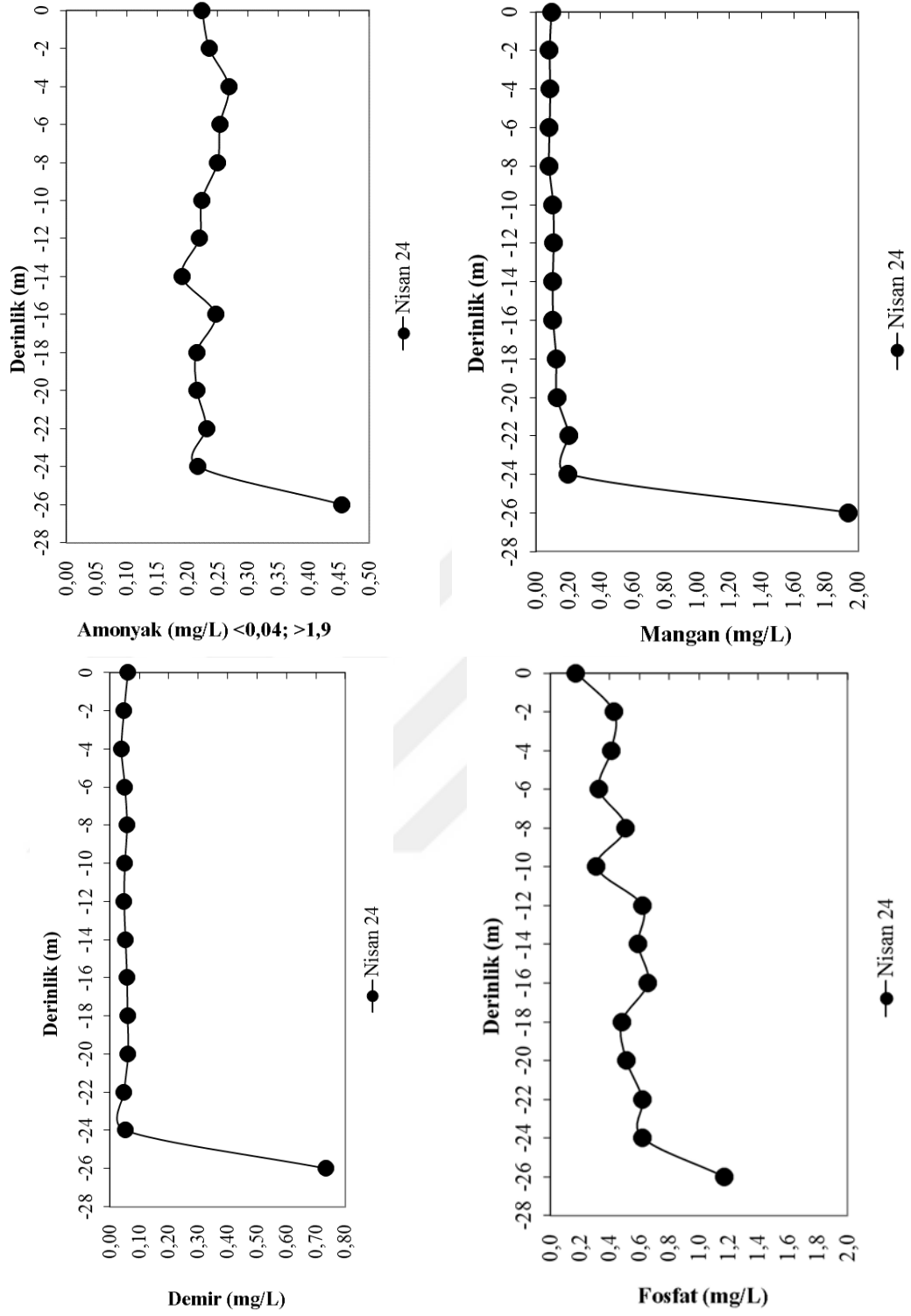
parametrelerin ölçümleri verilmiştir. Bu ölçüm sonuçları göldeki tabakalaşmayı, dip katmanda pH, sıcaklık ve ÇÖ değerlerinin düştüğünü, bu parametrelerin aksine amonyak, demir, mangan ve fosfat değerlerinin arttığını göstermektedir.



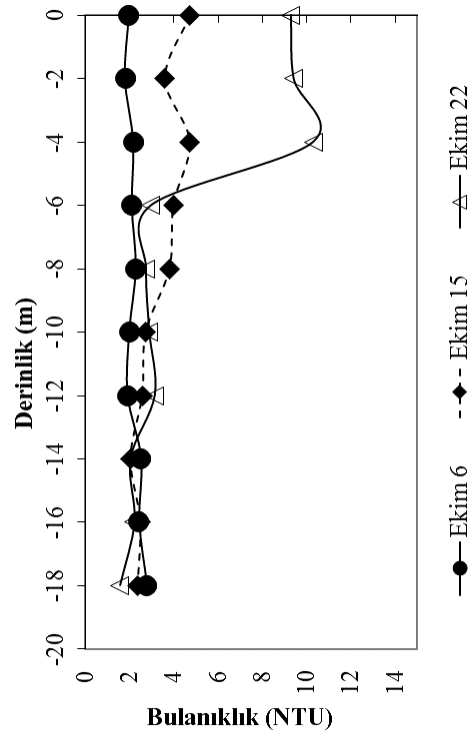
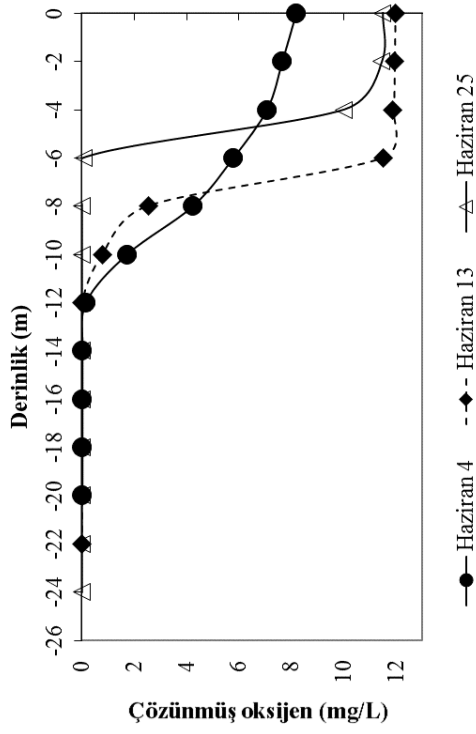
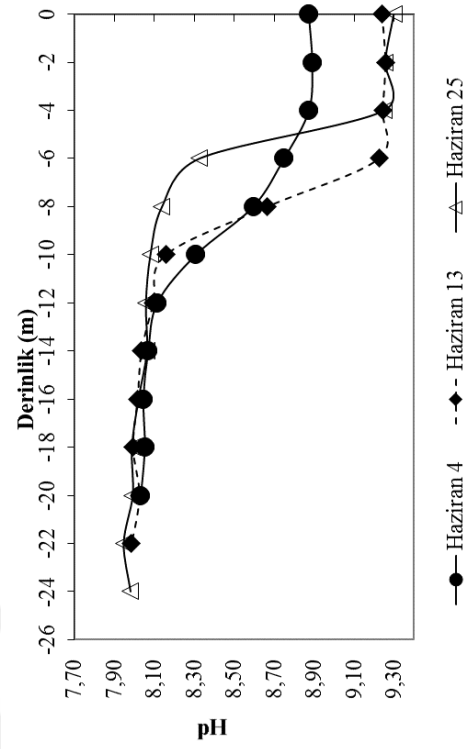
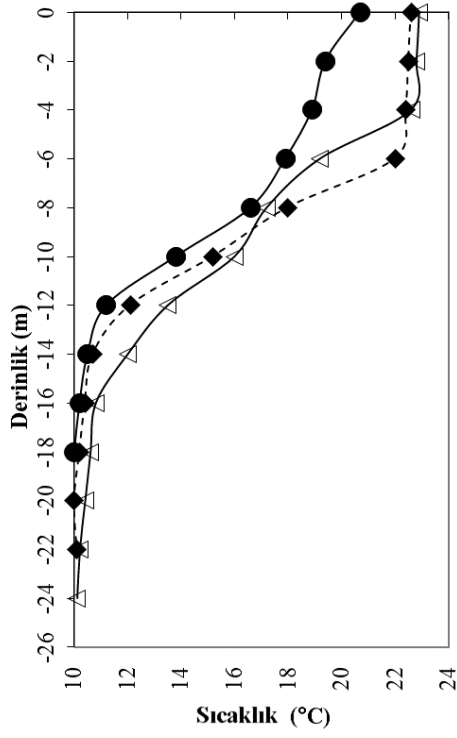


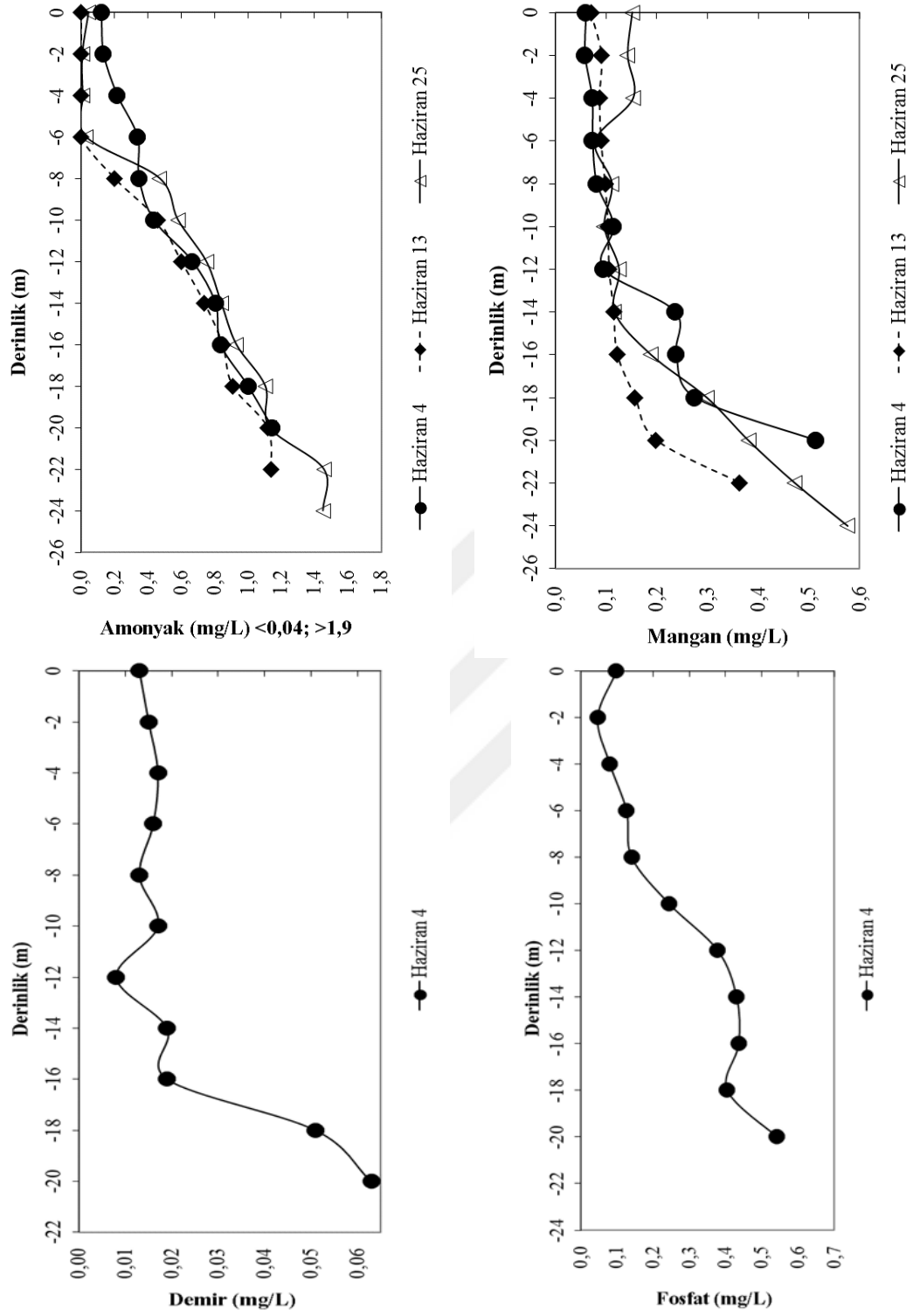
Şekil 2.165: Ocak Ayı Mamasın Baraj Gölü'nde derinlikle bazı parametrelerin değişimi



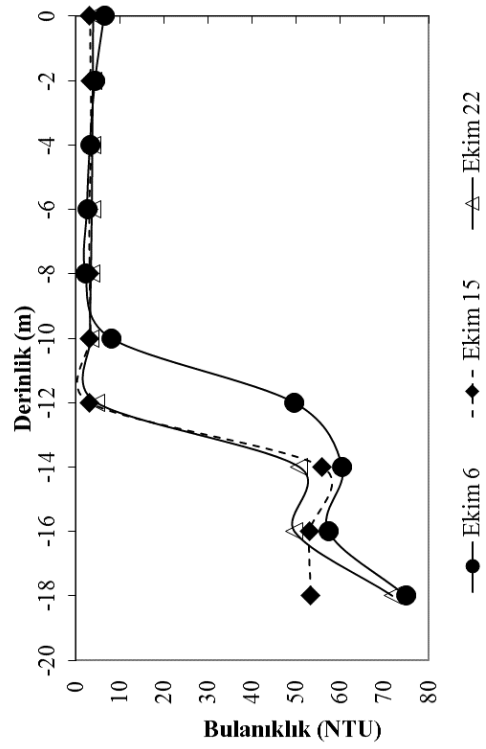
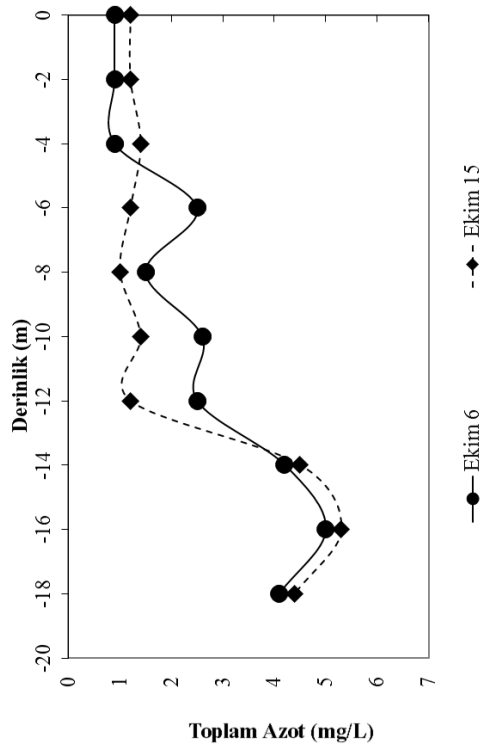
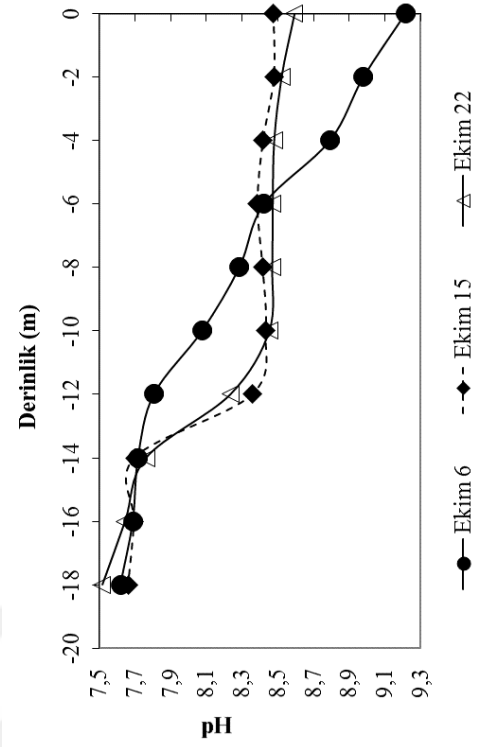
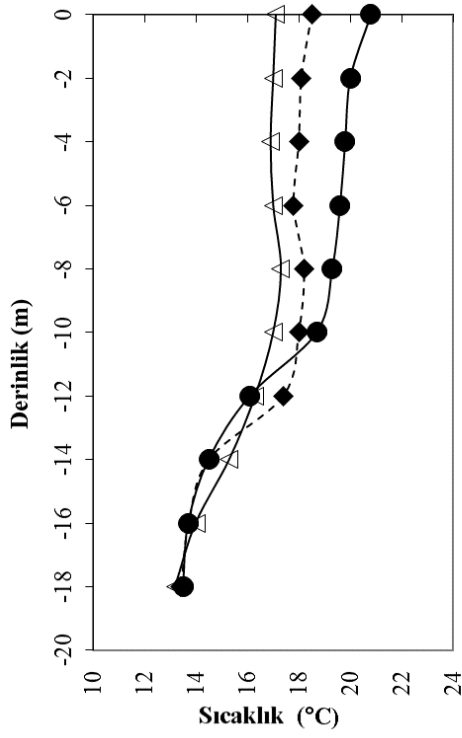


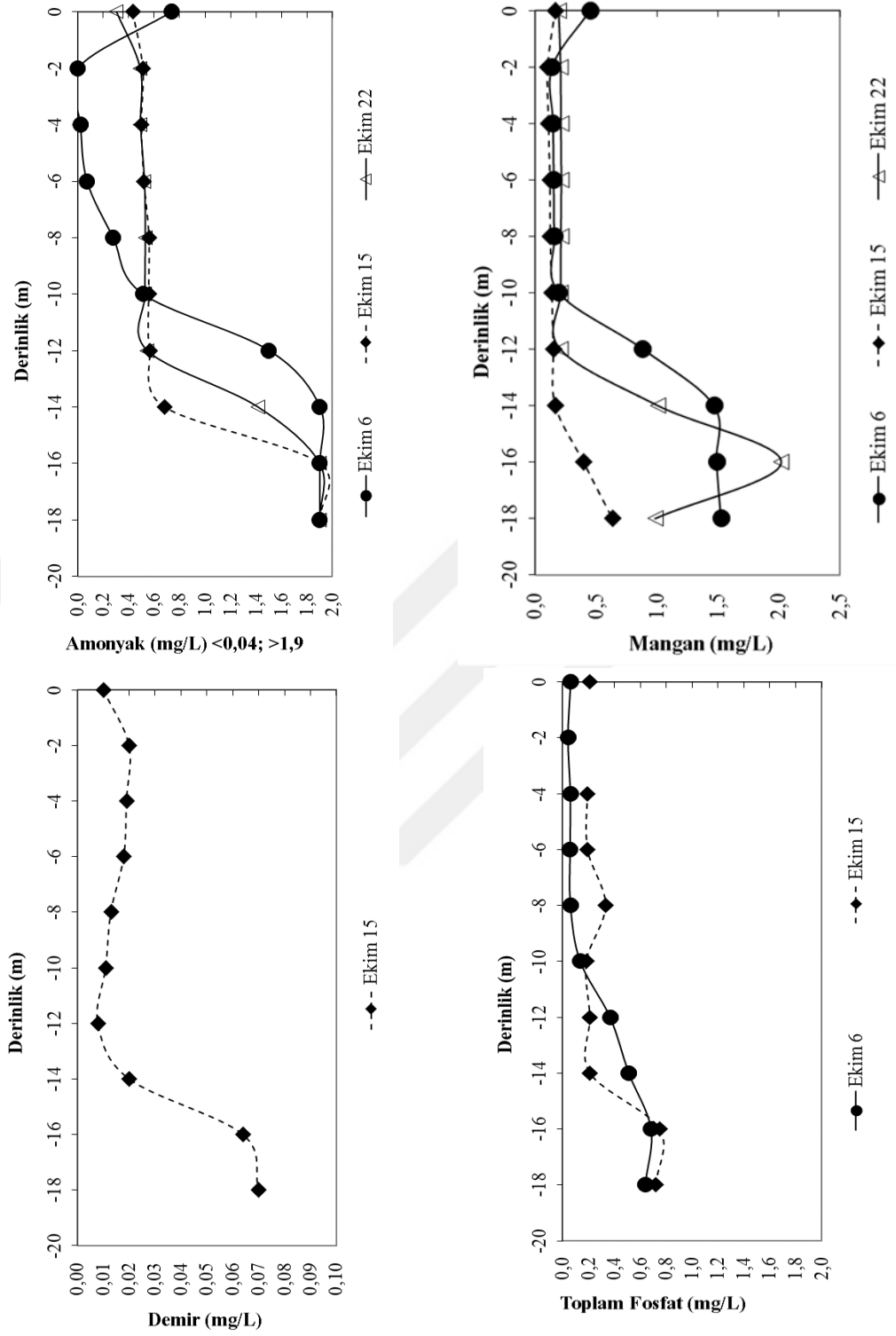
Şekil 2.176:Nisan Ayı Mamasin Baraj Gölü'nde derinlikle bazı parametrelerin değişimi





Şekil 2.187: Haziran Ayı Mamasin Baraj Gölü'nde derinlikle bazı parametrelerin değişimi



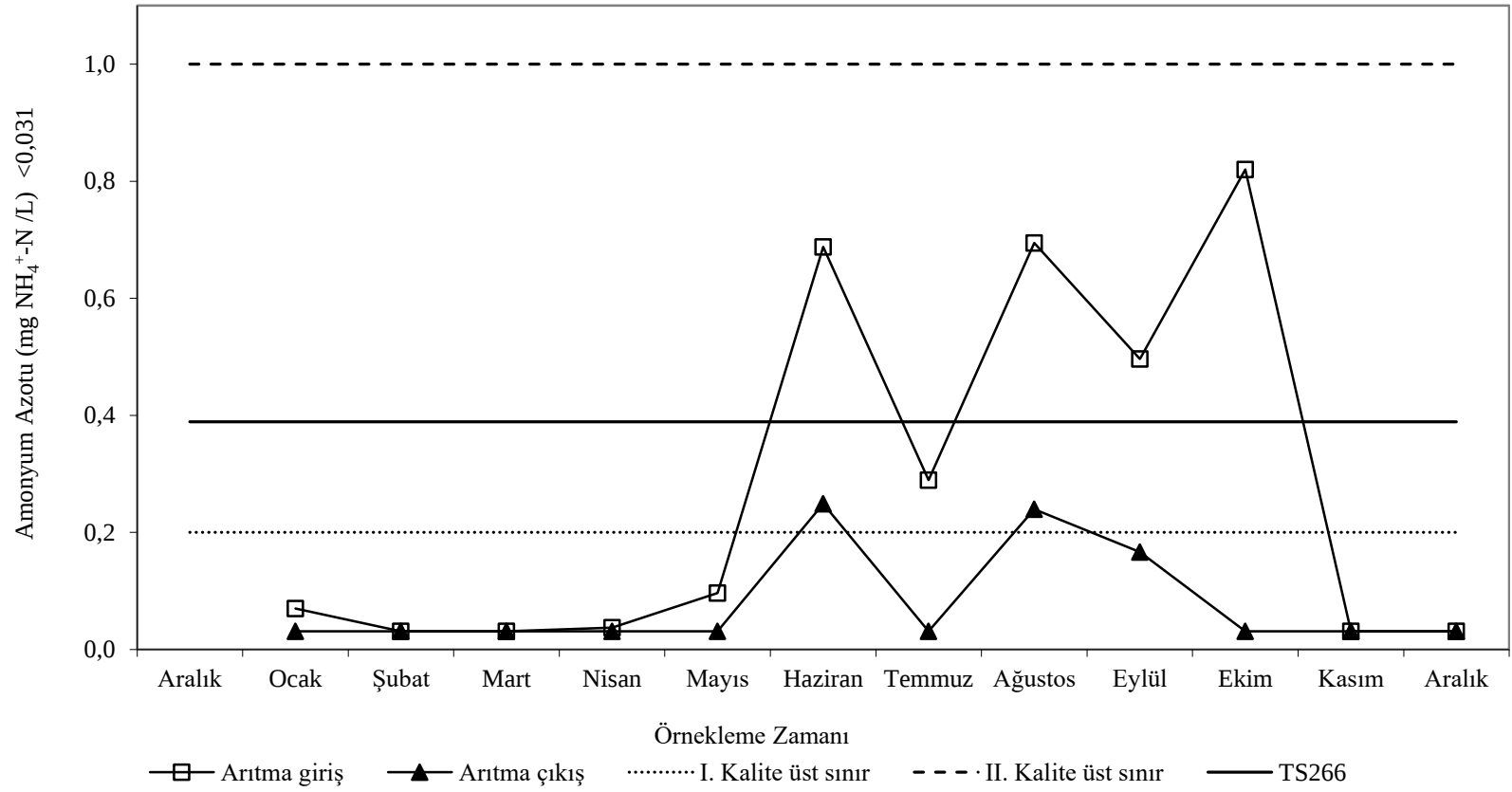


Şekil 2.198: Ekim Ayı Mamasın Baraj Gölü'nde derinlikle bazı parametrelerin değişimi

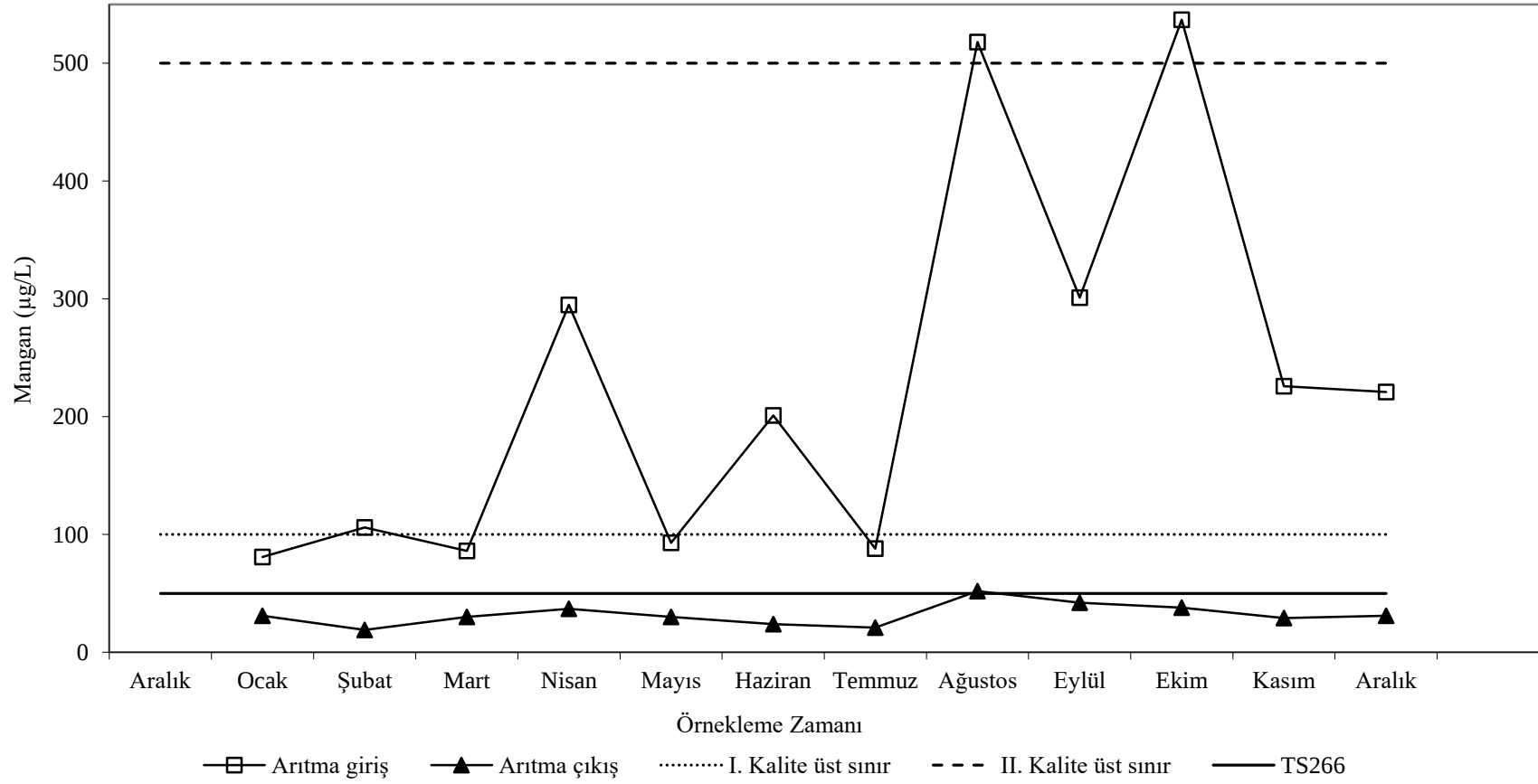
2.7. Arıtma Tesis Performansı

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. Barajdan farklı su derinliklerinden su alma yapısına rağmen arıtma tesisi girişleri Mayıs- Haziran Ayından itibaren TS266 (T.C. Resmi Gazete, 2005) sınır değerlerini aşmaktadır.

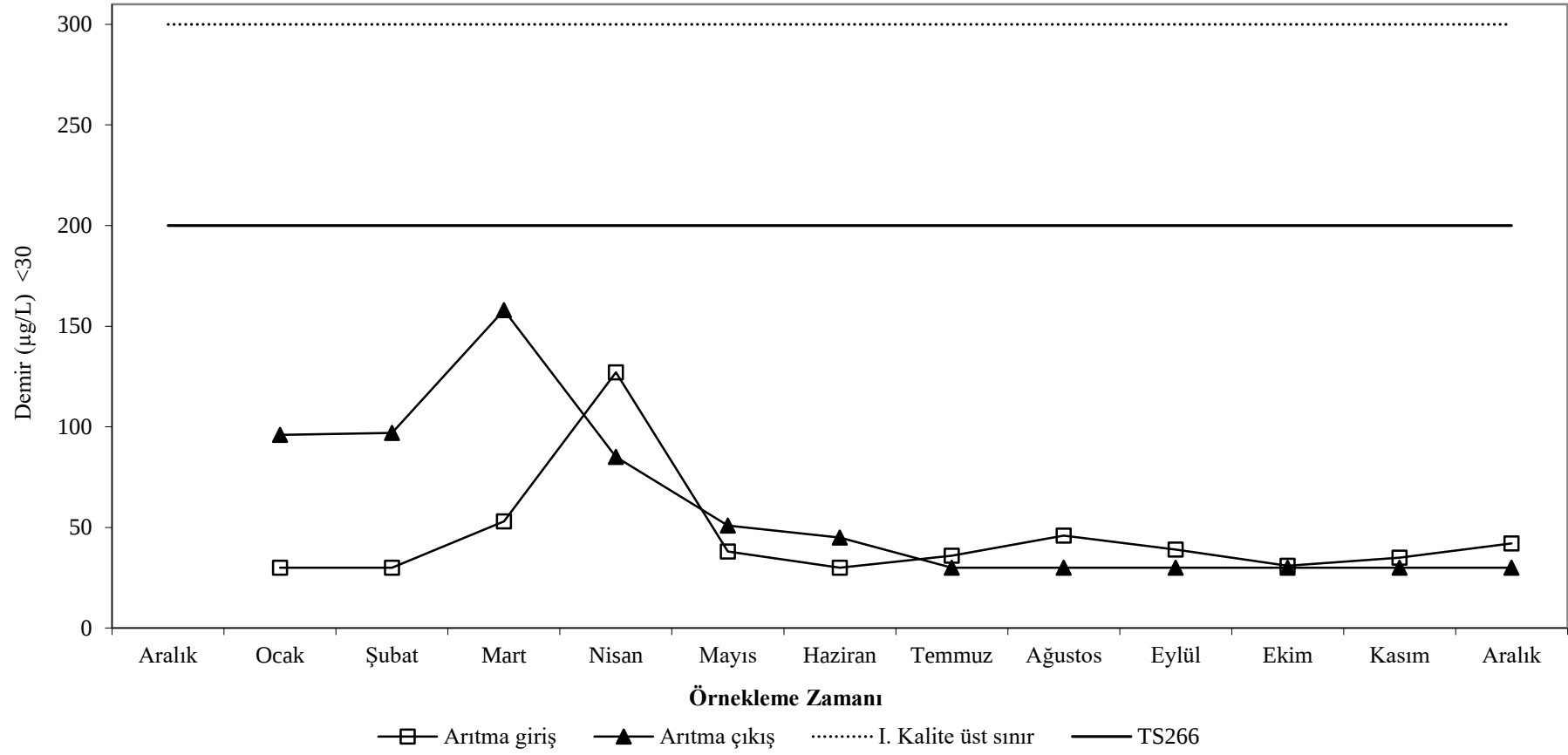
Bazı aylarda (Eylül) 1,5 mg/L civarında Amonyum değerleri de ölçülmüştür. Yüksek gelen amonyum azotu değerleri arıtma tesisinde klorlama ile mevzuatın öngördüğü değerler altına düşürülmektedir. Ancak klor tüketimine ve klorla oluşturduğu bileşiklerin tat ve koku problemine neden olma durumu söz konusudur. Mangan değerleri yılın tüm zamanlarında TS266 daki müsaade edilen değerlerin üzerindedir. Ağustos ve Ekim aylarında arıtma tesisi pik yapan mangan derişimleri (0,7 mg/L) mevzuat değerlerine ancak düşürülmektedir. Arsenik giderimi palyatif yöntemlerle klasik içme suyu arıtma tesisinde yapılırsa da, bazen giderimin yeterli olmadığı da tespit edilmiştir. Daha etkin arsenik giderim yöntemlerinin klasik içme suyu arıtma tesisine entegre edilmesi gerekmektedir. Arıtma tesisinde fiziksel kimyasal parametreler mevzuat değerlerine getirilse de arıtma tesisinin çok dikkatli işletilme gerekliliği vardır. Ham su bu açıdan risk taşımaktadır. Arıtma tesisinde olası bir işletme hatası ve ekipman arızası TS 266 da verilen fiziksel kimyasal kalitede su üretimini kısıtlayacaktır.



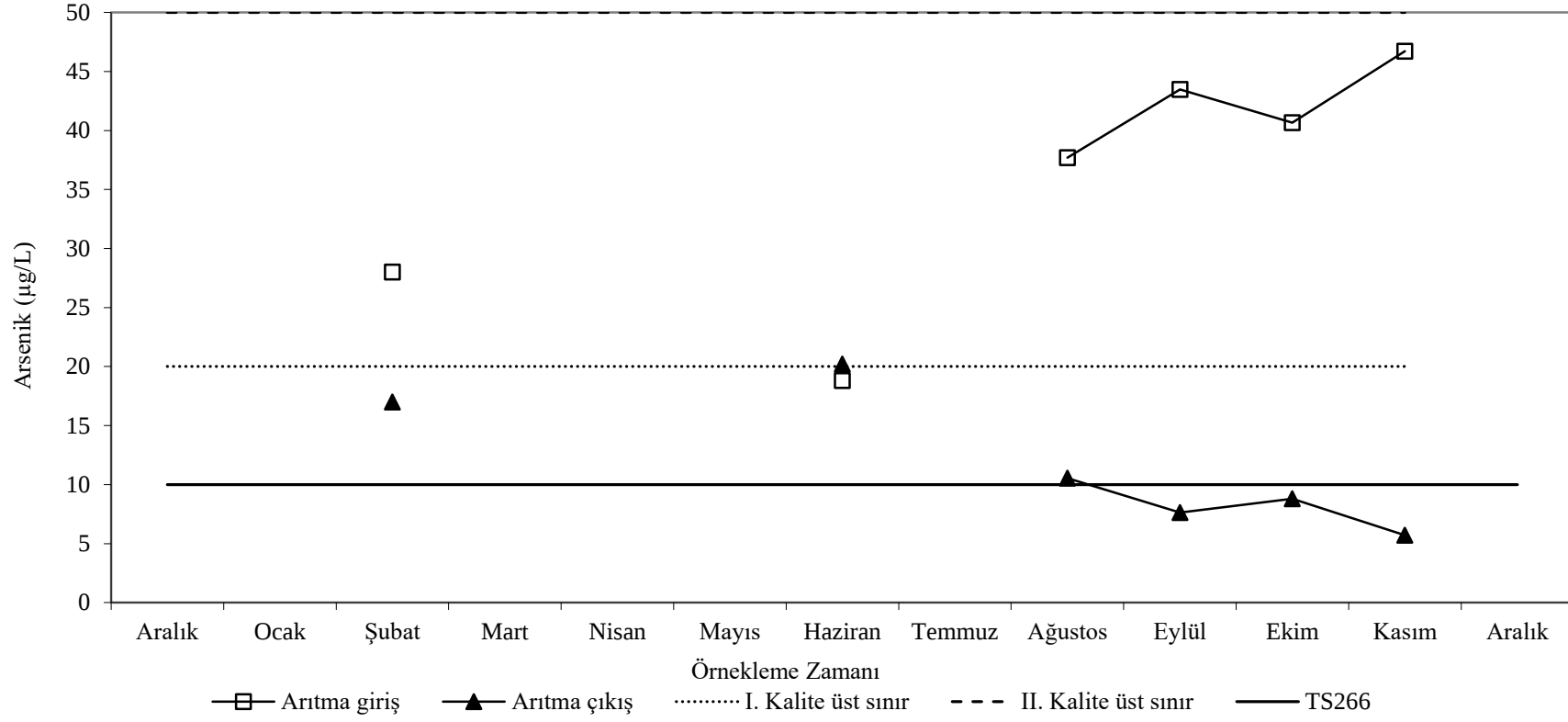
Şekil 2.209: Arıtma tesisi amonyum azotu giderim performansı



Şekil 2.20: Arıtma tesisi mangan giderim performansı



Şekil 2.211: Arıtma tesisi demir giderim performansı



Şekil 2.222: Arıtma tesisi arsenik giderim performansı

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Aksaray ili yerüstü içme suyu kaynaklarından Melendiz ve Karasu Çaylarının ve Mamasın Baraj Gölünün mevcut su kalitesi, su kalitesi üzerindeki baskılar ve içme suyu olarak kullanılabilmesi için yapılması gerekenler aşağıda sırasıyla özetlenmiştir:

- Akarsularda sıcaklığın yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği bilinmektedir (Cirik ve Cirik, 1995). Numunelerin alındığı noktalarda su sıcaklığı 7 °C ile 20 °C arasında değişim göstermiştir. Bu değerler WHO, AB ve TS 266 (Ek.B) standartlarına uygundur. Ayrıca, kıta içi su kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde birinci sınıf olduğu anlaşılmaktadır.
- Doğal suların biyolojik ve kimyasal sistemlerinde önemli bir faktör olan pH'ın sucul yaşam için gerekli optimum sınırları 8,5-9,0 arasındadır (Soylu, 1984). Diğer taraftan içme suyu standartları açısından pH'ın 6,5-8,5 arasında olması gerekmektedir. Araştırma yaptığımız noktalarda pH 7,08-8,43 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu değerler kıta içi su kriterlerine göre 1. Sınıf sular grubuna girmekte ve aynı zamanda WHO, AB ve TS 266 kriterlerine de uygunluk göstermektedir.
- İçme sularında elektriksel iletkenlik değeri en çok 2000 µmhos/cm olabilir (Altınyar ve diğ., 1994). Sıcaklığın artmasına bağlı olarak iletkenlik değeri de artmaktadır. Araştırma yaptığımız yerlerde en fazla iletkenlik değeri 724,4 µmhos/cm olarak Karasu Çayı'nda tespit edilmiştir. Bu değer kıta içi su kriterlerine göre 2. Sınıf sular grubuna girmektedir. TS 266 standartlarına da uygundur.
- Çözünmüş oksijen değerleri en yüksek Melendiz Çayı'nda 10,85 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu değer kıta içi su kriterlerine göre 1. Sınıf sular grubuna girdiğini göstermektedir. Melendiz Çayı'nda Temmuz ve Kasım aylarında Karasu Çayı'nda ise Ağustos ve Ekim aylarında çözünmüş oksijen değeri ölçülmemiştir. Buda suda canlı yaşamı için gerekli oksijenin olmadığını ve 4.sınıf su kalitesinde olduğunu göstermektedir. On iki aylık ortalama değere bakıldığında ise en düşük değerin 6,56 mg/L ile Karasu Çayı'nda Eylül ayında olduğu belirlenmiştir. Ortalama değere göre su kalitesi 2. Sınıf olarak belirlenmiştir.

- Klorür iyonlarının miktarları sağlıklı su için bir göstergedir. Pek çok içme suyunda klorür miktarı 30 mg/L' yi geçmez. Deniz ve karasu yataklarına yakın sularda klorür miktarı yükselir (Mutluay ve Demirak, 1996). Araştırma esnasında en düşük ve en yüksek klorür derişimleri (15,42 mg/L ve 77,14 mg/L) Melendiz Çayı'nda tespit edilmiştir. Bu değerler içme suyu standartları açısından uygun olup, kıta içi su kriterlerine göre 1. Sınıf sular grubuna girmektedir.
- Genelde nitrit, sularda azotlu gübreler ve bazı minerallerden oluşmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996). Nitrit, ortamda oksijen varlığında nitrata dönüşür. İçme suyunda nitritin çok düşük düzeyde ve sürede bulunmasının nedeni budur (Giritlioğlu, 1975). Çalışmamızda içme sularında nitrit düzeyleri su kalite standartlarının normal düzeyleri 0,1 – 1,0 mg/L arasındadır. Araştırmamızda en yüksek nitrit değeri 0,515 mg/L ile Karasu Çayı'nda belirlenmiştir. En düşük değerler ise hem Melendiz hem de Karasu Çayı'nda 0,001 mg/L olduğu belirlenmiştir. Bu durum standartlara uygundur.
- Su kalite kriterlerine göre en yüksek nitrat değeri 50 mg/L olmalıdır. Araştırmanın yapıldığı yerlerde en yüksek nitrat değeri 16,86 mg/L ile Melendiz Çayı'nda tespit edilmiştir. Bu değer içme suyu kalite kriterleri açısından değerlendirildiğinde tavsiye edilen değer altında kalmaktadır. İçme suyu kaynaklarının çevresinde endüstriyel kuruluşların olmayışı, yerleşim alanının az olması, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan azot bileşiklerinin su kaynaklarına az miktarda ulaştığının göstergesi olarak düşünülebilir.
- Demir ve Mangan içeren içme suları mürekkep tadındadır. İçme sularında 0,5 mg/L demir renk ve tadı ile anlaşılabilecek bir konsantrasyondur (Duran ve Demirer, 1997; Topbaş ve diğ., 1998). Çalışmanın yapıldığı noktalarda mangan konsantrasyonu en çok 0,171 mg/L Karasu Çayı'nda tespit edilmiştir. Demir konsantrasyonu en yüksek Melendiz Çayı'nda 0,775 mg/L olarak tespit edilmiştir. Kıta içi su standartlarına baktığımızda demir 2. Sınıf su kalitesi sınıfına mangan ise 1. Sınıf su kalitesine girmektedir.
- Çalışmamızda en yüksek arsenik değeri Melendiz Çayı'nda 79,89 µg/L olarak tespit edilmiştir. Mamasın Barajı'ndan itibaren arıtma tesisi girişine kadar olan kısımlarda da arsenik değerleri 98 µg/L kadar ulaşmaktadır. Değerlerin yükselmesi, özellikle su seviyesinin düşümü ile birlikte çözünmüş kayaçların birikmesinden

kaynaklanabilir. Kıta içi su standartlarına baktığımızda 2.sınıf su kalite sınıfına girmektedir.

- Bulanıklık değeri en fazla Mart ayında 15,06 NTU olarak Melendiz Çayı'nda ölçülmüştür. Bahar aylarında yağışla beraber suya karışan maddelerin suyun bulanıklık değerini etkilemektedir. Bu değer standartlara uymamaktadır. Araştırmamızda amonyum değerlerini incelediğimizde en fazla 0,47 mg/L olarak ölçülmüştür. WHO, TSS 266 ve AB standartlarına uygundur.
- On bir aylık ölçüm ve analiz sonuçları incelendiğinde, Karasu Çayının, Melendiz Çayına oranla daha temiz karakterde olduğu görülmüştür. İncelenen parametreler açısından her iki Çay'ın Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Kıtaçı Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre (Ek.A). Kalite Kriterleri dikkate alındığında genelde I.-II. Sınıf su kalitesine sahip olduğu ifade edilebilir. Yerüstü suları yeraltı sularına göre daha fazla kirliliğe maruz kalmakta ve özellikle debi açısından yüksek salınım göstermektedirler. Bununla birlikte klasik içme suyu arıtma işlemleriyle içilebilir özelliğe getirilebilmektedirler. İletkenlik değerlerinin 500 μ S/cm civarında olan bu suların mevcut içme suyu arıtma tesisinde içilebilir özelliğe kavuşturulabilir. Ancak belirli dönemlerde kalitesi olumsuz yönde değişen amonyum, arsenik ve TOK gibi bazı parametrelerin kontrol altına alınmasına (kaynak koruma önlemlerinin artırılması, ileri arıtım yöntemlerinin kullanılması) yönelik çalışmalar yapılmalıdır.
- 1 yıl boyunca gölün farklı derinliklerinde yapılan ölçüm ve analiz sonuçları gölün ötrofik hatta hipertrofik olduğunu göstermiştir. Aksaray şebeke suyunun problemleri, Mamasın barajı ile benzer trofik seviyede göllerden veya haznelerden 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. Şubat aylarından itibaren gölde başlayan tabakalaşma başlangıçta en dipte daha sonra yüzeye doğru oksijensiz ortamlar oluşturmakta; bu şartlar anaerobik şartlardan kaynaklanan problemlerin yanında göl sedimanında bulunan amonyum, mangan, demir, fosfat, metal vb. bileşenlerin

çözünür formlarda su ortamına geçerek derişimlerdeki artış sebebiyle farklı problemleri de doğurmaktadır. Üst oksijenli (aerobik) kısımlardaki fotosentetik canlılar zamanla öterek, dip kısımlarda da ölü alg ve çürüyen vejetasyon olarak suya tat ve koku vermektedir.

- Mamasın Barajını besleyen Melendiz ve Karasu çayları tipik yerüstü su özelliklerine sahiptirler ve Aksaray İçme Suyu Arıtma Tesisindeki ünitelerde içilebilir standartlara getirilebilirler. Bununla birlikte içme suyu temini birçok olumsuz şartlar sebebiyle kalite bakımından oldukça kötü durumda olan Mamasın Baraj Gölünden yapıldığı için, mevcut arıtma tesisi bazı parametreler açısından yetersiz kalabilmektedir. Mamasın Baraj Gölü ötrofik seviyeye yaklaştığından buna sebebiyet veren başlıca parametreler (azot ve fosfor) kontrol altına alınsa da Mamasın Barajından su temin edildiği sürece çeşitli kalite problemleri devam edecektir. Barajın çok büyük olması nedeni ile dip sedimentin temizlenmesi, soğuk suyun üst kısma pompajı, havalandırma, göl yüzeyinin örtülmesi, algisid kullanımı, balık kullanarak göl rehabilitasyonu gibi önlemler süre ve ekonomik açıdan uygun görünmemektedir. Aksaray ilinde halkın büyük çoğunluğunun şebeke suyunu içme suyu olarak tercih etmemesinin sebebi barajdan alınan örneklerin sonuçları ve gözlemlerimizden de çok kolaylıkla tespit edilen Baraj Gölünün trofik düzeyinin ötrofik ve zaman zaman zaman hipertrofik seviyelere ulaşması sonucu oluşan kalite bozulmasıdır.
- Yaptığımız debi ölçümlerine göre Aksaray'ın 2050 yılına kadar ihtiyacı olan 0,75 m³/L'lik su ihtiyacı yılın büyük bir bölümünde sadece Melendiz Çayından geri kalan zaman diliminde ise Karasu çayından takviye yapılarak sağlanabilmesi mümkün görünmektedir. Su debisinin meteorolojik şartlara göre değişimi söz konusudur. Özellikle Aksaray İlinin geçmiş yıllara oranla 2015 yılında ortalamaların üzerinde yağış alması dolayısıyla ölçülen debi değerlerinin normalden yüksek çıkma durumunun da dikkate alınması gerekir. Yaz aylarında sulamada kullanım sebebiyle debi değerlerinin oldukça düştüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte geçmiş yıllardaki ölçüm sonuçları ve literatürde verilen değerler dikkate alındığında bu iki su kaynağının Aksaray'ın ihtiyacı olan suyu karşılama potansiyelinin mevcuttur.

- Aksaray ilinin küresel iklim değişikliğinin bir etkisi olarak gelecekte kuraklığın ve etkilerinin daha fazla hissedileceği Konya Kapalı havzasında olması nedeniyle bu su kaynaklarından vazgeçilmesi ve alternatif kaynaklar aranması akılcı görülmemektedir. Bu iki akarsuyun su kalitesi açısından bazı problemleri bulunsa da, bu problemler kirlenmeye açık yüzeysel su kaynakları için olası bir durumdur. Arsenik haricinde dikkate alınan kirleticiler bakımından düzeyler normal seviyelerdedir. Bununla birlikte bu suların kirlenme düzeyleri alınabilecek kontrol ve koruma önlemleriyle daha da aşağıya çekebilecektir.
- Mevcut arıtma tesisi klasik bir içme suyu arıtma tesisi olduğundan tat ve kokuyu giderememektedir. Bunun giderilmesi için hali hazırda kısa vadede membran arıtım yöntemleri (nanofiltrasyon + ters ozmos) ve aktif karbon (toz ve granül) uygulamaları üzerinde çalışılmaktadır. Ayrıca tat ve koku problemi olan Baraj kaynağının alternatifi olarak yeni açılan altı adet kuyudan terfi ve isaleyi takiben membran arıtım yöntemleri ile 300 L/s su elde edilecek bir yatırım DSİ tarafından uygulamaya koyulmuştur. Uzun vadede ise DSİ tarafından Ecemiş Çayından Aksaray'a su getirme çalışmalarının planlaması yapılmaktadır.
- Melendiz Çayının Baraj Gölüne girmeden sadece içme suyu maksatlı yapılacak biriktirme yapısından alınacak suyu ile mevcut içme suyu arıtma tesisi ile standartlara uygun bir içme suyu elde edilmesinin mümkün olacağı düşünülmektedir (Elhatip ve diğ., 2016). Yapılacak biriktirme yapısının sadece içme suyu maksatlı olacağı için mevcut barajla kıyaslandığında daha küçük yüzey alanına sahip olacağı (yaklaşık 500 kat daha küçük), maliyet ve kaynak kontrolü (haznenin üstünün örtülmesi, oluşacak dip sedimentin temizlenmesi vs.) açısından büyük avantaj sağlayacaktır. Bu su kaynaklarından cazibe ile su getirilecek olması da çok önemli bir işletme avantajı sağlayacaktır.
- Sonuç olarak yaptığımız çalışmada Aksaray iline içme suyu sağlayan kaynakların içme suyu kalite standartlarına çoğu parametrelerin uygun olduğu tespit edilmiştir. Problemin asıl kaynağının uzun yılların etkisi ile Mamasın Baraj Gölü'nün hipertrofik durumundan kaynaklanmaktadır. Aksaray' a içme suyu sağlayan bu kaynaklarının iyi korunması özellikle turizm faaliyetlerinin sürdürüldüğü İhlara Vadisinden geçen Melendiz Çayı'nın kontrol altında tutulması, yöre halkı ve

Çiftçilerin bu konuda eğitilmesi gelecekte de kaliteli içme suyu teminine zemin hazırlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Altaş, L., Işık, M., Kavurmacı, M. 2011. Determination of arsenic levels in the water resources of Aksaray Province, Turkey. *Journal of environmental management*, **92**(9), 2182-2192.
- Altınyar, G., Yıldırım, S., Ertem, B., Aydoğan, F. 1994. *Marmara Gölü'nde su yabancı otları sorunları üzerine çalışmalar*, DSİ Genel Md. İşl. ve Bak. Daire Başk., Ankara. Ege üniversitesi Basimevi.
- Anonim. 2012. DSİ. 44. Şube Müdürlüğü Bilgilendirme Dökümanı.
- Anonim. 2001. DSİ. 44. Şube Müdürlüğü Bilgilendirme Dökümanı.
- APHA/AWWA/WEF. 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.
- Atalık, A. 2006. Küresel ısınmanın su kaynakları ve tarım üzerine etkileri. *Bilim ve Ütopya*, **139**, 18-21.
- Barr, J., Grego, S., Hassan, E., Niasse M, Rast W, Talafré, J. 2012. Regional challenges, global impacts, in Managing Water under Uncertainty and Risk, UN World Water Development Report 4, Chapter 7,.
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn university. *Alabama P462*.
- Cirik, S., Cirik, Ş. 1995. *Limnoloji:(Ders Kitabı)*. Ege üniversitesi Basimevi.
- Çil, O.Ş. 2002. Aksaray ilinin içme suyu kaynaklarının değerlendirilmesi ve su kalite parametrelerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Aksaray.
- Dinçer, S. 2014. Çanakçı deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi.
- Duran, M., Demirer, G. 1997. Su Arıtımında Temel İşlemler. *TMMOB, Çevre Mühendisleri Odası, Ankara*.
- EC98/83/EC. 1998. Directive 98/83/EC [of 3 November 1998] on the quality of water intended for human consumption: review and integral translation
- Egemen, Ö., Sunlu, U. 1996. Su kalitesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın(14)*.
- Elhatip, H. 2002. Aksaray İlindeki Su Kaynakları ve Çevre Sorunları. *Aksaray: Aksaray Valiliği Çevre Koruma Vakfı*.
- Elhatip, H., Altaş L, Güllü Ö, Işık M. 2016. Aksaray İli Karasu ve Melendiz Çayları Su Kalite Araştırması ve Çözüm Önerileri, Sonuç Raporu, Aksaray.

- Geldiay, R., Balık, S. 1988. Türkiye'nin Tatlı Su Balıkları. *Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi*(37), 519.
- Giritlioğlu, T. 1975. İçme Suyu Kimyasal Analiz Metotları. *İller Bankası Yayını*(18), 343.
- Gray, N.F. 2008. *Drinking water quality: problems and solutions. İçme Suyu kalitesi, 1. baskı (II. Baskıdan çeviri), Ankara, 2015.* Cambridge University Press.
- Işık, M. 2016. Su Kirliliği ve Kontrolü ders notları, Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Aksaray.
- Kocataş, H. 1994. Ekoloji Çevre Biyolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi, 2, Baskı.
- Mutluay, H., Demirak, A. 1996. *Su kimyası*. Beta.
- Summit, J. 2002. World summit on sustainable development. *United Nation, Washington.*
- T.C. Resmi Gazete. 2012. Yerüstü su kalitesi yönetmeliği. (28483), 30.11.2012.
- Topbaş, M.T., Brohi, A.R., Karaman, M.R. 1998. *Çevre kirliliği*. TC Çevre Bakanlığı.
- TSE266. 2005. Sular-İnsani tüketim amaçlı sular, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- WHO. 2004. Guidelines for Drinking-water Quality, 3rd edition. Volume 1: Recommendation, World Health Organization, Geneva: Switzerland, 515 pp.

EKLER

Ek A. Kıtaıçi yerüstü su saynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

Tablo A1: Kıtaıçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (T.C. Resmi Gazete, 2012).

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
Renk (m ⁻¹)	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm: >4,3 RES 525 nm: >3,7 RES 620 nm: >2,5
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	< 6,0 veya > 9,0
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres	Yüzer halde yağ, katran gibi sıvı maddeler, çöp ve benzeri katı maddeler ile köpük bulunamaz.			-
(A) Oksijenlendirme Parametreleri				
Oksijen doygunluğu (%) ^(b)	>90	70	40	< 40
Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^(b)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L) ^(c)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 5	10	20	> 20
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	< 0,01	0,06	0,12	> 0,3
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L)	< 0,5	1,5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,16	0,65	> 0,65
(C) İz Elementler (Metaller) ve İnorganik Kirlilik Parametreleri^(d)				
Alüminyum (mg Al/L)	≤ 0,3	≤ 0,3	1	> 1
Arsenik (µg As/L)	≤ 20	50	100	> 100
Bakır (µg Cu/L)	≤ 20	50	200	> 200
Baryum (µg Ba/L)	≤ 1000	2000	2000	> 2000
Bor (µg B/L)	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000	> 1000
Civa (µg Hg/L)	≤ 0,1	0,5	2	> 2
Çinko (µg Zn/L)	≤ 200	500	2000	> 2000
Demir (µg Fe/L)	≤ 300	1000	5000	> 5000
Florür (µg F ⁻ /L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Kadmiyum (µg Cd/L)	≤ 2	5	7	> 7
Kobalt (µg Co/L)	≤ 10	20	200	> 200
Krom (µg Cr+6/L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
Krom (toplam) (µg Cr/L)	≤ 20	50	200	> 200
Kurşun (µg Pb/L)	≤ 10	20	50	> 50
Mangan (µg Mn/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Nikel (µg Ni/L)	≤ 20	50	200	> 200
Selenyum (µg Se/L)	≤ 10	≤ 10	20	> 20
Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	≤ 10	≤ 10	50	> 50
Siyanür (toplam) (µg CN/L)	≤ 10	50	100	> 100
Sülfür (µg S ⁼ /L)	≤ 2	≤ 2	10	> 10
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirleticiler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2016'den itibaren değerlendirilecektir.			
(D) Bakteriolojik Parametreler				
Fekal koliform (Membran)	≤10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (Membran)	≤100	20000	100000	> 100000

(a) Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

I. Sınıf - Yüksek kaliteli su (Tüm parametrelerin I. sınıf su kalitesi değerinde olması "Çok İyi" su durumunu ifade etmektedir.);

- 1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları,
- 2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
- 3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,

- II. Sınıf** - Az kirlenmiş su (I. ve II. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “İyi” su durumunu ifade etmektedir.);
- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları,
 - 2) Rekreatiyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,
 - 3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
 - 4) Mer’i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,
- III. Sınıf** - Kirlenmiş su (II. ve III. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “Orta” su durumunu ifade etmektedir.);
- Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,
- IV. Sınıf** - Çok kirlenmiş su (III. ve IV. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “Zayıf” su durumunu ve tüm parametrelerin IV. Sınıf su kalitesi değerinde olması “Kötü” su durumunu ifade etmektedir.);
- III. sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yerüstü suları.
- (b) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.
- (c) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0,02 mg NH₃-N/L değerini geçmemelidir.
- (d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

Tablo A2: Göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sistemi sınır değerleri ^(a)

Trofik seviye	Toplam P (µg/L)	Toplam N (µg/L)	Klorofil a (µg/L)	Secchi Disk Derinliği (m)
Oligotrofik	< 10	< 350	< 3.5	> 4
Mezotrofik	10-30	350-650	3.5-9.0	4-2
Ötrofik	31-100	651-1200	9.1-25.0	1.9-1
Hipertrofik	> 100	> 1200	> 25.0	< 1

(a) Notlar:

1. Trofik seviye, oligotrofik seviyeden hipertrofik seviyeye doğru yükselir.
2. Secchi diski tek başına belirleyici değildir.
3. Parametrelerin her birinin farklı trofik seviyede çıkması durumunda klorofil-a belirleyicidir.
4. Trofik seviyelerden en az iki parametrenin trofik seviyesinin aynı çıkması durumunda, bu trofik seviye geçerlidir. Ancak; klorofil-a parametresinin seviyesinin, neticesi aynı olan parametrelerden daha yüksek çıkması durumunda, klorofil-a belirleyicidir.
5. Dört parametrenin dikkate alınması ve iki trofik seviyenin farklı çıkması durumunda (ikişer parametre için aynı trofik seviye) en yüksek trofik seviye geçerlidir.

Ek B. Su kalite parametreleri**Tablo B1:** İçme suyu kalite parametre değerleri.

İÇME SUYU KALİTE PARAMETRE DEĞERLERİ (Kabul Edilebilir Maksimum Değerler)			
STANDARTLAR	TSE 266 Türk Standartlar Enstitüsü (TSE266, 2005)	EC Avrupa Birliği (EC98/83/EC, 1998)	WHO Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2004)
Mikrobiyolojik EMS/100mL			
*Koliform	0	0	0
*Escherichia Coli(E.Coli)	0	0	0
Toplam Koloni Sayısı (22 C ⁰)	20		
Toplam Koloni Sayısı (37 C ⁰)	5		
<i>C.perfringens</i>	0	0	0
<i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	0	0	0
Kimyasal mg/L			
pH (pH)	6.5-9.5	6.5-9.5	6.5-8.5
İletkenlik 20° (µS/cm)	2500	2500	2500
Nitrat(NO ₃)	50	50	50
Nitrit(NO ₂)	0.50	0.50	0.50
Bor(B)	1	2	2
Nikel(Ni)	0.02	0.02	0.02
Arsenik(As)	0.01	0.01	0.01
Kadmiyum(Cd)	0.005	0.005	0.003
Krom Toplam(Cr)	0.05	0.05	0.05
Florür(F)	1.50	1.50	1.50
Kurşun(Pb)	0.01	0.01	0.01
Siyanür(CN)	0.05	0.05	0.07
Bromat(Br)	0.010	0.010	0.025
Benzen(C ₆ H ₆)	0.001	0.001	0.010
Selenyum(Se)	0.010	0.010	0.010
Antimon(Sb)	0.005	0.005	0.005
Bakır(Cu)	2,0	2,0	2,0
Demir(Fe)	0.2	0.2	0.3
Mangan(Mn)	0.05	0.05	0.10
Alüminyum(Al)	0.20	0.20	0.20
Amonyum(NH ₄)	0.50	0.50	1.50
Sodyum(Na)	200	200	200
Klorür(Cl)	250	250	250
Sülfat(SO ₄)	250	250	250
Sertlik(CaCO ₃)			500
Fiziksel ve organoleptik			
Renk(Co-Pt birimi)	20	20	15
Bulanıklık (NTU birimi)	5,0	4,0	5,0
Koku	Duyusal	Duyusal	Duyusal
Tat	Duyusal	Duyusal	Duyusal

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Filiz Gülşah ÇELİK
Doğum Tarihi ve Yeri : 04.07.1993 Pınarbaşı/KAYSERİ
E-posta adresi : p-narbas-10@hotmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans :2010-2014 Aksaray Üniversitesi Mühendislik
Fakültesi Çevre Mühendisliği
Yüksek Lisans :2014-2017 Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

2013- 2014 Çevre Mühendisliği poster sunumu 3.lük ödülü
2013- 2014 Çevre Mühendisliği Bölüm 2.si

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

1. Çelik F.G., Işık M., “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. (2016) (Sözlü Bildiri).