T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARMUÇ ÇAYI SU KALİTESİNİN İZLENMESİ

Fatma YILDIRIM SÖNMEZ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2015

Yrd. Doç. Dr. Sevgi DEMİREL danışmanlığında ve Yrd. Doç. Dr. Hülya DURMAZ BEKMEZCİ eş danışmanlığında, Fatma YILDIRIM SÖNMEZ'in hazırladığı "**Karmuç Çayı Su Kalitesinin İzlenmesi**" konulu bu çalışma 25/12/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

		İmza
Danışman	: Doç. Dr. Sevgi DEMİREL	……
Eş Danışman	: Yrd. Doç. Dr. Hülya DURMAZ BEKMEZCİ	……
Üye	: Prof. Dr. M. İrfan YEŞİLNACAR	…….
Üye	: Doç. Dr. Ali İhsan ÖZTÜRK	…….

Bu Tezin Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Prof. Dr. Sinan UYANIK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 12169

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖZET I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
ŞEKİLLER DİZİNİ IV
ÇİZELGELER DİZİNİ V
SİMGELER DİZİNİ VI
1. GİRİŞ 1
1.1. Yüzey Sularında Kirlilik Oluşumu 4
1.2. Su Kalite Parametreleri 10
1.2.1. Fiziksel parametreler 10
1.2.1.1. Sıcaklık 10
1.2.1.2. Elektriksel İletkenlik 11
1.2.2. Kimyasal Parametreler 11
1.2.2.2. Askıda Katı Madde 12
1.2.2.3. Çözünmüş Oksijen 12
1.2.2.4. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı 13
1.2.2.5. Kimyasal Oksijen İhtiyacı 14
1.2.2.6. Azot Grupları 14
1.2.2.6. Toplam Fosfor 17
1.3. İnorganik Kirlenme 18
1.4. Organik Kirlenme 19
1.5. Araştırma Alanlarının Genel Özellikleri 19
1.5.1. Van Gölü Havzası Genel Bilgileri 19
1.5.2. Bitlis İli Genel Özellikleri 21
1.5.2.1. Coğrafi Yapı ve Nüfus Özellikleri 21
1.5.2.2. Bitki Örtüsü 22
1.5.2.3. İklim 22
1.5.3. Ahlat İlçesi Genel Özellikleri 23
1.5.4. Nazik Gölü Genel Özellikleri 25
1.5.5. Karmuç Çayı 26
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 28
3. MATERYAL ve YÖNTEM 39
3.1.Arazi Çalışmaları 39
3.1.1. İstasyonların Seçilmesi 39
3.1.2.Su Örneklerinin Alınması 45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 47
4.1. Analiz Sonuçları 47
4.1.1. Sıcaklık 47
4.1.2. pH 48
4.1.3. İletkenlik 49
4.1.4. Çözünmüş Oksijen 49
4.1.5. Toplam Azot 50
4.1.6. Toplam Fosfor 51
4.1.7. Kimyasal Oksijen İhtiyacı 51
4.1.8. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı 52

4.1.9. Askıda Katı Madde 53
4.1.10. Alüminyum (Al) Konsantrasyonu 53
4.1.11.Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Krom (Cr), Bakır (Cu), Mangan(Mn), Nikel(Ni), Kurşun (Pb) Konsantrasyonlar 54
4.1.12. Demir Konsantrasyonu (Fe) 54
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 61
5.1. Sonuçlar 61
5.2. Öneriler 62
KAYNAKLAR 63
ÖZGEÇMİŞ 63
EKLER: 69
EK 1: Analiz Sonuçları 69

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KARMUÇ ÇAYI SU KALİTESİNİN İZLENMESİ

Fatma YILDIRIM SÖNMEZ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr.Sevgi DEMİREL
Eş Danışman:Yrd. Doç.Dr. Hülya DURMAZ BEKMEZCİ
YIL: 2015, Sayfa: 70

Bu çalışmada; Bitlis İline bağlı, Ahlat İlçe sınırları içerisinde bulunan Nazik Gölünden çıkan, güzergahı üzerinde evsel tarımsal ve endüstriyel kirleticileri bünyesinde toplayarak Van gölüne ulaşan Karmuç Çayı üzerinde fiziksel konumları ve kirlilik baskısı oluşturan etmenlerdeki farklılıklara göre 4 farklı istasyon seçilmiştir. Van Gölü ise 5. İstasyon olarak seçilmiştir. İlk dört istasyon sırasıyla; Nazik Gölü çıkışı (1. İstasyon), Kınalıkoç Köyü (2. İstasyon), Karmuç Çayı (3. İstasyon), Van Gölü girişidir. (4. İstasyon). 2013 yılı buharlaşmanın en fazla olduğu haziran, temmuz, ağustos aylarında noktasal ve anlık olarak yüzey suyu örnekleri alınmıştır. Örneklerde sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen (ÇO),biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), elektriksel iletkenlik (Eİ), askıda katı madde (AKM), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), alüminyum (Al), kurşun (Pb), toplam kjeldahl-azotu, toplam fosfor (TP) derişimlerine bakılmış ve ulusal su kalite standartlarına göre kıyaslama yapılmıştır. Çalışma sonucunda pH, sıcaklık ve Fe derişimi tüm istasyonlarda yüksek kaliteli su sınıfında ölçülmüştür.. TP tüm istasyonlarda, Eİ ilk dört istasyonda yüksek kaliteli su sınıfında ölçülmüştür. Eİ 5. istasyonda çok kirlenmiş su sınıfında çıkmıştır. Al derişimi 1.,2.,5. istasyonlarda az kirlenmiş su sınıfında belirlenmiş olup, 3. ve 4. istasyonda yüksek kaliteli su sınıfında yer almıştır. ÇO 1., 3. ve 4. İstasyonlarda yüksek kaliteli su sınıfında ölçülmüş, 2. ve 5. istasyonlarda az kirlenmiş su sınıfında belirlenmiştir. TN ilk dört istasyonda kirli su sınıfında, 5. istasyonda yüksek kaliteli su sınıfında ölçülmüştür. KOİ 1., 2. ve 5. istasyonlarda çok kirlenmiş su 3. ve 4. istasyonlarda az kirlenmiş su sınıfındadır. BOİ 3. ve 5. istasyonda yüksek kaliteli su 1. ve 2. İstasyonda az kirlenmiş su, 4. istasyonda ise kirli su sınıfında belirlenmiştir. İstasyonların hepsinde kadmiyum, kobalt, krom, bakır derişimleri 0,04 mg/L'den küçük olduğu için ICP cihazında ölçülememiştir. İstasyonlarda parametreler genelde yüksek kaliteli su sınıfında olduğu söylenebilir.

ANAHTAR KELİMELER: Karmuç Çayı, Van Gölü, Su Kalitesi.

ABSTRACT

MScThesis

Monitoring Water Quality of Karmuc Stream

Fatma YILDIRIM SÖNMEZ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Sevgi DEMİREL
Co- Supervisor: Assist. Prof. Dr. Hülya DURMAZ BEKMEZCİ
Year:2015, Page:70

In this study, instant/highest point and surface water samples are collected from three different stations with different physical properties, along Karmuç Brook in Ahlat district, Bitlis province; the point from which Karmuç Brook meets Lake Van; and from Lake Van in 2013 June, July, August when evaporation is at its maximum level. In the samples, water quality parameters as temperature, PH, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, electrical conductivity, suspended solid matter, copper, iron, manganese, aluminium, lead, total kjeldahl nitrogen, total phosphorus, alpha radiation , beta radiation are examined and water quality parameters determined to Regulation of Water Pollution and Control are compared As a result of this study; At the first station (Nazik Lake Output) temperature, pH, electrical conductivity, iron, alpha radiation and beta radiation concentrations could be ranked as first-class water quality, total phosphorus, aluminium, biochemical oxygen concentrations could be ranked as second-class water quality, total kjeldahl nitrogen concentration could be ranked as third class water quality and chemical oxygen concentrations could be ranked as fourth class water quality. At the second station (Kınalıkoç Village) temperature, PH, electrical conductivity, iron, alpha radiation and beta radiation concentrations could be ranked as first-class water quality, dissolved oxygen, total phosphorus, aluminium and biochemical oxygen demand concentrations could be ranked as second-class water quality, total kjeldahl nitrogen concentration could be ranked as third class water quality. At the third station (Karmuç Brook) temperature, PH, electrical conductivity, iron, aluminium, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, alpha radiation and beta radiation concentrations could be ranked as first-class water quality, total phosphorus and chemical oxygen demand concentrations could be ranked as second-class water quality, total kjeldahl nitrogen concentration could be ranked as third class water quality. At the fourth station (Van Lake İnput) temperature, pH, electrical conductivity, iron, aluminium, dissolved oxygen, alpha radiation and beta radiation concentrations could be ranked as first-class water quality, total phosphorus and chemical oxygen demand concentrations could be ranked as second-class water quality, total kjeldahl nitrogen and biochemical oxygen demand concentrations could be ranked as third class water quality. At the fifth station (Van Lake) temperature, pH, iron, total kjeldahl nitrogen, biochemical oxygen demand, alpha radiation and beta radiation concentrations could be ranked as first-class water quality, total phosphorus dissolved oxygen and aluminium concentrations could be ranked as second-class water quality, chemical oxygen demand and electrical conductivity concentrations could be ranked as fourth class water quality. Kadmiyum, kobalt, krom, bakır concentrations could not be measured by ICP due to be less than 0,004 mg/L all of these stations. Because of parameters in the stations generally ranks among as first-class water quality we can say that the Karmuç Brook is in the first-class water quality.

KEY WORDS: Karmuc Stream, Lake Van, Water Quality.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli hocam sayın Yrd. Doç. Sevgi DEMİREL'e ve sayın Yrd. Doç. Hülya DURMAZ BEKMEZCİ'ye teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardımcı olan Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü ve Bitlis Eren Üniversitesi'nde görev yapan hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımda ve laboratuar analizlerimde yardımlarını esirgemeyen, Tatvan Atıksu Arıtma Tesisi Laboratuarı çalışanlarına, Bitlis Eren Üniversitesi Fizik Bölümü İleri Araştırma Laboratuvarı çalışanlarına, Bİ-KA Birliği Laboratuvarı çalışanlarına ve Bitlis Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ndeki çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Öğrenim hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen babam Ahmet YILDIRIM, annem Elif YILDIRIM, eşim Alkan Cafer SÖNMEZ ve henüz dünyaya gelmemiş kızım Zeynep Asya SÖNMEZ 'e çok teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1.1. Doğada Azot Döngüsü 16
Şekil 1.2. Van Gölü Havza Sınırları Ve Ana Akarsular 20
Şekil 1.3. Nazik Gölü Ve Alt Havzaları. 26
Şekil 1.4. Nazik Gölü Fotoğrafları 27
Şekil 3.1. 1. İstasyon (Nazik Gölü Çıkışı) 39
Şekil 3.2. 2. İstasyon (Kınalıkoç Köyü) 40
Şekil 3.3. 3. İstasyon (Karmuç Çayı) 41
Şekil 3.4. 4. İstasyon (Van Gölü Girişi) 42
Şekil 3.5. 5. İstasyon (Van Gölü) 43
Şekil 3.6. İstasyonların Harita Üzerinde Gösterimi 44
Şekil 3.7. 1/100 000 Ölçekli Muş, Bitlis, Van Çevre Düzen Planı 45
Şekil 4.1. İstasyonların Yaz Dönemi Sıcaklık Değişimleri 48
Şekil 4.2. İstasyonların Yaz Dönemi pH Değişimleri 48
Şekil 4.3. İstasyonların Yaz Dönemi İletkenlik Değişimleri 49
Şekil 4.4. İstasyonların Yaz Dönemi Çözünmüş Oksijen Değişimleri 50
Şekil 4.5. İstasyonların Yaz Dönemi Toplam Azot Değişimleri 50
Şekil 4.6. İstasyonların Yaz Dönemi Toplam Fosfor Değişimleri 51
Şekil 4.7. İstasyonların Yaz Dönemi KOİ Değişimleri 52
Şekil 4.8. İstasyonların Yaz Dönemi BOİ Değişimleri 53
Şekil 4.9. İstasyonların Yaz Dönemi AKM Değişimleri 53
Şekil 4.10. İstasyonların Yaz Dönemi Al Değişimleri 54
Şekil 4.11. İstasyonların Yaz Dönemi Fe Değişimleri 55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No:

Çizelge 1.1. Su Kalite Sınıfları 7
Çizelge 1.2. Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri 8
Çizelge 1.3. Kıtaiçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri 9
Çizelge 1.4. Sıcaklıkla Oksijenin Sudaki Çözünürlüğü Arasındaki İlişki 13
Çizelge 1.5. Sucul Ortamlarda Bulunan Başlıca Azot Formları 15
Çizelge 4.1. Fizikokimyasal Su Kalite Parametrelerinin Yaz Mevsimi Ortalamaları 47

SİMGELER DİZİNİ

%	**:** Yüzde
°C	**:** Santigrat Derece
AKM	**:** Askıda Katı Madde
Al	**:** Alüminyum
BOİ	**:** Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
Cd	**:** Kadmiyum
Co	**:** Kobalt
Cr	**:** Krom
Cu	**:** Bakır
ÇO	**:** Çözünmüş Oksijen
DSİ	**:** Devlet Su İşleri
EC	**:** Avrupa Topluluğu
Fe	**:** Demir
g	**:** Gram
H^-	**:** Hidrojen
HNO_3	**:** Nitrik Asit
KOİ	**:** Kimyasal Oksijen İhtiyacı
m	**:** Metre
m^3	**:** Metreküp
Mg	**:** Magnezyum
mg/L	**:** Miligram/Litre
ml	**:** Mililitre
mm	**:** Milimetre
Mn	**:** Mangan
µS/cm	: Mikrosimens/Santimetre
N_2	**:** Azot Gazı
Ni	**:** Nikel
OH^-	**:** Hidroksil İyonu
P	**:** Fosfor
Pb	**:** Kurşun
SKKY	**:** Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TN	**:** Toplam Azot
TP	**:** Toplam Fosfor
YSKYY	**:** Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

1. GİRİŞ

Su, yüzyıllar boyunca tüm medeniyetler için çok önemli bir doğal kaynak olmuş, bütün büyük uygarlıklar su kenarında kurulmuştur. Teknolojinin ilerlemesi ile sudan faydalanma şekil ve oranlarının artması, su kaynaklarının içme-kullanma, sulama suyu, enerji üretimi gibi pek çok amaç için geliştirilebilmesi, ülkelerin ekonomik kalkınmasında suyun vazgeçilmez bir yer edinmesinde büyük rol oynamıştır. Bugün "gelişmiş ülke" olarak tanımlanabilen pek çok ülke bu seviyelere, ülkelerinin su potansiyelinden azami faydayı sağlayarak ulaşmışlardır (Akkoyunlu ve Akiner, 2012).

Su kaynakları yenilenebilir bir kaynak olmakla beraber sınırsız değildir. Su döngüsü, belirli bir yerde yılda ancak belirli miktarda suyun bulunmasını sağlayabilir. Nüfus artışına paralel olarak artan su talebine karşı uygun kaynak azlığı, gün geçtikçe gelişen sanayi ve tarımsal faaliyetlere bağlı olarak aşırı kullanımı ve çeşitli kirlilik parametreleri nedeniyle ortaya çıkan sorunlar, su kaynakları yönetiminin önemini bir kat daha arttırmıştır. Su kaynakları yönetimi sadece sorunlu olan bölgelerde kullanılması gereken bir yöntem olarak düşünülmemeli; temel hedef, mevcut potansiyelinin arttırılamayacağı ve insan ile doğal hayatın devamı için alternatifi olmayan kaynakların en iyi şekilde korunarak, kaynak potansiyeli tehlikeye atılmadan etkin kullanımının sağlanması olmalıdır (Meriç, 2004).

Sanılanın aksine Türkiye su zengini bir ülke değildir. Gerekli önlemler alınmaz ise gelecekte su sıkıntısı çeken bir ülke olacaktır. Ülkenin su sıkıntısına düşmesine neden olacak etmenlerden bazıları; sorunlu coğrafya nedeniyle su kaynaklarını kontrol etme güçlüğü, yağış ve su kaynaklarının dengesiz dağılımı, su havzalarına yönelik su yönetimi konusunda uzun vadeli planlama yerine, kısa vadeli, bölgesel, ayrı planlar ile su kaynaklarından yararlanılması şeklinde belirtilebilir. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1600 m^{3}'dür. Diğer ülkeler ve dünya ortalamasıyla kıyaslarsak, Türkiye kişi başına kullanılabilir su miktarı bakımından su azlığı çeken ülkeler arasında görülebilir. Kişi başına 5000 m^3 ve fazla su potansiyeli olan bir ülke "su zengini" olarak kabul edilir. 2023 yılı için nüfusumuzun 100 milyon

olacağı öngörülmektedir. Bu durumda 2023 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1125 m^3/yıl civarında olacağı söylenebilir.

Teknolojinin ilerlemesi, su kaynaklarından azami faydanın sağlanmasına aracı olmakla birlikte, bu ilerlemeye paralel olarak sanayileşmenin ve şehirleşmenin de artması beraberinde çevre kirliliğini ve özellikle su kirliliğini gündeme getirmiştir. Su kirliliğinin giderek önemli boyutlara ulaşması, ülkeleri bu konuda ciddi önlemler almaya zorlamış, bu da bu alanda pek çok mevzuatın oluşması sonucunu doğurmuştur. Avrupa Birliği'nde su kaynaklarının korunması ve yönetimine ilişkin yirmiyi aşkın direktif bulunmaktadır. Bu direktifler arasında en önemlisi ise 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı "Su Çerçeve Direktifi"dir (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000).

2000 yılı öncesinde Avrupa Birliği ülkelerinde su kaynaklarının yönetimi çoğu kez oldukça karmaşık bir yapı sergilemekteydi. Üye ülkeler, çevre ve su kalitesini koruma ile ilgili farklı hatta birbiri ile çelişen yaklaşımlara sahiptiler. Ondan fazla Avrupa ülkesinin sahip olduğu toplam su kaynaklarının yarısı komşu ülkelerden gelmektedir. Buna rağmen, sınır aşan sular ve kirleticilerle ilgili ortak bir düzenleme mevcut değildi. Su havzalarının bu şekilde farklı idari ve bölgesel birimlere ayrılması nedeniyle bazı ülkeler tarafından alınan önlemler amacına ulaşmamaktadır. Olası en iyi yönetimin sağlanabilmesi için ilgili tüm ülkelerin işbirliğine gitmesi kaçınılmaz bir zorunluluktu (Akkaya ve ark., 2006).

Daha önceki direktiflerin aksine tüm su kaynaklarını kapsayan Su Çerçeve Direktifi, su kaynaklarının korunmasında bütünleşik yaklaşım getirmekte, kaynak ıslahı ve sürdürülebilir kullanım olanağı sağlamakta, geniş ve uzun vadeli etkilere sahip olması beklenmektedir (Akkaya ve ark., 2006).

Su Çerçeve Direktifi'nin en önemli özelliklerinden birisi "nehir havza yönetimi" olarak adlandırılan tek bir su kaynakları yönetim sistemi getirmesidir. Buna göre kaynaklar idari veya politik sınırlara göre değil, doğal coğrafik ve hidrolojik esaslara göre belirlenecek "nehir havza bölgeleri'ne ayrılarak

yönetilecektir. Bazıları ulusal sınırları da aşabilecek her bir "nehir havza bölgesi" için bir "nehir havzası yönetim planı" hazırlanması ve 6 yılda bir güncelleştirilmesi gerekmektedir. Bu aynı zamanda koordinasyon gereksinimlerini de ortaya koyacaktır. Plan, akarsu havzalarının karakteristikleri, toplumsal aktivitelerin söz konusu havzadaki sular üzerindeki etkisi ile ilgili durum tespiti, mevcut yasal düzenlemelerin konan hedeflere ulaşmadaki etkinliği, yetersizlikler veya boşlukların doldurulmasına yönelik önlemleri de içerecektir (Akkaya ve ark., 2006).

Ülkemizin su havzaları; plansızlık, doğru ve kalıcı politika eksikliği nedeni ile ciddi baskılar altındadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin ve ilgili diğer mevzuatların getirdiği düzenlemeler su kaynaklarında gözlenen kirlenmenin ve kalite değişiminin önüne geçememiştir. Bu bağlamda, ülkemizin önemli su kaynaklarının ve su havzalarının elden çıkma noktasına gelmesi, ülkemiz için doğal kaynakların sürdürülemez yönetimi ve sonuç olarak sürdürülemez kalkınmayı, yani bizden sonraki kuşakların bir damla temiz suya muhtaç olacakları bir geleceği işaret etmektedir. Ortaya çıkan bu tablo son zamanlarda insanları, su kaynaklarına giren zararlı maddeler ve bunların oluşturdukları etkiler konusunda çalışmalar yapmaya zorlamıştır (Erkul ve Karakılçık, 2002).

Su kaynaklarının yönetimi, suyun çok amaçlı kullanımının yanı sıra sürekli olmasını da sağlamalıdır. Bu kapsamda yönetim, hidrolojik sistemin sınırlarının belirlenmesi, sistemin sürdürülebilirliği kapsamında havza veriminin değerlendirilmesi, kullanım önceliğine göre su kaynaklarının gerek günümüzde gerekse gelecekteki paylaşımı ve kullanım haklarının belirlenmesi aşamalarını içermektedir. Havza, hidrolojik sistemi kontrol eden doğal sınırlarla çevrili bir alandır. Su kaynakları sisteminin havza ölçeğinde tanımlanması, sistemin doğal sınırları ile kısıtlanması, dolayısıyla bir bütün olarak ele alınmasına olanak sağlayarak, hidrolojik sistemi etkileyen, süreçler arasındaki, ilişkilerin doğru olarak ortaya konmasına yardımcı olmaktadır. Bu sayede sistem daha kolay anlaşılmakta ve sistemin, değişik etkilere karşı vereceği tepkiler de en uygun şekilde analiz edilebilmektedir (Meriç, 2004).

Bu çalışmada Bitlis İline bağlı, Ahlat İlçe sınırları içerisinde bulunan Karmuç Çayı boyunca fiziksel nitelikleri farklı olan üç istasyondan, Karmuç Çayı'nın Van Gölü'ne döküldüğü noktadan ve Van Gölü'nden 2013 yılı buharlaşmanın en fazla olduğu haziran, temmuz, ağustos aylarında noktasal ve anlık olarak yüzey suyu örnekleri alınmıştır. Sonuçlar SKKY'de belirlenen su kalite sınıflarına göre değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı ülkemizde geçerli olan mevzuatlar kapsamında Karmuç Çayı ve Van Gölü üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve gelecekte su kalitesinin olumsuz etkilenmesine karşı gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamaktadır.

1.1. Yüzey Sularında Kirlilik Oluşumu

Dünyanın birçok bölgesinde, tatlı su kaynaklarında belirgin ve yaygın bir azalma, bozulma ve artan bir kirlenme söz konusudur. Bu soruna yol açan temel etmenler arasında; kanalizasyon ve endüstri atıklarının arıtılmasındaki yetersizlik, doğal su havzalarının kaybolması, ormansızlaşma, suya pestisit ve diğer kimyasalları bırakan yanlış tarım uygulamaları vardır. Barajlar, nehir sapmaları ve sulama projeleri de akarsuların miktarını ve kalitesini etkilemektedir. Tüm bu uygulamalar sucul ekosistemleri tahrip etmekte ve tatlı sularda yaşayan canlı kaynakları tehdit etmektedir (Tamer, 2007).

Su ortamlarının kirlenmesinde özel bir öneme sahip olan akarsular, bir yandan buralara boşaltılan atıklarla kirlenirken, bir yandan da kirleticileri deniz ve göl gibi durgun su ortamlarına taşıyarak, bu ortamların kirlenmesine de aracılık etmektedir. Özellikle kent ve endüstri bölgelerinden geçen ve buraların atıklarını taşıyan akarsular denize ya da göle ulaştıkları kıyı bölgelerde ve körfezlerde aşırı kirliliğe neden olmaktadır.

Akarsulardaki kirlilik, özellikle akarsu kıyısında yoğunlaşan yerleşim alanlarında ve endüstri bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Çeşitli kirlilik kaynaklarından verilen atıksular bir akarsu ortamına karıştığında, suda, kirlenmeden önceki kalitesine doğru yönelen bir doğal arıtım işlemi başlar. Bu süreç, akarsuyun özellikleriyle ve iklim koşullarıyla yakından ilişkili olup, yavaş akan, havuzlama

özelliği gösteren akarsuların yeniden havalandırma hızı yavaş olduğundan, doğal arıtım süreci de yavaş işler. Dolayısıyla, atıkların etkisizleştirilmesi için en kritik dönem, düşük akış koşulları ile su sıcaklığının yüksek olduğu yaz ve güz ayları olmaktadır (Erkul ve Karakılçık, 2002).

Bir havzadaki akarsular, göller ve sulak alanlar noktasal ve noktasal olmayan kaynak kirliliği olarak başlıca iki kirlilik türünden etkilenmektedir. Noktasal kaynak kirliliği belirli bir "nokta"dan boşalan kentsel ve endüstriyel atıksu nedenli kirlilik olup kanalizasyon deşarjları basit bir örnek oluşturur. Noktasal olmayan kaynak kirliliği ise tarım, kentsel gelişim, inşaat ve ormancılık gibi çok çeşitli arazi/havza kullanım etkinliklerine bağlı olduğundan kolaylıkla belirli bir "yer"le konumlandırılamaz.

Akarsulara ulaşan önemli kirlilik kaynaklarından bir diğeri ise evsel atıklar olup, akarsu kirliliğinde öncelikli olarak atıkların nehre getirdiği kirlilik yükü incelenir. Nehirlere kanalizasyon sistemi ile boşaltılan atıksular, kontrol edilebilen ve kontrol edilemeyen kaynaklar olarak ikiye ayrılır:

i. Kontrol edilebilir kaynaklar; belli bir nüfusa sahip, alt yapısı tamamlanmış şehirlerdeki atıksuların nehre getirdiği yük olarak tanımlanmakta olup kirlilik yükünün ileriki yıllarda ne kadar olacağı hesaplanabilir. İçme ve kullanma amaçlı sular, şebekeler yardımıyla dağıtıldıktan sonra uygun bir şekilde toplanarak, zararsız hale getirildikten sonra alıcı ortama verilir.

ii. Kontrol edilemeyen kaynaklar: Alt yapısı tamamlanmamış az gelişmiş ülkelerdeki nehirlerin atıklarının hiçbir işlem görmeden direkt olarak nehre verilmesi sonucu oluşur (Özay, 1996).

Kullanılmış suların, akarsu yataklarına gerekli tedbirler alınmadan boşaltılması sonucu, pek çok su yatağı kullanılmaz hale gelmektedir. Evsel atıksular, düşük konsantrasyonlarda organik madde içermelerine rağmen, azot ve fosfor parametreleri açısından zengin sulardır. Deşarj edildikleri alıcı ortamlarda, özellikle ötrofikasyona

yol açmalarıyla çevre açısından ciddi bir sorun oluşturmaktadırlar (Çetin ve ark., 2005).

Akarsuları kirleten diğer bir kaynak ise endüstriyel kirliliktir. Endüstri bölgelerinden gelen kirlilik yükü, nehirlerin doğal seleksiyonunu bozacak düzeyde inorganik ve toksik madde taşıyorsa, bu atıkların tasfiye edilmeden direkt olarak verilmesi, alıcı ortam için tehlikeli sonuçlar doğurur (Özay, 1996). Sanayi tesislerinden akarsulara arıtılmadan deşarj edilen atıksular, ağır metal derişimlerini arttırarak canlılara zarar vermektedir. Bir nehrin ağır metallerle kirlenmesi, sucul çevrenin ekolojik dengesi üzerinde harap edici etkilere sahiptir ve kirlilik derecesine bağlı olarak, sucul canlıların çeşitliliğini sınırlar. Ağır metal içeren atıksular genel olarak BOİ değeri düşük, asidik, suda yaşayan ve bu suyu kullanan canlılar için çok zehirli ve inorganik karakterli sulardır (Şen, 2007).

Tarımsal üretimde; verimi arttırmak, zararlı böcek ve mikroorganizmalardan kurtulmak için, bilinçsiz ve aşırı miktarda kullanılan kimyasal gübre ve ilaçlar da akarsularda oluşan kirliliğinin başlıca sebeplerindendir. Suda zor parçalanan ve ayrışmaları yıllarca sürebilen bu bileşiklerin akarsu yapısını değiştirdiği bilinmektedir (Kalyoncu ve ark., 2005). Bu maddeler, çeşitli yollarla su ekosistemine karışmaktadırlar.

Kimyasal gübreler, yüzeysel akışlar ve sızıntılar yolu ile topraktan akarsulara taşınmaktadır. Gübrelemenin yüzey suları üzerine olumsuz etkileri en çok azotlu ve kısmen de fosforlu gübrelerin dengesiz bir şekilde kullanımından kaynaklanmaktadır. Gübreleme ile sulara karışan veya bitki bünyesinde birikebilen nitrat, çevreyi kirletici ana unsurdur (Şen, 2007).

Katı atıkların denetimsiz olarak doğaya terk edilmesi sonucu oluşan, çöplüklerden kaynaklanan yüksek kirlilikteki sızıntı suları da, yer altı ve yerüstü ve su kaynaklarını kirletmektedir. Katı atık depo sahalarındaki sızıntı suyu miktarı; boşaltılan atığın nem içeriği, nihai üst örtü tabakasının geçirimlilik derecesi, iklim şartları, yüzey suyu denetimi ve depo yaşı gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Sızıntı

suyunun yüksek miktarda oksijen ihtiyacı ve ağır metal içeriği uzun vadede alıcı ortamın kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu sorunlar alıcı ortamda anaerobik durumların oluşmasına, balıkların ölmesine ya da kirliliğe maruz kalmasına, alıcı ortamın su temini için kullanılması durumunda kalitenin bozulmasına neden olur.

Su ürünleri yetiştiriciliği ve hayvancılık faaliyetleri sonucu oluşan; gübre, idrar, hayvan ve hayvani ürün işleme artıkları da akarsular üzerinde ağır etkiler meydana getirmektedir. Hayvansal atıkların akarsulara karışması sonucu, bu atıkların yapısında bulundurduğu amonyak, fosfat, nitrat vb. organik maddeler akarsularda yoğun bir kirlilik oluşturmaktadır (Şen, 2007).

Ülkemizde genel su kalitesinin tanımlaması amacıyla; 25687 sayılı ve 31.12.2004tarihli Resmi Gazete'de yayınlanan "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğe göre, karalarda bütün yapay ve doğal yeraltı ve yüzeysel suları, denizle bağlantısı olan su kaynaklarında ise, tatlı su sınır noktasına kadar olan sular "Kıtaiçi Su Kaynağı" olarak nitelendirilmektedir. Kıtaiçi yüzeysel sular, kalitelerine göre 4 ana sınıfa ayrılmıştır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Su kalite sınıfları (SKKY 2004)

Sınıf I	Yüksek kaliteli su
Sınıf II	Az kirlenmiş su
Sınıf III	Kirli su
Sınıf IV	Çok kirlenmiş su

Kıta içi su kaynaklarının sınıflandırmasında kullanılan su kalite kriterleri Çizelge1.2'de gösterilmiştir (SKKY, 2004).

Çizelge 1.2. Kıtaiçisu Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

	SU KALİTE SINIFLARI			
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (^oC)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O_2/L)	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl^-/L)	25	200	400	> 400
6) Sülfat iyonu (mg $SO_4^=$/L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH_4^+-N/L)	0.2	1	2	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO_2^--N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO_3^--N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na^+/L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri[d]				
1) Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (µg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	> 50
4) Arsenik (µg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (µg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (µg Cr^{+6}/L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (µg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (µg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (µg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (µg F^-/L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (µg Cl_2/L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (µg $S^=$/L)	2	2	10	> 10
15) Demir (µg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (µg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (µg B/L)	1000	1000	1000	> 1000
18) Selenyum (µg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (µg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekalkoliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

Ayrıca 30.11.2012 Tarih 28483 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'nde (YSKYY) Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri değişmiştir. Söz konusu tablo Çizelge 1.3'te verilmektedir.

Çizelge 1.3. Kıta İçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (YSKYY)

Su Kalite Parametreleri	**Su Kalite Sınıfları**			
	I	**II**	**III**	**IV**
Genel Şartlar				
Sıcaklık (^oC)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
İletkenlik (µS/cm)	<400	400-1000	1001-3000	> 3000
Renk	**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:** 5 **RES 525 nm:** 4.2 **RES 620 nm:** 2.8
(A) Oksijenlendirme ***Parametreleri***				
Çözünmüş oksijen (mg O_2/L)[a]	> 8	6-8	3-6	< 3
Oksijen doygunluğu (%)[a]	90	70-90	40-70	< 40
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	25-50	50-70	> 70
Biyolojik oksijen ihtiyacı ($BOİ_5$) (mg/L)	< 4	4-8	8-20	> 20
B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH_4^+-N/L)	< 0,2[b]	0,2-1[b]	1-2[b]	> 2
Nitrit azotu (mg NO_2^--N/L)	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg NO_3^--N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65
C) İz Elementler (Metaller)				
Cıva (µg Hg/L)	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2
Kadmiyum (µgCd/L)	≤ 2	2-5	5-7	> 7
Kurşun (µg Pb/L)	≤10	10-20	20-50	> 50
Bakır (µg Cu/L)	≤20	20-50	50-200	> 200
Nikel (µgNi/L)	≤20	20-50	50-200	> 200
Çinko (µgZn/L)	≤200	200-500	500-2000	> 2000
D) Bakteriyolojik Parametreler				
Fekalkoliform (EMS/100 mL)	≤10	10-200	200-2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	≤100	100-20000	20000-100000	> 100000
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirleticiler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2015'den itibaren değerlendirilecektir.			

(a) Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.
(b) pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0.02 mg NH_3^-N/L değerini geçmemelidir.

Tehlikeli maddeler ile ilgili kısım 01.01.2015 tarihinde belirleneceği için o süre zarfında diğer tablodaki veriler kullanılmaktadır.

1.2. Su Kalite Parametreleri

Su kalitesini etkileyen parametreleri fiziksel kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler olarak sınıflandırmak mümkündür. Aşağıda detayları ile birlikte ele alınmıştır.

1.2.1. Fiziksel parametreler

1.2.1.1. Sıcaklık

Su sıcaklığı, suyun viskozitesini ve yoğunluğunu değiştirmesi, su ortamında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonların hızını ve gazların çözünürlüğünü etkilemesi bakımından sucul yaşam için çok önemli bir parametredir. Sucul organizmaların üreme, beslenme ve metabolik faaliyetlerini de etkiler (Nikolsky, G. V., 1963).

Akarsularda su sıcaklığının yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği ayrıca, akarsu yatağında gölge yapan bitkilerin bulunması, akarsu önünde oluşabilecek setler, soğuk su karışımları ve akarsu içine akan yeraltı sularının su sıcaklığının değişmesinde etkili olduğu ifade edilmiştir (U.S. EPA, 1997).

Su sıcaklığının su içinde bulunan maddelere de çözünme hızı ve çözünme miktarı olarak etkisi vardır. Sıcaklığın suyun yapısında ve canlılık faaliyetlerinde önemli etkileri vardır. Sıcaklık diğer çevre faktörlerine ve su kalitesi parametrelerine göre daha fazla önem arz etmektedir. Su kaynaklarında sıcaklık, evsel atık suları, endüstriyel ve sanayi kollarının alıcı ortama bıraktığı farklı sıcaklıklardaki atıklar su sıcaklığında değişikliklere neden olmaktadır. Sıcaklıktaki bu değişimler ekosistemi olumsuz etkilemekte, suyun kalitesinde de bozulmalara neden olmaktadır.

1.2.1.2. Elektriksel iletkenlik

Suda çözünen tuzların toplam derişiminin ölçüsü iletkenlik ile ifade edilmektedir. Tuzlar suda elektrik iletkenliğine sahip yüklü iyonlar halinde çözünmektedirler. Sudaki iyon sayısı ne kadar fazla ise elektriksel kondüktivitesi o kadar yüksek olmaktadır. Elektriksel iletkenlik, çözeltideki atık madde miktarını ve tuzlulukla ilişkisini yaklaşık olarak gösterir. İletkenlik 1 cm^2'lik alanda 1 cm aralıkla duran iki platin elektrot arasındaki direncin ölçümü olarak ifade edilir ve 25°C'de her cm için mikroohms veya megaohms olarak belirtilmektedir. İletkenlik birimi olarak µS/cm kabul edilmektedir. Genellikle doğal sularda iletkenlik yaklaşık olarak çözünmüş katı maddelerin toplamı anlamına gelmektedir. Eİ, su içerisinde çözünmüş mineral maddelere bağlı olarak değişmektedir. Tuzluluk ve suyun yoğunluğu arttıkça iletkenlik de artar (Ciril ve Cirik, 2005).

1.2.2. Kimyasal parametreler

1.2.2.1.pH

Sularda pH, suyun asidik veya bazik durumunu göstermektedir. Su içerisindeki hidrojen iyonu (H^+) derişiminin 10 tabanına göre negatif logaritması pH olarak tanımlanmaktadır. pH değerleri 0-14 arasında değişir. pH değeri 7 olan sular nötr sular olarak tanımlanmaktadır.

$pH = - \log [H^+]$, $pH<7$ ise asidik, $pH>7$ ise bazik sulardır.

Yüzeysel sularda genellikle pH 8'den büyük değerlerdedir. Yer altı suları bu durumun tam tersi 7'nin altında asidik karakterdedir. Yer altı sularındaki bu durum çözünmüş karbondioksit, diğer karbonat ve bikarbonat bileşikleri arasındaki dengeye bağlı olarak değişir.

Sulardaki bu asidik ve bazik durum biyolojik yaşamı ve kimyasal dengeyi sağlamak üzere çok iyi bilinmeli ve kontrol edilebilmelidir. pH, suyun korozif veya çökelme eğiliminin önemli bir ölçütüdür (Şengül ve Müezzinoğlu, 2008).

1.2.2.2. Askıda katı madde

Doğal sularda ve atık sularda bulunan çözünmüş ya da askıda olan maddeler katı maddelerdir. Toplam katı madde filtre edilebilen ve filtre edilemeyen maddelerin tamamıdır. Filtre işleminden sonra çözünmüş madde ve askıda katı madde olarak isimlendirilir. Askıda katı maddeler ise çökebilen ve çökemeyen maddeleri kapsamaktadır. Kaya parçaları, çamur, sediment maddeleri, kil mineralleri, kolloidal organik madde parçaları ve planktonlardan oluşur. İnsanların aktiviteleri sonucu yüzey sularının askıda katı madde miktarında artış olabilir. Doğal çevresel faktörler ve iklim, askıda katı madde miktarında değişikliklere neden olmaktadır.

Akarsularda bulunan katı ve askıdaki maddeler, güneşten gelen enerjiyi engelleyerek karbondioksit ve oksijen dengesini bozmakta olup suyun kalitesini etkileyerek kullanma ve içme özelliğini değiştirmektedir (Karakılçık ve Erkul, 2002). Askıda katı madde belli bir miktardan sonra genellikle suyun fiziksel olarak kirlenmesine sebep olan, dolayısıyla suyun bulanıklaşmasını, yoğunlaşmasını, toksisitesini artırabilen, ışık geçirgenliğini ve oksijen miktarını azaltarak fauna ve flora üzerine çökelerek sucul canlılara zarar verir (Uslu ve Turkman, 1987).

1.2.2.3. Çözünmüş oksijen

Doğal sularda çözünmüş oksijen (ÇO) ve sıcaklık, biyolojik faaliyetleri düzenleyen en önemli faktörlerdir ÇO değerleri basınç ile artar ve sıcaklıkla azalır. Sıcaklıkla ters orantılı olarak ÇO, sıcaklık arttıkça azalır ve sıcaklığın azalmasıyla birlikte artar (Sarıhan, 1985; Geldiay ve ark., 1995).

Oksijen doğal sularda suyun kendini yenilemesini sağlamasının yanı sıra biyokimyasal reaksiyonları için de gereklidir. Sudaki oksijen kaynakları; atmosferden suya geçişler ile suda gerçekleşen fotosentez olaylarıdır.

Yüksek organik madde ve nutrient içeren atık deşarjları, organik maddelerin parçalanması süresince meydana gelen mikrobiyal aktivitenin artmasına neden olur ve ortamdaki çözünmüş oksijen derişimini düşürür. ÇO derişiminin doğal ya da antropojenik sebeplerle aşırı düştüğü durumlarda, çöken maddelerin çürümesinin bir sonucu olarak sediment su yüzeyinde anaerobik koşullar meydana gelebilir (Chapman ve Kimstach, 1996).

Çizelge 1.4. Sıcaklıkla Oksijenin Sudaki Çözünürlüğü Arasındaki İlişki (Güler ve Çobanoğlu, 1997)

Sıcaklık (°C)	Çözünebilen Oksijen mg/L	Sıcaklık (°C)	Çözünebilen Oksijen mg/L	Sıcaklık (°C)	Çözünebilen Oksijen mg/L
0	14. 6	12	10. 8	24	8. 5
1	14.2	13	10. 6	25	8.4
2	13. 8	14	10. 4	26	8. 2
3	13. 1	15	10.2	27	8. 1
4	13. 1	16	10. 0	28	7. 9
5	12. 8	17	9. 7	29	7. 8
6	12. 5	18	9. 5	30	7. 6
7	12.2	19	9. 4	35	7. 1
8	11.9	20	9. 2	40	6. 6
9	11.6	21	9. 0	45	6. 1
10	11.3	22	8. 8	50	5. 6
11	11. 1	23	8. 7		

1.2.2.4. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)

Biyolojik oksijen ihtiyacı organik maddelerin aerobik koşullarda mikroorganizmaların sudaki organik maddeleri ayrıştırmaları için gerekli oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. Biyolojik olarak ayrışabilen organik maddelerin toplamını gösteren parametredir. Organik maddeler bakteriler için gıda maddesidir. Biyolojik oksijen ihtiyacı deneyinde, kanalizasyon ve endüstri atıklarının organik yük cinsinden kirlenme derecesi eşdeğer oksijen miktarı cinsinden tayin edilir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Sularda bulunan BOİ'nin büyüklüğü; suda parçalanabilecek organik maddelerin doğası ve derişimi, mikroorganizmaların doğası, sayısı ve adaptasyonu, mikroorganizmalar için besinlerin doğası ve miktarı, inkübasyon süresi, sıcaklık, ışık etkileri ve toksik etkilere sahip maddeler ile biyolojik ve/veya biyokimyasal proseslerin etkileri gibi birçok faktörden etkilenir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

1.2.2.5. Kimyasal oksijen ihtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) sudaki yükseltgenebilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli olan oksijen miktarıdır. BOİ ölçüm yönteminin yetersiz olduğu durumlarda kullanılır. Bir atıksu numunesinde BOİ ve KOİ sonuçları karşılaştırılırsa, genellikle KOİ değerlerinin BOİ değerinden büyük olduğu görülür. Bunun nedeni, kimyasal yolla oksitlenebilen bileşiklerin biyolojik olarak oksitlenenlere oranla daha fazla olmasıdır.

Sodalı sularda KOİ değerleri fazla çıkmaktadır. Ülkemizde en büyük sodalı göl olan Van Gölü diplerinin organik maddece zengin siyah çamurlarla kaplı oluşu, çamur içindeki metanın ve diğer karbon bileşiklerinin bikarbonata dönüşmesinde etkili olabileceği, göl tabanındaki kalın ve yoğun organik madde göl üst zonunda yaz aylarında çoğalan planktonların göl canlıları tarafından tüketilemeden dibe çökmesi şeklinde açıklanabileceği belirtilmiştir (Öztürk ve Görgün, 2003).

1.2.2.6. Azot grupları

Sularda en çok bulunan gazlardan biri olan azot, canlı yapısının temel elementlerinden biri olup sudaki durumu atmosferdeki azot dengesiyle ilgili ve canlıların besinlerinin olmazsa olmaz bir bileşenidir. Doğal sularda bulunduğu haller amonyum, amonyak, nitrit iyonu ve nitrat iyonu şeklinde olmaktadır. Serbest azot atomu veya iyonları halinde bulunmamaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Çizelge 1.5. Sucul Ortamlarda Bulunan Başlıca Azot Formları (Haralambous ve ark. 1992)

Form	Sembol	Sucul Ortamdaki Rolü
Azot	N_2	Etkisiz gazdır. Atmosferden su içine ve dışına hareket eder, önemi yoktur.
Organik Azot	Org-N	Serbest amonyağın parçalanmasıyla oluşur.
İyonize olmamış Amonyak	NH_3	Sucul hayvanlar için oldukça toksiktir. Yüksek pH'da daha çok ortaya çıkmaktadır.
İyonize olmuş Amonyak (Amonyum)	NH_4^+	Çok yüksek konsantrasyonları dışında toksik değildir. Düşük pH'da daha çok ortaya çıkmaktadır.
Toplam Amonyak (TAN)	$NH_3 + NH_4^+$	İyonize ve iyonize olmamış amonyağın toplamıdır. Çoğunlukla amonyak testlerinde toplam amonyak azotu olarak ölçüm yapılır. Nitrifikasyon bakterileri ile nitrite dönüşür.
Nitrit	NO_2	Sucul hayvanlar için toksiktir ve nitrifikasyon bakterileri ile nitrata dönüşür.
Nitrat	NO_3	Çok yüksek konsantrasyonları dışında toksik değildir. Su bitkileri tarafından kullanılabilir.

Su içerisinde iyonize olmamış ve iyonize olmuş halde bulunan amonyağın ikisi birden toplam amonyağı **(**NH_3**)** oluşturur. Toplam amonyağın etkisi ise azot üzerinden ifadelendirildiğinde verilen değerler toplam amonyak içindeki azot miktarıdır ve bu toplam amonyak azotu şeklinde tanımlanmaktadır.

Amonyum iyonu suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Ancak yüksek pH ve sıcaklığa bağlı olarak amonyum amonyağa dönüşerek su ortamı içindeki sucul canlılar için toksik hale gelebilmektedir (Ünlü ve ark., 2008). Amonyum iyonları birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından doğrudan alınabilir. Amonyum, alg büyümesini hızlandırmasının yanında suda oksijen tüketimini artırması ile sucul ortamı etkilemektedir. Amonyak, yaklaşık 0.2 mg/L gibi düşük derişimlerde balık ve diğer sucul yaşama toksiktir (Haralambous ve ark., 1992).

Suda amonyak birikimi, sucul organizmalara toksik olduğundan istenmez ve pH arttıkça toksik etkisi azalır. Su ortamına karışan azot bileşikleri birincil üretim

üzerinde oldukça fazla etki ederek ötrofikasyona neden olabilir (Henry ve ark., 1984).

Doğal sularda amonyak ve amonyum arasındaki dönüşüm şu şekildedir:

$$NH_3 + nH_2O \; NH_4^+ + OH^- + (n-1)\, H_2O$$

İyonize olmamış amonyak ve iyonize amonyağın çözeltideki denge halinin pH ile bozulması, pH değerinde ki bir birimlik artışın amonyak miktarının yaklaşık on kat artması şeklinde de ifade edilebilir.

Doğada azot gazı ve formları ile protein gibi organik bileşikler arasında kimyasal değişimler olur ve azot devri meydana gelir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Doğada Azot Döngüsü

Biyolojik azot döngüsünün ilk basamağı olan amonyak bazı özel bakteri kolonileri tarafından özel şartlarda nitrit (NO_2^-) ve nitrata (NO_3^-) dönüştürülür. Nitrat tatlı su ekosistemlerinde azot döngüsünün doğal tamamlayıcı bileşenidir. Nitrit ise

amonyak ve nitrat arasında oksidasyon sonucu oluşan bir ara formdur (Henry ve ark., 1984).

1.2.2.6. Toplam fosfor

Fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen besleyici minerallerin en önemlisidir. Özellikle ototrof ve heterotrof organizmaların büyümelerinde sınırlayıcı etki gösterir. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın coğrafi özelliklerine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atıklardan özellikle deterjan olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır. Akarsularda ve göllerde çözünmüş organik fosfat, çözünmüş inorganik fosfat ve organik partiküler fosfat şeklinde bulunur. Çözünmüş inorganik fosfat fotootrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanıp ve besin zincirine katılmaktadır (Schwörbel, 1987).

Canlı protoplazmanın kuru ağırlık olarak yaklaşık %2'sini fosfor oluşturur. Bu yüzden fosfor, özellikle fotosentezle üretim yapan ototrof canlıların büyümelerini kısıtlayıcı bir etkiye sahiptir. Heterotrof mikroorganizmaların büyümesinde de fosfor önemli bir role sahiptir. Gerekli olan fosforun suda yeterli miktarlarda mevcut olmaması, bu canlıların büyümesini sınırlayabilir (Uslu ve Turkman, 1987).

İnsan atığında genellikle ortofosfat ve bunun yanı sıra diğer biyolojik bileşiklerdeki fosfat bulunur. Bu biyolojik moleküller; nükleik asitler, fosfolipidler ve fosfor içeren proteinlerdir. Evsel ve endüstriyel atık sularda fosfor çoğunlukla polifosfatlar seklinde bulunur. Deterjanlardaki fosforun %99'u pirofosfat ve tripolifosfatlar şeklindedir (Harper, 1992).

Sucul ortamlarda toplam fosfor miktarı, inorganik ve organik fosfat gruplarının toplamı anlamına gelmektedir. Ortofosfat olarak bilinen inorganik fosfatlar çözünebilir reaktif fosforlar (SRP) şeklinde de tanımlanabilmektedir. SRP'ler sucul canlıların hayatsal faaliyetlerinde kullandıkları bileşiklerdir. Polifosfatlar ise, birden

fazla ortofosfat molekülünden su çıkması ile elde edilen, su ortamında zamanla hidrolize uğrayıp tekrar orto hallerine dönen fosfor gruplarıdır.

Fosfor su ortamında oluşan ötrofikasyonun en temel elementidir (Harper, 1992). Çeşitli yollarla alıcı ortama giren fosfor büyük nehirler ve denizlere ulaştığında su içerisindeki alglerin gelişimini hızlandırır.

Doğal sularda sedimentte bulunan fosfor, göl suyu ile sürekli dolaşım halindedir. Bu dolaşım, fosforun sedimentten suya geçmesi ve sudaki fosforun yeni baştan sedimente dönmesi şeklinde birtakım fiziksel, kimyasal ve metabolik etkenler altında oluşur. Sedimentteki fosfor miktarı ile göl suyunun verimliliği arasında bir ilişki vardır. Sedimentin fosfor içeriğinin sudaki miktardan daha fazla olabildiği tespit edilmiştir (Erençin ve Köksal, 1981).

1.3. İnorganik Kirlenme

İnorganik kirlenme genelde ağır metal kirliliği şeklinde tanımlanabilir. Metaller ve diğer atıklardan oluşan kirleticiler çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkarak yaygın şekilde kirliliğe neden olmaktadırlar. Çevre koşullarına dayanıklıdırlar ve daime biyolojik sistemlere etki ederek besin zinciri aracılığı ile canlılarda artan yoğunlukta birikme eğilimindedirler (Uzunoğlu, 1997).

Akarsu kaynaklarındaki doğal olan ağır metal kirliliğinin en önemli kaynaklarından biri toprak erozyonu sonucu sulara karışan katı madde (sediment) ve organik maddelerdir. Ağır metaller bitkilerin büyümesi için gerekli ise de belirli bir derişimden sonra hem bitkiler hem de mikroorganizmalar için zehirli olmaktadır. Ağır metallerle ilgili bir başka önemli risk, bu maddelerin uzun vade de toprakta birikim yapmasıdır. Ağır metaller, toprağın adsorbsiyonu, kimyasal reaksiyon ve iyon değişimi sonucu toprakta tutulur. Özellikle yağışların yoğun olduğu aylarda sulara karışan sediment, organik ve inorganik maddeler ağır metal miktarında önemli rol oynamaktadır (Dökmen, 2000).

1.4. Organik Kirlenme

Birçok şehir ve endüstri atık suyu organik maddeler içerir. Organik bileşenlerin biyolojik kararlılık hızı, zaman ve sıcaklığın fonksiyonudur. Sıcaklığın artması, deoksidasyon hızını arttırır. Akarsuda bulunan oksijen, atmosferden havalandırma ile kazanılır. Buna göre organik atıkların kendiliğinden temizlenmesine etki eden faktörler suyun debisi, akış hızı, su sıcaklığı ve yeniden havalandırma gibi parametrelerdir.

1.5. Araştırma Alanlarının Genel Özellikleri

1.5.1. Van gölü havzası genel bilgileri

Van Gölü havzası Türkiye'de bulunan 26 su havzasından biridir. Havza yüksek su potansiyeline sahiptir. Çevresindeki havzalar Fırat, Dicle ve Kura-Aras'tır (Ünver, 1983).

Van Gölü havzasının alanı yaklaşık 1797643 hektar, Türkiye alanına oranı %2.3 kadardır, yıllık su potansiyeli $3,54x10^{9}$ m^{3} bildirilmiştir (Ünver, 1983). Van Gölü havzasında 17 doğal göl, 3 baraj gölü, 40 kadar gölet, çok sayıda sulak alan ve akarsu mevcuttur (Çetinkaya, 1996). Havzadaki göller kökenlerine göre lav set (Van, Erçek, Arin gölleri), Krater (Nemrut, Aygır gölleri), Tektonik (Keşiş (Turna), Akgöl gölleri), Bazalt Çukurunda (Süte (Kazlı), Şor gölleri), Buzul (Süphan gölü) tatlı su gölü **(Nazik)** olarak gruplandırılabilir. Önemli Akarsular Karasu, Bendimahi, Deliçay, Zilan, **Karmuç**, Hoşap'tır. (Ünver 1983)Dolayısı ile Van Gölü kapalı havzasının yüzeysel drenaj alanın % 76,50'i (11854,90 km^{2}) kara alanlar iken, % 23.5'i (3641,08 km^{2}) ise göl alanıdır (Düzen, 2011).



Şekil 1.2. Van Gölü Havza Sınırları Ve Ana Akarsular (Google maps)

Zoocoğrafik olarak Avrupa ve Batı Asya geçiş bölgesinde bulunan havzanın balık faunası Avrupa ve Batı Asya kökenlidir (Demirsoy, 1999). Havza Türkiye iç su balık üretiminin yaklaşık %25'ini karşılamaktadır (Anonim, 2000). Van Gölü sodalı olduğundan balık türü olarak sadece inci kefali (*Chalcalburnus tarichi* P. 1811) yaşamaktadır. Bu balık Mayıs-Haziran döneminde üremek için akarsulara sürüler halinde göç eder. İnci kefali akarsulara girmeden önce iyon dengesini kurmak için Nisan-Mayıs aylarında akarsu mansaplarında büyük sürüler oluştururlar. Bu dönemde ığrıpla avlanırlar.

Van Gölü havzasında ticari balıkçılık yapılan önemli kaynaklardan biri de Nazik Gölüdür. Nazik Gölünde sazan, siraz ve inci kefali avcılığı ticari olarak yapılmaktadır. Üreme döneminde gölde yapılan incelemelerde üreme alanı niteliğine sahip vejetasyonlu kıyı bölgelerinin boydan boya fanyalı ağlarla kapatılarak sazanların bu bölgelere giriş veya çıkışlarında avlanmaya çalışıldıkları gözlenmiştir. Bu işlem av yasaklarına rağmen yapılmaktadır. Ayrıca avlanan balıkların bir kısmının cinsel olgunluğa ulaşmamış bireylerden oluştuğu bildirilmiştir (Şen, 2001).

Van Gölü havzası yağış rejimi yıllar arasında oldukça değişkendir. Bunun bir sonucu olarak Van Gölünde 1990-1995 yılları arasındaki 2-2,5m'lik yükseliş yaşanmıştır. Su seviyesindeki bu yükselişte yağışların büyük rolü vardır (Erol, 1996).

Yağışlar genellikle Nisan-Mayıs ve Ekim-Kasım aylarında yağmaktadır. Özellikle ilkbahar aylarında yağan yağmur sellere sebep olabilmektedir. Bu seller daha çok havzanın Kuzey-doğu bölgesinde (Erciş, Muradiye, Çaldıran) görülür. Havzada Kış aylarında yer yer 1 m'yi geçen kar kalınlığı görülür. Haziran-Eylül aylarında ise havzada yağmur birkaç mm'yi geçmez. Görüldüğü gibi yıl içindeki yağış rejimindeki düzensizlikten dolayı yılın belli dönemlerinde (ilkbahar ve sonbahar) seller olurken, belli dönemlerde de (yaz) kuraklık yaşanmakta, akarsular kuruma noktasına gelmektedir (Elp, 2006).

Havza 1890'lı yıllara kadar geniş orman alanlarına sahipti (Anonim, 1995), bu erozyona karşı iyi bir koruma sağlıyordu. Zamanla ormanların yakacak, yaylaların hayvancılık amaçlı düzensiz kullanımı sonucu bitki örtüsü tahrip olmuştur. Bölge çok yıllık bitki yönünden oldukça fakir olup genellikle çayırlık veya çıplak arazi niteliğindedir. Ormanlık alan yok denecek kadar azdır. Havzada ani yağışlar olduğunda dere yataklarına aşırı katı madde girişine sebep olmakta ve dere yataklarında bitki ve hayvanların üstünün örtülmesine veya ani yağıştan dolayı yatak değişimine neden olmaktadır. Bu da balıkların üreme ortamlarının tahribatına sebebiyet vermektedir (Elp, 2006).

1.5.2. Bitlis ili genel özellikleri

1.5.2.1. Coğrafi yapı ve nüfus özellikleri

Bitlis, Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat ve Yukarı Murat bölümlerinin sınırı üzerinde bulunan bir ilimizdir. Bitlis İlinin genel olarak yüzölçümü 6706 km^{2}'dir. Bu rakama Bitlis İli sınırları içerisinde kalan Van Gölünün 1876 km^{2}'lik kısmı da dahil edildiği takdirde toplam olarak İlin yüzölçümü 8582 km^{2} olmaktadır. Bu duruma göre Bitlis İli 38^{o} $31^{'}$ $33^{''}$ K ve 42^{o} $23^{'}$ $16^{''}$ D koordinatları arasında yer

almaktadır. İlin en doğu sınır noktasından en batı sınır noktasına kadar 144 km, en kuzey noktasından en güney noktasına 120 km'dir. (www.bitlis.gov.tr)

Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TUİK) verilerine göre, 31 Aralık 2011 tarihi itibariyle Bitlis'in nüfusu 336624 olarak belirlendi. Toplam nüfusun 175257'si erkekler, 161367'si kadınlardan oluşuyor. Belirtilen toplam nüfusun 178788'i il ve ilçede, kalan 157836 kişi ise belde ve köylerde ikamet ediyor. Bitlis nüfusunun il ve ilçelere dağılımıysa şöyle: "Bitlis Merkez 65670, Adilcevaz 31746, Ahlat 36577, Güroymak 45038, Hizan 39563, Mutki 34240, Tatvan 83790 (www.bitlis.gov.tr)

1.5.2.2. Bitki örtüsü

Karasal iklimin sürdüğü ilde hakim bitki örtüsü step ve bozkırdır. Bunlar yağışların bol olduğu dönemde yeşeren yazın kuraklık ve sıcaklıkla birlikte kuruyan otlardan oluşur. Bitki örtüsü bakımından çayır otlak ve meraların geniş yer tuttuğu yayla görünümündedir. Yüksek kesimlerde yağışların artması ile genellikle meşe ağaçlarından oluşan orman koruluklarına rastlanır. Bu ormanların yörenin insanları tarafından bilinçsizce tahrip edilmesi ve yakacak odun olarak kullanılması nedeniyle gün geçtikçe azalmaktadır. Sulak yerlerde kavak söğüt ağaçlarıyla, elma, armut, ceviz, dut ağaçları çok sayıda vardır. İlde son yıllarda yapılan ağaçlandırma çalışmalarında önemli mesafeler alınmıştır (www.bitlis.gov.tr)

1.5.2.3. İklim

Deniz seviyesinden 1545 metre yükseklikte bulunan ilde kış erken gelir, geç gider. Kışın çok kar yağar kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları ise kısa sürer sıcak ve kurak geçer. Karasal iklim özelliğini gösterir. Yıllık sıcaklık ortalaması 9,7 ^{o}C'dir. En sıcak ay Temmuz en soğuk ay ise Ocak'tır. Meteorolojik verilere göre İldeki yıllık sıcaklık farkı 15,5 ^{o}C civarındadır. Van Gölü çevresinde bulunan Adilcevaz, Ahlat ve Tatvan ilçelerinde kış daha yumuşak geçer. (www.bitlis.gov.tr)

1.5.3. Ahlat ilçesi genel özellikleri

Ahlat ilçesi ve yakın çevresinde, farklı jeolojik zamanlarda oluşmuş, farklı yapıdaki jeomorfolojik üniteler mevcuttur. Yer şekillerinin oluşumunda volkanizma özellikle jeomorfolojik zamanlardan dördüncü zamandaki volkanik faaliyetler belirleyici rol oynamıştır. İlçenin doğusunda Süphan, kuzeybatısında Bilican ve güneybatısında Nemrut gibi üç önemli volkan konisi yer almaktadır. İlçenin güneybatısında yer alan Nemrut Kalderası'nın kuzeyinde ve batısında lav platoları yer almakta ve bu platolar üzerinde bazı parazit koniler bulunmaktadır. Bunlardan en dikkat çekici olanı 650 m. genişliğindeki Nemrutbaşı kül konisidir. Bu koninin kuzeyinde yer alan ve Kantaşı adı verilen lav akıntısı, 1441 yılındaki son püskürme ile meydana gelmiştir. Nemrut Dağı'nın güney kısmında yer alan Nemrut Kalderası ise patlama ile oluşmuştur (Güner, 1984). Nemrut Dağı'nın kuzeyinde Kıralık, Kulingo (2321 m) ve Bilican (2754 m) dağları yer alır. Bu dağlar Nemrut Dağının'da üzerinde bulunduğu kuzey-güney yönlü fay üzerinde meydana gelmiştir. İlçe arazisinin büyük çoğunluğunu oluşturan Alaaddin Çayı Havzası'nın orta bölümü ise en önemli düzlük alanları oluşturur (Elmastaş ve ark., 2008).

Dağlık alanların büyük bir bölümü çok engebeli bir yapıda olmayıp, tarım ve hayvancılık faaliyetleri için elverişli bir ortam arz etmektedir. Bu nedenle Van Gölü Havzası'nın kuzey kesimi ve dolayısıyla Ahlat yöresinde nispeten az eğimli bir topoğrafyanın hakim olması, yerleşmenin yüksek kesimlere kadar çıkmasına zemin hazırlamıştır (Arınç, 1997). Bu özelliği sayesinde yörede, hem toprak örtüsü hem de bitki örtüsü aşırı kullanım nedeniyle tahrip edilmiştir (Elmastaş, 2008).

Ahlat yöresinde Doğu Anadolu Bölgesi'nin karasal iklim şartları etkilidir. Ancak karasal etkiler, Van Gölü'nün varlığı nedeniyle çevreye göre daha azdır. Ahlat'ta ortalama sıcaklık 8,9 ºC'dir. En yüksek ortalama sıcaklık 21,8 ºC ile Temmuz ayında görülür. En düşük ortalama sıcaklık ise, Ocak ayında görülür (-2,7 ºC). En sıcak ay ile en soğuk ay arasındaki ortalama sıcaklık farkı 24,5 ºC'dir. Ahlat'ta kaydedilen en yüksek sıcaklık 36,5 ºC (2004 Yılı Ağustos ayında), en düşük sıcaklık ise -22,6 ºC (1985 Yılı Şubat ayında)'dir (Elmastaş, 2008).

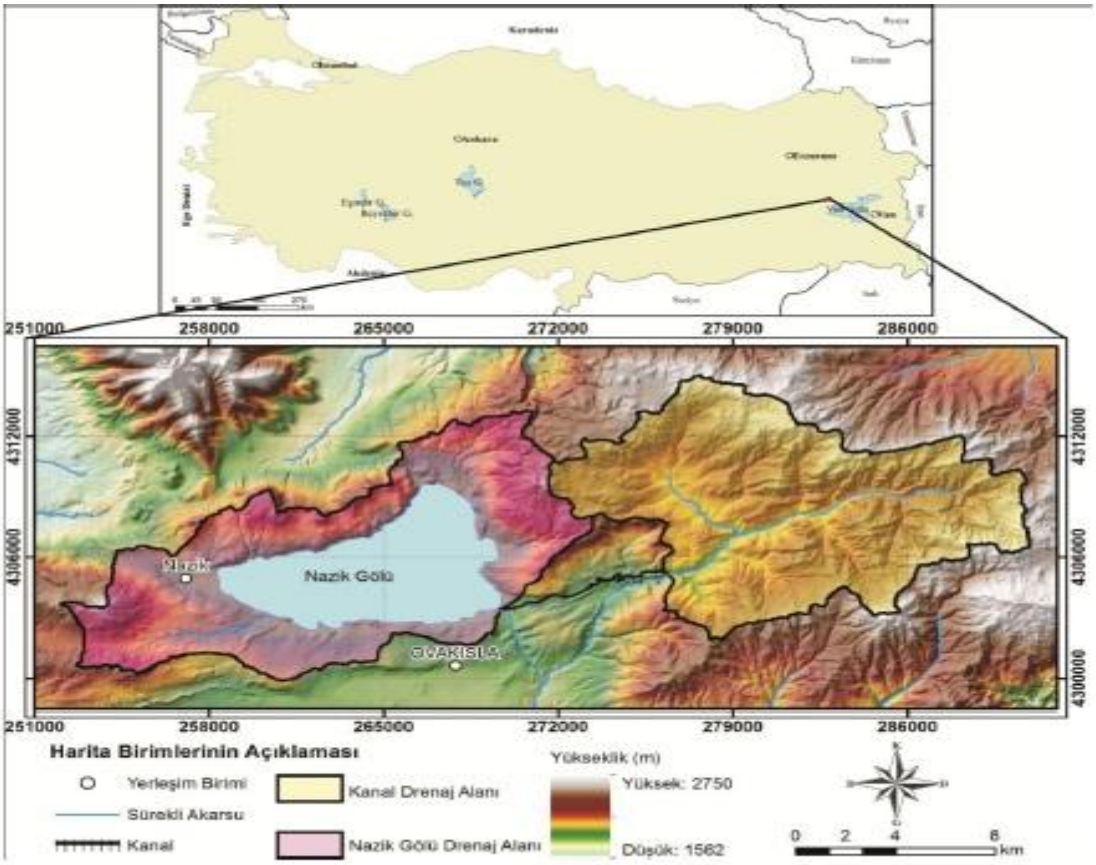
Ahlat'ta yıllık ortalama yağış miktarı 553,5 mm'dir. Yağışın %41.2'si (228,2 mm) ilkbahar, %28.6'sı (158 mm) kış, %23.3'ü (129 mm) sonbahar ve %6.9'u (38,3 mm) ise yaz mevsiminde görülür. Kış mevsiminde yağışlar kar şeklindedir. Ahlat'ın yıllık kar yağışlı gün sayısı 27,8 gün, karla örtülü gün sayısı ise, 73,5 gündür. Ahlat'ta yaklaşık olarak 2,5 ay karla örtülü gün yaşanır. Bu sayı yüksek alanlarda daha fazladır. En yüksek kar örtüsü kalınlığı ise, 129 cm'dir. Kar örtüsü kalınlığı yüksek yerlerde 1 metreyi aşmaktadır. Kar örtüsü, ilkbahar aylarında erimekte ve özellikle nispeten eğimli olan alanlarda yağmur gibi hemen akışa geçmeyip, zemine sızarak tarımsal faaliyetler için hayati olan yeraltı suyunu beslemektedir. Ahlat yöresi, akarsu ve göller bakımından zengindir. Ahlat ilçesi sınırları içinde yer alan sular, Alaaddin, Bayındır ve Sor çayları ile Van Gölü'ne ulaşmaktadır. İlçenin büyük bir bölümünü meydana getiren Alaaddin Çayı Havzası'nın suları Alaaddin Çayı ile Karmuç Çayı'na oradan da Van Gölü'ne dökülmektedir. Gerek Alaaddin Çayı gerekse diğer akarsu kaynakları yaz döneminde kuruma noktasına gelmektedir. Van Gölü, Nemrut Kalderası içine yerleşmiş olan Nemrut Gölü ve Nazik Gölü önemli doğal gölleri teşkil eder. Göl suları soda bakımından yoğun olduğundan içmeye ve tarımda sulamaya elverişli değildir. Tatlı su karakterinde olan ve sulamada yararlanma fırsatı veren Nemrut Gölü'nün suları, Nemrut Kalderası içerisinde oluşan ekosistemin bozulmasına neden olacağı dikkate alındığında tarımda kullanılması uygun görülmemektedir. Tarımsal faaliyetler çerçevesinde sulama amacıyla kullanılmaya uygun en büyük su kaynağı şüphesiz Nazik Gölüdür. Bu su kaynağından yararlanmak için bazı sulama projeleri planlanarak faaliyete geçirilmiştir. Bu çalışmalardan biri kaynağını Nazik Gölü ve Yoğurtyemez Deresi suları oluşturan Karmuç Deresi üzerinde Ahlat'ın 2 km batısında 1975 yılında inşa edilen regülatördür. Bu vasıtasıyla kontrol altına alınan fazla sularla Ahlat'ın bir kısım arazileri ile Ahlat ilçesinin Yeniköprü ve Saka ile Tatvan'ın Adabağ ve Sarıkum köyleri arazileri sulanmaktadır. Bu sulama projesi faaliyete geçtiğinden beri 3546 ha arazi sulama imkanı bulmaktadır. Ahlat yöresindeki sulama projelerinden bir diğeri de Ahlat ilçesinin Ovakışla (Purhus), Bucukaya (Mezik) ve Kınalıkoç (Süfresor) köylerinin arazilerini sulamak için planlanarak faaliyete geçirilen Ovakışla sulama projesidir. Nazik Gölü ve Yoğurtyemez Deresi sularından yararlanmayı

kapsayan bu sulama projesi ile 2810 ha arazinin sulanması planlanmıştır (Elmastaş, 2008).

1.5.4. Nazik gölü genel özellikleri

Nazik Gölü Bitlis il sınırları içerisinde yer almaktadır. Nazik Gölü Sulak alanı Alt Havza sınırları Ahlat ilçesinin kuzey batısında yer almakta, Muş ili Bulanık ilçesinin ise güney doğusu ile sınır teşkil etmektedir. Alt Havzanın kapladığı alan göl alanı ile birlikte 15119 km^2 olup, Ahlat ilçesinin karasal alanının %15,37'si kapsamaktadır. Nazik Gölü $38^o\ 87'\ 92''$ K ve $42^o\ 29'\ 04''$ D koordinatları arasında yer almaktadır.

Nazik Gölü sulak alan hidrolojik sisteminin alt havzalar, bu sistemlere yüzeysel akımla ve kanalla beslenen akarsu kolları dikkate alınarak Nazik Gölü'nün boşalım noktasından itibaren oluşturulmuştur. Bu alt havzalar, Nazik Gölü ve Kanal alt havzaları olarak adlandırılmıştır. Nazik Gölü'nün Doğusunda yer alan Yoğurtyemez köyünün yaklaşık 5 km Güney Batısın'da Süfresor Deresi üzerine kurulan regülatörden alınan sular, Ovakışla (Ahlat) Sulama Projesi kapsamında yapılan bir kanal ile Nazik Gölü'nü beslemektedir (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Nazik Gölü, 2012).



Şekil 1.3. Nazik Gölü Ve Alt Havzaları. (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Nazik Gölü, 2012)

1.5.5. Karmuç çayı

Karmuç Çayı Ahlat ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır. Kaynağını Nazik Gölü'nden almaktadır. Nazik Gölü'nden çıkan Alaaddin Deresi Karmuç Çayı vasıtası ile Van Gölü'ne dökülmektedir.

Nazik Gölü-Karmuç Çayı-Van Gölü araştırma hattında bulunan köy yerleşimlerinde oluşan katı atıklar köylerin yakınlarında bulunan açık araziye ya da dere yataklarına atılmaktadır. Kırsal alanlar için katı atık problemi gün geçtikçe önemli bir sorunu oluşturmaktadır. Köy ve belde yerleşimlerinde oluşan katı atıklar, Türkiye genelinde olduğu üzere yerleşimlere yakın dere yataklarına atılmak suretiyle bertaraf edilmekte bu durumda önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Özellikle Nazik Gölü gibi hassas alanlarda katı atıkların kontrolsüz olarak gelişi güzel atılması,

gölü ve küçük sazlıkları kullanan yaban hayatı üzerine önemli negatif etkilerde bulunmaktadır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Nazik Gölü, 2012).



Şekil 1.4. Nazik Gölü Fotoğrafları

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kullanılabilir su kaynaklarının günden güne azalması kullanılabilir su kaynaklarında su kalitesinin tespiti ve sürdürülebilir kalite izleme çalışmalarını gerekli kılmaktadır. Uzun yıllardır su kalite tespiti ve izleme çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalardan güncel tarihli olanlarına ait örnekler aşağıda verilmektedir.

Huang ve ark'nın (2010) yapmış olduğu Çin'de bulunan Kunming şehrinde bulunan Dianchi Gölü''nde "Dianchi Gölü Havza Akarsularında Ekosistemi Etkileyen Önemli Çevresel Faktörler" adlı çalışmasında 2009 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında göle akan yirmi dokuz akarsu üzerinde örnekleme yapıp, bu örneklerde su kalite parametrelerinden pH, toplam azot, nitrit azotu, toplam fosfor, mikrobiyolojik analizler, çinko, toplam çözünmüş katı parametrelerine bakılmış vehavza ekosistemine olan etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda su kalite parametrelerinden toplam azot, nitrat azotunun ve toplam fosforun atmasıyla havza ekosistemine bulunan canlılara zarar verdiği tespit edilmiştir.

Wu ve ark.'nın (2011) yaptıkları çalışmada Çin'de bulunan Nansi Gölü'ne giriş yapan kirletici yükünün fazla olduğunu düşündükleri 29 kaynaktan örnekleme yapıp su kalite parametrelerinden on bir parametre incelenmiş ve göle giren kirlilik yükünün göl içerisindeki dağılımı incelenmiştir. Daha önceki yıllarda Nansi Gölü için planlanan su kalitesi modellemesi hesaplarında sapma olduğu ve güncel verilerin kullanılması veya modellemenin tekrar gözden geçirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Güney Çin'in doğusunda bulunan Dongjiang Nehri'nde Wu ve ark. 2013 yılında yaptıkları bir çalışmada noktasal ve noktasal olmayan kirlilik türleri arasında kıyaslama yapılması amacıyla nehirden örnekleme yapılmış ve yapılan araştırma sonucu noktasal olmayan kirlilik yükünün nehirde ve genel havzada daha tehlikeli ve önlenmesinin daha güç olduğu tespit edilmiştir.

Çin'in Harbin bölgesinde bulunan Songhua Nehri'nde altı farklı istasyonda 2005 ve 2009 yılları arasında alınan örneklerde su kalite parametrelerinden 15 parametreye bakılmış alınan sonuçlara göre istatiksel çalışmalar yapılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda çalışma alanı çeşitli bölümlere ayrılmıştır. Bu bölümler organik kirlilik alanları, sanayi alanları, tarımsal alanlar, maden alanları şeklinde gruplandırılmış ve alanlar arası su kaliteleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda nehirde oluşan kirliliğin bir bütün olarak değerlendirilmesinin yanlış olacağı nehire giren atıksu kaynaklarının detaylı incelenip kategorize edilmesi gerektiği ve gelecekteki su kirliliği önleme politikalarında bu yaklaşımın daha doğru olacağı belirtilmiştir (Wang ve ark., 2013).

2009-2011 yılları arasında Kuveyt Körfezinde yapılan çalışmada altı istasyonda su kalite parametreleri aylık ölçülmüş ve körfeze kirlilik yükünün Shatt Al-Arab Nehri tarafından girdiği tespit edilmiştir. Ayrıca 2009 yılı Ağustos ayında Kuveyt Körfezine dökülen benzinin etkilerinin iki yıl boyunca devam ettiği belirtilmiştir. Körfezin su kalitesi bakımından izlenmesinin altı istasyon tarafından yeterli olmayacağı ve bu sayının arttırılması gerektiği belirtilmiştir (Al-Mutairi ark., 2014).

Kibana ve ark.'nın (2014) Manyeme Nehri, Zimbamve de yapmış oldukları bir araştırmada nehirde 1984, 1995, 2003 ve 2011 yılları arası yağışlı bir ay olan nisan aylarında yerleşim yerlerinde, tarım alanlarında ve sanayi alanlarında arazi kullanımlarına göre temsili aldıkları örneklemelerde su kalite parametlerinden yirmibeş parametreye bakılmıştır. Çalışma sonucunda yerleşim yerlerinde, tarım alanlarında ve sanayi alanlarında 2011 ve 1984 yılları kıyaslamasında su kalitesinin yıllar geçtikçe kötüleştiği ve alanların kullanımına bağlı olarak su kalitesinin değiştiği tespit edilmiştir.

Denizli ve Muğla sınırları içinde bulunan Karanfilliçay Deresi üzerinde memba ve dere sonu olarak seçilen iki istasyonda fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametreler Ocak 2007'den Ocak 2008'e kadar aylık ölçülmüş ve elde edilen bulgular akuakültür açısından değerlendirilmiştir. Karanfilliçay Deresi'nde debi ve

sıcaklık değişimleri hariç su kalitesi açısından akuakültürü olumsuz etkileyecek bir durumun olmadığı belirtilmiştir (Bulut ve ark., 2010).

Bursa İli sınırları içerinde bulunan Uluabat Gölü su kalitesi bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Şubat 2003 Ocak 2004 yılları arasında gölde belirlenen beş istasyondan su numuneleri alınmış ve su kalite parametrelerine bakılmıştır. Uluabat Gölü su kalitesinin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (SKKY) göre IV. sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir. Uluabat Gölü bir bütün olarak ele alınması, havzadaki noktasal ve yayılı kirletici kaynakların belirlenmesi ve kontrol altına alınması gerektiği ve su kalite değişimlerini izleme ve değerlendirme amacıyla modelleme çalışmalarının yapılması alınacak tedbirlerin belirlenmesinde önemli rol oynayacağı belirtilmiştir (Elmacı ve ark., 2010).

Mersin İli Tarsus İlçesinde bulunan Berdan Çayı'nda Aralık 2008-Kasım 2009 tarihleri arasında farklı su akımları ile su kalite parametre değerleri incelenmiştir. Değerlerin çoğu, düşük akım döneminde (Aralık 2008, Ocak 2009, Ekim 2009) yüksek; yüksek akım döneminde (Mart 2009, Nisan 2009, Mayıs 2009) ise düşük olduğu belirtilmiştir. Aralıkta, az yağış nedeniyle Berdan'dan bırakılan su azlığı, düşük akıma; Mayısta, bol yağış ve eriyen karlar nedeniyle barajdan bırakılan çok su yüksek akıma neden olduğu belirtilmiştir. Yağışlarla kirletici maddeler akarsu ortamına taşınırken, suyun akımı, ortamdaki kirleticilerin seyrelmesinde ve taşınmasında önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Özbay ve ark., 2011).

Kızılırmak Deltasının kuzey-doğu sınırında yer alan sığ göllerden Balık Gölü'nün su kalitesi için fiziko-kimyasal analizler yürütülmüştür. Gölün su kalitesindeki değişimi belirlemek için ilkbahar (Nisan ve Mayıs, 2010) ve sonbahar karışım (Ekim ve Kasım, 2010) periyotları süresince 80 istasyonda mevsimsel örnekleme gerçekleştirilmiştir. Toplanan veriler coğrafi bilgi sistemi (CBS) yardımıyla konumsal analize tabi tutulmuş ve her bir parametre konsantrasyonları için yoğunluk haritası oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda CBS tabanlı analizlerle sorunların nedenlerini ortaya çıkarmak ve alınacak önlemler ile çevresel restorasyonu kolaylaştıracak su kaynaklarının korunmasına yönelik akılcı planlamaların yapılması gerektiği belirtilmiştir (Cüce ve ark., 2011).

Çoruh havzasının önemli alabalık derelerinden olan Cenker, Mülk ve Kan derelerinden 2008 yılı Kasım ve Ağustos aylarında su örnekleri alınmış ve alınan örnekler, bulanıklık, pH, sıcaklık, çözünmüş madde, nitrat, nitrit ve toplam sertlik yönünden incelenmiştir, elde edilen sonuçlara göre Mülk deresi, bulanıklık ve nitrat değerleri bakımından diğer derelerden önemli derecede düşük, toplam sertlik bakımından ise diğerlerinden yüksek olduğu, Kan deresi çözünmüş madde miktarı diğer istasyonlardan önemli derecede düşük olduğu belirtilmiştir (Bektaş ve ark., 2011).

Elazığ ilinde bulunan Hazar Gölünün DSİ tarafından belirli zaman aralıklarında 3 farklı istasyondan elde edilen fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizler dikkate alınarak 1996 yılı verileri ile 2009 yılı verileri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak Hazar gölünün 1996 yılından 2009 yılına kadar su kalitesinde özellikle bakteriyolojik acıdan olumsuz yönde etkilendiği belirtilmiştir. Bunun sebebinin gölde bulunan turistik amaçlı plajların yeterince denetlenmediği ve göl civarında bulunan yerleşim yerlerinden göle atıkların verildiği şeklinde belirtilmiştir (Topal, 2011).

Su kalite çalışmaları su kirliliğinin kaynaklarının boyutlarının değerlendirilmesini sağlamasının yanında su kaynaklarının karakteristik yapılarının tanımlanmasını sağlamak amacıyla da kullanılmışlardır.

Ordu ili Gölköy ilçe merkezinde bulunan Gökgöl gölünde 2009 yılı yaz aylarında bazı fiziko-kimyasal özellikleri incelenmiştir. Gökgöl; zayıf asidik karakterde, çözünmüş oksijen içeriği az, iletkenliği yüksek, çok sert su özelliğine sahip, fosfor başta olmak üzere besleyici elementler ve mineral konsantrasyonu oldukça fazla olan bir göl olduğu belirtilmiştir. Besleyici elementlerden özellikle fosfor Gökgöl'de yüksek değerlerde ölçülmüş olduğu, SKKY'ye göre göl suyu IV. su kalite sınıfına dahil olduğu, fosfor konsantrasyonu ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerini aştığı belirtilmiştir (Taş ve ark., 2011).

Isparta (Aksu) il sınırlarından doğup, Antalya (Serik)'da Akdeniz'e dökülen ve bölgenin önemli akarsularından biri olan Köprücay Nehri'nde yapılan çalışmada, 2008-2009 yılları arasında 7 farklı istasyonda yapılan örneklemelerde su kalite parametrelerine bakılmıştır. Köprücay Nehri'nin fiziko-kimyasal değerlere göre birinci kalite sınıfında olduğu ancak dönemsel olarak kirlilik baskısında olduğu belirtilmiştir. Nehir ağzında elektriksel iletkenlik, bulanıklık, klorür, toplam sertlik, biyolojik oksijen ihtiyacı, organik madde miktarı, amonyum azotu, sülfat vb. değerlerin diğer istasyonlardan daha yüksek saptanmasını; dönemsel olarak denizel etkiye, daha sıcak hava şartlarına sahip olmasına ve akarsu boyunca sürüklenerek gelen materyallerin birikimine bağlanmıştır (Çiçek ve ark., 2012).

Erzurum Karasu Irmağında yapılan çalışmada 5 istasyonda 12 ay boyunca alınan örneklerde ağır metal analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu ırmağın önemli ölçüde ağır metal kirliliğine maruz kaldığı tespit edilmiştir. Irmak bölgesinde yürütülen sanayi ve endüstri faaliyetlerinin arıtımlarının yetersiz olduğu, yerleşim yerlerinin kanalizasyonlarının doğrudan ırmağa karıştığı, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve ilaçların yüzey akışları ile ırmağa deşarj olduğu gözlemlerinden hareketle önemli tedbirlerin alınması ve bu tip çalışmaların sıklıkla ve geliştirilerek yapılmasının faydalı olacağı belirtilmiştir (Sönmez ve ark., 2012).

Tunceli İlinde bulunan Uzunçayır Baraj Gölü'nün, 2011 temmuz-2012 ocak ayları arasında fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla on istasyondan iki ayda bir su örnekleri alınmış ve yapılan analizler sonucu karasal bir tatlı su gölü olan barajın iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu, şuan için bir kirlilik sorununun olmadığı ancak bu durumu korumak için fizikokimyasal parametrelerin statik seviyede tutulması gerektiği belirtilmiştir (Boztuğ ve ark., 2012).

Trabzon'da bulunan Akhisar, Foldere, İskefiye, Kalanima, Sera, Beşirli, Değirmendere, İkisu, Yomra, Yanbolu, Karadere, Manahoz, Solaklı ve Baltacı Derelerinden oluşan 15 adet akarsuyun hidrokimyasal özellikleri ve su kalitesinin belirlenmesi amacıyla 2009 yılı akışın fazla olduğu aylar olan Mart, Nisan ve Mayıs

aylarında alınan örnekler incelenmiş ve SKKY'de belirlenen sınır değerler ile kıyaslama yapmıştır. Sularda kirlilik oluşturan parametrelerin çoğunlukla tarımsal faaliyetlerden ve çevresel atıklardan kaynaklandığı belirlenmiştir İnceleme alanındaki tüm sular Su Kirliliği Kontrole Yönetmeliği, Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Kriterleri'ne göre birçok parametre acısından yüksek kaliteli sular sınıfında olduğu belirtilmiştir (Gültekin ve ark., 2012).

Sapanca Gölü'ndeki kirliliğin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada göle dökülen sekiz farklı akarsudan 1987 ve 2007 yılları arasında DSİ tarafından yapılan örneklemelerdeki su kalite parametlerini ulusal ve uluslararası su kalite parametleri ile kıyaslama yapılmış ve Sapanca Gölü'nün kirlilik derecesini belirlemeye çalışmıştır. Sonuç olarak gölün ötrofikasyon tehlikesi altında kaldığı tespit edilmiştir. Göle karışan evsel atıkların ve bilinçsizce kullanılan tarımsal amaçlı gübrelerinin ötrofikasyon hızını arttırdığı düşünülmektedir (Akkoyunlu ve ark., 2012).

Denizli ve Afyon İlleri arasında bulunan Çivril Gölü'nün fiziko kimyasal parametreleri 2004-2005 yılları arasında aylık olarak ölçülmüştür. Çivril Gölü'nün bazı istasyonlarında buharlaşmanın etkisi ile özellikle yaz aylarında organik kirliliğin oldukça arttığını ve çözünmüş oksijen miktarının sucul canlılar için kritik dereceye kadar azaldığını göstermiştir (Bulut ve ark., 2012).

Burdur Kestel Deresi üzerinde belirlenen iki istasyondan 2009 yılında aylık örnekleme yapılmış ve elde edilen veriler Avrupa Birliği Komisyonunun Tatlı Su Balıkları Direktifi'ne (EC Direktifi) ve SKKY Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Nitrit değerleri açısından her iki istasyon III. sınıf su kalitesine sahip olduğu ve EC Direktiflerine göre de nitrit değerleri bildirilen sınır değerlerin üzerinde olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada amonyak-azotu ve nitrat-azotu konsantrasyonlarının özellikle ilkbaharda artış gösterdiği belirtilmiştir. Bu durumun baharda yağış miktarına bağlı olarak debideki artıştan ve çevredeki tarım arazilerinde kullanılan yoğun gübreden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Bulut ve ark., 2012).

Sivas İli Hafik İlçesi'nin belirli bir bölümünün su ihtiyacını karşılayan Horohon Deresi'nin su kalitesi özelliklerini belirlemek amacıyla 2011 yılı Kasım ayından başlayarak bir yıl boyunca su örnekleri alınmış ve su kalite parametrelerine bakılmıştır. Araştırma sonucunda su kirliliği açısından önemli bir problemin bulunmadığı ve iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olan Horohon Deresi suyunun SKKY içme ve kullanma standartları ile karşılaştırıldığında kurşun bakımından III. sınıf, nitrit azotu bakımından II. sınıf (az kirli sular), toplam sertlik derecesi orta sert, elektriksel iletkenlik açısından çok iyi su özelliğinde diğer parametreler açısından I. sınıf (temiz sular) su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir (Mutlu ve ark., 2013).

Bursa ilinde bulunan Uluabat Gölü su kalitesi Haziran 2008-Mayıs 2009 dönemlerini kapsayan 12 aylık süreçte göl içerisinde belirlenen 8 farklı istasyonda aylık olarak izlenmiş ve parametrelerin bölgesel ve zamansal değişimleri irdelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde kirlilik parametrelerinin bölgesel ve zamansal değişimlerinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Gölde izleme çalışmalarının sürekliliğinin sağlanabilmesi, su kalitesinin koruması için mevcut yönetim planının etkin hale getirilmesi, havza boyutunda yönetim ve eşgüdüm çalışmalarının yürütülmesi, su ve sediment kalite değişimlerini izleme ve değerlendirme amacıyla modelleme çalışmalarının yapılması önerilmektedir (İleri ve ark., 2014).

Giresun ili Görele ilçesinde denize dökülen Çanakçı Deresi'nin bazı su kalitesi parametreleri ve kirlilik durumunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada Mart 2013 ve Nisan 2014 tarihleri arasında 12 ay boyunca tespit edilen 3 istasyondan numune alınmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda Çanakçı Deresi su kalitesinin tarımsal faaliyetler için kullanılabilir, sucul canlılar için uygun yaşam ortamı olabileceği ancak toplam fosfor ve oksijen doygunluğu bakımından kirlenmiş su sınıfına girdiği, amonyum ve çözünmüş oksijen bakımından az kirlenmiş su sınıfına girdiği, diğer parametrelerin kirlilik tehdidi yaratmayacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Dinçer, 2014).

Mart 2004-Şubat 2005 yılları arasında Adıyaman'da bulunan Eğri Gölü'nde yapılan çalışmada su kalitesi, hem fiziksel ve kimyasal, hem de biyolojik yöntemler

kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Eğri Çayı üzerinde 5 örnekleme noktası seçilmiştir. Bu noktalarda kimyasal analizlerin yanı sıra bentik makro-omurgasızların su kalite indikatörü olarak kullanıldığı biyolojik değerlendirmeler de yapılmıştır. Çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, pH, sıcaklık, bulanıklık gibi parametrelerin ölçümünü ve kirliliğe karşı hassasiyeti farklı makro-omurgasızların toplanmıştır. Çalışma sonucunda seçilen örnekleme noktalarından 1. ve 2. örnekleme noktalarının su kalitesi açısından 4. ve 5. noktalardan çok farklı olduğu belirlenmiştir (Uyanık ve ark., 2005).

Ülkemizde birçok su kaynağında su kalite parametreleri incelenerek su kaynaklarının kirlilik durumları incelenmiş ve etkili yönetim planlarının hazırlanmasında kullanılabilecek veriler elde edilmiştir. Çalışma sahamızda yer alan Van Gölü ve havzada yer alan akarsularda da benzer çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir.

Van Gölüne dökülen Van il sınırları içerisinde bulunan Karasu Çayı'nın su kalite özellikleri üzerine yapılan araştırmada; çayda sıcaklık, elektriksel iletkenlik, pH, CO_3, HCO_3, Ca, Mg, Na, K, Cl, NH_4 ve çözünmüş oksijen ile ilgili değerler vermişlerdir. Çayın su kalitesinin I ve II kalite sınıflarına girdiği bildirmiş (Çetinkaya ve ark., 1994).

Van Gölü'nde Bitlis İlinde bulunan Sarıkum-Reşadiye beldeleri arasında bulunan alanda yüzeyden 200 metre derinliğe kadar olan su kolonunda 31 Mart 2003'te hidrografik ölçümler yapılmış ve dip çamurları araştırılmıştır. Su kolunda ölçülen sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, değerleri göl suyunun yüzeyden 200 metre derinliğe kadar yaklaşık homojen bir yapıda olduğunu yapılan çalışmada belirtilmiştir. Gölde ilk kez elde edilen Mart ayına ait bu veriler, kış aylarında üst sularla alt suların havza boyutunda karıştığını göstermektedir. Bu karışım olayı üstteki suların yoğunluk kazanması alttaki suların ise yoğunluklarını koruması şeklinde olduğu belirtilmiştir. Van Gölü dip çamurları H_2S'ce zengin siyah renkli organik kilden oluştuğu, Hidrojen sülfür miktarının 320 metre derinlikteki 100 gr. örnekte 0,2 gram olarak saptandığı, göl çamurlarının organik maddece zengin oluşu göldeki karbonat derişiminin zenginliğinin bir nedeni olabileceği belirtilmiştir. Van

Gölü suyu bikarbonat ve karbonat iyonları açısından denizlerden 42 kat daha zengindir (Öztürk, 2002). Bu düzeydeki bikarbonat ve karbonat zenginleşmesinde kaynak olarak yeraltından göle boşalan sular ve volkanik etkinlikle ilgili karbondioksitçe zengin gaz çıkışları olarak gösterilmiştir. Van Gölü diplerinin organik maddece zengin siyah çamurlarla kaplı oluşu, çamur içindeki metanın ve diğer karbon bileşiklerinin bikarbonata dönüşmesinde etkili olabileceği, göl tabanındaki kalın ve yoğun organik madde göl üst zonunda yaz aylarına çoğalan planktonların göl canlıları tarafından tüketilemeden dibe çökmesi şeklinde açıklanabileceği belirtilmiştir (Öztürk ve ark., 2004).

Van'da bulunan Bendimahi Çayı'ndan ve çayın Van Gölü'ne döküldüğü noktadan toplanan su, sediment ve toprak örneklerinin içeriğindeki toplam alfa ve toplam beta radyoaktivite seviyeleri belirlenmiştir. Bendimahi Çayı'nın bulunduğu havzanın iklim bilgilerine dayanılarak en yağışlı ay olan Mayıs ve en kurak ay olan Ağustos aylarında iki mevsim olarak yürütülmüştür. Elde edilen radyoaktivite ve ağır metal konsantrasyonları için varyans ve korelasyon analizleri yapılmış, radyoaktivite ile ağır metaller arasındaki ilişki belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda görülmüştür ki; su, toprak ve sediment örneklerinde ölçülen toplam alfa ve beta radyoaktivite derişimleri ve ağır metal derişimleri her iki mevsimde doğrudan kullanım olması durumunda, sağlık açısından sakıncalar oluşturabilecek düzeydedir (Zorer, 2006).

Van'da bulunan ve Van Gölü'ne dökülen Akköprü Deresi'nde su kalitesi değişimini incelemek amacıyla, bazı su kalitesi ve kirlenme parametrelerinin analizleri yapılmıştır. Akköprü Deresi üzerinde belirlenen beş örnekleme noktasında, Nisan 2005 ile Mart 2006 tarihleri arasında her ay yerinde ölçümler ve alınan su örneklerinde laboratuarda analizler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde, derenin akış rejiminin çok düzensiz olduğu ve bu düzensizliğin kalite değişimine yansıdığı, dere su kalitesinin memba mansap yönünde değiştiği, suyun I. ve II. kalite sınıflarına girdiği ve fosfor ve nitrit acısından dere suyunda kirlenmenin başladığı görüldüğü belirtilmiştir. Kalite değişimi ve kirlenme üzerinde dereye karışan Şamran Suyu, Kirman Deresi ve yüzey akışların etkili olduğu; kalite değişim ve kirlenmede tarımsal, evsel ve sanayi atıklarının rol oynadıkları sonucuna varılmıştır (Cantürk, 2007).

Van'a 25 km uzaklıkta, Gürpınar ilçesinin 6 km. güneybatısındaki kaynaktan çıkan ve tarihi bir kanalla ve kapalı borularla Van il merkezine nakledilen Şamran Suyu'nun su kalitesi ve biyolojik özelliklerini incelemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Şamransuyu üzerinde, 2007-2008 yıllarında 4 örnekleme noktasından alınan su örnekleri SKKY çerçevesinde değerlendirilmiştir. Yapılan ölçüm ve analiz sonuçlarına göre, Şamran Suyu'nun akış rejiminin düzensiz olduğu, bu düzensizliğin kalite değişimine yansıdığı belirtilmiştir. Şamran kanalı ile açıktan Van il merkezine nakledilen sulama suyunun kirlenmesinde baslıca tarımsal ve evsel atıkların rol oynadığı ve bu atıkların besleyici elementlerin derişimini arttırdığı, mikrobiyal florayı olumsuz etkilerinin görüldüğü bu nedenle suyun kalitesini korumak için evsel ve tarımsal atıkların suya girişinin kontrol edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Şen, 2008).

Van Gölü sodalı oluşu ve büyüklüğü ile oldukça değerli bir göldür. Kapalı bir göl olması nedeni ile kirlenme tehdidi ile karşı karşıyadır. Özellikle havzanın kuzeyinde kalan nehirler ciddi miktarlarda su ve kirletici girişine kaynak oluşturmaktadır (Erol, 1996).

Literatür çalışması bölge ile ilgili çalışmaların daha çok Van İli sınırları içerisinde olduğunu göstermektedir. Bitlis İli sınırlarında yer alan Van Gölü'ne su taşıyan akarsuların su kalite değişimlerini Van Gölü üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmada Nazik Gölü ile Van Gölü arasında uzanan Karmuç Çayı'nın yüzey akışlarının en düşük olduğu yaz ayları (haziran, temmuz ve ağustos) içerisindeki mevcut su kalitesinin tespit edilmesi, yaz mevsimi boyunca gerçekleşen kalite değişimleri, kaynaktan göle kadarki mesafede gerçekleşen kalite değişimleri ile Van Gölü üzerindeki kirletici yükü bakımından etkisini değerlendirebilmek amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda çay üzerinde fiziksel konumları ve kirletici kaynaklarındaki farklılıklara göre seçilen üç istasyon, kaynak (Nazik Gölü) ve son nokta olarak Van gölü olmak üzere toplam beş istasyonda fiziksel, kimyasal ve

mikrobiyolojik su kalite parametreleri incelenmiş ve sonuçlar SKKY'ye göre değerlendirilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Arazi çalışmaları

3.1.1. İstasyonların seçilmesi

Nazik Gölünden çıkan, güzergahı üzerinde evsel tarımsal ve endüstriyel kirleticileri bünyesinde toplayarak Van gölüne ulaşan Karmuç Çayı üzerinde fiziksel konumları ve kirlilik baskısı oluşturan etmenlerdeki farklılıklara göre 4 farklı istasyon seçilmiştir. Van Gölü ise 5. İstasyon olarak seçilmiştir.

1. İstasyon: Nazik gölü çıkışı Karmuç Çayı'nın kaynağını oluşturmaktadır. Durgun su niteliği ile çayın geri kalanından oldukça farklı özelliklere sahiptir. Ayrıca Karmuç Çayı'nın Van gölüne ulaşana kadarki kalite değişimini değerlendirebilmek için referans oluşturması amaçlanmıştır. İstasyon 38^{o} $26^{'}$ $95^{''}$ K ve 43^{o} $03^{'}$ $43^{''}$ D koordinatlarında bulunmaktadır.



Şekil 3.1. 1. İstasyon (Nazik Gölü Çıkışı)

2. İstasyon: Kınalıkoç Köyü' ne ait kanalizasyon köyün batısından geçen Yoğurtyemez Deresi'ne karışmaktadır. Yoğurtyemez Deresi Karmuç Çayını besleyen kollardan biridir. Yoğurtyemez deresi evsel kirleticilerin yoğun olarak katılması sebebi ile evsel kaynaklı kirlilik yükünü değerlendirebilmek amacıyla seçilmiştir. İstasyon $38^{o}\,27'\,12''$ K ve $42^{o}\,99'\,44''$ D koordinatlarında bulunmaktadır.



Şekil 3.2. 2. İstasyon (Kınalıkoç Köyü)

3. İstasyon: Karmuç Çayı olarak belirlenmiştir. Nazik Gölü'den çıkan ve Yoğurtyemez Deresi ve Alaaddin Çayı'nın da sularını alarak Van Gölü'ne doğru akan Karmuç Çayı'nın su kalitesini tespit edebilmek amacıyla seçilmiştir. İstasyon $38^{o}\,27^{'}\,61^{''}$ K ve $42^{o}\,89^{'}\,75^{''}$ D koordinatlarında bulunmaktadır.



Şekil 3.3. 3. İstasyon (Karmuç Çayı)

4. İstasyon: Karmuç Çayının Van Gölüne ulaştığı alandaki tatlısu kaynağı ile Van Gölü'nün sodalı suyunun karıştığı andaki su kalite değişimlerini değerlendirebilmek amacıyla seçilmiştir. İstasyon 38^{o} $43^{'}$ $07^{''}$ K ve 42^{o} $25^{'}$ $50^{''}$ D koordinatlarında bulunmaktadır.

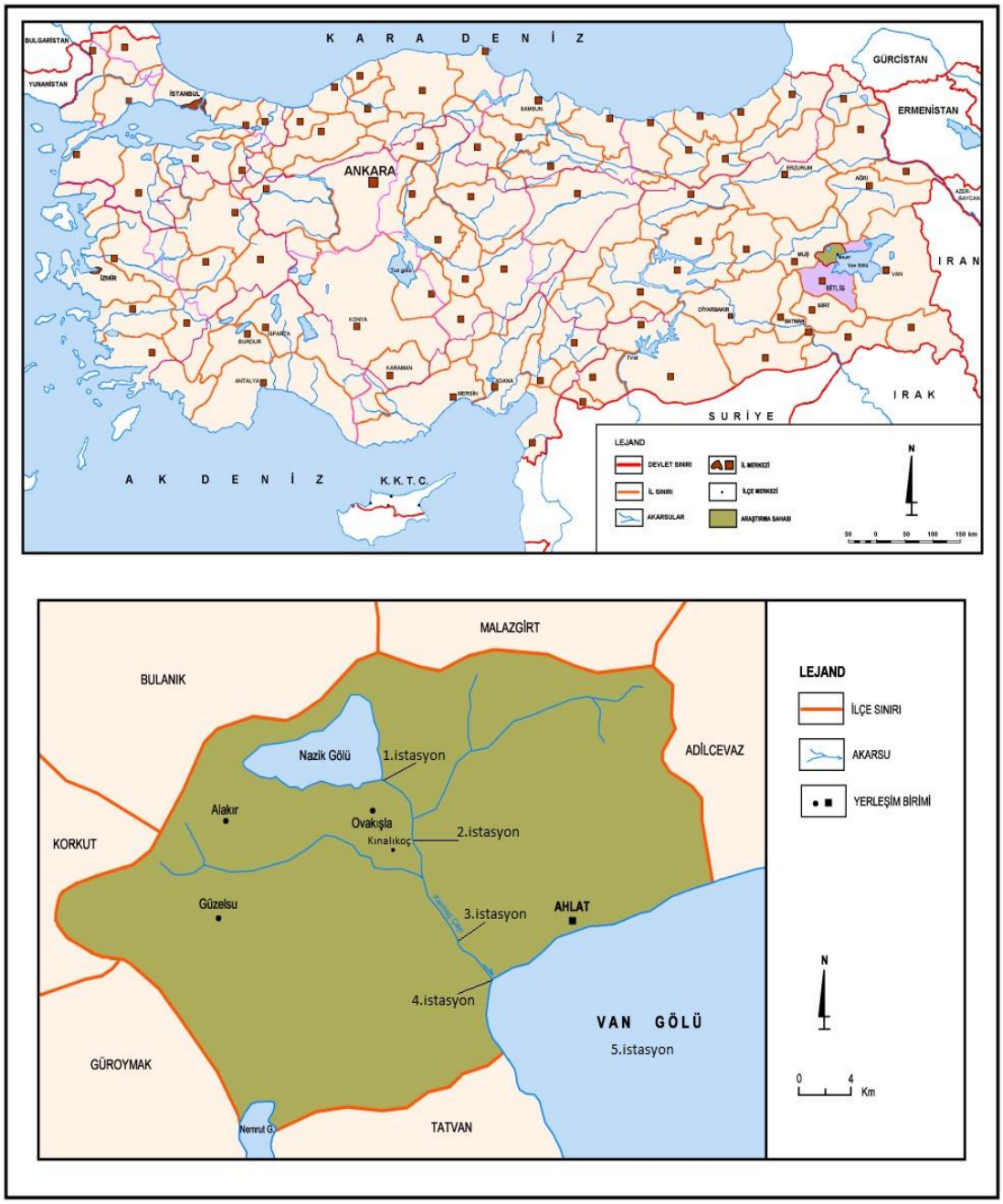


Şekil 3.4. 4. İstasyon (Van Gölü Girişi)

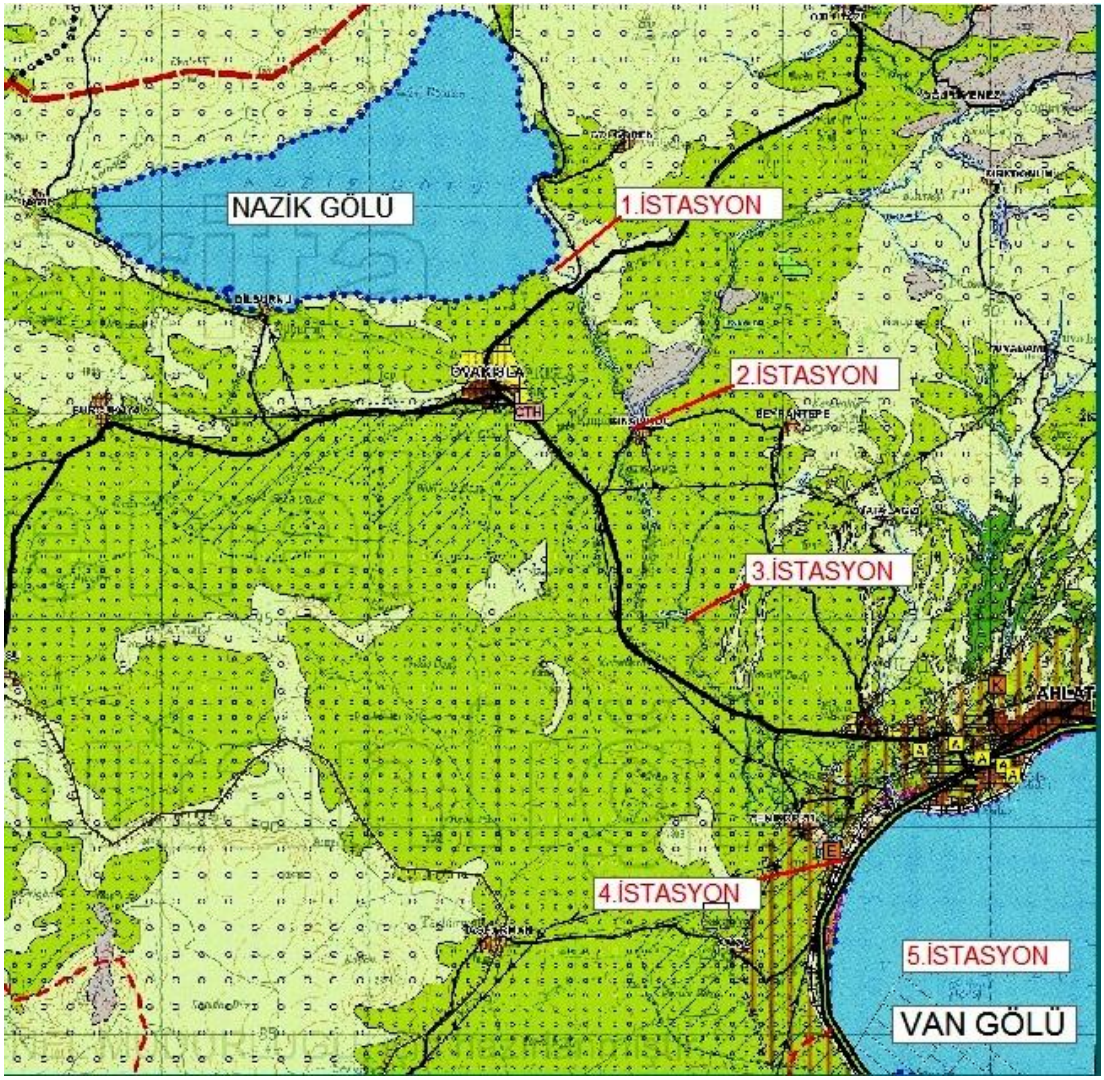
5. İstasyon: Son alıcı ortam olan Van Gölü'nün su kalitesini tespit ederek bir kıyaslama yapabilmek amacıyla Karmuç Çayı'nın Van gölü ile birleştiği alanda karışımın etkisinin sona erdiği mesafeden, göl yüzeyinden örnekleme yapılmıştır. İstasyon $38^{o}\,27^{'}\,75^{''}$ K ve $42^{o}\,88^{'}\,60^{''}$ D koordinatlarında bulunmaktadır.



Şekil 3.5. 5. İstasyon (Van Gölü) resmi



Şekil 3.6. İstasyonların Harita Üzerinde Gösterimi (N. Elmastaş)



Şekil 3.7. 1/100 000 Ölçekli Muş, Bitlis, Van Çevre Düzen Planı

3.1.2.Su örneklerinin alınması

Numene alma işleminden önce Bitlis Eren Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuarında ön hazırlıklar yapılmıştır. Numune kapları % 1-2'lik HCl solüsyonu ile hazırlanan yıkama suyu ile yıkanmış ve sonrasında saf sudan geçirilmiştir.

Sıcaklık, pH, Eİ, ÇO, su kalitesi parametre ölçümleri sahada yapılmıştır. Ölçümler HACH-LANGE UK-HQ30D marka multiparametre cihazı ile yapılmıştır. Koordinatlar yine arazide Magellan Spor Trak Map GPS ile alınmıştır.

Su örneklemeleri, istasyonlarda numune kapları çalkalanarak su akış yönüne ters ve yüzeyden 15–20 cm derine daldırılması yolu ile suyun kendi doğal akışıyla kapların doldurulmasıyla sağlanmıştır. Alınan su örnekleri soğuk zincir ile taşınıp vakit kaybetmeden toplam kjeldahl-azotu, toplam fosfor, KOİ, BOİ ve AKM ölçümleri için Tatvan Atıksu Arıtma Tesisi Laboratuarına getirilmiştir. Ağır metal analizleri için alınan su numuneleri Bitlis Eren Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuarına getirilmiş ve numuneler kaba filtre kağıdından geçirilip 15 ml'lik cam tüplere konulup üzerlerine 1 ml %98'lik HNO_3 eklenmiş ve analizleri yapılmak üzere Haran Üniversitesi Merkezi Laboratuarına gönderilmiştir. Radyoaktivite analizleri için istasyonlardan alınan numuneler 1 litrelik şişelere konulup, Bitlis Eren Üniversitesi Fizik Bölümü İleri Araştırma Laboratuarına gönderilmiştir.

Tatvan Atıksu Arıtma Tesisi Laboratuarında yapılan analizlerden TP HACHLANGEDR 6000 Marka ve model spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda ve spektrofotometre ile uyumlu hazır kit ile okutulmuştur. TN yine HACHLANGEDR 6000 Marka ve model spektrofotometrede 220 nm dalga boyunda spektrofotometre ile uyumlu hazır kit ile okutulmuştur. KOİ 2 saat HACH LANGE LT200 marka ve model termoreaktörde bekletildikten sonra HACHLANGEDR 6000 Marka ve model spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda okutulmuştur. BOİ analizi OXCİTOP IS marka BOİ Metre ile 5 gün bekletildikten sonra ölçülmüştür. AKM örnek su numunesi filtre kağıdından geçirilip daha sonra etüvde 105 ^{o}C 1 saat bekletilip hassas terazide tartılmıştır.

Ağır metal analizleri ön hazırlık Bitlis Eren Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuarında 15 ml'lik tüp şişelere konulan numunelerin üzerlerine 1 ml %98'lik HNO_3 konularak yapılmış ve Harran Üniversitesi Merkezi Laboratuarında İndüklenmiş Plazma Spektroskopisi'nde (ICP, Perkin Elmer) Al 396.1 nm, Cd 228.8 nm, Co 228.6 nm, Cr 267.7 nm, Cu 327.3 nm, Fe 238.2 nm, Mn 257.6 nm, Ni 231.6 nm ve Pb 220.3 nm dalga boylarında okutulmuştur (Elmer, 1982).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Analiz Sonuçları

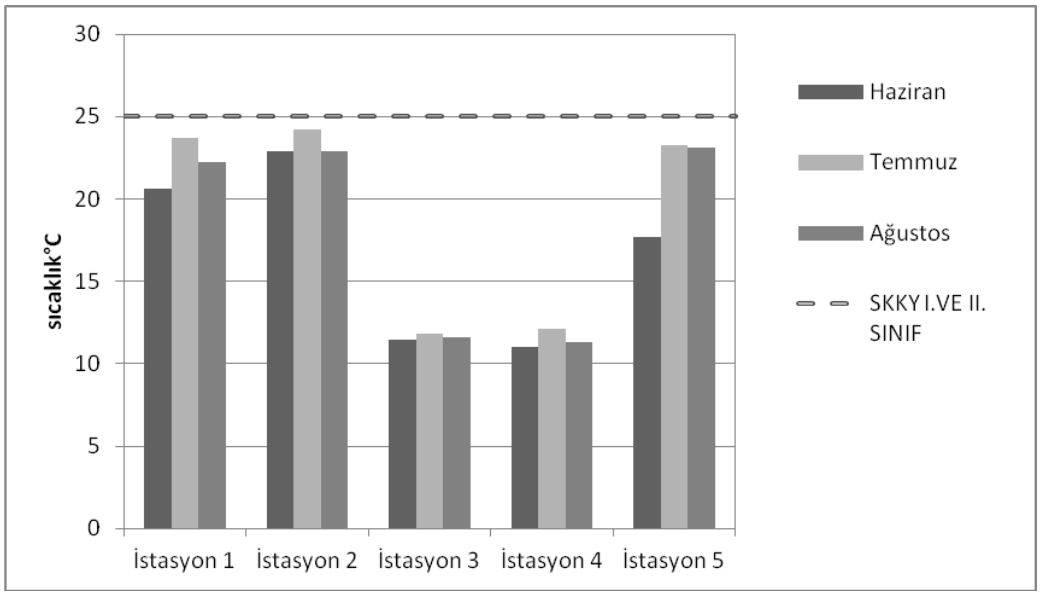
Yapılan analizlerin üç aylık ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarının üç aylık değerleri EK-1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Fizikokimyasal Su Kalite Parametrelerinin Yaz Mevsimi Ortalamaları

Parametreler	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon	5.İstasyon
pH (ortalama)	8,550±0.242	8,587±0,170	7,547±0,346	7,673±0,276	9,447±0,217
Sıcaklık(^{o}C) (ort.)	22,187±1,551	23,333±0,750	11,610±0,185	11,467±0,568	21,343±3,155
Elektriksel İletkenlik(µSiemes /cm (ort.)	300,333±11,536	331,067±45,200	258,633±5,012	256,367±3,256	26543±6,493
Çözünmüş Oksijen (mg/L)(ort.)	8,617±0,715	7,430±0,355	9,090±0,665	8,957±0,444	7,377±0,448
Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)(ort.)	1,520±0,180	1,597±0,369	2,957±0,575	2,727±0,517	0,289±0,168
P (mg/L)(ort.)	0,071±0,024	0,103±0,018	0,100±0,003	0,105±0,015	0,154±0,012
KOİ(mg/L)(ort.)	78,800±3,372	86,933±4,554	38,867±2,657	35,167±1,021	336,667±85,850
BOİ(mg/L)(ort.)	4,467±1,320	6,600±1,705	1,767±0,416	7,267±5,132	2,833±1,193
AKM(mg/L)(ort.)	17,000±9,539	153,000±90,570	9,333±3,055	6,667±1,527	33,667±14,294
Al(mg/L)(ort.)	0,627±0,437	0,808±0,303	0,115±0,031	0,138±0,052	0,061±
Cd(mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Co(mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Cr (mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Cu (mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Fe (mg/L)(ort.)	0,523±0,472	0,546±0,195	0,055±0,024	0,064±0,024	0,099
Mn (mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Ni(mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Pb(mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04

4.1.1. Sıcaklık

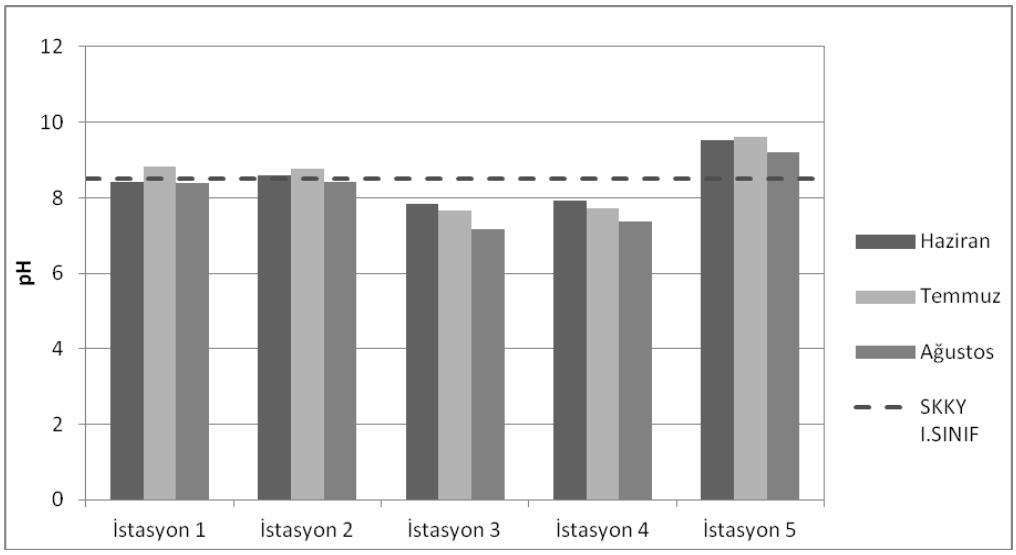
İstasyonlar arası sıcaklık ortalaması sırası ile 22,187 ^{o}C, 23,333 ^{o}C, 11,610 ^{o}C, 11,467 ^{o}C ve 21,343 ^{o}C'dir. 2. istasyonda su sıcaklığının diğer istasyonlara göre daha sıcak olduğu tespit edilmiştir. Bunun neden 2. İstasyonda su akışının daha yavaş olması söylenebilir. En yüksek sıcaklık Temmuz ayında 24,200 ^{o}C en düşük sıcaklık Haziran ayında 11,00 ^{o}C olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.1. İstasyonların Yaz Dönemi Sıcaklık Değişimleri

4.1.2. pH

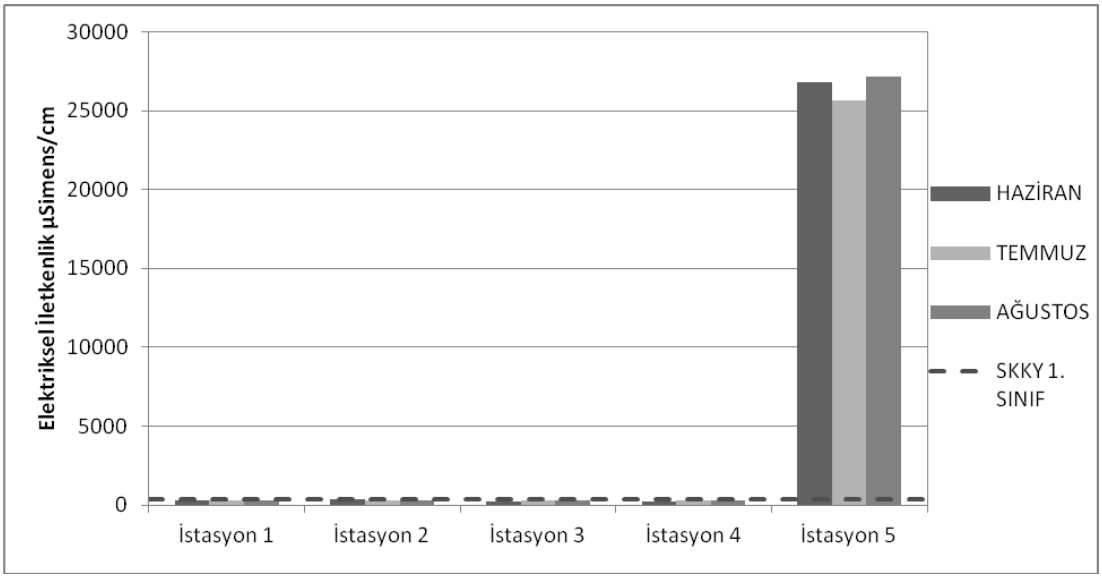
2013 yılı Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında istasyonların pH'nın bazik özellik gösterdiği söylenebilir. İstasyonlar bazında ortalama pH değerleri sırası ile 8,550, 8,587, 7,547, 7,673 ve 9,447'dir. Maksimum değer 5.istasyonda 9,447 ve minimum değer ise 3 istasyonda 7,547'dir.



Şekil 4.2. İstasyonların Yaz Dönemi pH Değişimleri

4.1.3. İletkenlik

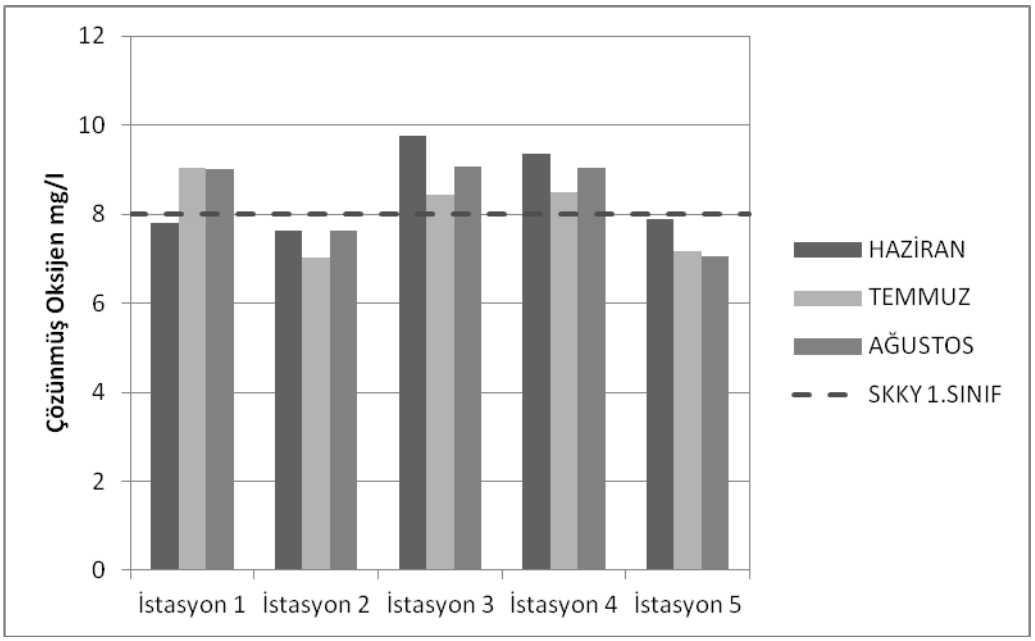
Çalışma alanında elektriksel iletkenlik ortalamaları sırasıyla 300,333µ Siemens/cm, 331,067µ Siemens/cm, 258,633µ Siemens/cm, 256,367µ Siemens/cm, 26 543 µ Siemens/cm olarak bulunmuştur. En düşük değer Haziran ayında 3. ve 4. İstasyonda 253 µ Siemens/cm ve en yüksek ise Ağustos ayında 5. istasyonda 27 179 µ Siemens/cm olarak görülmüştür.



Şekil 4.3. İstasyonların Yaz Dönemi Elektriksel İletkenlik Değişimleri

4.1.4. Çözünmüş Oksijen

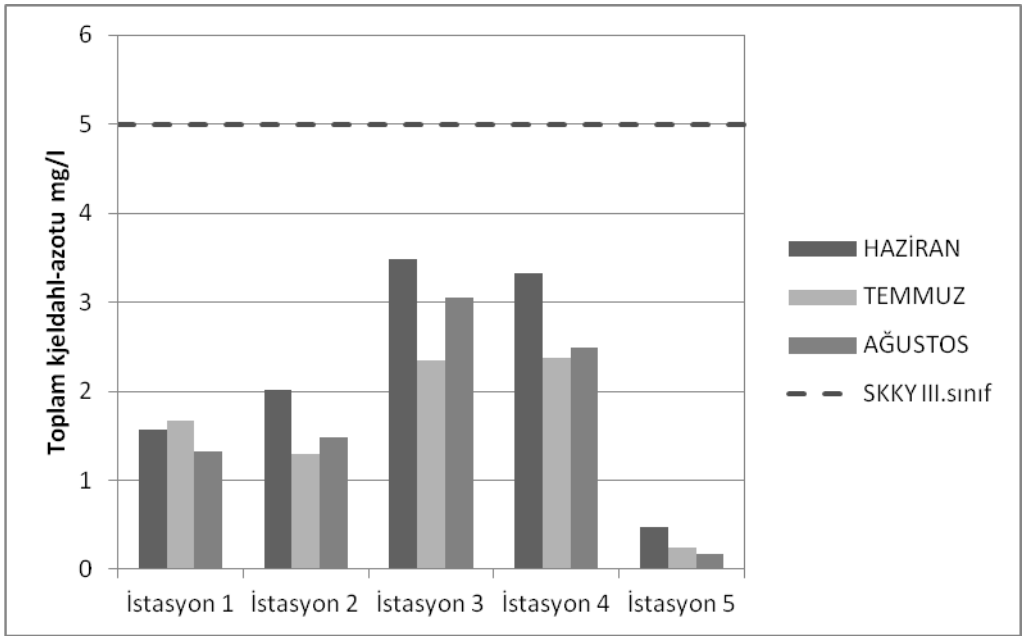
İstasyonlarda çözünmüş oksijen miktarı arasında birbirine yakın değerde olduğu gözlenmiştir. Çözünmüş Oksijen değerleri ortalaması sırasıyla 8,617 mg/L, 7,430 mg/L, 9,090 mg/L, 8,957 mg/L ve 7,377 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük değer 7,020 mg/L ve en yüksek değer 9,770 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.4. İstasyonların Yaz Dönemi Çözünmüş Oksijen Değişimleri

4.1.5. Toplam Azot

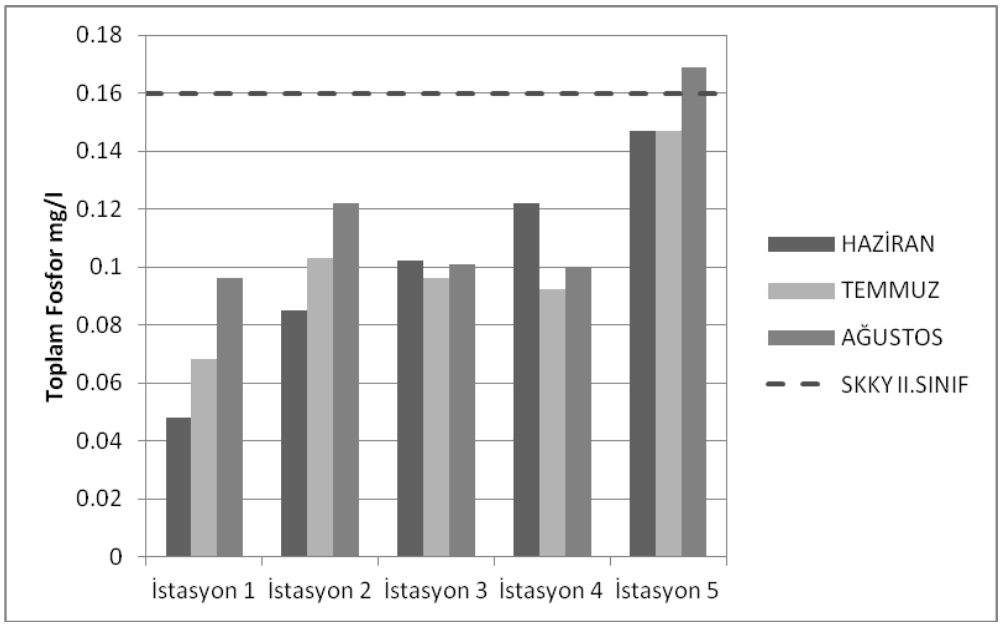
İstasyonlarda ölçülen toplam azot ortalama sırası ile 1,520 mg/L, 1,597 mg/L, 2,957 mg/L, 2,727 mg/L ve 0,289 mg/L olarak ölçülmüştür. İstasyonlar arasında en düşük değerler genelde Van Gölü içinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. İstasyonların Yaz Dönemi Toplam Azot Değişimleri

4.1.6. Toplam Fosfor

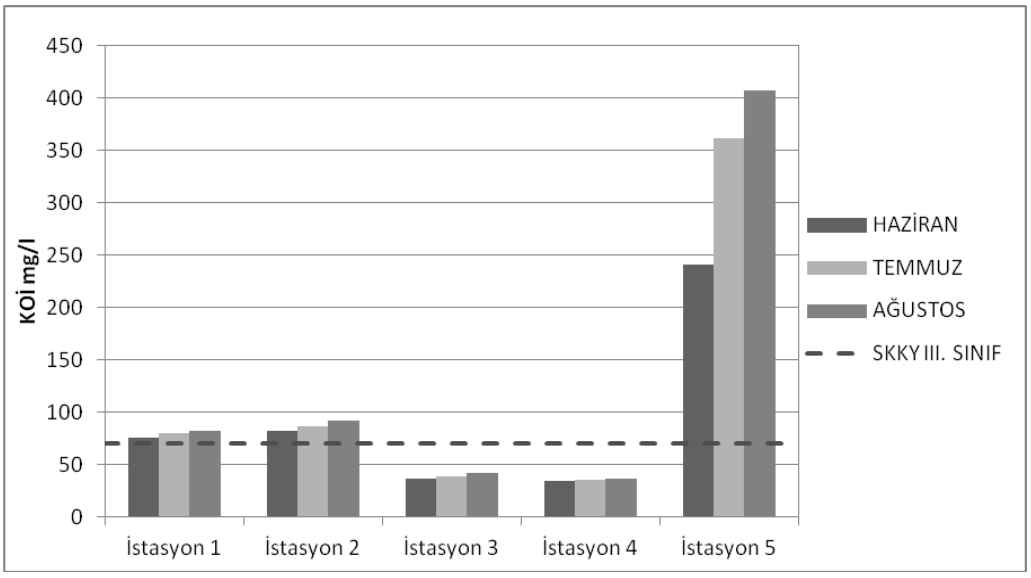
Fosfor miktarı ortalamaları istasyonlarda sırasıyla 0,071 mg/L, 0,103 mg/L, 0,100 mg/L, 0,105 mg/L, 0,154 mg/L olarak ölçülmüştür. Fosfor miktarı en düşük Haziran ayında 1. İstasyonda 0,048 mg/L olarak ölçülmüştür. En yüksek değer ise Ağustos ayında 5.istasyonda 0,169 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.6. İstasyonların Yaz Dönemi Toplam Fosfor Değişimleri

4.1.7. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

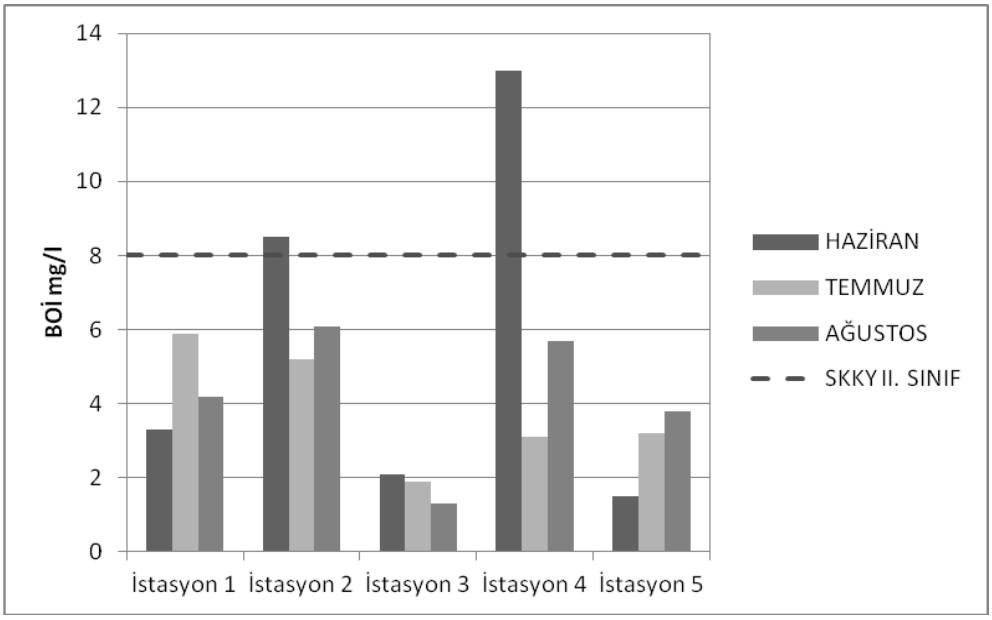
KOİ miktarı ortalamaları istasyonlarda sırasıyla 78,800 mg/L, 86,933 mg/L, 38,867 mg/L, 31,67 mg/L, ve 336,667 mg/L olarak ölçülmüştür. KOİ miktarı en düşük Haziran ayında 4. İstasyonda 34 mg/L olarak ölçülmüştür. En yüksek değer ise Ağustos ayında 5.istasyonda 407 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.7. İstasyonların Yaz Dönemi KOİ Değişimleri

4.1.8. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)

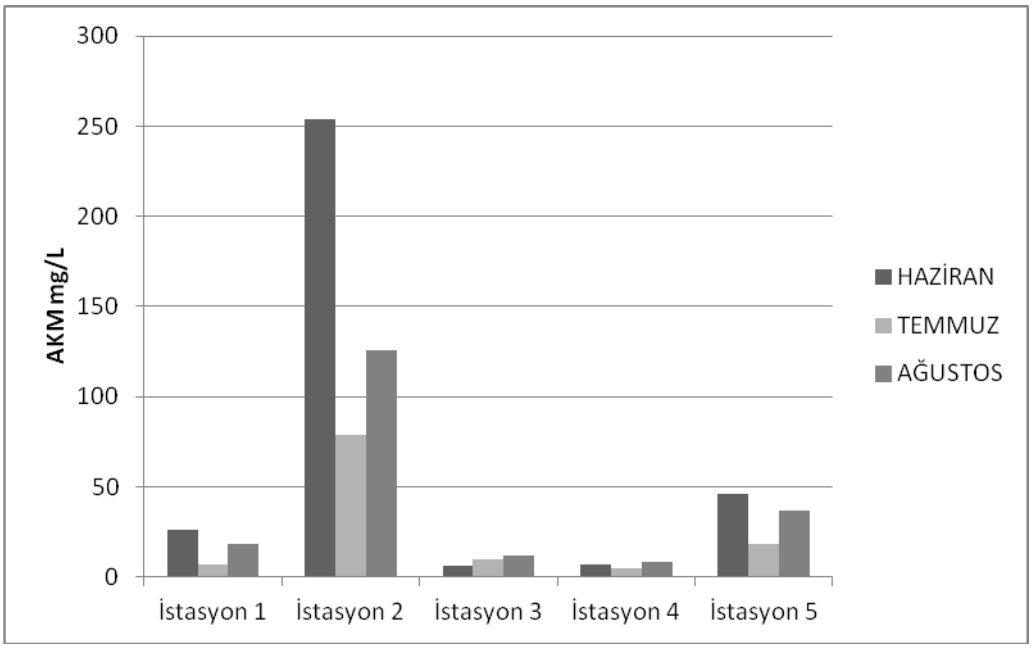
BOİ miktarı ortalamaları istasyonlarda sırasıyla 4,467 mg/L, 6,600 mg/L, 1,767 mg/L, 7,267 mg/L ve 2,833 mg/L olarak ölçülmüştür. BOİ miktarı en düşük Ağustos ayında 3. İstasyonda 1,3 mg/L olarak ölçülmüştür. En yüksek değer ise Haziran ayında 4.istasyonda 13 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.8. İstasyonların Yaz Dönemi BOİ Değişimleri

4.1.9. Askıda Katı Madde (AKM)

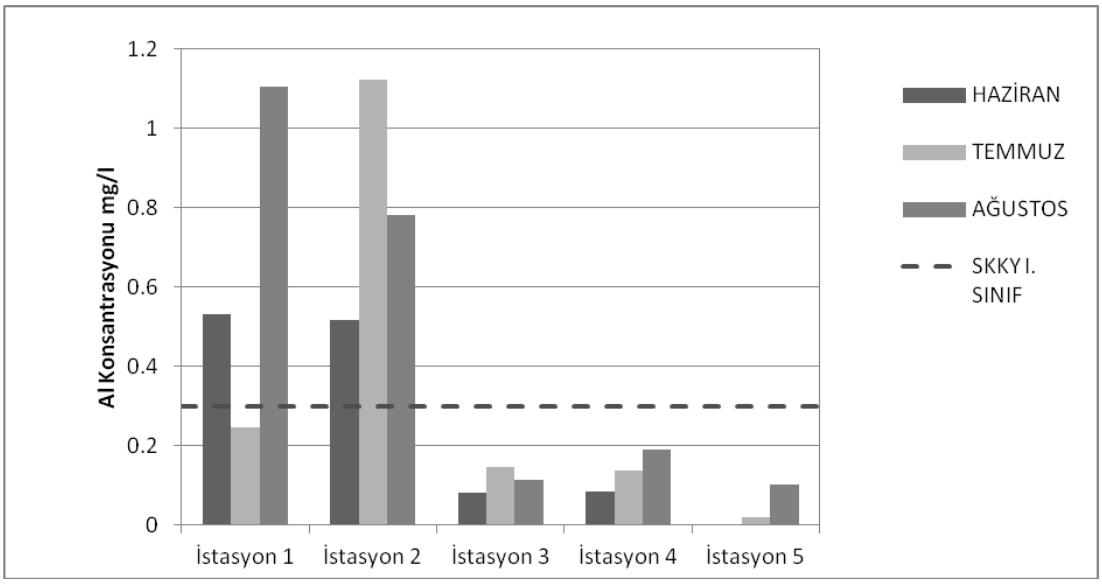
Askıda Katı Madde miktarı ortalamaları istasyonlarda sırasıyla 17.000 mg/L, 153.000 mg/L, 9.333 mg/L, 6.667 mg/L ve 33.667 mg/L olarak ölçülmüştür. AKM miktarı en düşük Temmuz ayında 4. İstasyonda 5 mg/L olarak ölçülmüştür. En yüksek değer Haziran ayında 2.istasyonda 254 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.9. İstasyonların Yaz Dönemi AKM Değişimleri

4.1.10. Alüminyum (Al) konsantrasyonu

Alüminyum değeri ortalamaları istasyonlarda sırasıyla 0,627 mg/L, 0,808 mg/L, 0,115 mg/L, 0,138 mg/L ve 0,061 mg/Lolarak ölçülmüştür. Al miktarı Haziran ayında 5. İstasyonda ölçülebilir seviyenin altında çıkmıştır. En yüksek değer Temmuz ayında 3.istasyonda 1,105 mg/L olarak ölçülmüştür.



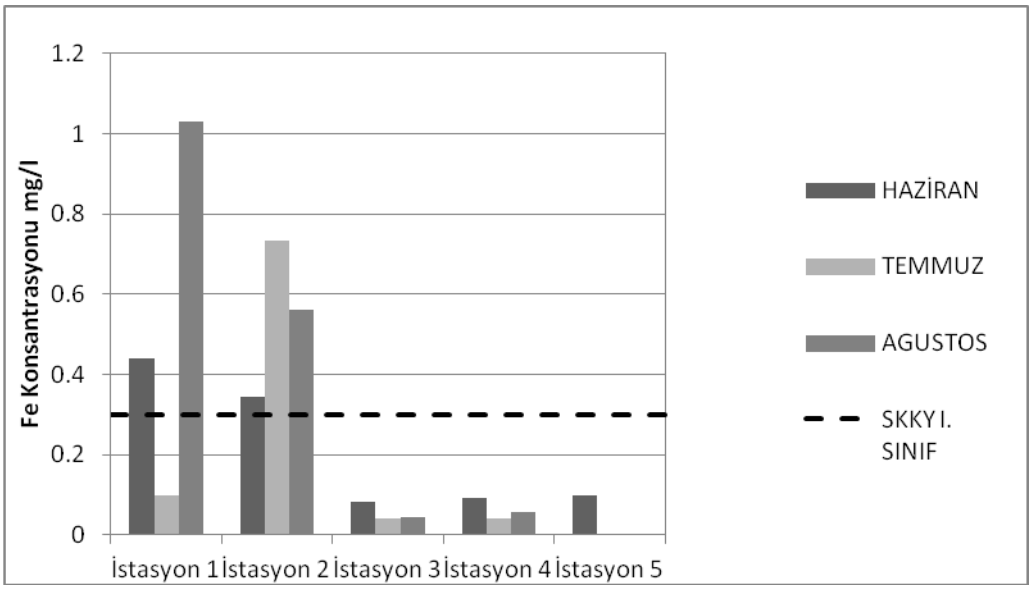
Şekil 4.10. İstasyonların Yaz Dönemi Al Değişimleri

4.1.11.Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Krom (Cr), Bakır (Cu), Mangan(Mn), Nikel(Ni), Kurşun (Pb)

İstasyonlarda Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Krom (Cr), Bakır (Cu), Mangan (Mn), Nikel (Ni), Kurşun (Pb) değeri ölçülebilir değerlerin altında (≤0,04 mg/L) kalmıştır.

4.1.12. Demir (Fe)

Demir değeri ortalamaları istasyonlarda sırasıyla 0,523 mg/L, 0,546 mg/L, 0,055 mg/L, 0,064 mg/L ve 0,099 mg/L olarak ölçülmüştür. Demir miktarı Temmuz ve Ağustos aylarında 5. İstasyonda ölçülebilir seviyenin altında çıkmıştır. En yüksek değer Ağustos ayında 1.istasyonda 1,031 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.11. İstasyonların Yaz Dönemi Fe Değişimleri

Karmuç Çayı'nın yaz dönemi sıcaklık ortalaması 17,98°C olarak bulunmuştur. Akarsularda sıcaklığın, yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği bilinmektedir (Cirik, 2005). Karmuç Çayı havzası kaynağından, Van Gölü'ne döküldüğü yere kadar akarsu yatağında genişlemeler ve daralmalar olmaktadır. Karmuç Çayı Kıta içi su kaynakları kalitesi standartlarına göre 1. Sınıf yüksek kaliteli su sınıfına girmektedir. İstasyonlar incelendiğinde 3. ve 4. İstasyonlarda su sıcaklığının diğerlerine göre düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi diğer istasyonlarda su akış hızının yavaş olması 3. ve 4. İstasyonların daha dar bir kesitten geçerek hızlı bir şekilde akması şeklinde yorumlanabilir. Su niteliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Antalya Köprüçay'da yapılan bir çalışmada (Çiçek ve ark., 2012) sıcaklık ortalama 13,94°C olarak bulmuş olup, istasyonlar arası sıcaklık değişimini benzer şekilde yorumlamıştır.

pH'ın çözünmüş halde bulunan CO_2 ile yakından ilişkisi vardır. Suyun pH'sı ölçülerek suda serbest CO_2 varlığı, suyun alkali ya da asidik yapıda olduğu saptanabilir (Tanyolaç, 2000). Karmuç Çayı'nın ortalama pH değeri 8,36 olarak saptanmıştır. Karmuç Çayı'nın yaz dönemi ortalama miktarına baktığımızda suyun bazik olduğunu söyleyebiliriz. Karmuç Çayı yüksek kaliteli su sınıfında olup 1. sınıf su standartlarındadır. 1. İstasyondan 4. İstasyona kadar olan güzergahta pH 7,5 ile 8,5 arasında değişmekte olup 5. İstasyon olan Van gölünde bu değer 9,4 olarak ölçülmüştür. İlk 4 istasyon arasında çok fark bulunmayıp, 5. İstasyondaki farkın Van Gölü''nün karakteristik özelliliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ph değerlerindeki aylık değişimlerin yok denecek kadar az oluşu, bu kaynak suyuna asidik veya bazik herhangi bir girdi veya karışımın olmadığını ispatlar yöndedir. Van Akköprü deresinde yıllık ortalama pH değeri 8,28 bulunmuştur (Cantürk, 2007). Karmuç Çayı'nda bulunan pH değeri bu çalışma ile paralellik göstermektedir.

Van gölü suları Eİ 26 350 ile 27 000 µS/cm ve toplam çözünmüş katı miktarı 17 000-17 280 mg/L arasında değişen tuzlu sulardır (Özler, 2003). 5. İstasyon olan Van Gölü'nde Eİ 26543 µS/cm olarak bulunmuştur. Elde edilen bu veri Özler'in 2003 yılında yaptığı çalışma ile örtüşmektedir. Karmuç Çayı'nda Eİ ilk 4 istasyonda yaz dönemi ortalaması 286,6 µS/cm olarak bulunmuştur. Ölçülen bu değerler ile

Karmuç Çayı yüksek kaliteli su sınıfında olup 1. sınıf su standartlarındadır. Sıcaklığın artması toplam çözünen katı madde miktarına ve tuzluluk miktarına etki ettiğinden su sıcaklığına paralel olarak yüksek değerlere ulaşmıştır (Dinçer, 2014) EK-1 de bulunan tablo incelendiğinde sıcaklıkların düşük olduğu istasyonlarda Eİ de düşük olduğu görülmektedir. Karmuç Çayı'nın çözünmüş katı madde miktarı bakımından zengin olduğu düşünülmektedir. Tunceli'de bulunan Uzunçayır Baraj Gölü'nde iletkenlik değeri ortalama olarak 277 µS/cm olarak ölçülmüştür. Bulut ve Tüfekçi Trabzon Maçka Kalyan Akarsuyu'nda yapmış oldukları çalışmada iletkenlik değerini 210- 300,6 µS/cm değerlerinde bulmuşlardır.

Aerobik ortamlarda yaşayan organizmaların çoğalmalarında ve bunların enerji üreten bütün faaliyetlerinde çözünmüş oksijene gerek duyulmaktadır. Sudaki çözünmüş oksijen derişimleri sıcaklık ve tuzluluğun bir fonksiyonu olup bu parametrelerle ters orantılıdır (Yalçın ve ark., 2002). Çözünmüş oksijen miktarı suyun kirlenme miktarını, sudaki organik madde derişimi ve suyun kendini temizleyebilme derecesini ifade eder (Ünlü ve ark., 2008). Karmuç Çayı'nın çözünmüş oksijen değerlerinin sıcaklık parametresi değerleriyle ilişkili olduğunu söyleyebiliriz. Mevsim sıcaklıkları ve su sıcaklığı çözünmüş oksijen üzerinde etkili olmuştur. Karmuç Çayı'nda yaz dönemi çözünmüş oksijen ortalama değeri ise 8,29 mg/L olarak ölçülmüştür. Karmuç Çayı kıta içi su kaynakları kalitesi standartlarına göre 1. Sınıf yüksek kaliteli su sınıfına girmektedir. Taşdemir ve Göksu Hatay Asi Nehri'nde yaptıkları çalışmada çözünmüş oksijen değerini 7,77 mg/L bulmuşlardır. Bulunan bu değeri sıcaklık ile ilişkilendirmişlerdir. Çalışmamızdaki bulgular ile Taşdemir ve Göksu'nun bulguları örtüşmektedir.

Yüzey sularına karışan azot kaynakları temel olarak doğal, evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklardır. Azot, canlıların yapısını oluşturan temel elementlerden biridir. Gerek canlı bünyesinde, gerek besin maddelerinde ve gerekse ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot döngüsü içerisinde sürekli bir dinamik haldedir (Hutchinson, 1944). Karmuç Çayı'nın toplam azot miktarı yaz dönmemi ortalama değeri 1,81 mg/L olarak tespit edilmiştir. Karmuç Çayı toplam azot değerleri bakımından 3. Sınıf kirlenmiş su sınıfına girmektedir. İstasyon bazında

yapılan incelemelerde en yüksek değer 3. istasyonda tespit edilmiştir. Bu istasyonda değerin fazla çıkmasının sebebi istasyon etrafında bulunan tarlalarda kullanılan azotlu gübre çeşitlerinin suya karışması olabilir. İleri ve ark. Ulubat Gölü'nde yaptığı çalışmada toplam azot 9,81 mg/L olarak elde etmişlerdir (İleri ve ark., 2014). Bu değeri için yüksek azot içerikli tarımsal gübrelerin neden olduğu belirtilmiştir. Karmuç Çayı'nda en düşük değer 5. istasyonda çıkmış olup toplam azot bu istasyonda seyrelmiştir.

Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın coğrafi özelliklerine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atıklardan özellikle deterjan olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır (Schwörbel, 1987). Karmuç Çayı'nın toplam fosfor değeri ortalama 0,1066 mg/L olarak bulunmuştur. Toplam fosfor miktarı bakımından 2. Sınıf az kirlenmiş su sınıfında yer almaktadır. İstasyonların hepsinde TP değeri 2. Sınıf çıkmış olup ilk 4 istasyonda benzer değerlerde 5 istasyonda ise fazla çıkmıştır. Sonuçların bu şekilde çıkması Van Gölü'ne Karmuç Çayı ile beraber başka kaynaklardan da organik ve evsel kirliliğin karıştığı olarak yorumlanabilir. Katip ve arkadaşlarının 2008-2009 yıllarında Ulubat Gölü'ne kıyısı bulunan Akçalar Deresi'nde yaptıkları çalışmada ortalama fosfor değerini 0,48 mg/L, olarak bulmuşlardır. Sonuçların bu kadar yüksek değerde çıkmasını fosfor yükünün en önemli kaynaklarından evsel atıksular, mezbahalar, tarım ve hayvancılık aktiviteleri olduğu şeklinde yorumlamışlardır.

Karmuç Çayı'nın KOİ derişimi yaz dönemi ortalaması 59,9 mg/L olarak bulunmuştur. Bu değer SKKY'ne göre 3. sınıf su kalite sınıfında yer almaktadır. Bu sonuç Karmuç Çayı'nın organik kirliliğe maruz kaldığının göstergesi olabilir. Sodalı sularda KOİ değerleri fazla çıkmaktadır. Ülkemizde en büyük sodalı göl olan Van Gölü diplerinin organik maddece zengin siyah çamurlarla kaplı oluşu, çamur içindeki metanın ve diğer karbon bileşiklerinin bikarbonata dönüşmesinde etkili olabileceği, göl tabanındaki kalın ve yoğun organik madde göl üst zonunda yaz aylarında çoğalan planktonların göl canlıları tarafından tüketilemeden dibe çökmesi şeklinde açıklanabileceği belirtilmiştir (Öztürk ve ark., 2004). 5. İstasyon olan Van Gölü'nde bu değer 4. Sınıf olarak bulunmuştur.

Biyolojik oksijen ihtiyacı oksijenli koşullarda bakterilerin organik maddeyi parçalanması için gereksindiği oksijen çokluğudur. Su niteliği acısından BOİ ölçümü organik kirlenmenin bir ölçüsüdür (Egemen, 2006). Karmuç Çayı'nın BOİ sonuçlarına göre yaz dönemi ortalama düzeyi 5,02 mg/L bulunmuş olup, 2. Sınıf su kalitesindedir. 5.istasyon olan Van Gölü'nde bu değer 1. Sınıf su kalitesi olarak ölçülmüştür. İlk 4 istasyondaki BOİ yükü 5. İstasyonda azalmış olup, Van Gölü'nde BOİ yükünde seyrelme olduğu şeklinde yorumlanabilir. İstasyonların SKKY'ne göre 2. Sınıf su kalitesinde (az kirli su) çıkmış olması azda olsa organik kirliliğin mevcut olduğu şeklinde yorumlanabilir. Organik kirlenmenin bir ölçüsü olan BOİ değeri bulunan değerler 2. Sınıf az kirlenmiş su sınıfı niteliğindedir. Hatay Harbiye Şelalesi'nde yapılan bir çalışmada BOİ değeri 2,8 mg/L olarak ölçülmüştür (Tepe, 2004). BOİ değerinin 2,8 mg/L gibi düşük bir miktarda olması Harbiye kaynak suyunun organik maddece kirlenmemiş olduğunu gösterir şeklinde yorumlanmıştır.

Askıda katı madde miktarına bakıldığında Karmuç Çayı'nın yaz dönemi ortalama 43,93 mg/L AKM değeri bulunmuştur. Ortalamayı arttıran değer 2. İstasyon olan Kınalıkoç Köyüdür. Bu istasyonda ölçülen değerler hep yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni erozyon, ölü hayvansal, bitkisel kalıntılar, evsel atıklar ve bunun gibi partikül kirliliği sayılabilecek etmenler olduğu düşünülmektedir. Mutlu ve ark.'nın 2011 yılında Sivas Horohon Deresi'nde yaptıkları çalışmada AKM'nin sularda; erozyon, çevresel kirlilik, fitoklankton patlaması, mevsimsel sıcaklıklar ve kayaların aşınarak alıcı ortam suya taşınmasıyla oluşabileceği belirtilmiş olup, Karmuç Çayı'nda yaptığımız bu çalışmada bulunan AKM değerlerini bu yorumlar destekler niteliktedir.

Karmuç Çayı'nın ağır metal analizlerinden Alüminyum derişimi yaz dönemi ortalaması 0,34 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu değer 1. Sınıf su kalite değerleri arasındadır. Karmuç Çayı'nın Demir derişimi yaz dönemi ortalaması 0,2574 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu değer de 1. Sınıf su kalite değerleri arasındadır. Okur ve ark. 1997 yılında Büyük Menderes Nehrinde yaptıkları çalışmada Fe derişimi 0.005 - 0.040 mg/L ve Al derişimi ölçülebilir limit değerin altında çıktığı belirtilmiş olup, nehirde bu parametreler açısından herhangi bir kirliliğin söz konusu olmadığı

belirtilmiştir. İstasyonlarda Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Krom (Cr), Bakır (Cu), Mangan (Mn), Nikel (Ni), Kurşun (Pb) değeri ölçülebilir değerlerin (≤0,04 mg/L) altında kalmıştır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Çalışma sonucunda birinci istasyonda (Nazik Gölü Çıkışı) pH, sıcaklık,iletkenlik, çözünmüş oksijen ve demir derişimi yüksek kaliteli su sınıfında, toplam fosfor, alüminyum ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı derişimleri az kirlenmiş su sınıfında, toplam azot kirli su sınıfında ve kimyasal oksijen ihtiyacı çok kirlenmiş su sınıfında ölçülmüştür. İkinci istasyonda (Kınalıkoç Köyü) pH, sıcaklık, iletkenlik ve demir derişimi yüksek kaliteli su sınıfında, çözünmüş oksijen, toplam fosfor, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, alüminyum derişimleri az kirlenmiş su sınıfında, toplam azot kirli su sınıfında ve kimyasal oksijen ihtiyacı derişimleri çok kirlenmiş su sınıfında ölçülmüştür. Üçüncü istasyonda (Karmuç Çayı) pH, sıcaklık, iletkenlik, çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, alüminyum ve demir derişimleri yüksek kaliteli su sınıfında, toplam fosfor, kimyasal oksijen ihtiyacı derişimleri az kirlenmiş su sınıfında, toplam azot derişimi kirli su sınıfında ölçülmüştür. Dördüncü istasyonda (Van Gölü Girişi) pH, sıcaklık, iletkenlik, çözünmüş oksijen, demir ve alüminyum derişimleri yüksek kaliteli su sınıfında, toplam fosfor, kimyasal oksijen ihtiyacı derişimleri az kirlenmiş su sınıfında, toplam azot, biyokimyasal oksijen ihtiyacı derişimleri kirli su sınıfında ölçülmüştür. Beşinci istasyonda (Van Gölü) pH, sıcaklık, toplam azot, biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve demir derişimleri yüksek kaliteli su sınıfında, çözünmüş oksijen, toplam fosfor, alüminyum derişimleri az kirlenmiş su sınıfında, iletkenlik ve kimyasal oksijen ihtiyacı derişimleri çok kirlenmiş su sınıfında ölçülmüştür. İstasyonların hepsinde kadmiyum, kobalt, krom, bakır derişimleri 0,04 mg/L'den küçük olduğu için ICP cihazında ölçülememiştir. İstasyonlarda parametreler genelde yüksek kaliteli su sınıfında çıkmış olup, Karmuç Çayı'nın yüksek kaliteli su sınıfında olduğu söylenebilir.

Karmuç Çayı'nın Van Gölü'ne su kalitesini etkileyecek herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı söylenebilir.

5.2. Öneriler

-İncelen su kalite parametreleri açısından açıdan genelde iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olan Karmuç Çayı'nda ekolojik dengenin korunması, sürdürülebilir gelişmenin sağlanması ve akılcı kullanılabilmesi için su kalite izleme çalışmalarının devam ettirilmesi büyük önem taşımaktadır. Karmuç Çayı gibi çok az inceleme yapılmış olan sucul ekosistemlerin su kalitesinin belirlenmesinin ileride yapılacak olan daha detaylı çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

-Yapılan çalışmada ağır metal analizlerinin çoğu ölçülebilir limit değerlerin altında ölçülmüştür. Daha sonra yapılacak olan çalışmalarda bu çalışma baz alınarak yoğunlaştırma işlemi yapılırsa daha sağlıklı verilerin elde edileceği düşünülmektedir.

-Karmuç Çayı'nın Su Kalitesinin izlenmesi çalışmasında çalışma aralığı yaz dönemi seçilmiştir. Üç aylık ve yaz döneminde yapılan bu çalışma çayın yaz dönemi su kalitesinin belirlenmesi sağlamış olup, sık aralıklarla yapıldığı zaman bir veri tabanı oluşturulabilir ve su kalitesinde meydana gelen değişimler gözlenebilir.

-Literatür taramaları sonucunda Van Gölü'nde yapılan su kalite çalışmalarının genelinin Van iline kıyısı olan akarsular üzerinde yapıldığı belirlenmiş olup, bu çalışmanın Van Gölü'ne kıyısı bulunan Bitlis iline ait ilk çalışma olduğu söylenebilir.

- Karmuç Çayı su kalite parametrelerinin şu anki durumunu koruyamaması halinde ileriki yıllarda çay ekosistemine ve göl havzasında suyun kullanımı olarak hem sucul ekosistem hem de kullanım amacına göre insan sağlığına olumsuz etki yapabileceği tahmin edilmektedir. Fosfor ve azotun besleyici element olmasının yanında ötrofik etki gösterdiği unutulmamalıdır. Su kalitesindeki bozulmalar ve gittikçe artan kirlilik birçok yerleşim yerini ve dere havzasının ekosistemini olumsuz yönde etkileyecektir. Bu aşamada gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

- Gelecekte uygulanması düşünülebilecek Van Gölü havzasının korunması ve su kalitesi modellemesi çalışmalarında mevsimsel veri sağlanması amacı ile çalışmada elde edilen su kalite verileri kullanılabilir. Aycıca bu veriler kısa vadede acil düzenlemelere, orta vadede mevcut durumun iyileştirilmesine, uzun vadede ise havza bazında yönetim planlarına zemin hazırlayabilir.

KAYNAKLAR

ABDO, M., H., EL-NASHARTY, M., 2010. Physico-Chemical Evaluations And Trace Metals Distribution in Water-Surficial Sediment of Ismailia Canal, Egypt. Nature and Science 8 (5):81-87

AKKAYA, C., EFEOĞLU, A., YEŞİL, N., 2006. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye'de Uygulanabilirliği, TMMOB Su Politikaları Kongresi, Ankara.

AKKOYUNLU, A., AKİNER, M. 2012. Pollution evaluation in streams using water quality indices: A case study from Turkey's Sapanca Lake Basin Ecological Indicators 7(18): 501–511

AL-MUTAİRİ, N., ABAHUSSAİN, A., EL-BATTAY, A. 2014. Spatial and temporal characterizations of water quality in Kuwait Bay, Marine Pullution Bulletin, 83(1): 127-131.

ANONİM, 1995. Van State Almanac 1315 (1899), (in Turkish). Van Belediye Başkanlığı Kültür ve Sanat İşleri Müdürlüğü Yayınları No: 1, 115 s.

ANONİM, 2000. Circular No. 35/1 of 2002-2004 Fishing Year Regulating Commercial Fishing In Seas And Inland (in Turkish). TC. TKB Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü.

ARINÇ, K.1997, Ahlat İlçesinde Doğal Barınaklar (Mağara Konutlar) ve Bazı Prehistorik Yerleşme İzleri, Türk Dünyası Araştırmaları Dergisi, 6(109):59-63.

BEKTAŞ, S., YILDIRIM, A., BECER ÖZVAROL, A., 2011. Çoruh Havzası Farklı Alabalık Derelerinin Bazı Su Kalite Parametreleri Yönünden Karşılaştırılması, Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (1): 61-66.

BOZKURT, A. ve TEPE, Y. 2011. Zooplankton Composition and Water Quality of Lake Gölbası (Hatay-TURKEY). Fresenius Environmental Bulletin,20(1):166-174.

BOZTUĞ, D., DERE, T., TAYHAN, N., YILDIRIM, N., DANABAŞ, D., YILDIRIM, N., ÖNAL, A., DANABAŞ, S., ERGİN, C., USLU, G., ÜNLÜ, E. 2012. Uzunçayır Baraj Gölü (Tunceli) Fiziko-Kimyasal Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi 2 (2): 93-106.

BULUT, C., ATAY, R., UYSAL, K., KÖSE, E. 2012. Çivril Gölü Yüzey Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 2(1): 1-8.

BULUT, C., AKÇİMEN, U., UYSAL, K., KÜÇÜKKARA, R., SAVAŞER, S. 2010. Karanfilliçay Deresi Suyunun Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Parametrelerinin Mevsimsel Değişimi ve Akuakültür Açısından Değerlendirilmesi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 5(21):25-31.

BULUT, C., AKÇİMEN, U., UYSAL, K., ÇINAR, Ş., KÜÇÜKKARA, R., SAVAŞER, S., TOKATLI, C., ÖZTÜRK, G.N., KÖSE, E. 2012. Kestel Deresi Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(28) 14-19.

CANTURK, N. 2007. Van Gölü'ne Dökülen Akköprü Deresi Su Kalitesinin İncelenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van, 77 s.

CHAPMAN, D., KİMSTACH, V. 1996. Selection of Water Quality Variables. Water Quality and Assesments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Enviromental Monitoring, Newyork, 300 s.

CICEK, N. ve ERTAN, Ö. 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nın Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji Dergisi 21(84): 54-65

CİRİL, S. ve CİRİK, Ş. 2005. Limnoloji (Ders Kitabı), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayınları, İzmir, 166 s.

CÜCE, H., BAKAN, G., AKINCI, H. 2011. Balık Gölü (Kızılırmak Deltası, Samsun) Su Kalitesinin Konumsal Analizi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 31 Ekim - 04 Kasım 2011, Antalya, s. 221-250

ÇAĞATAY, G. 1997. Su Kalitesi, TC Sağlık Bakanlığı, Ankara, 128s.

ÇETİN, E., YILMAZ, G., TEMZİSOY, A. 2005. Evsel Atıksulardan Ardışık Kesikli Reaktörlerde Nutrient Giderimi II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, 17-19 Kasım, İstanbul, s.67-73.

ÇETİNKAYA, O., SARI, M., SEN, F., ABRACI, M., DUYARH, A. 1994. Van Gölüne Dökülen Karasu Çayının Limnolojik Özellikleri. YYÜ Zir. Fak. Derg. 4 :151-168

ÇİÇEK, N. L. ve ERTAN, O. O. 2012. Köprüçay Nehri (Antalya)'nın Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji 21(84): 54-65.

DEMİRSOY, A. 1999. General and Turkey Zoogeography "Zoo Geography", (in Turkish). Meteksan A.Ş., ANKARA. 965 s.

DİNÇER, S. 2014. Çanakçı Deresi Su Kalitesi Ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Giresun, 73 s.

DÖKMEN, F. 2000. İhsaniye Yöresi Su Kaynaklarında Ağır Metal İçeriği ve Sulama Suyu Kullanımına Etkileri, 2000 GAP- Çevre Kongresi, I. Cilt, sf.215-226

DÜZEN, H. 2011. Van Gölü Su Seviye Değişimlerine Hidrojeolojik Yaklaşım. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi ,Van, 142 s.

ELMACI, A., TOPAÇ, F.O., TEKSOY, A., ÖZENGİN, N., BAŞKAYA, H.S. 2010. Uluabat Gölü Fizikokimyasal Özelliklerinin Yönetmelikler Çerçevesinde Değerlendirilmesi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 15(1):15-19.

ELMASTAŞ, N., BENEK, S.,ŞAHİNALP, M.S. 2008. Van Gölü Havzası'nda Coğrafi Açıdan Tir Buğdayı Tarımı: Ahlat Örneği, IV. Van Gölü Havzası Sempozyumu, 12–14 Haziran, Ahlat, s.177-181.

ELMER, PERKİN, N. CONN. 1982 Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin Elmer Corporation. Connecticut, USA (1982): 530.

ELP, M., ŞEN, F., ÇETİNKAYA, O. 2006. Van Gölü Havzası Su Kaynaklarında Yaşayan Balık Populasyonlarının Karşılaştığı Problemler ve Çözüm Yolları E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23(1): 407-412.

ERENÇİN, Z. ve KÖKSAL, G. 1981. İçsular Temel Bilimleri A.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları: 375:130-161.

ERKUL, H., KARAKILÇIK, Y. 2002. Sürdürülebilir Akarsu Yönetimi ve Tersine Akan Nehir: Asi, Detay Yayıncılık, 3(5):4-11.

EROL, F. 1996. Mathematical Modal Approach to Van Lake Water Level Fluctuation, (in Turkish). YYÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD Yüksek Lisans Tezi, Van, 55s.

GELDİAY, R. ve BALIK, S. 1995. Türkiye'nin Tatlı Su Balıkları. Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, No: 37, 519 s.

GÜLER, Ç. ve ÇOBANOĞLU, Z. 1997. Su kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Ankara, 92 s.

GÜLTEKİN, F., ERSOY, A. F., HATİPOĞLU, E., CELEP, S. 2012. Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. Ekoloji 21 (82): 77-88.

HARALAMBOUS, A., MALIOU, E., MALAMIS, M. 1992. The use of zeolite for amonium uptake. Water Science and Technology, 25(1): 139-145.

HENRY, R., TUNDISI, J. G., CURI, P. R. 1984. Effects of Phosphorus and Nitrogen Enrichment on the Phytoplankton in a tropical Reservoir. Hydrobiologia, 118: 177-85.

HUANG, Y., WEN, H., CAI, J., CAI,M., SUN, J. 2010. Key Aquatic Environmental Factors Affecting Ecosystem Health of Streams in the Dianchi Lake Watershed, Procedia, Environmental Sciences 2 (2010):868–880.

HUTCHİNSON, G. E. 1944. Nitrogen in the Biogeochemistry of the Atmosphere, American Scientist, 86 (7):236-258.

İLERİ S., KARAER F., KÂTİP A., ONUR S. 2014. Sığ Göllerde Su Kalitesi Değerlendirmesi, Uluabat Gölü Örneği Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(1):39-47.

KALYONCU, H., BARLAS, M., ERTAN Ö.O., ÇAVUŞOĞLU, K. 2005. Aksu Çayı'nın Su Kalitesi Değişimi Üzerine Bir Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 5-13.

KARAKILÇIK, Y., ERKUL, H. 2002. Sürdürülebilir Akarsu Yönetimi ve Tersine Akan Nehir Asi, Detay Yayıncılık, Ankara, 339 s.

KATİP, A., KARAER, F., İLERİ, S., ONUR, S.S. 2013. Akçalar (Musa) Deresi Azot ve Fosfor Yüklerinin Mevsimsel Değişimi ve Uluabat Gölü'ne Etkisi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18 (2):45-49.

KİBENA, J., NHAPİ, I., GUMİNDOGA, W. 2014. Assessing the relationship between water quality parameters and changes in landuse patterns in the Upper Manyame River, Zimbabwe, Physics and Chemistry of the Earth, 67-(69): 153-163.

KÖSE, O., GÖKDERE F., TOLLUOĞLU D. 2005. Van Gölü Havzasının Genel Tanıtımı, 12. Ulusal Kil Sempozyumu Program Kitapçığı 05-09 Eylül, Van, s. 23-26.

MERİ, T. 2004. Su Kaynakları Yönetimi ve Türkiye, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 28 (1):11-17.

MERT, R., BULUT, S., SOLAK, K. 2008. Apa Baraj Gölü'nün (Konya) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması. AKÜ, Fen Bilimleri Dergisi, 2008(02)): 1-10.

MUNSUZ, N. ve UNVER, İ. 1983. Türkiye Suları, Ankara Universitesi Ziraat Fakultesi Yayınları, Ankara, 392 s.

MUTLU E., YANIK T., DEMİR T. 2013. Horohon Deresi (Hafik-Sivas) Su Kalitesi Özelliklerinin Aylık Değişimleri, Alınteri Dergisi, 25 (1):45-57

NİKOLSKY, G. V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press, 352 s.

ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI, XIV. ORMAN VE SU İŞLERİ BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ BİTLİS ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ. 2012. Nazik Gölü Sulak Alan Alt Havzası Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Alt Projesi, Final Raporu,Ankara, 155 s.

ÖZAY, A. 1996. Adana Merkez İlçe Sınırları İçindeki Seyhan Nehrinin ve İçme Sularının Çevre ve İklimsel Faktörlere Bağlı Olarak Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyi, Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 78 s.

ÖZBAY A, Ö., LUGAL, M.Z., GÖKSU, A., TAHİR, M., ALP, B. 2011. Bir Akarsu Ortamında (Berdan Çayı, Tarsus-Mersin) En Düşük ve En Yüksek Akım Dönemlerinde Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerin İncelenmesi, Mersin Üniversitesi, Çevre Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, Mersin, 89 s.

ÖZLER H. 2008. Van Akiferinin Hidrojeolojisi Ve Van Gölünden Sodalısu Girişimi Van Gölü Hidrolojisi ve Kirliliği Konferansı, 21-22 Ağustos 2008, s.147-156.

ÖZTÜRK H. ve GÖRGÜN M. 2003. Van Gölü Bahar Dönemi Hidrografisi Ve Göl Suyu Homojenizasyonuna Ait Bulgular, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı Yayınları, 12(1):8-4

SARIHAN, E. 1985. Limnoloji. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları, Adana, 71 s.

SCHWÖRBEL, J. 1987. Einführung in die Limnologie. Gustav Fischer Verlag, 269 p, Stuttgart.

SKKY, 2004, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete, No. 25687, 31 Aralık Cuma, Ankara, Türkiye.

SÖNMEZ A.,HİSAR O., YANIK T. 2012 . Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 43 (1): 69-77

ŞEN M. 2008. Samran Suyu'nun (Van) Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Van, 86 s.

ŞEN, F. 2001. A Study on the Carp-Population of the Lake Nazik (Ahlat-Bitlis-Turkey), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri ABD: Doktora tezi, ERZURUM. 131 s.

ŞEN, S. 2007. Büyük Melen Havzası'nın Su Kalitesinin Belirlenmesi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 70 s.

ŞENGÜL, F. ve MÜEZZİNOĞLU, A. 2008. Çevre Kimyası. Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Basım Ünitesi, İzmir, 313 s.

TANYOLAC, J. 2000. Limnoloji. Hatiboğlu Yayıncılık, Ankara, 224 s.

TAŞ, B. ve ÇETİN, M. 2011. Gökgöl (Ordu-Türkiye)'Ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi, Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg., 1(1): 73-82.

TAŞDEMİR, M. ve GÖKSU, Y.L. 2001. Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 18 (1-2): 55-64.

TEPE, Y. ve MUTLU, E. 2004. Hatay Harbiye Kaynak Suyunun Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1):77-88.

TOPAL, M. 2011. Hazar Gölü Su Kalitesinin Dünü ve Bugünü, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 1(3):120-134.

U.S. EPA. 1997. Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. United States Environmental Protection Agency, Office of Water 4503F, EPA 841-B–97–003, Washington.

USLU, O. ve TÜRKMAN, A. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müd. Yayınları, Eğitim Dizisi 1, 364 s. Ankara.

UZUNOĞLU, O. 1997. Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 73 s.

UYANIK S., YILMAZ G., YEŞİLNACAR Mİ., ASLAN M., DEMİR Ö. 2005. Rapıd Assessment Of Rıver Water Qualıty In Turkey Usıng Benthıc Macroınvertebrates, Fresenius Environmental Bulletin, 14: 268-272.

ÜNLÜ, A., ÇOBAN, F., TUNÇ, M. S. 2008. Hazar Gölü Su Kalitesinin Fiziksel Ve İnorganik Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23 (1): 119-127.

WANG, Y. 2013. Assessment of surface water quality via multivariate statistical techniques:A case study of the Songhua River Harbin region, China, Environmental Sciences 17: 518-525

WUA, Y. ve CHENB, J. 2013. Investigating the effects of point source and nonpoint source pollution on the water quality of the East River (Dongjiang) in South China, Ecological Indicators 32: 294– 304

YSKYY, 2012, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete, No. 28483, 30 Kasım Cuma, Ankara, Türkiye.

ZHOUHU, W., JİAN, Z., JİE, Z., JİE, R., SHAN, C. 2011. A Monitoring Project Planning Technique of the Water Quality Spatial Distribution in Nansi Lake, Procedia Environmental Sciences 10 (2011): 2320 – 2328

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Fatma YILDIRIM SÖNMEZ

Uyruğu **:** T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: Boğazlıyan- 08.03.1986

Telefon **:** 0 322 235 07 17

Faks **:**

e-mail **:** fatmayildirim66@hotmail.com,fatmayildirim.sonmez@csb.**gc**

EĞİTİM

Derece	**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	: 75. Yıl Milli Piyongo Anadolu Lisesi, Akdağmadeni, YOZGAT	2004
Üniversite	: Mersin Üniversitesi Çevre Müh. Bölümü,	MERSİN 2009
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi Çevre Müh. Bölümü, ŞANLIURFA	2011-Devam

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2010-2011	Bitlis Çevre ve Orman Müdürlüğü	Çevre Mühendisi
2011-2013	Bitlis Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü	Şube Müdür V.
2013-Devam	Adana Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü	Çevre Mühendisi

YABANCI DİLLER: İngilizce konuşma, yazma ve okuma orta seviyededir.

EK 1: Analiz Sonuçları

Parametreler	1.İstasyon	2.İstasyon	3.İstasyon	4.İstasyon	5.İstasyon
pH (ortalama)	8,550±0.242	8,587±0,170	7,547±0,346	7,673±0,276	9,447±0,217
Haziran	8,420	8,580	7,830	7,930	9,530
Temmuz	8,830	8,760	7,650	7,710	9,610
Ağustos	8,400	8,420	7,160	7,380	9,200
Sıcaklık(^{o}C) (ort.)	22,187±1,551	23,333±0,750	11,610±0,185	11,467±0,568	21,343±3,155
Haziran	20,600	22,900	11,430	11,000	17,700
Temmuz	23,700	24,200	11,800	12,100	23,230
Ağustos	22,260	22,900	11,600	11,300	23,100
İletkenlik (µSiemens/ cm)(ort.)	300,333±11,536	331,067±45,200	258,633±5,012	256,367±3,256	26 543±6,493
Haziran	313,500	383,000	253,000	253,000	26 800
Temmuz	292,000	309,600	262,600	259,500	25 650
Ağustos	295,500	300,600	260,300	256,600	27 179
Çözünmüş Oksijen (mg/L)(ort.)	8,617±0,715	7,430±0,355	9,090±0,665	8,957±0,444	7,377±0,448
Haziran	7,790	7,640	9,770	9,360	7,890
Temmuz	9,040	7,020	8,440	8,480	7,180
Ağustos	9,020	7,630	9,060	9,030	7,060
Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)(ort.)	1,520±0,180	1,597±0,369	2,957±0,575	2,727±0,517	0,289±0,168
Haziran	1,570	2,010	3,480	3,320	0,475
Temmuz	1,670	1,300	2,340	2,370	0,248
Ağustos	1,320	1,480	3,050	2,490	0,145
ToplamP (mg/L)(ort.)	0,071±0,024	0,103±0,018	0,100±0,003	0,105±0,015	0,154±0,012
Haziran	0,048	0,085	0,102	0,122	0,147
Temmuz	0,068	0,103	0,096	0,093	0,147
Ağustos	0,096	0,122	0,101	0,100	0,169
KOİ(mg/L)(ort.)	78,800±3,372	86,933±4,554	38,867±2,657	35,167±1,021	336,667±85,850
Haziran	75,100	82,500	36,100	34,000	241,000
Temmuz	79,600	86,700	39,100	35,600	362,000
Ağustos	81,700	91,600	41,400	35,900	407,000
BOİ(mg/L)(ort.)	4,467±1,320	6,600±1,705	1,767±0,416	7,267±5,132	2,833±1,193
Haziran	3,300	8,500	2,100	13,000	1,500
Temmuz	5,900	5,200	1,900	3,100	3,200
Ağustos	4,200	6,100	1,300	5,700	3,800
AKM(mg/L)(ort.)	17,000±9,539	153,000±90,570	9,333±3,055	6,667±1,527	33,667±14,294
Haziran	26,000	254,000	6,000	7,000	46,000
Temmuz	7,000	79,000	10,000	5,000	18,000
Ağustos	18,000	126,000	12,000	8,000	37,000
Al(mg/L)(ort.)	0,627±0,437	0,808±0,303	0,115±0,031	0,138±0,052	0,061±
Haziran	0,532	0,518	0,083	0,085	<0.04
Temmuz	0,245	1,123	0,146	0,139	0,020
Ağustos	1,105	0,782	0,115	0,19	0,102
Cd(mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Haziran	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Temmuz	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Ağustos	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Co(mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Haziran	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Temmuz	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04

Ağustos	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Cr (mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Haziran	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Temmuz	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Ağustos	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Cu (mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Haziran	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Temmuz	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Ağustos	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Fe (mg/L)(ort.)	0,523±0,472	0,546±0,195	0,055±0,024	0,064±0,024	0,099±
Haziran	0,440	0,343	0,083	0,091	0,099
Temmuz	0,098	0,734	0,04	0,042	<0.04
Ağustos	1,031	0,561	0,043	0,058	<0.04
Mn (mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Haziran	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Temmuz	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Ağustos	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Ni(mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Haziran	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Temmuz	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Ağustos	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Pb(mg/L)(ort.)	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Haziran	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Temmuz	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Ağustos	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
α ışını (Bq/l)	0,005±0,0005	0,005±0,0005	0,005±0,0005	0,005±0,0005	0,008±0,001
Haziran	0,005	0,005	0,005	0,005	0,008
Temmuz	0,005	0,005	0,005	0,005	0,009
Ağustos	0,004	0,004	0,004	0,004	0,007
$^{\beta}$ ışını(Bq/l)	0,005±0,0005	0,004±0	0,004±0,001	0,004±0,0005	0,015±0,003
Haziran	0,005	0,004	0,004	0,004	0,015
Temmuz	0,005	0,004	0,005	0,004	0,019
Ağustos	0,004	0,004	0,003	0,003	0,012