

Çetin SERT



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**AMANOS DAĞLARI'NDA BAZI
DOĞAL SU KAYNAKLARININ
SU PARAMETRELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Çetin SERT

SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI

EYLÜL 2019

EYLÜL 2019



İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

TEZ ŞABLONU

Versiyon 01.01



**AMANOS DAĞLARI'NDA BAZI DOĞAL SU KAYNAKLARININ SU
PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Çetin SERT

**YÜKSEK LİSANS
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EYLÜL 2019

Çetin SERT tarafından hazırlanan “ AMANOS DAĞLARI'NDA BAZI DOĞAL SU KAYNAKLARININ SU PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Şükran ÇAKIR ARICA

Su Ürünleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Mehmet Fatih CAN

Su Ürünleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Dilşat BOZDOĞAN KONUŞKAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Mustafa Kemal Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 18.09.2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Tolga DEPCI

Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Çetin SERT

18/09/2019

AMANOS DAĞLARI'NDA BAZI DOĞAL SU KAYNAKLARININ SU PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Çetin SERT

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2019

ÖZET

Yaşamın devamı için en önemli ihtiyaç olan suyun verimli kullanımı, doğal su kaynaklarının mevcut durumunun belirlenmesi ve korunması önemlidir. Bu çalışmada, Mayıs 2018 - Nisan 2019 tarihleri arasında İskenderun Körfezi'ne bakan Amanos Dağları eteklerinde Akçay, Bekbele ve Sakıt yerleşimlerinden toplam 12 adet su kaynağının bazı su parametreleri izlenmiştir. Bu su kaynakları, akış hızı, hidrojen potansiyeli (pH), sıcaklık, oksidasyon azaltma potansiyeli (ORP), elektriksel iletkenlik (COND), toplam çözülmüş katılar (TDS) ve tuzluluk (tuzluluk) için takip edildi. Ölçümler mobil cihazla doğal su kaynakları sahasında aylık olarak yapıldı. Ek olarak, bu 12 doğal su kaynağından 8 tanesi kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), nitrat (NO₃⁻), florür (F⁻), sodyum (Na), klorür (Cl⁻) ve çinko (Zn) içeriği için analiz edildi. Mineral analizleri için ikisi Akçay yerleşiminden, ikisi Bekbele yerleşiminden, dördü Sakıt'tan sekiz doğal su kaynağı seçilmiştir.

Su kaynaklarının bazı parametreler açısından en düşük ve en yüksek değerleri aşağıda verildiği şekilde değişmektedir: pH: 7,20- 8,01; sıcaklık: 13,41- 19,16 °C; ORP: (-65,38) - (-15,91) mV; iletkenlik; 274,88- 622,88 µS; TDS: 190,00- 448,88 ppm; tuzluluk: 145,87- 346,66 ppm ve debi: 3,31- 27,11 lt/dak. . Ayrıca, bazı mineral içerikleri açısından en düşük ve en yüksek değerler aşağıda verildiği şekilde bulunmuştur: Kalsiyum: 3,03- 81,0 ppm; Magnezyum: 4,39- 87,7 ppm; Demir: 0,06- 0,10 ppm; Nitrat: 0,5 ile 20,0 ppm; Florür: <0,1- 0,2 ppm; Sodyum: 3,03- 11,5 ppm; Klorür: 4,48- 16,4 ppm ve Çinko: < 0,01 ppm.

Sonuç olarak, incelenen bu doğal su kaynakları, araştırılan değerler açısından ulusal ve uluslararası (TSE, WHO ve EC) içilebilir su standartları dâhilinde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : Doğal su kaynakları, su parametreleri, Amanos Dağları

Sayfa adedi : 79

Danışman : Prof. Dr. Şükran ÇAKIR ARICA

INVESTIGATION OF WATER PARAMETERS OF SOME NATURAL WATER RESOURCES IN AMANOS MOUNTAINS

(M. Sc. Thesis)

Çetin SERT

İSKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF ENGINEERING AND SCIENCE

September 2019

ABSTRACT

Efficient use of water, which is the most important need for the continuation of life, the determination of the current state of natural water resources and protection is important. In this study, some water parameters of a total of 12 water sources from the Akçay, Bekbele and Sakit settlements on the slopes of the Amanos Mountains facing Iskenderun Bay between May 2018 - April 2019 were monitored. These water sources were followed for flow rate, hydrogen potential (pH), temperature, oxidation reduction potential (ORP), electrical conductivity (COND), total dissolved solids (TDS) and salinity (salinity). Measurements were performed monthly on the site of natural water sources with a mobile device. In addition, 8 of these 12 natural water sources was analyzed for calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), nitrate (NO₃), fluoride (F⁻), sodium (Na), chloride (Cl⁻) and zinc (Zn) content. Eight natural water sources, two from Akçay settlement, two from Bekbele settlement and four from Sakit, were selected for mineral analysis.

The lowest and highest values of water resources in terms of some parameters vary as follows: pH: 7.20- 8.01; temperature: 13.41- 19.16 OC; ORP: (-65.38) - (-15.91) mV; conductivity; 274.88- 622.88 µS; TDS: 190.00- 448.88 ppm; salinity: 145.87- 346.66 ppm and flow rate: 3.31- 27.11 l/ min. In addition, the lowest and highest values for some mineral contents were found as follows: Calcium: 3.03- 81.0 ppm; Magnesium: 4.39- 87.7 ppm; Iron: 0.06- 0.10 ppm; Nitrate: 0.5 to 20.0 ppm; Fluoride: <0.1- 2.2 ppm; Sodium: 3.03- 11.5 ppm; Chloride: 4.48--16.4 ppm and Zinc: < 0.01 ppm.

As a result, these natural water resources were found to be within national and international (TSE, WHO and EC) potable water standards in terms of the values investigated.

Key Words : Natural water resources, water parameters, Amanos Mountains.

Page Number : 79

Supervisor : Prof. Dr. Şükran ÇAKIR ARICA

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda bana her konuda yol gösteren, bilgi birikimlerini, deneyimlerini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Şükran ÇAKIR ARICA' ya teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen “İskenderun Orman İşletme Şefi” Yüksek Orman Mühendisi Sayın Mehmet BAŞARAN ve ekibine teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmam boyunca maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen annem, babam, Orman Mühendisi ağabeyim Metin SERT ve kardeşlerime de sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	VI
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	VII
RESİMLERİN LİSTESİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3. 1. Çalışılan Alanın Tanıtımı.....	19
3. 1. 1. Akçay Bölgesi.....	22
3. 1. 2. Bekbele Bölgesi.....	24
3. 1. 3. Sakıt Bölgesi.....	26
3. 2. Arazi Çalışmaları.....	30
3. 2. 1. Mobil cihazın tanıtımı.....	30
3. 2. 2. Mobil cihazla kaynak sularında ölçülen parametreler.....	31
3. 3. Su Analizleri.....	35
3. 3. 1. Su örneklerinin alınması.....	35
3. 3. 2. Analizi yapılan mineraller.....	35
3. 3. 3. İçme suyu kalite parametre değerleri.....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	39

	Sayfa
4. 1. pH Değerleri.....	39
4. 2. Oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP) değerleri.....	41
4. 3. İletkenlik (Conductivity=COND) Değerleri.....	43
4. 4. Toplam Çözünmüş Katı Madde Miktarı (TDS) Değerleri.....	45
4. 5. Tuzluluk (SALT) Değerleri.....	47
4. 6. Sıcaklık (°C) Değerleri.....	49
4. 7. Debi Değerleri.....	51
4. 8. Mineral Değerleri.....	53
5. TARTIŞMA.....	59
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	68
KAYNAKLAR.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	80
DİZİN.....	81

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1. 1. Tatlı su kaynaklarının sektörel kullanımı.....	4
Çizelge 1. 2. Kişi başına su tüketim durumlarına göre ülkelerin sınıflandırılması.....	7
Çizelge 1. 3. Kirlilik durumuna göre akarsu sınıfları.....	9
Çizelge 1. 4. Kıta içi su kaynakları kalitesi.....	10
Çizelge 2. 1. Türkiye’deki bazı yerüstü suları ile ilgili yapılan çalışmalar.....	15
Çizelge 3. 1. İskenderun bölgesi için iklimsel veriler.....	21
Çizelge 3. 2. Çözünmüş toplam katı madde miktarına göre su sınıflandırılması.....	33
Çizelge 3. 3. İçilebilir kaliteli su parametreleri	38
Çizelge 4. 1. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının pH değerleri	39
Çizelge 4. 2. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının ORP değerleri.....	41
Çizelge 4. 3. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının COND değerleri.....	43
Çizelge 4. 4. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının TDS değerleri.....	45
Çizelge 4. 5. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının SALT değerleri.....	47
Çizelge 4. 6. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının sıcaklık değerleri.....	49
Çizelge 4. 7. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının debi değerleri.....	51
Çizelge 4. 8. Araştırılan 3 yerleşim bölgesinden seçilen 8 su kaynağına ait su numunelerinde bazı mineral analizleri ve atom ağırlıkları.....	53

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. 1. Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli.....	6
Şekil 3. 1. Hatay İlinin konumu.....	19
Şekil 3. 2. Hatay'ın İskenderun İlçesinin konumu.....	20
Şekil 3. 3. Çalışılan doğal su kaynaklarının konumu.....	22
Şekil 4. 1. Aylara göre pH değerlerinin değişim grafiği.....	40
Şekil 4. 2. Aylara göre ORP değerlerinin değişim grafiği.....	42
Şekil 4. 3. Aylara göre COND değerlerinin değişim grafiği.....	44
Şekil 4. 4. Aylara göre TDS değerlerinin değişim grafiği.....	46
Şekil 4. 5. Aylara göre SALT değerlerinin değişim grafiği.....	48
Şekil 4. 6. Aylara göre sıcaklık değerlerinin değişim grafiği.....	50
Şekil 4. 7. Aylara göre debi değerlerinin değişim grafiği.....	52
Şekil 4. 8. Akçay Bölgesi'nden seçilen su kaynaklarının mineral değerleri.....	54
Şekil 4. 9. Bekbele Bölgesi'nden seçilen su kaynaklarının mineral değerleri.....	55
Şekil 4. 10. Sakıt Bölgesi'nden seçilen su kaynaklarının mineral değerleri.....	56
Şekil 4. 11. Bölgelere ait su numunelerinde ölçülen bazı mineral değerlerinin karşılaştırılması.....	57

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3. 1. A1 kodlu su kaynağından görünüm.....	23
Resim 3. 2. A2 kodlu su kaynağından görünüm.....	23
Resim 3. 3. A3 kodlu su kaynağından görünüm	24
Resim 3. 4. A4 kodlu su kaynağından görünüm.....	25
Resim 3. 5. A5 kodlu su kaynağından görünüm	25
Resim 3. 6. A6 kodlu su kaynağından görünüm.....	26
Resim 3. 7. A7 kodlu su kaynağından görünüm.....	27
Resim 3. 8. A8 kodlu su kaynağından görünüm.....	27
Resim 3. 9. A9 kodlu su kaynağından görünüm.....	28
Resim 3. 10. A10 kodlu su kaynağından görünüm.....	29
Resim 3. 11. A11 kodlu su kaynağından görünüm.....	29
Resim 3. 12. A12 kodlu su kaynağından görünüm.....	30
Resim 3. 13. Bazı su parametrelerinin ölçümünde kullanılan cihaz.....	31

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde sembolü
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
Cl ⁻	Klor iyonu
F ⁻	Flor iyonu
Fe	Demir
hm ³ /yıl	Hektometre küp/yıl
km ³	Kilometreküp
Na	Sodyum
Mg	Magnezyum
NO ₃ ⁻	Nitrat
mm	Milimetre
ml	Mililitre
mg	Miligram
mg/L	Miligram/litre
mV	Mili volt
mm=kg/m ²	Milimetre= kilogram/metre
m ³	Metreküp
m ³ /s	Metreküp/saniye
μS	Mikrosiemens
μS/cm	Mikrosiemens/santimetre
μg/L	Mikrogram/litre
pH	Hidrojen potansiyeli
ppm	Milyonda bir
ppt	Binde bir
sn	Saniye
Zn	Çinko

Kısaltmalar**Açıklamalar**

APHA	Amerikan Halk Sağlığı Derneği
AWWA	Amerikan Su İşleri Derneği
BM	Birleşmiş Milletler
COND	İletkenlik
DTP	Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Avrupa Birliği
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
ORP	Oksidasyon Azaltma Potansiyeli
SALT	Tuzluluk
SI	Uluslararası Birim Sistemi
TC	Türkiye Cumhuriyeti
TDS	Toplam Çözünmüş Katı Madde
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
UN	Birleşmiş Milletler
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
WPCF	Su Kirliliği Kontrol Federasyonu
WWAP	Dünya Su Değerlendirme Programı
WWF	Dünya Doğayı Koruma Vakfı
Vb.	Ve Benzeri

1. GİRİŞ

Yerkürenin dörtte üçünü oluşturan su, iki hidrojen atomuna bir oksijen atomunun bağlanması ile oluşmuş renksiz, kokusuz ve tatsız bir moleküldür. Yerkürenin farklı coğrafyalarında farklı miktarlarda bulunan bütün sular birbirine bağlıdır ve doğada dönüşüm içindedir. Hidrolojik döngü içinde belli miktarı buharlaşıp yükselirken belli miktarı ise yerkürede kalarak yerüstü ve yeraltı sularını oluşturur (Demirtaş, 2015).

Yeryüzünde depolanan su, hayatın başlangıcını ve devamını sağlayan tüm canlıların en temel gereksinimlerinden birisidir (M. Akın ve G. Akın, 2007). 21. yüzyılda Dünyayı etkisi altına alan en büyük sorunların biri kaliteli suya erişimdir. Bu nedenle su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı günümüzde çok daha önemli hale gelmiştir. Ayrıca ekosistemin devamlılığı, enerji üretimi, tarımda kullanımı gibi konularda da suyun önemi tartışılmaz. Ekosistemin devamlılığı için canlılık olayları devam etmelidir. Bu durumu da ekosistemin bileşenlerinden olan biyotik ve abiyotik parametreler etkilemektedir. Ekosistemde besin döngüsünün olmazsa olmazı olan fotosentez olayında su çok önemlidir. Fotosentez sonucunda oluşan besinin azlığı ya da çokluğu ise yeryüzünde nüfus dağılımını etkilemektedir.

Bulduğumuz yüzyılda nüfusun artması, teknolojinin ilerlemesi ve sanayileşmenin gelişmesine bağlı olarak suyun önemi her geçen gün artmaktadır. Su, sanayide en önemli üretim faktörlerinden biridir. Örneğin endüstride sular; endüstri atıklarını yıkama, temizleme, nükleer ve fosil yakıtlı santrallerde soğutma amaçlı kullanılmaktadır. Sanayinin bu çeşitli proseslerinde kullanılan suyun akıllıca ve verimli kullanımı ile su tasarrufu sağlanabilmesi önemlidir.

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizin coğrafik bölgelerindeki sanayinin farklı kollarında (çelik, kimya, petrol rafinerileri vb.) su kullanım miktarı farklılık göstermektedir. Türkiye’de farklı sanayi kollarının yoğunlaştığı Marmara Bölgesi su kullanımı konusunda ülkemizde ilk sıralarda yer almaktadır (Tigrek ve Kibaroğlu, 2011). Sanayide kullanılan suların sonunda ekosisteme gayri nizami ve bilinçsiz salınımı önemli kirlilik sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu atık suların ekosisteme deşarjı canlıların üremesini, yaşama alanlarını ve ekolojik dengeyi etkiler. Bu durum ise sucul biyolojik çeşitliliği etkilemektedir (Kayhan ve

diğerleri, 2015; Muslu ve Ahmet, 2015; Muluk ve diğerleri, 2016). Ayrıca hızlı nüfus artışı da biyolojik çeşitlilik üzerinde baskı oluşturmaktadır.

Hızlı nüfus artışına bağlı olarak gıda ihtiyacının artması da tarım sektörü üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Bu durum tarımda pestisit, herbisit, suni gübre ve hormon gibi kimyasalların yoğun kullanılmasını tetiklemekte olup, sonuçta tarımda suya olan ihtiyacı da arttırmaktadır. İhtiyacın artması sonucunda kullanılan bu kimyasallar yeraltı ve yerüstü sularının kirlenmesine neden olmaktadır (Causape, Quilez ve Aragues, 2004). Gelişmiş ve gelişmekte olan toplumlar artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilmek için tarımsal faaliyetlerini artırırken, damla sulama gibi yeni nesil yöntemleri kullanan eğitimli çiftçiler suyun israfını da önleyebilmektedirler. Su kaynaklarını bilinçli kullanan toplumlar suyun kirlenmesini önleyip, ekonomik ve sürdürülebilir kullanımını da sağlayabilmektedir.

Bütün biyolojik yaşamı ve insan faaliyetlerini ayakta tutan su, insan vücudunun % 90'ını oluşturmaktadır. Vücutta biyokimyasal tepkimelerin gerçekleşmesi ve vücudun pH dengesinin korunmasında su temel faktördür. İnsanların yeme, içme, temizlik gibi günlük evsel ihtiyaçlarını karşılayacağı sağlıklı ve güvenli suya ulaşabilmesi çok önemlidir. Kalitesiz su, tüm canlılar için hastalık nedeni olabilir. Yeraltı suları başta olmak üzere suda bulunan bakteriler, virüsler gibi mikroskobik canlılar insan ve hayvan dışkılarıyla bulaşıp önemli sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Buna ilave olarak, içme ve kullanma sularının toksik kimyasal maddelerle sınır değerleri aşacak şekilde kirlenmesi bazı metabolik hastalıkların tetikleyicisi olabilir. 21.yüzyılda şehirlerin metropollere dönüşümüne bağlı olarak değişen yaşam koşulları suyun ev içinde kullanımını ve kişi başına düşen miktarını da arttırmaktadır (Langford, 2005).

Artan nüfusa bağlı olarak içme, kullanma suyuna talep artmış ve bu durum doğal tatlı su kaynakları üzerindeki baskıyı arttırmıştır. Suyun temini ve tüketiciye ulaşması sırasında önemli ölçüde su kayıpları yaşanabilmektedir (Berg, 2015). Bu nedenle su kayıplarının azaltılması verimli ve sürdürülebilir su yönetimi ülke açısından ekonomik bir öneme sahiptir (Pillot, Catel, Renaud, Augéard ve Roux, 2016). Nüfus artışına paralel olarak yaşam standartları da artmaktadır. Buna bağlı olarak da sanayi, evsel ve tarımsal kullanım için gerekli olan kaliteli suya erişim ulusal bir sorun haline gelebilir (Gleick, 2010). Kaliteli içme suyunun güvenliğinin sağlanabilmesi Türkiye'nin bulunduğu coğrafyada daha da önem kazanmıştır. Suyun kaynağından tüketiciye ulaşıncaya kadar düzenli bir şekilde fiziksel,

kimyasal ve mikrobiyolojik risk analizlerinin yapılmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Breach, 2012).

Kirlenme ve küresel ısınmanın en önemli sonuçlarından biri olan tatlı su kaynaklarının azalması insan dâhil çevresindeki faydalanan bütün canlıların yaşamının sürdürülebilirliği açısından tehlike arz etmektedir (Kalyoncu, Barlas ve Ertan, 2009). Bütün bu faktörler canlılar için vazgeçilmez bir madde olan su üzerinde, özellikle de son zamanlarda sıklıkla bilimsel araştırmaların yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, küresel ısınmadan en çok etkilenecek olan Orta kuşakta yer alan Türkiye'deki doğal kaynak sularının mevcut durumunun tespiti ve korunması çok önemlidir. Ayrıca çalışmaya konu olan bölge, gelecekte olası su kıtlığından en çok etkilenmesi beklenen Akdeniz bölgesindeki Hatay İli sınırları içerisinde yer almaktadır. Hatay daha şimdiden su kıtlığının yaşandığı ülkelere sınır komşusu olan bir ilimizdir. Son yıllarda artan yayla turizmi ile bu bölgelerdeki doğal su kaynakları gerek eğlenme ve piknik amaçlı gerekse yol boyunca dinlenme amaçlı sıklıkla ziyaret edilen noktalardır. İnsanlar tarafından sıklıkla rağbet gören bu suların içme suyu standartlarında ve hijyenik olması sağlık açısından önemlidir. Bu nedenle bu ve benzeri tatlı su kaynaklarının mevcut durumunun tespitine yönelik çalışmalar ve buna dayalı oluşturulacak su eylem planları toplum sağlığı ve ülke ekonomisi için gereklidir.

Bu bağlamda bu çalışmanın konusu Hatay İli İskenderun İlçesi'nde Amanos Dağları'nın İskenderun Körfezine bakan yamaçlarında yer alan üç farklı yerleşim bölgesinde, halkın daha çok yayla mevsiminde faydalandığı bazı doğal su kaynaklarının (pınarların) mevcut durumu ve bazı su parametrelerinin araştırılması olarak seçilmiştir.

Dünyada Su

Dünyanın yüzey alanının üçte ikisinden fazlasını kaplayan su, bütün rezervleri ile birlikte hidrosferi kısaca su küreyi oluşturur. Doğada bulunan bu su potansiyeli bir hidrolojik döngü içinde insan müdahalesi olmadığı zaman korunmaktadır. Bu döngünün korunması bütün canlılar için yaşamsal bir öneme sahiptir. Yerküredeki mevcut su kaynaklarının % 97,4'ü deniz suyu ve tuzlu sulardan ve geriye kalan % 2,6'sı ise tatlı sulardan oluşur. Bu tatlı suyun % 68,7'si buzullarda, % 30,1'i ise yeraltı su kaynaklarını oluşturmaktadır (Şahin ve Kurnaz, 2014). Yeryüzündeki suların büyük bir kısmının tuzlu su olduğu içilebilir kalitedeki tatlı su miktarının ise çok az olduğu bilinen bir gerçektir. Orta Doğu ülkeleri için yakın gelecekte

su kıtlığının önemli problemlere neden olacağı bilim adamları tarafından dile getirilmektedir. WWF' nin 2010 Yaşayan Gezegen Raporu'na göre 2007 yılı itibarıyla, 1 milyar insanın içecek suya erişimden mahrum olduğunu, Dünya yüzeyinin % 1'ini kaplayan tatlı suların bilinen tüm hayvan türlerinin % 10'una ev sahipliği yaptığı rapor edilmektedir. Yine bu rapora göre, 1970 yılından bu yana tatlı su, ekosistemlerin %37'sini oluşturmaktadır (WWF, 2012). Hidrosferde, 1 milyar 350 milyon km³ dolayında su miktarının olduğu tahmin edilmektedir. Bu miktarın içilebilir nitelikteki su oranı ise % 0,74 civarındadır (Sönmez, Hisar, Karataş, Arslan ve Aras, 2008). Bugün Dünyadaki 2,7 milyar insanın yılın en az bir ayında su sıkıntısı çektiği ve 2050 yılında artacak olan dünya nüfusunun % 40'ından daha fazlasının su sıkıntısı bulunan bölgelerde yaşayacağı rapor edilmektedir. Bu nedenle, suyun verimli ve etkili kullanılması konusu ulusal ve uluslararası tüm kuruluşların ve bilim insanlarının en gözde araştırma konularından biri haline gelmiştir (Toprak, Songur, Hamidi ve Gulsever, 2012; Karakaya ve Toprak, 2018).

Dünyada genel olarak su kaynaklarının tüketimine bakıldığında % 70'i tarım amaçlı, %19'u sanayi ve % 11'i ise evsel amaçlı kullanılmaktadır. Ülkelerin sektörlere göre su tüketimi gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Artan nüfusun yakın gelecekte küresel su krizi ile karşı karşıya kalacağından korkulmaktadır. Bu durumun ülkeler arasında politik, çevresel ve ekonomik alanlarda çekişmelere hatta savaşlara neden olması öngörülmektedir (FAO, UNESCO-WWAP, 2003; Sevindi, 2005).

Çizelge 1. 1. Tatlı Su Kaynaklarının Sektörel Kullanımı (%), (Gürsakal, 2007)

Sektör	Dünya	Gelişmiş Ülkeler	Gelişmekte Olan Ülkeler	Az Gelişmiş Ülkeler	Türkiye
Tarım	67-70	39	52	86	72-75
Sanayi	22-23	46	38	7	10-12
Evsel(İçme-Kullanma)	8-10	15	10	7	15-16

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında, Dünya tatlı su kaynaklarının yaklaşık % 70'lik bir kısmı tarım sektöründe kullanıldığı görülmektedir. İnsanlar buldukları coğrafyanın

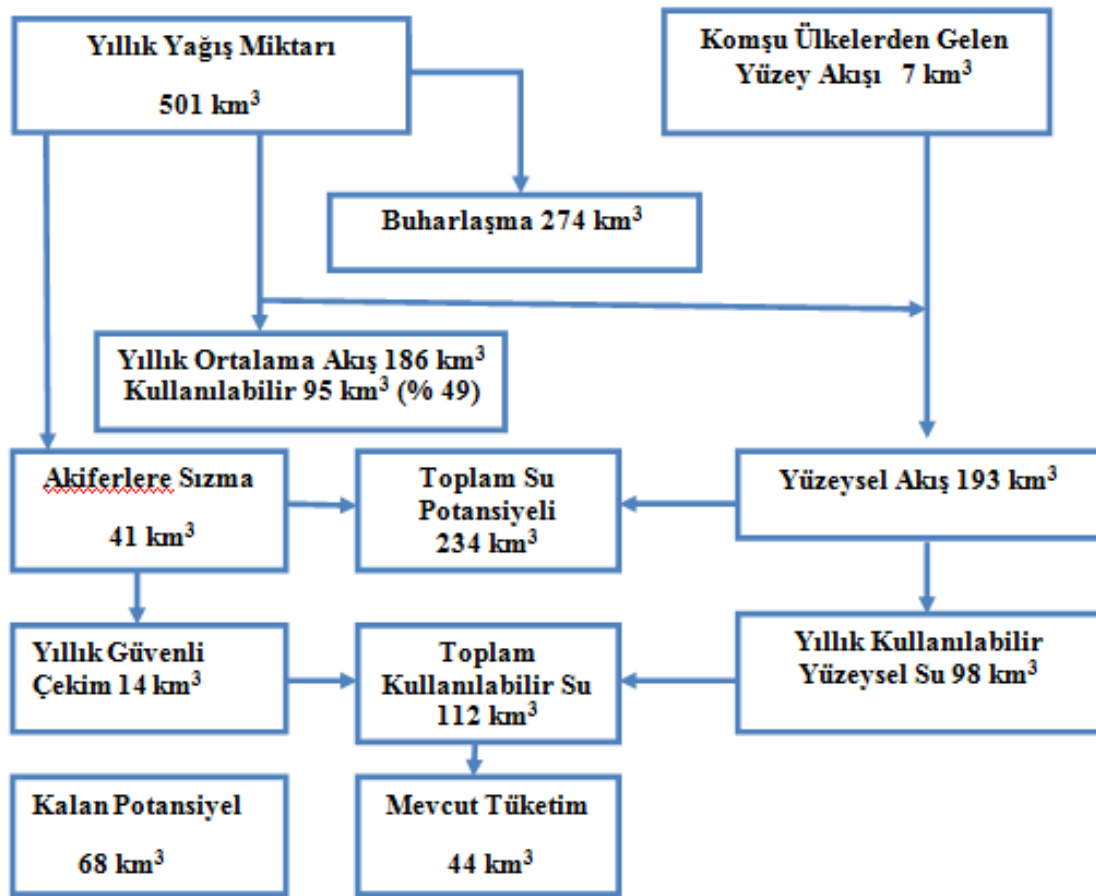
özelliklerine, artan nüfusa ve gelişen teknolojilerine göre dünyadaki kaliteli içilebilir tatlı su kaynaklarından farklı miktarda faydalanmaktadırlar. Ancak, son yıllarda gelir düzeyi yüksek ülkelerde tarımsal su kullanımının yerini sanayi sektörünün aldığı bilinmektedir (Aküzüm, Çakmak ve Gökalp, 2010). Ülkemizde ise tatlı su kaynaklarının kullanımının en fazla tarımsal alanda olduğu görülmektedir ve bu durum Dünya ortalamasının üzerinde olup tatlı su kullanımı açısından az gelişmiş ülkelere benzerlik göstermektedir.

Eldeki veriler, Türkiye'nin de dâhil olduğu coğrafyada önümüzdeki yıllarda ciddi bir su sıkıntısı yaşanacağı ve temiz su kaynaklarının uluslararası politik ve ekonomik olaylara yön vereceğini işaret etmektedir.

Türkiye'de Su

Türkiye'nin 779 425 km²'lik yüzölçümünün 765 152 km²'lik kısmını kara, 14 300 km²'lik bölümünü ise yüzey suları oluşturmaktadır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ve orta kuşakta bulunan Türkiye, Akdeniz'in en su zengini ülkelerinden biridir. Su kullanımına yönelik talep bütün dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de artmaktadır. Artan nüfusu, ilerleyen sanayisi ve büyüyen kentlerine paralel olarak artan su kullanımı ile Türkiye, sanılan aksine "su fakiri" bir ülke olma yolunda ilerlemektedir. Bir ülkenin su potansiyeli yağın yağışlar ve çevre ülkelerden beslenen kaynaklardan oluşmaktadır.

Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli hidrolojik döngü çerçevesinde aşağıda Şekil 1.1'de gösterilmektedir. Şekildeki verilen değerlere göz atıldığında Türkiye'nin ortalama yağış miktarı 643 mm/yıl'dır ve bu oran yıllık ortalama 501 km³ suya karşılık gelmektedir. Komşu ülkelerden gelen yüzey akışının ise 7 km³ olduğu belirlenmiştir. Bu 501 km³ suyun 274 km³'lük kısmının buharlaşarak atmosferde hidrolojik döngüye katıldığı, 69 km³'lük kısmının ise yeraltı sularına, 158 km³'ünün ise akarsular yoluyla denizlere ve göllere karıştığı rapor edilmiştir. Sonuç olarak, Türkiye'nin toplam su potansiyelinin 234 km³ olduğu ifade edilmiştir. DPT (Devlet Planlama Teşkilatı) raporuna göre Türkiye'nin yüzey ve yeraltı suyu potansiyeli 112 km³ olmakta ve bu miktarın 44 km³ kadarı kullanılmaktadır (DPT Raporu, 2001; M. Akın ve G. Akın, 2007; DSİ, 2015).



Şekil 1. 1. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli (Kalkınma Bakanlığı, 2014)

Türkiye'de kişi başına düşen yıllık tüketilen su miktarı yaklaşık olarak $1\,519\text{ m}^3$ tür. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2030 yılında Türkiye nüfusunun 100 milyon olacağı ve kişi başına düşen yıllık su miktarının $1\,120\text{ m}^3$ olacağı tahmin edilmektedir. Araştırmalar göstermiştir ki gerekli önlemler alınmadığı takdirde, ilerleyen zamanlarda büyük bir su sıkıntısı ile karşılaşma olasılığı oldukça yüksektir ve ülkemizin her geçen gün su azlığı yaşayan bir ülke konumuna gireceği belirtilmektedir (DSİ, 2013).

Ülkeler yıllık kişi başına düşen kullanılabilir su miktarına göre (m^3) sınıflandırılır. Kişi başına su tüketim durumuna göre ülkelerin sınıflandırma kriteri Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1. 2. Kişi başına su tüketim durumlarına göre ülkelerin sınıflandırılması (DPT, 2007)

Kişi Başına Su Tüketimi (m ³)	Ülkenin Durumu
10 000 m ³ ' den fazla tüketen ülkeler	Su zengini
3 000-10 000 m ³ arasında tüketen ülkeler	Yeterli suyu olan
1 000-3 000 m ³ arasında tüketen ülkeler	Su sıkıntısı olan
1 000 m ³ ' den az tüketen ülkeler	Su fakiri

Bir ülkede yıllık kişi başına düşen tarımsal, evsel ve endüstriyel su ihtiyacının asgari yeterlilik sınırı 1 000 m³ (metreküp) olarak verilmektedir. Çizelge 1.2'deki veriler değerlendirildiğinde kişi başı su tüketim miktarına göre (1 519 m³) Türkiye su fakiri ülke olma yolundadır. Ülkemizin mevcut su durumu artan nüfusu ve gelişen teknolojisine bağlı olarak her geçen gün azalmaktadır. Verilere göre Türkiye'de su kaynaklarının verimli kullanıldığı söylenemez. Elimizdeki su kaynaklarını en iyi şekilde kullanmak zorunda olduğumuzun artık farkına varmalıyız.

Ülkemiz insanların her alanda (tarım, içme-kullanma, sanayi vb.) yeterli ve kaliteli suya erişimi için su kaynaklarının verimli şekilde yönetilmesi ve kullanılması gerekir. Türkiye hidrolojik açıdan 26 akarsu havzasına ayrılmıştır (Şen ve Canpolat, 2008). Bu havzalardan, Ortadoğu su sorununun çözümünde önemli bir yere sahip olacak Asi havzası Hatay İli sınırlarındadır. Bu havza, Anadolu'nun güneyindedir. Bölgede nüfus hızlı bir şekilde artmaya devam ederse mutlak su kıtlığı yaşanacağı uzmanlar tarafından vurgulanmaktadır. Hatay İlimizin yeraltı suyu potansiyeli 298 hm³/yıl olup, bu yeraltı su potansiyelinin 19,70 (hm³/yıl)'inin İskenderun'da bulunduğu bildirilmiştir (DSİ, 2017). Bütün bu veriler bu bölgede mevcut su potansiyelinin ve içilebilir kaliteli suyun sürdürülebilirliğinin önemini artırmaktadır.

Su Kalitesi Kavramı

Su kalitesi, suyun canlıları etkileyen tüm fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin toplamı olarak tanımlanmaktadır. İnsan dâhil bütün canlılar hayatlarını sağlıklı devam

ettirebilmek için yeterli ve kaliteli suya ihtiyaç duyarlar. Su kalitesi 20. yüzyılın başlangıcına kadar sadece patojenler açısından ele alınmaktaydı. Daha sonraki yıllarda teknolojiye bağlı olarak kullanılan kimyasal üretimi ve kullanımının yaygınlaşması sebebiyle mikrobiyolojik esaslı yaklaşıma ilave olarak suyun kalitesini belirleyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin dikkate alındığı bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu yaklaşımın kabul edilmesindeki neden, patojenlerin etkisi çok kısa sürede görülürken, kimyasal kirleticilerin ekosistem üzerine etkisinin uzun sürede ortaya çıkmasındandır. Dünyamızın dörtte üçünün su olmasına rağmen, arttan nüfus için sağlıklı su kıtlığı söz konusudur. Bu nedenle bu konuların çok faktöriyelli olarak ele alınması sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önemlidir (Boyd, 1990; Gray, 2008).

Su kalitesi, su canlıları ve özel kullanımlar açısından incelenirken bazı temel kavramlar ve kalite parametrelerine bakılır. Öncelikle kirliliğe neden olacak etmenler tespit edilebilir. Su kalitesini etkileyen faktörler geniş çerçevede ekolojik dengeyi de etkiler. Örneği suyun çözünmüş oksijen içeriğinin miktarı arttığında kalite üzerinde pozitif etki yapacağı bilinir.

Canlıların tükettiği su kalitesini olumsuz etkileyen faktörlerden bazıları aşağıda verilmiştir:

- ✓ Yeraltı ve yerüstü depolama alanlarından çevreye akan kirli sızıntılar.
- ✓ Tarımsal kimyasallarla kirlenmiş akıntılar,
- ✓ Bilinçsiz ve ekosisteme uygun olmayan endüstri uygulamaları,
- ✓ Madencilik işlemleri ve atık kimyasalların enjeksiyonu,
- ✓ İklimsel etkiler ve yangınlar,
- ✓ Atmosferik birikimlerin sulara karışması,
- ✓ Diğer antropojenik (insan kaynaklı) etkiler.

Suyun zararlı maddelerden temizlenmesi, günümüzde ekosistemdeki başta insan olmak üzere tüm canlıların sağlığını korumak açısından son derece önemlidir. Zamanında ve yeterli düzeyde tedbir alınmadığında dönüşü zor olan süreçlere girilebilir. Bilim insanları ve Dünya sağlık otoriteleri suyun korunması ve sürdürülebilirliğinin önemine dikkat çekmektedir. Türkiye’de ise su kalitesinin artırılmasına yönelik geniş çerçeveli kontrollerin ve gerekli tedbirlerin alınması henüz yeterli düzeyde yapılmamaktadır.

Sular kullanım amaçlarına ve kaynaklarına göre iki gruba ayrılmaktadır. Kullanım amaçlarına göre içme suları, rekreasyon suları, şifalı sular ve sulama suları olmak üzere dört gruba ayrılırken, kaynaklarına göre yüzeysel suları ve yeraltı suları olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

Yüzeysel sular

Yeraltı suları hariç dere, çay, nehir ve göl gibi doğrudan atmosferle temas halinde olan kıta içi suları yüzeysel su olarak kabul edilmiştir. Bu sular T.C. Çevre Bakanlığı 2872 sayılı Çevre Kanunu'na ek olarak Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliğine göre tanımlanmıştır. Yönetmeliğe göre yüzeysel sular, kalitesine göre 4 sınıfta incelenmektedir (Burak, Duranyıldız ve Yetiş, 1997).

Çizelge 1. 3. Kirlilik Durumuna Göre Akarsu Sınıfları (Resmi Gazete, 2004)

Su Kalite Sınıfı	Tanımı	Kullanım Alanları
I	Yüksek kaliteli su	-Alabalık üretimi, -Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı, -Yüzme sporları -Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini -Diğer amaçlar.
II	Az kirlenmiş su	-Alabalık dışında balık üretimi -İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini -Rekreasyon amaçlar -Teknik Usuller Tebliği'nde verilecek olan sulama suyu kalite sınırlarını sağlamak şartıyla sulama suyu olarak, -Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar.
III	Kirli su	-Gıda, tekstil gibi su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.
IV	Çok kirlenmiş su	-I, II, III sınıfları için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına iyileştirilerek kullanılacak yüzeysel sulardır.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre kıta içi su kaynaklarının kalite sınıflandırılması Çizelge 1.4'te verilmiştir (Resmi Gazete, 2004; Anonymous, 2004'den kısaltılmıştır).

Çizelge 1. 4. Kıta içi Su Kaynakları Kalitesi

Su Kalite Parametreleri		Su Kalite Sınıfları			
Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler		I	II	III	IV
1	Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	>30
2	pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	<6,9> dışında
3	İletkenlik (µS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000
4	Klorür iyonu(Cl ⁻)	25	200	400	>400
5	Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20
6	Sodyum (mg Na ⁺ /L)	125	125	250	>250
7	Toplam çözünmüş madde (TDS)	500	1500	5000	>5000
İnorganik Kirlenme Parametreleri		I	II	III	IV
1	Demir(mg Fe/L)	300	1000	5000	>5 000
2	Çinko (µg Zn/L)	≤200	200-500	500-2000	> 2000
3	Florür (µg F ⁻ /L)	1000	1500	2000	> 2000

Yeraltı Suları

Yerüstünden yeraltına sızan sular buldukları bölgedeki gözenekli tabakaların, kırıklı yapı gibi boşlukların doldurmasıyla yeraltı sularını oluşturur. Yeraltına sızan bu suları içinde biriktiren kayalara ise akifer adı verilir. Kayaların içinde veya akifelerde yeraltı sularının kalma süresi mevsimsel olarak farklılık gösterir. Bu nedenden dolayı yeraltı suları fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri açısından oldukça farklılıklar gösterir. Bu yeraltı suyunun yeryüzüne çıkana kadar yeraltında bulunduğu veya geçtiği yer katmanlarından içerisine dâhil ettiği mineraller, kazandığı sıcaklık ve diğer faktörler ile ilgilidir. Bu nedenle yeryüzüne sıcak olarak çıkan ve şifa bulmak amacı ile kullanılan kaplıca sularının mineral profilleri oldukça farklılık göstermektedir.

Bazı yeraltı suları buldukları çatlaklardan birçok akarsuyu besleyebildikleri gibi bazen de direk olarak yeryüzüne çıkarak tatlı içilebilir nitelikteki pınarları meydana getirirler. Bu nedenle ekosistemin devamlılığı yüzey sularına olduğu kadar yeraltı sularına da bağlıdır (Coğrafya Bilimi, 2019).

Yeraltı suları, hem kendi ekosisteminde insan dâhil kendinden faydalanan canlıları ve sağlığını hem de birçok mühendislik alanlarını ilgilendirmektedir. Örneğin yeraltı sularının planlanması ve yönetimi konusu, ziraat mühendisliği, inşaat mühendisliği, maden mühendisliği, endüstri mühendisliği gibi birçok çalışma alanı ile yakından ilgilidir.

Yeraltı suları kalitelerine göre üç sınıfta ele alınmıştır (Resmi Gazete, 2004):

- ✓ Yüksek Kaliteli Yeraltı Suları: I. Sınıf
- ✓ Orta Kaliteli Yeraltı Suları: II. Sınıf
- ✓ Düşük Kaliteli Yeraltı Suları: III. Sınıf

Küresel ısınmanın su kaynakları üzerine etkisi

21. yüzyılda sanayiye bağlı olarak fosil yakıtların kullanımı ve diğer antropojenik etkiler nedeni ile atmosfere salınan karbondioksit, metan gibi gazların (sera gazları) etkisi ile Dünyanın iklimi değişmiştir. Çevre ve iklim uzmanlarının büyük bir dikkat ve kaygı ile takip ettiği bu durum küresel ısınma olarak tanımlanmaktadır. Küresel ısınmanın etkisinin büyük olduğu bilinir. Son yıllarda kutuplarda buzulların erimesi, vakitsiz yağışlar, kuraklık, nehirlerin ve göllerin kuruması, yeraltı su kaynaklarında azalma, pınarların kuruması, kasırgalar ve biyolojik çeşitlilikteki kayıplar, küresel ısınmanın etkisi olarak yorumlanmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'nin de dâhil olduğu Dünyanın orta kuşağında çölleşme riskinin arttığına dikkat çekilmektedir. Bütün bunlar özellikle tatlı içilebilir su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının planlanmasını çok daha önemli hale getirmiştir. Antropojenik faaliyetlerin kümülatif etkisi sonucu oluşan bu küresel ısınma felaketinden kurtulma konusunda bilim insanlarının önerilerine ivedi olarak kulak verilmelidir. Bu konuda toplumsal bilinç ve davranış değişikliği de şarttır, çünkü bu noktaya gelmesinde her bireyin belli bir katkısının olduğu vurgulanmaktadır (Ekolojistnet, 2019).

Ülkelerarası İklim Değişikliği Panelinde, küresel ısınmanın Dünya'nın kuzey yarım küresini tahmin edilenden daha fazla etkilediği belirtilmiş ve bunun su kaynakları üzerine endişe verici etkisine dikkat çekilmiştir (Türkeş, 2008). Akdeniz ülkesi olan Türkiye'nin bu endişe edilen kuşakta yer alması ve Orta Doğu'ya sınır komşusu Hatay'ın da bu durumdan en çok etkilenecek illerden biri olması, bu çalışmanın konusunun belirlenmesinde etkili olmuştur. Çalışmaya konu olan alanda doğal yeraltı su kaynakları ile ilgili benzer bir çalışma yoktur. Yakın gelecekte damlası bile stratejik açıdan daha da önem kazanacak olan, tatlı içilebilir yeraltı sularının mevcut durumunun belirlenmesi ve sürdürülebilir kullanımının planlanması çok önemlidir. Bu bağlamda bölgede ilk olan bu çalışma verilerinin faydalı olacağı açıktır.

Çevresel kirlilik ve suya etkisi

Sular yeryüzü ekosisteminde sürekli hidrolojik bir döngü içindedir. Gerek insan eylemleri gerekse doğal yollardan suya devamlı kirletici bulaştığında bu döngü düzensizleşmekte ve ekolojik dengeyi olumsuz etkilemektedir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de düzensiz sanayileşme, kontrolsüz şehirleşme, zirai mücadele ilaçları ve kimyasal gübrelerin kullanımı gibi faktörler su kirliliğine neden olmaktadır.

Endüstriyel üretim faaliyetleri sonucunda oluşan sıvı atıkların doğrudan alıcı su ortamına deşarj edilmesi sadece su kirliliğine değil buna bağlı olarak toprak yapısının da bozulmasına ve ortamda yaşayan canlıların olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Sanayiden kaynaklanan su kirlenmesinin kontrol altına alınabilmesi için alıcı ortama bırakılmadan uygun bir teknoloji yöntemiyle arıtılması gereklidir.

Bazı bakteri türleri doğada organik maddelerin ayrıştırılmasında rol oynamaktadır. Atık maddelerin su ortamına bırakılması bu bakteri türlerinin yaşamları için gerekli olan oksijen miktarının tükenmesine ve buna bağlı olarak da doğadaki madde döngüsünün bozulmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde özellikle metropollerde nüfusun giderek hızlı bir şekilde artması çarpık kentleşmeye neden olmakta bunun sonucunda da gıda ve suya ihtiyaç artmaktadır. Gıda ihtiyacını karşılamak için tarımsal faaliyetler artmakta ve ürünü arttırmak için de kimyasalların kullanımı artmaktadır. Ayrıca çarpık kentleşme ile kanalizasyon sitemlerinden

ve çöp gibi depolama alanlarından sızan kirli sular, yeraltı su kaynaklarını tehdit etmektedir (Mansuroğlu, 2004).

İskenderun bölgesinde çevreyi etkileyen endüstriyel kaynaklı kirlenmeler ve özellikle yayla mevsiminde evsel atıkların, tarımsal etkinliklerde kullanılan gübre ve pestisitlerin çeşitli yollarla yeraltı sularına karışması sonucunda yeraltı suları kirlenmektedir. Çevresel kaynaklı su kirlenmesini azaltmak için sanayiciler, yerel kuruluşlar, kirlilik üzerine çalışan yetkililer ve uzmanlar tarafından zamanında gerekli tedbirleri içeren bölgesel eylem planı yapılmalıdır.

Su kaynaklarının kullanımı ve sürdürülebilirlik

Su kaynaklarının planlanmasında öncelikle mevcut su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir faydalanma konusuna özen gösterilmelidir. Günümüzde artan nüfus ve bununla doğru orantılı olarak artan su talebi su yönetimini ülkeler açısından daha da stratejik bir konu haline getirmiştir. Çünkü su, sosyal refah ve kalkınma ile doğrudan ilişkilidir. Günümüzde su kaynakları, miktarı, kalitesi, kullanım yeri ve şekli itibarı ile çok fazla sorunlarla iç içedir. Bu sorunları ortadan kaldırmak için suyun geleceği ve su ile ilgili plânlamalar yapılması çok önem arz etmektedir (Sevindi, 2005; Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişim Raporu, 2015).

BM (Birleşmiş Milletler)'nin Sürdürülebilir Kalkınma altıncı hedefi olan 2030'a kadar herkes için su ve sanitasyonun sürdürülebilir yönetimi ve ulaşılabilirliğinin temini, arındırılmamış atık su oranının yarıya indirilmesi ile su geri dönüşümünün ve güvenli yeniden kullanımın artırılması hedefini içermektedir.

Su, çevresinde kendine özgü bir canlı çeşitliliği ve ekosistem oluşturur. Bir ekosistemde yaşayan tür çeşitliliği artarsa doğal olarak o ekosistemde üretilen besin maddesi çeşitliliği, miktarı ve enerji döngüsü de artar. Bu nedenle su kaynaklarının korunamaması durumunda genetik çeşitlilikte bir erozyon da söz konusu olur ki bu ülke geleceği açısından çok önemli bir potansiyel kayıptır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Suyun faydalı kullanımını etkileyen tüm fiziksel, kimyasal, biyolojik faktörlerin toplamı su kalitesi olarak ifade edilmektedir. Suda asılı bulunan katı maddelerin veya mikroorganizmaların suyun bulanık olmasına neden olduğu bilinir. Mikroorganizmalardan arındırılmış içilebilir sular berrak ve kokusuz olmalıdır (Taş, Candan, Can ve Topkara, 2010; WHO, 2011).

Suyun kalitesi, su kaynağından faydalanan canlılar açısından önemlidir. Çeşitli nedenlerle su kalitesinin standartlara uygun olmaması durumunda canlı için kullanılabilir suyun oranının azaldığı görülmektedir. Sucul canlıların hücresel bazda yaşadıkları ekosistemin kirliliğinden etkilendiğine dair birçok çalışma vardır. Doğal tatlı su kaynaklarının olumsuz etkilediği gerekli önlemlerin acilen alınması konusunda bilim dünyasında bir fikir birliği mevcuttur. Ceyhan Nehrinde yaşayan Afrika Kedi balığında su kirliliği ile ilişkili olarak hemotolojik parametrelere bakılmış ve sucul ekosistemlerin kirliliğinin biyolojik takibinde hemotolojik parametrelerin kullanılabileceği ifade edilmiştir (Arslan, 2015; Şahan, Özütok ve Çelik, 2017).

Ekosistemin sürdürülebilirliği açısından birçok araştırmacı yeraltı ve yerüstü sularında canlılar için gerekli olan parametreler üzerinde çalışmalar yapmıştır. Örneğin, Ünlü (1994) “Yeraltı Suyu Kirliliği ve Kontrolü” üzerine yaptığı çalışmada yeraltı sularının yüzeysel sulardan daha fazla kirlenmeye meyilli olduğunu bu durumun sonucunda suyun kalitesinin bozulacağını vurgulamış ve kirlilik etmeninin kaynağa ulaşmadan gerekli tedbirlerin alınması gerektiğine dikkat çekmiştir.

Bu çalışmada, Amanos Dağları'nın İskenderun Körfezi'ne bakan yamaçlarında yer alan Akçay, Bekbele ve Sakıt yerleşim bölgelerinden toplam 12 su kaynağının bazı su parametreleri ve mineral değerleri incelenmiştir. Literatürde Türkiye'deki farklı yerüstü ve yeraltı sularının benzer değerleri ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Aşağıda bu konu ile ilgili bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Bazı yerüstü su parametreleri ile ilgili çalışmalar:

Çizelge 2. 1. Türkiye’deki bazı yerüstü suları ile ilgili yapılan çalışmalar

Yerüstü Suları	Çalışılan Alan	Referans
Akarsular	Haringet Çayı (Elazığ)	(Baytaşoğlu ve Bülent, 2015).
	Köprüçay Nehri (Antalya)	(Erdoğan, 2016).
	Karmuç Çayı (Bitlis-Ahlat)	(Yıldırım Sönmez, 2016).
	Çoruh Nehri(Bayburt)	(Birici ve diğerleri, 2017).
	Antalya Boğaçayı	(Şenel, 2017).
	Melendiz ve Karasu Çayları (Aksaray)	(Çelik, 2018) .
	Sarısu Deresi (Eskişehir)	(Çiçek ve diğerleri, 2018).
	Porsuk Çayı (Eskişehir)	(Şahin, 2018).
	Aşağı Sakarya Nehri	(Özer ve Köklü, 2019).
	Kozlu Deresinde (Zonguldak)	(Zeydan, Özdoğan, Taştepe ve Demirtaş, 2019).
	Karasu Nehri (Aksaray)	(Alver ve Baştürk, 2019).
	Kâhta Çayı (Adıyaman)	(Gölbaşı ve Şen, 2019).
Göller	Dicle Baraj Gölü (Diyarbakır)	(Varol, 2015).
	Büyük Lota Gölü (Hafik/SİVAS)	(Kasaka, 2015).
	Seyfe Gölü (Mucur/Kırşehir)	(Kıymaz, Karadavut ve Ertek, 2016).
	Germeçetepe Baraj Gölü (Kastamonu- Daday)	(Enas, Kadak ve Sönmez, 2017)
	Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü(Malatya)	Alpaslan,Karakaya, Gündüz ve Koçer, 2017).
	Damsa Barajı (Nevşehir)	(Kalıpcı, Hüseyin ve Toprak,2017).
	Bafa Gölü (Aydın ve Muğla illeri arasında)	(Algül ve Beyhan, 2018).
	Kabalar Göleti (Kastamonu)	(Sağın ve Dursun, 2018).
	Karkamış Baraj Gölü (Gaziantep)	(Kutlu ve Tepe, 2019).
	Eğirdir Gölü (Isparta)	(Bulut ve Kubilay, 2019).
	Eber Gölü (Afyonkarahisar)	(Güngör, 2019).
	Yarıklı Gölü (Burdur)	(Davraz ve Çakmak, 2019).

Bazı yeraltı su parametreleri ile ilgili çalışmalar:

Van merkez ve bazı ilçelerinde (Edremit, Gürpınar, Gevaş) yer alan 15 kaynak suyundan 30 adet su numunesinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine çalışma yapılmış ve suların sadece % 40’ı mikrobiyolojik açıdan içilebilir bulunurken, tamamının kimyasal açıdan TS-266 kriterlerine uygun olduğu rapor edilmiştir. Suların % 60’ının koliform grubu mikroorganizmalar yönünden fekal kontaminasyon içerdiği bildirilmiş ve şehir merkezine

yakın su kaynaklarında bu tehlikeye dikkat çekilmiştir (Ağaoğlu, Ekici, Alemdar ve Dede, 1999).

Karaoğlu (2001) ise Kavaklıdere-Bozdoğan (Muğla) bölgesindeki kaynak ve yeraltı sularının bazı su kalite parametrelerine bakmış ve ana kirleticilerin zirai ve çiftlik gübreleri olduğu kanaatine varmıştır.

Harbiye (Hatay) kaynak suyunun fizikokimyasal özellikleri üzerine yapılan çalışmada su kaynağı bir yıl boyunca aylık olarak pH, sıcaklık, tuzluluk, klor, sıcaklık, nitrat, sodyum, askıda katı madde gibi su parametreleri açısından takip edilmiş ve kaynak suyunun alabalık yetiştiriciliği açısından ideal olduğu bildirilmiştir (Tepe ve Mutlu, 2004).

Cemek, Demir, Güler ve Arslan (2007), 2005 yılında Bafra Ovası (Sağ Sahil Sulama Alanı) yeraltı suyunun fiziksel ve kimyasal açıdan bazı parametrelerini incelemişlerdir. Bu suların bazılarının sulama suyu açısından çok yüksek tuz ve klor içerdiğini bulmuşlar. Bu duruma deniz suyunun etkisinin neden olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bölgede yetiştirilecek bitkilerin tuza dayanıklı olmasında fikir birliğine varmışlardır.

Korkut (2009) ise Mersin’de Deliçay-Tarsus Çayı arasında kalan, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu yeraltı sularında nitrat ve nitrit kirliliğini incelemiştir. Örneklerin 10 tanesinde nitrat ve 7 tanesinde ise nitrit değerlerinin (TS 266’ya göre) kabul edilebilir sınırları aştığını tespit etmiştir.

Başka bir çalışmada, Adana Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürlüğü’ne Akdeniz ve İç Anadolu bölgesinden kontrole gelen su numuneleri “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” kriterlerine göre değerlendirilmiş, kaynak sularının kimyasal ve fiziksel olarak kontrolünün halk sağlığı açısından önemli olduğu vurgulanmıştır (Z. Dönderici, A. Dönderici ve Başarı, 2010).

Özulukale (2010) ise Elazığ İli Fırat Üniversitesi’nin kampus alanındaki yeraltı su örneklerini, su parametreleri açısından incelemiştir. Bu suların ulusal ve uluslararası standartların belirlediği kriterler açısından sulama suyu olarak kullanılabileceğini, ayrıca bu sulardan bazılarının içilemez özellikte olmasının nedeni evsel atık ve hayvansal gübre kontaminasyonu olarak ifade edilmiştir.

Acar (2011), 2010 yılı içerisinde, Emet (Kütahya) civarında bulunan yeraltı sularının kalitesini belirlemek amacıyla 10 farklı istasyondan aldığı suların bazı fizikokimyasal, inorganik ve mikrobiyolojik analizlerini yapmıştır. Çalışmaları sonucunda bu suların Türk Standartları Enstitüsü, Dünya Sağlık Örgütü ve Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) kriterlerine göre içme suyu ve sulama suyu olarak kullanılabilmesini tespit etmiştir.

Gemci, Akarsu, Zıba ve Dolaz (2014), Kahramanmaraş'taki bazı kaynak sularını içme suyu kalitesi açısından TSE 266'ya göre incelemişler ve değerlerin içme suyu kalitesi açısından uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Çelebi, Şengörür ve Klove (2015), İstanbul yakınlarındaki Melen Havzasında yeraltı sularında 2010 ve 2011 yıllarında çalışma yapmışlar ve sanayi bölgelerine yakın yerlerde, tarım alanlarında yüksek metal konsantrasyonları tespit etmişlerdir.

Yurteri ve Şimşek (2015), tarafından Kırşehir-Kaman Savcılı-Büyükoba sıcak ve mineralli su kaynağını hidrojeokimyasal yönden incelenmiş ve sıcaklığının 30.01–34.6°C arasında, elektriksel iletkenliğinin ise 513-565 μScm^{-1} arasında değiştiğini saptamışlardır.

Yiğit (2016), Elazığ Gezin Bölgesi'ndeki yeraltı sularının fizikokimyasal özelliklerini incelemiş ve bu suların bazılarını içme ve kullanmaya uygun olduğunu bildirirken bazı suların ise tuz içeriğinden dolayı tarıma uygun olmadığını belirtmiştir.

Kobyay ve Yeşilkanat (2017), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı doğal kaynak sularının elemental analizini, ICP-OES cihazı ile yapmışlar ve inceledikleri su kaynaklarının mineral ortalama değerlerini içme suyu olarak Sağlık Bakanlığı ve WHO standartlarına uygun bulmuşlardır.

Tuluk, Orhan ve Kaşalı (2017), 2015 yılında Erzurum ilinin şehir merkezindeki 9 farklı noktadan aldıkları su numunelerini fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri açısından incelemişlerdir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik kriterleri açısından bu şehir şebeke sularının fiziksel, kimyasal açıdan kriterlere uygun olduğunu fakat mikrobiyolojik açıdan üç farklı noktada koliform bakteri ve *Escherichia coli*'ye bağlı kirlilik olduğunu tespit etmişlerdir.

Aytekin ve Bayraktaroğlu (2017), Zonguldak ilinden 49 doğal kaynak su örneklerini toplamış ve bu suların sıcaklık, iletkenlik, pH ve radyoaktivite özelliklerini incelemişlerdir. İnceledikleri su örneklerinin sıcaklık değerlerini 15,44-26,21°C arasında ve bu sıcaklıkların çevre sıcaklıklarına yakın olduğu, iletkenlik değerlerinin yüksek ve 35,13-1319 μScm^{-1} değerleri arasında olduğunu, pH değerlerinin ise genellikle WHO 2011 standartları altında ve 3,4-7,2 değerleri arasında olduğunu vurgulamışlardır.

Çetin (2017), Tunceli İl merkezi ve bazı ilçelerinde (Pertek, Ovacık, Çemişgezek, Hozat, Pülümür, Mazgirt, Nazımiye) yer alan 8 doğal kaynak sularından 7 haftalık aralıklarla aldığı 56 su örneğinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler yönünden incelemiştir. Bu su kaynaklarında pH değerleri 7,24-8,36 arasında, sıcaklık değerleri 2,9 -12,7°C arasında, iletkenlik değerleri 165,8- 760 μScm^{-1} arasında, kalsiyum değerleri 22,4- 102,6 mgL^{-1} arasında, magnezyum değerleri 1,94- 70,04 mgL^{-1} arasında, nitrat değerleri 0,0162- 10,0104 mgL^{-1} arasında, klor değerleri 0,9997-10,9966 mgL^{-1} arasında bulmuştur. İncelenen su örneklerinin %90'nının içme suyu kriterlerine uygun olduğu bildirilmiştir.

Varol ve Şekerci (2018), Antalya Korkuteli İlçesinde Kasım 2016 döneminde 15 adet su örneklerini incelemişler ve bu suları klorürlü, sülfatlı ve karbonat-bikarbonat olarak gruplandırmışlardır. Ayrıca yaptıkları çalışmada nitrat değerlerinin TS 266 ve WHO 2011 kriterlerinin belirlediği sınırları geçmediği fakat bu suların uzun süre tüketilmesinin yöre halkının sağlığını olumsuz etkileyebileceğini belirtmişlerdir.

Girişen (2018), Kırşehir Kaman güneyi ve çevresinde yaklaşık olarak 939 km^2 yüzölçümüne sahip alandaki yeraltı sularını incelemiş ve bölgedeki suların kirliliğinin doğal ve antropojenik kaynaklı olduğu kanaatine varmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3. 1. Çalışılan Alanın Tanıtımı

Bu tez çalışması Türkiye'nin en güneyinde yer alan Hatay ilinin bir ilçesi olan İskenderun'da yapıldı. Amanos Dağlarının İskenderun Körfezi'ne bakan yamaçlarında yer alan üç farklı yerleşim yerinde bölge halkının daha çok yayla zamanında faydalandığı 12 su kaynağı yıl boyunca takip edildi. Çalışma yapılan İskenderun İlçesinin çevresini deniz (Akdeniz), dağ (Hatay'ın en yüksek dağı Amanos) ve Hatay'ın ilçeleri (Güneydoğusunu Belen İlçesi, kuzeyini Payas ilçesi) çevrelemektedir. Hatay'ın en büyük ilçelerinden olan İskenderun, Akdeniz ile Amanos Dağlarının arasında yer alır ve matematiksel coğrafik konum açısından ise dünyamızın kuzey yarım küresinde yer almaktadır. Aşağıdaki haritada çalışılan alanın yeri gösterilmiştir (Şekil 3. 1 ve Şekil 3. 2) .



Şekil 3. 1. Hatay İlının konumu



Şekil 3. 2. Hatay'ın İskenderun İlçesinin konumu

Nüfus

İskenderun sahip olduğu liman ve sanayi nedeni ile dışarıdan yoğun göç alan ve nüfusu hızla artan bir ilçedir. Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı'nın 31/12/2018 tarihinde kendi sistemleri üzerinden kamu oyununa açıklanan verilere göre ilçenin genel nüfusu 248 335 olup, bu nüfusun 125 256'sını kadınlar ve 123 079'unu ise erkekler oluşturmaktadır (TUİK, 2019).

İklim

İskenderun bölgesinde Türkiye de görülen üç iklimden birisi olan Akdeniz iklimi görülmektedir. Bu iklimin karakteristik özelliği yazların sıcak, kışların ise ılık ve yağışlı geçmesidir (İskenderun Kaymakamlığı, 2019). Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan bu bölge ile ilgili 1968- 2018 yılları arasını kapsayan iklimsel veriler aşağıdaki Çizelge 3. 1'de verilmiştir. Bu bölgede artan nüfus da göz önüne alındığında kaliteli tatlı suya olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Ayrıca sürekli terör ve savaşın olduğu ve çöl iklimin yaşandığı Ortadoğu bölgesine sınır komşusu olması bu bölgedeki su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının önemini daha da artırmaktadır. Çalışmaya konu olan doğal kaynak suları bölge açısından önemli bir potansiyeldir.

Çizelge 3.1. İskenderun bölgesi için iklimsel veriler (Meteoroloji Genel Müdürlüğü İstatistikleri-2018)

YAĞIŞ VE SICAKLIK	AYLAR											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Günlük minimum sıcaklıkların aylık ortalaması (°C)	8,7	9,3	11,6	14,9	18,6	22,3	25,3	25,9	23,5	19,1	14,0	10,3
Günlük maksimum sıcaklıkların aylık ortalaması (°C)	15,4	16,4	19,1	22,5	25,7	28,5	30,7	31,5	30,4	27,2	21,8	17,1
Aylık minimum sıcaklıkların aylık ortalaması (°C)	-1,1	-0,3	0,4	5,1	7,2	13,7	18,6	18,3	15,4	10,4	2,4	0,8
Aylık maksimum sıcaklıkların aylık ortalaması (°C)	25,0	26,4	31,7	39,0	40,0	38,3	40,1	39,1	40,0	37,4	31,2	26,5
Aylık sıcaklık ortalaması	11,8	12,7	15,2	18,4	21,9	25,3	27,9	28,6	26,8	22,9	17,6	13,4
Aylık toplam yağış ortalaması (mm=kg/m ²)	89,3	86,8	84,2	62,3	50,1	34,6	11,2	21,9	43,9	80,0	84,3	98,9
Aylık maksimum yağış ortalaması	64,8	58,7	58,7	65,9	132,3	114,3	39,8	60,9	65,0	123,3	170,6	155,3

Çizelge 3. 1’de verilen Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri değerlendirildiğinde bölgede tipik Akdeniz ikliminin hâkim olduğu ve Temmuz-Ağustos aylarında maksimum sıcaklıkların aylık ortalamasının 40°C dolayında olduğu görülmektedir. Yağışların en az olduğu bu aylarda halkın yayla döneminde ihtiyaç duyduğu bu su kaynaklarının debisinin azaldığı görülmektedir. Bu nedenle debinin yüksek olduğu aylarda heba olan suların değerlendirilerek bu kaynakların ekonomik ve verimli kullanımı konusunda eylem planlarının yapılması gerekmektedir.

Hatay İli İskenderun İlçesi’nde, Amanos Dağları’nın İskenderun Körfezi’ne bakan yamaçlarında çalışmaya konu olan İskenderun ilçemizin üç bölgesinde (Akçay, Bekbele,

Sakit) toplam 12 doğal su kaynağı Mayıs 2018- Nisan 2019 tarihleri arasında çalışılmıştır. Araştırmaya konu olan kaynak noktaları Şekil 3. 3’de gösterilmiştir. Akçay bölgesinde çalışılan kaynak numuneleri A1, A2 ve A3 ile gösterilirken, Bekbele Bölgesinde çalışılan kaynak numuneleri A4, A5 ve A6 ile Sakıt bölgesinde çalışılan numuneler A7, A8, A9, A10, A11, A12 kodları ile gösterilmiştir.



Şekil 3. 3. Çalışılan doğal su kaynaklarının konumu

3. 1. 1. Akçay Bölgesi

A1 kodlu su

Çalışma alanlarından Akçay bölgesindeki A1 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Yukarı Bağlıca” olarak isimlendirilmektedir. A1 kodlu suyun Enlem: 36°34’46” ve Boylamı: 36° 15’ 67” koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 1’de görülmektedir.



Resim 3. 1. A1 kodlu su kaynağından görünüm

A2 kodlu su

Çalışma alanlarından Akçay bölgesindeki A2 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Avluk” olarak isimlendirilmektedir. A2 kodlu suyun Enlem: 36° 58' 94” ve Boylamı: 36° 25' 98” koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 2’de görülmektedir.



Resim 3. 2. A2 kodlu su kaynağından görünüm

A3 kodlu su

Çalışma alanlarından Akçay bölgesindeki A3 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Şifalı Su” olarak isimlendirilmektedir.

A3 kodlu suyun Enlem: $36^{\circ} 59' 37''$ ve Boylamı: $36^{\circ} 24' 58''$ koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 3'te görülmektedir.



Resim 3. 3. A3 kodlu su kaynağından görünüm

3. 1. 2. Bekbele Bölgesi

A4 kodlu su

Çalışma alanlarından Bekbele bölgesindeki A4 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Kozcağız” olarak isimlendirilmektedir.

A4 kodlu suyun Enlem: $36^{\circ} 59' 35''$ ve Boylamı: $36^{\circ} 27' 18''$ koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 4'te görülmektedir.



Resim 3. 4. A4 kodlu su kaynağından görünüm

A5 kodlu su

Çalışma alanlarından Bekbele bölgesindeki A5 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Taş Dibi” olarak isimlendirilmektedir. A5 kodlu suyun Enlem: $36^{\circ} 59' 08''$ ve Boylamı: $36^{\circ} 28' 58''$ koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 5'te görülmektedir.



Resim 3. 5. A5 kodlu su kaynağından görünüm

A6 kodlu su

Çalışma alanlarından Bekbele bölgesindeki A6 kodlu suyun Enlem: 36° 59' 08'' ve Boylamı: 36° 28' 59'' koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 6'da görülmektedir.



Resim 3. 6. A6 kodlu su kaynağından görünüm

3. 1. 3. Sakıt Bölgesi

A7 kodlu su

Çalışma alanlarından Sakıt bölgesindeki A7 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından "At Tepesi" olarak isimlendirilmektedir.

A7 kodlu suyun Enlem: 36° 54' 63'' ve Boylamı: 36° 25' 25'' koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 7'de görülmektedir.



Resim 3. 7. A7 kodlu su kaynağından görünüm

A8 kodlu su

Çalışma alanlarından Sakıt bölgesindeki A8 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Su Çıkağı Suyu” olarak isimlendirilmektedir. A8 kodlu suyun Enlem: 36°54'53” ve Boylamı: 36° 23' 40” koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 8’de görülmektedir.



Resim 3. 8. A8 kodlu su kaynağından görünüm

A9 kodlu su

Çalışma alanlarından Sakıt bölgesindeki A9 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Kantarma” olarak isimlendirilmektedir.

A9 kodlu suyun Enlem: 36° 54' 69" ve Boylamı: 36° 23' 62" koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 9'da görülmektedir.



Resim 3. 9. A9 kodlu su kaynağından görünüm

A10 kodlu su

Çalışma alanlarından Sakıt bölgesindeki A10 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Kötü Pınar Suyu” olarak isimlendirilmektedir.

A10 kodlu suyun Enlem: 36° 55' 86" ve Boylamı: 36° 21' 76" koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3.10'da görülmektedir.



Resim 3. 10. A10 kodlu su kaynağından görünüm

A11 kodlu su

Çalışma alanlarından Sakıt bölgesindeki A11 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Kızıl Gölün Suyu” olarak isimlendirilmektedir. A11 kodlu suyun Enlem: $36^{\circ}54'50''$ ve Boylamı: $36^{\circ}24'77''$ koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 11’de görülmektedir.



Resim 3. 11. A11 kodlu su kaynağından görünüm

A12 kodlu su

Çalışma alanlarından Sakıt bölgesindeki A12 kodlu doğal kaynak suyu yöre insanları tarafından “Düğün Yurdu Suyu” olarak isimlendirilmektedir.

A12 kodlu suyun Enlem: 36° 56' 77" ve Boylamı: 36° 21' 28" koordinatlarında bulunmaktadır ve Resim 3. 12'de görülmektedir.



Resim 3. 12. A12 kodlu su kaynağından görünüm

3. 2. Arazi Çalışmaları

3. 2. 1. Mobil cihazın tanıtımı

Arazi çalışmalarında hidrojen potansiyeli (pH), oksidasyon azaltma potansiyeli (orp), toplam çözünmüş madde (tds), iletkenlik (cond), tuzluluk (salt) ve sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) parametreleri su kaynaklarının yanında mobil bir (ISO LAB, Mobile pH/Cond/TDS/Temp Tester) cihaz ile ölçüldü (Resim 3.13).



Resim 3. 13. Bazı su parametrelerinin ölçümünde kullanılan cihaz

3. 2. 2. Mobil cihazla kaynak sularında ölçülen parametreler

Hidrojen potansiyeli (pH)

Hidrojen potansiyeli bir çözeltinin asit veya baz olduğunu belirlemek için kullanılır ve sulardaki hidrojen iyonu eksi logaritması olan pH, suyun asidik veya bazik durumunu gösteren bir terimdir (Boyd, 1990). Ölçüm skalası 0 ile 14 arasında değişmekte olup, pH değeri 7'nin altında olan bir çözelti veya su, asidik özellik; pH değeri 7'nin üstünde olan maddeler ise bazik özellik gösterir. Örneğin nötr olan saf suyun pH değeri 7 olup suyu oluşturan iyonların dengede olduğunu göstermektedir.

Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Su yönetmeliğine göre, içme suyunun pH değeri 6,5 ile 9,5 arasında olmalıdır. İçme ve kullanma sularında pH 6,5-9,2 değerleri aralığında, doğal kaynak sularında ise pH 7,0-8,5 aralığında olması istenir (Demirer, 1995; Resmi gazete, 2005).

Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 2006) verilerine göre kaliteli içme sularının pH değeri 6,5-8,5 aralığında olması gerektiği vurgulanmaktadır. Canlılar da pH değişikliği canlının bulunduğu ortam sıcaklığına, mevsimlere, beslenme şekillerine göre değişim gösterebilmektedir. Kısaca çevresel etmenler organizmanın pH değerini etkilemektedir.

İnsan vücudundaki tüm biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşebilmesi için değerinin 7'den büyük olan suları tüketmenin yararlı olabileceği düşünülmektedir (Aygenel, 2014). Bu nedenle arıtılmış suların pH derecesi oldukça önem arz etmektedir. pH'ı düşük olan sular aşındırıcı bir etkiye sahip olurken, pH'ı yüksek sular ise kayganlık hissi verir ve bazik özellik gösteren bu sular bulunduğu bölgede çökelmelere neden olur. Suyun pH'ı insan metabolizması üzerinde etkilidir.

Oksidasyon İndirgenme Potansiyeli (ORP)

Oksidasyon indirgenme potansiyeli ORP (Oxidation Reduction Potential), kaliteli su açısından önemli bir parametre olup, birimi milivolttur (mV). Atomlar arasındaki elektron alış veriş oksidasyonun değişmesine neden olmaktadır. Bir elektron kaybeden atom oksitlenmiş (yükseltgenmiş) diğer atom ise elektron alarak indirgenmiş olur. Bu durum insan metabolizmasını etkileyen birçok değişik hastalıkla ilgili olabilir. Örneğin kanser, diyabet gibi hastalıkların ortaya çıkmasıyla ilgili olduğu bildirilmektedir. Oksidasyon kapasitesi, suyun doğal iyonize su haline dönüşüp dönüşmediğini ve antibakteriyel, antiseptik ve dezenfektan gibi özellikte olup olmadığını göstermesi bakımından çok önemli bir parametredir. ORP ölçümü yapılan suyun pozitif bir değer vermesi, kalite açısından iyi olmadığını yani paslandırıcı olduğunu gösterir. Eksi bir değer ortaya çıkması ise suyun kaliteli olduğuna işaret eder yani bu suyun paslandırıcı etkisinin olmadığını gösterir (Dinçer, 2014).

İletkenlik (COND)

Suyun elektrik taşıyabilme özelliğine iletkenlik (conductivity) denir. Sularda iletkenlik yaygın olarak kirlilik izlenmesinde kullanılan bir parametredir. Suyun iletkenlik birimi mikro siemens/santimetre ($\mu\text{S}/\text{cm}$)'dir. Suyun iletkenliği sudaki iyonların toplam ve bağlı konsantrasyonlarına, hareketliliğine, değerliklerine ve ölçüm sırasındaki sıcaklığa bağlıdır. Tuzluluk ve suyun yoğunluğu arttıkça iletkenlik de artar (Cirik, 2005). Saf suyun iletkenlik seviyesi $0,055 \mu\text{S}/\text{cm}$ civarındadır (APHA, AWWA ve WPCF, 1998). Deniz suyunun iletkenliği, tatlı sulara göre daha yüksektir yani su saflığı arttıkça iletkenlik azalır. Örneğin, su birikintilerinde veya denizde ani karşılaşılan elektrik akımı ölümle sonuçlanabilir. Sudaki iletkenlik, iyonların toplam yoğunluğuna, hareketliliğine, ölçüm sarasındaki sıcaklığa ve arazi yapısına göre değişkenlik gösterebilmektedir (Barlas, İkiel ve Özdemir, 1995).

WHO'ya (2011) göre içilebilir suda sağlık üzerine herhangi bir etkisine rastlanılmadığı vurgulanmaktadır.

Toplam Çözünmüş Katı Madde Miktarı (TDS)

Toplam çözünmüş katı madde miktarı kısaca TDS (Total Dissolved Solids) olarak ifade edilir ve bize suda bulunan katı madde miktarı hakkında bilgi verir. Bu katı maddeler anyonlar, katyonlar ve az miktarda ise organik madde olabilir. Su içerisindeki toplam çözünmüş katı madde miktarının birimi mg/litre ya da ppm (parts per million) olarak kabul edilmektedir.

Suda çözünen maddeler ve çeşidi suyun kalitesini etkilemektedir. Canlıların hayati faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için tüm sularda bir miktar çözünmüş madde bulunmalıdır. Su içerisindeki yabancı maddelerin fazla olması TDS miktarının yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Sucul olan alg ve su bitkileri hayatlarını devam ettirebilmeleri için suda bulunan çözünmüş maddelere belli miktarlarda ihtiyaç duyarlar. Suda yaşayan canlıların vücut sıvılarının ozmotik derişimi, suya göre adaptasyon sağlamıştır. Tabiatta suların kaynaklarına göre TDS miktarı farklılık gösterebilir. Buna göre çözünmüş madde miktarına (mgL^{-1}) göre sınıflandırma aşağıdaki Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. 2. Çözünmüş Toplam Katı Madde Miktarına Göre Su Sınıflandırılması
(Dinçer,2014)

Çözünmüş Madde Miktarı (mgL^{-1})	Su Çeşitleri
0-1000	Tatlı su
1000-10 000	Acı su
10 000- 100 000	Tuzlu su
100 000'den fazla ise	Deniz suyu

Tuzluluk (SALT)

Sudaki erimiş toplam tuz miktarı tuzluluk olarak kabul edilmektedir. Tuzluluk, deniz suyunu diğer doğal su kaynaklarından ayıran bir özelliktir. İç suların tuzluluğu katyon ve anyonlara bağlıdır. Tuzluluğa daha çok yapısında bulunan sodyum klorür neden olmaktadır (Şengül ve Türkman, 1998). Sucul canlıların ekosistemdeki dağılımını tuzluluk derecesi de etkilemektedir. Bakteri ve alg gibi bazı canlılar az tuzlu ortamı severken, bazı canlı türleri ise çok tuzlu ortamda yaşayabilirler. Bu duruma örnek olarak ilkel bitki ve hayvanlar verilebilir (Güler, Çobanoğlu, 1997).

Suyun Sıcaklık Değeri

Su sıcaklığı, su ekosistemini ve su kalitesini etkileyen önemli parametrelerden birisidir. Su sıcaklığı yüksekliğe, iklime, enleme, atmosfer şartlarına, suyun akış hızına göre değişmektedir. Ayrıca su ortamındaki sıcaklık gazların çözünürlüğünü de etkiler. Suyun lezzeti sıcaklığına bağlıdır. 8 ile 15°C sınırlarındaki suların tadı daha iyidir ve susuzluğu giderici etkisi daha yüksektir. TS-266 standartlarına göre en uygun sıcaklık 12°C'dir. Su sıcaklığı su örneğinin alındığı anda yerinde ölçülür. Ölçümde çoğunlukla pH metre problemleri kullanılabildiği gibi, termometre de kullanılabilir (Oğur, 2005). Sıcaklık, su yapısında ve canlılık faaliyetlerinde etkilidir ve sucul organizmaların üreme, beslenme ve metabolik faaliyetlerini de etkiler (Egemen ve Sunlu, 1996).

Debi (FLOW)

Birim zamanda birim alandan geçen akışkanın miktarı olarak tanımlanan debi akarsu yatağının herhangi bir kesitinden 1 saniyede veya dakika da geçen su miktarı ile de belirlenir. SI birim sisteminde debinin birimi m³/s'dir. Su kaynağının debisini bilmek bizlere o kaynakla ilgili ve su çevresinde bulunan ekosistem ile bilgi verir. Bu çalışmada suların debisi geçici depolama yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntemde, gelen suyu belli bir zaman periyodunda belli bir hacim içinde toplanır ve bilinen bir hacmi dolduruluş süresiyle debi belirlenir.

3. 3. Su Analizleri

3. 3. 1. Su örneklerinin alınması

Çalışma alanlarındaki suların fiziksel, kimyasal analizleri, nitelik ve miktar olarak insan sağlığını tehlikeye atabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı numune alınırken çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Doğal su kaynağının başında örnekler alınırken pet şişe birkaç defa iyice numune suyuyla çalkalandı ve numuneler bir litrelik pet şişeye doldurularak üzeri etiketlendi. Alınan su numuneleri 24 saat geçmeden laboratuvara ulaştırıldı. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) laboratuvarına kalsiyum, magnezyum, nitrat, florür, sodyum ve klorür analizi için ulaştırıldı. Demir ve çinko mineralleri için örnek alma işlemi aynı şekilde yapıldı ve bu şişelere pH'ı ikiden düşük olacak şekilde nitrik asit (4 ml) ilave edilerek minerallerin dibe çökmesi önlendi. Cl⁻ ve NO₃⁻ analizleri SM 4110 B metoduyla; Na, Ca, Mg, F, Zn ve Fe mineralleri ise SM 3120 B metoduyla yapıldı.

3. 3. 2. Analizi yapılan mineraller

Klorür

Klorür (Cl⁻), halojenler grubunda yer alan bu mineral hemen hemen bütün sulara yaygın olarak bulunan anyondur. Klorür iyonu çözünme gibi çeşitli sebeplerle yeraltı suyuna karışabilir. Karışma sonucu sodyum klorür (NaCl), kalsiyum klorür (CaCl₂) ve magnezyum klorür (MgCl₂) gibi bileşikler halinde sulara bulunabilir. Yüzeysel suların ise klorür iyonu kayaların parçalanması, evsel ve endüstriyel atıkların taşınması sonucunda oluşabilmektedir (Şengül ve Türkman, 1998).

Klorür, canlılardaki metabolizma sıvılarının ozmotik basıncının ayarlanmasında etkilidir ve yüzey sularındaki konsantrasyonu 100 mg/L'nin altındadır. Yalnız bu sulara tuzlu su girişi var ise yüksek konsantrasyonda görülebilir. Deniz ve okyanus suları klorür iyonu bakımından zengindir. Yayla sularında çok düşük konsantrasyonda, nehir ve yeraltı sularında ise nispeten yüksek orandadır. Konsantrasyonun 250 mg/L'yi aşması durumunda su tuzlu bir tat alır (Atabey, 2005; Selinus ve diğerleri, 2005).

Sodyum

Sodyum, havada hızlı oksitlenebilen alkali metaller grubunda olup yumuşaklık ve kayganlık hissi oluşturur. Su ile hızlı bir reaksiyon veren doğal bileşiklerin yapısında fazlaca bulunmaktadır.

Sodyum minerali canlı üzerinde sinirsel iletimde önemli bir role sahiptir. Bu nedenle insan sağlığı açısından çok önemlidir. Organizmadaki ozmotik basıncın oluşmasında da etkilidir. Vücudun su tutmasında etkin rol oynayarak hayatta kalmayı sağlar.

Flor

Flor, elektronegatifliği yüksek ve toksik etki yapabilen bir mineraldir. Toprak ve suda bulunur, tüm maddeler ile reaksiyona girer. Bütün maddeler ile reaksiyona giren bu mineral maddeler üzerinde belirli bir etki göstermektedir. Örneğin bazı maddeler ile bileşik oluşturarak (hidroflorik asit ve karbon tetraflorid) yanma tepkimesi verebilirler. Solunması tehlikeli olan flor içme sularında fazla miktarda bulunursa dişlerde sarı plakların oluşmasına neden olabilir. Yeraltı sularında 10 mg/L'ye kadar olabilirken, florür içeren minerallerce zengin alanlarda daha fazla olabilir.

Nitrat

Nitrat (NO_3^-), azot döngüsüne katkı sağlayan ve ototrof bir canlı olan bitkilerin önemli bir besin kaynağıdır. Doğada madde döngüsünde görev alan nitrat sulama suyu ve hayvansal dışkılarla sulara karışmaktadır. Sularda kirlilik ölçüsü olarak kabul edilir ve belli bir oran üzerinde bulunması zehirli etkiye neden olabilir (Yetiş, Atasoy, Yetiş ve Yeşilnacar, 2018).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2011) verilerine göre nitrat oranı 10 mg/L'yi geçmemelidir. TS-266 standartlarına göre ise içme suları 25 mg/L nitrat içermeli ve 50 mg/L' nin üzerine çıkmamalıdır. Nitrat genellikle bazı sularda az miktarda bazı yeraltı sularında 100 ppm'e kadar içerdiği bulunabilir (Atabey, 2005; Oğur, 2005).

Magnezyum

İnsan vücudunda kemik ve dişlerin yapısına katılan ve suda sertliğe neden olan iyonlardan biridir. Yeraltı sularına magnezyumlu kalker, dolomit ve serpantinleşme sonucu açığa çıkan magnezyum karbonatın erimesi ile geçer (Erguvanlı ve Yüzer, 1987). Canlı metabolizmasında minerallerle birlikte sinir ve kas sistemi üzerine etkilidir. Bazı metabolik reaksiyonların devamlılığında etkili olan enzimlerin kofaktör olarak görev yapar.

Kalsiyum

Alkali metalik özellik gösteren, gümüş renginde olan kalsiyum suya sertlik verir. Dolayısıyla kalsiyum sudan uzaklaştırılacak olursa su yumuşatılmış olur. Yüzey suları yeraltı sularından daha yumuşaktır, çünkü bu yüzey suları yeraltı sularına göre daha az mineral ile temas eder. Sudaki kalsiyum iyonunun kaynağı karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri ile kazanılan sudaki kalsiyum canlılarda kemik ve diş yapısına katılarak birçok biyolojik görevi yerine getirir. Fotosentez yapan bitkiler için de önemlidir ve kök ve meyve gelişimini etkiler. İçme sularında kalsiyum değeri TS-266'ya göre en yüksek 200 mg/L olabilir.

Demir

İnsanda bağışıklık sistemine katkı sağlayan demir, yeryüzünde en çok bulunan metallerden biridir. Demir içerikli suni gübrelerin kullanımı, kayaların aşınması, endüstriyel kaynaklar gibi faktörlere bağlı olarak suda demir bulunabilir. Doğada bileşikler halinde bulunan kararsız yapıdaki Demir (II) tuzları suya pas rengini veren Demir (III)'e dönüşebilir. İnsanlarda demir eksikliğine bağlı olarak kansızlık, halsizlik, yorgunluğa neden olan demir şebeke sularında bakteri çoğalmasını artırır (Finkelman, Skinner, Plumlee ve Bunnel, 2001; Atabey, 2005). Doğal tatlı su kaynaklarındaki konsantrasyonu 0,5-50 mg/L arasında değişen değerlerde bulunabilir (WHO, 2011).

Çinko

Hayvanlar için toksik özelliğe sahip olan Çinko (Zn) elementi suda az bulunan ağır bir metaldir. Çinko elementi canlılar için gerekli olan besin maddelerinin çoğunda ve içme

sularında tuz olarak bulunabilmektedir (WHO, 2011). Çinko minerali günlük hayatta ilaç, sabun, elektrik, mürekkep gibi sanayinin birçok alanında kullanılabilir.

Sular da belli bir konsantrasyonun üzerinde olması istenmeyen tat ve bulanıklığa neden olur (WHO, 2011). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre içme sularındaki miktarı 20 mg/L'ye kadar olabilir.

3.3.3. İçme suyu kalite parametre değerleri (kabul edilebilir maksimum değerler)

Uluslararası çevre ve sağlık örgütlerine göre bazı içme suyu parametrelerinin minimum ve maksimum değerleri Çizelge 3. 3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. İçilebilir kaliteli su parametreleri (Eroğlu, 2008; Çetin, 2017 'den kısaltılmıştır)

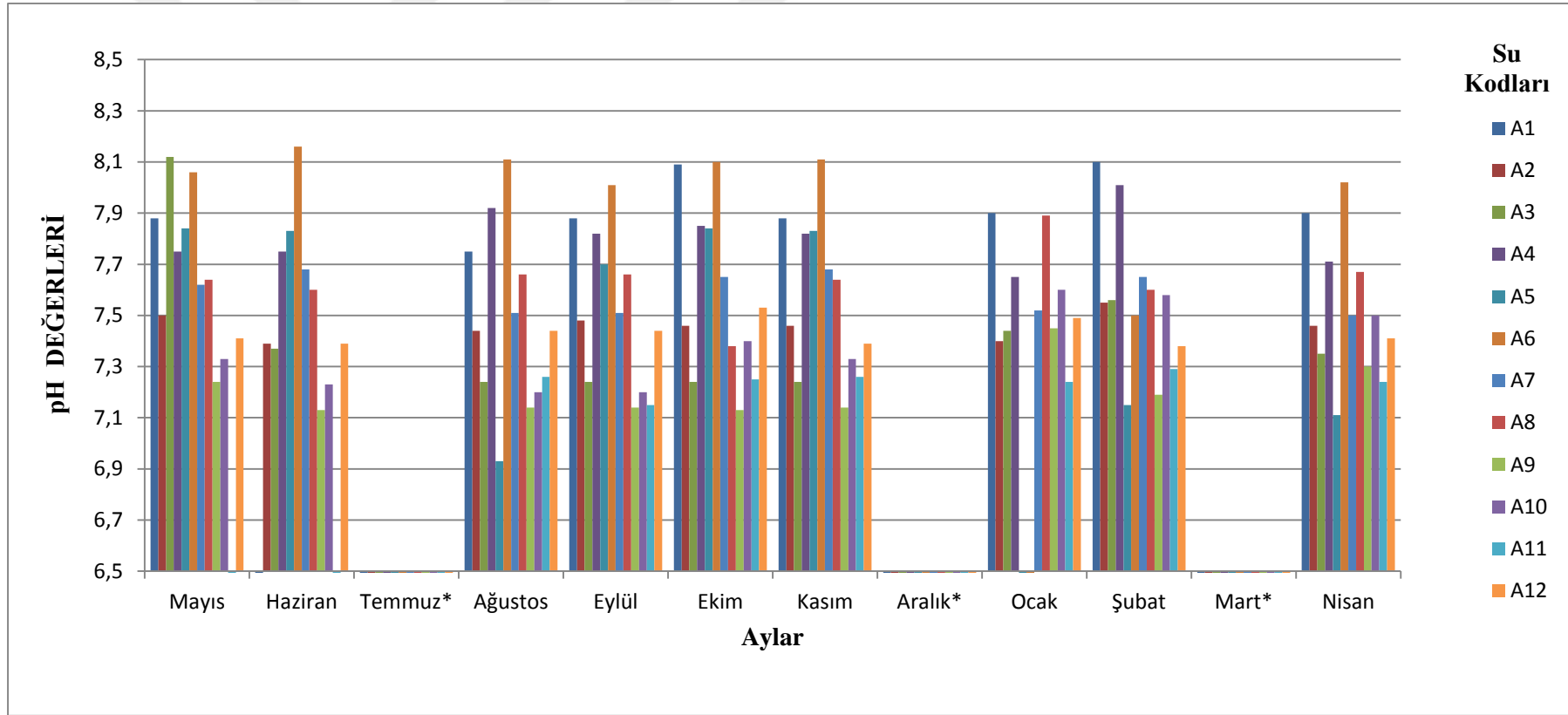
KALİTELİ İÇME SUYU PARAMETRELERİ (KABUL EDİLEBİLİR MAKSİMUM DEĞERLER)			
STANDARTLAR	TSE 266	EC	WHO
Kimyasal mg/L			
pH	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6,5- 8,5
İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2 500	2 500	2 500
Kalsiyum(Ca)	100 - 200	200	-
Magnezyum(Mg)	50 - 150	50	-
Demir(Fe)	0,05 – 0,2	0,2	0,3
Nitrat(NO_3^-)	25 - 50	50	10
Florür(F^-)	1,5	1,5	1,5
Çinko (Zn)	5,0	-	3,0
Sodyum(Na)	10 - 12	-	-
Klorür(Cl^-)	25 - 600	250	250

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4. 1. pH Değerleri

Çizelge 4. 1. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının pH değerleri

BÖLGE	SU KODLARI	AYLAR												
		Mayıs 23.05.2018	Haziran 27.06.2018	Temmuz*	Ağustos 09.08.2018	Eylül 22.09.2018	Ekim 09.10.2018	Kasım 13.11.2018	Aralık*	Ocak 22.01.2019	Şubat 26.02.2019	Mart*	Nisan 22.04.2019	Ayların Ortalaması
AKÇAY	A1	7,88	7,72	-	7,75	7,88	8,09	7,88	-	7,90	8,10	-	7,90	7,90
	A2	7,50	7,39	-	7,44	7,48	7,46	7,46	-	7,40	7,55	-	7,46	7,46
	A3	8,12	7,37	-	7,24	7,24	7,24	7,24	-	7,44	7,56	-	7,35	7,42
BEKEBE	A4	7,75	7,75	-	7,92	7,82	7,85	7,82	-	7,65	8,01	-	7,71	7,80
	A5	7,84	7,83	-	6,93	7,70	7,84	7,83	-	-	7,15	-	7,11	7,53
	A6	8,06	8,16	-	8,11	8,01	8,10	8,11	-	-	7,50	-	8,02	8,01
SAKIT	A7	7,62	7,68	-	7,51	7,51	7,65	7,68	-	7,52	7,65	-	7,50	7,59
	A8	7,64	7,60	-	7,66	7,66	7,38	7,64	-	7,89	7,60	-	7,67	7,64
	A9	7,24	7,13	-	7,14	7,14	7,13	7,14	-	7,45	7,19	-	7,30	7,20
	A10	7,33	7,23	-	7,20	7,20	7,40	7,33	-	7,60	7,58	-	7,50	7,37
	A11	-	-	-	7,26	7,15	7,25	7,26	-	7,24	7,29	-	7,24	7,24
	A12	7,41	7,34	-	7,44	7,44	7,53	7,39	-	7,49	7,38	-	7,41	7,44



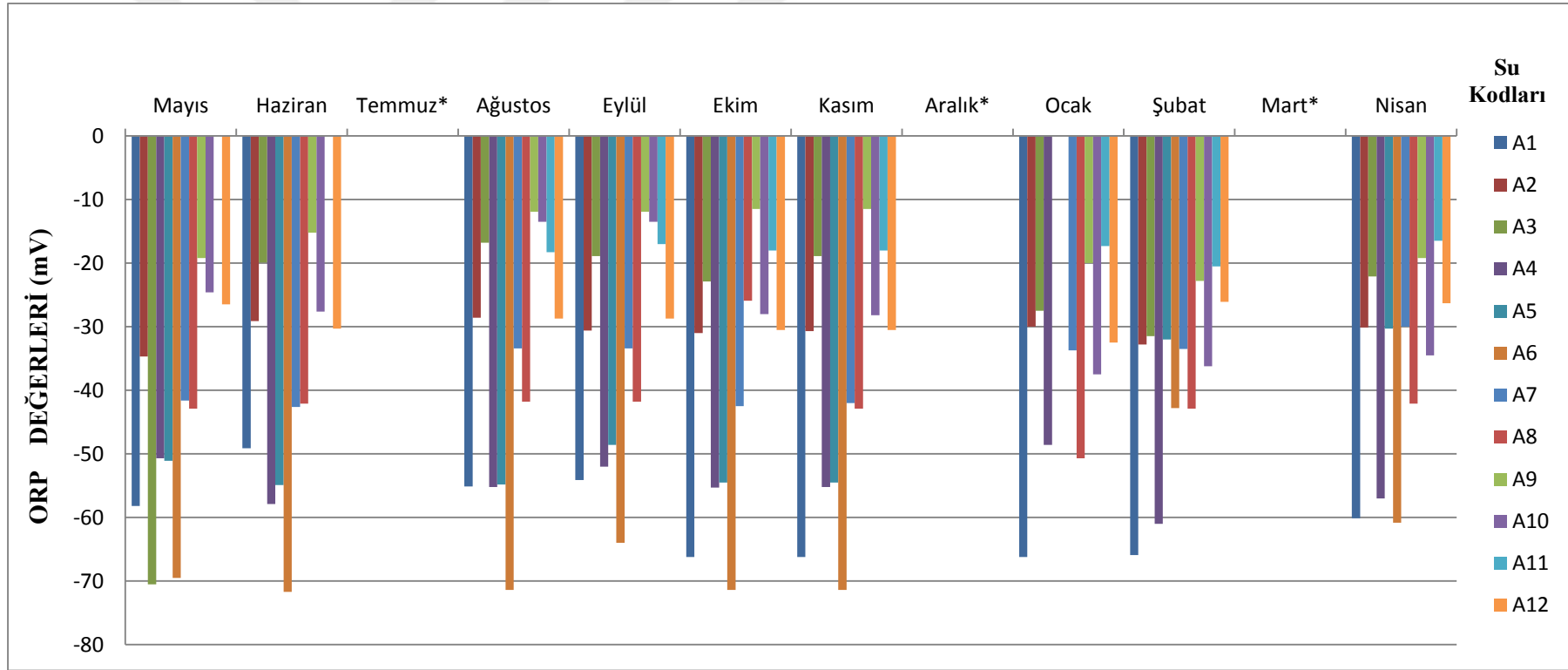
Şekil 4. 1. Aylara göre pH değerlerinin değişim grafiği (*: Bölgeye ulaşım sağlanamadığından grafikte veriler gösterilememiştir.)

Araştırmaya konu olan bölgelerdeki 12 farklı su kaynaklarının pH değerlerine bakıldığında (Çizelge 4. 1 ve Şekil 4. 1) 6,93 ile 8,16 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük pH değeri A5 kodlu suda Ağustos ayında, en yüksek pH değeri ise A6 kodlu suda Haziran ayında ölçülmüştür. Sonuç olarak analizi yapılan suların pH değerlerinin TSE, WHO ve EC standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre kıta içi su kaynaklarının kalitesine göre I. Sınıf su standardının değerleri arasında yer aldığı tespit edilmiştir.

4. 2. Oksidasyon Redüksiyon Potansiyel (ORP) Değerleri

Çizelge 4. 2. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının ORP değerleri (mV)

BÖLGE	SU KODLARI	AYLAR												
		Mayıs 23.05.2018	Haziran 27.06.2018	Temmuz*	Ağustos 09.08.2018	Eylül 22.09.2018	Ekim 09.10.2018	Kasım 13.11.2018	Aralık*	Ocak 22.01.2019	Şubat 26.02.2019	Mart*	Nisan 22.04.2019	Ayları Ortalaması
AKÇAY	A1	-58,2	-49,1	-	-55,1	-54,1	-66,2	-66,2	-	-66,2	-65,9	-	-60,1	-60,12
	A2	-34,7	-29,1	-	-28,6	-30,6	-31,0	-30,7	-	-30,0	-32,8	-	-30,1	-32,34
	A3	-70,5	-19,9	-	-16,8	-18,9	-22,9	-18,9	-	-27,5	-31,5	-	-22,1	-27,66
BEKBELE	A4	-50,7	-57,9	-	-55,2	-52,0	-55,3	-55,2	-	-48,6	-61,0	-	-57,02	-54,76
	A5	-51,1	-54,9	-	-54,8	-48,6	-54,5	-54,5	-	-	-32,0	-	-30,3	-47,58
	A6	-69,5	-71,7	-	-71,4	-64,0	-71,4	-71,4	-	-	-42,8	-	-60,8	-65,38
SAKIT	A7	-41,6	-42,6	-	-33,4	-33,4	-42,5	-42,0	-	-33,7	-33,5	-	-30,0	-36,96
	A8	-42,9	-42,1	-	-41,8	-41,8	-25,9	-42,9	-	-50,7	-42,9	-	-42,1	-41,45
	A9	-19,2	-15,2	-	-11,9	-11,9	-11,5	-11,5	-	-20,0	-22,8	-	-19,2	-15,91
	A10	-24,6	-27,6	-	-13,5	-13,5	-28,0	-28,2	-	-37,5	-36,2	-	-34,5	-27,06
	A11	-	-	-	-18,3	-17,0	-18,0	-18,0	-	-17,3	-20,5	-	-16,5	-17,94
	A12	-26,5	-30,3	-	-28,7	-28,7	-30,5	-30,5	-	-32,5	-26,1	-	-26,3	-25,51



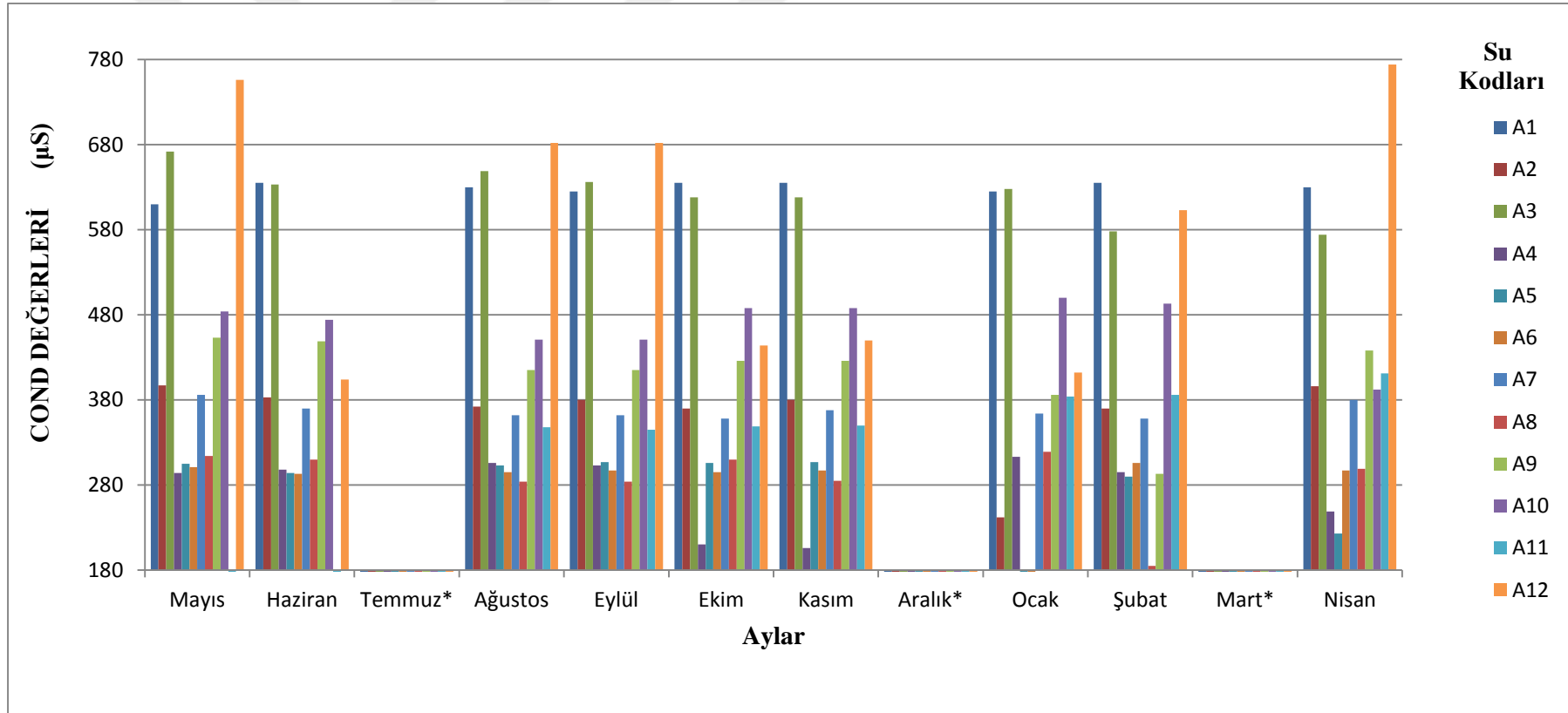
Şekil 4. 2. Aylara göre ORP değerlerinin değişim grafiği (*: Bölgeye ulaşım sağlanmadığından grafikte veriler gösterilmemiştir.)

Araştırmaya konu olan bölgelerdeki 12 farklı su kaynaklarının OPR değerlerine bakıldığında (Çizelge 4. 2 ve Şekil 4. 2) bu değerlerin -11,5 ile -71,7 mV arasında değiştiği görülmektedir. En düşük ORP değeri A6 kodlu suda Haziran ayında, en yüksek ORP değeri ise A9 kodlu suda Ekim-Kasım aylarında ölçülmüştür. Sonuç olarak analizi yapılan suların ORP değerleri Çizelge 4. 2’de görüldüğü gibi negatif değerler elde edilmiştir. On iki ay boyunca yapılan çalışmada bütün suların paslanmayı engelleyici özellikte yani antioksidan güce sahip olduğunu söyleyebiliriz.

4. 3. İletkenlik (Conductivity=COND) Değerleri

Çizelge 4. 3. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının COND değerleri (µS)

BÖLGE	SU KODLARI	AYLAR												Ayların Ortalaması
		Mayıs 23.05.2018	Haziran 27.06.2018	Temmuz*	Ağustos 09.08.2018	Eylül 22.09.2018	Ekim 09.10.2018	Kasım 13.11.2018	Aralık*	Ocak 22.01.2019	Şubat 26.02.2019	Mart*	Nisan 22.04.2019	
AKÇAY	A1	610	635	-	630	625	635	635	-	625	635	-	630	628,66
	A2	397	383	-	372	380	370	380	-	242	370	-	396	364,55
	A3	672	633	-	649	636	618	618	-	628	578	-	574	622,88
BEKBELE	A4	294	298	-	306	303	210	206	-	313	295	-	249	274,88
	A5	305	294	-	303	307	306	307	-	-	290	-	223	291,87
	A6	301	293	-	295	297	295	297	-	-	306	-	297	297,63
SAKIT	A7	386	370	-	362	362	358	368	-	364	358	-	380	367,55
	A8	314	310	-	284	284	310	285	-	319	185	-	299	287,77
	A9	453	449	-	415	415	426	426	-	386	293	-	438	422,33
	A10	484	474	-	451	451	488	488	-	500	493	-	392	469,00
	A11	-	-	-	348	345	349	350	-	384	386	-	411	367,57
	A12	756	404	-	682	682	444	450	-	412	603	-	774	578,55



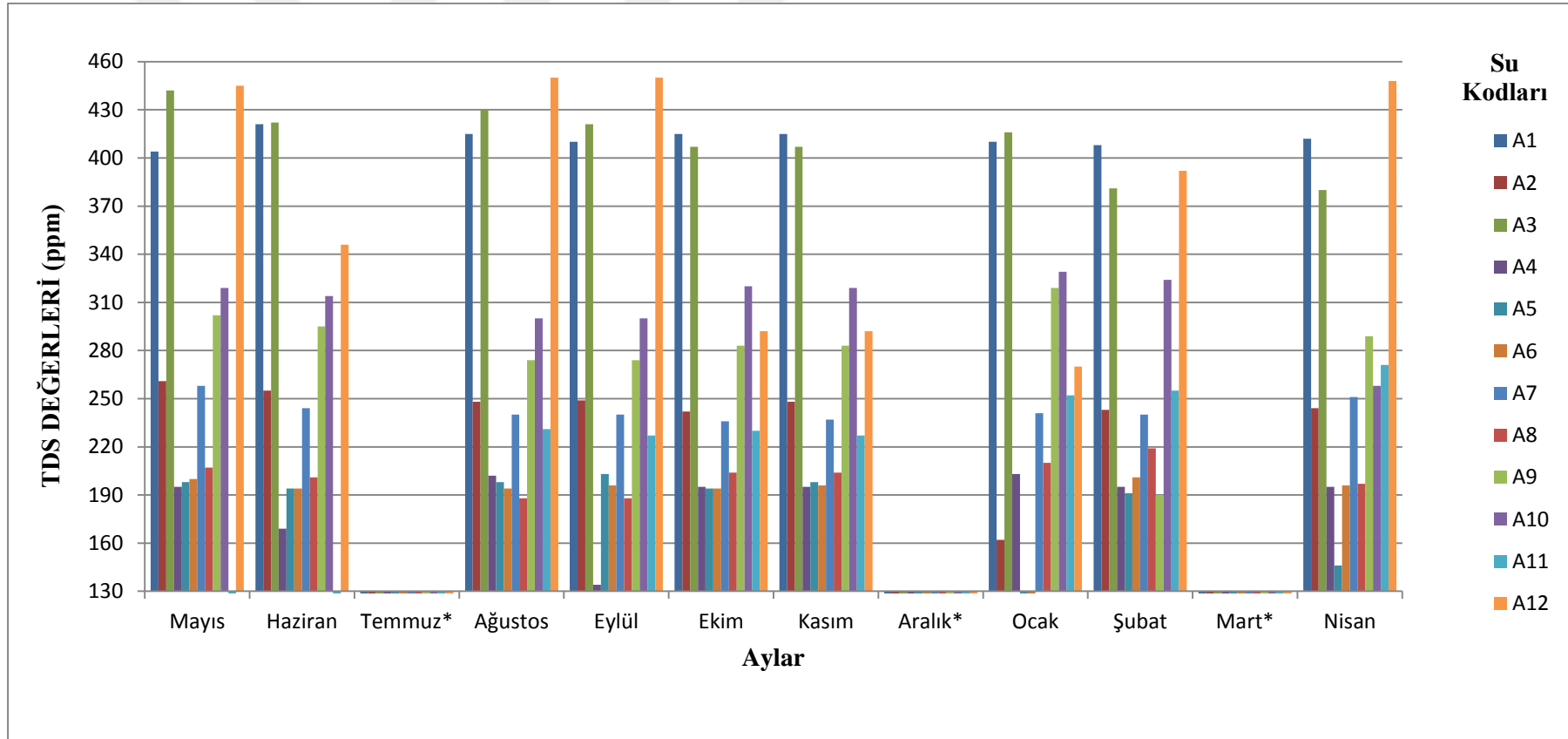
Şekil 4. 3. Aylara göre COND değerlerinin değişim grafiği (*: Bölgeye ulaşım sağlanmadığından grafikte veriler gösterilmemiştir.)

Araştırmaya konu olan bölgelerdeki 12 farklı su kaynaklarının COND değerlerine bakıldığında (Çizelge 4. 3 ve Şekil 4. 3) 185 ile 774 μS arasında değiştiği görülmektedir. En düşük COND değeri A8 kodlu suda Şubat ayında, en yüksek COND değeri ise A12 kodlu suda Mayıs ayında ölçülmüştür.

4. 4. Toplam Çözünmüş Katı Madde Miktarı (TDS) Değerleri

Çizelge 4. 4. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının TDS değerleri (ppm)

BÖLGE	SU KODLARI	AYLAR												Ayların Ortalaması
		Mayıs 23.05.2018	Haziran 27.06.2018	Temmuz*	Ağustos 09.08.2018	Eylül 22.09.2018	Ekim 09.10.2018	Kasım 13.11.2018	Aralık*	Ocak 22.01.2019	Şubat 26.02.2019	Mart*	Nisan 22.04.2019	
AKÇAY	A1	404	421	-	415	410	415	415	-	410	408	-	412	412,22
	A2	261	255	-	248	249	242	248	-	162	243	-	244	239,11
	A3	442	422	-	430	421	407	407	-	416	381	-	380	411,77
BEKBELE	A4	195	169	-	202	134	195	195	-	203	195	-	195	190,00
	A5	198	194	-	198	203	194	198	-	-	191	-	146	190,25
	A6	200	194	-	194	196	194	196	-	-	201	-	196	196,38
SAKIT	A7	258	244	-	240	240	236	237	-	241	240	-	251	243,00
	A8	207	201	-	188	188	204	204	-	210	219	-	197	202,00
	A9	302	295	-	274	274	283	283	-	319	190	-	289	278,77
	A10	319	314	-	300	300	320	319	-	329	324	-	258	309,22
	A11	-	-	-	231	227	230	227	-	252	255	-	271	241,86
	A12	445	346	-	450	450	292	292	-	270	392	-	448	448,88



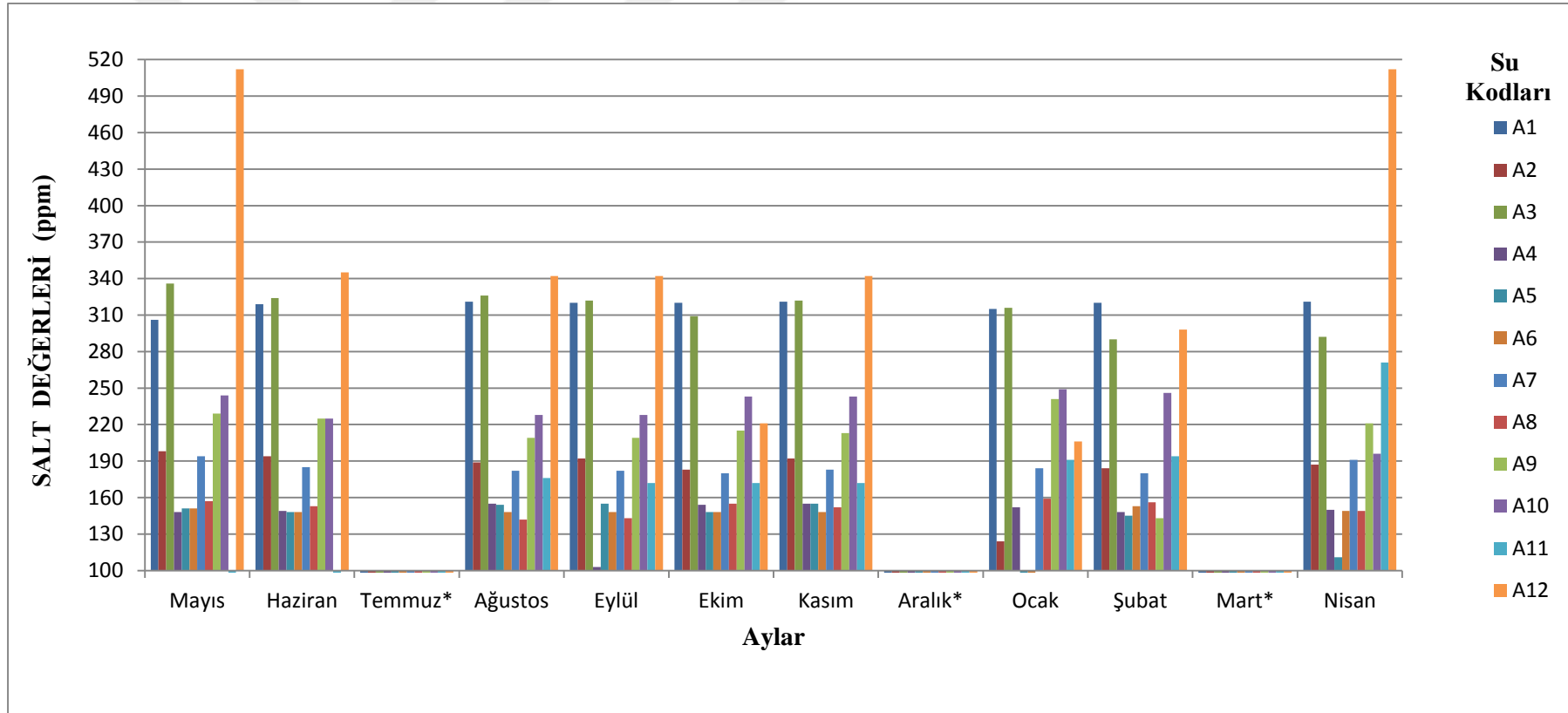
Şekil 4. 4. Aylara göre TDS değerlerinin değişim grafiği (*: Bölgeye ulaşım sağlanamadığından grafikte veriler gösterilememiştir.)

Araştırmaya konu olan bölgelerdeki 12 farklı su kaynaklarının TDS değerlerine bakıldığında (Çizelge 4. 4 ve Şekil 4. 4) 134 ile 450 ppm arasında değiştiği görülmektedir. En düşük TDS değeri A4 kodlu suda Eylül ayında, en yüksek TDS değeri ise A12 kodlu suda Ağustos-Eylül aylarında ölçülmüştür. Toplam çözünmüş madde miktarını etkileyen en önemli nedenlerden biri yağıştır.

4. 5. Tuzluluk (SALT) Değerleri

Çizelge 4. 5. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının SALT değerleri (ppm)

BÖLGE	SU KODLARI	AYLAR												
		Mayıs 23.05.2018	Haziran 27.06.2018	Temmuz*	Ağustos 09.08.2018	Eylül 22.09.2018	Ekim 09.10.2018	Kasım 13.11.2018	Aralık*	Ocak 22.01.2019	Şubat 26.02.2019	Mart*	Nisan 22.04.2019	Ayları Ortalaması
AKÇAY	A1	306	319	-	321	320	320	321	-	315	320	-	321	318,11
	A2	198	194	-	189	192	183	192	-	124	184	-	187	182,55
	A3	336	324	-	326	322	309	322	-	316	290	-	292	315,22
BEKBELE	A4	148	149	-	155	103	154	155	-	152	148	-	150	146,00
	A5	151	148	-	154	155	148	155	-	-	145	-	111	145,87
	A6	151	148	-	148	148	148	148	-	-	153	-	149	149,13
SAKIT	A7	194	185	-	182	182	180	183	-	184	180	-	191	184,55
	A8	157	153	-	142	143	155	152	-	159	156	-	149	151,77
	A9	229	225	-	209	209	215	213	-	241	143	-	221	211,66
	A10	244	225	-	228	228	243	243	-	249	246	-	196	233,55
	A11	-	-	-	176	172	172	172	-	191	194	-	271	183,29
	A12	512	345	-	342	342	221	342	-	206	298	-	512	346,66



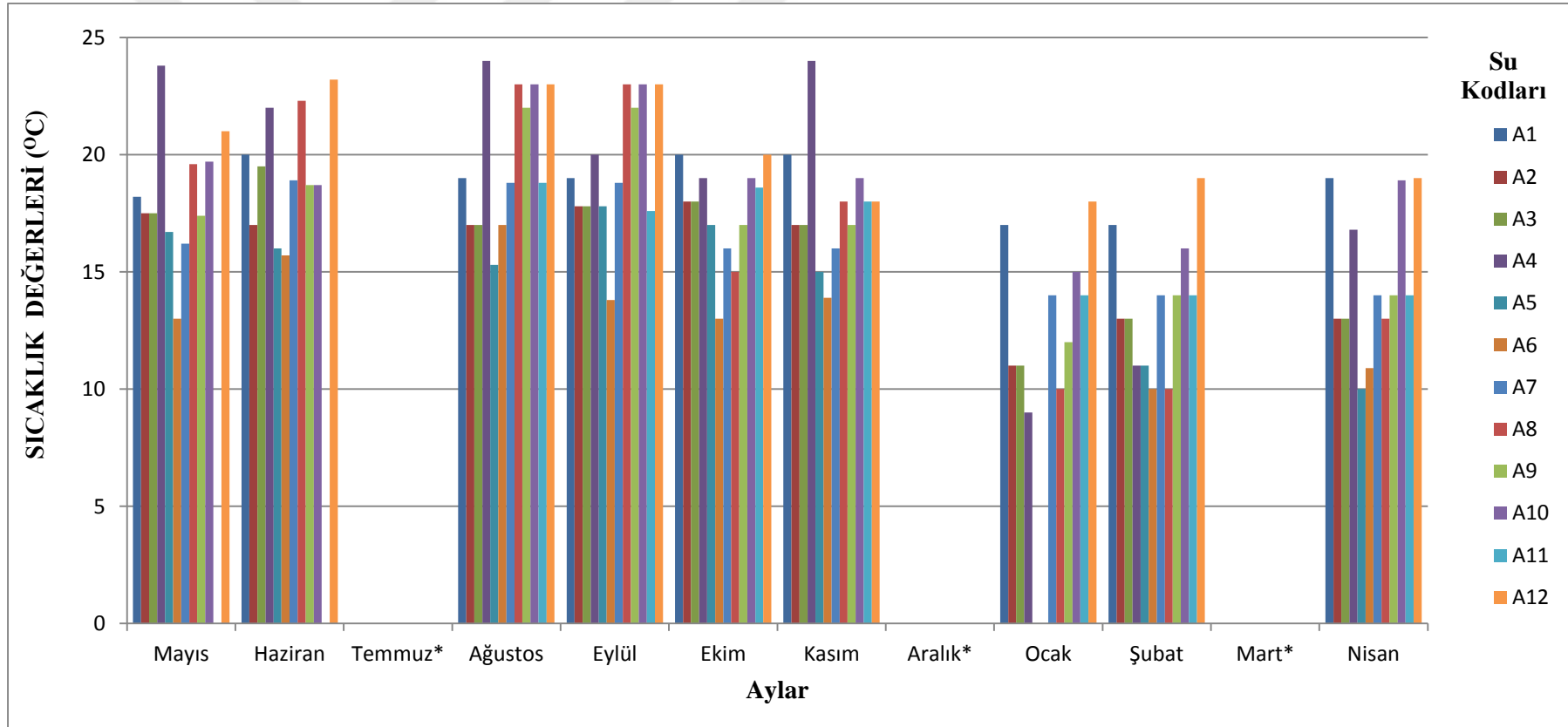
Şekil 4. 5. Aylara göre SALT değerlerinin değişim grafiği (*: Bölgeye ulaşım sağlanamadığından grafikte veriler gösterilememiştir.)

Araştırmaya konu olan bölgelerdeki 12 farklı su kaynaklarının tuzluluk değerlerine bakıldığında (Çizelge 4. 5 ve Şekil 4. 5) 111 ile 512 ppm arasında değiştiği görülmektedir. En düşük tuzluluk değeri A5 kodlu suda Nisan ayında, en yüksek tuzluluk değeri ise A12 kodlu suda Mayıs-Nisan aylarında ölçülmüştür. Yıl boyunca tuzluluk değerleri arasında dalgalanma olduğu görülmektedir. Bu dalgalanmanın nedeni sıcaklık, mevsimsel yağış ve karların erimesi olabilir.

4. 6. Sıcaklık Değerleri

Çizelge 4. 6. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının sıcaklık değerleri (°C)

BÖLGE	SU KODLARI	AYLAR												Ayların Ortalaması
		Mayıs 23.05.2018	Haziran 27.06.2018	Temmuz*	Ağustos 09.08.2018	Eylül 22.09.2018	Ekim 09.10.2018	Kasım 13.11.2018	Aralık*	Ocak 22.01.2019	Şubat 26.02.2019	Mart*	Nisan 22.04.2019	
AKÇAY	A1	18,2	20	-	19	19	20	20	-	17	17	-	19	18,88
	A2	17,5	17	-	17	17,8	18	17	-	11	13	-	13	15,7
	A3	17,5	19,5	-	17	17,8	18	17	-	11	13	-	13	15,97
BEKBELE	A4	23,8	22	-	24	20	19	24	-	9	11	-	16,8	18,84
	A5	16,7	16	-	15,3	17,8	17	15	-	-	11	-	10	14,85
	A6	13	15,7	-	17	13,8	13	13,9	-	-	10	-	10,9	13,41
SAKIT	A7	16,2	18,9	-	18,8	18,8	16	16	-	14	14	-	14	16,3
	A8	19,6	22,3	-	23	23	15	18	-	10	10	-	13	14,54
	A9	17,4	18,7	-	22	22	17	17	-	12	14	-	14	17,12
	A10	19,7	18,7	-	23	23	19	19	-	15	16	-	18,9	19,16
	A11	-	-	-	18,8	17,6	18,6	18	-	14	14	-	14	16,43
	A12	21	23,2	-	23	23	20	18	-	18	19	-	19	17,91



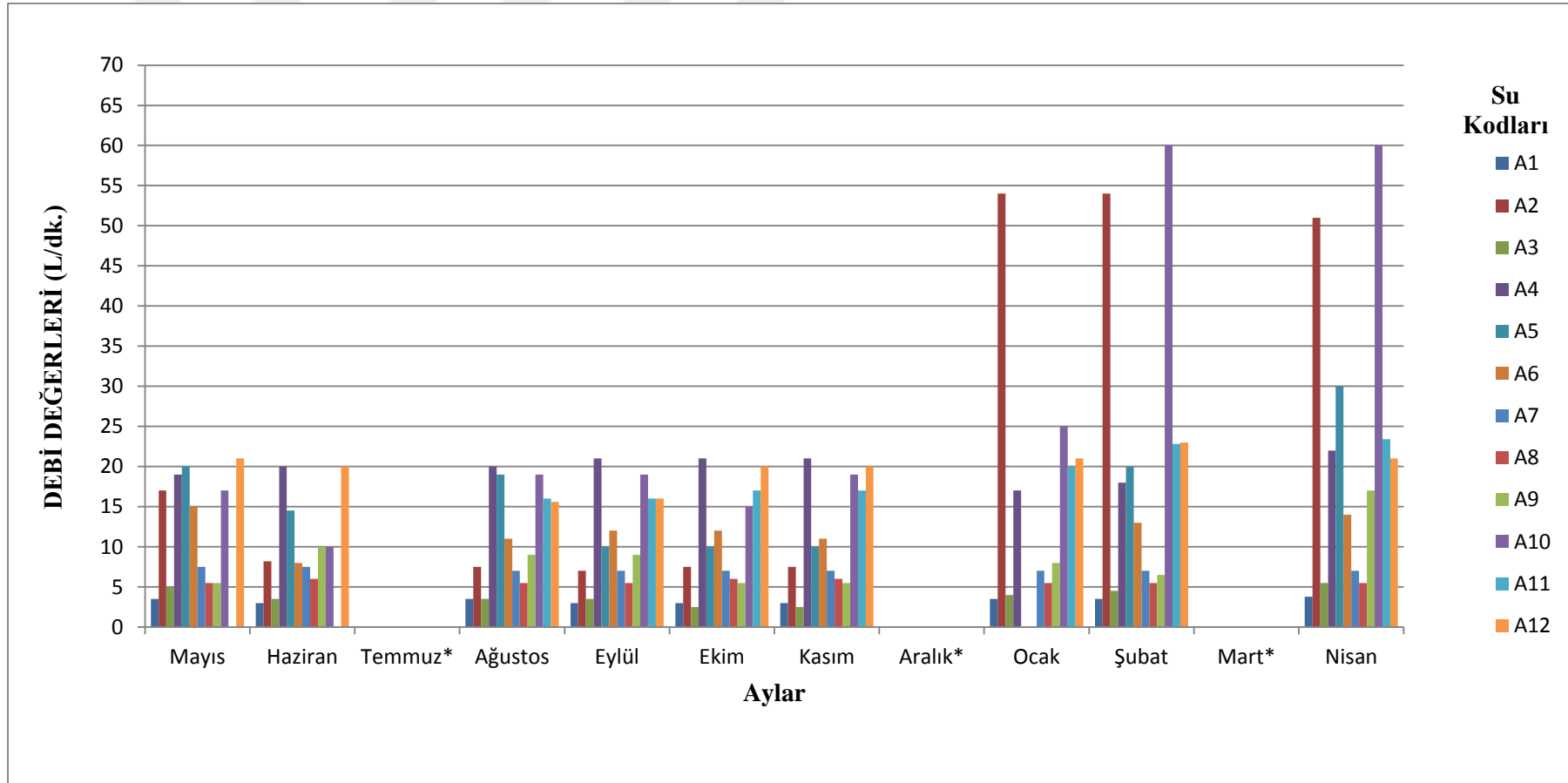
Şekil 4. 6. Aylara göre sıcaklık değerlerinin değişim grafiği (*: Bölgeye ulaşım sağlanamadığından grafikte veriler gösterilememiştir.)

Araştırmaya konu olan bölgelerdeki 12 farklı su kaynaklarının sıcaklık değerlerine bakıldığında (Çizelge 4. 6 ve Şekil 4. 6) 9 ile 24°C arasında değiştiği görülmektedir. En düşük sıcaklık değeri A4 kodlu suda Ocak ayında, en yüksek sıcaklık değeri ise A4 kodlu suda Ağustos ayında ölçülmüştür. Sonuç olarak analizi yapılan suların TSE, WHO ve EC standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre kıta içi su kaynaklarının kalitesine göre I. Sınıf su standardının değerleri arasında yer aldığı tespit edilmiştir.

4. 7. Debi Değerleri

Çizelge 4. 7. Araştırmaya konu olan su kaynaklarının debi değerleri

BÖLGE	SU KODLARI	AYLAR												
		Mayıs 23.05.2018	Haziran 27.06.2018	Temmuz*	Ağustos 09.08.2018	Eylül 22.09.2018	Ekim 09.10.2018	Kasım 13.11.2018	Aralık*	Ocak 22.01.2019	Şubat 26.02.2019	Mart*	Nisan 22.04.2019	Ayların Ortalaması
AKÇAY	A1	3,5	3	-	3,5	3	3	3	-	3,5	3,5	-	3,8	3,31
	A2	17	8,2	-	7,5	7	7,5	7,5	-	54	54	-	51	23,74
	A3	5	3,5	-	3,5	3,5	2,5	2,5	-	4	4,5	-	5,5	3,83
BEKBELE	A4	19	20	-	20	21	21	21	-	17	18	-	22	19,88
	A5	20	14,5	-	19	10	10	10	-	-	20	-	30	16,68
	A6	15	8	-	11	12	12	11	-	-	13	-	14	10,03
SAKIT	A7	7,5	7,5	-	7	7	7	7	-	7	7	-	7	7,11
	A8	5,5	6	-	5,5	5,5	6	6	-	5,5	5,5	-	5,5	5,66
	A9	5,5	10	-	9	9	5,5	5,5	-	8	6,5	-	17	8,44
	A10	17	10	-	19	19	15	19	-	25	60	-	60	27,11
	A11	-	-	-	16	16	17	17	-	20,0	22,8	-	23,4	18,89
	A12	21	20	-	15,6	16	20	20	-	21	23	-	21	19,73



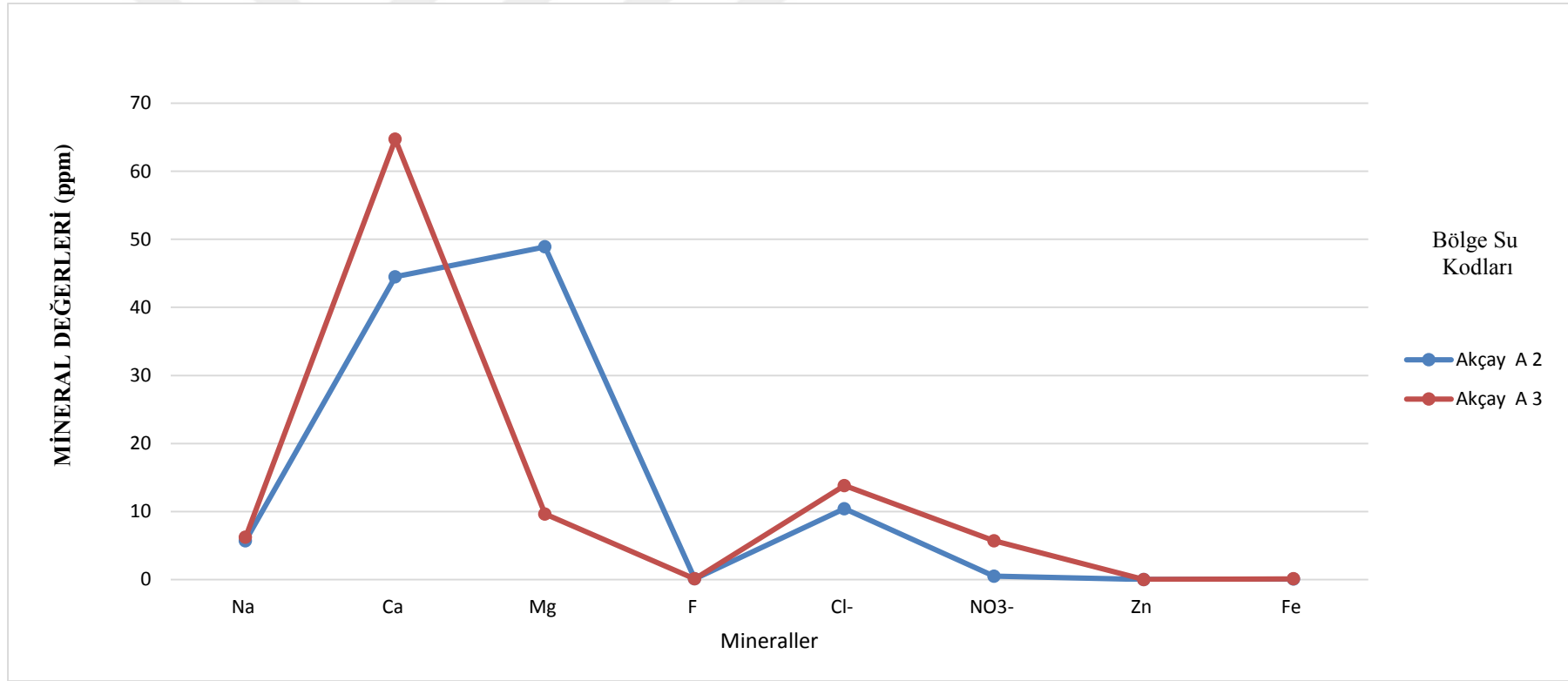
Şekil 4. 7. Aylara göre debi değerlerinin değişim grafiği (*: Bölgeye ulaşım sağlanamadığından grafikte veriler gösterilememiştir.)

Araştırmaya konu olan bölgelerdeki 12 farklı su kaynaklarının debi değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7) 2,5 ile 60 dkL⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. En düşük debi değeri A3 kodlu suda Ekim-Kasım ayında, en yüksek debi değeri ise A2 kodlu suda Nisan ayında ölçülmüştür.

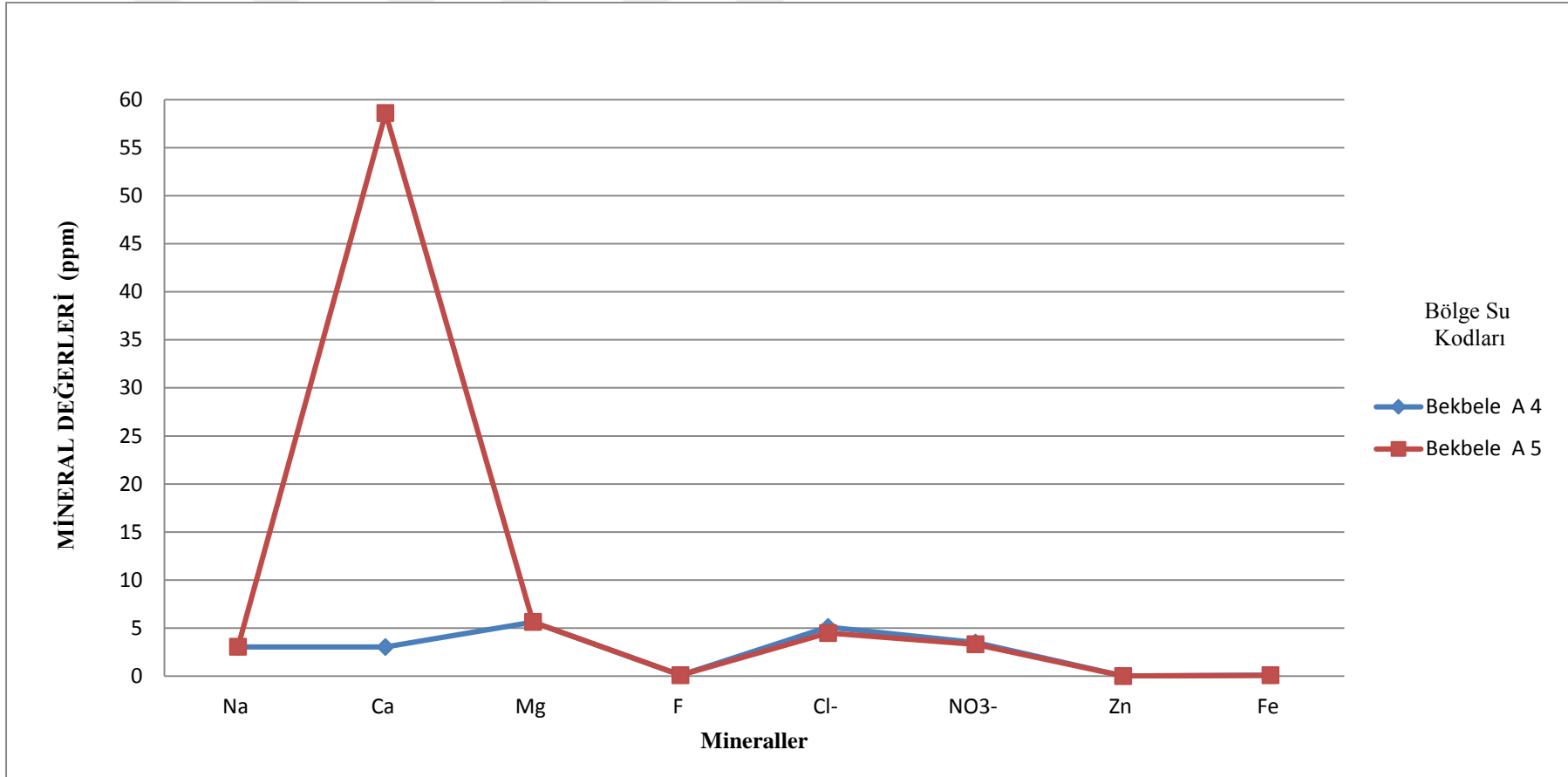
4. 8. Mineral Değerleri

Çizelge 4. 8. Araştırılan 3 yerleşim bölgesinden seçilen 8 su kaynağına ait su numunelerinde bazı mineral analizleri ve atom ağırlıkları (Na, Ca, Mg, F⁻, Cl⁻, NO₃⁻, Zn, Fe)

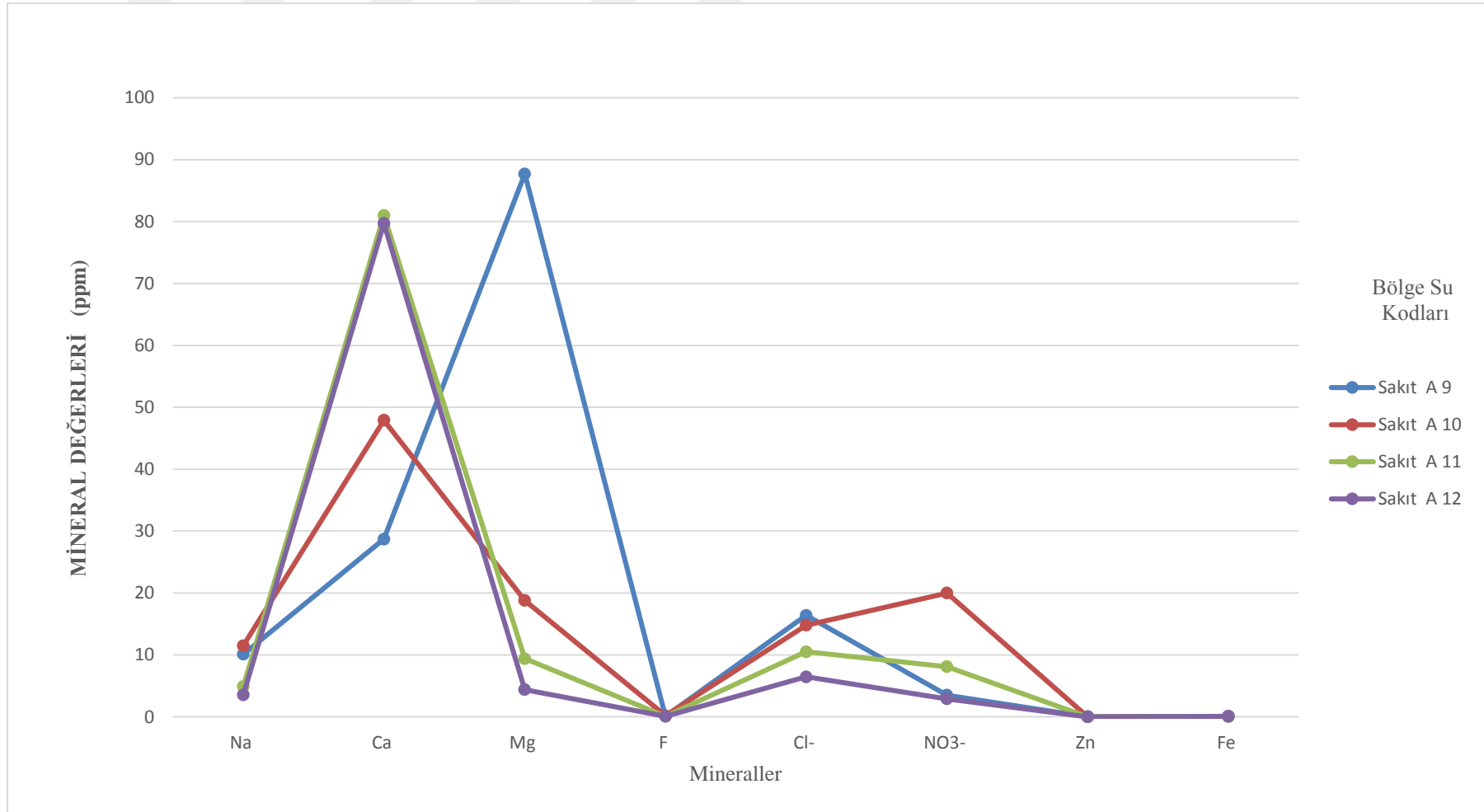
BÖLGE ADI	KODU	SONUÇLAR															
		ppm								meq/l							
		Metot: SM 3120 B						Metot: SM 4110 B		Metot: SM 3120 B						Metot: SM 4110 B	
		Na	Ca	Mg	F	Fe	Zn	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na	Ca	Mg	F	Fe	Zn	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
AKÇAY	A 2	5,69	44,5	48,9	0,1	0,06	<0,01	0,5	10,4	0,25	2,22	4,02	-	-	-	-	0,29
	A 3	6,22	64,7	9,64	<0,1	0,10	<0,01	5,7	13,8	0,27	3,23	0,79	-	-	-	-	0,39
BEKBELE	A 4	3,03	3,03	5,63	0,1	0,09	<0,01	3,5	5,1	0,13	2,99	0,46	-	-	-	-	0,14
	A 5	3,05	58,6	5,63	<0,1	0,08	<0,01	3,3	4,48	0,13	2,92	0,46	-	-	-	-	0,14
SAKIT	A 9	10,1	28,7	87,7	<0,1	0,08	<0,01	3,5	16,4	0,44	1,43	7,21	-	-	-	-	0,46
	A 10	11,5	47,9	18,8	0,2	0,06	<0,01	20	14,8	0,5	2,39	1,55	-	-	-	-	0,42
	A 11	4,9	81	9,4	0,1	0,07	<0,01	8,1	10,5	0,21	4,04	0,77	-	-	-	-	0,3
	A 12	3,54	79,7	4,39	<0,1	0,08	<0,01	2,9	6,46	0,15	3,98	0,36	-	-	-	-	0,18



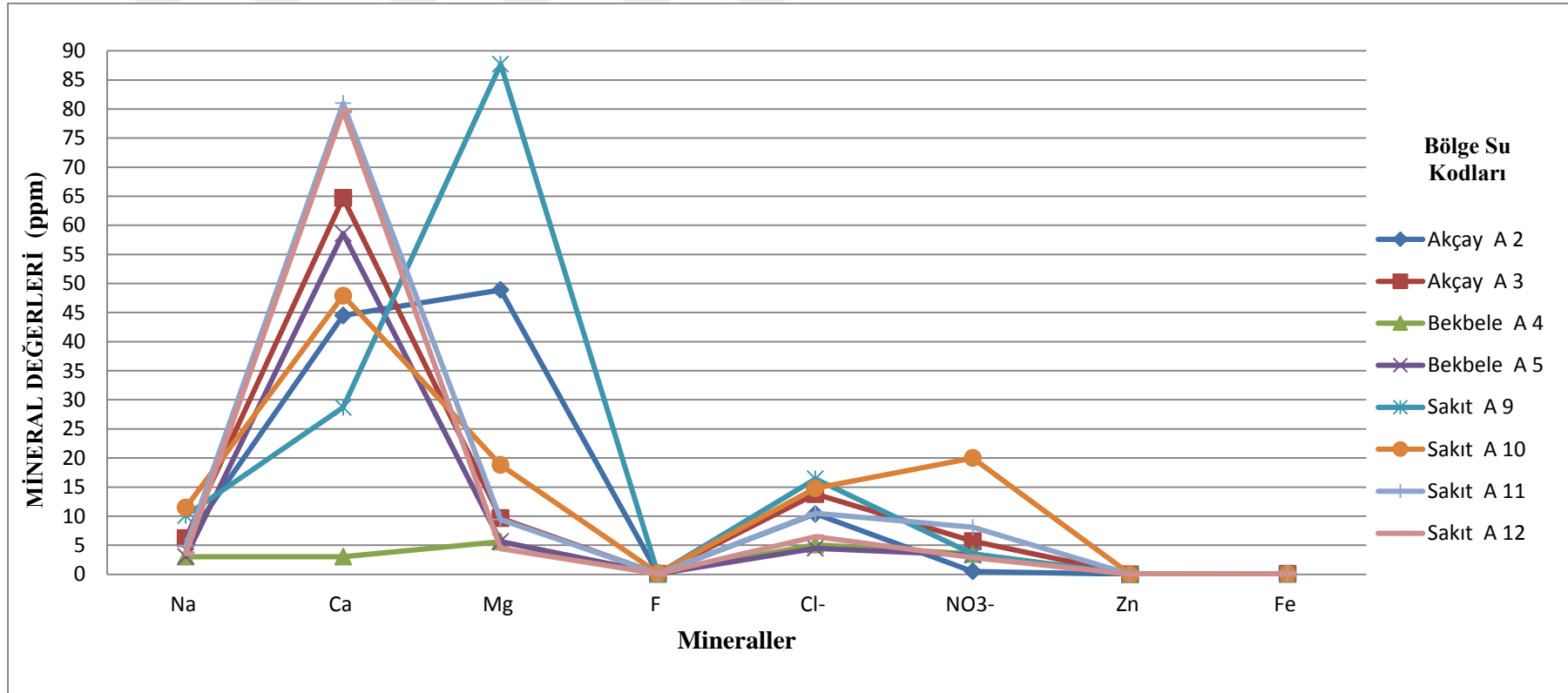
Şekil 4. 8. Akçay Bölgesi'nden seçilen su kaynaklarının mineral değerleri



Şekil 4. 9. Bekbele Bölgesi'nden seçilen su kaynaklarının mineral değerleri



Şekil 4. 10. Sakit Bölgesi'nden seçilen su kaynaklarının mineral değerleri



Şekil 4. 11. Bölgelere ait su numunelerinde ölçülen bazı mineral değerlerinin karşılaştırılması

Araştırmaya konu olan bölgelerdeki 8 farklı su kaynağının bazı mineral değerlerine bakıldığında Sodyum (Na) değerleri en düşük A4 kodlu suda 3,03 ppm olarak, en yüksek ise A10 kodlu suda 11,5 ppm olarak bulundu. Kalsiyum (Ca) değerleri ise en düşük A4 kodlu suda 3,03 ppm, en yüksek ise A11 kodlu suda 81,0 ppm olarak ölçüldü. Magnezyum (Mg) değerleri ise en düşük A12 kodlu suda 4,39 ppm olarak, en yüksek ise A9 kodlu suda 87,7 ppm olarak ölçüldü. Flor (F) değerleri < 0,1 ile 0,2 ppm arasında değişmektedir. Demir (Fe) değerleri en düşük A2 ve A4 kodlu suda 0,06 ppm, en yüksek ise A3 kodlu suda 0,1 ppm olarak ölçüldü. Çinko (Zn) değerlerinin hepsi < 0,01 ppm olarak ölçüldü. Nitrat

(NO₃⁻) deęerleri en dūřuk A2 kodlu suda 0,5 ppm, en yūksek ise A10 kodlu suda 20 ppm olarak ōlçūldū. Klorūr (Cl⁻) deęerleri en dūřuk A5 kodlu suda 4,48 ppm, en yūksek ise A9 kodlu suda 16,4 ppm olarak bulunmuřtur.



5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, Amanos Dağları'nın İskenderun Körfezi'ne bakan yamaçlarında yer alan Akçay, Bekbele ve Sakıt yerleşim bölgelerindeki 12 doğal su kaynağı bazı su parametreleri açısından incelenmiştir. Bir yıl boyunca aylık olarak debi, hidrojen potansiyeli (pH), sıcaklık, oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP), elektriksel iletkenlik (COND), toplam çözünmüş katı madde (TDS) ve tuzluluk (salinity) gibi su parametreleri mobil bir cihaz ile yerinde ölçüldü. Buna ilave olarak bu doğal su kaynaklarından alınan su numuneleri kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), nitrat (NO_3^-), florür (F^-), sodyum (Na), klorür (Cl^-) ve çinko (Zn) içerikleri açısından laboratuvarında analiz edildi.

pH (Hidrojen Potansiyeli)

Genel olarak üç bölgede yapılan analizler sonucunda yıllık ortamala pH değeri 7,55 olarak tespit edilmiş ve suların bazik değerde olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1). Yalnız A5 kodlu suda Ağustos ayı pH değeri 6,93 olup suyun asidik ve çözücü olduğu söylenebilir. Değerlerin bu şekilde çıkmasına suda erimiş halde bulunan CO_2 'in neden olduğu söylenebilir. Suda karbondioksit artarsa pH düşer, terside doğrudur. pH değerini ayrıca sıcaklık, yağış ve diğer faktörler de etkileyebilir (Boyd, 1990). İncelenen su kaynakları pH değeri açısından yüksek kaliteli su sınıfında olup I. sınıf su standartlarındadır. pH değeri doğal suların kalitesinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. Sadece yeraltı sularını değil yerüstü sularını çalışan araştırmacılar da pH ölçümlerine önem vermektedir. Örneğin, Aytekin ve Bayraktaroğlu (2017)'nin Zonguldak ilinden topladıkları 49 doğal kaynak suyunda yaptıkları çalışmada pH değerini 3,4-7,2 arasında bulmuşlardır. Varol ve Şekerci (2018) Antalya Korkuteli ilçe merkezi su kaynaklarının su kalite indeks yöntemi ile yaptıkları çalışmada ortalama pH'ı 8,93 bulmuşlardır. Birici ve diğerleri (2017) Çoruh Nehri'nde yapmış oldukları çalışmada pH değerini 7,7 olarak bulmuşlardır. Bulut ve Kubilay (2019) Eğirdir Gölü'nde (Isparta/Türkiye) yaptıkları çalışmada ortalama pH değerini 8,78 olarak bulmuşlar.

ORP (Oksidasyon İndirgenme Potansiyeli)

Analiz edilen on iki su kaynağında ORP değerinin yıllık ortalaması -37,72 mV olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2). Bu değer en düşük Bekbele Bölgesi'ndeki A6 kodlu

suda -65,38 mV olarak ve Sakıt Bölgesi'ndeki A9 kodlu suda ise en yüksek -15,91 mV olarak ölçülmüştür. Yıl boyunca yapılan analizlerde bütün sonuçlarda negatif değerler elde edilmiş olup, kaliteli bir suyun olduğuna işaret eder yani bu suyun paslandırıcı etkisinin olmadığını gösterir (Dinçer, 2014). Bu çalışmada analizi yapılan bütün suların oksidan özellikte olduğu söylenebilir. Yüzey sularıyla yapılan çalışmalar da ORP değeri ölçümüne dair çalışmalarda mevcuttur. Örneğin, Yıldız (2013) Giresun İli Göreli ilçesinde denize dökülen Gelevera Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama ORP değerini -95,1 mV, Dinçer'e (2014) göre Giresun İli Göreli ilçesinde denize dökülen Çanakçı Deresi'nde yapmış olduğu çalışmada ortalama ORP (Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli) değerini -94,18 mV olarak bulmuşlardır.

COND (İletkenlik)

Çalışılan sulardaki iletkenlik değerinin yıllık ortalaması 375,35 μS olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3). Suda iletkenlik tuzluluk, suyun yoğunluğu ve suyun içerdiği iyon sayısı ile doğrudan ilişkilidir (S. Cirik, Ş. Cirik, 2005). Yıllık ortalama değerin yüksek çıkması sularda çözülmüş madde miktarı ve iyon konsantrasyonunun zengin olduğunu düşündürür. Çevresel kirlilik sudaki madde miktarını arttırabilir ve iletkenlik değerini etkileyerek suyun kalitesini düşürür. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin kıta içi su kaynakları kalite standardına göre iletkenlik değeri $400 \mu\text{Scm}^{-1}$ 'den düşük olan sular yüksek kaliteli su grubuna girer. Çalışılan sular bu parametre açısından heterojenite göstermektedir. Ortalama açısından bakıldığında ise A1, A3, A9, A10 ve A12 kodlu sular bu parametre açısından II. sınıf su standartlarındadır. İletkenlik yeraltı ve yerüstü suları ile çalışmalarda önemli bir parametre olarak incelenmektedir. Örneğin, Aytekin ve Bayraktaroğlu (2017) Zonguldak ilinden topladıkları 49 doğal kaynak suyunda yaptıkları çalışmada iletkenlik değerini $35,13-1319 \mu\text{Scm}^{-1}$ arasında bulmuşlardır. Çetin (2017) Tunceli İl merkezi ve bazı ilçelerinde (Pertek, Ovacık, Çemişgezek, Hozat, Pülümür, Mazgirt, Nazımiye) yer alan 8 doğal kaynak sularında yaptığı çalışmada iletkenlik değerlerini $165,8-760 \mu\text{Scm}^{-1}$ arasında bulmuştur. Varol (2015) Dicle Baraj Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada iletkenlik değerlerini $230-353 \mu\text{Scm}^{-1}$ arasında bulmuştur.

TDS (Toplam Çözünmüş Madde Miktarı)

Yapılan analizler sonucunda 12 su kaynağı için toplam çözünmüş madde miktarının yıllık genel ortalama değeri 281,038 ppm şeklinde ölçülmüştür (Çizelge 4. 4 ve Şekil 4. 4). Toplam çözünmüş madde miktarı yağış ve sıcaklık başta olmak üzere kirlilik gibi birçok faktörden etkilenir. Toplam çözünmüş madde miktarının yüksek çıkması suda bulunan maddelerin varlığının işaretidir. Su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Ergene Havzasında endüstriyel işlem suyu olarak kullanılan yeraltı sularının özellikleri üzerine yapılan çalışmada toplam çözünmüş madde miktarı değerleri 125-620 mg/L olarak bulunmuştur (Kaykıoğlu, Ekmekyapar, 2005). Afyonkarahisar Akarçayı'nda yaptıkları çalışmada toplam çözünmüş madde miktarının değeri ise 701 ppm olarak bulunmuştur (Kıvrak ve diğerleri, 2012). Bu çalışmaya konu olan 12 su kaynağında TDS değerleri 1000 ppm'in altında olduğundan tatlı sular sınıfında yer almaktadır (Dinçer, 2014).

SALT (Tuzluluk)

Yapılan çalışmada su kaynaklarının tuzluluk değerlerinin yıl boyunca dalgalanma gösterdiği tespit edilmiştir. Kaynakların yıllık ortalama değeri 214,03 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 5 ve Şekil 4. 5). A8 kodlu su 145,87 ppm ile en düşük tuzluluk oranına sahipken A12 kodlu su 346,66 ppm ile en yüksek tuzluluk değerine sahiptir. Tuzluluk değeri başta yağış olmak üzere sıcaklık, suyun geçtiği kayaçlar ve diğer faktörlerden en çok etkilenir. Tepe ve Mutlu (2004), Harbiye (Hatay) kaynak suyunun fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada yıllık ortalama tuzluluk değerini 0,15 ppt olarak ölçmüşlerdir. Bulut ve Kubilay (2019) Eğirdir Gölü'nde (Isparta/Türkiye) yaptıkları çalışmada ortalama tuzluluk değerini 0,28 ppt olarak bulmuşlar.

Sıcaklık (°C)

Çalışılan suların sıcaklık derecesinin yaz aylarında diğer aylara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Üç bölgede 12 su kaynağı için yapılan analiz sonucunda yıllık ortalama sıcaklık değeri 16,58°C olarak ölçülmüştür (Çizelge 4. 6 ve Şekil 4. 6). Yeraltı suları yerüstü sularına göre mevsimsel sıcaklıktan daha az etkilenmekle birlikte kış aylarında en düşük sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Yerüstü sularında bu değer daha değişkendir ve suyun sıcaklığı yükseklik, iklim, bakı, enlem, suyun geçtiği arazinin jeolojik yapısı, günün saatine

göre değişim görülebilmektedir (S. Cirik, Ş. Cirik, 2005). Kıta içi su kaynakları kalitesi standardına göre çalışılan sular yüksek kaliteli su sınıfına girmektedir. Aytekin ve Bayraktaroğlu (2017) Zonguldak ilinden topladıkları 49 doğal kaynak suyunda yaptıkları çalışmada sıcaklık değerini 15,44-26,21°C arasında bulmuşlardır. Enas, Kadak ve Sönmez (2017) Germeçetepe Baraj Gölü'nde (Kastamonu- Daday) yaptıkları çalışmada sıcaklık değerlerini 1,07-24,5°C arasında bulmuşlardır. Kalıpcı, Cüce ve Toprak (2017) Damsa Barajında (Nevşehir) yaptıkları çalışmada mevsimsel ortalama sıcaklığı 22,5 °C olarak bulmuşlardır.

Debi (Flow)

Araştırılan 12 su kaynağının debileri mevsimsel değişim göstermekle birlikte toplamda yıllık ortalama bir dakika 164,41 litre su aktığı tespit edilmiştir (Çizelge 4. 7 ve Şekil 4. 7). Bu miktar bir saatte yaklaşık olarak 9 864,4 litre ve bir günde ise 236 750,4 litre su karşılık gelmektedir. TUİK (2016) belediye su istatistikî verilerine göre kişi başi günlük çekilen ortalama su miktarı 217 litre olarak hesaplanmıştır. Araştırılan bu sulardan yayla mevsiminde faydalanılırken yılın diğer aylarında sular heba olmaktadır. Hatay'ın bir ilçesi olan İskenderun su sıkıntısının yaşandığı bir coğrafyadadır ve küresel ısınmadan çok etkilen Akdeniz Bölgesi'ndedir. Yakın bir gelecekte suyun ulusal ve uluslararası stratejik değeri daha da artacaktır. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Ortadoğu bölgesi su açısından her geçen gün sıkıntı ile karşi karşıyadır. Bu nedenle içilebilir bölge sularının iyi değerlendirilmesi için eylem planı yapılmalıdır. Kıymaz, Karadavut ve Ertek (2016) Seyfe Gölü (Kırşehir) Havzası'nda kuyu suları üzerine yaptıkları çalışmada debi değerlerinin 47,14- 81 sL⁻¹ arasında olduğunu bulmuşlardır.

MINERALLER

Nitrat (NO₃⁻)

Uzun süre tüketildiğinde zehirlenmelere neden olacak bir mineraldir. Yapılan analizlerde Nitrat (NO₃⁻) değerleri en düşük A2 kodlu suda 0,5 ppm, en yüksek ise A10 kodlu suda 20 ppm ölçülmüştür (Çizelge 4. 8; Şekil 4. 8, Şekil 4. 9 ve Şekil 4.10). Tarımsal faaliyetler ve kanalizasyon atıkları kaynaklı nitrat formundaki çözünmüş azot yeraltı suyundaki en yaygın kirleticidir (Freeze ve Cherry, 1979). Bölgeler arasındaki nitrat değerlerinin farklı çıkması

bölgedeki yaylacılık faaliyetleri sonucunda tarımsal faaliyetlerde kullanılan azotlu gübrelerin yağmur ve sulama suyuyla yeraltı suyuna karışması ile ilgili olabilir. Su kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda önemli bir parametredir. Örneğin Nacar'ın (2014) Kahramanmaraş Türkoğlu-Orçan Bölgesi'nde yer alan içme sularında yapmış olduğu çalışmada nitrat değerleri 14,50-33,50 mg/L, Çetin'in (2017) Tunceli İl merkezi ile ilçelerinde yapmış olduğu çalışmada nitrat değerleri $< 0,001$ ile 0,679 mg/L olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada mineral değerleri araştırılan 8 su kaynağı nitrat ölçümleri kıta içi su kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde A2, A4, A5, A9, A12 kodlu sular I. Sınıf; A3, A11 kodlu sular II. Sınıf ve A10 kodlu su ise III. Sınıf olarak bulunmuştur.

Sodyum (Na)

Canlıların hücresel fonksiyonu açısından gerekli olan sodyum içilebilir suların önemli bir parametresidir. TSE-266'ya göre değer aralıkları 10-12 mg/L olarak verilmiştir. Yapılan analizlerde Sodyum (Na) değerleri en düşük A4 kodlu suda 3,03 ppm, en yüksek ise A10 kodlu suda 11,5 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 8; Şekil 4. 8, Şekil 4. 9 ve Şekil 4.10). Buna göre araştırılan 8 su kaynağı örneği sodyum miktarı açısından Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kriterlerine göre I. sınıf kalitede bulunmuştur. Araştırmalarda yeraltı sularında olduğu gibi yerüstü sularında da sodyum önemli bir parametredir. Örneğin, Tepe ve Mutlu (2004) Harbiye (Hatay) kaynak suyunun fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada yıllık ortalama sodyum miktarı 2,29 mg/L, Alpaslan, Karakaya, Gündüz ve Koçer (2017) Boztepe Recai Kutan Baraj Gölü'nde (Malatya) yaptıkları çalışmada sodyum değerlerini 13,3- 20,0 mg/L arasında, Kobya ve Yeşilkanat (2017) Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı doğal kaynak sularında yaptıkları çalışmada sodyum ortalama değerini 10 270 µg/L olarak bulmuşlardır.

Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum suyun sertliğinde belirleyici ve kemik gelişiminde etkili olan bir mineraldir. Yapılan analizlerde Kalsiyum (Ca) değerleri en düşük A4 kodlu suda 3,03 ppm, en yüksek ise A11 kodlu suda 81,0 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 8; Şekil 4. 8, Şekil 4. 9 ve Şekil 4.10). Araştırılan su örneklerindeki kalsiyum miktarı TS-266'ya göre maksimum kabul

edilen değer olan 100-200 mg/L'den daha düşük olduğu için içme suyu olarak tüketilebilir bulunmuştur. Araştırmalara konu olan kalsiyum minerali yeraltı sularında olduğu gibi yerüstü sularında sıklıkla çalışılır. Birici ve diğerleri (2017) Çoruh Nehri'ndeki (Bayburt) çalışmalarında ortalama kalsiyum değerini 68,66 mg/L, Şenel (2017) Antalya Boğaçayı'ndaki yaptığı çalışmada kalsiyum ortalaması 45,45 mg/L olarak bulmuşlardır. Çetin'in (2017) Tunceli İl merkezi ile ilçelerinde yapmış olduğu çalışmada kalsiyum değerleri 22,4- 102,6 mg/L olarak bulunmuştur.

Magnezyum (Mg)

Suyun sertleşmesine neden olan bir diğer element magnezyumdur. Birçok fizyolojik özelliği sayesinde canlı sağlığı üzerinde etkilidir. Yapılan analizlerde Magnezyum (Mg) değerleri en düşük A12 kodlu suda 4,39 ppm, en yüksek ise A9 kodlu suda 87,7 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 8; Şekil 4. 8, Şekil 4. 9 ve Şekil 4.10). İçme sularında TS-266'ya göre müsaade edilen magnezyum miktarı 50 mg/L, maksimum magnezyum miktarı ise 150 mg/L olmalıdır. Araştırılan 8 su kaynağının magnezyum değerleri kabul edilen maksimum miktar olan 150 mg/L'den daha az bulunmuştur. Gemci ve diğerleri (2014) Kahramanmaraş'taki Ayvalı yüzey suyu, Karasu ve Pınar kaynak sularında yaptıkları çalışmada toplam magnezyum değerleri (40, 68, 52) mg/L, . Çetin'in (2017) Tunceli İl merkezi ile ilçelerinde yapmış olduğu çalışmada magnezyum değerleri 1,94-70,04 mg/L olarak bulunmuştur. Bulut ve Kubilay (2019) Eğirdir Gölü'nde (Isparta/Türkiye) yaptıkları çalışmada ortalama magnezyum değerini 34,80 mg/L olarak bulmuşlar.

Florür (F⁻)

Flor, elektronegatifliği yüksek olup canlılarda toksik etki yapabilen bir mineraldir. Yapılan analizlerde Florür(F⁻) değerleri < 0,1 ile 0,2 ppm arasında değişmektedir. En yüksek değer A10 kodlu suda 0,2 ppm olarak ölçülmüştür (Çizelge 4. 8; Şekil 4. 8, Şekil 4. 9 ve Şekil 4.10). Bu sonuçlar izin verilen TS-266 içme suyu değerleri dâhilindedir. Gemci ve diğerleri (2014) Kahramanmaraş'taki Pınar kaynak suyunda yaptıkları çalışmada toplam florür değerini 4,60 mg/L, Van Çaldıran Ovası yüzey sularında yapılan araştırmada (Çaldıran ve Evciler örnekleme noktaları hariç) florür değerini 1,06-2,33 mg/L arasında bulmuştur (Aydın, 2017). Tuluk ve diğerleri (2017) ise Erzurum ili şebeke suları üzerine yaptıkları araştırmada florür değerini 0,10-0,20 mg/L arasında bulmuşlardır.

Klorür (Cl⁻)

Yapılan analizlerde Klorür(Cl⁻) değerleri en düşük A5 kodlu suda 4,88 ppm, en yüksek ise A9 kodlu suda 16,4 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 8; Şekil 4. 8, Şekil 4. 9 ve Şekil 4.10). Araştırmacılara göre klorür doğal sularda 30 mgL⁻¹'ye kadar bulunabilir. Yapılan çalışmada klorür ölçüm sonuçları içme suyu standartları açısından ve kıta içi su kalite kriterlerine göre uygun olduğu bulunmuştur. Çelik (2018) Aksaray ili yerüstü içme suyu kaynaklarında yaptığı çalışmada klorür değerini 15,42-77,14 mg/L arasında bulmuştur. Ağaoğlu ve diğerleri (1999), Van yöresinde bulunan kaynak sularında yaptıkları araştırmada klorür değerini 34,10 mg/L, Varol ve Şekerci (2018) Antalya Korkuteli ilçe merkezi su kaynaklarının su kalite indeks yöntemi yaptıkları çalışmada ortalama klorür değerini 8,73 mg/L olarak bulmuşlardır.

Çinko (Zn)

Yapılan analizlerde Çinko (Zn) değerlerinin hepsi <0,01 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 8; Şekil 4. 8, Şekil 4. 9 ve Şekil 4.10). Dünya Sağlık Örgütü çinko için içme sularında 20 mg/L'ye kadar seviyede tüketimin sağlık açısından tehlikeli olmadığını savunmaktadırlar. İncelenen bütün sulardaki elde edilen değerler sağlık açısından kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Benzer şekilde Gemci ve diğerleri (2014) Kahramanmaraş'taki Pınar kaynak suyunda yaptıkları çalışmada toplam çinko değerini 0,017 mg/L, Şenel (2017) Antalya Boğaçayı'ndaki yaptığı çalışmada çinko ortalaması 0,4 mg/L, Kobyay ve Yeşilkanat (2017) Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı doğal kaynak sularında yaptıkları çalışmada çinko ortalamasını 90 µg/L olarak bulmuşlardır.

Demir (Fe)

Bağışıklık sistemimiz ve sağlığımız açısından önemli olan demiri içtiğimiz sular ve gıdalarla almamız gerekir. Bu çalışmada araştırılan su örneklerinde demir değerleri en düşük A2 ve A4 kodlu suda 0,06 ppm, en yüksek ise A3 kodlu suda 0,1 ppm olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 8; Şekil 4. 8, Şekil 4. 9 ve Şekil 4.10). Bu değerler TS-266'nın verdiği 0,05-0,2 mg/l kabul edilebilir değerleri arasındadır. Gemci ve diğerleri (2014) Kahramanmaraş'taki Pınar kaynak sularında yaptıkları çalışmada toplam demir değerini 0,02 mg/L, Şenel (2017) ise Antalya Boğaçayı'ndaki yaptığı çalışmada demir ortalaması 0,3315 mg/L, Kobyay ve Yeşilkanat

(2017), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı doğal kaynak sularında yaptıkları çalışmada demir ortalamasını 89 µg/L olarak bulmuşlardır.

21. Yüzyılda artan nüfus ve suya olan bağımlılığın artışına karşın su kaynaklarının tükenmesi ve kirlenmesi günümüzün en önemli sorunlarından biridir. Su bütün canlılar gibi insan hayatı, çevresel sürdürülebilirlik ve bir ülkenin kalkınması açısından önemli stratejik bir değerdir. Bu nedenle su birçok parametreleri açısından incelenir (Oyem, Oyem ve Ezeweali, 2014). Türkiye'nin bulunduğu coğrafyada daha şimdiden su kıtlığının yaşandığı ve yakın gelecekte de bu sorunun katlanarak artacağı tahmin edilmektedir. Küresel ısınmanın giderek etkisini artırdığı son yıllarda mevcut su kaynaklarının daha da etkin kullanılması bir zorunluluktur (Çakmak ve Gökalp, 2011).

Türkiye'de su kaynaklarının mevcut durumuna yönelik yapılan çalışmalar çoğunlukla nehir, göl vb. yüzeysel sulara yönelik olmakla birlikte nüfusun önemli bir kısmının su ihtiyacının yeraltı sularından temin edildiği bildirilmektedir. 2016 yılında içme ve kullanma amaçlı şebeke ile dağıtılan suyun 5 838 561 000 m³ olduğu ve bunun % 56,1'inin yüzeysel su kaynaklarından, % 43,9'unun ise yeraltı sularından karşılandığı bildirilmiştir. Hatta bazı illerde bu oranın % 100 olduğu rapor edilmiştir (TÜİK, 2016; TÜİK, 2018).

Günümüzde yeraltı sularının da hava kirliliği ve farklı nedenlerle oluşan toprak kirliliği ile kirlendiğine dair birçok çalışma mevcuttur ve maalesef yeraltı sularının kirlenmesinin takibi zordur. Bu duruma Kütahya'daki yeraltı sularında tespit edilen bor ve arsenik kirliliği örnek olarak gösterilebilir (Ünlü, Bilen ve Gür, 2011). Yapılan başka bir çalışmada ise İzmir'deki kuyu sularında tespit edilen arsenik oranı Dünya Sağlık Örgütü, Çevre Koruma Ajansı ve Türkiye'de yayımlanan yönetmeliklerin belirlediği rakamların üzerinde çıkmış ve bu kuyular kapatılmıştır (Başkan ve Pala, 2009).

Sağlık açısından içilen ve kullanılan suyun fiziksel, kimyasal içeriği ve kalitesi çok önemlidir (WHO, 2011; Yılmaz ve Koç, 2014). Bu durum Türkiye'nin yeraltı sularının stratejik önemini daha da artırmaktadır (Körbalta, 2019). Suyun güvenliği ve sağlıklı sürdürülebilirliği günümüzde çok daha önem kazanmıştır (Aydın, Ünal, Duman, Çiçek ve Türkoğlu, 2017). Bütün bu nedenler, bu çalışmanın konusunun belirlenmesine neden olmuş ve bu konuya dikkat çekilmek istenmiştir. İmkânlar dâhilinde çalışılan 12 yeraltı suyunun bazı kimyasal ve fiziksel parametreleri yıl boyunca aylık olarak takip edilmiş ve bu yeraltı

sularının mevcut durumunun tespiti ilk defa yapılmıştır. Bir yıllık arazi çalışması zaman zaman kış koşullarında ve engebeli zor ulaşılır arazi imkânlarına rağmen tamamlanabilmiştir. Ayrıca mobil ölçüm cihazı ve mineral analizleri için gereken proje desteği bulunamamış ve kendi imkânlarımız zorlanarak çalışma yapılmıştır. Yakın gelecekte gerekli desteğin temin edilebilmesi durumunda çalışılan alan ve yakın yeraltı su kaynaklarının duyuşal testler dâhil geniş çaplı araştırılması planlanmaktadır. Çünkü gelecekte Türkiye’de yeraltı suları ile ilgili eylem planları yapılabilmesi için, daha da geliştirilmiş benzer çalışma verilerine ihtiyaç olduğu açıktır.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Geniş akarsu ağına sahip olan ülkemizde, yer şekillerine bağlı olarak su kaynaklarını kontrol etmekte zorluk yaşanacağı ve yağışların son yıllarda düzensizleşmesi gibi nedenlere bağlı olarak gelecek yıllarda su kıtlığının çekilebileceği düşünülmektedir. Su kıtlığı yeryüzünde kaçınılmaz bir sorun haline gelirken, bütün canlı yaşamı için hayati öneme sahip olan su kaynakları son yıllarda antropojenik kaynaklı büyük bir tehdit altındadır. Kaliteli temiz ve tatlı suya ulaşım tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de gün geçtikçe zor hale gelmektedir. Şehirlerin metropolleşmesi, artan nüfusun ihtiyacını karşılama ve daha çok kar etme isteği sonucu tarımda yoğun kimyasal kullanımı, sanayi atıklarının dönüştürülmesindeki aksaklıklar ve doğaya salınımı, yerüstü sularını olduğu gibi yeraltı sularını da kirletmektedir. Bütün bu nedenler aşağıda verilen önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır.

1- Araştırılan 12 su kaynağı için elde edilen değerler şöyledir: pH: 7,55 (bazik); ORP: -37,72 mV; COND: 375,35 μ S; TDS: 281,38 ppm; SALT: 214,03 ppm; sıcaklık: 16,58°C; debi: 164,41 L/dak. bu değerler açısından bütün su kaynaklarının içilebilir su değerleri dahilinde olması sevindiricidir.

2- Mineral ölçümleri için seçilen 8 su kaynağında sodyum, kalsiyum, magnezyum, florür, demir, çinko ve klorür değerleri içilebilir su kalitesi standartları dâhilinde bulunmuştur. Ancak bu çalışmada araştırılan 8 su kaynağı nitrat ölçümleri kıta içi su kalite kriterlerine göre sınıflandırılmasında A2, A4, A5, A9, A12 kodlu sular I. Sınıf; A3, A11 kodlu sular II. Sınıf ve A10 kodlu su ise III. Sınıf olarak bulunması dikkat çekicidir. Bu sonuçlar antropojenik kirliliği işaret eden ipuçları olarak bölgede yapılaşma ve tarımsal faaliyetlerin halk sağlığı açısından dikkatle izlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

3- Mevcut su kaynakları potansiyeli ve 21. Yüzyılda değişen koşullar göz önüne alındığında, başta yeraltı suları olmak üzere su kaynaklarının geleceği konusunda detaylı bir ulusal su eylem planlama çalışmasının ivedilikle yapılması gerekir.

4- Başta bütün çevre olmak üzere, su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi ve suların sürdürülebilirliği konusu ile ilgili çalışma ve projelerin teşvik edilmeli ve desteklenmelidir.

5- Su kaynaklarının mevcut durumunun tespiti, mikrobiyolojik ve kirlilik ile ilgili parametreler açısından rutin kontrolünün yapılması gerekir.

6- Mevcut su mevzuatlarının yeniden gözden geçirilmesi ve değişen günümüz koşullarına göre yeniden düzenlenmesi yapılmalıdır.

Özetlemek gerekirse sağlıklı, güvenli ve kaliteli içme suyu temini için, su kaynaklarının kullanımı stratejisi doğadaki döngüsü açısından bütünsel bir yaklaşımla ele alınmalı, içme sularındaki potansiyel kirleticiler ayrıntılı olarak incelenmeli ve içme suları kalitesi açısından kapsamlı bir bakış açısıyla değerlendirilmelidir.



KAYNAKLAR

- Acar, G., (2011). Emet (Kütahya) Civarı Yeraltı Sularının Kalitesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Dumlupınar Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.
- Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S., & Dede, S. (1999). Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar. *Van Tıp Dergisi*, 6(2), 30-33.
- Akın, M., & Akın, G. (2007). Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47(2), 105-118.
- Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Gökalp, Z. (2010). Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 67-74.
- Algül, F., & Beyhan, M. (2018). Bafa Gölü Sediment Ve Su Kalitesinin Ağır Metaller Bakımından Değerlendirilmesi. *Bilge International Journal Of Science And Technology Research*, 128.
- Alpaslan, K., Karakaya, G., Gündüz, F., & Koçer, M. A. T. (2017). Boztepe Recai Kutun Baraj Gölü Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 22-29.
- Alver, A., & Baştürk, E. (2019). Karasu Nehri Su Kalitesinin Farklı Su Kalitesi İndeksleri Açısından Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 488-497.
- Anonymous, (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- APHA, AWWA, WPCF, (1998). Standart methods for the examination of water and wastewater, 19th edition, *American public health association*, Washington DC.
- Arslan, H. (2015). *Pestisit Sinerjisinin; Gökkuşuğu Alabalıklarında (Oncorhynchus Mykiss) Yüzme Performansı, Biyokimyasal Hematolojik, Histopatolojik Ve Genotoksik Etkilerinin Araştırılması* (Doctoral Dissertation).
- Atabey, E., (2005). Tıbbi jeoloji. *Jeoloji mühendisleri odası yayınları*, Ankara.
- Aydın, O., Ünal, Ü. E., Duman, N., Çiçek, İ., & Türkoğlu, N. (2017). Türkiye’de su kirliliğinin mekânsal ölçekte değerlendirilmesi.

- Aydın, F. (2017). Van Çaldıran Ovası Yüzey Sularının İçme ve Sulama Suyu Açısından İncelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 171-179.
- Aygençel, G. (2014). Arter kan gazlarının yorumlanması. *Türk Kardiyol Dern Arş*, 42(2), 195.
- Aytekin, H., & Bayraktaroğlu, N. (2017). An investigation on the quality of natural spring waters in Zonguldak province (Turkey). *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(2), 485-490.
- Barlas, M., İkiel, C. ve Özdemir, N., (1995). Gökova Körfezi'ndeki Akarsu Kaynaklarının Fiziksel ve Kimyasal Açısından İncelenmesi. Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu, 14-16 Haziran 1995, Erzurum, 704-712.
- Başkan, M. B., & Pala, A. (2009). Determination of arsenic removal efficiency by ferric ions using response surface methodology. *Journal of Hazardous materials*, 166(2-3), 796-801.
- Baytaşoğlu, H., & Bülent, Ş. E. N. (2015). Keban Baraj Gölü'ne dökülen Haringet Çayı'nın su kalite özelliği üzerine bir araştırma. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 27(2), 17-28.
- Berg, C. (2015). Drivers of non-revenue water: A cross-national analysis. *Utilities Policy*, 36, 71-78.
- Birici, N., Karakaya, G., Şeker, T., Küçükylmaz, M., Balcı, M., Özbey, N., & Güneş, M. (2017). Evaluation of Coruh River (Bayburt) Water Quality in Accord With Water Pollution Control Regulation. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(1), 54-64.
- Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişim Raporu, (2015). <https://www.suhakki.org/wp-content/uploads/2015/08/BM-Su2015-ozet-web.pdf> (Erişim Tarihi:07.05.2019).
- Boyd, C.E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Auburn Universty. pp. 482, Alabama Agricultural Experiment Station.
- Breach, B., (2012). *Drinking Water Quality Management from Catchment to Consumer: A Practical Guide for Utilities Based on Water Safety Plans*, IWA Publishing, UK.
- Bulut, C., & Kubilay, A. (2019). Eğirdir Gölü (Isparta/Türkiye) su kalitesinin mevsimsel değişimi. *Su Ürünleri Dergisi*, 36(1), 13-23.
- Burak, S., Duranyıldız, İ., Yetiş, Ü. (1997). *Ulusal Çevre Eylem Planı: Su Kaynaklarının Yönetimi*. Odak Noktası Kuruluş: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.

- Causape, J., Quilez, D. and Aragues, R. (2004). Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level I.Irrigation quality. *Agricultural Water Management*, 70:195-209.
- Cemek, H. A. M. G. B., & Demir, Y. (2007). Bafra Ovası yeraltı suyu kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2), 219-226.
- Cirik, S., Cirik, Ş. (2005). *Limnoloji (Ders Kitabı)*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayınları, No:21, 166 s. İzmir.
- Coğrafya Bilimi, (2019). <http://cografyabilimi.net/yeralti-sularinin-tanimi-ve-olusumlari/>(Erişim Tarihi:06.05.2019).
- Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2011). İklim değişikliği ve etkin su kullanımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 87-95.
- Çelebi, A., Şengörür, B., Klove, B., “Seasonal and Spatial Variations of Metals in Melen Watershed Groundwater,Turkey”, *Clean Soil Air Water*, 43:739-745.(2015).
- Çelik, F. G. (2018). Karasu ve Melendiz çaylarının içme suyu kaynağı olarak değerlendirilmesi (Master's thesis, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çetin, Ç., (2017). Tunceli bölgesindeki bazı doğal su kaynaklarından alınan su örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler açısından değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Munzur Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tunceli.
- Çiçek, A., Esengül, K. Ö. S. E., Emiroğlu, Ö., Tokatlı, C., Sadi, A. K. S. U., & Şahin, M. (2018). Sarısu Deresi (Eskişehir) Su Kalitesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 11(2), 27-29.
- Davraz, A., & Çakmak, M. (2019). Yarışlı Gölü (Burdur) Sulak Alanının Hidrojeoloji ve Hidrojeokimyasal İncelemesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 102-115.
- Demirer, A., (1995). Su hijyeni. Teksir, A.Ü., Veteriner Fakültesi, Ankara.
- Demirtaş, H., (2015). İnsani tüketim amaçlı sularda membran filtrasyon yöntemi ile mikrobiyolojik analizler *Sempozyumu*, Ankara.
- Dinçer, S., (2014). Çanakçı deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun.

- Dönderici, Z. S., Dönderici, A., & Başarı, F. (2010). Kaynak Sularının Fiziksel Ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma. *Türk Hijyen Ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 167.
- DSİ, (2013). <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (Erişim Tarihi: 20.04.2019).
- DSİ, (2015). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları.
- DSİ,(2017). Hatay İli 2016 Çevre Durum Raporu. (Erişim Tarihi: 21.04.2019).
- DPT(2001): VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı-Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi ÖİK Raporu, IBSN 975.19.2638-6, Ankara.
- DPT.(2007). *Dokuzuncu Kalkına Planı, Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi. Ankara: DPT.*
- Ekolojist.net, (2019). <http://ekolojist.net/iklim-degisikliginin-su-kaynaklarina-etkisi/>(Erişim Tarihi : 07.05.2019).
- Egemen, Ö., Sunlu, U., (1996). Su kalitesi. Ege üniversitesi yayın evi, İzmir,153 s.
- Enas, A. T. E. A., Kadak, A. E., & Sönmez, A. Y. (2017). Germeçtepe Baraj Gölünün (Kastamonu-Daday) Bazı Fiziko-Kimyasal Su Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. *Alınleri Zirai Bilimler Dergisi*, 32(1), 55-68.
- Erdoğan, Ö. (2016). Köprüçay Nehri Nehirağzı Bölgesinin Bazı Su Kalitesi Paremetrelerinin İncelenmesi. *Yalvaç Akademi Dergisi*, 1(1), 58-66.
- Erguvanlı, K., Yüzer, E., (1987). Yer altı suları jeolojisi, 3.baskı, İTÜ, Maden Fakültesi, Yayın no:23, İstanbul.
- Eroğlu, V., (2008). Su Tasfiyesi, *Başak Matbaacılık*, Ankara, s.1-5, s.9-13, s.61-62, s.73-76.
- Finkelman, R.B., Skinner, H.C.W., Plumlee, G.S., Bunnell, J.E., (2001). *Medical geology*, Geotimes, Universty of Texas at Dallas, USA.
- Food and Agriculture Organisation (FAO) and UNESCO-WWAP (2003). Agriculture, Food and Water: *A contribution to the World Water Development Report*, 9-16.
- Freeze, R. A, ve Cherry, J. A, (1979). Groundwater, Prentice-Hall (Tercümesi: Yer altı Suyu,Kayabalı, K., 2003), Gazi Kitabevi, Ankara.

- Gemci, E., Akarsu, S., Zıba, C. A., & Dolaz, M. (2014). Kahramanmaraş'taki Ayvalı Yüzey Suyu, Pınarbaşı ve Karasu Kaynaklarının İçme Suyu Kalitesinin Araştırılması.
- Girişen, F., (2018). Kaman (Kırşehir) Güneyinde Bulunan Yeraltı Sularının Arsenik Kirliliği Açısından İncelenmesi *Yüksek Lisans Tezi*. Karabük Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı. Karabük.
- Gleick, P.H. (2010). "Climate change, exponential curves, water resources, and unprecedented threats to humanity." *Climatic Change*, Vol. 100, No. 1. doi: 10.1007/s10584-010-9831-8.
- Gölbaşı, S., & Şen, B. (2019). Atatürk Baraj Gölü'ne dökülen Kahta Çayı'nın (Adıyaman) su kalitesi. *Su Ürünleri Dergisi*, 36(4), 1-1.
- Gray, N.F. (2008). *Drinking Water Quality – Problems and Solutions*. (2nd edition). New York: Cambridge University Press.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. (1997). *Su kirliliği*. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, Birinci baskı, ISBN 975-7572-60-8, 92 s, Ankara.
- Güngör, B. (2019). *Afyonkarahisar Çay Eber Gölü'nün Su Kalite Değerlerinin ve Kirlilik Etmenlerinin Araştırılarak Online Veritabanı Oluşturulması* (Master's thesis).
- Gürsakal, H., (2007). "İçmesuyu Arıtma Tesisleri Yapımında Proje Yönetimi", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- İskenderun Kaymakamlığı, (2019). <http://www.iskenderun.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 08.05.2019).
- Kalıpcı, E., Hüseyin, C. Ü. C. E., & Toprak, S. (2017). Damsa Barajı (Nevşehir) yüzey suyu kalitesinin coğrafi bilgi sistemi ile mekansal analizi. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 7(1), 312-319.
- Kalkınma Bakanlığı, 2014a, "Onuncu Kalkınma Planı (2014 – 2018) Özel İhtisas Komisyon Raporları: Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği", ISBN 978-605-4667-82-6, Ankara.
- Kalyoncu H., Barlas M., Ertan Ö. O., (2009). Aksu Çayı'nın Su Kalitesinin Biotik indeklere (diyatomlara ve omurgasızlara göre) ve Fizikokimyasal Parametrelere Göre İncelenmesi, Organizmaların Su Kalitesi ile İlişkileri. *Tübav Bilim Dergisi*, 2(1), 46-57.
- Karakaya D. ve Toprak Z.F.(2018), İçme Suyu Şebekelerindeki Su Kayıplarının Algoritması Kullanılarak Sınıflandırılması, *Su Kaynakları*, 3, (2) 22-30.

- Karaoğlu, M.H., (2001). Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesindeki kaynak sularının kimyasal incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, M.Ü., Muğla.
- Kasaka, E. (2015). Büyük Lota Gölü (Hafik/SİVAS)'nın fitoplankton toplulukları ve su kalitesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 36(2), 51-62.
- Kayhan, F. E., Kaymak, G., Tartar, Ş., Akbulut, C., Esmer, H. E., & Ertuğ, N. D. Y. (2015). Küresel ısınmanın balıklar ve deniz ekosistemleri üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 31(3), 128-134.
- Kaykıoğlu, G., & Ekmekyapar, F. (2005). Ergene Havzasında Endüstriyel İşlem Suyu Olarak Kullanılan Yeraltı Sularının Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 85-91.
- Kıvrak, E., Uygun, A., Kalyoncu, H. 2012. Akarçay'ın (Afyonkarahisar, Türkiye) Su Kalitesini Değerlendirmek için Diyatome İndekslerinin Kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 12, 021003 (27- 38).
- Kıymaz, S., Karadavut, U., & Ertek, A. (2016). Seyfe gölü havzası yeraltı suyu kalitesinin zamana göre değişimin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 21-31.
- Kobyay, Y., & Yeşilkanat, C. M. (2017). Doğu Karadeniz Bölgesindeki bazı doğal kaynak sularının elemental analizi ve haritalandırılması ile çevre ve insan sağlığına etkilerinin araştırılması. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1), 28-38.
- Korkut, R. N.,(2009). Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) Arasındaki Bölgedeki Yeraltı Sularında Nitrat Ve Nitrit Kirliliğinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Mersin.
- Körbalta, H. (2019). Türkiye’de Yerel Su Güvenliği. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 55-84.
- Kutlu, B., & Tepe, R. (2019). Karkamış baraj gölü (Gaziantep) su kalitesinin incelenmesi.
- Langford, M. (2005). The United Nations concept of water as a human right: a new paradigm for old problems?. *International Journal of Water Resources Development*, 21(2), 273-282.
- Mansuroğlu, S. (2004). Kentleşmeden kaynaklanan çevre sorunlarının yeraltı sularına etkileri. 1. Yeraltısuları Ulusal Sempozyumu. sf. 323-331. Konya.

- Muluk, Ç., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, Mehmet A., Balkız, Ö.,Gümrükçü, S., Sarıgül, G.ve Zeydanlı, U. (2016). Türkiye’de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar. *Çevresel Perspektif*, 8,9, 10-34, 25.
- Muslu, V. Ahmet. (2015). Dünya’da Ve Türkiye’de Suyun Fiyatlandırılması ,Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi.
- Nacar, H. S.,(2014). Kahramanmaraş Türkoğlu Orçan Bölgesi İçme Sularının Kalitesinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı. Kahramanmaraş.
- Oğur, R., (2005). Hing nitrate intake impairs liver functions and morphology in rats; protective effects of alfa-tocopherol. *Environmental toxicology and pharmacology*.
- Oyem, HH., Oyem, IM, Ezeweali, D. (2014). Temperature, pH, Electrical Conductivity, Total Dissolved Solids and Chemical Oxygen Demand of Groundwater in Boji-BojiAghor/Owa Area and Immediate Suburbs. *Res. J. Environ. Sci.*, 8: 444-450.
- Özer, Ç., & Köklü, R. (2019). Aşağı Sakarya Nehri Su Kalitesinin Sulama Suyu Açısından Değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), 1-10.
- Özulukale, S.,(2010). Fırat Üniversitesi (Elazığ) Kampüs Alanındaki Yeraltı Suyu Kimyası Ve Kalitesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Fırat Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Elazığ.
- Pillot, J., Catel, L., Renaud, E., Augeard, B., & Roux, P. (2016). Up to what point is loss reduction environmentally friendly?: The LCA of loss reduction scenarios in drinking water networks. *Water research*, 104, 231-241.
- Resmi Gazete, T. 31.12.2004, S. 25687. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Çevre Kanunu 8 ve 11 inci maddeleri ile 01.05.2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanununun 9 uncu maddesine dayanılarak hazırlanmıştır (Erişim Tarihi: 08.08.2019).
- Resmi gazete,2005. <https://www.saglik.gov.tr/TR,10473/insani-tuketim-amacli-sular-hakkinda-yonetmelik.html> (Erişim Tarihi: 08.08.2019).
- Sağın, M. B., & Dursun, Ş. E. N. (2018). Kabalar Göleti (Kastamonu)’nin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 30(2), 37-43.

- Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, U., Smedley, P., (2005). Essentials of Medical Geology. Amsterdam, *Elsevier*, 263- 296.
- Sevindi. (2005). Kazakistan ve Su kaynakları Yönetimi. www.sevindi.com. Ağustos 2005, (Erişim Tarihi: 07.05.2019).
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan ,G. & Aras, M.S. (2008). Sular Bilgisi Kitabı, Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No: 1258, Fen Bilimleri: 64, Ankara, 201 s.
- Şahan, A., Özütok, S., & Çevik, F. (2017). Ceyhan Nehri (Adana-Türkiye)'nin farklı bölgelerinden yakalanan Afrika kedi balığı (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)'nda su kalitesinin bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi Assessment of pollution indicator some hematological biomarkers in African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) living in the Ceyhan River. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4), 375-382.
- Şahin, Ü., & Kurnaz, L. (2014). İklim değişikliği ve kuraklık. *İstanbul Politikalar Merkezi, Kuraklık Raporu, İstanbul*.
- Şahin, M. (2018). Porsuk Çayı'nın su kalite indekslerine göre değerlendirilmesi ve baraj gölü trofik seviyesinin belirlenmesi.
- Şen, B. ve Canpolat, Ö., Elazığ İlinin Su Potansiyeli ve Su Tüketimi, Su Tüketimi Artıma Yeniden Kullanım Sempozyumu, Eylül 2008, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 65-75.
- Şenel, M. S., (Kasım 2017). Antalya Boğaçayı'nda Kirlilik Düzeyi ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı , Antalya.
- Şengül, F., & Türkman, A. (1998). Su ve Atıksu Analizleri. Türkiye Mimarlar ve Mühendisler Odası Birliği Çevre Mühendisleri Odası, İzmir, 151 p. In *Turkish with English Abstract*.
- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö. ve Topkara, S. (2010). Ulugöl (Ordu)'ün bazı fizikokimyasal özellikleri. *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(3): 254-263.
- Tepe, Y., & Mutlu, E. (2004). Hatay Harbiye Kaynak Suyu'nun fizikokimyasal özellikleri. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (006), 77-88.
- Tigrek, S., & Kibaroglu, A. (2011). Strategic role of water resources for Turkey. In *Turkey's Water Policy* (pp. 27-42). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Toprak ZF, Songur M, Hamidi N, and Gulsever H (2012), Determination of Losses in Water-Networks Using a New Fuzzy Technique (SMRGT), *AWERProcedia Information Technology & Computer Science*, Vol 03 (2013) 833-840.
- Tuluk, B., Orhan, F. K., & Kaşalı, K. (2017). Erzurum ili şebeke sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kaliteleri üzerine bir araştırma. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*, 24(1).
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2016). Belediye Su İstatistikleri Veritabanı, Ankara.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2018). Belediye Su İstatistikleri Veritabanı, Ankara.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2019). <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> (Erişim Tarihi: 07.05.2019).
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 26-37.
- Ünlü, M. İ., Bilen, M., & Metin, G. Ü. R. Ü. (2011). Kütahya-Emet Bölgesi Yeraltı Sularında Bor ve Arsenik Kirliliğinin Araştırılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26(4).
- Ünlü, A., (1994). Yeraltı suyu Kirliliği ve Kontrolü. Elazığ Bölgesi ve Yakın Çevresinin Su Sorunları, Panel, F.Ü. Yayın No. 39, 54-71s, Elazığ.
- Varol, M. (2015). Dicle Baraj Gölü Su Kalitesinin Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne Göre Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 85-91.
- Varol, S., & Şekerci, M. (2018). Korkuteli ilçe merkezi (antalya) su kaynaklarının su kalite indeksi (WQI) yöntemi ile değerlendirmesi. *Mühendislik bilimleri ve tasarım dergisi*, 6(1), 74-86.
- World Health Organization, (2006). Guidelines for drinking-water quality, 3. baskı.
- World Health Organization-WHO. (2011). *Guidelines for Drinking Water Quality*. 4th edn. Geneva: World Health Organization.
- WWF (2012). Living Planet Report.
- Yetiş, R., Atasoy, A. D., Demir Yetiş, A., & Yeşilnacar, M. I. (2018). Balıklıgöl Havzası Su Kaynaklarının Nitrat ve Nitrit Seviyelerinin Belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(1), 47-54.

- Yıldırım Sönmez, F. (2016). *Karmuç çayı su kalitesinin izlenmesi* (Doctoral dissertation, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yıldız, İ., Haziran 2013. Gelevera deresi su kalitesi ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Giresun Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun.
- Yılmaz, E., Koç, C. (2014). Physically and chemically evaluation for the water quality criteria in a farm on Akçay. *J. Water Resource Prot.* 6:63-67.
- Yiğit, E.,(2016). Gezin (Elazığ) Beldesi Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal İncelemesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Fırat Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Yurteri, C., Şimşek,Ş., “Savcılı-Büyükoba (Kırşehir-Kaman) Sıcak ve Mineralli Su Kaynağının Hidrojeokimyasal İncelenmesi”, *Ullusal Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu*, (2015).
- Zeydan, Ö., Özdoğan, N., Taştepe, Ş. P., & Demirtaş, D. (2019). Kozlu Deresinde (Zonguldak) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), 1-11.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SERT, Çetin
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 10.04.1979, Hassa
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 0 (531) 594 44 32
 e-mail : cetin.sert@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Su Ürünleri Temel Bilimleri	2019
Lisans	Mustafa Kemal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi,	2002
Önlisans	Mustafa Kemal Üniversitesi (HMYO Bilgisayar Tek.)	2015
Lise	Hassa Lisesi (Fen Bilimleri)	1996

İş Deneyimi

Yıl : 2002 - 2018
 Yer : Hassa Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı çeşitli ilköğretim ve ortaöğretim okullarında Fen Bilimleri ve Biyoloji öğretmenliği yaptı.

Yabancı Dil : İngilizce

DİZİN

A	M
Akçay Bölgesi, iv, vii, 22, 54	Magnezyum, i, ix, 37, 38, 57, 63
Amanos Dağları, i, 3, 14, 22, 58	
B	N
Bekbele Bölgesi, iv, vii, 24, 55, 59	Nitrat, i, ix, 10, 36, 38, 57, 61, 74, 76
Ç	O
Çinko, i, ix, 10, 37, 38, 57, 64	Oksidasyon indirgenme potansiyeli, 32
D	S
Debi, v, 34, 51, 61	Sakıt Bölgesi, iv, vii, 26, 56, 59
demir, i, 37, 58, 64, 67	sıcaklık, i, vi, vii, 10, 16, 18, 21, 30, 34, 48, 49, 50, 58, 60, 67
F	Sodyum, i, ix, 10, 36, 38, 57, 62
Flor, ix, 36, 57, 63	Su kalitesi, 7, 8, 72
H	T
Hidrojen potansiyeli, ix, 31	Toplam çözünmüş katı madde, 33
İ	tuzluluk, i, 16, 30, 34, 48, 58, 59, 60
iletkenlik, i, 18, 30, 32, 58, 59	Y
İskenderun İlçesi, 3, 22	Yeraltı suları, 2, 9, 11, 60
K	
kalsiyum, i, 18, 35, 37, 58, 63, 67	
Klorür, i, 10, 35, 38, 58, 64	



TEKNOVERSITE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

