



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BOĞAZKÖY BARAJI HİDROLOJİK HAVZASI'NIN SU KALİTESİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ufuk GÜNDAY

Doç. Dr. Ayşe ELMACI
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2016

TEZ ONAYI

Ufuk GÜNDAY tarafından hazırlanan “Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası'nın Su Kalitesinin Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Ayşe ELMACI

Asil Üye : Doç. Dr. Ayşe ELMACI İmza
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık
Fakültesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Asil Üye : Doç. Dr. Taner YONAR İmza
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık
Fakültesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Asil Üye : Yrd. Doç. Dr. Aşkın BİRGÜL İmza
Bursa Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri
Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi Çevre
Mühendisliği Bölümü

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ali Osman DEMİR
Enstitü Müdürü
.../.../... (Tarih)

Bilimsel Etik Bildirim Sayfası

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

26.07.2016

Ufuk GÜNDAY

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BOĞAZKÖY BARAJI HİDROLOJİK HAVZASI'NIN SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ufuk GÜNDAY

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ayşe ELMACI

Bu çalışmada; Bursa ili İnegöl ilçesi sınırlarında yer alan Boğazköy Barajı'nın hidrolojik havzasındaki su kaynaklarının incelenmesi ve bu kaynakların su kalite sınıflarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda; havzada belirlenen yedi noktadan farklı zamanlarda olmak üzere toplam dört kez numuneler alınmıştır. Alınan numunelerde Sıcaklık (T), pH, Çözünmüş Oksijen (ÇO), Elektriksel İletkenlik (Eİ), Klorür (Cl⁻), Florür (F⁻), Sülfat (SO₄⁻), Sodyum (Na⁺), Potasyum (K⁺), Kalsiyum (Ca⁺⁺), Magnezyum (Mg⁺⁺), Toplam Sertlik (TS), Karbonat (CO₃⁻), Bikarbonat (HCO₃⁻), Nitrit (NO₂⁻), Nitrat (NO₃⁻), Amonyum (NH₄⁺), Orto-fosfat (o-PO₄⁻³), Toplam Fosfor (TP), Permanganat İndeksi (PI), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Bor (B), Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR), Toplam Alkalinite (TA), Toplam Çözünmüş Madde (TÇM), Askıda Katı Madde (AKM) analizleri yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'nde yer alan parametreler dikkate alınarak değerlendirildiğinde; K-16 istasyonunun II. sınıf, K-2, K-6, K-8 ve K-15 istasyonlarının III. sınıf, K-9 ve K-10 istasyonlarının ise IV. sınıf kalitede olduğu belirlenmiştir. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği'ne göre sulama suyu kalitesi açısından değerlendirme yapıldığında ise; yüzey sulaması durumunda K-16 istasyonunun II. sınıf, diğer istasyonların III. sınıf, damlatmalı sulama açısından ise, K-10 istasyonunun III. sınıf, diğer istasyonların II. sınıf kalitede olduğu görülmektedir. Havzadaki su kaynaklarının bir kısmının su kalitesi açısından iyi durumda olmadığı, bir kısmının ise nispeten temiz kaynaklar olduğu görülmektedir. Havzada sanayinin gelişmiş olması ve yürütülen tarımsal faaliyetler su kirliliğine neden olmaktadır. Bu çalışmada, havzadaki tüm kirlenici odaklar değerlendirilerek, barajı besleyen su kaynaklarının ve sulama amaçlı kullanılacak baraj çıkış suyunun su kalitesinin artması adına çözüm önerileri sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Boğazköy Barajı, su kalitesi, hidrolojik havza, su kirliliği, sulama suyu

2016, xi + 127 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EVALUATION OF THE WATER QUALITY OF THE HYDROLOGICAL BASIN OF BOGAZKOY DAM

Ufuk GÜNDAY

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayşe ELMACI

The purpose of this study was to investigate the water resources at the hydrological basin of Boğazköy Dam, which is located in İnegöl district of Bursa, and to determine the water quality classes of these resources. So, water samples were taken from seven sampling points of the basin four times at different time points. Analyses of Temperature (T), pH, Dissolved Oxygen (DO), Elektrical Conductivity (EC), Chloride (Cl⁻), Fluoride (F⁻), Sulfate (SO₄⁻²), Sodium (Na⁺), Potassium (K⁺), Calcium (Ca⁺⁺), Magnesium (Mg⁺⁺), Total Hardness (TH), Carbonate (CO₃⁻²), Bicarbonate (HCO₃⁻), Nitrite (NO₂⁻), Nitrate (NO₃⁻), Ammonium (NH₄⁺), Ortho-phosphate (o-PO₄⁻³), Total Phosphorus (TP), Permanganate Index (PI), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Boron (B), Sodium Adsorption Ratio (SAR), Total Alkalinity (TA), Total Dissolved Solids (TDS), Suspended Solids (SS) were done with the samples. When the results obtained in this study were compared to the parameters in the Surface Water Quality Management Regulations, it was observed that Station K-16 was quality class II, Stations K-2, K-6, K-8 and K-15 were quality class III, and Stations K-9 and K-10 were quality class IV. And if the results were evaluated in terms of irrigation water quality according to the Wastewater Treatment Plant Technical Procedures Communication, it was seen that in terms of surface irrigation, Station K-16 was quality class II and the other stations were quality class III; and in terms of drip irrigation, Station K-10 was quality class III whereas the other stations were quality class II. It was found out that though some of the water resources in the basin were not at good conditions for water quality, some of them were relatively clean. Advanced industry and agricultural activities in the basin cause the water pollution. Assessing all the polluting factors in the basin, solution proposals are presented in this thesis to improve water quality of the water resources feeding the dam and the exit water of the dam which will be used in irrigation.

Key Words: Boğazköy Dam, water quality, hydrological basin, water pollution, irrigation water

2016, xi + 127 pages.

TEŐEKKÖR

Bu alıŐmayı yaparken; yardım ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Do. Dr. Ayşe Elmacı'ya, eğitim ve öğretim hayatım boyunca bana emeği geen tüm hocalarıma, DSİ 1. Bölge Müdürlüğü'nde alıŐan iŐ arkadaşlarıma, manevi desteklerinden dolayı annem, babam ve sevgili eŐime teŐekkürü borç bilirim.

Ufuk GÜNDAY

26.07.2016



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	2
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması	12
3.1.1. Havza genel durumu	12
3.1.2. Nüfus ve yerleşim alanı.....	13
3.1.3. Arazi kullanımı.....	13
3.1.4. Sanayi.....	14
3.2. Havzadaki Su Kaynaklarının Mevcut Durumu	16
3.2.1. Boğazköy Barajı.....	16
3.2.2. Su kaynakları.....	17
3.2.3. Yeraltı suyu kaynakları	18
3.2.4. İklim ve yağış	18
3.3. Havzadaki Kirlilik Kaynakları	18
3.4. Örnek Alma İstasyonları	21
3.5. Numuneler Üzerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	25
3.5.1. Sıcaklık (T).....	25
3.5.2. pH.....	26
3.5.3. Elektriksel iletkenlik (Eİ).....	26
3.5.4. Çözünmüş oksijen (ÇO).....	27
3.5.5. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)	28
3.5.6. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	28
3.5.7. Alkalinite	28
3.5.8. Katyonlar.....	29
3.5.9. Anyonlar.....	30
3.5.10. Azotlu parametreler.....	30
3.5.11. Fosforlu parametreler	31
3.5.12. Askıdaki katı madde (AKM).....	31
3.5.13. Toplam çözünmüş madde (TÇM)	31
3.5.14. Permanganat İndeksi (PI).....	32

3.5.15. Bor (B)	32
3.5.16. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR).....	32
4. BULGULAR	33
4.1. Numune Alma İstasyonlarının Analiz Sonuçları	33
4.2. Havzadaki Su Kalitesinin Fiziksel ve Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi	43
4.2.1. Sıcaklık (T).....	43
4.2.2. pH.....	45
4.2.3. Elektriksel İletkenlik (Eİ).....	47
4.2.4. Kalsiyum (Ca ⁺⁺)	49
4.2.5. Magnezyum (Mg ⁺⁺).....	51
4.2.6. Sodyum (Na ⁺).....	53
4.2.7. Potasyum (K ⁺).....	55
4.2.8. Toplam sertlik (TS)	57
4.2.9. Karbonat (CO ₃ ⁻).....	59
4.2.10. Bikarbonat (HCO ₃ ⁻).....	61
4.2.11. Klorür (Cl ⁻).....	63
4.2.12. Sülfat (SO ₄ ⁻)	65
4.2.13. Amonyum azotu (NH ₄ ⁺ -N)	67
4.2.14. Nitrit azotu (NO ₂ ⁻ -N)	69
4.2.15. Nitrat azotu (NO ₃ ⁻ -N).....	71
4.2.16. Ortofosfat (o-PO ₄ ⁻³).....	73
4.2.17. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)	75
4.2.18. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	77
4.2.19. Çözünmüş oksijen (ÇO).....	79
4.2.20. Florür (F ⁻)	81
4.2.21. Toplam fosfor (TP)	83
4.2.22. Permanganat indeksi (PI)	85
4.2.23. Toplam çözünmüş madde (TÇM)	87
4.2.24. Askıdaki katı madde (AKM).....	89
4.2.25. Toplam alkalinite (TA)	91
4.2.26. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)	93
4.2.27. Bor (B).....	95
4.3. Havzadaki Su Kalitesinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne Göre Değerlendirilmesi	96
4.4. Havzadaki Su Kalitesinin Sulama Suyu Açısından Değerlendirilmesi.....	101
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	115
KAYNAKLAR	123
ÖZGEÇMİŞ	127

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
Ba	Baryum
Be	Berilyum
Br	Brom
Ca	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
Cd	Kadmiyum
Cl	Klorür
Co	Kobalt
CO ₂	Karbondioksit
CO ₃	Karbonat
Cr	Krom
Cu	Bakır
F	Florür
Fe	Demir
GWh	Gigawatt saat
H	Hidrojen
HCO ₃	Bikarbonat
Hg	Civa
K	Potasyum
KMnO ₄	Potasyum Permanganat
Li	Lityum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
MW	Megawatt
Na	Sodyum
NH ₃	Amonyak
NH ₄	Amonyum
NH ₄ -N	Amonyum Azotu
Ni	Nikel
NO ₂	Nitrit
NO ₂ -N	Nitrit Azotu
NO ₃	Nitrat
NO ₃ -N	Nitrat Azotu

O ₂	Oksijen
o-PO ₄	Ortofosfat
Pb	Kurşun
Sb	Antimon
Se	Selenyum
SO ₄	Sülfat
T	Sıcaklık
V	Vanadyum
Zn	Çinko

Kısaltmalar

Açıklama

AKM	Akıdaki Katı Madde
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
ÇO	Çözünmüş Oksijen
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektriksel İletkenlik
Eİ	Elektriksel İletkenlik
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
HES	Hidroelektrik Santrali
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
PI	Permanganat İndeksi
RSC	Sodyum Karbonat Kalıntısı
SAR	Sodyum Adsorpsiyon Oranı
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SS	Standart Sapma
STMD	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
TA	Toplam Alkalinite
TÇM	Toplam Çözünmüş Madde
TDS	Toplam Çözünmüş Katılar
TP	Toplam Fosfor
TS	Toplam Sertlik

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1.	Boğazköy Barajı Havzası'nın haritası	12
Şekil 3.2.	İnegöl nüfus grafiği	13
Şekil 3.3.	Arazi türlerinin dağılımı grafiği	14
Şekil 3.4.	Boğazköy Barajı'nın genel görünümü.....	17
Şekil 3.5.	Boğazköy Barajı su kaynakları haritası	17
Şekil 3.6.	Boğazköy Barajı Havzası'ndaki su kalitesi gözlem istasyonları.....	22
Şekil 3.7.	Boğazköy Barajı Havzası'ndaki su kalitesi gözlem istasyonlarının konumları.....	23
Şekil 3.8.	K-16 istasyonu.....	23
Şekil 3.9.	K-10 istasyonu.....	23
Şekil 3.10.	K-9 istasyonu.....	24
Şekil 3.11.	K-8 istasyonu.....	24
Şekil 3.12.	K-15 istasyonu.....	24
Şekil 3.13.	K-6 istasyonu.....	24
Şekil 3.14.	K-2 istasyonu.....	25
Şekil 4.1.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen su sıcaklığı değerlerinin aylara göre değişimi	44
Şekil 4.2.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen su sıcaklığı ortalamaları.....	44
Şekil 4.3.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen pH değerlerinin aylara göre değişimi	46
Şekil 4.4.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen pH ortalamaları	46
Şekil 4.5.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Eİ değerlerinin aylara göre değişimi	48
Şekil 4.6.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Eİ ortalamaları	48
Şekil 4.7.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Ca ⁺⁺ değerlerinin aylara göre değişimi	50
Şekil 4.8.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Ca ⁺⁺ ortalamaları.....	50
Şekil 4.9.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Mg ⁺⁺ değerlerinin aylara göre değişimi	52
Şekil 4.10.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Mg ⁺⁺ ortalamaları	52
Şekil 4.11.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Na ⁺ değerlerinin aylara göre değişimi	54
Şekil 4.12.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Na ⁺ ortalamaları.....	54
Şekil 4.13.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen K ⁺ değerlerinin aylara göre değişimi	56
Şekil 4.14.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen K ⁺ ortalamaları.....	56
Şekil 4.15.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam sertlik değerlerinin aylara göre değişimi	58

Şekil 4.16.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam sertlik ortalamaları	58
Şekil 4.17.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen CO_3^- değerlerinin aylara göre değişimi	60
Şekil 4.18.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen CO_3^- ortalamaları	60
Şekil 4.19.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen HCO_3^- değerlerinin aylara göre değişimi	62
Şekil 4.20.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen HCO_3^- ortalamaları	62
Şekil 4.21.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Cl^- değerlerinin aylara göre değişimi	64
Şekil 4.22.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen Cl^- ortalamaları	64
Şekil 4.23.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen SO_4^- değerlerinin aylara göre değişimi	66
Şekil 4.24.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen SO_4^- ortalamaları	66
Şekil 4.25.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen NH_4^+ -N değerlerinin aylara göre değişimi	68
Şekil 4.26.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen NH_4^+ -N ortalamaları	68
Şekil 4.27.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen NO_2^- -N değerlerinin aylara göre değişimi	70
Şekil 4.28.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen NO_2^- -N ortalamaları	70
Şekil 4.29.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen NO_3^- -N değerlerinin aylara göre değişimi	72
Şekil 4.30.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen NO_3^- -N ortalamaları	72
Şekil 4.31.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen o-PO_4^{-3} değerlerinin aylara göre değişimi	74
Şekil 4.32.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen o-PO_4^{-3} ortalamaları	74
Şekil 4.33.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen BOİ değerlerinin aylara göre değişimi	76
Şekil 4.34.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen BOİ ortalamaları	76
Şekil 4.35.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen KOİ değerlerinin aylara göre değişimi	78
Şekil 4.36.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen KOİ ortalamaları	78
Şekil 4.37.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen ÇO değerlerinin aylara göre değişimi	80
Şekil 4.38.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen ÇO ortalamaları	80
Şekil 4.39.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen F^- değerlerinin aylara göre değişimi	82
Şekil 4.40.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen F^- ortalamaları	82
Şekil 4.41.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen TP değerlerinin aylara göre değişimi	84
Şekil 4.42.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen TP ortalamaları	84
Şekil 4.43.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen PI değerlerinin aylara göre değişimi	86

Şekil 4.44.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen PI ortalamaları	86
Şekil 4.45.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen TÇM değerlerinin aylara göre değişimi	88
Şekil 4.46.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen TÇM ortalamaları.....	88
Şekil 4.47.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen AKM değerlerinin aylara göre değişimi	90
Şekil 4.48.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen AKM ortalamaları	90
Şekil 4.49.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam alkalinite değerlerinin aylara göre değişimi	92
Şekil 4.50.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam alkalinite ortalamaları ...	92
Şekil 4.51.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen SAR değerlerinin aylara göre değişimi	94
Şekil 4.52.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen SAR ortalamaları	94
Şekil 4.53.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen B değerlerinin aylara göre değişimi	95
Şekil 4.54.	Örnek alma istasyonlarında ölçülen B ortalamaları	96
Şekil 4.55.	Dünyada sektörlere göre su kullanımı	102
Şekil 4.56.	Ülkelerde sektörlere göre su kullanımı.....	102
Şekil 4.57.	Sulama suyunun sınıflandırılmasında kullanılan grafik	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1.	İnegöl OSB’de faaliyet gösteren sanayi grupları.....	15
Çizelge 3.2.	İnegöl Ovası YAS tahsisi miktarları.....	18
Çizelge 3.3.	Azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübrelerin kullanımı.....	20
Çizelge 3.4.	Boğazköy Barajı Havzası’ndaki su kalite gözlem istasyonları.....	21
Çizelge 3.5.	Sertlik sınıfları	29
Çizelge 4.1.	K-2 istasyonunun analiz sonuçları.....	33
Çizelge 4.2.	K-6 istasyonunun analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.3.	K-8 istasyonunun analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.4.	K-9 istasyonunun analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.5.	K-10 istasyonunun analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.6.	K-15 istasyonunun analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.7.	K-16 istasyonunun analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.8.	Kıtaıçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	97
Çizelge 4.9.	Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası’nın Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’ne göre değerlendirilmesi	99
Çizelge 4.10.	Sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş tablo	104
Çizelge 4.11.	Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları	105
Çizelge 4.12.	Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası’nın Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’ne göre değerlendirilmesi	106
Çizelge 4.13.	Sulama suyu sınıfları	108
Çizelge 4.14.	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği’ne göre sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite parametreleri	110
Çizelge 4.15.	Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası’nın Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği’ne göre değerlendirilmesi.....	111
Çizelge 4.16.	FAO sulama suyu kriterleri.....	113
Çizelge 4.17.	Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası’nın FAO kriterlerine göre değerlendirilmesi	114

1. GİRİŞ

Yeryüzünün %71'i su ile kaplıdır. Ancak; suyun büyük bir kısmı (%97,39) dünya denizleri ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunur. Bu sular insanların gereksinimlerini karşılamak açısından uygun niteliklere sahip değildir. Tatlı su ise ancak %2,60 olup, bunun da %77,23'ü buz ve buzul kayalarda yani kutuplar civarındadır (Doğan ve Soylak 2000).

Susuzluk, 21. yüzyılın en önemli problemlerinin başında gelmektedir. Hızlı nüfus artışı, aşırı ve bilinçsiz tüketim, kuraklık gibi etkenlerden dolayı su miktarının azalması, mevcut kaynakların daha dikkatli kullanılmasını gerektirmektedir. Mevcut su miktarının yanında suyun kalitesi de çok önemli bir unsurdur ve kaynaklarda yapılacak izleme çalışmalarıyla birlikte devamlı kontrol edilmelidir.

Su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılması **su kirliliği** olarak tanımlanır (Anonim 2004). Su kalitesi, suyun faydalı bir şekilde kullanılmasını etkileyen bütün fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörleri içine alan bir ifadedir. Suyun kalitesini değiştiren çeşitli faktörlerin bilinmesi, kullanım amacına uygunluğunun değerlendirilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Taş ve ark. 2010).

Bu çalışmada; Bursa ili İnegöl ilçesi sınırlarında yer alan, yakın zamanda sulama amaçlı kullanılmaya başlanacak olan Boğazköy Barajı'nın hidrolojik havzasında yer alan su kaynakları incelenmiştir. Havzada belirlenen 7 adet istasyonda Eylül 2011-Temmuz 2012 tarihleri arasında farklı zamanlarda olmak üzere toplam 4 kez numuneler alınmış ve bu numunelerin fiziksel ve kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler neticesinde havzadaki su kaynaklarının mevcut durumunun ortaya konulması ve su kalite sınıflarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Boğazköy Hidrolojik Havzası'ndaki su kalitesiyle ilgili, kurumların inceleme çalışmaları ve raporları dışında herhangi bir araştırma yapılmamıştır. Havzadaki su kaynaklarının izlenmesi ilk olarak Devlet Su İşleri (DSİ) 1. Bölge Müdürlüğü tarafından 1979 tarihinde açılan ilk istasyon ile başlamış olup, sonrasında ihtiyaca göre eklenen ve çıkarılan istasyonlarla birlikte devam etmiştir. DSİ tarafından 2005 yılında yayınlanan 'Boğazköy Barajı ve Havzası Su Kalite Durum Raporu'nda; 4 adet su kalitesi gözlem istasyonunda, 1984-2004 yılları arasında yapılan analizlere ilişkin sonuçlar incelenmiş, genel su kalitesi tespitinde yıl ortalamaları, sulama suyu kalitesi tespitinde ise sulama sezonu (Nisan-Ekim periyodu) ortalamaları alınarak, su kalitesindeki değişim ilgili parametreler üzerinden tespit edilmiştir (Anonim 2005a).

2009 tarihinde T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Boğazköy Barajı Havzası Koruma Eylem Planı'nda ise, baraj havzasında su kalitesinin iyileştirilmesine ve sulama suyu niteliğinin yeniden kazandırılmasına yönelik tedbirlerin alınmasının sağlanması hedeflenmiştir (Anonim 2009). Yapılan revizyonlarla 2014 yılında, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Boğazköy Baraj Gölü Havzası Su Kalitesi Eylem Planı yayınlanmıştır (Anonim 2014a).

Başka su kaynaklarında yapılan benzer çalışmalar incelenerek aşağıda özet olarak verilmiştir:

Köyceğiz Gölü'ne dökülen akarsuların su kalitesi fizikokimyasal ve biyolojik parametrelerle belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda akarsuların evsel ve tarımsal alanlardan gelen atıklardan etkilendiği bulunmuştur (Dügel 1992).

Kaplan ve Sönmez (2000) tarafından yapılan çalışmada; Belek Özel Çevre Koruma Alanı akarsularının bazı su kalite kriterleri bakımından değerlendirilmesi ile bu akarsuları kirleten unsurların gözlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 18 ayrı noktadan Eylül-Ekim 1995 döneminde alınan su örneklerinde pH, elektriksel iletkenlik, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, karbonat, bikarbonat, klor, sülfat, askıdaki katı madde, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı ve toplam azot

analizleri yapılmış, ayrıca, sodyum adsorbsiyon oranı ve % Na değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; Belek Özel Çevre Koruma Alanı akarsularının ana kirleticilerinin, yerleşim yerleri ile bazı turizm tesislerinin artılmayan atık suları ve tarımsal alanların drenaj suları olduğu gözlenmiştir. Su örneklerinin analiz sonuçları su kirliliğinin, bu suların tarımsal sulama amaçlı kullanımlarını engelleyecek boyuta ulaşmadığını ancak, içme suyu olarak kullanımlarını engelleyecek düzeye ulaştığını göstermiştir.

Brodnjak-Vončina ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada; 1990 sonbaharı ile 1999 yazı arasındaki periyotta, Slovenya'daki Mura Nehri'nden alınan numuneler üzerinde 19 fiziksel ve kimyasal değişkenin ölçümü yapılmıştır. Mevsimin, ayın, örnekleme alanının ve örnekleme zamanının kirletici seviyeleri üzerine etkileri araştırılmıştır. 1993 yılından önce, endüstriyel arıtmanın, selülozun süzülmesinin sonucu olarak büyük miktarda klor emisyonundan dolayı kağıt hamuru ve kağıt endüstrisi temel kirletici kaynakları olduğu, 1993 yılından sonra teknoloji değişikliğiyle birlikte nehrin kalitesinde gelişme görüldüğü belirtilmiştir.

Şentürk (2003) tarafından yapılan çalışmada; Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çayları'nda belirlenen 12 istasyonda Kasım 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında mevsimsel olarak izleme yapılmıştır. Alınan örneklerin her birinde 27'şer adet fiziksel ve kimyasal analiz gerçekleştirilmiştir ve ölçülen değerler açısından kıta içi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre istasyonların su kalite sınıfları belirlenmiştir. Her üç çayda da; sıcaklık, pH ve nitrat değerlerine göre tüm istasyonlar I. sınıf su kalitesinde tespit edilirken, diğer kimyasal analiz sonuçlarına göre su kalitesi I. sınıf ile IV. sınıf arasında değişim gösterdiği görülmüştür.

Kayar ve Çelik (2003) tarafından yapılan çalışmada, Ege Bölgesi'nin ikinci büyük akarsuyu olan Gediz Nehri'nin Manisa bölümünde bazı ağır metal (Pb, Cr, Cd, Mn, Zn, Ni, Fe, Cu, Al, Ba) iyonu derişimleri ile pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık, renk ve iletkenlik gibi su kalite parametreleri Kasım 1998 ile Ekim 1999 arasında, seçilen beş istasyonda ölçülmüştür. Elde edilen veriler, su kalitesi indeksleriyle karşılaştırıldığında, nehir suyunun üçüncü sınıf sulama suyu kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Ulurmak'ta yapılan çalışmada; akarsuyunun kalitesi, kirletici miktarı ve kirleticilerin su kalitesine etkisi tespit edilerek, su kalitesinin iyileştirme imkanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, akarsuda belirlenen 7 adet numune istasyonundan ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında numuneler alınmıştır. Alınan numunelerin analizleri yapıldıktan sonra sonuçlar standartlarla karşılaştırılıp su kalitesi tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde, akarsuda kirlenmenin olduğu ve en fazla yaygın kaynaklardan kirlendiği tespit edilmiştir. Su kalitesinin en yüksek olduğu dönem sulama yapılan yaz aylarında, en düşük su kalitesi ise sulama dönemi sonrasındaki sonbahar aylarında ortaya çıkmıştır. Akarsuyun tespit edilen kalitesi uygun görünse de, suyun gelecekte kullanılabilmesi ve farklı kullanım amaçlarına da hizmet edebilmesi için bazı tedbirler alınmasının şart olduğu belirtilmiştir (Kurmaç 2003).

Güllü (2003) tarafından yapılan çalışmada, Mamasun (Aksaray) Barajı ve civarındaki akarsuların kirletici parametrelerinin baraj gölü su kalitesi üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, baraj gölünün beslendiği kaynaklar olan Karasu ve Melendiz Çaylarından ve baraj gölü içerisinde belirlenen 8 numune noktasından yaz, sonbahar ve kış aylarında numuneler alınmıştır. Bu numunelerin analizleri yapılarak baraj gölünün su kalitesinin belirlenmesine çalışılmıştır. Çevresindeki yerleşim yerlerindeki sulama suyu ihtiyacını sağlaması açısından oldukça büyük bir öneme sahip olan Karasu Çayı'nın, tarım arazilerinde sürekli olarak kullanılan tarımsal ilaçlardan kaynaklanan katı ve sıvı atıklarla kirlendiği, Melendiz Çayı'nın da Karasu Çayı gibi evsel ve tarımsal kirlenmeye maruz kaldığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda Mamasun Baraj Gölü'nde herhangi bir endüstriyel kirlenme bulunamamıştır.

Yılmaz (2004) tarafından yapılan çalışmada, Bodrum ilçesi Mumcular kasabasında bulunan Mumcular Barajı'nın, fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Çalışma süresince tespit edilen beş istasyondan her ay su örnekleri alınmış ve yıllık ortalama değerler (minimum, maksimum, ortalama) bulunmuştur. Çalışma sonunda ılıman bir tatlı su gölü olan barajın iyi sayılabilecek bir su kalitesine sahip olduğu, önemli bir kirlilik problemi olmadığı, ancak, bazı mineral tuzların yetersizliği ve su kıtlığı sıkıntıları olduğu anlaşılmıştır.

Gültekin ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada, Trabzon'da yer alan Değirmendere Havzası'ndaki tatlı su ve mineralli su kaynaklarının nitelik ve miktar yönünden kullanıma uygunluk durumlarının belirlenmesi ve uygun nitelikte olanlarının ekonomiye kazandırılması için yapılacak yatırımlara bir temel oluşturması amaçlanmıştır. Değirmendere vadisinde bulunan sular yüzey, yeraltı ve mineralli sular kapsamında incelenerek suların hidrokimyasal özellikleri belirlenmiş, Türk Standartları ve su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre niteliklerinin uygun olup olmadığı değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, havzadaki suların genel olarak "kalsiyum bikarbonatlı" sular sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Değirmendere ve kollarına ait sular pH, TDS, Cl, SO₄ miktarlarına göre yüksek kaliteli su sınıfında, ancak NO₂ miktarına göre Sümela Deresi yüksek kaliteli su, Meryemana, Maçka ve Galyan Dere suları kirli su, Değirmendere suyu ise çok kirlenmiş su sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Su kaynakları ile ilgili sorunların havza bazında yapılacak çalışmalarla ele alınması gerekmektedir. Ordu ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, Ergene Havzası için kısıtlayıcı faktörün su kalitesi olduğu göz önüne alınarak, mevcut suyun kalitesinin yıllara göre değişiminin incelenmesi gerekli görülmüş ve seçilen bir yazılım paketi kullanılarak, su kalitesi sınıflarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sorgulamalar sonucunda membada I. sınıf su kalitesinde olan nehir suyunun, mansap noktasında sulama suyu açısından, IV.-V. sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Elmacı ve ark. (2006), Uluabat Gölü üzerinde belirlenen beş istasyonda yaptıkları çalışmada, Şubat 2003-Ocak 2004 tarihleri arasında her ay periyodik olarak alınan örneklerde bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin ve ağır metallerin mevsimsel değişimlerini incelemişlerdir. SKKY'ye göre yapılan sınıflandırmada; sıcaklık, nitrat azotu, sodyum, klorür, sülfat, toplam filtre edilebilir katı madde değerleri açısından I. sınıf; çözülmüş oksijen, amonyum azotu, kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam koliform değerleri açısından II. sınıf; pH değerleri açısından III. sınıf; toplam azot, toplam fosfor, biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerleri açısından IV. sınıf sular kalitesinde olduğu belirlenmiştir.

Tülek (2006) tarafından yapılan çalışmada; Kızılırmak nehrinin su kalitesini belirlemek amacıyla bir yıllık izleme programı oluşturulmuştur. Belirlenen 10 noktadan alınan örneklerde; pH, sıcaklık (°C), çözülmüş oksijen (mg/L), tuzluluk, (g/L), iletkenlik

(mS/cm), klorofil-a (mg/m^3), toplam fosfor, orto fosfat (mg/L), nitrat azotu (mg/L), nitrit azotu (mg/L), amonyak azotu (mg/L), kjeldahl azotu (mg/L), BOİ (mg/L), AKM (mg/L) ve toplam koliform (EMS/100 mL) parametrelerinin analizleri yapılmıştır. Kızılırmak nehrinde incelenen noktaların, nitrat azotu konsantrasyonu bakımından II. sınıf su kalitesinde, nitrit azotu bakımından II. ve III. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Kızılırmak nehrinde fosfor derisiminin; 0,039-0,365 mg/L arasında değiştiği ve 9. numune noktasında III. sınıf su kalitesinde, diğer noktalarda II sınıf su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca; bilinçsiz kullanılan kimyasal gübre ve tarımsal mücadele ilaçları, yağmur veya sulama sularıyla drenaj kanallarına karışarak kanallarda kimyasal ve organik kirliliğe yol açabildiği belirtilmiştir.

Akgöl (Karaman)'deki yapılan çalışmada, bazı su kalitesi parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Nisan-Temmuz 2005 dönemi arasında, su çekilmesine göre her ay beş noktadan örnekleme yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre; dört ay boyunca; nitrat azotu, fosfat fosforu, renk, Fe, Se, Al, fekal ve toplam koliform sayıları dışındaki, tüm parametreler için anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre yapılan değerlendirmede, fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler ve inorganik kirlenme parametreleri IV. sınıf, bakteriyolojik parametreler ise II. sınıf sular kapsamına girdiği tespit edilmiştir. Özellikle; toplam çözünmüş madde, klorür, sülfat, amonyum azotu, sodyum, bor ve kurşun değerlerinin, evsel endüstriyel atık su deşarjları, tarımsal etkinlikler ve doğal erozyon nedeniyle oldukça yüksek bulunduğu ifade edilmiştir (Zeybek 2006).

Kurtoğlu (2006) tarafından Uluabat Gölü'nde yapılan çalışmada; beş istasyonda Şubat 2003-Ocak 2004 tarihleri arasında sediment örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin ve ağır metallerin aylık ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda gölde alkali şartların baskın olduğu, majör kationların gölde sırasıyla $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na}$ şeklinde olduğu bulunmuştur. Gölde pH değerlerinin toplam azot ve toplam fosfor konsantrasyonları ile pozitif bir ilişki, EC değerlerinin toplam azot konsantrasyonları ile negatif bir ilişki gösterdiği görülmüştür.

Akın ve Akın (2007) yaptıkları çalışmada, ülkemizdeki topoğrafik su havzalarında sanayi, nüfus yoğunluğu ve tarımsal etkinliklere bağlı olarak kirlenme durumlarını ele

almışlardır. Marmara Bölgesi'nde tarım sektöründe yaygın olarak gübre ve kimyasal ilaç kullanımının artması sonucu yüzey sularının hemen tümünün, NO₂-N parametresi açısından III. ya da IV. sınıf düzeyinde kirli veya çok kirlenmiş olduğu yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir. Marmara Bölgesi'nde yer alan Meriç-Ergene havzasında arıtma tesislerinin yetersizliği ile tarım alanlarında kimyasal ve tabii gübre kullanımlarından kaynaklanan azot ve fosfor yükleri fazla olduğu ve sanayi atıkları, evsel ve tarımsal artıklar Meriç ve Ergene Nehirlerine ulaşarak kirlenmeye neden olduğu ifade edilmiştir. Aynı şekilde, Susurluk Havzası'nda da kirlenme yönünden aynı risklerle karşı karşıya kalındığı belirtilmiştir. Çalışma alanımızın da dahil olduğu Sakarya Havzası'nda ise Sakarya Nehri'nin kolları olan Ankara, Karasu, Göksu, Mudurnu, Seydisu, Kızılırmak çaylarında NO₂, O₂ miktarı, Pb ve Cr gibi kirletici parametreleri yönlerinden III. ve IV. sınıf kirlilik durumları gözlemlendiği belirtilmiştir.

Absalon ve Matysik (2007) yaptıkları çalışmada, Yukarı Oder Nehir Havzası'ndaki akışın ve su kalitesi değişiminin analizlenmesini amaçlamışlardır. 8 izleme alanında, su kirliliğindeki değişimler BOİ, KOİ, sülfat, klorür, askıdaki katı madde, nitrat ve fosfat parametreleri açısından incelenmiştir. Sonuçlar Oder'deki kötü su kalitesinin; birçok endüstrinin ve tesisin kapatılması, atıksuların arıtmasının geliştirilmesi ve yağıştaki fark edilir artıştan dolayı kirleticilerde büyük seyrelme sağladığından, 1990'lar boyunca önemli ölçüde geliştiğini göstermiştir. Su çerçeve direktifinin uygulanmasıyla, daha iyi su ve atıksu yönetiminin beklendiğini, bunun da Oder'deki su kalitesinin daha fazla gelişmesine katkıda bulunacağını belirtmişlerdir.

Hong-jun ve ark. (2007), Çin'de yer alan Huangpu Nehri'nin su kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada; endüstriyel gelişmelerle birlikte, Hunagpu Nehri'ndeki kirliliğin ciddi bir boyuta geldiğini tespit etmişlerdir. BOİ, toplam azot, toplam fosfor, yağ, fenol ve askıdaki katı madde değerleri yukarı bölgelerde aşağı bölgelere göre daha düşük bulunmuştur. Bunun nehir hattı boyunca kirletici girişinin göstergesi olduğu ifade edilmiştir. Organik maddelerin parçalanmasının su kütlesinde oksijen miktarının düşmesine neden olduğu ve çözülmüş oksijenin azotun nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesinde kilit role sahip olduğu ve sonuç olarak; nehrin yüksek miktarlarda toplam azot ve amonyum azotu, bununla birlikte düşük nitrat azotu içerdiği belirtilmiştir.

Kızıloğlu ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada; Erzurum ilindeki bazı su kaynaklarının sulama suyu kalite lutleri dikkate alınarak, bitki, toprak ve sulama sistemleri açısından yeterliliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Su rnekleri 2006 yılı temmuz döneminde toplam 27 kaynaktan alınmıştır. Alınan rneklerde Ca, Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, NO₃, Fe, B, elektriksel iletkenlik ve pH değerleri ölçülmüştür. Hesaplama yoluyla da toplam tuz miktarı, Langelier Saturasyon İndeksi, yüzde sodyum, sodyum adsorbsiyon oranı, dzeltiymiş sodyum adsorbsiyon oranı, kalıcı sodyum karbonat, potansiyel tuzluluk, permeabilite indeksi ve sertlik gibi parametreler belirlenmiştir. Alınan su örneklerinden elde edilen analiz sonuçlarına göre, HCO₃ değeri 1,20 me/L olan rnl göletinin kritik sınırdadır; 1,62–6 me/L arasında değişen Sereme ve Teke dereleri, Dumlu ayı, Köyceğiz ve Köprüköy göletleri ile Oltu ayının sorun oluşturabilecek sınırlarda ve 9,40 me/L olan Ormanağzı su kaynağının ise şiddetli zarara neden olabilecek sınırlar arasında olduğu belirlenmiştir. Ca ve Mg konsantrasyonları 4,8–9,3 me/L arasında değişen Pasinler Yeraltı, Oltu ayı ve Ormanağzı su kaynaklarının pH değerleri yüksek olduğundan kapalı sulama sistemlerinde tıkanmaya yol açabilecek özellikte olduğu tespit edilmiştir. EC ve Σ Tuz değerleri sırasıyla 1027–1397 μ mhos/cm ve 657,28–894,08 mg/L arasında değişen Oltu ayı, Köprüköy göleti ve Ormanağzı su kaynaklarının bitki ve toprakta sorun oluşturabilecek kaynaklar olduğu belirtilmiştir.

Arslan ve ark. (2007) tarafından yapılan araştırmada, Bafra Ovası Sağ Sahil Sulama alanında sulama amaçlı kullanılan yeraltı sularının kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; Haziran, Temmuz ve Ağustos 2005 tarihlerinde sulama amaçlı kullanılan 10 adet sondaj kuyusundan örnek alınmış ve örnekler üzerinde EC, pH, Na, Ca, K, Mg, CO₃, HCO₃, Cl ve SO₄ analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından faydalanılarak, sulama sularının Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) ve Artık Sodyum Karbonat Konsantrasyonu (RSC) değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, kuyulardan 1 tanesinin sulama suyu kalitesinin yüksek tuzlu düşük sodyumlu, 2 tanesinin yüksek tuzlu orta sodyumlu, 1 tanesinin çok yüksek tuzlu orta sodyumlu, 1 tanesinin yüksek tuzlu orta sodyumlu ve 5 tanesinin ise çok yüksek tuzlu çok yüksek sodyumlu olduğu belirlenmiştir. Klor bakımından ise 1 tane kuyunun sorun içermediği, 2 tanesinin orta duyarlı bitkilerin sulanmasında ve 7 tanesinin ise dayanıklı bitkilerin sulanmasında kullanılabileceği belirlenmiştir. Su rneklerinin pH değerleri 6,6 ile 8,3

arasında değişmekte olup, 5 ve 6 nolu kuyuların RSC değeri 2,5 den yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlara göre, 5 ve 6 nolu kuyulardaki suların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğu belirlenmiştir.

Kavaf (2007) tarafından yapılan çalışmada; Kütahya ovasının su kalitesi ve kirlilik durumunu ortaya koyarak olası kirletici unsurlar belirlenmiştir. Çalışma alanındaki kaynak, yeraltı ve yüzey sularının kalitesi ve kirlilik durumu ortaya konulmuştur. ABD tuzluluk diyagramına göre bazı sular C1-S1 alanına, bazıları C2-S1 alanına ve C3-S1 alanına olduğu belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik (EC), Cl, Sertlik ve SO₄ konsantrasyonlarından inceleme alanındaki dağılım haritaları hazırlanmıştır ve inceleme sahasının kuzeybatı kesimlerinde arttığı belirlenmiştir. İnceleme alanında katı atık sahası, endüstriyel ve zirai faaliyetler ile litolojik özelliklerden kaynaklanan kirlilikler nedeni ile suyun kalitesi olumsuz yönde etkilenmiştir. İnköy ve dolaylarındaki NO₂, As ve Pb kirliliği katı atık sahası ve zirai faaliyetlerinden, İnköy'ün kuzey ve İhsaniye kesimlerinde izlenen Sb ve Br kirliliği ise endüstriyel alan ve litolojik özelliklerden kaynaklanmıştır.

Kali (2008) yaptığı çalışmada, Erzurum ovasının su kalitesi ve kirlilik durumunu ortaya koyarak kirletici unsurları belirlemiştir. ABD tuzluluk diyagramına göre suların C1-S1, C2-S1 ve C3-S1 sulama suyu sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde yer alan; ÇO, T, pH, BOİ₅, TÇM, NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N, o-PO₄⁻³, SO₄⁻², Na⁺, Cl⁻, parametrelerine göre değerlendirmeler yapılmış ve bunların kirleticiler ile ilişkisi ortaya konulmuştur. Değerler TS 266 (2005) standartları ile karşılaştırılmış ve bazı numunelerde As, bazılarında Pb, Fe, Mn ve NO₃ miktarlarının önerilen maksimum sınırları aştığı belirlenmiştir. Erzurum ovasında kaynak başında belirlenen elektriksel iletkenlik (EI) değerleri ve laboratuvar analiz sonuçlarından elde edilen NO₃⁻, o-PO₄⁻³, Cl⁻, TS ve SO₄⁻² konsantrasyon değerlerinin inceleme sahasının Dadaşköy kesimlerinde arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak; inceleme alanında katı atık sahası, endüstriyel ve zirai faaliyetler ile litolojik özelliklerden kaynaklanan kirlilikler nedeni ile suyun kalitesinin olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir.

Var (2008) yaptığı çalışmada; Elmalı Havzasının Güney kesiminde bulunan ve halen çok sınırlı kullanılan, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının araştırılması, kaynak koruma alanlarının belirlenmesi, su kirlilik oranlarının tespit edilmesi ve bunun sonucunda

inceleme alanında kirliliğe neden olan etmenlerin araştırılmasını amaçlamıştır. İnceleme alanının yüzey ve yeraltı suyu kalitesini belirlemek amacıyla, havzayı temsil eden noktalardan alınan su örneklerine hidrojeokimyasal analizler yapılmıştır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine (SKKY) göre sınıflamaları yapılan numunelerden sadece bir tanesinin uygun bir arıtmadan sonra içme suyu amaçlı kullanılabilceği, diğer 12 numunenin ise kirlenmiş ve çok kirlenmiş sular sınıfına girdiği saptanmıştır. İnceleme alanındaki düzensiz yapılaşma, kontrolsüz nüfus artışı, altyapı yetersizliği, bölgede faaliyet gösteren sanayi tesislerinin varlığı, tarım, hayvancılık ve ulaşım aktivitelerinin yeraltı ve yüzey suları için kirlenici unsurlar oldukları belirlenmiştir. Araştırma bölgesindeki su kalitesinin sürekli izlenmesinin gerekliliği belirtilmiştir.

Özer (2008) tarafından Göksu deltasında yapılan çalışmada, alüvyal delta akiferinde 24, kireçtaşı akiferinden, 3 yeraltı suyu ile deniz suyundan, Akgöl–aradeniz göllerinden ve Göksu nehrinin memba ve mansap tarafından numuneler alınmıştır ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Göksu deltası yeraltı suyu kalitesi değerlendirildiğinde, alüvyon akiferde açılan kuyuların deniz suyundan, tarımsal aktivitelerden, bilinçsiz gübre ve pestisit kullanımından, kireçtaşı akiferine göre daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Alüvyon akiferdeki kuyu sularının içmeye uygun olmamakla birlikte, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği standartları karşılaştırma sonuçlarına göre II. sınıf su kategorisine girdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca, yapılan çalışma yüzey sularının da tarımsal aktivitelerden çok fazla etkilendiğini ortaya koymuştur.

Hatay ili Reyhanlı ilçesinde bulunan Yenişehir Gölü su kalitesi özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmaya Nisan 2003 tarihinde başlanıp, 12 ay boyunca yürütülmüştür. Su kalitesi parametrelerinden; çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam alkalinite, toplam sertlik, amonyak azotu, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silis ve askıda katı madde (AKM) analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, Yenişehir Gölü'nün su kalitesi parametrelerinin aylara göre değişimleri belirlenmiştir. Su kalitesini belirleyen fiziko-kimyasal parametreler, Reyhanlı Yenişehir Gölü'nün ekolojik sistemine zarar verebilecek seviyelerde çıkmadığından, gölde kirlilik sorunu olmadığı hükmüne varılmıştır (Tepe 2009).

Gökova Körfezi'ni besleyen Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı ile bu azmakların karıştığı Gökova Körfezi'nin seçilmiş noktalarında, Şubat 2008-Şubat 2009 tarihleri arasında su kalitesi yönünden gerçekleştirilmiş çalışmada, seçilmiş 10 istasyondan alınan su numunelerinde fizikokimyasal özellikler ve klorofil-a miktarları araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu, Akçapınar Azmağı'nın daha çok tarımsal kökenli kirlenmeye, Kadın Azmağı'nın ise çevresel kirlenmeye maruz kaldığı görülmüştür (Erdoğan 2010).

Dönmez (2010) tarafından yapılan çalışmada; Çavuşçu gölü sulama kanalı üzerinde su kalitesi incelenmiştir. Çavuşçu gölü çıkışından ve sulama kanalı üzerinde iki örnekleme noktasından Ekim 2008 ile Mayıs 2009 yılları arasında 8 ay boyunca düzenli olarak her ay su numunesi alınmış ve analizleri laboratuvarında yapılmıştır. Çalışmada su kalitesini incelemek için debi, su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, renk, toplam alkalinite ve bor gibi su kalitesi parametreleri ölçülmüştür. Bu parametreler ölçüldükten sonra sulama suyunun Ekim 2008-Mayıs 2009 tarihleri arasında Iğın ovası için uygunluğu değerlendirilmiş, sulama suyu sınıfları belirlenmiş ve bu suyun bitkilere olan etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca, sulama suyu kanalı etrafında bulunan şeker fabrikasının kampanya döneminde (Ekim 2008-Şubat 2009) sulama kanalına bıraktığı atık deşarjının sulama suyuna olan etkisi incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelerde, sulama suyunun % Na, SAR ve RSC bakımından sulamaya uygun olduğu görülmüştür. Fakat, fabrikanın çalışma dönemlerinde elektriksel iletkenlik ve bor açısından sulama suyu kalitesi düşmüştür ve gerekli önlemlerin alınması belirtilmiştir. Kampanya döneminde sulama suyunun organik kirliliğinin arttığı görülmüştür.

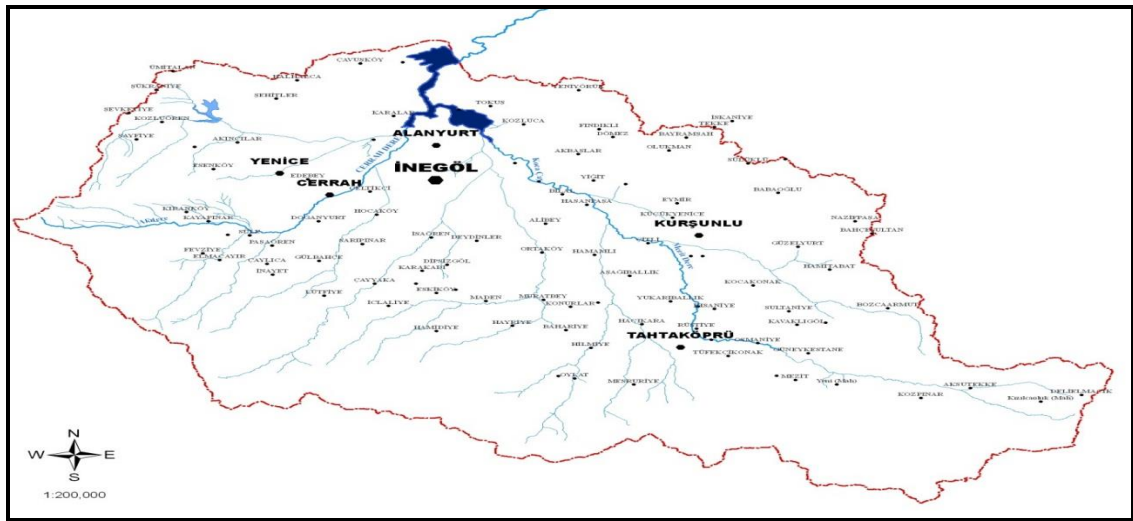
Köyceğiz Gölü'nü besleyen bir akarsu olan Namnam Çayı'nda, Mayıs 2010-Nisan 2011 tarihleri arasında su kalitesi yönünden gerçekleştirilen çalışmada, seçilmiş 4 istasyondan alınan su numunelerinde fiziko-kimyasal özellikler araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu, Namnam Çayı'nın tarımsal kaynaklı ve çevresel kirlenmeye maruz kaldığı görülmüştür (Çiçek De Sa Matos Paixao 2011).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması

3.1.1. Havza genel durumu

Boğazköy Barajı Havzası Sakarya Havzası'na bağlı bir alt havzadır. Boğazköy Barajı 16665 ha alanın sulanması amacıyla inşa edilmiş olup, 2010 yılında barajda su tutulmaya başlanmıştır. Boğazköy Barajı proje sahası Kuzeybatı Anadolu'da Sakarya Nehri yan kollarından biri olan Göksu Çayı üzerinde yer almaktadır. Havza güneybatıda Uludağ (2543 m), güneyde Domaniç Dağları (2048 m) ve Ahi Dağı ile diğer yönlerde yüksekliği 700-900 m olan tepeliklerle çevrelenmektedir. Havzada yer olan İnegöl Ovası, havza üstünde bulunan Kúpeli ile Karadođu Tepelerinin yüksekliği bir plato alanı ile kuzeydeki Yenişehir Ovası'ndan ayrılır. Doğusunda Ahi Dağı kütlesi güneyinde Domaniç Dağları yer almaktadır. Rakımı 300–500 m civarında olan İnegöl Ovası'nın alanı 148 km²'dir. Genellikle meyvecilik ve sebzeçilik yapılmaktadır. Boğazköy Barajı'nın su kaynağı olan Göksu Nehri, İnegöl Ovası güney yan derelerini drene ederek Kocasu adıyla Yenişehir Ovasına ulaşıır. Yenişehir Ovası kuzey ve güney yan derelerini toplayarak, Köprühisar'dan sonra Göksu ismi ile proje sahasından çıkar ve Osmaneli civarında Sakarya Nehri ile birleşir (Anonim 2014a). Boğazköy Barajı Havzası haritası Şekil 3.1'de verilmiştir.

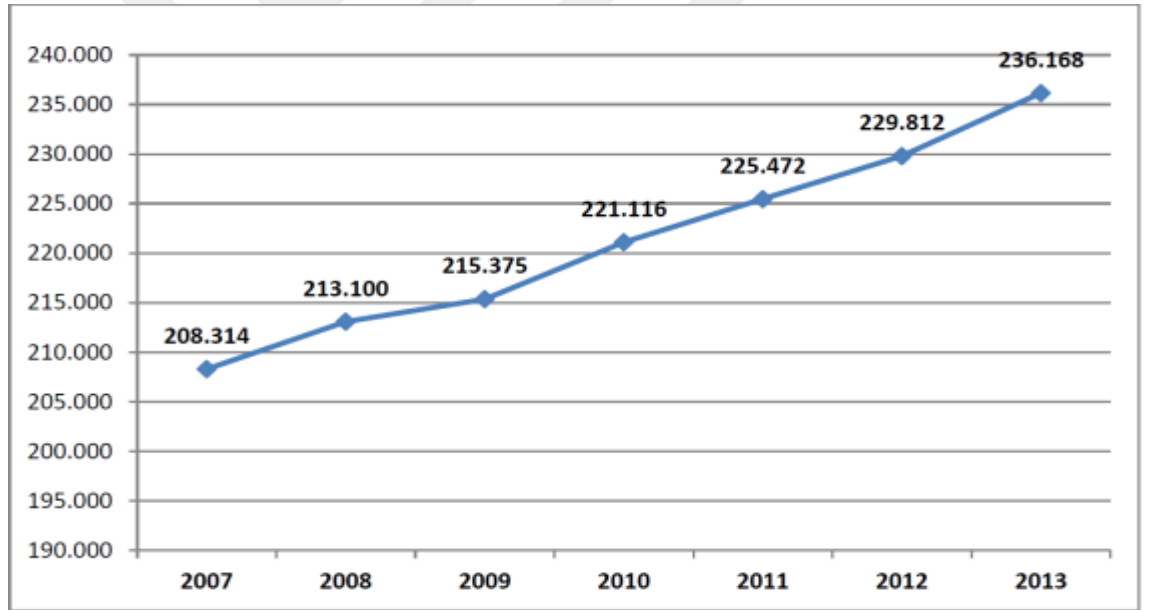


Şekil 3.1. Boğazköy Barajı Havzası'nın haritası (Anonim 2014a)

3.1.2. Nüfus ve yerleşim alanı

Boğazköy Barajı Havzası sınırları içerisinde Bursa iline bağlı İnegöl ilçesi ve köyleri, Kestel ve Yenişehir ilçelerine ait bazı köyler ve Bilecik ilinin küçük bir kısmı yer almaktadır.

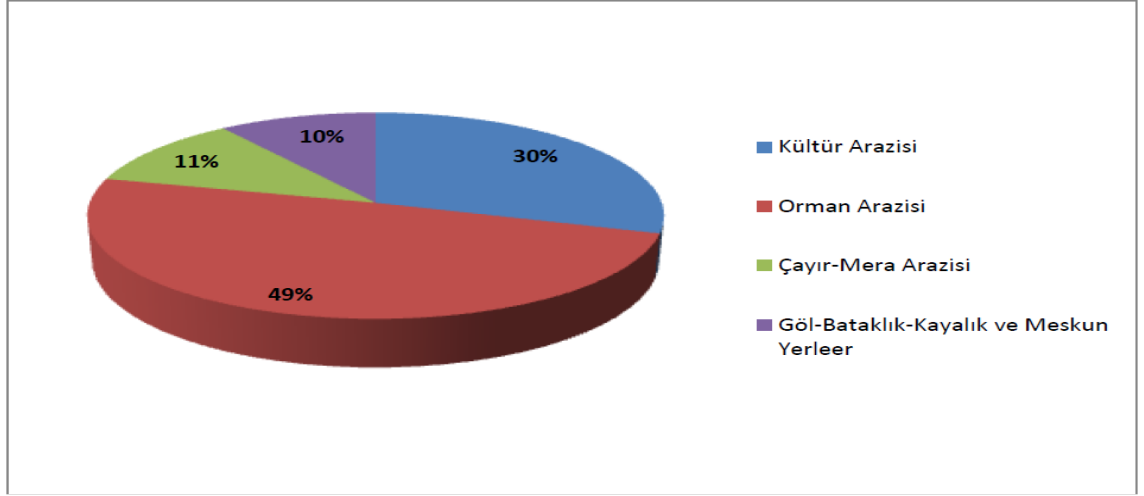
Türkiye İstatistik Kurumu 2014 yılı verilerine göre İnegöl 242232 kişilik nüfusuyla Bursa'nın en büyük merkez ilçelerinden biridir. Sanayi istatistikleriyle Bursa'nın en yoğun ve en büyük sanayi merkezidir. Son yıllarda hızla büyümüş ve yoğun göç almıştır. İlçe merkezine bağlı; 5 belde, 94 köy ve 14 mahalleden oluşmaktadır (<http://tr.wikipedia.org/wiki/inegol>, 2015a). Cerrah, Yenice, Kurşunlu, Tahtaköprü ve Alanyurt ilçedeki beldelerdir. İnegöl'ün 2007-2013 tarihleri arasındaki nüfus grafiği Şekil 3.2'de yer almaktadır.



Şekil 3.2. İnegöl'ün nüfus grafiği (Anonim 2014b)

3.1.3. Arazi kullanımı

İnegöl İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nden alınan 2013 yılı verilerine göre, İnegöl'ün toplam kültür arazisi 29723 ha, orman arazisi 49240 ha, çayır-mera arazisi 11224 ha, göl-bataklık-kayalık ve meskun yerler 9817 ha alana sahiptir (Anonim 2014b). Arazi türlerinin dağılımı Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Arazi türlerinin dağılımı grafiği (Anonim 2014b)

İlçede toplam 2 526 420 dekar tarım alanı bulunmaktadır. Tarım alanının yaklaşık %64'ü tarla arazisi, %33'ü meyve bahçeleri arazisi ve %3'ü meyve alanı olarak kullanılmaktadır. Nadas alanları yıllara göre değişmekle beraber, ortalama 5000 dekarlık tarım alanı ise nadasa bırakılmıştır. İnegöl'de en çok şeftali, armut, elma, çilek, kiraz, ceviz, erik, kestane ve üzüm (sofralık) meyve üretimi yapılmaktadır. Domates (sofralık), domates (sanayi), biber (sivri), balkabağı, karpuz, kavun, k.soğan, lahana (beyaz), patlıcan ve hıyar en çok üretimi yapılan sebzelerdir. Tarla ürünleri açısından ise buğday, ayçekirdeği (yağlık), mısır (silaj), yonca, fiğ (yeşil ot), yulaf, arpa, ayçiçeği (çerezlik) ve patates üretimi yoğun miktarda yapılmaktadır (Anonim 2014b).

3.1.4. Sanayi

1976 yılında kurulan İnegöl Organize Sanayi Bölgesi, Türkiye'nin ilk ilçe organize sanayi bölgesidir. İnegöl Organize Sanayi Bölgesi'ndeki 108 parselde bulunan 85 tesis faaliyet halindedir ve 14 bin civarında istihdam sağlamaktadır (Anonim 2014b). OSB bünyesindeki sanayi gruplarında yer alan firma sayıları Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. İnegöl OSB’de faaliyet gösteren sanayi grupları (Anonim 2014b’den değiştirilerek alınmıştır)

OSB Bünyesindeki Sanayi Grupları	Firma Sayısı
Tekstil Ürünlerinin İmalatı	37
Ağaç, Ağaç Ürünleri ve Mantar Ürünleri İmalatı	15
Mobilya İmalatı	14
Gıda Ürünleri İmalatı	4
Kauçuk ve Plastik Ürünlerin İmalatı	4
Kimyasalların ve Kimyasal Ürünlerin İmalatı	3
Diğer Metalik Olmayan Mineral Ürünlerin İmalatı (Cam Sanayi)	2
Başka Yerde Sınıflandırılmamış Makina ve Ekipman İmalatı	2
Giyim Eşyalarının İmalatı	1
Ana Metal Sanayii	1
Kağıt ve Kağıt Ürünlerinin İmalatı	1
Diğer İmalatlar	1
TOPLAM	85

Organize Sanayi Bölgesi içerisinde atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Organize Sanayi Bölgesi ve İnegöl Belediyesi ortak Eysel ve Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesislerinin 55000 m³/gün kapasiteli olarak 1998 yılı Ağustos ayında temelleri atılmış, 2000 yılı Kasım ayından itibaren işletmeye alınmıştır. Türkiye’de Endüstriyel ve Eysel nitelikli atıksuların birlikte arıtıldığı ilk uygulama olan tesisin kapasitesi artırılarak; 130000 m³/gün atıksu arıtılabilecek duruma getirilmiştir. 160000 m²’lik bir alan üzerine kurulmuş olan arıtma tesisi; biyolojik arıtma, difüzör ve aeratör havalandırmalıdır. Kurulan Çamur Kurutma Tesisleri sayesinde çıkan atık çamurları susuzlaştırılarak geri dönüşümlü olarak kullanılabilir hale getirilmektedir (Anonim 2014b).

İnegöl Mobilya Ağaç İşleri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi olarak planlanan İnegöl 2. OSB’de kamulaştırma çalışmaları ve yer tahsisleri hızla sürmektedir. Nisan 2014 itibariyle, 95 firmaya yer tahsis edilmiş, 11 firma üretime başlamış bulunmaktadır.

Faaliyete geçen firmalarda Nisan 2014 itibariyle 1200 kişi istihdam edilmektedir. Diğer firma binalarının da yapım çalışmaları devam etmektedir (Anonim 2014b).

İlçede 1 adet Küçük Sanayi Sitesi Yapı Kooperatifi bulunmaktadır. Küçük Sanayi Sitesinde 651 işyeri bulunmakta olup, çalışan sayısı yaklaşık 4592'dir (http://www.inegol.gov.tr/default_B1.aspx?content=329, 2015b).

Ayrıca, havza sınırları içinde kalan, organize sanayi bölgesi dışında konumlanmış, çeşitli sektörlerde münferit sanayi tesisleri faaliyet göstermektedir.

3.2. Havzadaki Su Kaynaklarının Mevcut Durumu

3.2.1. Boğazköy Barajı

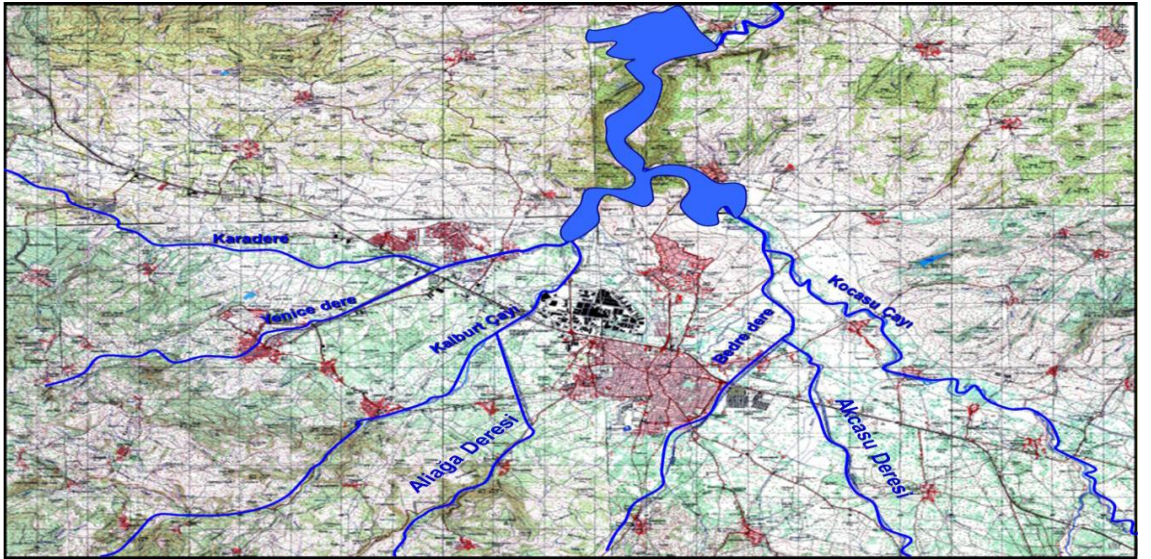
Boğazköy Barajı; 40°06'32" ile 40°11'06" kuzey enlemleri 29°28'48" ile 29°32'47" doğu boylamları arasında Bursa ili, İnegöl ilçesi sınırları içerisinde bulunmaktadır. Sakarya Havzası'nda yer alan Boğazköy Barajı ilk olarak 1963 yılında etüd edilmiş ve Sakarya Planlama Grup Amirliği tarafından Planlama Raporu hazırlanmıştır. Daha sonra DSİ I. Bölge Müdürlüğü projeyi revize etmiş ve 1984 yılında planlama raporu DSİ Genel Müdürlüğü tarafından onaylanmıştır. Boğazköy Barajı; talvegden 24,00 m yüksekliğinde homojen dolgu tipinde sulama ve enerji maksatlı bir barajdır. Baraj aktif hacmi 32,71 hm³ ve regülasyon oranı %9,60'dır. Boğazköy Barajı ile; Yenişehir Ovası'nda 10245 ha'ı cazibe, 1240 ha'ı pompaj olmak üzere toplam 11485 ha alanın sulanması planlanmaktadır. Ayrıca, kurulacak hidroelektrik santralin (HES) toplam kurulu gücü 10MW olup, yıllık 20,04 GWh enerji üretilebilecektir (Anonim 2014a). Boğazköy Barajı'nın genel görünümü Şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4. Boğazköy Barajı'nın genel görünümü

3.2.2. Su kaynakları

Boğazköy Barajının su kaynağı, baraj yerine göre 1188,6 km²'lik yağış alanı olan Kocasu Çayı ve kollarıdır. Kocasu Çayı'na baraj aksından membaya doğru gidildikçe önemli kollar katılmaktadır. Söz konusu akarsu kolları Kalbur Çayı, Bedre Deresi, Yenice Dere, Kara Dere'dir (Anonim 2014a). Boğazköy Barajı'nı besleyen akarsular Şekil 3.5'de gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Boğazköy Barajı su kaynakları haritası (Anonim 2014a)

3.2.3. Yeraltısuyu kaynakları

İnegöl Ovası yeraltısuyu potansiyelinin tamamı kullanılıyor olup saha yeni tahsise kapalıdır (Anonim 2009). Tahsis miktarları Çizelge 3.2’de verilmektedir.

Çizelge 3.2. İnegöl Ovası YAS tahsisi miktarları (Anonim 2009)

Kullanım Alanı	Miktar
İçme- Kullanma	12 x 10 ⁶ m ³ / yıl
Proses	7 x 10 ⁶ m ³ / yıl
Sulama	22 x 10 ⁶ m ³ /yıl
TOPLAM	41 x 10⁶ m³ / yıl

3.2.4. İklim ve yağış

İnegöl’ün iklimi Karadeniz ile Akdeniz iklimi arasında geçiş karakteri göstermektedir. Bölgede ılıman Marmara iklimi görülür. Yaz ayları daha çok Akdeniz iklimine benzer. Sıcak ve az yağışlıdır. Kış ayları ise soğuk ve bol yağışlıdır. Kar yağışları normal, don olayları fazladır. Yıllık ortalama sıcaklık 12,4 °C’dir. Yaz sıcaklık ortalaması 21,9 °C, Kış sıcaklık ortalaması ise 2,3 °C’dir. Bu güne kadar ölçülen en yüksek sıcaklık 41,2 °C ile Ağustos ayına aittir. En düşük sıcaklık ise -22,7 °C olarak ölçülmüştür (Anonim 2014b).

İnegöl Ovası’nda yıllık ortalama yağış değerleri 572,4 mm’dir. Yağışlar genellikle kış ve bahar aylarında olup, mevsimlere göre dağılım yüzdeleri sırasıyla ilkbahar % 27, yaz % 14, sonbahar % 23 ve kış % 36’dır (Anonim 2009).

3.3. Havzadaki Kirlilik Kaynakları

Boğazköy Barajı Havzası’nda kirliliğin oluşmasına sebep olan başlıca faaliyetler havzada yer alan yerleşim birimleri ve bu birimlere ait kanalizasyon şebekeleri ve atıksu arıtma tesisleri, OSB ve küçük ve orta ölçekli sanayi işletmeleri, katı atıklar ve tarımsal faaliyetlerdir (Anonim 2009).

İnegöl Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi, İnegöl şehrinden kaynaklanan evsel atıksular ile İnegöl OSB'den kaynaklanan endüstriyel atıksuları birlikte arıtacak şekilde planlanmıştır. Ancak, sanayi kuruluşlarının kapasitesindeki artış ve bu artışın neden olduğu dış göç nedeniyle İnegöl İlçesi'nin nüfusunun artması, mevcut tesisin kapasitesinin yetersiz kalmasına neden olmuştur. Bu bağlamda mevcut tesisin fiziksel arıtma, biyolojik arıtma ve çamur işleme ünitelerinde kapasite arttırımına gidilmesine gerek duyulmuştur (Anonim 2010a). Atıksu arıtma tesisinde yapılan revizyon ile 55000 m³/gün olan tesis kapasitesi 130000 m³/gün'e çıkartılmıştır. Bunun %60'ını evsel atıksu, %40'ını ise endüstriyel atıksu oluşturmaktadır.

İnegöl Organize Sanayi Bölgesi'nde sektörel dağılım ağırlıklı olarak tekstil ve orman ürünleri olduğundan, atıksu arıtma tesisine gelen endüstriyel atıksu, bu sanayi gruplarında kullanılan boya yardımcı kimyasalları, ön terbiye maddeleri, baskı yardımcı maddeleri, tekstil kimyasalları, ağaç kimyasalları ve boyalarını içermektedir (Anonim 2009).

Arıtma tesisinde kurulan çamur kurutma tesisleri sayesinde çıkan atık çamurlar susuzlaştırılmakta ve elde edilen çamur yakıt olarak kullanılmaktadır.

Havzada Yenice Beldesi'ne ait Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi bulunmaktadır. Arıtması olmayan belde ve köylere ait atıksular ise herhangi bir arıtmaya tabi tutulmaksızın belediye kanalizasyonuna veya en yakın akarsuya doğrudan deşarj edilmektedir.

Boğazköy Havzası içerisinde yer alan, organize sanayi bölgesi dışında konumlanmış sanayi tesislerinin atıkları da en önemli kirlilik unsurlarındandır. Birçok tesisin arıtma tesisi bulunmamakta ya da düşük kapasitede bulunmakta, atıksular belediye kanalizasyonuna veya arıtılmaksızın yüzeysel su kaynaklarına deşarj edilmektedir.

Bölgede sanayi faaliyetlerinin yanı sıra önemli ölçüde tarımsal faaliyetler de mevcut olup yapılan tarımsal üretimde kullanılan gübre ve pestisitlerin Boğazköy Barajının su toplama havzasındaki su kalitesine olumsuz etkilerinin olduğu bir gerçektir (Anonim 2009).

Yanlış gübre uygulamaları; özellikle azot, fosfor ve kükürtlü gübrelerin bilinçsiz ve aşırı kullanımıyla, toprak ve su kirlenmesi görülmektedir. Azotun olumsuz etkisi, indirgenmiş Nitrit (NO₂) ve Nitrat (NO₃) gibi azot formlarının ortaya çıkmasıyla meydana gelir. Nitrat ve nitritin canlı bünyesinde belli konsantrasyonların üzerine çıkması toksik etki oluşturmaktadır. Fosfor konsantrasyonunun artması, suda çözünmüş oksijen miktarını azaltarak canlıların ölümlerine sebep olmaktadır (Anonim 2011a).

Havza sınırları içerisindeki tarımsal faaliyetlerde azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübrelerin yoğun olarak kullanıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 3.3). Azotlu gübrelerin suda oldukça hareketli olmaları göz önüne alındığında tarımsal faaliyetler sonucunda oluşabilecek kirlilik adına önem teşkil etmektedir (Anonim 2009).

Çizelge 3.3. Azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübrelerin kullanımı (Anonim 2009)

Gübre Cinsi	Miktar (Ton/Yıl)
Azotlu Gübreler	9952
Fosforlu Gübreler	4873
Potasyumlu Gübreler	2187

Pestisit kullanımı da toprak kirliliğine neden olan faktörlerdendir. Bunlar suda, hemen hemen hiç çözünmemekte, etki alanları fazla olup, sentetik olmaları, kalıcı etkileri ve yağ dokularında birikim özelliği göstermeleri nedeniyle toprak ve su kaynaklarında kirliliğe neden olurlar (Anonim 2011a).

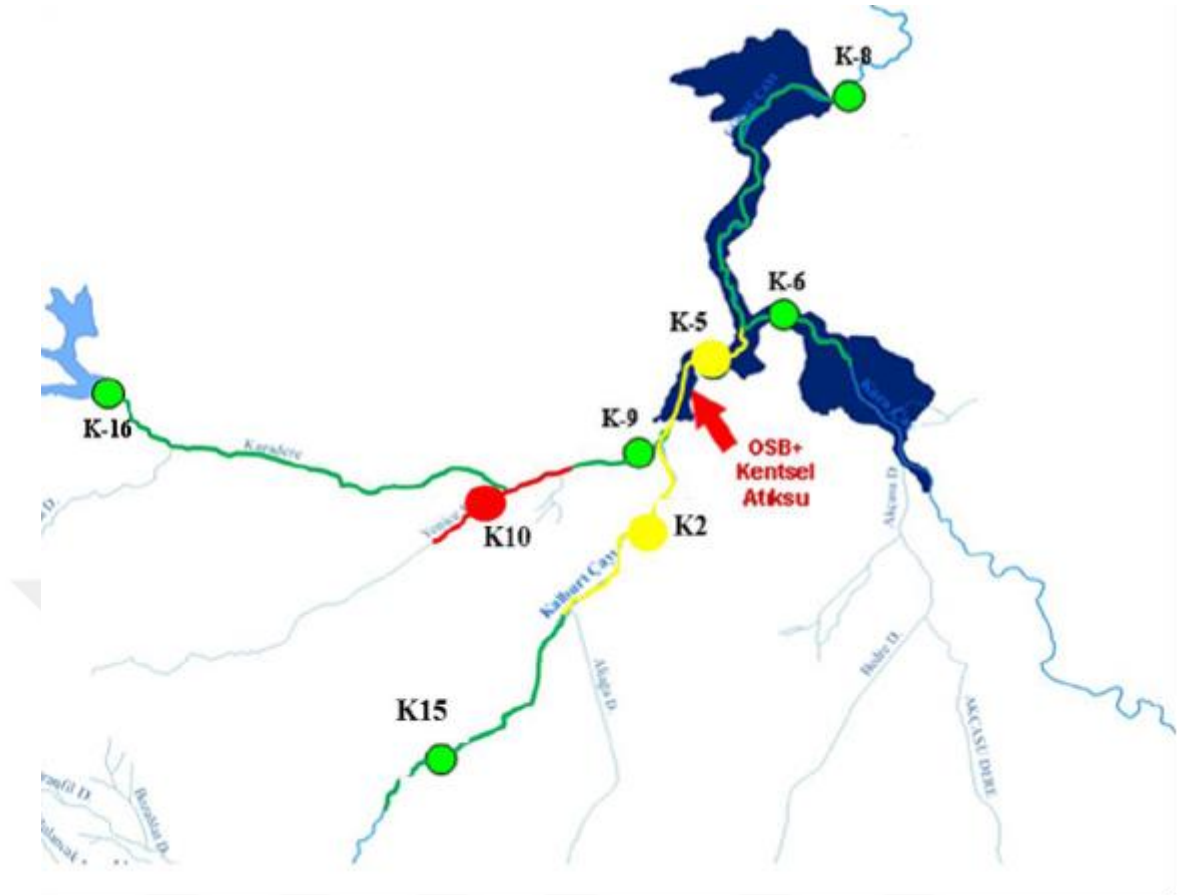
Katı atık ve çöplerin de dolaylı ve dolaysız olarak toprak kirliliğine neden olduğu bir gerçektir. Katı atıkların, toprak kirliliğine, en belirgin etkileri, yağmurla sızıntı sularının yüzey veya yeraltı sularına karışarak gerek sulama suları, gerekse diğer yollardan toprak kirliliğine neden olmaktadır (Anonim 2011a). Havzadaki saha çalışması sırasında, baraj kıyısında yer alan vahşi depolama alanının rehabilite edilip, İnegöl Belediyesi Katı Atık Düzenli Depolama Sahası olarak hizmete açıldığı ancak, depolama sahasında oluşan sızıntı sularına herhangi bir işlem yapılmadığı gözlemlenmiştir.

3.4. Örnek alma istasyonları

Numuneler Boğazköy Barajı Havzası'nda yer alan DSİ 1. Bölge Müdürlüğü'ne ait 7 adet su kalite gözlem istasyonundan alınmıştır. İstasyon bilgileri Çizelge 3.4'de verilmiştir. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de istasyonların konumları, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'te istasyonların fotoğrafları yer almaktadır.

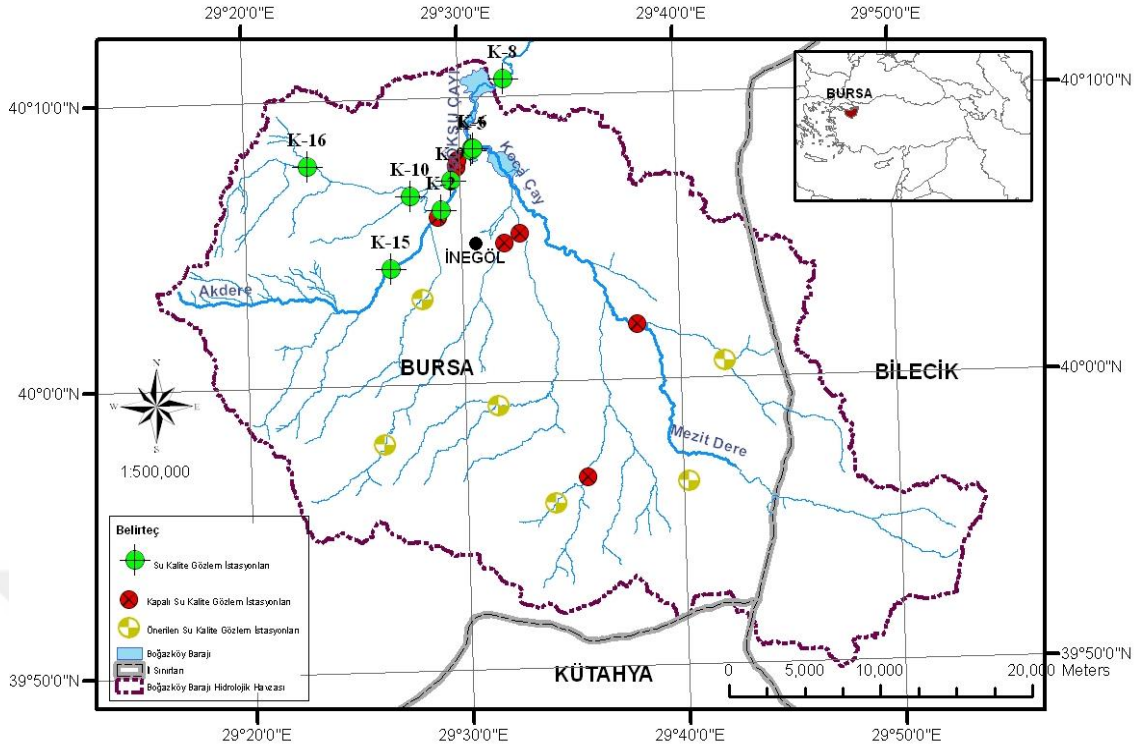
Çizelge 3.4. Boğazköy Barajı Havzası'ndaki su kalitesi gözlem istasyonları (Anonim 2009'dan değiştirilerek alınmıştır)

İSTASYON ADI	YEREL KOD	ULUSAL KOD	KOORDİNATLAR		BULUNDUĞU AKARSU
			ENLEM	BOYLAM	
Kalburt Çayı-OSB Memba	K-2	12-01-00-060	40 06''04'	29 29''34'	Kalburt Çayı
Kocadere-Mansab	K-6	12-01-00-064	40 08''07	29 30''35'	Kocası Çayı
Göksu Çayı-Boğazköy	K-8	12-01-00-063	40 10''35	29 32''07'	Göksu Çayı
Karadere-Mansab	K-9	12-01-00-129	40 07''05	29 29''34'	Karadere
Yenicedere-Mansab	K-10	12-01-00-253	40 06''36	29 27''41'	Yenicedere
Kalburt Çayı-Cerrah Memba	K-15	1201-00-031	40 04''04	29 26''43'	Cerrah Dere
Karadere-Babasultan Mansab	K-16	12-01-00-131	40 07''41	29 22''56'	Karadere



Şekil 3.6. Boğazköy Barajı Havzası'ndaki su kalitesi gözlem istasyonları (Anonim 2009)

K-15 gözlem istasyonu Cerrah Beldesinin güneybatısında Cerrah Dere üzerinde bulunmaktadır. Debisi yüksek, kirletici girişi fazla olmayan bir noktadır. K-2 gözlem istasyonu Kalburt Dere üzerindedir. K-15 noktasının devamında, Aliğa Dere'nin katılımından sonra, OSB deşarj noktasından önce yer almaktadır. K-16 gözlem istasyonu Babasultan Barajı'nın çıkışında, Karadere üzerinde yer almaktadır. Kirletici girişinin düşük olduğu, havzadaki su kalitesi iyi noktalardandır. K-10 gözlem istasyonu Yenicedere mansapta yer almaktadır. Bu nokta fazla miktarda atık içermektedir. K-9 gözlem istasyonu Yenicedere Karadere'ye katıldıktan sonra yer almaktadır. K-6 gözlem istasyonu Kocasu Çayı'nın son noktasında, baraja girişten önce yer almaktadır. K-8 gözlem istasyonu ise baraj çıkışını ifade etmektedir.



Şekil 3.7. Boğazköy Barajı Havzası'ndaki su kalitesi gözlem istasyonlarının konumları (Anonim 2009)



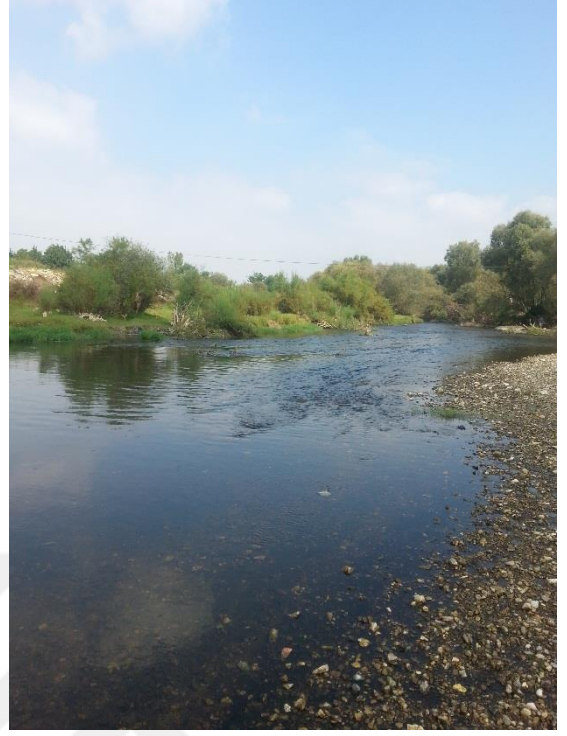
Şekil 3.8. K-16 istasyonu



Şekil 3.9. K-10 istasyonu



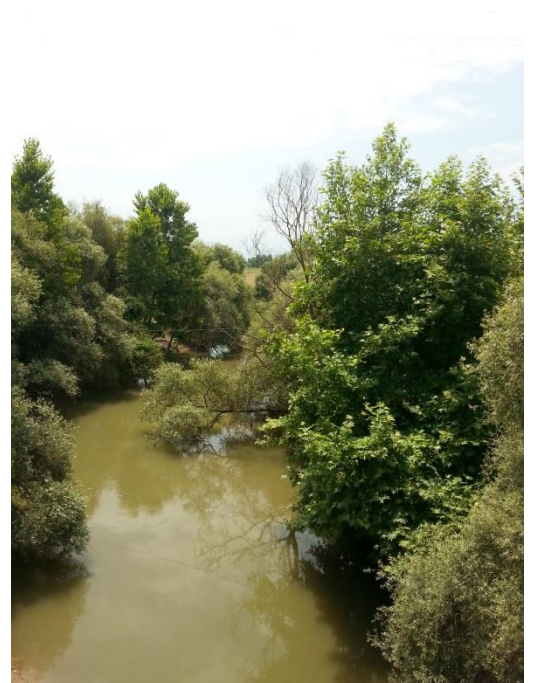
Şekil 3.10. K-9 istasyonu



Şekil 3.11. K-8 istasyonu



Şekil 3.12. K-15 istasyonu



Şekil 3.13. K-6 istasyonu



Şekil 3.14. K-2 istasyonu

3.5. Numuneler Üzerinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Havzada belirlenen noktalardan alınan numunelerde Sıcaklık (T), pH, Çözünmüş Oksijen (ÇO), Elektriksel İletkenlik (Eİ), Klorür (Cl⁻), Florür (F⁻), Sülfat (SO₄⁻), Sodyum (Na⁺), Potasyum (K⁺), Kalsiyum (Ca⁺⁺), Magnezyum (Mg⁺⁺), Toplam Sertlik (TS), Karbonat (CO₃⁻), Bikarbonat (HCO₃⁻), Nitrit (NO₂⁻), Nitrat (NO₃⁻), Amonyum (NH₄⁺), Orto-fosfat (o-PO₄⁻³), Toplam Fosfor (TP), Permanganat İndeksi (PI), Biyokimyasal oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Bor (B), Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR), Toplam Alkalinite (TA), Toplam Çözünmüş Madde (TÇM), Askıda Katı Madde (AKM) analizleri yapılmıştır.

3.5.1. Sıcaklık (T)

Sıcaklık su kalitesi açısından önemli bir parametredir. Kimyasal ve biyokimyasal reaksiyon hızları sıcaklık yükseldikçe artış gösterir. Gazların çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalırken, mineral çözünürlüğü ise artar. Sıcaklık, kirleticilere maruz kalan organizmaların davranış ve metabolizmalarını etkilediği gibi, kirleticilerin fiziksel ve

kimyasal durumlarını da tamamen değiştirebilir (şengül ve Müezzinoğlu 2005). Sıcaklık ölçümleri Hach marka çoklu parametre ölçüm cihazında yapılmıştır.

3.5.2. pH

pH bir çözeltinin asit veya baz olma özelliğinin şiddetini gösteren bir kısaltmadır ve çözeltide bulunan H^+ iyonu konsantrasyonunun bir ifade şeklidir (şengül ve Müezzinoğlu 2005). Ortamın jeolojik yapısı pH değerini etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Doğal suların bir çoğu karbonat ve bikarbonat içerdiiğinden dolayı hafif alkali özellik gösterir. Aquatik canlıların yaşamlarını sürdürbilmesi için gerekli en uygun pH değeri 6,5-8,5 arasındadır (Barlas 2004).

pH değeri, su numunesindeki kimyasal, fiziksel, biyolojik olaylar sonucu ve numune içinde çözünmüş bulunan CO_2 ve HCO_3 iyonlarının derişimi ile hızla değişebilir. Bu nedenle pH ölçümleri numune alınan yerde yapılmalı, eğer yapılamıyorsa laboratuvara gelince mümkün olduğunca kısa sürede ve suda çözünmüş gazlar kaybedilmeden yani ağzı açılan bir su numunesinde derhal yapılmalıdır (Anonim 2010b).

Elektrometrik pH tayininin temel prensibi, hidrojen iyonlarının cam elektrot ve referans elektrodu yardımıyla potansiyometrik olarak ölçülmesine dayanır (şengül ve Müezzinoğlu 2005).

pH tayin edilirken; pH metre önce uygun sertifikalı standart çözeltilerle kalibre edilir, sonrasında numune ölçümü yapılır ve sonuç ölçülen sıcaklık değeriyle birlikte kaydedilir.

pH analizleri TS EN ISO 10523 Standardı'na göre Hach marka çoklu parametre ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Anonim 1999).

3.5.3. Elektriksel iletkenlik (Eİ)

Elektriksel İletkenlik, Eİ değeri suda erimiş toplam tuz miktarının iyi bir göstergesidir. Bu nedenle Eİ değeri kolay ölçülebilir olması nedeniyle sulardaki toplam tuzluluğun belirtilmesinde sıkça kullanılır. İletkenlik sulu bir çözeltinin elektriği iletme kabiliyetinin sayısal bir ifadesidir. Su içinde çözünmüş olarak bulunan iyonların cinsi ve konsantrasyonuna bağlıdır. Eİ ölçümü, Kondüktümetre ile yapılır. Elektriksel iletkenlik

1 cm uzaklıkta bulunan, 1 cm² yüzey alanına sahip iki elektrot arasında ölçülen direncin tersi olarak bulunur. İletkenlik birimi Siemens/metre'dir. İletkenlik mho/cm veya S/cm birimiyle ifade edilebilir. Doğal suların iletkenliği çok küçük olduğundan genellikle µmho/cm veya µS/cm olarak ifade edilir (Anonim 2010b).

İletkenlik ölçümleri atmosferdeki CO₂ ve NH₃ gibi gazların numune ile etkileşmesi veya biyolojik faaliyetlerin oluşabilmesi ihtimaliyle numune alınan yerde yapılmalı, eğer yapılamıyorsa laboratuvarında mümkün olduğunca kısa sürede yapılmalıdır. Eİ değeri tayin edilirken; cihaz önce uygun sertifikalı standart çözeltiyle kalibre edilir, sonrasında numune ölçümü yapılır. Eİ değeri sıcaklıkla değiştiği için; sonuçlar genellikle sabit bir sıcaklıkta (çoğunlukla 25 °C) verilir (Anonim 2010b).

Eİ analizleri TS 9748 EN 27888 Standardı'na göre Hach marka çoklu parametre ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Anonim 1996a).

3.5.4. Çözünmüş oksijen (ÇO)

Oksijen, sudaki çözünmüş gazlar içinde su kalitesi yönünden en önemlisidir. Oksijen, sulu ortamdaki canlıların yaşamlarını düzenler ve sınırlar. Oksijen suda çok az çözünür. Oksijenin sudaki çözünürlüğü, suyun sıcaklığına ve tuz konsantrasyonuna bağlıdır (Anonim 2010b).

Akarsuların ilk havzalarında türbülans ve düşük sıcaklık nedeniyle oksijen miktarı fazla iken, aşağı bölgelerde akıntı hızının yavaşlaması, organik çürüme gibi nedenlerle oksijen içeriği azalmaktadır. Akarsuya organik bir kirlilik karışması da çözünmüş oksijen miktarının düşmesine neden olmaktadır. Soğuk ve kirlenmemiş akarsular, ılık ve kirli olanlara göre daha fazla oksijen içerir (Barlas 2004).

Sudaki O₂ miktarı zamanla değiştiğinden ölçüm mümkün olduğu kadar çabuk yapılmalıdır (Anonim 2010b).

Çözünmüş Oksijen Analizleri TS 5677 EN 25814 Standardı'na göre Hach marka çoklu parametre ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Anonim 1996b).

3.5.5. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı aerobik şartlarda bakterilerin organik maddeleri parçalayarak stabilize etmeleri için gereken oksijen miktarı olarak tanımlanır. BOİ testinde genel prensip, organik madde ve çözülmüş oksijenin bakteriler tarafından alınıp, karbondioksit ve yeni bakteri hücrelerine dönüştürülmesi sırasında oksijenin azalma miktarının denetlenmesine dayanır (Şengül ve Müezzinoğlu 2005).

BOİ analizleri STMD 5210'a göre yapılmıştır (Anonim 2005b). Belli miktardaki numune özel BOİ şişelerinde 5 gün boyunca 20 derecelik inkübatörde, karanlık ortamda tutulmuştur. 5 gün sonunda oksijen tüketim miktarına ulaşılmıştır.

3.5.6. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

Suyun içerdiği organik maddeleri kimyasal olarak en yüksek yükseltgenme basamağına yükseltmek için gerekli oksijen miktarı, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) olarak tanımlanır. Organik madde ne kadar çok ise kimyasal oksijen ihtiyacı o kadar fazladır. KOİ, değeri genellikle BOİ'den daha büyüktür. Çünkü çoğu organik maddeler kimyasal olarak yükseltgenebilirken, biyolojik olarak yükseltgenmeyebilir. Standart KOİ deneyi potasyumdikromatla sudaki organik maddeyi oksitlemek suretiyle yapılır (Şengül ve Müezzinoğlu 2005).

KOİ analizleri uygun kitlerle spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir.

3.5.7. Alkalinite

Bir suyun alkalinitesi, o suyun asitleri nötrale edebilme kapasitesi olarak tanımlanır. Doğal sularda alkalitenin en önemli kısmı hidroksitler, karbonatlar ve bikarbonatlardan ileri gelmektedir (Şengül ve Müezzinoğlu 2005).

Metil Oranj Alkalinitesi: pH 4,5'a kadar yapılan titrasyon ile tayin edilen hidroksit, karbonat ve bikarbonat derişimine eşdeğer olan alkalinitedir (Anonim 2010b).

Fenolftalein Alkalinitesi: pH 8,3'e kadar yapılan titrasyon ile tayin edilen hidroksitin tamamına ve karbonat muhtevasının yarısına eşdeğer olan alkalinitedir. $pH \leq 8,3$ olan sularda fenolftalein alkalinitesi=0'dır (Anonim 2010b).

Alkalinite analizleri TS 3790 EN ISO 9963-1 standardına göre titrasyon yöntemiyle yapılmıştır (Anonim 1998a).

3.5.8. Katyonlar

Kalsiyum: Doğal suların başlıca katyonudur. Çünkü kayalarda ve toprakta bol miktarda bulunur. Suyu kalsiyum iyonu topraktaki alçı ve kalkerlerin yağmur suları ile çözünmesi yoluyla geçer. Sudaki sertliği oluşturan en önemli bileşendir (Anonim 2010b).

Magnezyum: Tatlı sularda kalsiyum ve sodyum iyonlarından sonra en çok rastlanan iyondur. Magnezyum doğada karbonat, oksit, magnezit ve dolomit bileşikleri halinde bulunur. Suyun sertliğinde önemli rol oynar (Anonim 2010b).

Sodyum: Sulardaki genel bulunuşu sodyum klorür ve sodyum karbonat şeklindedir. Sodyum fazlalığının bitki ve toprak üzerindeki zararlı etkilerinden dolayı sulama suyu sınıflandırmasında önemlidir (Anonim 2010b).

Potasyum: Doğal sularda daima var olan ancak düşük konsantrasyonlarda bulunan iyondur. Potasyum bazı metabolizma olayları ve kas hareketleri için gereklidir (Anonim 2010b).

Toplam Sertlik: Sertlik sularda Ca^{+2} ve Mg^{+2} 'nin sebep olduğu istenmeyen özelliktir. Su içinde bulunan Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının $CaCO_3$ olarak eşdeğeri toplam sertlik olarak tanımlanır (Anonim 2010b).

Çizelge 3.5. Sertlik sınıfları (Anonim 2010b)

Sertlik derecesi, mg $CaCO_3/L$	Sertlik sınıfı
0-75	yumuşak
75-150	orta sertlik
150-300	sert
300 ve üzeri	çok sert

Kasyon analizleri TS EN ISO 14911 Standardına göre Metrohm marka iyon kromatografisi cihazıyla gerçekleştirilmiştir (Anonim 2000). Toplam sertlik değeri Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamıyla hesaplanmıştır.

3.5.9. Anyonlar

Klorür: Klorür iyonu yeryüzünde en çok rastlanan anyondur. Başta deniz suları olmak üzere bütün sular hatta yağmur suları bile klorür içerir. Klorür mineral kökenli olabileceği gibi; deniz suyunun yeraltı sularına karışmasından, tarımsal amaçlarla tarla üzerine yayılmış tuzlardan, insan ve hayvan atıklarından, endüstriyel atıklardan ileri gelebilir (Anonim 2010b).

Sülfat: Sülfat en fazla topraktan ve endüstriyel atıklardan geçer. Doğadaki sülfür mineralleri atmosferik olayların etkisiyle oksitlenerek suda çözünebilir sülfatlara dönüşür. Bu şekilde doğada oluşan en yaygın sülfat minerali jibstir (Anonim 2010b).

Florür: Florür, sağlıklı diş minesini oluşumu için gerekli bir elementtir. Ancak fazla olması halinde diş çürümelerine, sindirim bozukluklarına neden olabilir (Anonim 2010b).

Anyon analizleri TS EN ISO 10304-1 standardına göre Metrohm marka iyon kromatografisi cihazıyla gerçekleştirilmiştir (Anonim 2010d).

3.5.10. Azotlu parametreler

Azot ve azotlu maddeler çevre kimyasının en önemli alanlarından birini oluşturur. Azot, doğal dolanımı olan, bakteriler tarafından tüketilmek suretiyle veya kimyasal yollardan değişik oksidasyon kademelerinde bileşikler oluşturabilen bir maddedir. Farklı oksidasyon seviyelerinde hemen tüm canlı hücrelerin yaşama ve üremeleri için gerekli bir besin maddesidir. Suda NH_3 bulunması taze kirlenmeye ve muhtemelen sakıncalı mikroorganizma sayısına, NO_3^- bulunması ise eskimiş bir kirlenmeye ve muhtemelen daha az sakıncalı mikroorganizma sayısına işaret eder. Nitrit bir geçiş fazı olduğundan sularda çok az bulunan bir iyondur (Şengül ve Müezzinoğlu 2005).

Nitrat Azotu analizi TS EN ISO 10304-1 standardına göre Metrohm marka iyon kromatografisi cihazıyla gerçekleştirilmiştir (Anonim 2010d). Amonyum Azotu ve Nitrit Azotu analizleri ise hazır kitlerle spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir.

3.5.11. Fosforlu parametreler

Doğal sular ve atık sularda fosfor genellikle fosfatlar halinde bulunur. Bunlar ortofosfatlar, kondanse fosfatlar (piro, meta ve diğer polifosfatlar) ve organik bağlı fosfatlardır. Bu fosfat formları çeşitli kaynaklardan gelmektedir. Evsel atıksular çoğunlukla fosfor bileşiklerince zengindirler. Son yıllarda deterjan yapımında, katkı maddesi olarak fosfat ve polifosfat bileşikleri büyük miktarlarda kullanılmaktadır. Deterjanların yol açtığı yüksek fosforlu evsel atıksuların alıcı su ortamlarına deşarjı sonucunda alıcı sularda, eskiye göre 2-3 katı fazla fosforlu madde bulunduğu hesaplanmıştır (Şengül ve Müezzinoğlu 2005).

Toplam fosfor, çözünmüş veya çözünmemiş, orto, poli, organik fosfatları içerir. Toplam fosfor analizleri TS 7889 Standardına göre spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir (Anonim 1990). Ortofosfat analizleri ise TS EN ISO 10304-1 standardına göre Metrohm marka iyon kromatografisi cihazıyla gerçekleştirilmiştir (Anonim 2010d).

3.5.12. Askıdaki katı madde (AKM)

Su içinde çözünmeden asılı kalan ve uzun süre içinde çökebilien çok küçük çaplı organik ve inorganik katı maddelerdir. Bunlar suya bulanıklık ve istenmeyen renklilik verir. Bu tip sular, fiziki filtreden geçirilerek kullanılmalıdır. Aksi takdirde, askıdaki maddeler yumuşak birikinti, gevşek çamur ve köpürmeye neden olur. Numunenin, sabit tartıma getirilmiş cam elyaf filtreden süzülüp, filtrenin 105 °C'de kurutulması ile filtre üzerindeki kalıntının kütlesi olarak belirlenir (Anonim 2010b).

AKM analizleri TS EN 872 Standardına göre yapılmıştır (Anonim 2007).

3.5.13. Toplam çözünmüş madde (TÇM)

Su temininde suyun çözünmüş katı madde içeriği hızlı bir şekilde, spesifik iletkenlik ölçümleri ile yapılabilir. Bu ölçümler numunenin elektrik akımı taşıma özelliğini belirtir. Bu da suda iyonize olabilien maddelerin konsantrasyonu ile ilişkilidir (Şengül ve Müezzinoğlu 2005). Toplam çözünmüş katı madde miktarı değerleri Eİ değerlerinden hesaplanarak bulunmuştur.

3.5.14. Permanganat indeksi (PI)

Permanganat İndeksi, $KMnO_4$ ile yükseltgenebilen maddeler şeklinde tanımlanabilir. Bir suyun belli koşullarda permanganat ile muamelesinde harcanan, permanganat iyonu miktarına eşdeğer oksijen miktarı (mg/l) cinsinden permanganat indeksi olarak verilir. Sudaki toplam organik madde miktarının bir ifadesidir. Doğal sulardaki organik maddeler ise, ya doğal kaynaklardan ya da insan aktivitelerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Anonim 2010b).

Permanganat İndeksi analizleri TS 6288 EN ISO 1189 Standardına göre yapılmıştır (Anonim 1998b).

3.5.15. Bor (B)

Bor, doğada genellikle boraks ve kolemanit mineralleri halinde bulunur. Bu minerallerden çözünen bor bileşikleri sulara geçer. Bitkiler bora ihtiyaç gösterir, ama aşırı miktardaki bor zehir etkisi yapar. Suda aşırı bor bitki yaprağının olgunlaşmadan sararma, solma, dökülme ve bitkide verimsizliğe neden olur. Toprakta birikebilir. Bu nedenle sulama sularının bor içeriklerinin analizi büyük önem taşır. İçme sularında 1 mg/l'den fazla bor sinir sistemine etki eder ve baş dönmesi, titreme ve krampa neden olur (Anonim 2010b).

Bor analizleri hazır kitlerle spektrofotometrede yapılmıştır.

3.5.16. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)

Sodyum adsorpsiyon oranı, toprak bünyesindeki suda ve sulama suyunda sodyumun baskın iyon olduğu durumu göstermektedir. Yüksek sodyumlu durumlarda, toprak partikülleri birbirinden ayrılmaktadır. Bu durumda, topraktaki porozite azalmakta ve büyük boşluklar tıkanmaktadır. Böylelikle, su ve havanın toprak içine nüfuzu engellenmektedir. SAR, suyun sodyum (veya benzer alkaliler) açısından zararlılığının bir ölçüsü olarak kullanılmakta ve eşitlik 3.1'e göre hesaplanmaktadır (Anonim 2010c).

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (3.1)$$

4. BULGULAR

4.1. Numune Alma İstasyonlarının Analiz Sonuçları

Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası'nda belirlenen 7 istasyonda Eylül 2011-Temmuz 2012 tarihleri arasında, tespit edilen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki tablolarda (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7) yer almaktadır.

Çizelge 4.1 K-2 istasyonunun analiz sonuçları

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
T (°C)	20,2	13,9	22,1	26,7	20,7 ± 5,3
pH	8,51	8,03	8,04	8,15	8,18± 0,23
Eİ (µS/cm)	424	507	209	795	484 ± 243
Ca ⁺⁺ (mg/L)	52,72	73,25	28,75	111,58	66,57± 35,08
Mg ⁺⁺ (mg/L)	16,23	23,32	7,40	31,92	19,72 ± 10,42
Na ⁺ (mg/L)	20,00	25,13	3,91	25,76	18,70 ± 10,19
K ⁺ (mg/L)	3,69	3,94	0,85	5,49	3,49 ± 1,93
TS (mg CaCO ₃ /L)	198,51	279,01	102,29	410,20	247,50±130,32
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	8,82	0,00	0,00	0,00	4,41 ± 2,21
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	242,21	275,72	121,39	438,59	269,48±130,78
Cl ⁻ (mg/L)	9,76	9,53	1,28	24,48	11,26 ± 9,65
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	30,23	58,03	12,23	56,14	39,16 ± 21,98
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	0,044	-	0,043	1,446	0,511 ± 0,810
NO ₂ ⁻ -N (mg/L)	0,007	0,042	0,049	0,310	0,102 ± 0,140
NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	0,335	2,767	0,352	2,786	1,560 ± 1,405
o-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0,282	0,254	0,112	0,224	0,218 ± 0,075

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.1 K-2 istasyonunun analiz sonuçları (devam)

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
BOİ (mg/L)	9	16	2	30	14 ± 12
KOİ (mg/L)	65,2	66,9	41,3	102,1	68,9 ± 25,0
ÇO (mg/L)	10,13	11,30	10,19	7,27	9,72 ± 1,72
F⁻ (mg/L)	-	0,082	0,044	0,094	0,073 ± 0,026
TP (mg/L)	0,320	0,594	0,174	0,239	0,332 ± 0,185
PI (mg/L)	3,00	3,86	1,14	4,18	3,05 ± 1,36
TÇM (mg/L)	288	345	142	541	329 ± 165
AKM (mg/L)	-	-	8,00	6,00	7,00 ± 1,41
B (mg/L)	0,000	0,002	0,000	0,006	0,002 ± 0,003
TA (mg/L)	217,50	226,00	99,50	359,50	225,63±106,30
SAR	0,62	0,65	0,17	0,55	0,50 ± 0,22

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.2 K-6 istasyonunun analiz sonuçları

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
T (°C)	20,0	13,0	22,1	26,6	20,4 ± 5,7
pH	7,48	7,56	7,66	8,02	7,68 ± 0,24
Eİ (µS/cm)	567	418	367	647	500 ± 130
Ca⁺⁺ (mg/L)	72,07	76,70	53,18	104,50	76,61 ± 21,19
Mg⁺⁺ (mg/L)	19,32	15,76	11,34	25,30	17,93 ± 5,90
Na⁺ (mg/L)	14,99	15,65	8,19	14,80	13,41 ± 3,50
K⁺ (mg/L)	3,10	3,25	1,50	2,23	2,52 ± 0,82
TS (mg CaCO₃/L)	259,64	256,54	179,58	365,25	265,25 ± 76,26
CO₃⁻ (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,00
HCO₃⁻ (mg/L)	326,53	243,39	200,08	376,98	286,75 ± 79,82
Cl⁻ (mg/L)	8,40	11,59	4,19	8,88	8,27 ± 3,06
SO₄⁻ (mg/L)	44,01	37,74	26,53	44,76	38,26 ± 8,43
NH₄⁺-N (mg/L)	0,126	-	0,013	0,120	0,086 ± 0,064
NO₂⁻-N (mg/L)	0,015	0,041	0,063	0,046	0,041 ± 0,020
NO₃⁻-N (mg/L)	1,556	2,655	0,749	1,791	1,688 ± 0,784
o-PO₄⁻³ (mg/L)	0,000	0,120	0,000	0,000	0,030 ± 0,060
BOİ (mg/L)	15	2	2	7	7 ± 6
KOİ (mg/L)	85,8	50,0	52,3	78,2	66,6 ± 18,1
ÇO (mg/L)	6,55	11,02	8,74	7,17	8,37 ± 1,99
F⁻ (mg/L)	-	0,138	0,123	0,134	0,132 ± 0,008
TP (mg/L)	0,164	0,417	0,144	0,069	0,199 ± 0,151
PI (mg/L)	3,23	1,81	1,25	2,13	2,11 ± 0,83
TÇM (mg/L)	386	284	250	440	340 ± 88

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.2 K-6 istasyonunun analiz sonuçları (devam)

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
AKM (mg/L)	-	-	21,00	6,00	13,50 ± 10,61
B (mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,010	0,003 ± 0,005
TA (mg/L)	273,00	199,50	164,00	309,00	236,38 ± 66,37
SAR	0,40	0,42	0,27	0,34	0,36 ± 0,07

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.3 K-8 istasyonunun analiz sonuçları

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
T (°C)	21,0	12,8	22,1	27,6	20,9 ± 6,1
pH	7,85	7,64	7,74	8,25	7,87 ± 0,27
Eİ (µS/cm)	1035	559	452	899	736 ± 276
Ca⁺⁺ (mg/L)	43,88	75,30	49,29	79,74	62,05 ± 18,09
Mg⁺⁺ (mg/L)	21,92	17,77	11,74	21,88	18,33 ± 4,80
Na⁺ (mg/L)	123,84	48,57	28,12	89,26	72,45 ± 42,66
K⁺ (mg/L)	7,80	5,04	2,43	6,85	5,53 ± 2,36
TS (mg CaCO₃/L)	199,82	261,33	171,48	289,30	230,48 ± 54,26
CO₃⁻ (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,00
HCO₃⁻ (mg/L)	325,33	273,28	197,64	319,64	278,97 ± 59,02
Cl⁻ (mg/L)	103,59	34,76	21,73	75,60	58,92 ± 37,60
SO₄⁻ (mg/L)	106,36	56,16	38,50	95,75	74,19 ± 32,14
NH₄⁺-N (mg/L)	0,273	-	0,008	0,307	0,196 ± 0,164
NO₂⁻-N (mg/L)	0,010	0,069	0,159	0,177	0,104 ± 0,078

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.3 K-8 istasyonunun analiz sonuçları (devam)

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
NO₃⁻-N (mg/L)	1,208	3,105	1,709	1,276	1,825 ± 0,882
o-PO₄⁻³ (mg/L)	0,000	0,119	0,181	0,000	0,075 ± 0,090
BOİ (mg/L)	3	2	3	10	5 ± 4
KOİ (mg/L)	57,5	43,4	55,5	82,6	59,8 ± 16,5
ÇO (mg/L)	7,50	11,23	8,56	6,74	8,51 ± 1,96
F⁻ (mg/L)	-	0,126	0,118	0,170	0,138 ± 0,028
TP (mg/L)	0,113	0,492	0,265	0,078	0,237 ± 0,188
PI (mg/L)	1,92	1,51	1,29	2,32	1,76 ± 0,46
TÇM (mg/L)	776	380	307	611	519 ± 215
AKM (mg/L)	-	-	14,00	26,00	20,00 ± 8,49
B (mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000 ± 0,000
TA (mg/L)	272,00	224,00	162,00	262,00	230,00 ± 49,83
SAR	3,81	1,31	0,93	2,28	2,08 ± 1,28

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.4 K-9 istasyonunun analiz sonuçları

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
T (°C)	21,1	13,6	22,1	28,0	21,2 ± 5,9
pH	7,77	8,37	7,86	8,06	8,02 ± 0,27
Eİ (µS/cm)	792	618	466	1079	739 ± 263
Ca⁺⁺ (mg/L)	70,74	80,00	61,38	110,63	80,69 ± 21,36
Mg⁺⁺ (mg/L)	13,03	15,66	10,89	18,12	14,42 ± 3,14

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.4 K-9 istasyonunun analiz sonuçları (devam)

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
Na⁺ (mg/L)	77,95	59,40	23,88	136,07	74,33 ± 46,88
K⁺ (mg/L)	3,38	3,70	2,35	6,88	4,08 ± 1,96
TS (mg CaCO₃/L)	230,42	264,38	198,22	351,07	261,02 ± 65,83
CO₃⁻ (mg/L)	0,00	18,00	0,00	0,00	4,50 ± 9,00
HCO₃⁻ (mg/L)	360,02	274,50	242,17	440,42	329,28 ± 89,23
Cl⁻ (mg/L)	74,73	59,13	20,01	256,46	102,58±105,14
SO₄⁻ (mg/L)	40,97	27,88	21,55	94,23	46,16 ± 33,05
NH₄⁺-N (mg/L)	0,000	-	0,272	0,000	0,091 ± 0,157
NO₂⁻-N (mg/L)	0,009	0,047	0,077	0,040	0,043 ± 0,028
NO₃⁻-N (mg/L)	0,862	3,084	1,173	0,640	1,440 ± 1,118
o-PO₄⁻³ (mg/L)	0,100	0,129	0,190	0,548	0,242 ± 0,208
BOİ (mg/L)	32	5	7	78	31 ± 34
KOİ (mg/L)	131,6	58,0	80,0	185,7	113,8 ± 57,0
ÇO (mg/L)	4,08	11,33	8,09	1,30	6,20 ± 4,41
F⁻ (mg/L)	-	0,167	0,143	0,368	0,226 ± 0,124
TP (mg/L)	0,304	0,418	0,150	0,216	0,247 ± 0,140
PI (mg/L)	3,51	2,08	2,22	5,58	3,35 ± 1,62
TÇM (mg/L)	539	420	317	809	521 ± 212
AKM (mg/L)	-	-	20,00	16,00	18,00 ± 2,83
B (mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000 ± 0,000
TA (mg/L)	301,00	255,00	198,50	361,00	278,88 ± 68,95
SAR	2,23	1,59	0,74	3,16	1,93 ± 1,02

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.5 K-10 istasyonunun analiz sonuçları

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
T (°C)	22,9	13,1	22,0	27,5	21,4 ± 6,0
pH	9,50	8,33	7,59	8,07	8,37 ± 0,81
Eİ (µS/cm)	5830	1216	930	1961	2484 ± 2272
Ca⁺⁺ (mg/L)	12,03	99,77	56,69	112,88	70,34± 45,69
Mg⁺⁺ (mg/L)	16,25	25,69	17,57	19,98	19,87 ± 4,17
Na⁺ (mg/L)	1468,61	218,15	117,78	306,96	527,87±631,90
K⁺ (mg/L)	6,27	8,24	4,57	12,07	7,79 ± 3,22
TS (mg CaCO₃/L)	96,90	355,05	213,98	364,35	257,57±127,30
CO₃⁻ (mg/L)	80,59	30,00	0,00	0,00	27,65 ± 38,02
HCO₃⁻ (mg/L)	1281,00	395,28	331,23	542,29	637,45±438,04
Cl⁻ (mg/L)	1404,09	188,81	104,64	311,51	613,95±601,47
SO₄⁻ (mg/L)	184,28	69,30	60,49	90,99	123,84 ± 68,16
NH₄⁺-N (mg/L)	0,182	-	11,890	0,699	4,257 ± 6,615
NO₂⁻-N (mg/L)	0,025	0,126	0,088	0,432	0,168 ± 0,181
NO₃⁻-N (mg/L)	0,245	8,688	0,482	0,638	2,513 ± 4,120
o-PO₄⁻³ (mg/L)	0,000	0,417	0,970	0,565	0,347 ± 0,460
BOİ (mg/L)	150	65	58	135	102 ± 47
KOİ (mg/L)	308,0	186,0	172,0	263,6	232,4 ± 64,5
ÇO (mg/L)	0,85	10,22	4,66	1,60	4,33 ± 4,26
F⁻ (mg/L)	-	0,320	0,192	0,345	0,286 ± 0,082
TP (mg/L)	0,086	0,732	0,524	0,346	0,422 ± 0,274
PI (mg/L)	15,37	5,62	4,65	12,45	9,52 ± 5,22
TÇM (mg/L)	4781	827	632	1471	1928 ± 1936

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.5 K-10 istasyonunun analiz sonuçları (devam)

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
AKM (mg/L)	-	-	31,00	14,00	22,50 ± 12,02
B (mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000 ± 0,000
TA (mg/L)	1208,00	374,00	271,50	444,50	574,50±428,26
SAR	64,86	5,03	3,50	6,99	20,10 ± 29,88

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.6 K-15 istasyonunun analiz sonuçları

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
T (°C)	21,5	12,7	22,2	27,8	21,1 ± 6,2
pH	8,31	8,05	8,57	8,31	8,31 ± 0,21
Eİ (µS/cm)	396	481	180	407	366 ± 130
Ca⁺⁺ (mg/L)	32,44	77,37	26,06	68,26	51,03 ± 25,56
Mg⁺⁺ (mg/L)	14,57	23,97	6,00	17,02	15,39 ± 7,42
Na⁺ (mg/L)	12,85	21,56	2,80	10,88	12,02 ± 7,70
K⁺ (mg/L)	2,24	3,14	0,40	2,17	1,99 ± 1,15
TS (mg CaCO₃/L)	141,02	291,97	89,83	240,64	190,87 ± 92,00
CO₃⁻ (mg/L)	9,41	0,00	3,00	6,00	3,10 ± 4,44
HCO₃⁻ (mg/L)	177,02	279,99	98,21	237,90	198,28 ± 78,98
Cl⁻ (mg/L)	2,91	3,96	0,53	2,69	2,52 ± 1,44
SO₄⁻ (mg/L)	32,90	63,59	9,69	28,66	33,71 ± 22,33
NH₄⁺-N (mg/L)	0,002	-	0,000	0,000	0,001 ± 0,001
NO₂⁻-N (mg/L)	0,009	0,047	0,046	0,013	0,029 ± 0,021

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.6 K-15 istasyonunun analiz sonuçları (devam)

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
NO₃⁻-N (mg/L)	0,164	2,674	0,175	0,322	0,834 ± 1,229
o-PO₄⁻³ (mg/L)	0,000	0,116	0,000	0,000	0,029 ± 0,058
BOİ (mg/L)	3	1	2	4	3 ± 1
KOİ (mg/L)	39,7	28,0	35,1	57,3	40,0 ± 12,5
ÇO (mg/L)	9,69	11,82	9,89	8,21	9,90 ± 1,48
F⁻ (mg/L)	0,068	0,097	0,040	0,092	0,076 ± 0,032
TP (mg/L)	0,081	0,687	0,012	0,007	0,197 ± 0,329
PI (mg/L)	1,63	0,85	0,93	1,75	1,29 ± 0,47
TÇM (mg/L)	269	327	122	277	249 ± 88
AKM (mg/L)	-	-	10,00	1,00	5,50 ± 6,36
B (mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000 ± 0,000
TA (mg/L)	164,00	229,50	85,50	205,00	171,00 ± 63,08
SAR	0,47	0,55	0,13	0,30	0,36 ± 0,19

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.7 K-16 istasyonunun analiz sonuçları

	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
T (°C)	22,2	12,8	22,1	27,2	21,1 ± 6,0
pH	8,03	7,75	7,89	8,08	7,94 ± 0,15
Eİ (µS/cm)	555	445	227	600	457 ± 166
Ca⁺⁺ (mg/L)	32,32	93,69	37,43	112,83	69,07 ± 40,30
Mg⁺⁺ (mg/L)	15,42	16,70	5,08	18,69	13,97 ± 6,08

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

Çizelge 4.7 K-16 istasyonunun analiz sonuçları (devam)

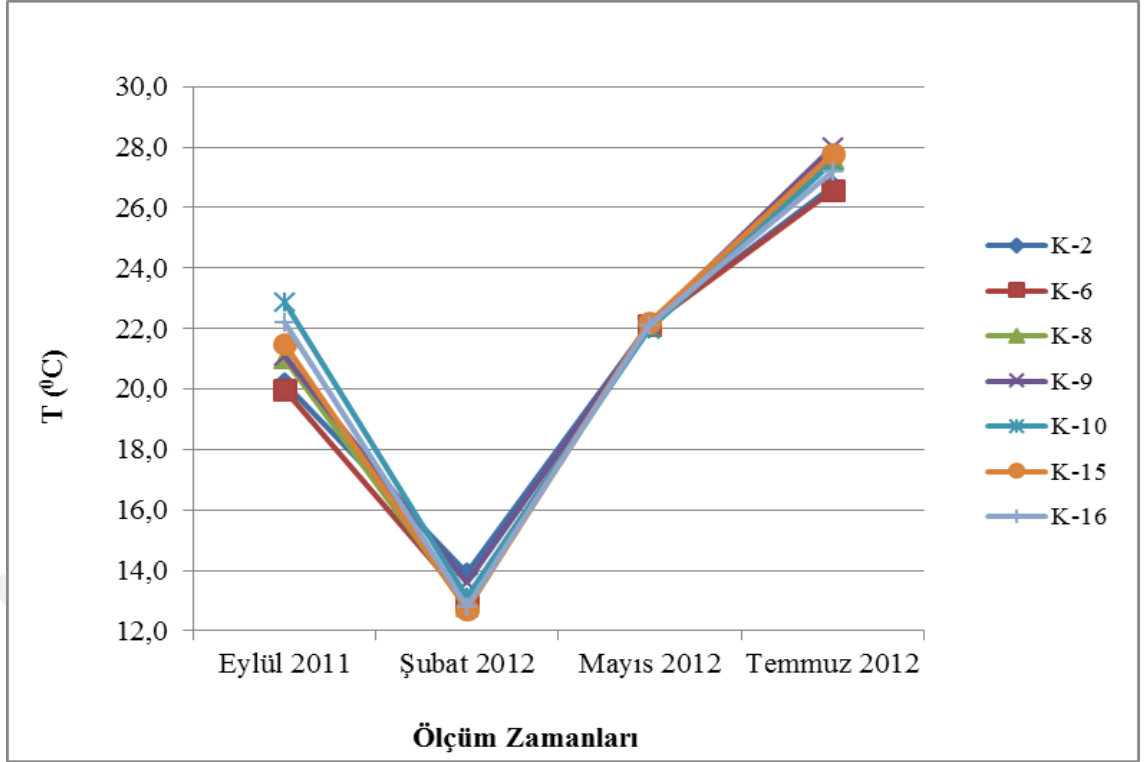
	Eylül 2011	Şubat 2012	Mayıs 2012	Temmuz 2012	Ort+SS
Na⁺ (mg/L)	6,14	8,21	2,03	7,11	5,87 ± 2,70
K⁺ (mg/L)	2,20	2,91	1,07	1,77	1,99 ± 0,77
TS (mg CaCO₃/L)	144,20	302,87	114,44	358,91	230,10±119,23
CO₃⁻ (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,00
HCO₃⁻ (mg/L)	265,53	309,27	313,54	370,88	314,81 ± 43,22
Cl⁻ (mg/L)	5,39	5,67	1,51	5,94	4,63 ± 2,09
SO₄⁻ (mg/L)	19,59	23,08	8,32	21,56	18,14 ± 6,70
NH₄⁺-N (mg/L)	0,000	-	0,000	0,020	0,007 ± 0,012
NO₂⁻-N (mg/L)	0,003	0,031	0,060	0,000	0,024 ± 0,028
NO₃⁻-N (mg/L)	1,240	3,346	0,394	1,441	1,605 ± 1,246
BOİ (mg/L)	1	1	1	5	2 ± 2
KOİ (mg/L)	43,2	35,0	37,8	60,1	44,0 ± 11,2
ÇO (mg/L)	8,82	11,35	9,92	8,29	9,60 ± 1,35
F⁻ (mg/L)	0,080	0,129	0,069	0,120	0,106 ± 0,032
TP (mg/L)	0,085	0,364	0,076	0,045	0,143 ± 0,149
PI (mg/L)	0,91	0,88	0,85	1,92	1,14 ± 0,52
TÇM (mg/L)	377	303	227	408	310 ± 113
AKM (mg/L)	-	-	-	5,00	5,00
B (mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,004	0,001 ± 0,002
TA (mg/L)	222,00	253,50	113,50	304,00	223,25 ± 80,59
SAR	0,22	0,20	0,08	0,16	0,17 ± 0,06

(-) Analiz gerçekleştirilememiştir.

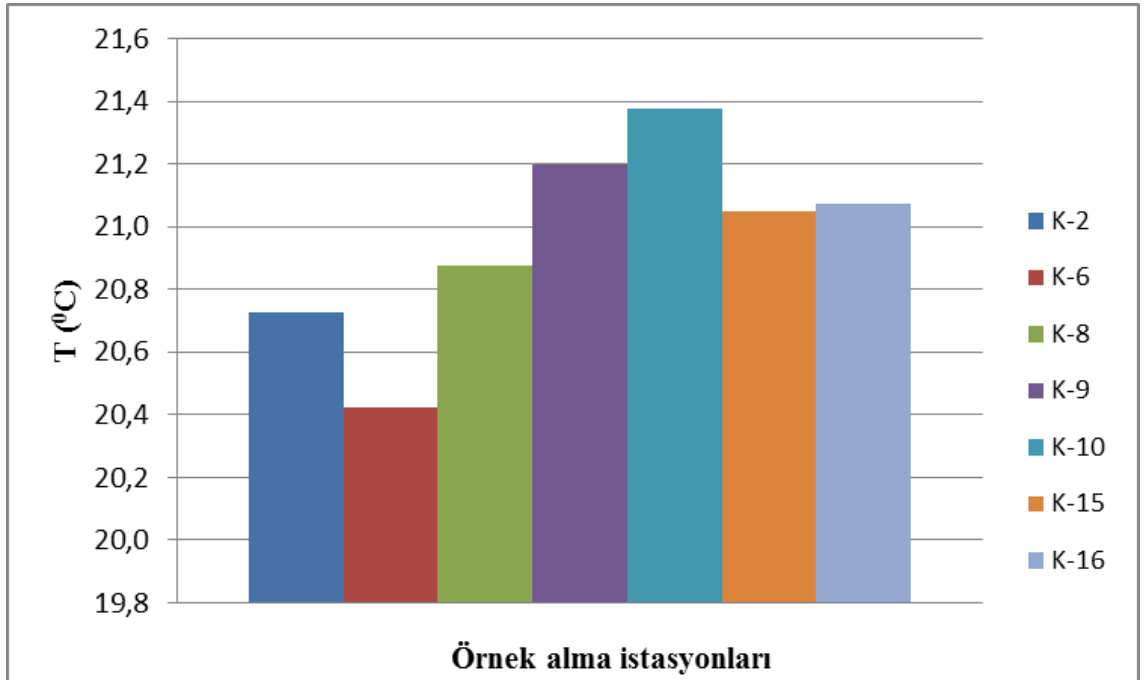
4.2. Havzadaki Su Kalitesinin Fiziksel ve Kimyasal Parametreler Açısından İncelenmesi

4.2.1. Sıcaklık (T)

Eylül 2011-Temmuz 2012 tarihleri arasında 3'er aylık periyotta 7 istasyondan alınan numunelerin sıcaklık değerleri sahada numune alma esnasında ölçülmüştür. Ölçülen sıcaklık değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük sıcaklık şubat ayında 13,9 °C olarak, en yüksek sıcaklık ise temmuz ayında 26,7 °C olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama su sıcaklığı 20,7±5,3 °C olarak belirlenmiştir. K-6 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 13 °C, en yüksek değer temmuz ayında 26,6 °C olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama sıcaklık 20,4±5,7 °C'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 12, 6 °C, en yüksek değer temmuz ayında 27,6 °C olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama sıcaklık 20,9±6,1 °C olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük sıcaklık şubat ayında 13,6 °C, en yüksek sıcaklık ise temmuz ayında 28,0 °C olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık 21,2±5,9 °C'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 13,1 °C, en yüksek değer temmuz ayında 27,5 °C olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama sıcaklık değeri 21,4±6,0 °C olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 12,7 °C, en yüksek değer temmuz ayında 27,8 °C olarak ölçülmüş olup, ortalama sıcaklık 21,1±6,2 °C olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 12,8 °C, en yüksek değer temmuz ayında 27,2 °C olarak ölçülmüş olup, ortalama sıcaklık 21,1±6,0 °C olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (12,7 °C) şubat ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (28,0 °C) ise temmuz ayında K-9 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. İstasyonlar arasında sıcaklık açısından kayda değer bir fark görülmemiştir. Beklendiği üzere mevsimsel koşullardan dolayı, şubat ayında numunelerin sıcaklığı düşük, temmuz ayında ise en yüksek değerlere ulaşmıştır. Su sıcaklığının aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.1'de sunulmuştur. Şekil 4.2'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama sıcaklıklar yer almaktadır.



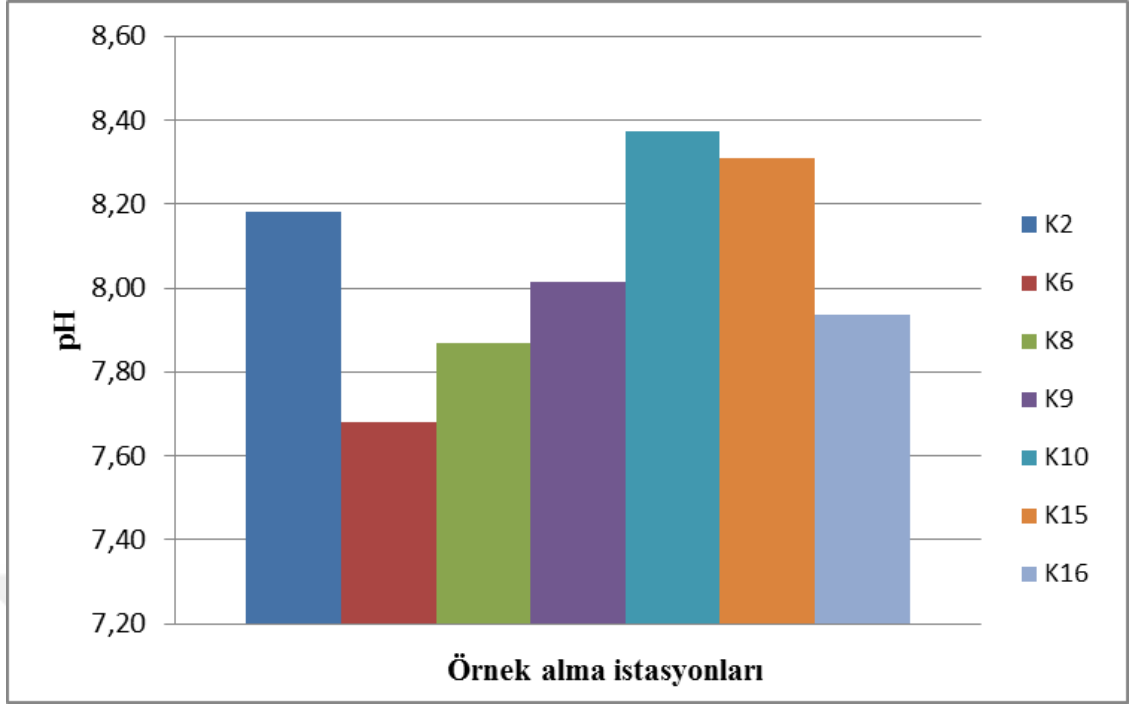
Şekil 4.1. Örnek alma istasyonlarında ölçülen su sıcaklığı değerlerinin aylara göre değişimi



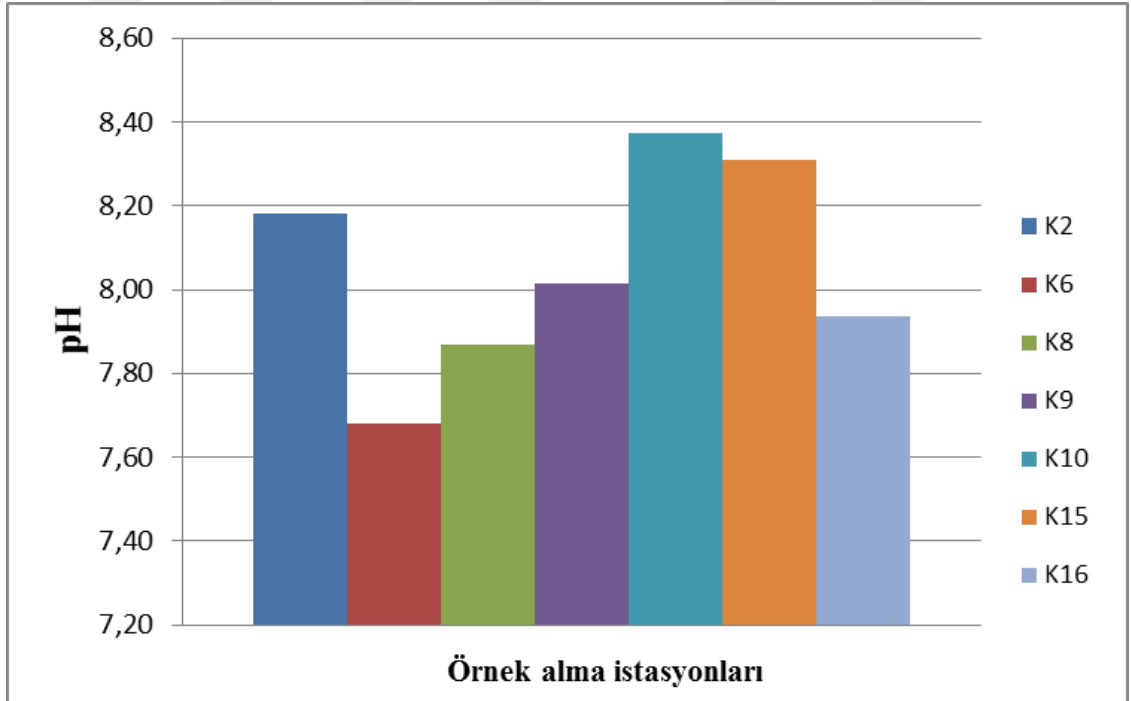
Şekil 4.2. Örnek alma istasyonlarında ölçülen su sıcaklığı ortalamaları

4.2.2. pH

Eylül 2011-Temmuz 2012 tarihleri arasında 3'er aylık periyotta 7 istasyondan alınan numunelerin pH değerleri ölçülmüştür. Ölçülen pH değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 8,03 olarak, en yüksek değer eylül ayında 8,51 olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama pH değeri $8,18 \pm 0,23$ olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer eylül ayında 7,48, en yüksek değer temmuz ayında 8,02 olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama pH $7,68 \pm 0,24$ tür. K-8 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 7,64, en yüksek değer temmuz ayında 8,25 olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama pH $7,87 \pm 0,27$ olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük pH değeri eylül ayında 7,77, en yüksek pH değeri ise şubat ayında 8,37 olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama pH $8,02 \pm 0,27$ dir. K-10 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 7,59, en yüksek değer eylül ayında 9,50 olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama pH değeri $8,37 \pm 0,81$ olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 8,05, en yüksek değer mayıs ayında 8,57 olarak ölçülmüş olup, ortalama pH $8,31 \pm 0,21$ olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 7,75, en yüksek değer temmuz ayında 8,08 olarak ölçülmüş olup, ortalama pH $7,94 \pm 0,15$ olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (7,48) eylül ayında K-6 istasyonunda, maksimum değer (9,50) ise eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Doğal suların pH değeri genellikle 4-9 arasında olup, bu suların büyük bir kısmı karbonat ve bikarbonatlar nedeniyle hafif bazik özelliktedir (Şengül ve Müezzinoğlu 2005). K-10 istasyonunda eylül ayında görülen 9.50 değeri, suyun doğal yapısından uzaklaştığının göstergesidir. pH değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.3'de sunulmuştur. Şekil 4.4'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama pH değerleri yer almaktadır.



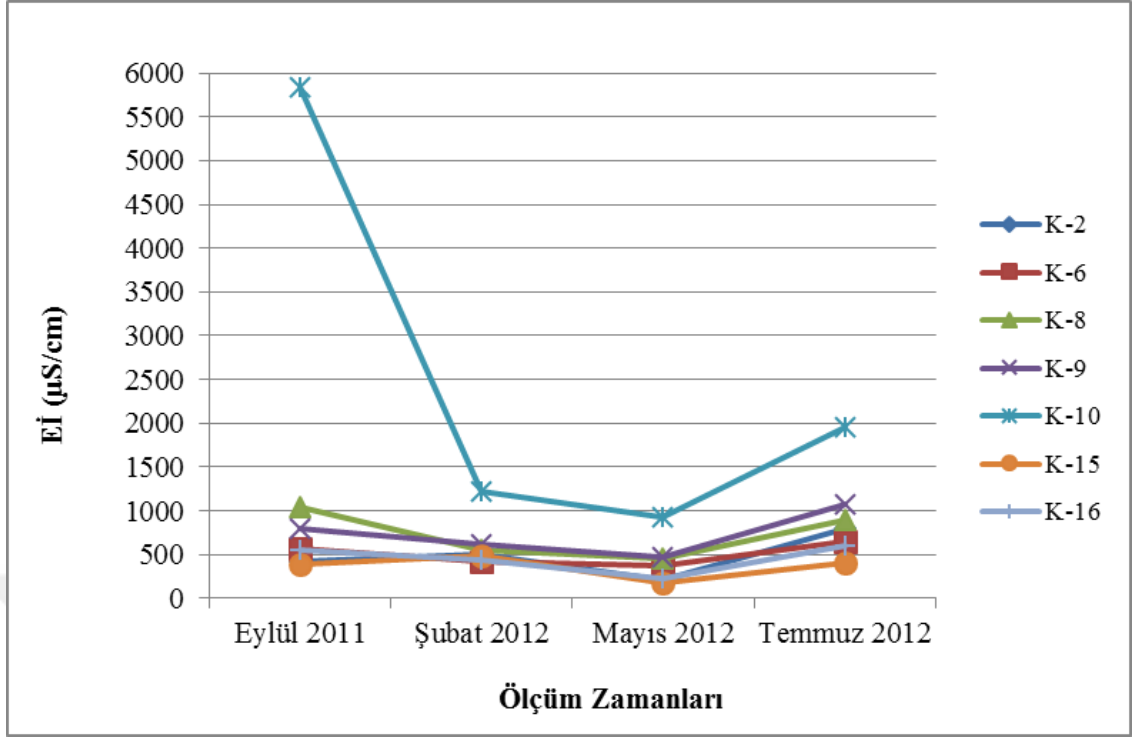
Şekil 4.3. Örnek alma istasyonlarında ölçülen pH değerlerinin aylara göre değişimi



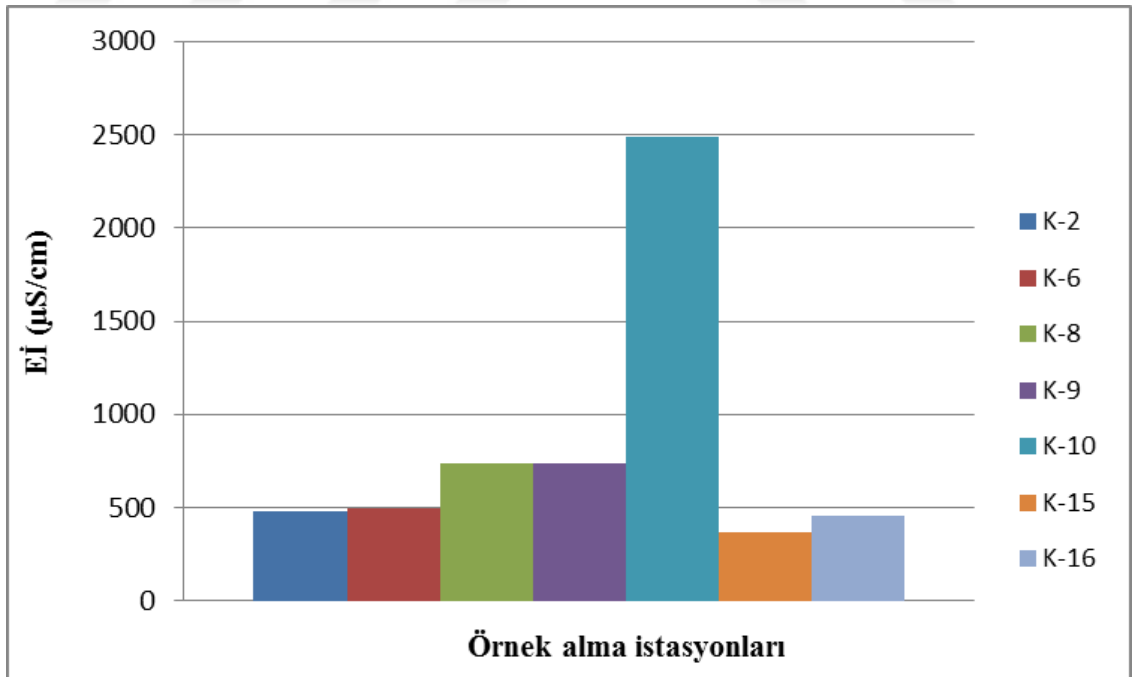
Şekil 4.4. Örnek alma istasyonlarında ölçülen pH ortalamaları

4.2.3. Elektriksel iletkenlik (Eİ)

Ölçülen Eİ değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 209 $\mu\text{S/cm}$ olarak, en yüksek değer temmuz ayında 795 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama Eİ değeri 484 \pm 243 $\mu\text{S/cm}$ olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 367 $\mu\text{S/cm}$, en yüksek değer temmuz ayında 647 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama Eİ 500 \pm 130 $\mu\text{S/cm}$ dur. K-8 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 452 $\mu\text{S/cm}$, en yüksek değer eylül ayında 1035 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama Eİ 736 \pm 276 $\mu\text{S/cm}$ olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük Eİ değeri mayıs ayında 466 $\mu\text{S/cm}$, en yüksek Eİ değeri ise temmuz ayında 1079 $\mu\text{S/cm}$ olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama Eİ 739 \pm 263 $\mu\text{S/cm}$ dir. K-10 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 930 $\mu\text{S/cm}$, en yüksek değer eylül ayında 5830 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama Eİ değeri 2484 \pm 2272 $\mu\text{S/cm}$ olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 180 $\mu\text{S/cm}$, en yüksek değer şubat ayında 481 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüş olup, ortalama Eİ 366 \pm 130 $\mu\text{S/cm}$ olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 227 $\mu\text{S/cm}$, en yüksek değer temmuz ayında 600 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüş olup, ortalama Eİ 457 \pm 166 $\mu\text{S/cm}$ olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (180 $\mu\text{S/cm}$) mayıs ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (5830 $\mu\text{S/cm}$) ise eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Eİ değerlerinin mevsimsel olarak değiştiği görülmektedir. Tüm istasyonlarda mayıs ayında en düşük değerler görülmüştür. Bu durum bahar yağışlarından dolayı oluşan seyrelmeden kaynaklanmaktadır. Eİ değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.5'de sunulmuştur. Şekil 4.6'da ise istasyonlarda ölçülen ortalama Eİ değerleri yer almaktadır.



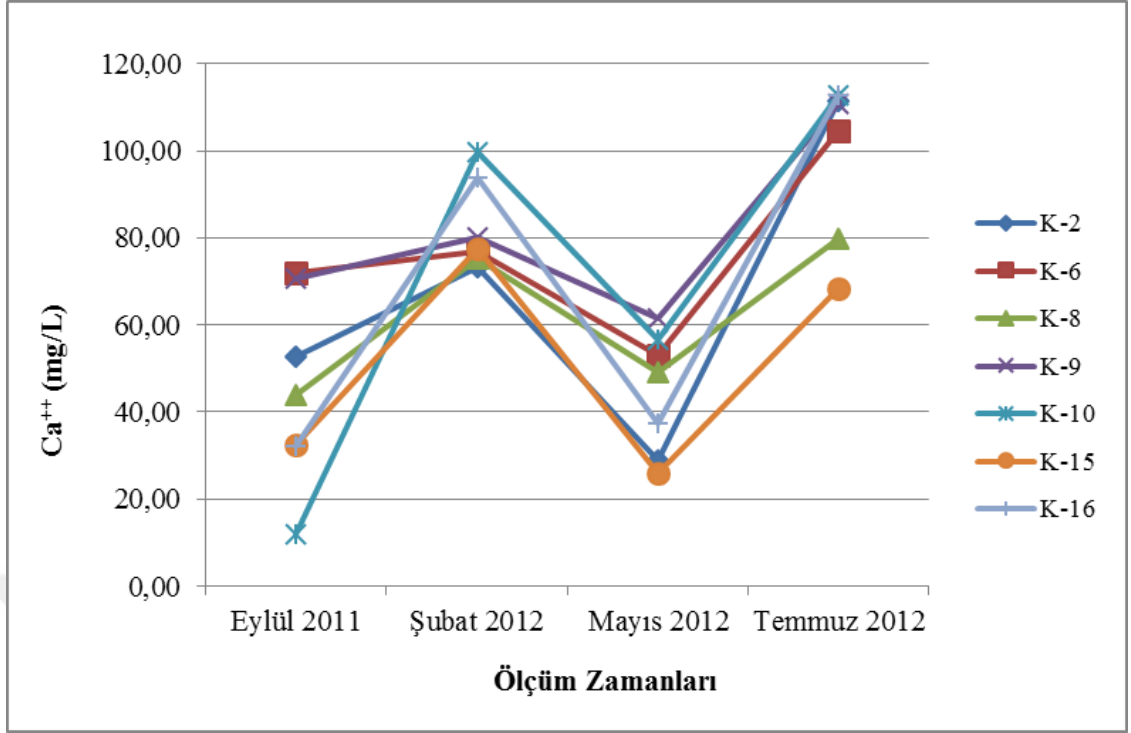
Şekil 4.5. Örnek alma istasyonlarında ölçülen Eİ değerlerinin aylara göre değişimi



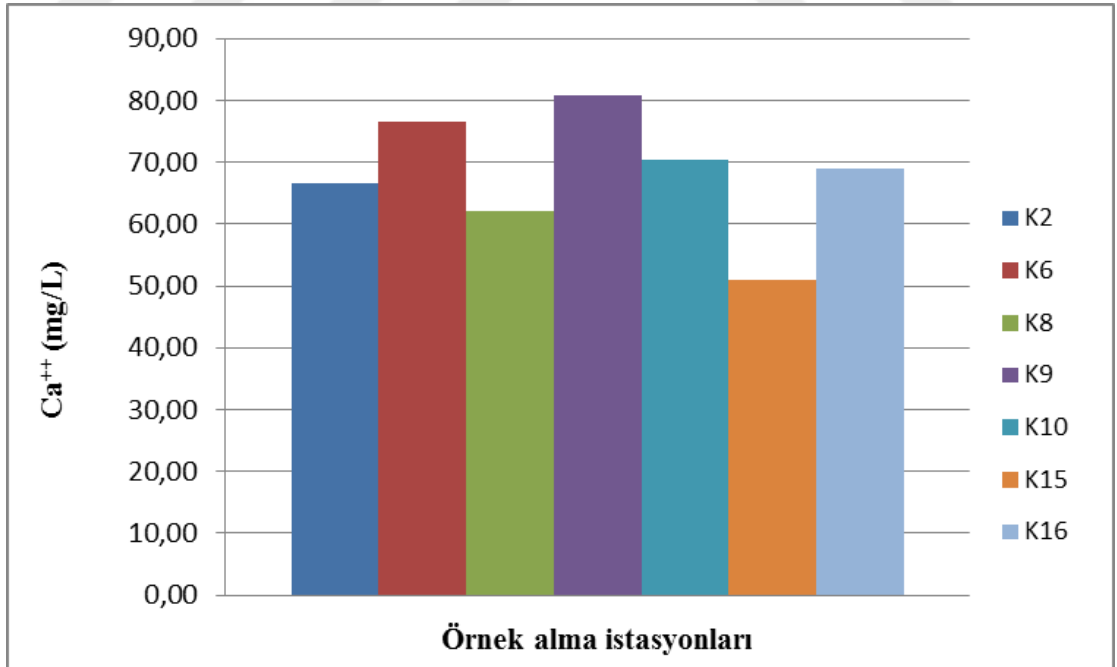
Şekil 4.6. Örnek alma istasyonlarında ölçülen Eİ ortalamaları

4.2.4. Kalsiyum (Ca⁺⁺)

Ölçülen Kalsiyum değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 28,75 mg/L olarak, en yüksek değer Temmuz ayında 111,58 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama kalsiyum değeri 66,57±35,08 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 53,18 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 104,50 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama kalsiyum değeri 76,61±21,19 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer Eylül ayında 43,88 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 79,74 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 62,05 ±18,09 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük Ca⁺⁺ değeri Mayıs ayında 61,38 mg/L, en yüksek değer ise Temmuz ayında 110,63 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 80,69±21,36 mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer Eylül ayında 12,03 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 112,88 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri 70,34±45,69 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 26,06 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 77,37 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 51,03±25,56 mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer Eylül ayında 32,32 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 112,83 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 69,07±40,30 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (12,03 mg/L) Eylül ayında K-10 istasyonunda, maksimum değer (112,88 mg/L) ise Temmuz ayında yine K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Kalsiyum değerlerinin mevsimsel olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Temmuz ayı değerlerinin diğer aylara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun yaz aylarında yağış olmaması nedeniyle debilerin düşük olmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Kalsiyum değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.7'de sunulmuştur. Şekil 4.8'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama kalsiyum değerleri yer almaktadır.



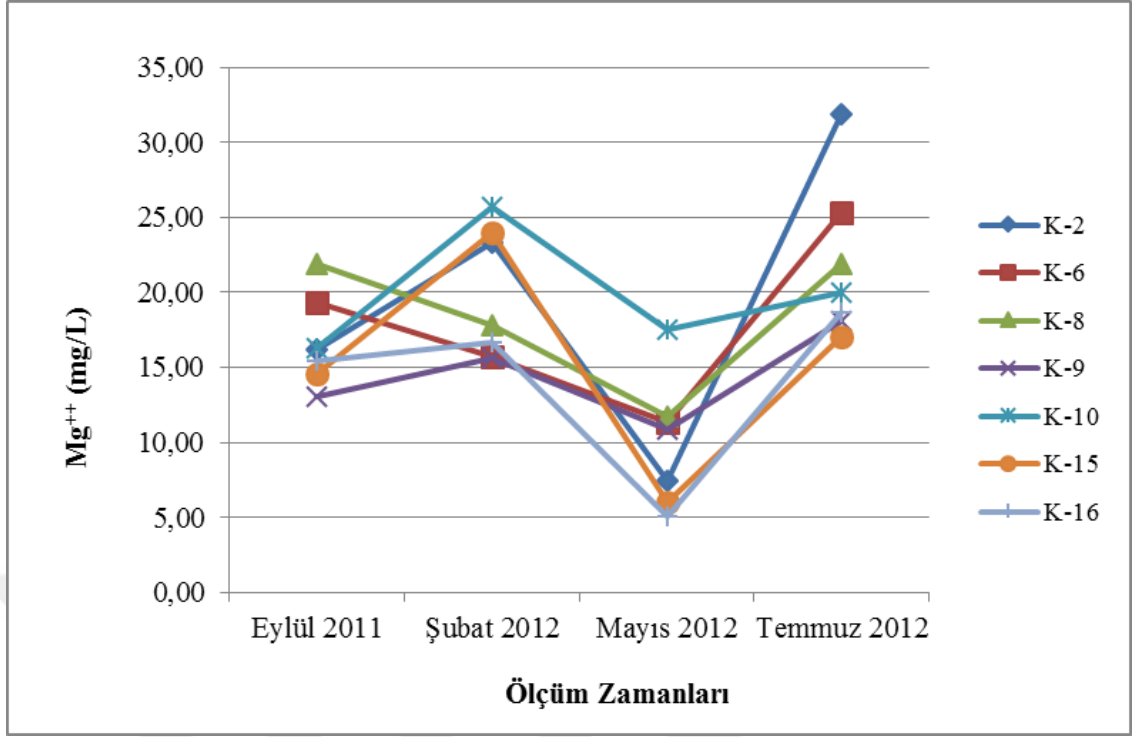
Şekil 4.7. Örnek alma istasyonlarında ölçülen Ca^{++} değerlerinin aylara göre değişimi



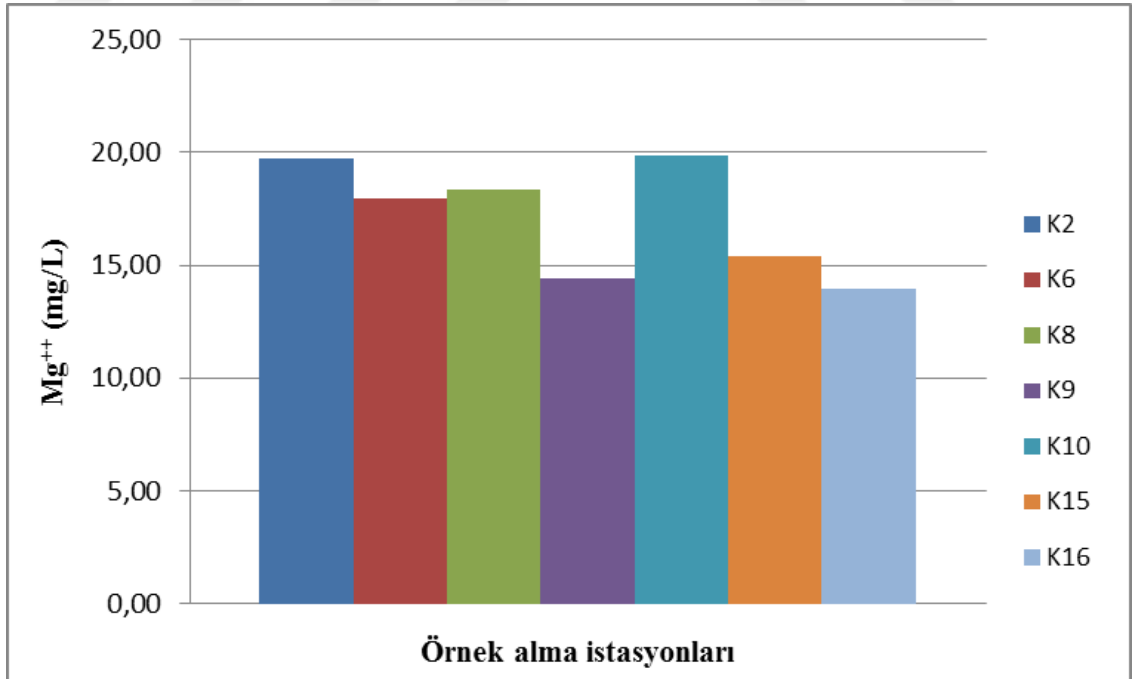
Şekil 4.8. Örnek alma istasyonlarında ölçülen Ca^{++} ortalamaları

4.2.5. Magnezyum (Mg⁺⁺)

Ölçülen Magnezyum değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 7,40 mg/L olarak, en yüksek değer Temmuz ayında 31,92 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama magnezyum değeri 19,72±10,42 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 11,34 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 25,30 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama magnezyum değeri 17,93±5,90 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 11,74 mg/L, en yüksek değer Eylül ayında 21,92 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 18,33±4,80 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük Mg⁺⁺ değeri Mayıs ayında 10,89 mg/L, en yüksek değer ise Temmuz ayında 18,12 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 14,42±3,14 mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer Eylül ayında 16,25 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 25,69 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri 19,87±4,17 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 6,00 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 23,97 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 15,39±7,42 mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 5,08 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 18,69 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 13,97±6,08 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (5,08 mg/L) Mayıs ayında K-16 istasyonunda, maksimum değer (31,92 mg/L) ise Temmuz ayında K-2 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Magnezyum değerlerinin mevsimsel olarak değiştiği gözlemlenmiştir. K-10 istasyonu dışında diğer istasyonlarda en düşük değerler Mayıs ayında görülmüştür. Bu durum EC değeri ile paralellik göstermektedir. Magnezyum değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.9'da sunulmuştur. Şekil 4.10'da ise istasyonlarda ölçülen ortalama magnezyum değerleri yer almaktadır.



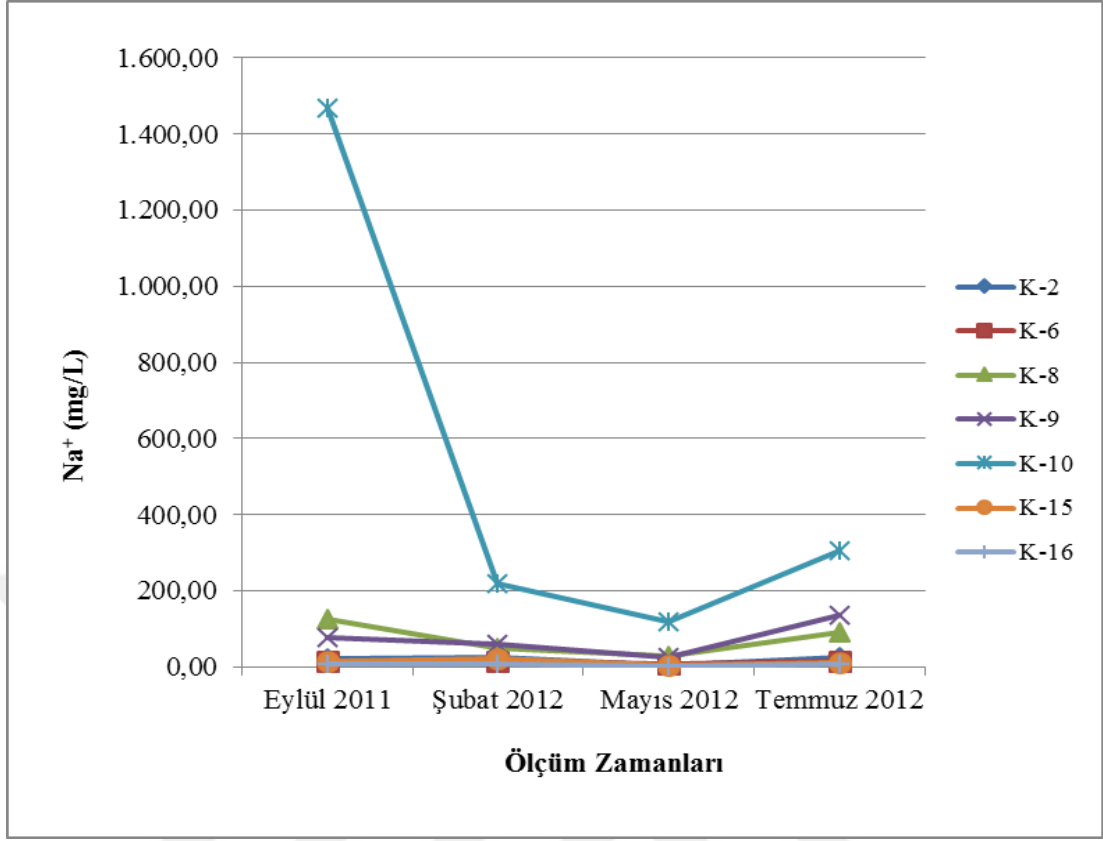
Şekil 4.9. Örnek alma istasyonlarında ölçülen Mg^{++} değerlerinin aylara göre değişimi



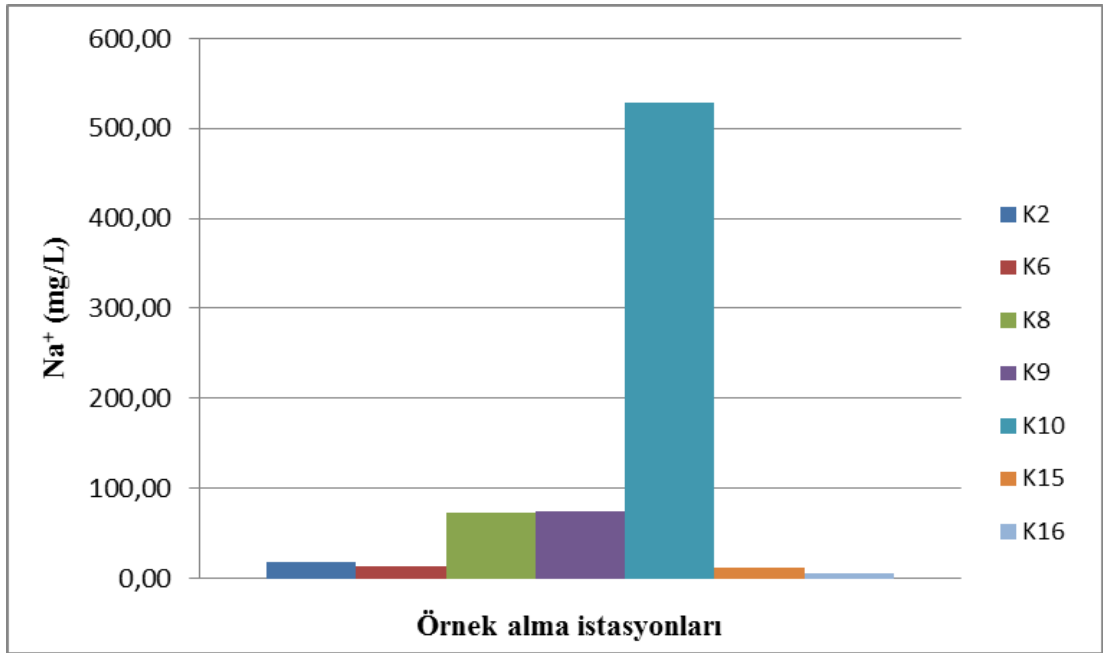
Şekil 4.10. Örnek alma istasyonlarında ölçülen Mg^{++} ortalamaları

4.2.6. Sodyum (Na⁺)

Ölçülen Sodyum değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 3,91 mg/L olarak, en yüksek değer Temmuz ayında 25,76 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama sodyum değeri 18,70±10,19 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 8,19 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 15,65 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama sodyum değeri 13,41±3,50 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 28,12 mg/L, en yüksek değer Eylül ayında 123,84 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 72,45±42,66 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük Na⁺ değeri Mayıs ayında 23,88 mg/L, en yüksek değer ise Temmuz ayında 136,07 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 74,33±46,88 mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 117,78 mg/L, en yüksek değer Eylül ayında 1468,61 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri 527,87±631,90 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 2,80 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 21,56 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 12,02±7,70 mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 2,03 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 8,21 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 5,87±2,70 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (2,03 mg/L) Mayıs ayında K-16 istasyonunda, maksimum değer (1468,61 mg/L) ise Eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Sodyum değerlerinin mevsimsel olarak ve istasyonlar arası çok fazla değiştiği görülmüştür. Tüm istasyonlarda diğer birçok parametrede olduğu gibi, Mayıs ayı değerleri yağışların etkisiyle kirlilikte görülen seyrelmeden dolayı düşük çıkmıştır. K-10 istasyonunda ciddi bir sodyum kirliliği göze çarpmaktadır. Özellikle Eylül ayında ölçülen değer, kirliliğe yoğun bir şekilde maruz kalındığının göstergesidir. Sodyum değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.11'de sunulmuştur. Şekil 4.12'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama sodyum değerleri yer almaktadır.



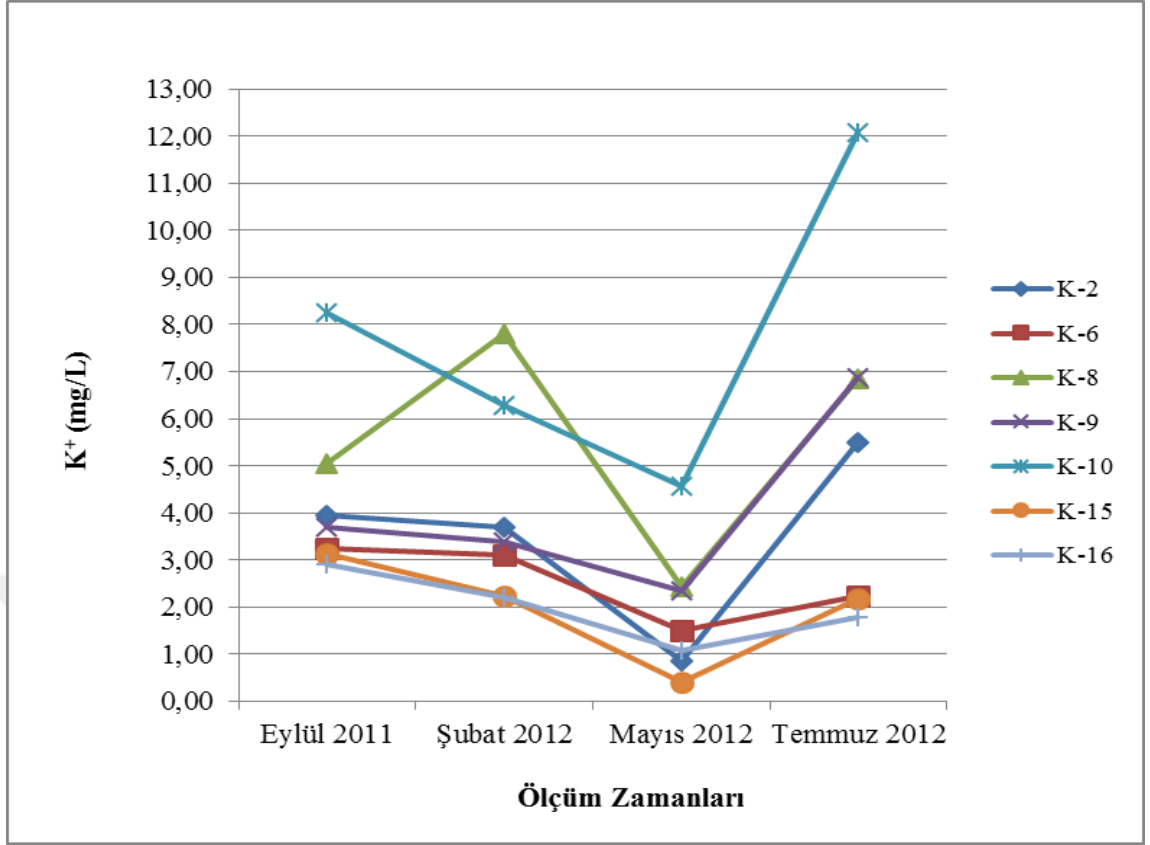
Şekil 4.11 Örnek alma istasyonlarında ölçülen Na⁺ değerlerinin aylara göre değişimi



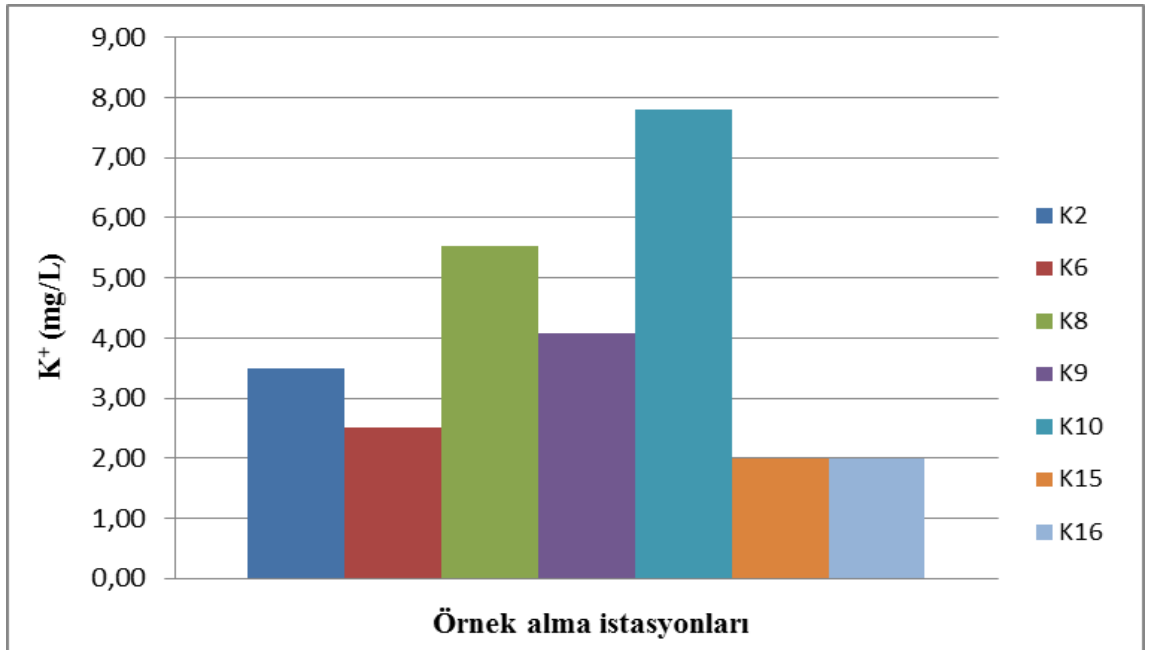
Şekil 4.12. Örnek alma istasyonlarında ölçülen Na⁺ ortalamaları

4.2.7. Potasyum (K⁺)

Ölçülen Potasyum değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,85 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 5,49 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama potasyum değeri 3,49±1,93 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 1,50 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 3,25 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama potasyum değeri 2,52±0,82 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 2,43 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 7,80 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 5,53±2,36 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük K⁺ değeri mayıs ayında 2,35 mg/L, en yüksek değer ise temmuz ayında 6,88 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 4,08±1,96 mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 4,57 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 12,07 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri 7,79±3,22 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,40 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 3,14 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 1,99±1,15 mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 1,07 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 2,91 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 1,99±0,77 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (0,40 mg/L) mayıs ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (12,07 mg/L) ise temmuz ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Bu parametrede de mayıs ayı değerleri diğer aylara göre daha düşüktür. Potasyum değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.13'de sunulmuştur. Şekil 4.14'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama potasyum değerleri yer almaktadır.



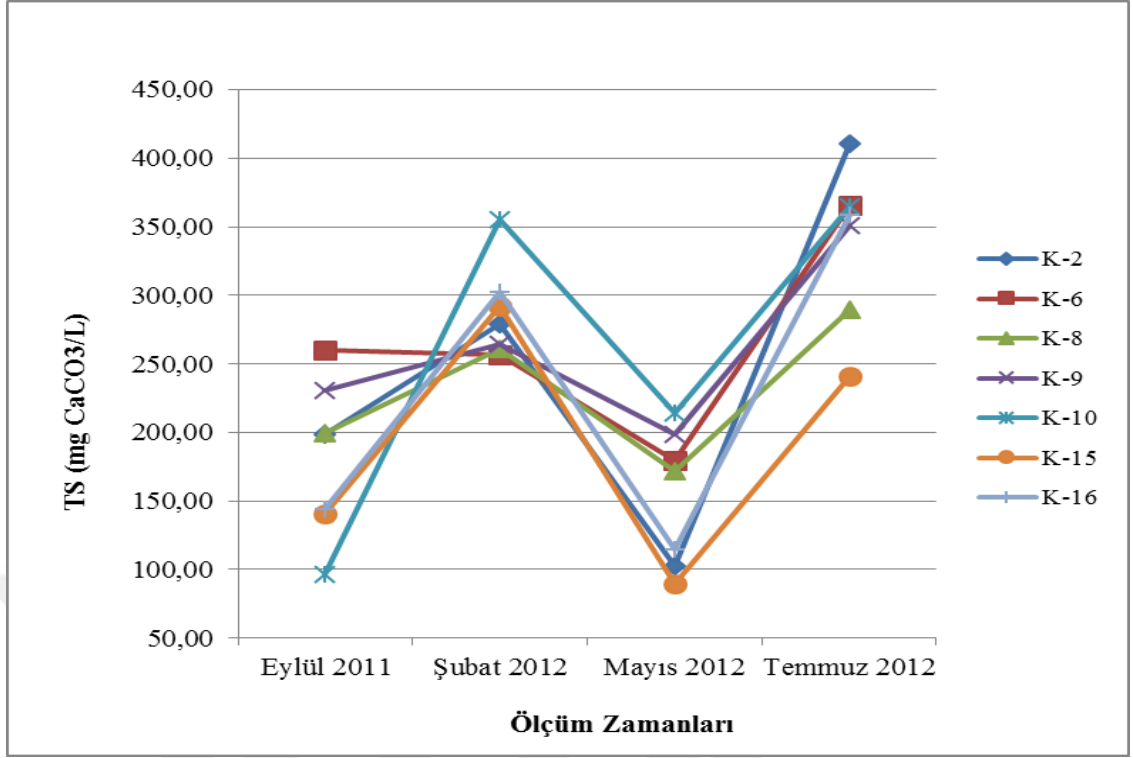
Şekil 4.13. Örnek alma istasyonlarında ölçülen K^+ değerlerinin aylara göre değişimi



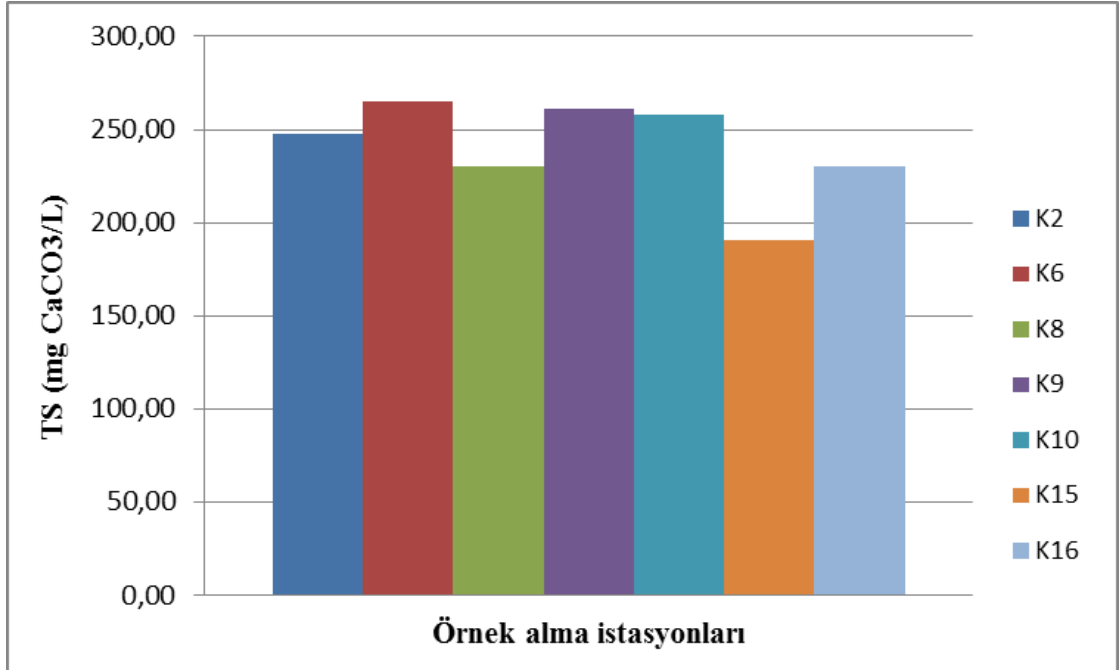
Şekil 4.14. Örnek alma istasyonlarında ölçülen K^+ ortalamaları

4.2.8. Toplam sertlik (TS)

Toplam sertlik değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en dūşük değer mayıs ayında 102,29 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 410,20 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama toplam sertlik değeri $247,50 \pm 130,32$ mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en dūşük değer mayıs ayında 179,58 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 365,25 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama toplam sertlik değeri $265,25 \pm 76,26$ mg/L'dir. K-8 istasyonunda en dūşük değer mayıs ayında 171,48 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 289,30 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer $230,48 \pm 54,26$ mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en dūşük toplam sertlik değeri mayıs ayında 198,22 mg/L, en yüksek değer ise temmuz ayında 351,07 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $261,02 \pm 65,83$ mg/L'dir. K-10 istasyonunda en dūşük değer eylül ayında 96,90 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 364,35 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri $257,57 \pm 127,30$ mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en dūşük değer mayıs ayında 89,83 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 291,97 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $190,87 \pm 92,00$ mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en dūşük değer mayıs ayında 114,44 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 358,91 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $230,10 \pm 119,23$ mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (89,83 mg/L) mayıs ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (410,20 mg/L) ise temmuz ayında K-2 istasyonunda görülmüştür. Toplam Sertlik değeri Ca^{++} ve Mg^{++} parametreleriyle ilişkili olduğu için toplam sertlik parametresine ait sonuçlar bu iki parametreyle paralellik göstermektedir. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Sular genel olarak sertlik oluşturan unsurların sudaki konsantrasyonlarına göre 0-75 mgCaCO₃/L yumuşak, 75-150 mgCaCO₃/l orta sert, 150-300 mgCaCO₃/L sert, 300 mgCaCO₃/L üzeri çok sert olarak sınıflandırılmaktadır (Şengül ve Müezzinoęlu 2005). Tüm istasyonlar yıllık ortalama sertlik değerine göre 'sert su' sınıfındadır. Toplam Sertlik değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.15'de sunulmuştur. Şekil 4.16'da ise istasyonlarda ölçülen ortalama toplam sertlik değerleri yer almaktadır.



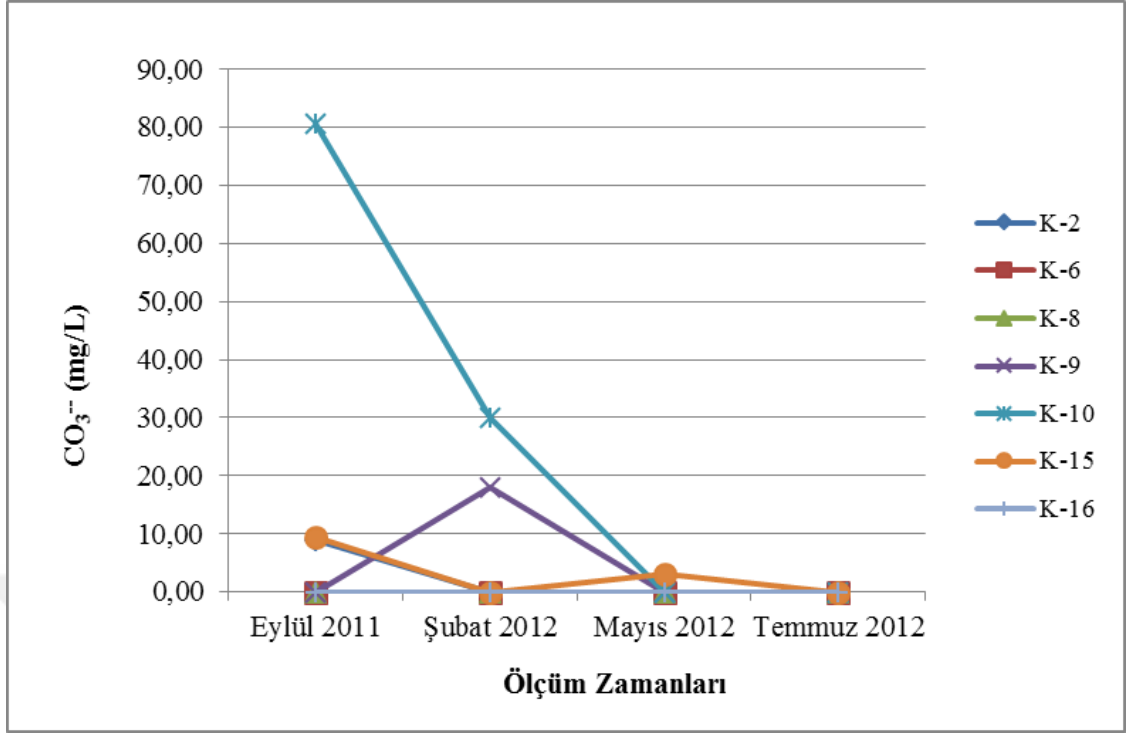
Şekil 4.15. Örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam sertlik değerlerinin aylara göre değişimi



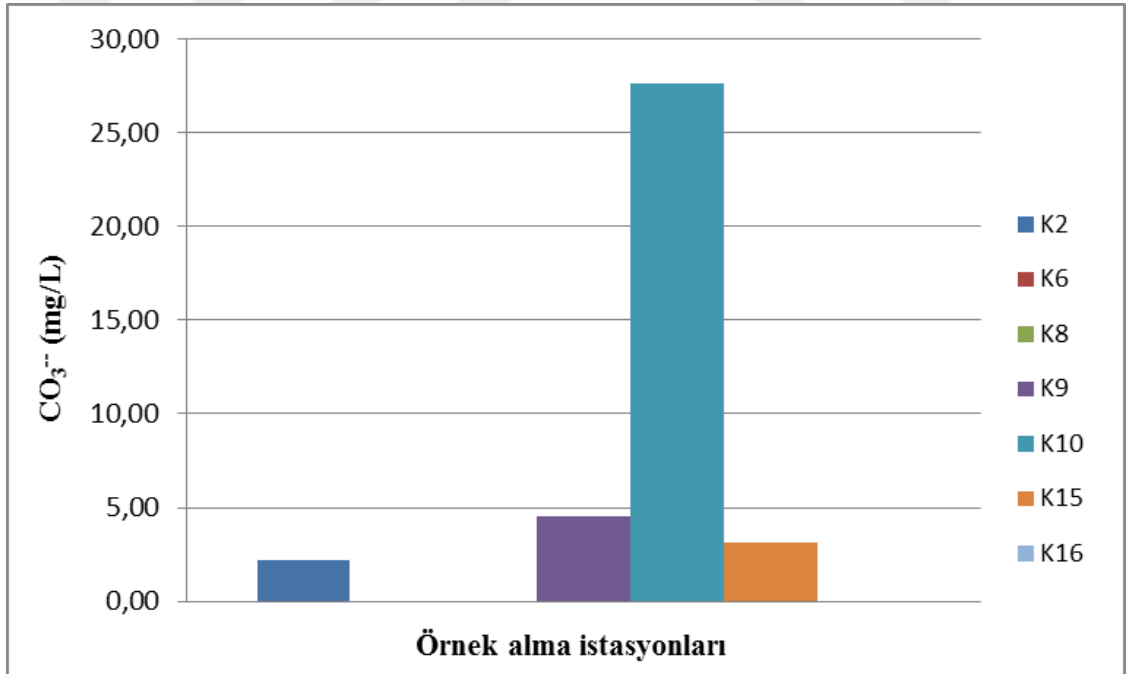
Şekil 4.16. Örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam sertlik ortalamaları

4.2.9. Karbonat (CO₃⁻)

Ölçülen Karbonat değerleri incelendiğinde; K-6, K-8 ve K-16 istasyonlarında hiçbir ay karbonat parametresine rastlanmadığı görülmektedir. K-2 istasyonunda sadece eylül ayında 8,82 mg/L karbonat değerine rastlanmıştır. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama karbonat değeri 4,41±2,21 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda sadece şubat ayında 18,00 mg/L karbonat değeri ölçülmüştür. K-9 istasyonuna ait yıllık ortalama karbonat değeri 4,50±9,00 mg/L olarak bulunmuştur. K-10 istasyonunda eylül ayında 80,59 mg/L, şubat ayında 30,00 mg/L karbonat değeri ölçülmüş, mayıs ve temmuz aylarında karbonata rastlanmamıştır. K-10 istasyonuna ait yıllık ortalama karbonat değeri 27,65±38,02 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda eylül ayında 9,41 mg/L, mayıs ayında 3,00 mg/L karbonat değeri ölçülmüş, şubat ve temmuz aylarında karbonata rastlanmamıştır. K-15 istasyonuna ait yıllık ortalama karbonat değeri 3,10±4,44 mg/L olarak bulunmuştur. pH ≤ 8,3 olan sularda fenolftalein alkalinitesi=0 dır (Anonim 2010b). pH değerleri 8,30'un altında olan numunelerde karbonat değeri 0 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada maksimum değer (80,59 mg/L) eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Karbonat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.17'de sunulmuştur. Şekil 4.18'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama karbonat değerleri yer almaktadır.



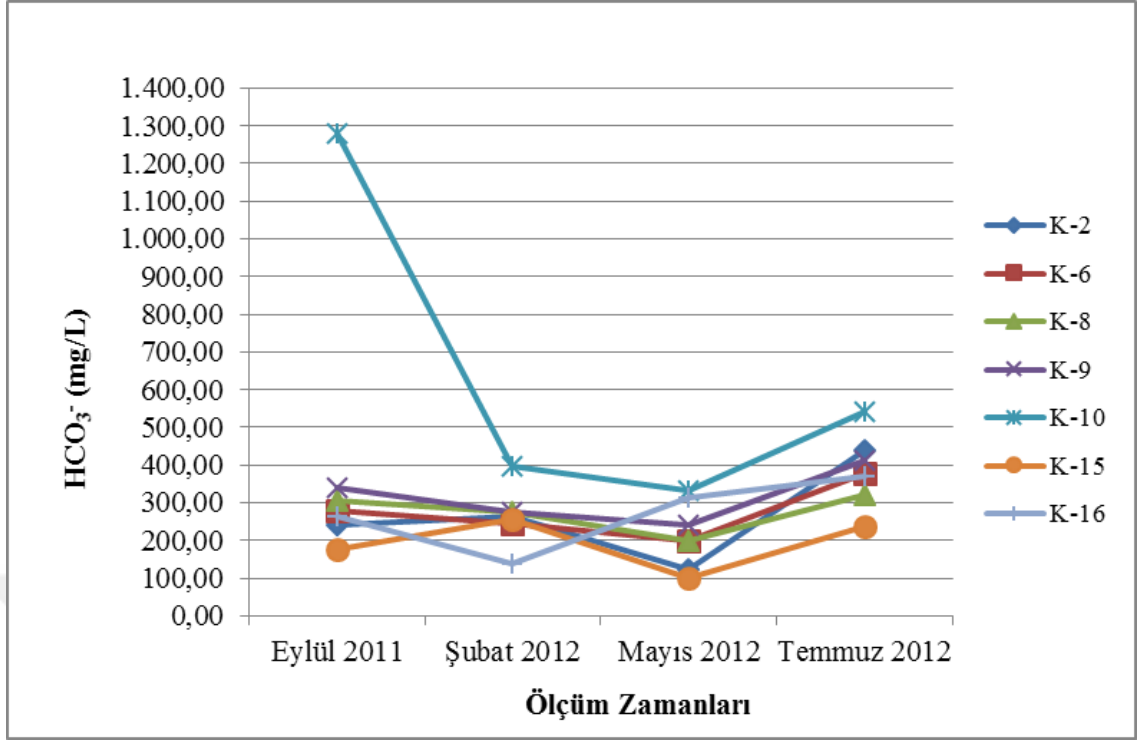
Şekil 4.17. Örnek alma istasyonlarında ölçülen CO_3^{2-} değerlerinin aylara göre değişimi



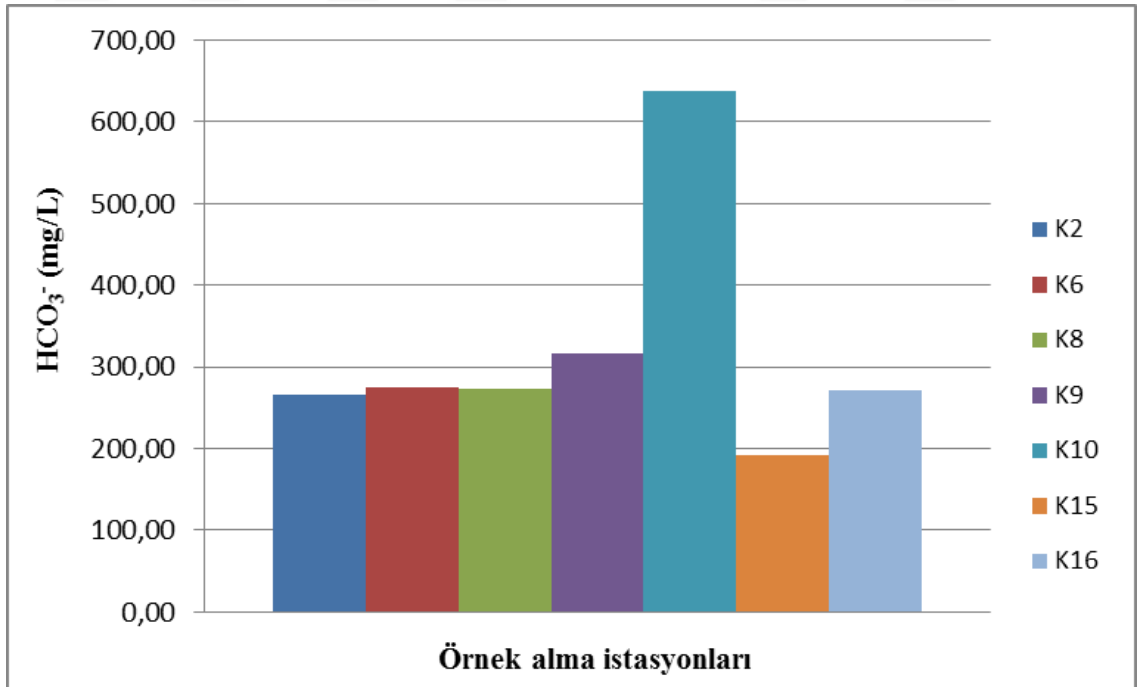
Şekil 4.18. Örnek alma istasyonlarında ölçülen CO_3^{2-} ortalamaları

4.2.10. Bikarbonat (HCO_3^-)

Ölçülen Bikarbonat değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 121,39 mg/L olarak, en yüksek değer Temmuz ayında 438,59 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama bikarbonat değeri $269,48 \pm 130,78$ mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 200,08 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 376,98 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama bikarbonat değeri $286,75 \pm 79,82$ mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 197,64 mg/L, en yüksek değer Eylül ayında 325,33 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer $278,97 \pm 59,02$ mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük HCO_3^- değeri Mayıs ayında 242,17 mg/L, en yüksek değer ise Temmuz ayında 440,42 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $329,28 \pm 89,23$ mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 331,23 mg/L, en yüksek değer Eylül ayında 1281,00 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri $637,45 \pm 438,04$ mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 98,21 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 279,99 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $198,28 \pm 78,98$ mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer Eylül ayında 265,53 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 370,88 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $314,81 \pm 43,22$ mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (98,21 mg/L) Mayıs ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (1281,00 mg/L) ise Eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Tüm istasyonlarda en düşük bikarbonat değerleri Mayıs ayında ölçülmüştür. Bikarbonat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.19'da sunulmuştur. Şekil 4.20'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama bikarbonat değerleri yer almaktadır.



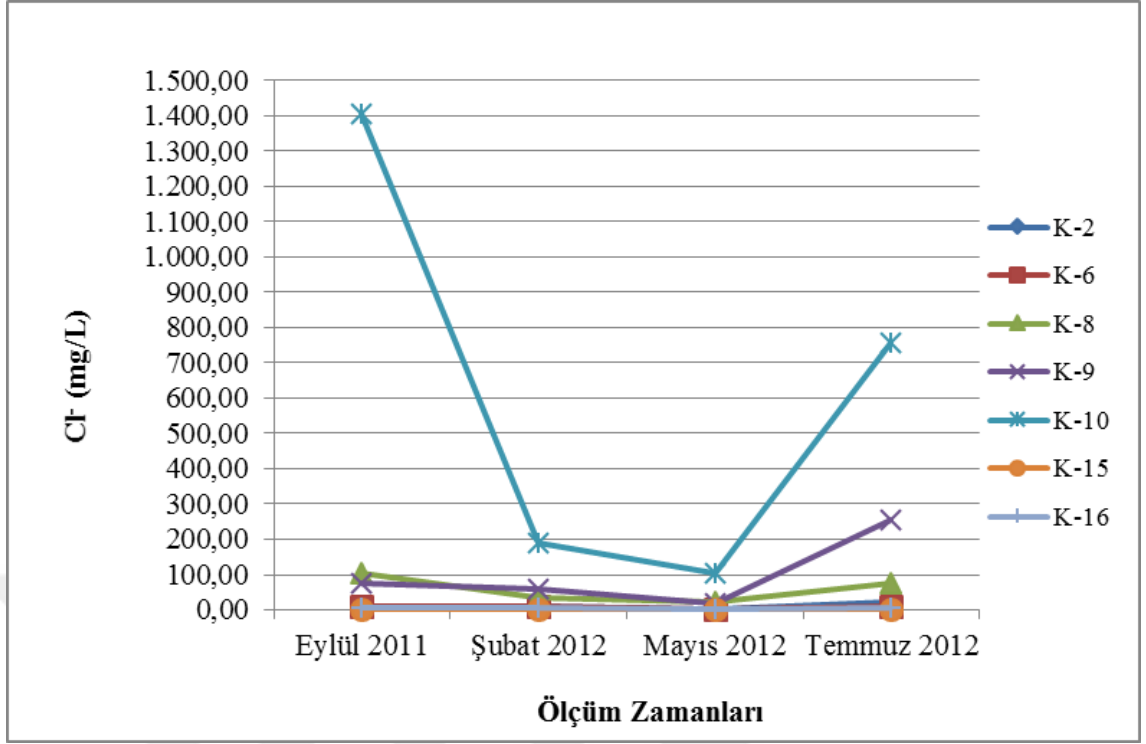
Şekil 4.19. Örnek alma istasyonlarında ölçülen HCO_3^- değerlerinin aylara göre değişimi



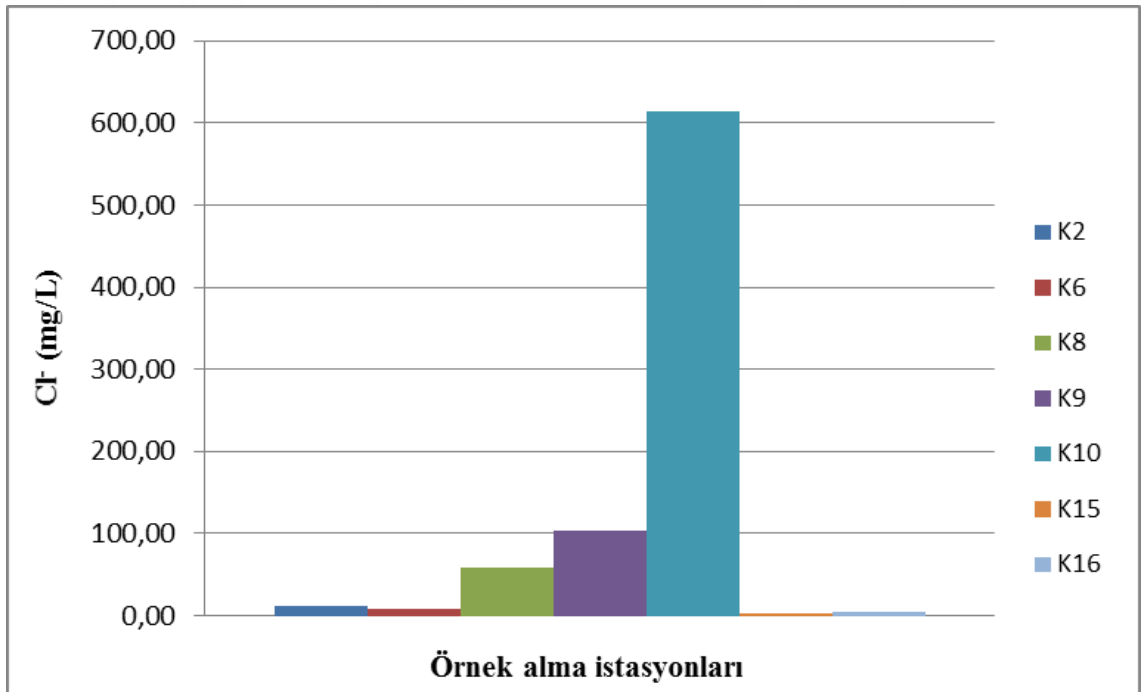
Şekil 4.20. Örnek alma istasyonlarında ölçülen HCO_3^- ortalamaları

4.2.11. Klorür (Cl⁻)

Ölçülen Klorür değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 1,28 mg/L olarak, en yüksek değer Temmuz ayında 24,48 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama klorür değeri $11,26 \pm 9,65$ mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 4,19 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 11,59 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama klorür değeri $8,27 \pm 3,06$ mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 21,73 mg/L, en yüksek değer Eylül ayında 103,59 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer $58,92 \pm 37,60$ mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük Cl⁻ değeri Mayıs ayında 20,01 mg/L, en yüksek değer ise Temmuz ayında 256,46 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $102,58 \pm 105,14$ mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 104,64 mg/L, en yüksek değer Eylül ayında 1404,09 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri $613,95 \pm 601,47$ mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 0,53 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 3,96 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $2,52 \pm 1,44$ mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 1,51 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 5,94 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $4,63 \pm 2,09$ mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (0,53 mg/L) Mayıs ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (1404,09 mg/L) ise Eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. K-2, K-6, K-15 ve K-16 istasyonlarında klorür derişimleri tüm aylarda düşük seviyelerdedir. K-8 ve K-9 istasyonlarında klorür derişimlerinde dalgalanma görünmektedir, bazı aylarda derişim oldukça yükselmiştir. K-10 istasyonunda diğer istasyonlara göre çok yüksek derişimde klorür değerine rastlanmıştır. Bu istasyon çevresindeki kirletici deşarjlarından dolayı bu durumun ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir. Klorür değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.21'da sunulmuştur. Şekil 4.22'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama klorür değerleri yer almaktadır.



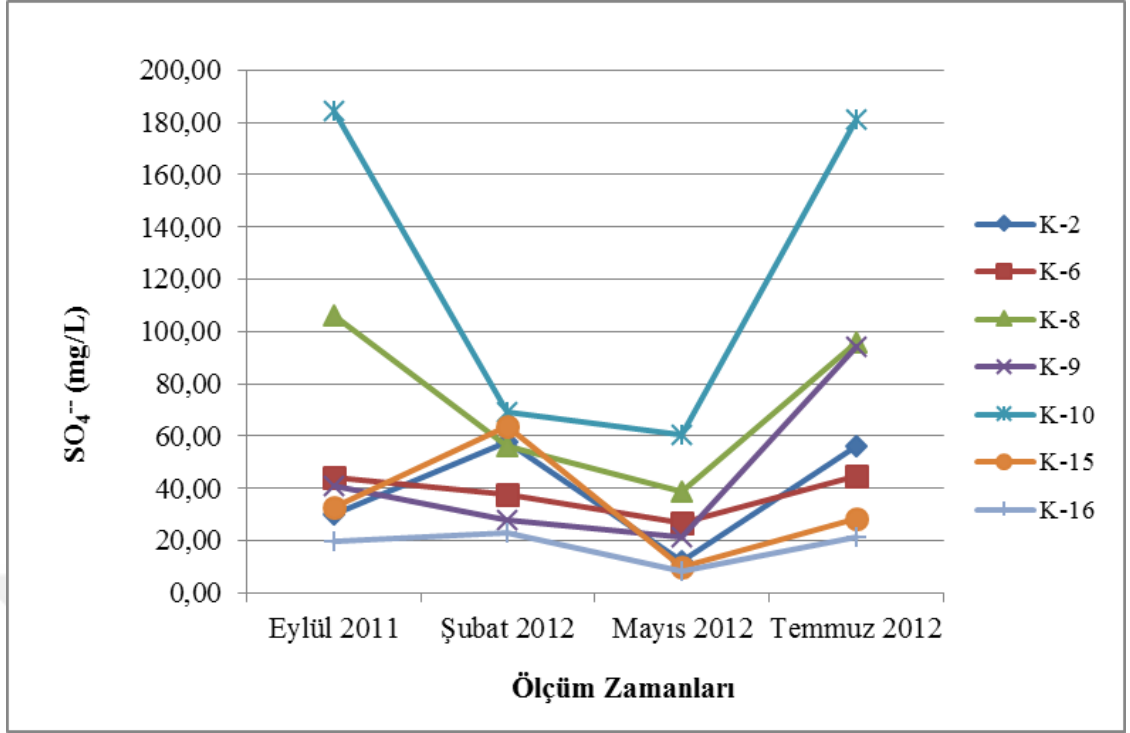
Şekil 4.21. Örnek alma istasyonlarında ölçülen Cl⁻ değerlerinin aylara göre değişimi



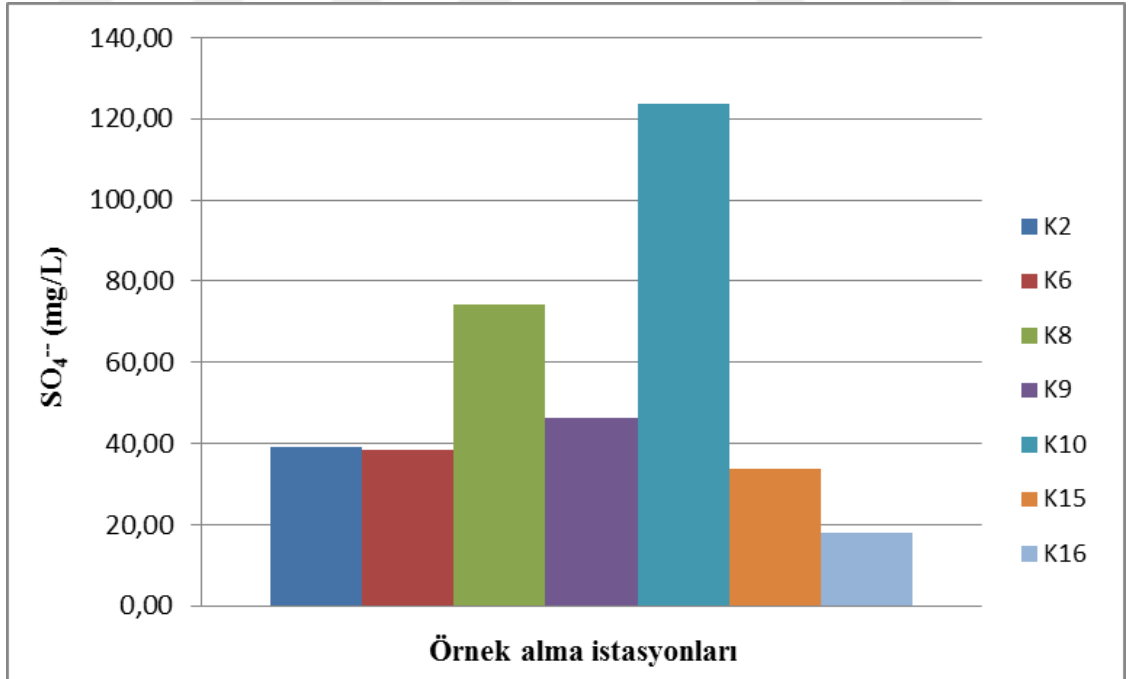
Şekil 4.22. Örnek alma istasyonlarında ölçülen Cl⁻ ortalamaları

4.2.12. Sülfat (SO₄⁻)

Ölçülen Sülfat değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 12,23 mg/L olarak, en yüksek değer Şubat ayında 58,03 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama klorür değeri 39,16±21,98mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 26,53 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 44,76 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama sülfat değeri 38,26±8,43 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 38,50 mg/L, en yüksek değer Eylül ayında 106,36 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 74,19±32,14 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük SO₄⁻ değeri Mayıs ayında 21,55 mg/L, en yüksek değer ise Temmuz ayında 94,23 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 46,16±33,05 mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 60,49 mg/L, en yüksek değer Eylül ayında 184,28 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri 123,84±68,16 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 9,69 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 63,59 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 33,71±22,33 mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 8,32 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 23,08 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 18,14±6,70 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (8,32 mg/L) Mayıs ayında K-16 istasyonunda, maksimum değer (184,28 mg/L) ise Eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Tüm istasyonlarda sülfat değeri diğer birçok parametrede olduğu gibi Mayıs ayında düşüktür. Maksimum sülfat konsantrasyonu birçok parametrede olduğu gibi Eylül ayında K-10 istasyonunda ölçülmüştür. Sülfat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.23'de sunulmuştur. Şekil 4.24'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama sülfat değerleri yer almaktadır.



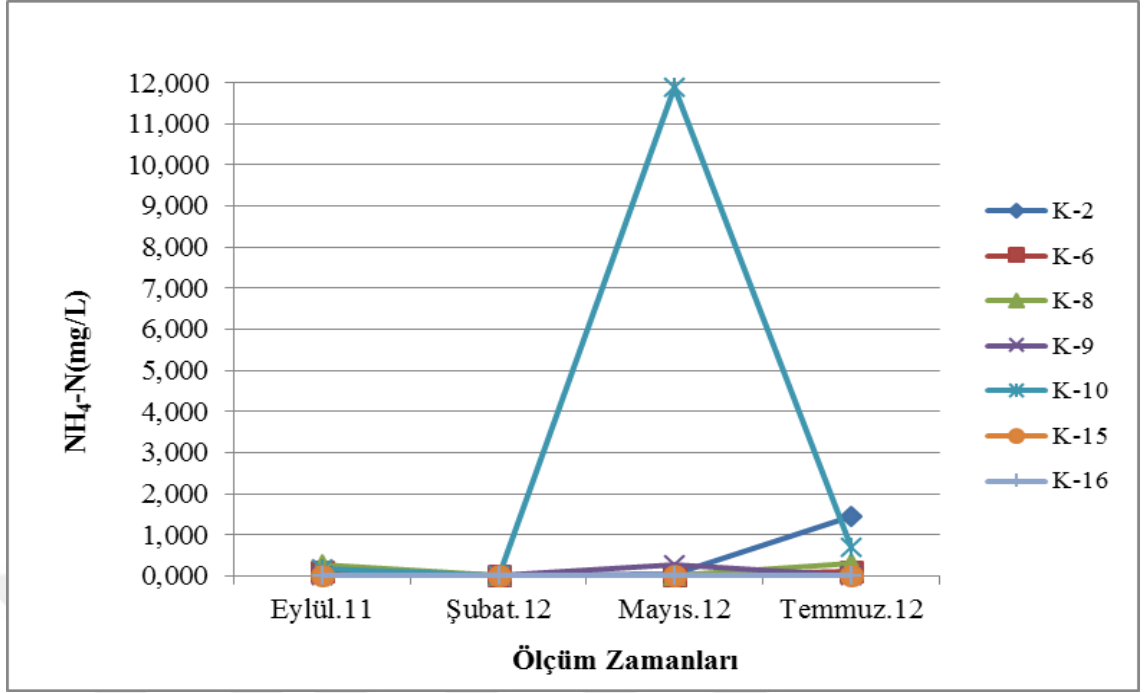
Şekil 4.23. Örnek alma istasyonlarında ölçülen SO_4^{2-} değerlerinin aylara göre değişimi



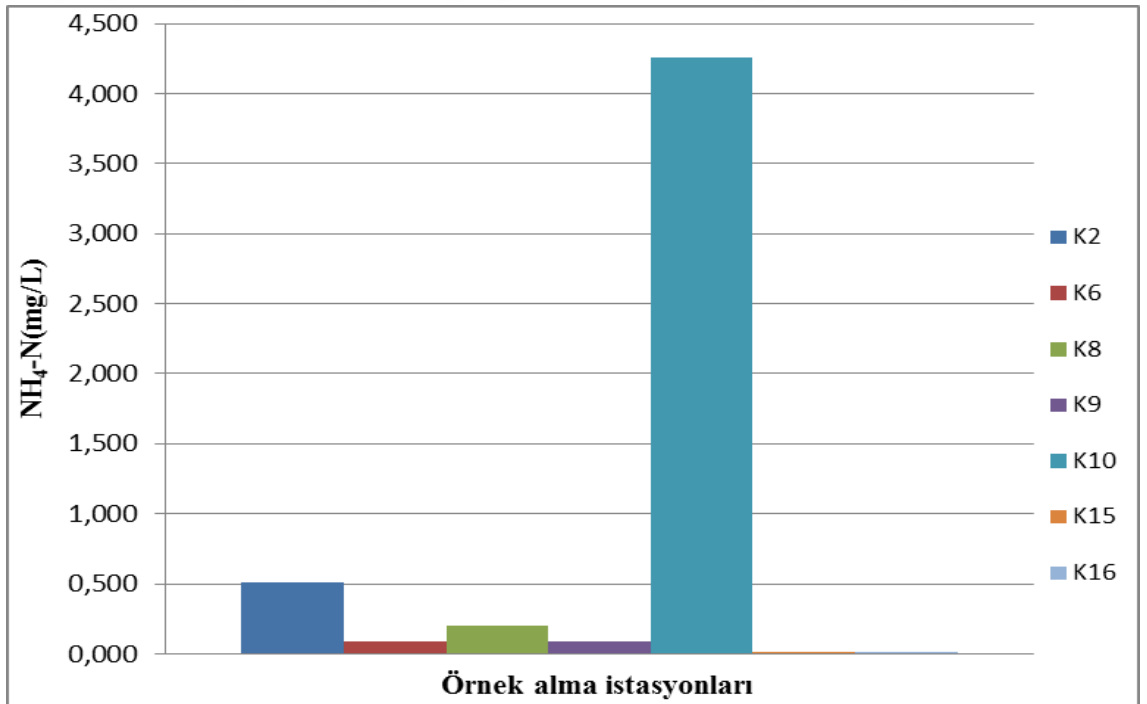
Şekil 4.24. Örnek alma istasyonlarında ölçülen SO_4^{2-} ortalamaları

4.2.13. Amonyum azotu (NH₄⁺-N)

Amonyum azotu tayini şubat ayında kimyasal malzeme eksikliğinden dolayı gerçekleştirilememiştir. Ölçülen Amonyum Azotu değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,043 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 1,446 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama amonyum azotu değeri 0,511±0,810 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,013 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 0,126 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama amonyum azotu değeri 0,086±0,064 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,008 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 0,307 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 0,196±0,164 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda sadece mayıs ayında 0,272 mg/L'lik amonyum azotu değeri ölçülmüştür. K-10 istasyonunda en düşük NH₄⁺-N değeri eylül ayında 0,182 mg/L, en yüksek değer ise mayıs ayında 11,890 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 4,257±6,615 mg/L'dir. K-15 istasyonunda eylül ayında 0,002 mg/L, mayıs ve temmuz aylarında 0,000 mg/L amonyum azotu değeri ölçülmüştür. K-16 istasyonunda temmuz ayında 0,020 mg/L, eylül ve mayıs aylarında 0,000 mg/L amonyum azotu değeri ölçülmüştür. Havzada minimum değer (0,000 mg/L) K-9, K-15 ve K-16 istasyonlarında, maksimum değer (11,890 mg/L) ise mayıs ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. K-10 istasyonunda mayıs ayında amonyum kaynaklı bir kirlenme olduğu görülmektedir. Amonyum Azotu değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.25'de sunulmuştur. Şekil 4.26'da ise istasyonlarda ölçülen ortalama amonyum azotu değerleri yer almaktadır.



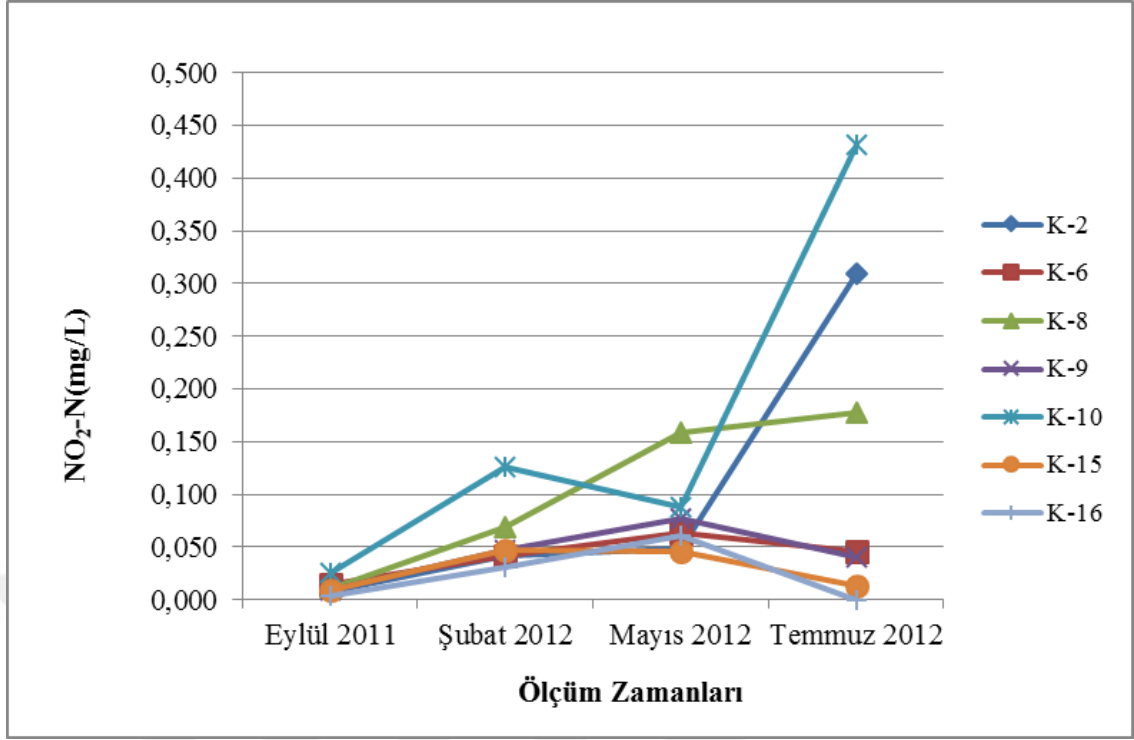
Şekil 4.25. Örnek alma istasyonlarında ölçülen $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerinin aylara göre değişimi



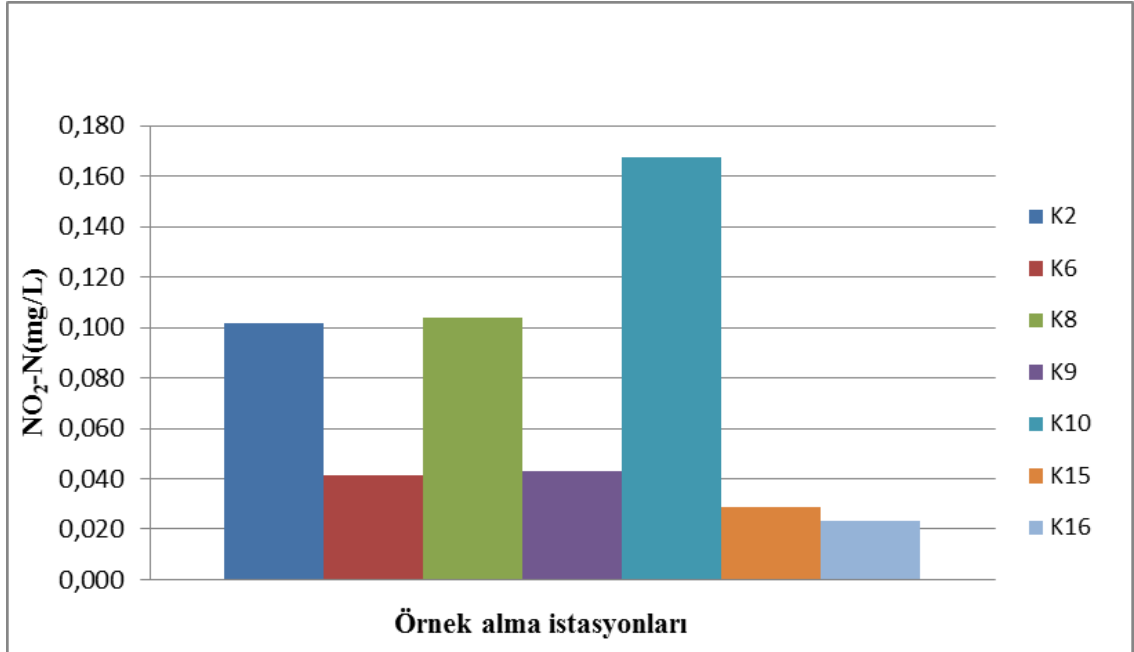
Şekil 4.26. Örnek alma istasyonlarında ölçülen $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ortalamaları

4.2.14. Nitrit azotu (NO₂⁻-N)

Ölçülen Nitrit azotu değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer eylül ayında 0,007 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 0,310 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama nitrit azotu değeri 0,102±0,140 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer eylül ayında 0,015 mg/L, en yüksek değer mayıs ayında 0,063 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama nitrit azotu değeri 0,041±0,020 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer eylül ayında 0,010 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 0,177 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değeri 0,104±0,078 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük değer eylül ayında 0,009 mg/L, en yüksek değer mayıs ayında 0,077 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değeri 0,043±0,028 mg/L olarak bulunmuştur. K-10 istasyonunda en düşük NO₂⁻-N değeri eylül ayında 0,025 mg/L, en yüksek değer ise temmuz ayında 0,432 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değeri 0,168±0,181 mg/L'dir. K-15 istasyonunda en düşük NO₂⁻-N değeri eylül ayında 0,009 mg/L, en yüksek değer ise şubat ayında 0,047 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değeri 0,029±0,021 mg/L'dir. K-16 istasyonunda en düşük NO₂⁻-N değeri temmuz ayında 0,000 mg/L, en yüksek değer ise şubat ayında 0,031 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değeri 0,024±0,028 mg/L'dir. Havzada minimum değer (0,000 mg/L) temmuz ayında K-16 istasyonunda, maksimum değer (0,432 mg/L) temmuz ayında K-10 istasyonunda ölçülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Eylül ayı numunelerinde en düşük amonyum azotu değerleri ölçülmüştür. Nitrit Azotu değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.27'de sunulmuştur. Şekil 4.28'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama nitrit azotu değerleri yer almaktadır.



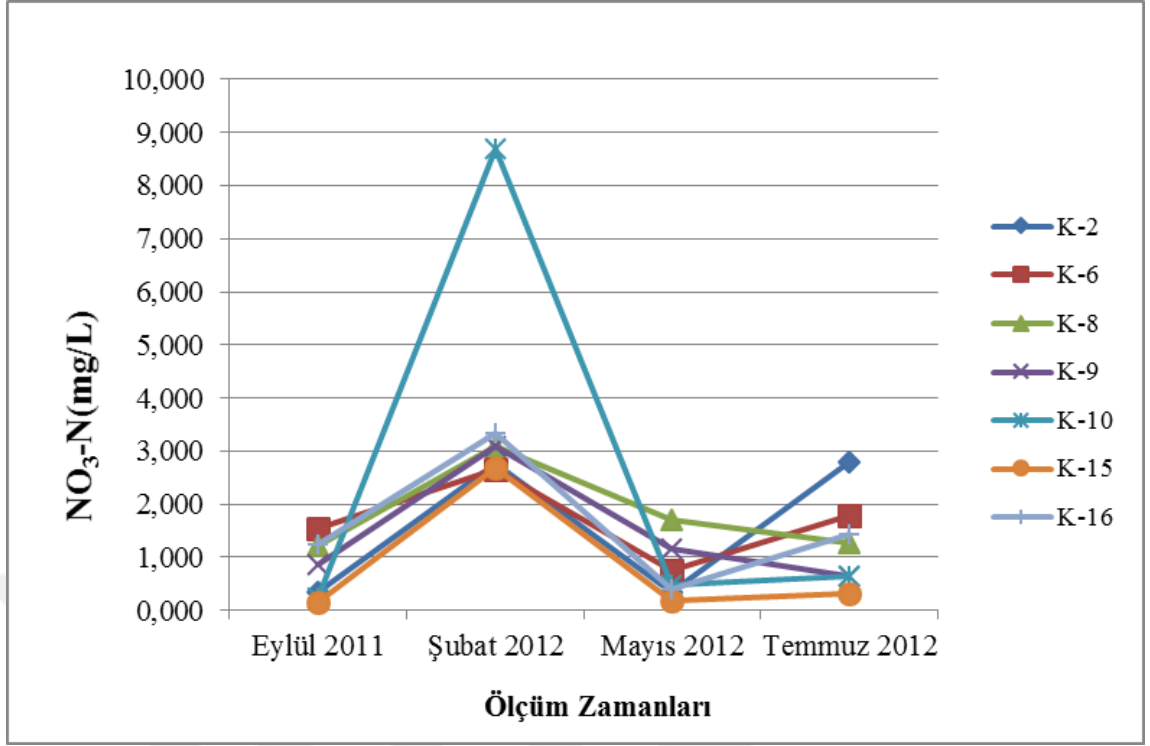
Şekil 4.27. Örnek alma istasyonlarında ölçülen NO_2^- -N değerlerinin aylara göre değişimi



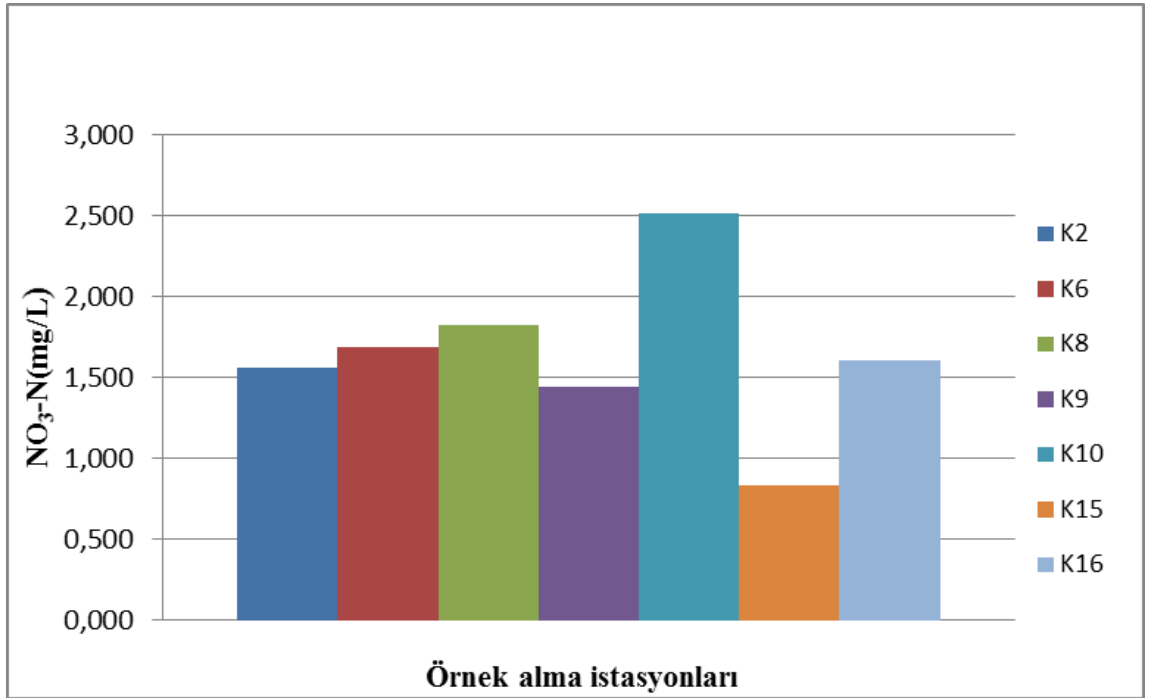
Şekil 4.28. Örnek alma istasyonlarında ölçülen NO_2^- -N ortalamaları

4.2.15. Nitrat azotu (NO₃⁻-N)

Ölçülen Nitrat azotu değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer eylül ayında 0,335 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 2,786 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama nitrat azotu değeri 1,560±1,405 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,749 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 2,655 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama nitrat azotu değeri 1,688±0,784 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer eylül ayında 1,208 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 3,105 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değeri 1,825±0,882 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük değer temmuz ayında 0,640 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 3,084 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değeri 1,440±1,118 mg/L olarak bulunmuştur. K-10 istasyonunda en düşük NO₃⁻-N değeri eylül ayında 0,245 mg/L, en yüksek değer ise temmuz ayında 8,688 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değeri 2,513±4,120 mg/L'dir. K-15 istasyonunda en düşük NO₃⁻-N değeri eylül ayında 0,164 mg/L, en yüksek değer ise şubat ayında 2,674 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değeri 0,834±1,229 mg/L'dir. K-16 istasyonunda en düşük NO₃⁻-N değeri mayıs ayında 0,394 mg/L, en yüksek değer ise şubat ayında 3,346 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değeri 1,605±1,246 mg/L'dir. Havzada minimum değer (0,175 mg/L) mayıs ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (8,688 mg/L) ise yine K-10 istasyonunda şubat ayında ölçülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Nitrat Azotu değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.29'da sunulmuştur. Şekil 4.30'da ise istasyonlarda ölçülen ortalama nitrat azotu değerleri yer almaktadır.



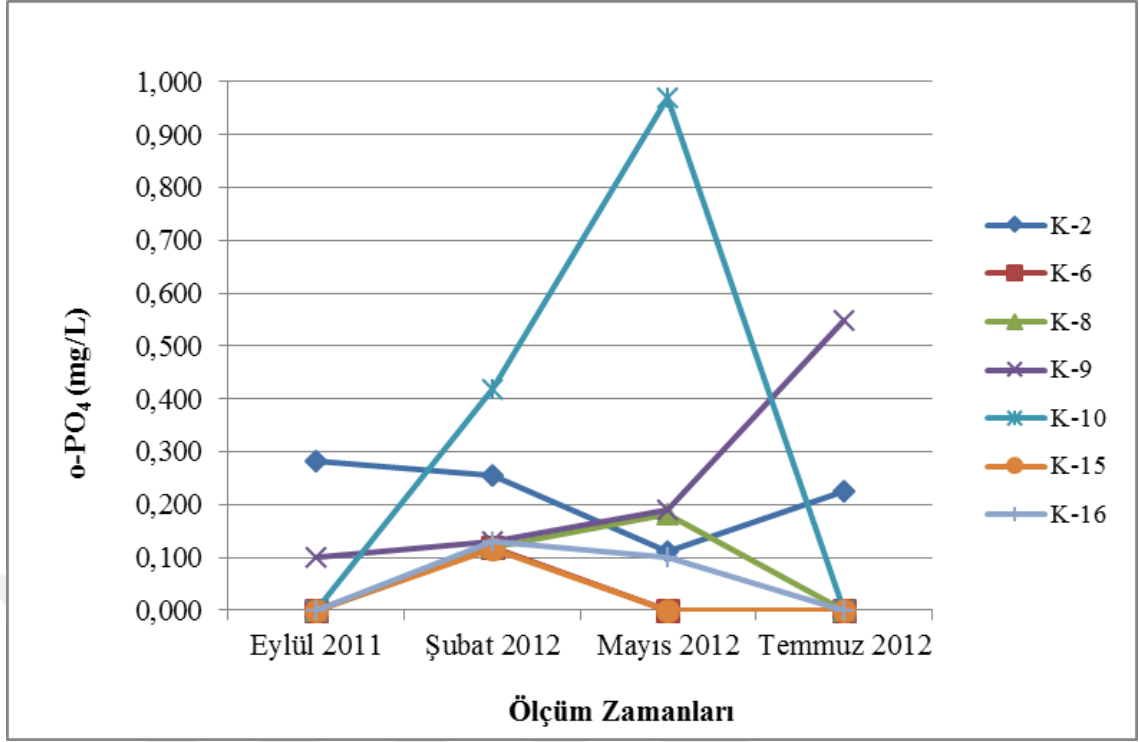
Şekil 4.29. Örnek alma istasyonlarında ölçülen NO_3^- -N değerlerinin aylara göre değişimi



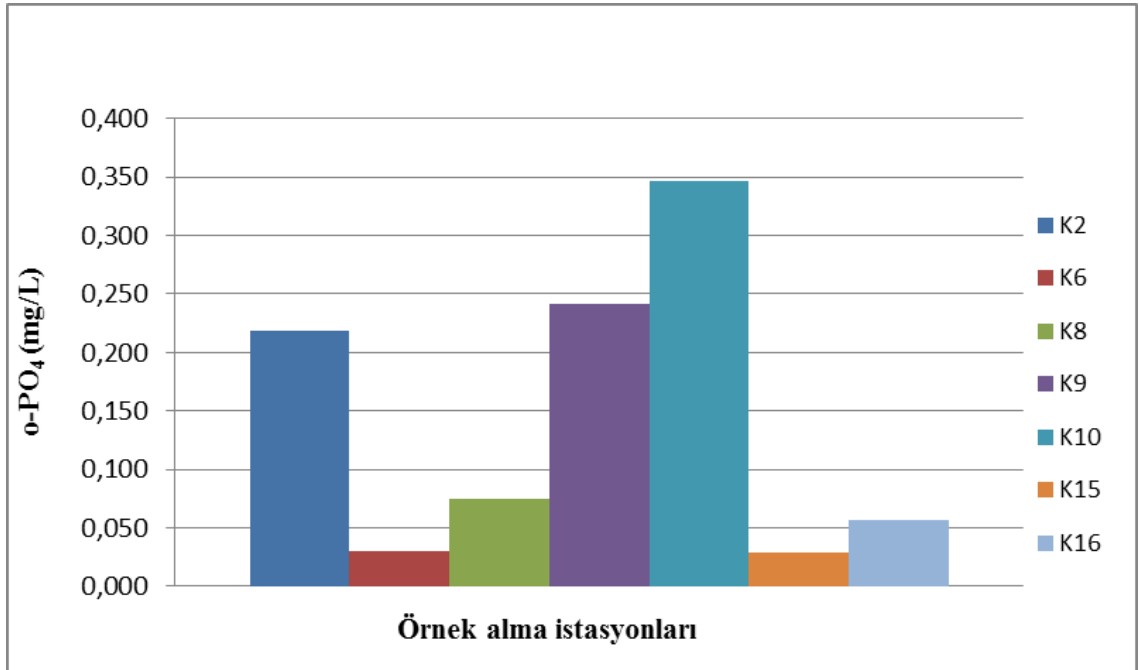
Şekil 4.30. Örnek alma istasyonlarında ölçülen NO_3^- -N ortalamaları

4.2.16. Ortofosfat (o-PO₄³⁻)

Ölçülen Ortofosfat değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 0,112 mg/L olarak, en yüksek değer Eylül ayında 0,282 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama ortofosfat değeri 0,218±0,075 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda sadece Şubat ayında 0,120 mg/L'lik ortofosfat değeri ölçülmüştür. K-8 istasyonunda Eylül ve Temmuz aylarında ortofosfat değerine rastlanmazken, Şubat ayında 0,119 mg/L, Mayıs ayında 0,181 mg/L değerleri ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 0,075±0,090 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük değer Eylül ayında 0,100 mg/L, en yüksek değer Temmuz ayında 0,548 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 0,242±0,208 mg/L olarak bulunmuştur. K-10 istasyonunda Eylül ve Temmuz aylarında ortofosfat değerine rastlanmazken, Şubat ayında 0,417 mg/L, Mayıs ayında 0,970 mg/L değerleri ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 0,347±0,460 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda sadece Şubat ayında 0,116 mg/L'lik ortofosfat değeri ölçülmüştür. K-16 istasyonunda Eylül ve Temmuz aylarında ortofosfat değerine rastlanmazken, Şubat ayında 0,129 mg/L, Mayıs ayında 0,099 mg/L değerleri ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 0,057±0,067 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada K-6, K-8, K-10, K-15 ve K-16 istasyonlarında Eylül ve Temmuz aylarında ortofosfat değeri 0,000 mg/L olarak ölçülmüştür. Havzada maksimum değer (0,970 mg/L) Mayıs ayında K-10 istasyonunda ölçülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Ortofosfat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.31'de sunulmuştur. Şekil 4.32'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama ortofosfat değerleri yer almaktadır.



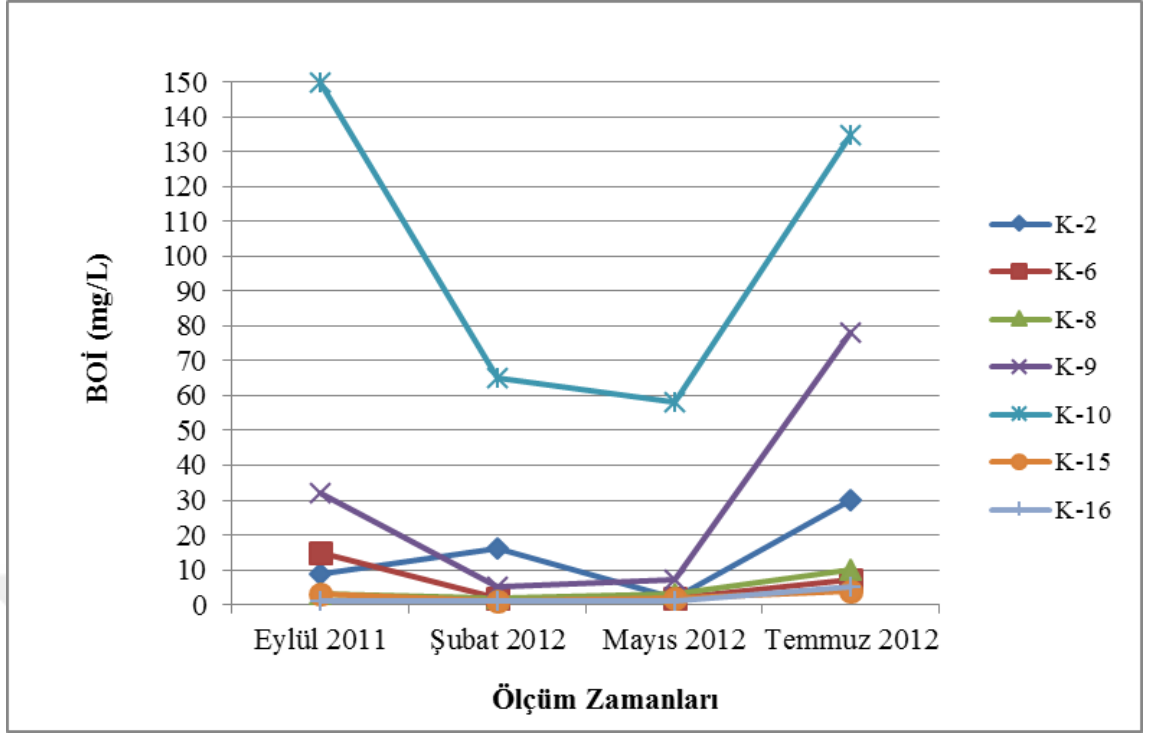
Şekil 4.31. Örnek alma istasyonlarında ölçülen $o\text{-PO}_4^{-3}$ değerlerinin aylara göre değişimi



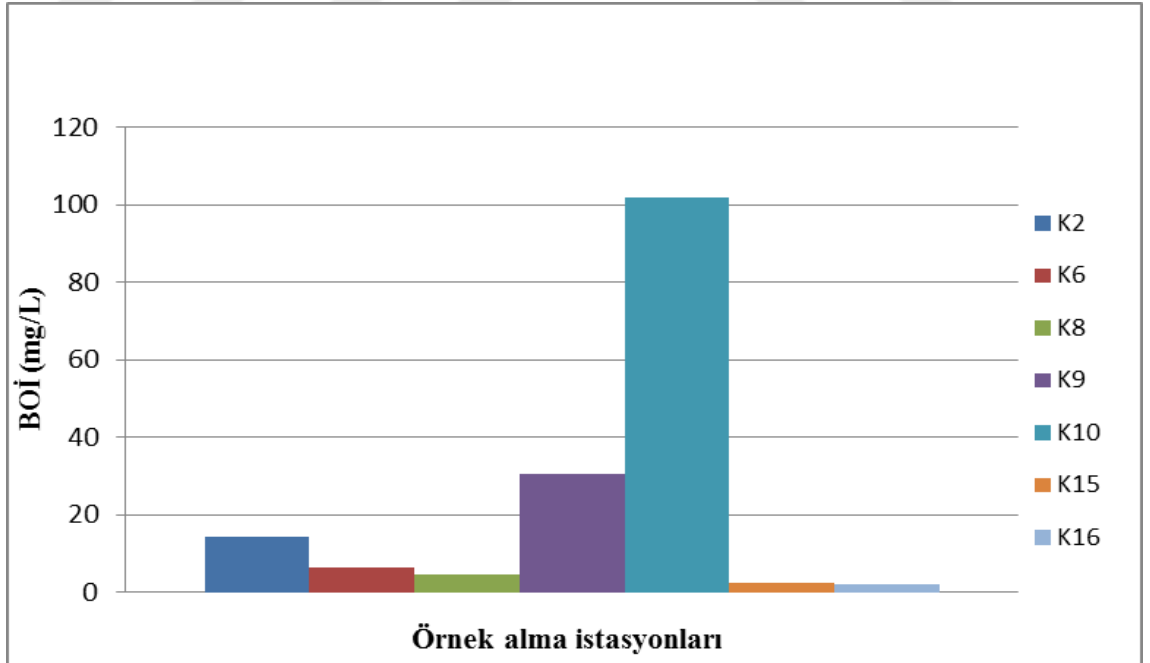
Şekil 4.32. Örnek alma istasyonlarında ölçülen $o\text{-PO}_4^{-3}$ ortalamaları

4.2.17. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)

Ölçülen BOİ değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 2 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 30 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama BOİ değeri 14 ± 12 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer şubat ve mayıs aylarında 2 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 15 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama BOİ değeri 7 ± 6 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 2 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 10 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 5 ± 4 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük BOİ değeri şubat ayında 5 mg/L, en yüksek değer ise temmuz ayında 78 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 31 ± 34 mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 58 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 150 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri 102 ± 47 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 1 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 4 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 3 ± 1 mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 1 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 5 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 2 ± 2 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (1 mg/L) şubat ayında K-15 istasyonunda; eylül, şubat ve mayıs aylarında K-16 istasyonunda ölçülürken, maksimum değer (150 mg/L) ise eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. BOİ değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.33'de sunulmuştur. Şekil 4.34'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama BOİ değerleri yer almaktadır.



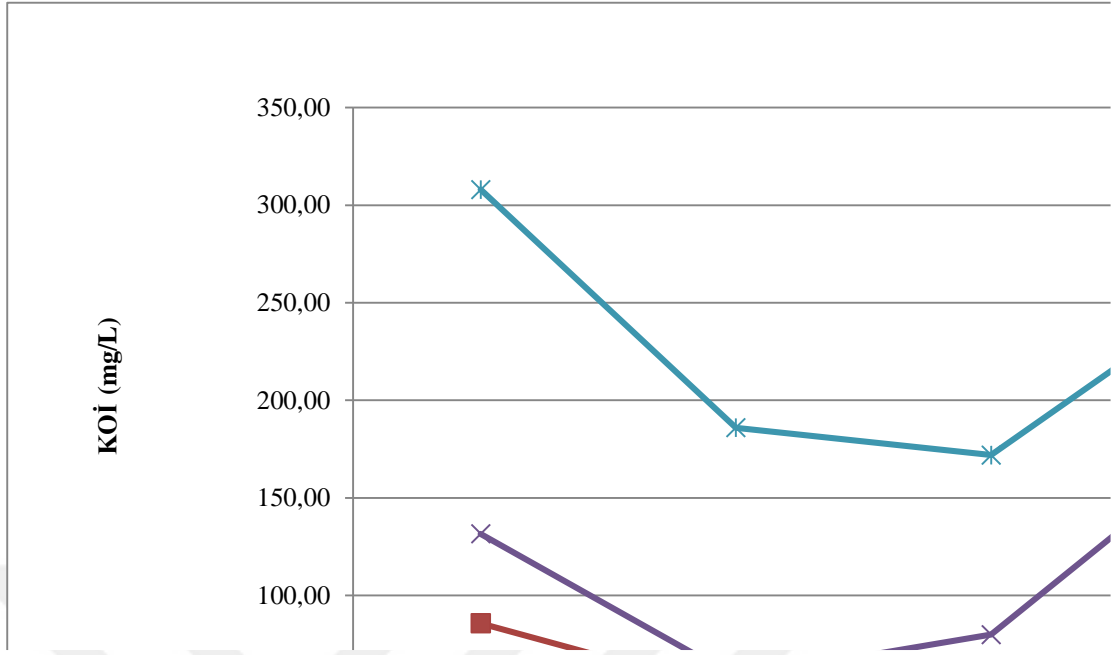
Şekil 4.33. Örnek alma istasyonlarında ölçülen BOİ değerlerinin aylara göre değişimi



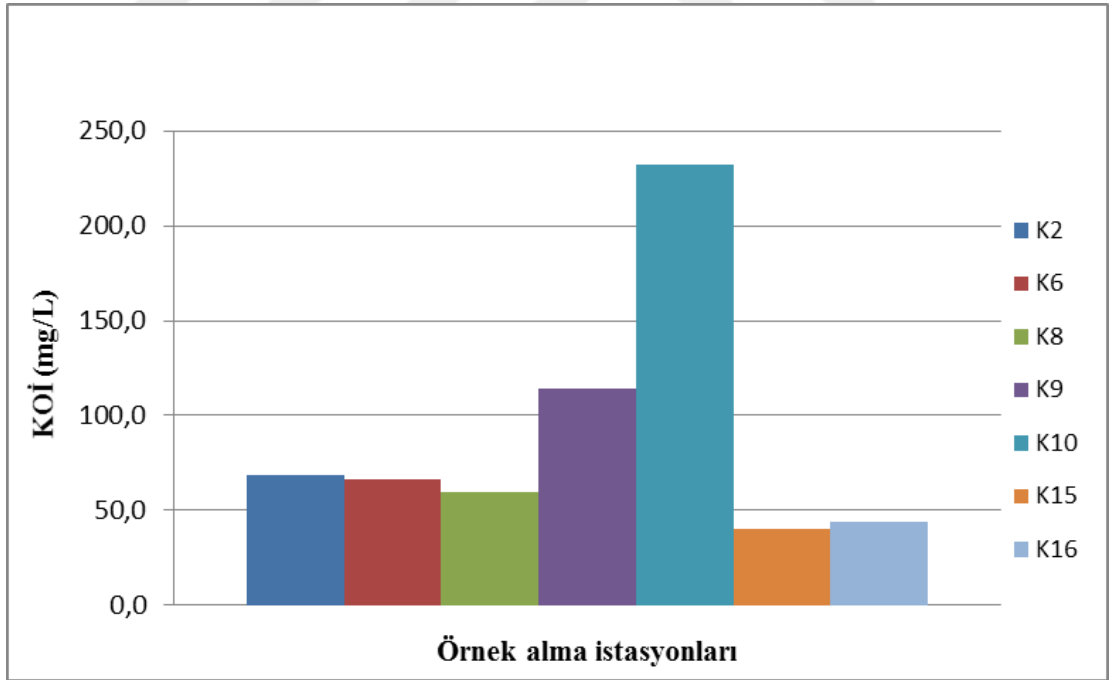
Şekil 4.34. Örnek alma istasyonlarında ölçülen BOİ ortalamaları

4.2.18. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

Ölçülen KOİ değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 41,3 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 102,1 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama KOİ değeri 68,9±25,0 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 50,0 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 85,8 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama KOİ değeri 66,6±18,1 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 43,4 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 82,6 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 59,8±16,5 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük KOİ değeri şubat ayında 58,0 mg/L, en yüksek değer ise temmuz ayında 185,7 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 113,8±57,0 mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 172,0 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 308,0 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri 232,4±64,5 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 28,0 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 57,3 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 40,0±12,5 mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 35,0 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 60,1 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 44,0±11,2 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (28,0 mg/L) şubat ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (308,0 mg/L) ise eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. KOİ değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.35'de sunulmuştur. Şekil 4.36'da ise istasyonlarda ölçülen ortalama KOİ değerleri yer almaktadır.



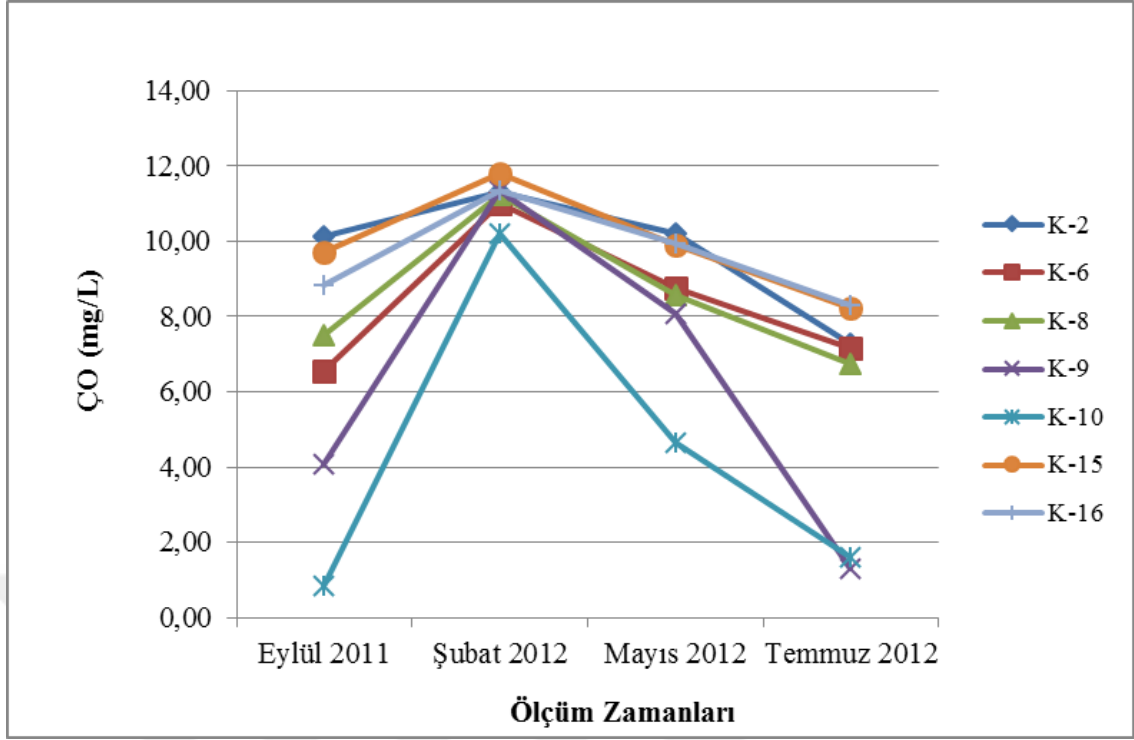
Şekil 4.35. Örnek alma istasyonlarında ölçülen KOİ değerlerinin aylara göre değişimi



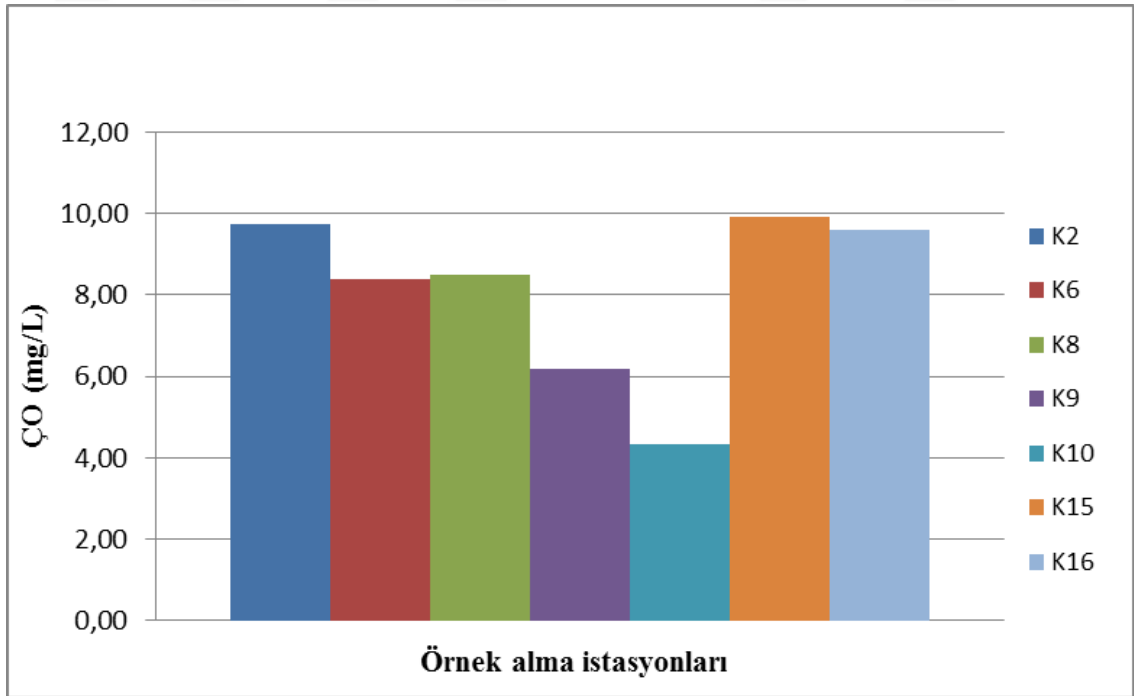
Şekil 4.36. Örnek alma istasyonlarında ölçülen KOİ ortalamaları

4.2.19. Çözünmüş oksijen (ÇO)

Ölçülen Çözünmüş Oksijen değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer temmuz ayında 7,27 mg/L olarak, en yüksek değer şubat ayında 11,30 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri $9,72\pm 1,72$ mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer eylül ayında 6,55 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 11,02 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen değeri $9,37\pm 1,99$ mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer temmuz ayında 6,74 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 11,23 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer $8,51\pm 1,96$ mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük çözünmüş oksijen değeri temmuz ayında 1,30 mg/L, en yüksek değer ise şubat ayında 11,33 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $6,20\pm 4,41$ mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer eylül ayında 0,85 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 10,22 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri $4,33\pm 4,26$ mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer temmuz ayında 8,21 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 11,82 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $9,90\pm 1,48$ mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer temmuz ayında 8,29 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 11,35 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $9,60\pm 1,35$ mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (0,85 mg/L) eylül ayında K-10 istasyonunda, maksimum değer (11,82 mg/L) ise şubat ayında K-15 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Beklendiği üzere mevsimsel koşullardan dolayı, numunelerin sıcaklıklarının en düşük olduğu şubat ayında çözünmüş oksijen değerleri en yüksek çıkmıştır. Çözünmüş Oksijen değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.37'de sunulmuştur. Şekil 4.38'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama çözünmüş oksijen değerleri yer almaktadır.



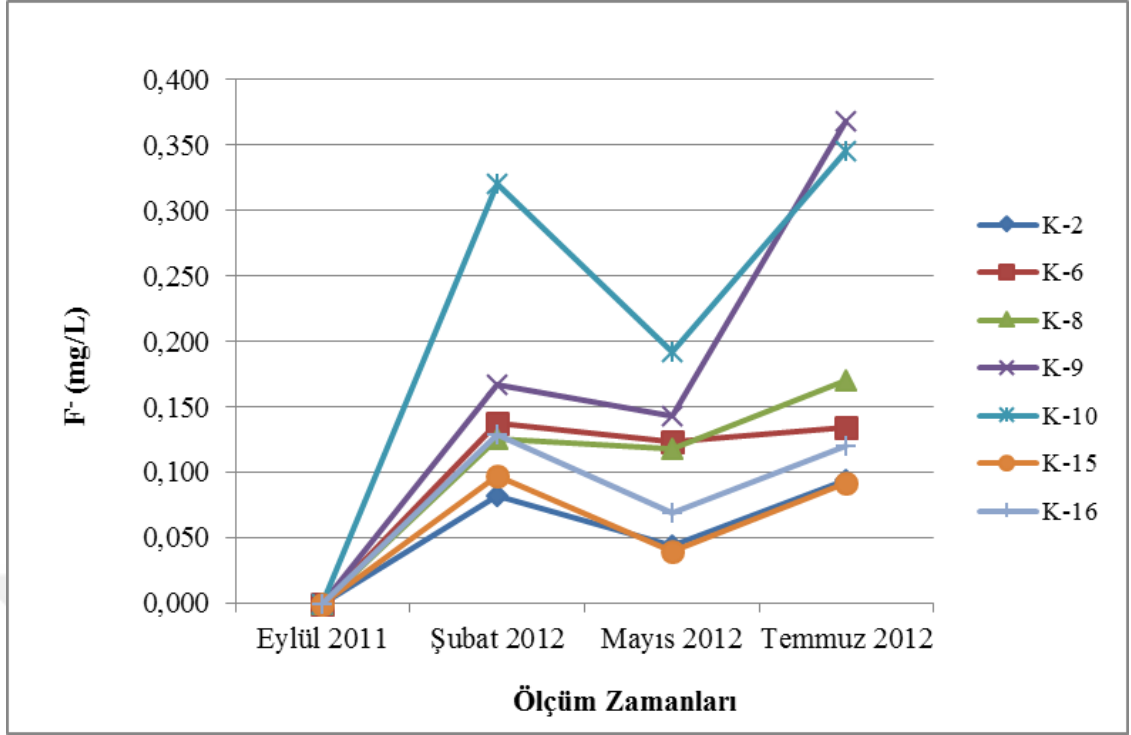
Şekil 4.37. Örnek alma istasyonlarında ölçülen ÇO değerlerinin aylara göre değişimi



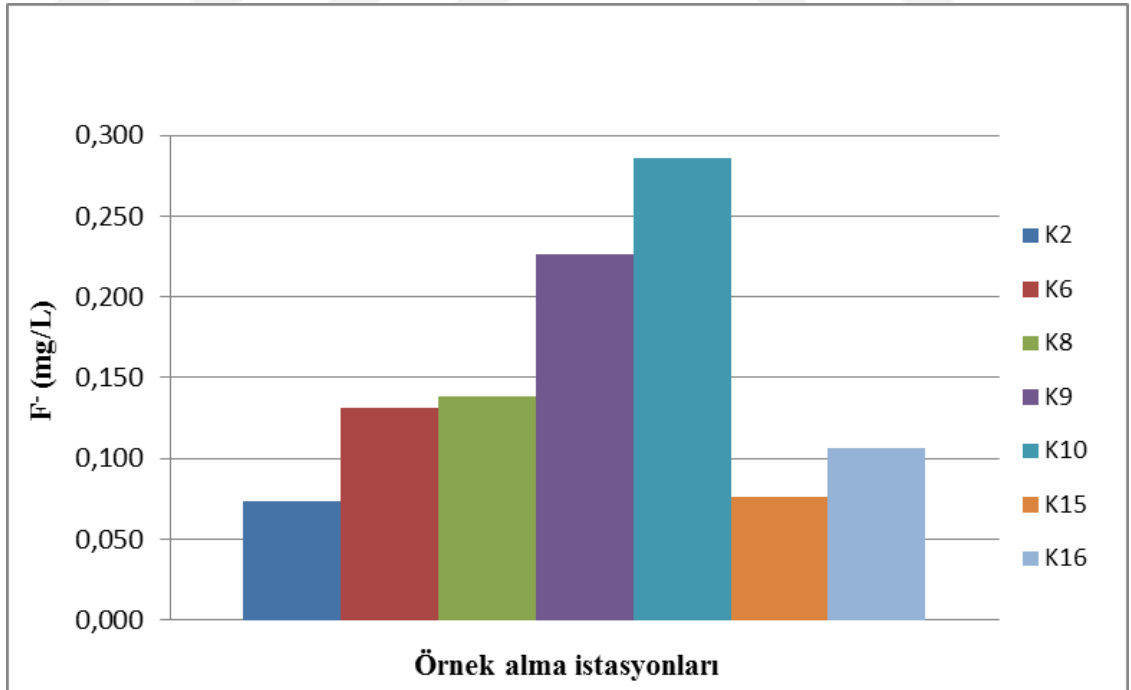
Şekil 4.38. Örnek alma istasyonlarında ölçülen ÇO ortalamaları

4.2.20. Florür (F⁻)

Ölçülen florür değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,044 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 0,094 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama florür değeri 0,073±0,026 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,123 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 0,138 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama florür değeri 0,132±0,008 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,118 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 0,170 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer 0,138±0,028 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük florür değeri mayıs ayında 0,143 mg/L, en yüksek değer ise temmuz ayında 0,368 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,226±0,124 mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,192 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 0,345 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri 0,286±0,082 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,040 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 0,097 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 0,076±0,032 mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,069 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 0,129 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer 0,106±0,032 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (0,040 mg/L) mayıs ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (0,368 mg/L) ise temmuz ayında K-9 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Tüm istasyonlarda mayıs ayında minimum değerler ölçülmüştür. Florür değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.39'da sunulmuştur. Şekil 40'ta ise istasyonlarda ölçülen ortalama florür değerleri yer almaktadır.



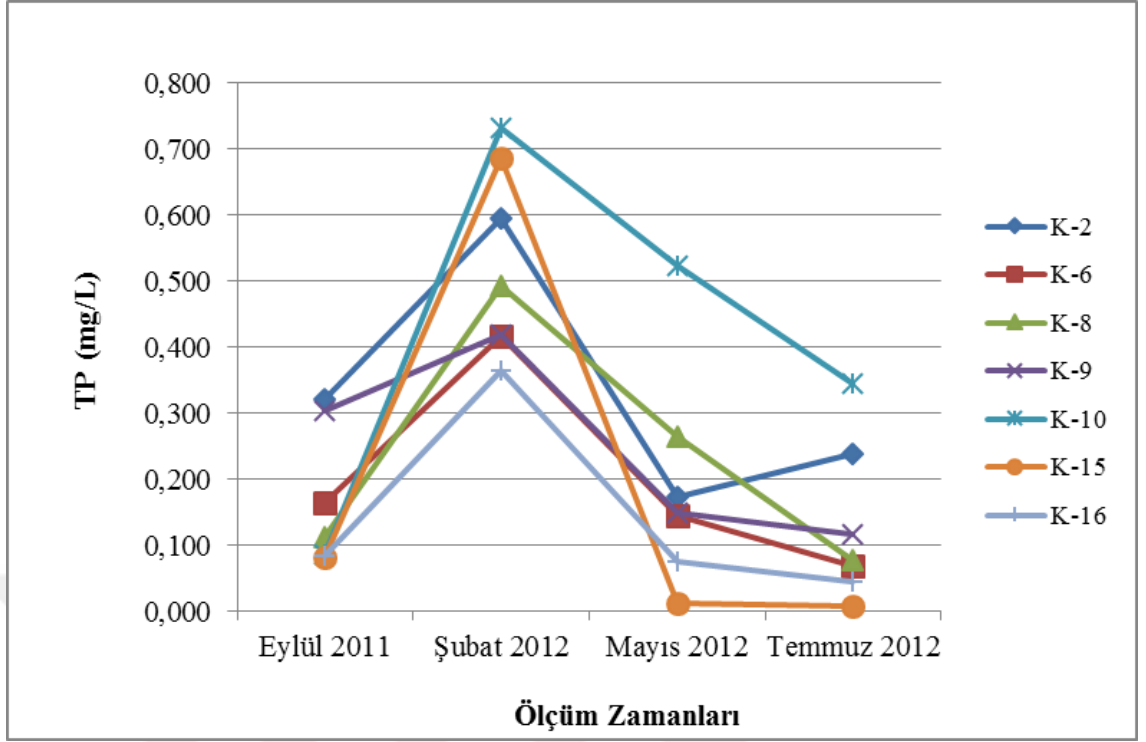
Şekil 4.39. Örnek alma istasyonlarında ölçülen F^- değerlerinin aylara göre değişimi



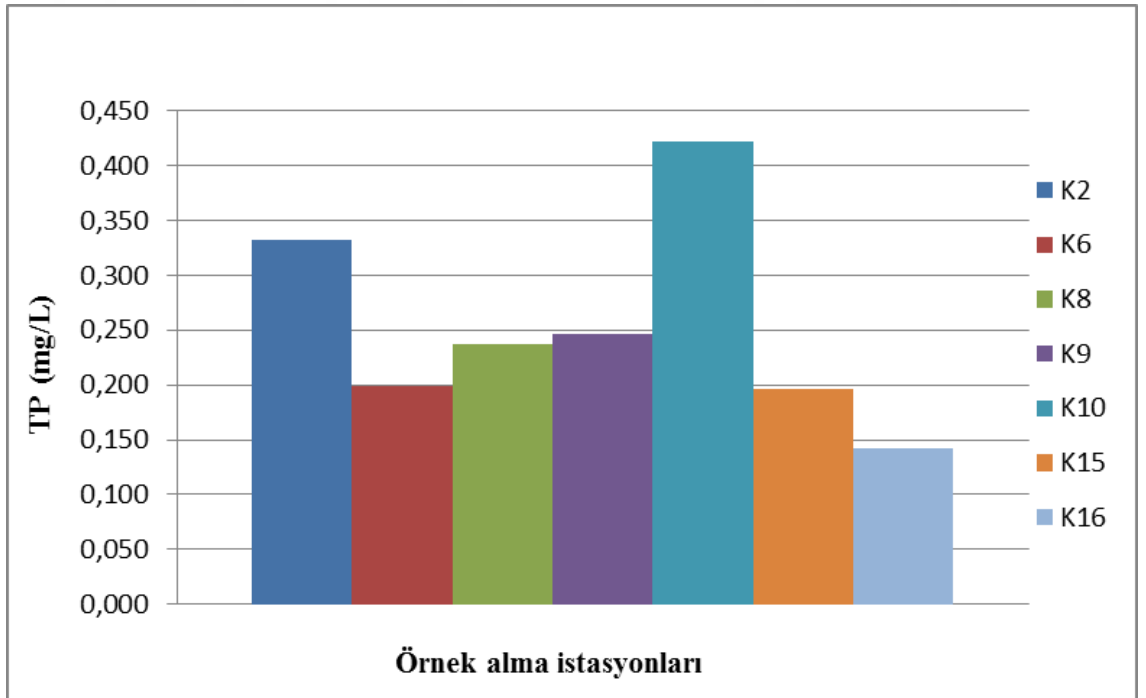
Şekil 4.40. Örnek alma istasyonlarında ölçülen F^- ortalamaları

4.2.21. Toplam fosfor (TP)

Ölçülen toplam fosfor değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 0,174 mg/L olarak, en yüksek değer Şubat ayında 0,594 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama toplam fosfor değeri $0,332 \pm 0,185$ mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer Temmuz ayında 0,069 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 0,417 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama toplam fosfor değeri $0,199 \pm 0,151$ mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer Temmuz ayında 0,078 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 0,492 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer $0,237 \pm 0,188$ mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük toplam fosfor değeri Temmuz ayında 0,116 mg/L, en yüksek değer ise Şubat ayında 0,418 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,247 \pm 0,140$ mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer Eylül ayında 0,086 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 0,732 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri $0,422 \pm 0,274$ mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer Temmuz ayında 0,007 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 0,687 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $0,197 \pm 0,329$ mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer Temmuz ayında 0,045 mg/L, en yüksek değer Şubat ayında 0,364 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $0,143 \pm 0,149$ mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (0,007 mg/L) Temmuz ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (0,732 mg/L) ise Şubat ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Tüm istasyonlarda Şubat ayında maksimum değerler ölçülmüştür. Toplam fosfor değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.41'de sunulmuştur. Şekil 4.42'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama toplam fosfor değerleri yer almaktadır.



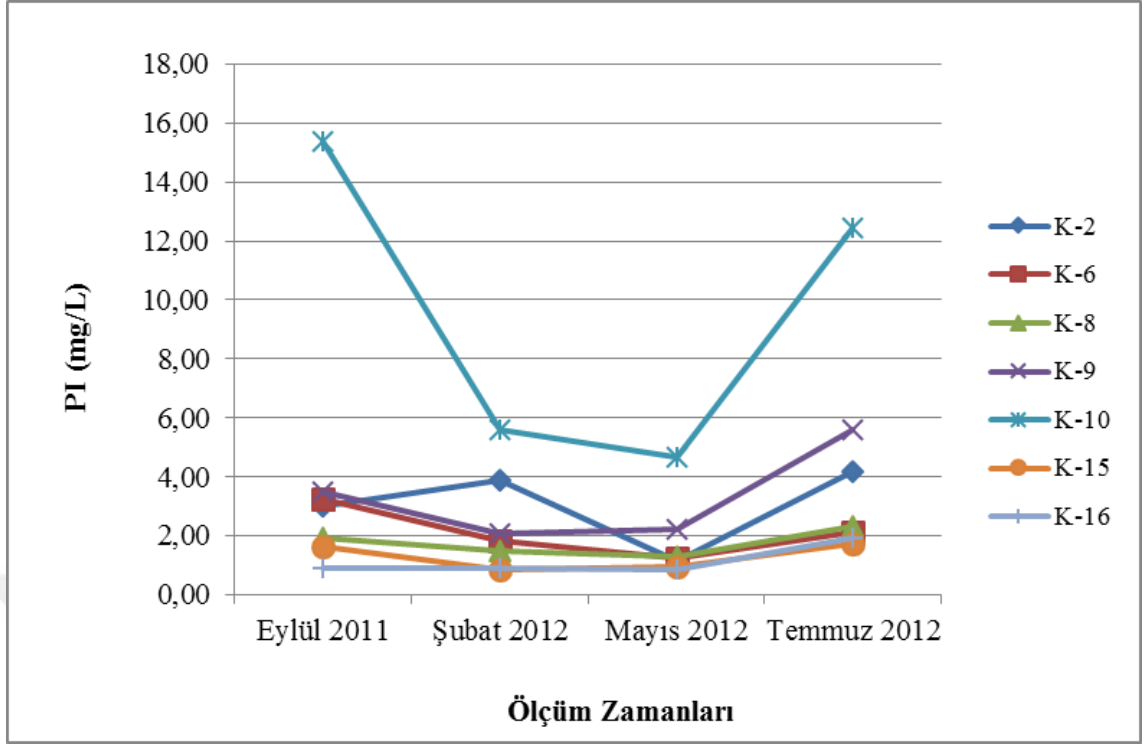
Şekil 4.41. Örnek alma istasyonlarında ölçülen TP değerlerinin aylara göre değişimi



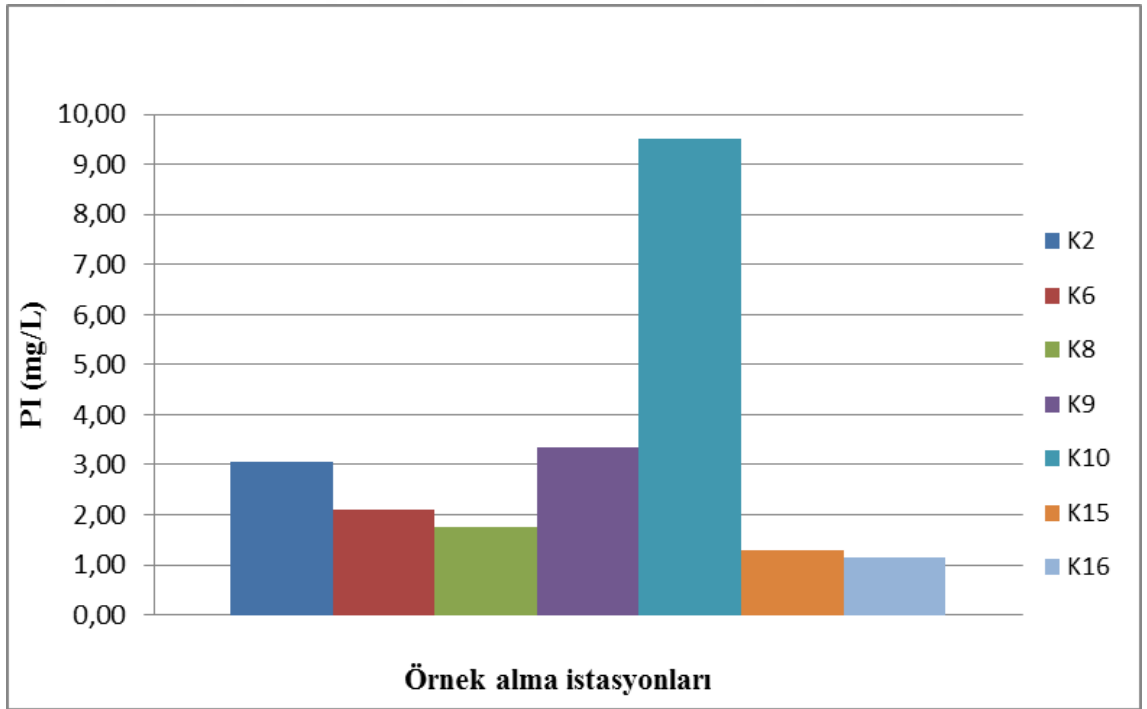
Şekil 4.42. Örnek alma istasyonlarında ölçülen TP ortalamaları

4.2.22. Permanganat indeksi (PI)

Ölçülen permanganat indeksi değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 1,14 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 4,18 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama permanganat indeksi değeri $3,05\pm 1,36$ mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 1,25 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 3,23 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama permanganat indeksi değeri $2,11\pm 0,83$ mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 1,29 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 2,32 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama değer $1,76\pm 0,46$ mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük permanganat indeksi değeri şubat ayında 2,08 mg/L, en yüksek değer ise temmuz ayında 5,58 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $3,35\pm 1,62$ mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 4,65 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 15,37 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama değeri $9,52\pm 5,22$ mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer şubat ayında 0,85 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 1,85 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $1,29\pm 0,47$ mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 0,85 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 1,92 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama değer $1,14\pm 0,52$ mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (0,85 mg/L) şubat ayında K-15 istasyonunda ve mayıs ayında K-16 istasyonunda, maksimum değer (15,37 mg/L) ise eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Permanganat indeksi değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.43'de sunulmuştur. Şekil 4.44'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama permanganat indeksi değerleri yer almaktadır.



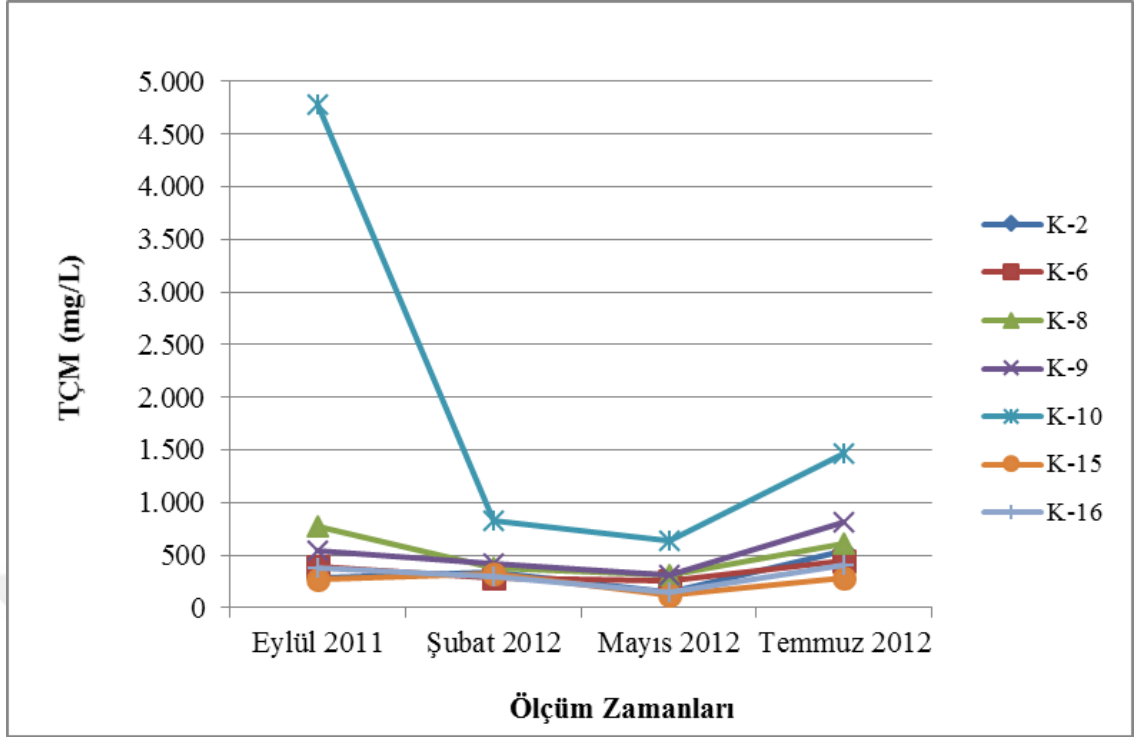
Şekil 4.43. Örnek alma istasyonlarında ölçülen PI değerlerinin aylara göre değişimi



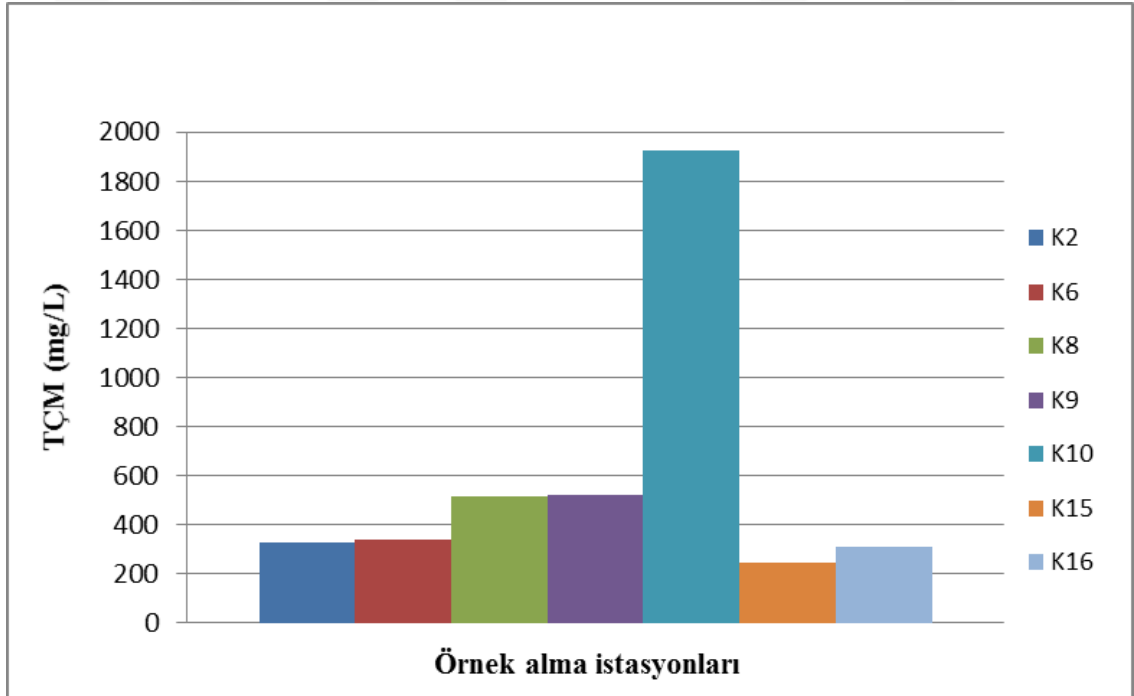
Şekil 4.44. Örnek alma istasyonlarında ölçülen PI ortalamaları

4.2.23. Toplam çözünmüş madde (TÇM)

Ölçülen toplam çözünmüş katı madde değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 142 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 541 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama toplam çözünmüş katı madde değeri 329 ± 165 mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 250 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 440 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama toplam çözünmüş katı madde 340 ± 88 mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 307 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 776 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama toplam çözünmüş katı madde 519 ± 215 mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük toplam çözünmüş katı madde değeri mayıs ayında 317 mg/L, en yüksek toplam çözünmüş katı madde değeri ise temmuz ayında 809 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama toplam çözünmüş katı madde 521 ± 212 mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 632 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 4781 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama toplam çözünmüş katı madde değeri 1928 ± 1936 mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 122 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 327 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama toplam çözünmüş katı madde 249 ± 88 mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 154 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 408 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama toplam çözünmüş katı madde 310 ± 113 mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (142 mg/L) mayıs ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (4781 mg/L) ise eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Tüm istasyonlarda mayıs ayında en düşük değerler görülmüştür. Toplam çözünmüş katı madde değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.45'de sunulmuştur. Şekil 4.46'da ise istasyonlarda ölçülen ortalama toplam çözünmüş katı madde değerleri yer almaktadır.



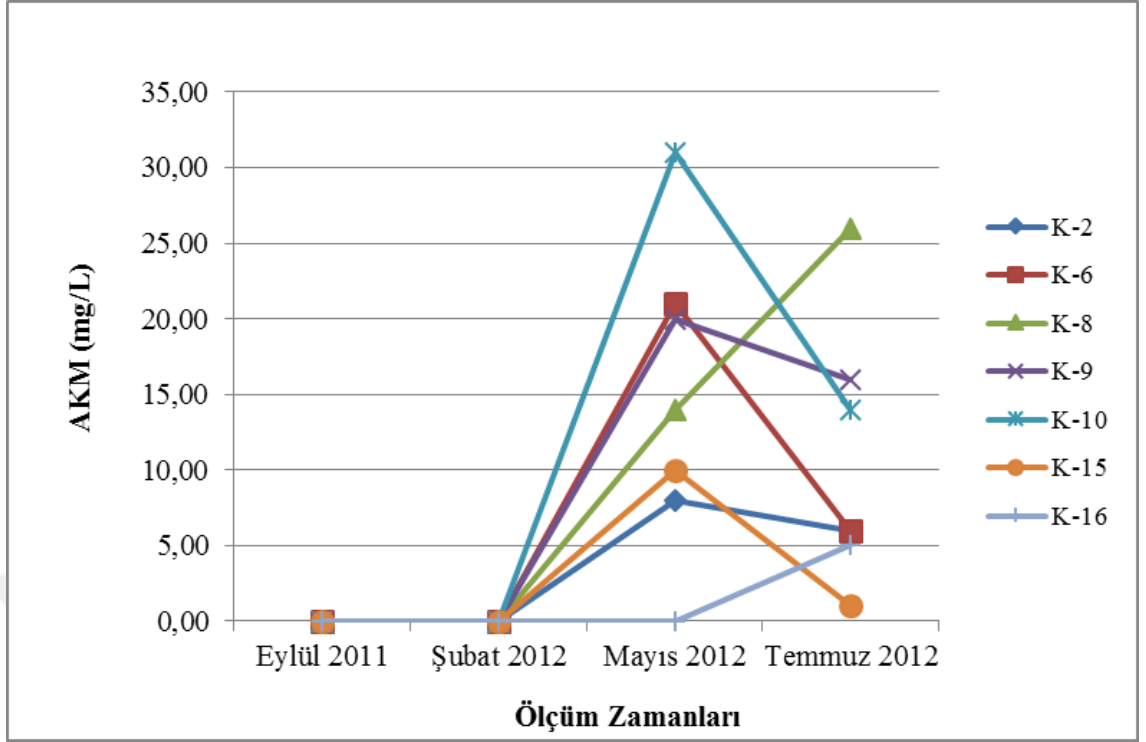
Şekil 4.45. Örnek alma istasyonlarında ölçülen TÇM değerlerinin aylara göre değişimi



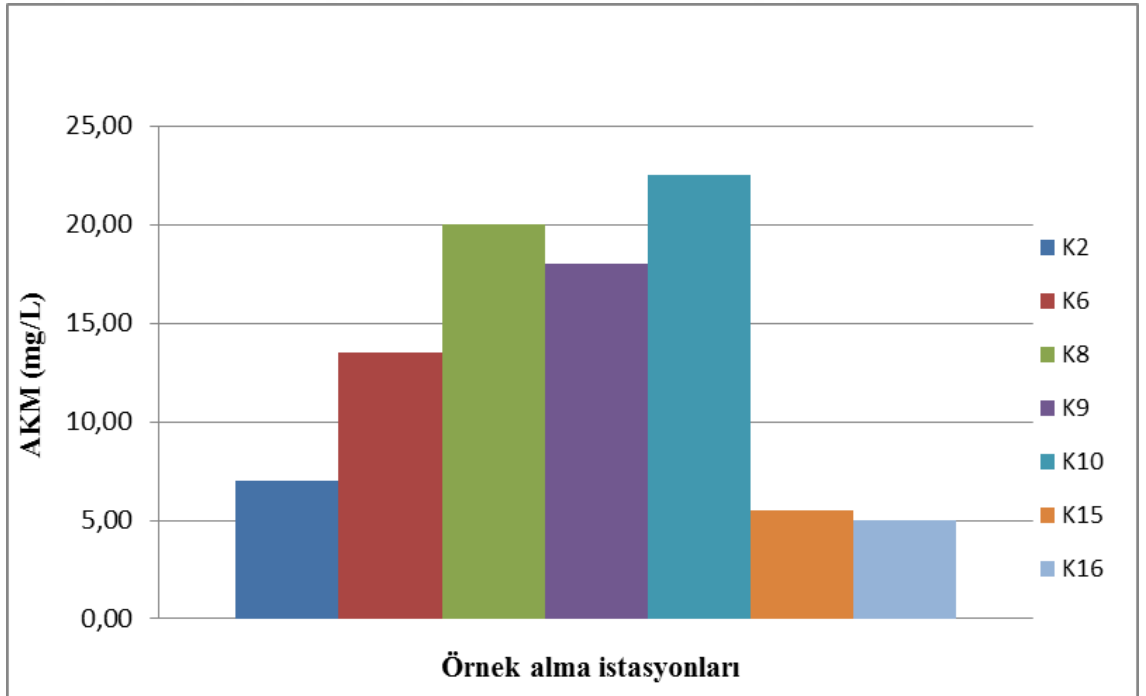
Şekil 4.46. Örnek alma istasyonlarında ölçülen TÇM ortalamaları

4.2.24. Askıdaki katı madde (AKM)

Askıdaki katı madde deneyi mayıs ve temmuz aylarında yapılmıştır. Askıdaki katı madde; K-2 istasyonunda mayıs ayında 8,00 mg/L olarak, temmuz ayında 6,00 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama askıdaki katı madde değeri $7,00\pm 1,41$ mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda mayıs ayında 21,00 mg/L, temmuz ayında 6,00 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama askıdaki katı madde $13,50\pm 10,61$ mg/L'dir. K-8 istasyonunda mayıs ayında 14 mg/L, temmuz ayında 26 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama askıdaki katı madde $20,00\pm 8,49$ mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda askıdaki katı madde değeri mayıs ayında 20,00 mg/L, temmuz ayında 16 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama askıdaki katı madde $18,00\pm 2,83$ mg/L'dir. K-10 istasyonunda mayıs ayında 31,00 mg/L, temmuz ayında 14,00 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama askıdaki katı madde değeri $22,50\pm 12,02$ mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda mayıs ayında 10,00 mg/L, temmuz ayında 1,00 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama askıdaki katı madde $5,50\pm 6,36$ mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda temmuz ayında 5,00 mg/L askıdaki katı madde değeri ölçülmüştür. Havzada minimum değer (1,00 mg/L) temmuz ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (31,00 mg/L) ise mayıs ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Askıdaki katı madde değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.47'de sunulmuştur. Şekil 4.48'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama askıdaki katı madde değerleri yer almaktadır.



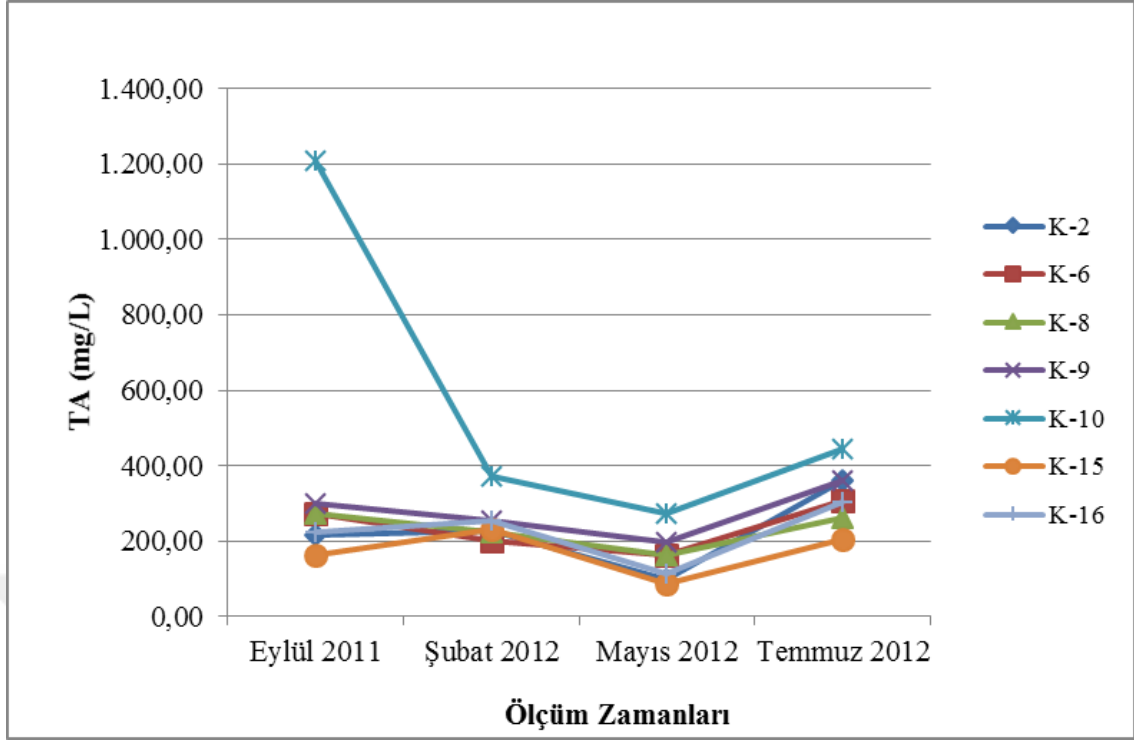
Şekil 4.47. Örnek alma istasyonlarında ölçülen AKM değerlerinin aylara göre değişimi



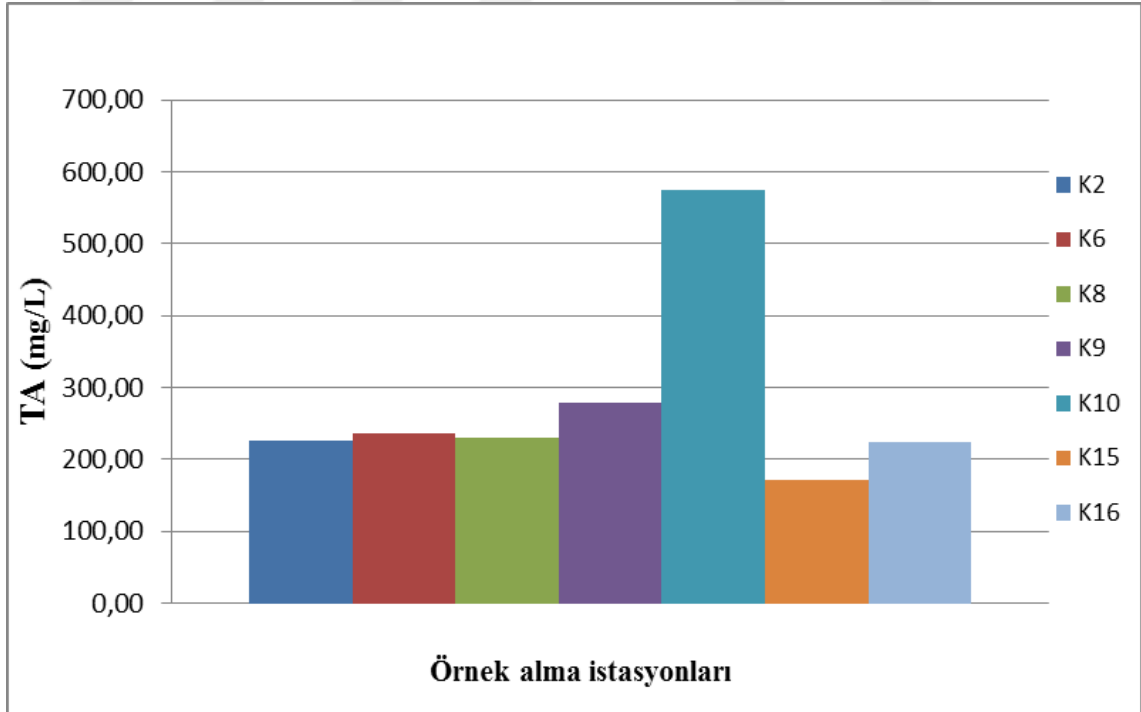
Şekil 4.48. Örnek alma istasyonlarında ölçülen AKM ortalamaları

4.2.25. Toplam alkalinite (TA)

Ölçülen toplam alkalinite değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 99,50 mg/L olarak, en yüksek değer temmuz ayında 359,50 mg/L olarak ölçülmüştür. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama toplam alkalinite değeri $225,63 \pm 106,30$ mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 164,00 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 309,00 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama toplam alkalinite $236,38 \pm 66,37$ mg/L'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 162,00 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 272,00 mg/L olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama toplam alkalinite $230,00 \pm 49,83$ mg/L olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük toplam alkalinite değeri mayıs ayında 298,50 mg/L, en yüksek toplam alkalinite değeri ise temmuz ayında 361,00 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama toplam alkalinite $278,88 \pm 68,95$ mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 271,50 mg/L, en yüksek değer eylül ayında 1208,00 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama toplam alkalinite değeri $574,50 \pm 428,26$ mg/L olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 85,50 mg/L, en yüksek değer şubat ayında 229,50 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama toplam alkalinite $171,00 \pm 63,08$ mg/L olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer mayıs ayında 113,50 mg/L, en yüksek değer temmuz ayında 304,00 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama toplam alkalinite $223,25 \pm 80,59$ mg/L olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (85,502 mg/L) mayıs ayında K-15 istasyonunda, maksimum değer (1208,00 mg/L) ise eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Tüm istasyonlarda mayıs ayında en düşük değerler görülmüştür. Elde edilen sonuçlar birbiriyle ilintili parametreler oldukları için bikarbonat değerleriyle paralellik göstermektedir. Toplam alkalinite değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.49'da sunulmuştur. Şekil 4.50'de ise istasyonlarda ölçülen ortalama toplam alkalinite değerleri yer almaktadır.



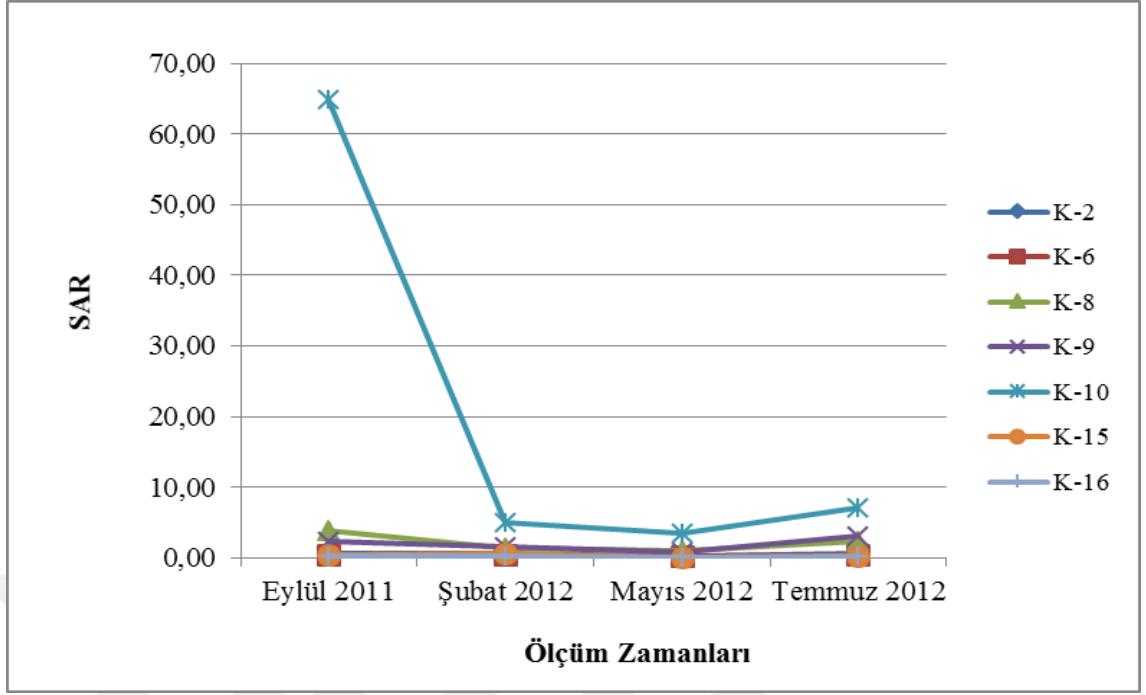
Şekil 4.49. Örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam alkalinite değerlerinin aylara göre değişimi



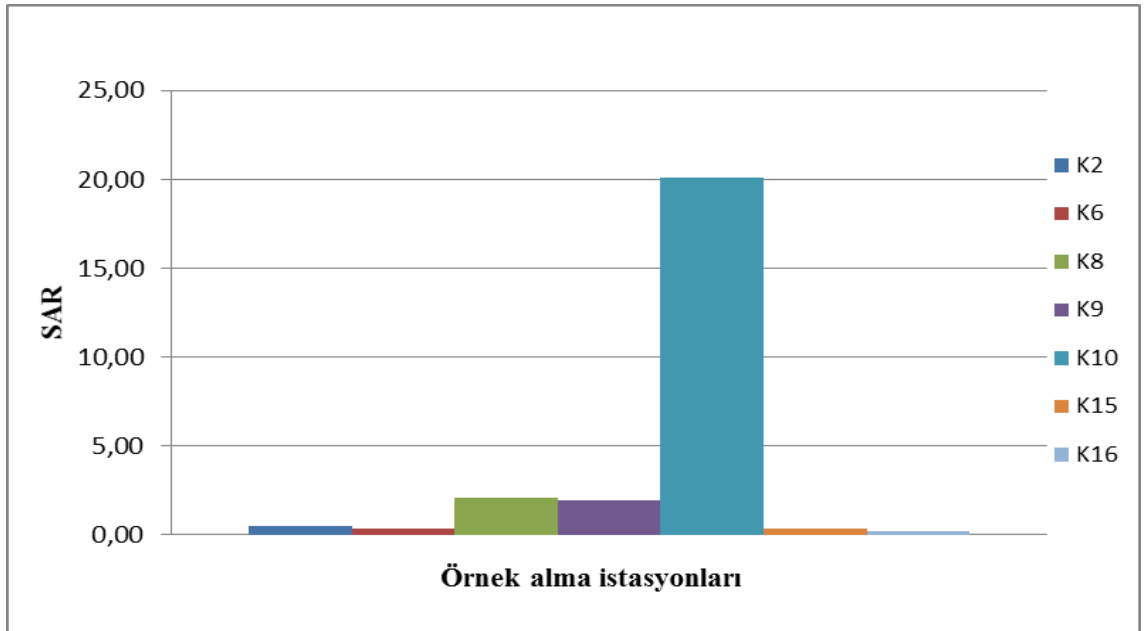
Şekil 4.50. Örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam alkalinite ortalamaları

4.2.26. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)

SAR, suyun sodyum (veya benzer alkaliler) açısından zararlılığının bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Na^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} parametrelerinden SAR değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan SAR değerleri incelendiğinde; K-2 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 0,17 olarak, en yüksek değer Şubat ayında 0,65 olarak bulunmuştur. K-2 istasyonuna ait yıllık ortalama SAR değeri $0,50 \pm 0,22$ mg/L olarak bulunmuştur. K-6 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 0,27, en yüksek değer Şubat ayında 0,42 olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama SAR değeri $0,36 \pm 0,07$ 'dir. K-8 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 0,93, en yüksek değer Eylül ayında 3,81 olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama SAR $2,08 \pm 1,28$ olarak bulunmuştur. K-9 istasyonunda en düşük SAR değeri Mayıs ayında 0,74, en yüksek SAR değeri ise Temmuz ayında 3,16 olarak hesaplanmıştır. Yıllık ortalama SAR $278,88 \pm 68,95$ mg/L'dir. K-10 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 3,50, en yüksek değer Eylül ayında 64,86 olarak ölçülmüştür. Bu istasyonun yıllık ortalama SAR değeri $20,10 \pm 29,88$ olarak bulunmuştur. K-15 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 0,13, en yüksek değer Şubat ayında 0,55 olarak hesaplanmış olup, ortalama SAR $0,36 \pm 0,19$ olarak bulunmuştur. K-16 istasyonunda en düşük değer Mayıs ayında 0,08, en yüksek değer Eylül ayında 0,22 olarak hesaplanmış olup, ortalama SAR $0,17 \pm 0,06$ olarak bulunmuştur. Havzada minimum değer (0,08) Mayıs ayında K-16 istasyonunda, maksimum değer (64,86) ise Eylül ayında K-10 istasyonunda görülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7'de yer almaktadır. Tüm istasyonlarda Mayıs ayında en düşük değerler görülmüştür. Elde edilen sonuçlar sodyum parametresiyle paralellik göstermektedir. SAR değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.51'de sunulmuştur. Şekil 4.52'de ise istasyonlarda hesaplanan ortalama SAR değerleri yer almaktadır.



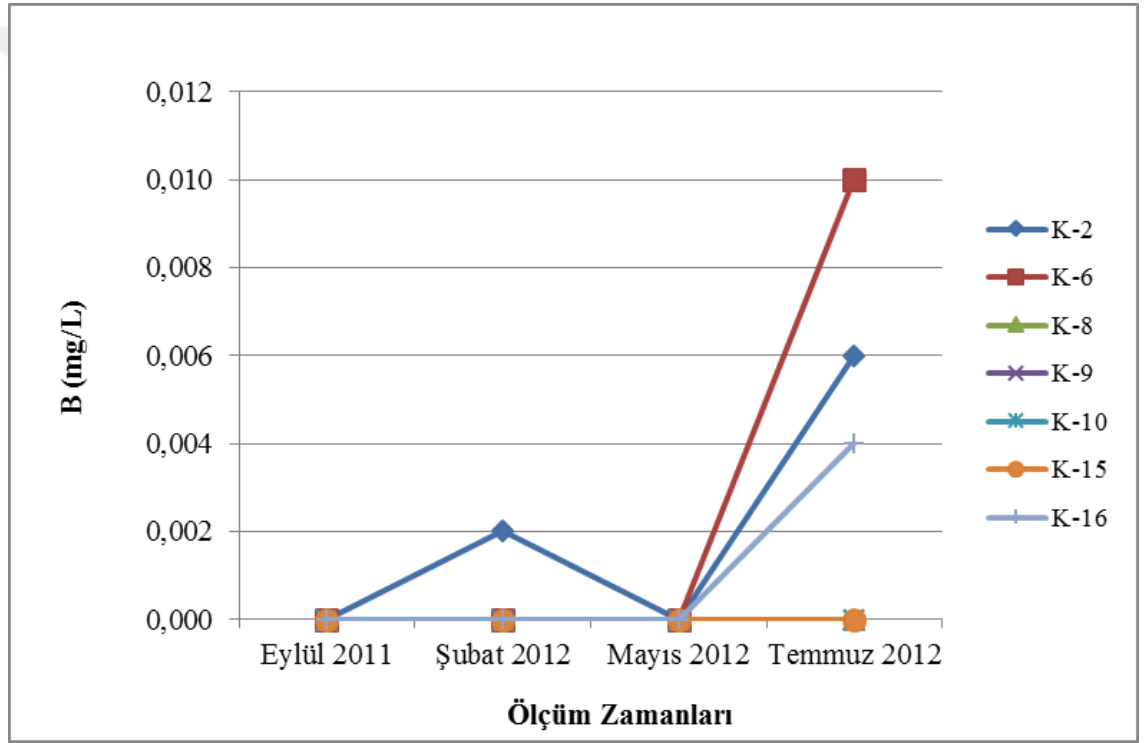
Şekil 4.51. Örnek alma istasyonlarında hesaplanan SAR değerlerinin aylara göre değişimi



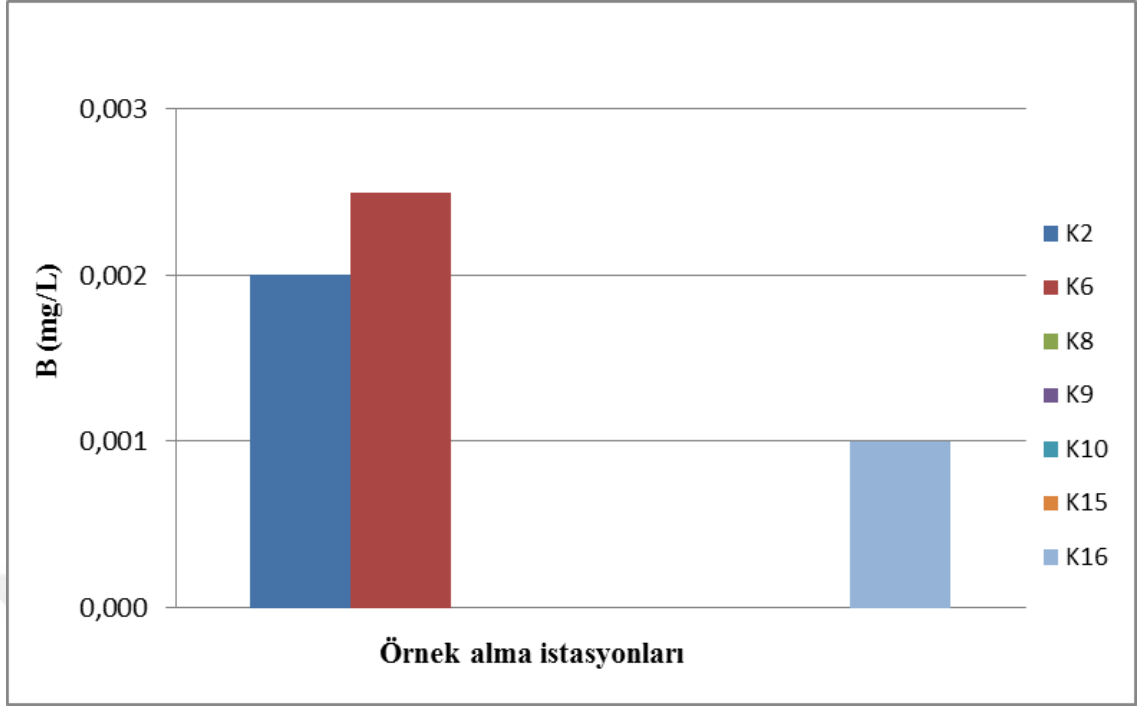
Şekil 4.52. Örnek alma istasyonlarında hesaplanan SAR ortalamaları

4.2.27. Bor (B)

Ölçülen bor değerleri incelendiğinde; K-8, K-9, K-10 ve K-15 istasyonlarında bor değeri her ay 0,000 mg/L olarak ölçülmüştür. K-16 istasyonunda temmuz ayında 0,004 mg/L, K-6 istasyonunda temmuz ayında 0,010 mg/L, K-2 istasyonunda şubat ayında 0,002 mg/L, temmuz ayında 0,006 mg/L bor değerleri ölçülmüş, diğer aylar 0,000 mg/L ölçülmüştür. Tüm istasyonlara ait değerler Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7’de yer almaktadır. Bor değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.53’te sunulmuştur. Şekil 4.54’de ise istasyonlarda ölçülen ortalama bor değerleri yer almaktadır.



Şekil 4.53. Örnek alma istasyonlarında ölçülen B değerlerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.54. Örnek alma istasyonlarında ölçülen B ortalamaları

4.3. Havzadaki Su Kalitesinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne Göre Değerlendirilmesi

Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Ek-5 'Yerüstü Su Kütlelerinde Bazı Parametreler İçin Çevresel Kalite Standartları ve Kullanım Maksatları' te 'Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri' tablosu yer almaktadır (Anonim 2015c).

Çizelge 4.8. Kıta içi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim 2015c)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
Renk (m ⁻¹)	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm: >4,3 RES 525 nm: >3,7 RES 620 nm: >2,5
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	< 6,0 veya > 9,0
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres	Yüzer halde yağ, katran gibi sıvı maddeler, çöp ve benzeri katı maddeler ile köpük bulunamaz.			-
(A) Oksijenlendirme Parametreleri				
Oksijen doygunluğu (%) ^(b)	>90	70	40	< 40
Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^(b)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L) ^(c)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 5	10	20	> 20
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	< 0,01	0,06	0,12	> 0,3
Toplam kjeldahl-azotu (mg N/L)	< 0,5	1,5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,16	0,65	> 0,65
(C) İz Elementler (Metaller) ve İnorganik Kirlilik Parametreleri ^(d)				
Alüminyum (mg Al/L)	≤ 0,3	≤ 0,3	1	> 1
Arsenik (µg As/L)	≤ 20	50	100	> 100
Bakır (µg Cu/L)	≤ 20	50	200	> 200
Baryum (µg Ba/L)	≤ 1000	2000	2000	> 2000
Bor (µg B/L)	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000	> 1000
Civa (µg Hg/L)	≤ 0,1	0,5	2	> 2
Çinko (µg Zn/L)	≤ 200	500	2000	> 2000

Çizelge 4.8. Kıtaiçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (Anonim 2015c) (devam)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Demir ($\mu\text{g Fe/L}$)	≤ 300	1000	5000	> 5000
Florür ($\mu\text{g F}^-/\text{L}$)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/L}$)	≤ 2	5	7	> 7
Kobalt ($\mu\text{g Co/L}$)	≤ 10	20	200	> 200
Krom ($\mu\text{g Cr}^{+6}/\text{L}$)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
Krom (toplam) ($\mu\text{g Cr/L}$)	≤ 20	50	200	> 200
Kurşun ($\mu\text{g Pb/L}$)	≤ 10	20	50	> 50
Mangan ($\mu\text{g Mn/L}$)	≤ 100	500	3000	> 3000
Nikel ($\mu\text{g Ni/L}$)	≤ 20	50	200	> 200
Selenyum ($\mu\text{g Se/L}$)	≤ 10	≤ 10	20	> 20
Serbest klor ($\mu\text{g Cl}_2/\text{L}$)	≤ 10	≤ 10	50	> 50
Siyanür (toplam) ($\mu\text{g CN/L}$)	≤ 10	50	100	> 100
Sülfür ($\mu\text{g S}^-/\text{L}$)	≤ 2	≤ 2	10	> 10
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirleticiler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2016'den itibaren değerlendirilecektir.			
D) Bakteriyolojik Parametreler				
Fekal koliform (Membran)	≤ 10	200	2000	> 2000
Toplam koliform (Membran)	≤ 100	20000	100000	> 100000

Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları aşağıda sıralanmıştır.

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

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

II. Sınıf - Az kirlenmiş su (I. ve II. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “İyi” su durumunu ifade etmektedir.);

- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları,
- 2) Rekreatyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,
- 3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Mer’i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

III. Sınıf - Kirlenmiş su (II. ve III. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “Orta” su durumunu ifade etmektedir.);

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,

IV. Sınıf - Çok kirlenmiş su (III. ve IV. sınıf su kalitesi arasındaki değerler “Zayıf” su durumunu ve tüm parametrelerin IV. Sınıf su kalitesi değerinde olması “Kötü” su durumunu ifade etmektedir.);

III. sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yerüstü suları (Anonim 2015c).

Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası’nda yedi istasyonda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’nde yer alan ‘Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’ esas alınarak değerlendirilmiştir (Anonim 2015c). Bu kriterlere göre her istasyonun ortalama değerlerine göre sınıflandırılmaları Çizelge 4.9’da yapılmıştır.

Çizelge 4.9. Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası’nın Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’ne göre değerlendirilmesi

	K-2	K-6	K-8	K-9	K-10	K-15	K-16
T (°C)	20,7	20,4	20,9	21,2	21,4	21,1	21,1
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
pH	8,18	7,68	7,87	8,02	8,37	8,31	7,94
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
Eİ (µS/cm)	484	500	736	739	2484	366	457
	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf	I.Sınıf	II.Sınıf

Çizelge 4.9. Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası'nın Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmesi (devam)

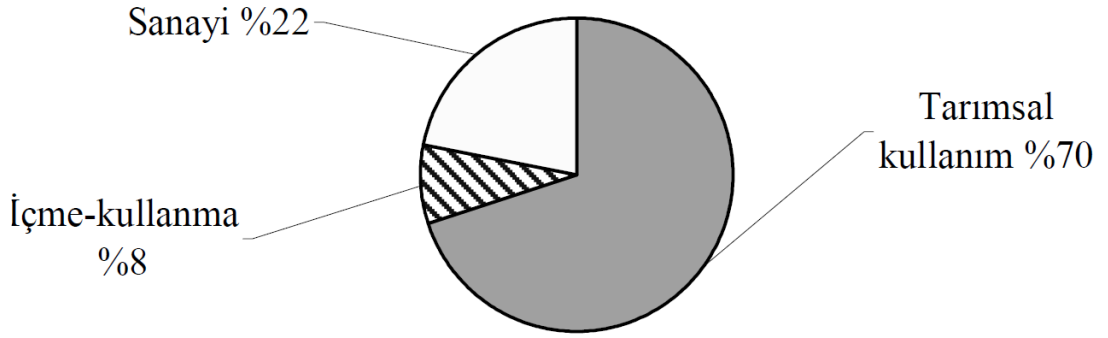
	K-2	K-6	K-8	K-9	K-10	K-15	K-16
ÇO (mg/L)	9,72 I.Sınıf	8,37 I.Sınıf	8,51 I.Sınıf	6,20 II.Sınıf	4,33 III.Sınıf	9,90 I.Sınıf	9,60 I.Sınıf
KOİ (mg/L)	68,9 III.Sınıf	66,6 III.Sınıf	59,8 III.Sınıf	113,8 IV.Sınıf	232,4 IV.Sınıf	40,0 II.Sınıf	44,0 II.Sınıf
BOİ (mg/L)	14 III.Sınıf	7 II.Sınıf	5 II.Sınıf	31 IV.Sınıf	102 IV.Sınıf	3 I.Sınıf	2 I.Sınıf
NH₄-N (mg/L)	0,511 II.Sınıf	0,086 I.Sınıf	0,196 I.Sınıf	0,091 I.Sınıf	4,257 IV.Sınıf	0,001 I.Sınıf	0,007 I.Sınıf
NO₂-N (mg/L)	0,102 III.Sınıf	0,041 II.Sınıf	0,104 III.Sınıf	0,043 II.Sınıf	0,168 IV.Sınıf	0,029 II.Sınıf	0,024 II.Sınıf
NO₃-N (mg/L)	1,560 I.Sınıf	1,688 I.Sınıf	1,825 I.Sınıf	1,440 I.Sınıf	2,452 I.Sınıf	0,834 I.Sınıf	1,605 I.Sınıf
TP (mg/L)	0,332 III.Sınıf	0,199 III.Sınıf	0,237 III.Sınıf	0,247 III.Sınıf	0,422 III.Sınıf	0,197 III.Sınıf	0,143 II.Sınıf
B (mg/L)	0,002 I.Sınıf	0,003 I.Sınıf	0,000 I.Sınıf	0,000 I.Sınıf	0,000 I.Sınıf	0,000 I.Sınıf	0,001 I.Sınıf
F (mg/L)	0,073 I.Sınıf	0,132 I.Sınıf	0,138 I.Sınıf	0,226 I.Sınıf	0,286 I.Sınıf	0,076 I.Sınıf	0,106 I.Sınıf

Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği EK-5 ‘Yerüstü Su Kütlelerinde Bazı Parametreler İçin Çevresel Kalite Standartları ve Kullanım Maksatları-Tablo 5: Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’ne göre numuneler yıllık ortalama ölçüm değerleri esas alınarak değerlendirildiğinde; sıcaklık ve pH parametreleri açısından, tüm istasyonlar I. sınıf kalitededir. İletkenlik parametresi açısından, K-15 istasyonu I. sınıf, K-10 istasyonu III. sınıf, diğer istasyonlar II. sınıf kalitededir. Çözünmüş oksijen parametresi açısından, K-9 II. sınıf, K-10 III. sınıf, diğer istasyonlar I. sınıf kalitededir. KOİ parametresi açısından, K-15 ve K-16 istasyonları II. sınıf, K-2, K-6 ve K-8 istasyonları III. sınıf, K-9 ve K-10 istasyonları ise IV. sınıf kalitededir. BOİ parametresi açısından, K-15 ve K-16 istasyonları I. sınıf, K-6 ve K-8 istasyonları II. sınıf, K-2 istasyonu III. sınıf, K-9 ve K-10 istasyonları ise IV. sınıf kalitededir. Amonyum azotu parametresi açısından K-2 istasyonu II. sınıf, K-10 istasyonu IV. sınıf, diğer istasyonlar I. sınıf kalitededir. Nitrit azotu parametresi açısından K-6, K-9, K-15 ve K-16 istasyonları II. sınıf, K-2 ve K-8 istasyonları III. sınıf, K-10 istasyonu ise IV. sınıf kalitededir. Nitrat azotu parametresi açısından tüm istasyonlar I. sınıf kalitededir. Toplam fosfor parametresi açısından, K-16 istasyonu II. sınıf, diğer istasyonlar III. sınıf kalitededir. Bor ve Florür parametreleri açısından tüm istasyonlar I. sınıf kalitededir.

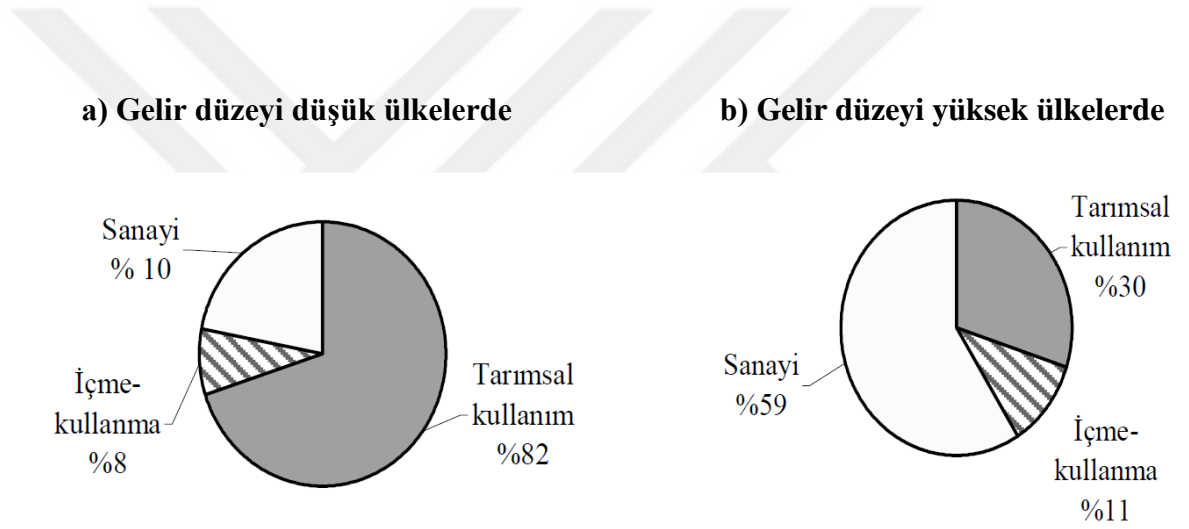
Tüm parametreler dikkate alınarak değerlendirildiğinde, K-2 istasyonu III. sınıf, K-6 istasyonu III. sınıf, K-8 istasyonu III. sınıf, K-9 istasyonu IV. sınıf, K-10 istasyonu IV. sınıf, K-15 istasyonu III. sınıf, K-16 istasyonu II. sınıf kalitededir.

4.4. Havzadaki Su Kalitesinin Sulama Suyu Açısından Değerlendirilmesi

Dünyada en çok su tarımda kullanılmaktadır (Şekil 4.55). Ülkelerin gelir gruplarına göre su kullanımı değerlendirildiğinde, sanayi sektöründe kullanılan su, %10’dan %59’a kadar çıkmaktadır (Şekil 4.56).



Şekil 4.55. Dünyada sektörlere göre su kullanımı (Çakmak ve ark. 2008)



Şekil 4.56. Ülkelerde sektörlere göre su kullanımı (Çakmak ve ark. 2008)

Ülkemizin yıllık ortalama toplam 112 milyar m³'lük kullanılabilir su potansiyelinin %16'sının içme ve kullanmada, %12'sinin sanayide ve %72'sinin ise tarımsal sulamada tüketildiği görülmektedir (Çakmak ve ark. 2008).

Tarımda suyun yeterli miktarda ve zamanda sağlanması yanında belki en az onun kadar önemli olan bu suyun kalitesi de her geçen gün üzerinde durulan bir konu olmuştur (Kaplan ve Sönmez 2000). Bu nedenle ülkemizde su kaynaklarının etkili kullanımı açısından su kalitesinin izleme ve değerlendirilmesi önemlidir. İyi kalitede olmayan

suların sulamada kullanılması sonraki dönemlerde sorunlu sulardan kaynaklanan pek çok problemin ortaya çıkmasını kaçınılmaz kılmaktadır (Kızıloğlu ve ark. 2007).

Sulama suyu ile toprağa iletilen tuzlar, bitki gelişmesi üzerine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki türde etki yaparlar. Doğrudan etki Cl, Na, HCO₃ ve Bor gibi bazı iyonların bitki bünyesinde yüksek konsantrasyonlarda birikerek bitki gelişmesini azaltmak ya da durdurmak şeklinde ortaya çıkmaktadır. Dolaylı etkide tuzlar, toprakta birikerek toprak çözeltisinin ozmotik basıncının artmasına neden olurlar. Bu ise bitki köklerinin su alımını zorlaştırarak fizyolojik kuraklık etkisine neden olur (Arslan ve ark. 2007).

Tuzluluk, dünya genelinde en önemli sorunların başında gelmektedir. Birçok alanda, tuzluluk nedeniyle tarımsal üretim azalmakta ve daha da önemlisi tarımsal faaliyetlere son verilmektedir. Sulama yapılan ülkelerde toplam sulama alanının yaklaşık üçte biri tuzluluktan büyük oranda etkilenmiş veya yakın gelecekte etkilenmesi beklenmektedir (Arslan ve ark. 2007).

Tuzluluk problemiyle birlikte sulama suyu kalitesinde karşılaşılan diğer önemli sorun, yüksek miktarda sodyum iyonu içeren suların toprağa verdiği olumsuz etkilerdir. Bu amaçla %Na ve SAR değerleri kullanılarak, sodyum açısından sulama sınıfları belirlenir.

Sulama suyu kalitesinin sınıflandırılmasında; 7/1/1991 tarihli ve 20748 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği kullanılmaktaydı (Anonim 2004). Bu tebliğ yürürlükten kaldırılarak 20/03/2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği kullanılmaya başlanmıştır (Anonim 2010c). Bu çalışmada yeni tebliğdeki sınıflandırma tablolarıyla (Çizelge 4.10, Çizelge 4.11) birlikte eski sınıflandırma tablolarına (Çizelge 4.14) da yer verilmiştir. Ayrıca; Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) sulama suyu kriterlerine (Çizelge 4.16) göre değerlendirme de yapılmıştır (Ayers ve Westcot 1985).

Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği ekinde ‘Tablo E7.2 Sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş tablo’ (Çizelge 4.10) ve ‘Tablo E7.7 Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları tablosu’ (Çizelge 4.11) yer almaktadır (Anonim 2010c).

Çizelge 4.10. Sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş tablo (Anonim 2010c)

Parametreler	Birimler	Kullanımında zarar derecesi		
		Yok (I. sınıf su)	Az – orta (II.sınıf su)	Tehlikeli (III.sınıf su)
Tuzluluk				
İletkenlik	µS/cm	< 700	700-3000	>3000
Toplam çözünmüş Madde	mg/L	< 500	500-2000	>2000
Geçirgenlik				
SAR _{Tad}	0-3	EC ≥ 0.7	0.7-0.2	< 0.2
	3-6	≥ 1.2	1.2-0.3	< 0.3
	6-12	≥ 1.9	1.9-0.5	< 0.5
	12-20	≥ 2.9	2.9-1.3	< 1.3
	20-40	≥ 5.0	5.0-2.9	< 2.9
Özgül iyon toksisitesi				
Sodyum (Na)				
Yüzey sulaması	mg/L	< 3	3-9	> 9
Damlatmalı sulama	mg/L	< 70	> 70	
Klorür (Cl)				
Yüzey sulaması	mg/L	< 140	140 –350	> 350
Damlatmalı sulama	mg/L	< 100	> 100	
Bor (B)	mg/L	< 0.7	0.7-3.0	> 3.0

Çizelge 4.11. Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları (Anonim 2010c)

Elementler	Birim alana verilebilecek maksimum toplam miktarlar, kg/ha	İzin verilen maksimum konsantrasyonlar	
		Her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda da sınır değerler mg/1	pH değeri 6,0-8,5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında, mg/1
Alüminyum (Al)	4600	5.0	20.0
Arsenik (As)	90	0.1	2.0
Berilyum(Be)	90	0.1	0.5
Bor (B)	680	-	2.0
Kadmiyum (Cd)	9	0.01	0.05
Krom (Cr)	90	0.1	1.0
Kobalt (Co)	45	0.05	5.0
Bakır (Cu)	190	0.2	5.0
Florür (F)	920	1.0	15.0
Demir (Fe)	4600	5.0	20.0
Kurşun (Pb)	4600	5.0	10.0
Lityum (Li) ¹	-	2.5	2.5
Manganez (Mn)	920	0.2	10.0
Molibden (Mo)	9	0.01	0.05 ²
Nikel (Ni)	920	0.2	2.0
Selenyum (Se)	16	0.02	0.02
Vanadyum (V)	-	0.1	1.0
Çinko (Zn)	1840	2.0	10.0

¹Sulanan narenciye için 0.075 mg/1'dir.

²Yalnız demir içeriği fazla olan asitli killi topraklarda izin verilen konsantrasyondur.

Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası'nda yedi istasyonda ölçülen fiziksel ve kimyasal parametreler Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği'nde yer alan sınır değerler esas alınarak değerlendirilmiştir. Bu kriterlere göre her istasyonun ortalama değerlerine göre sınıflandırılmaları Çizelge 4.12'de yapılmıştır.

Çizelge 4.12. Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası'nın Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'ne göre değerlendirilmesi

	K-2	K-6	K-8	K-9	K-10	K-15	K-16
Eİ (µS/cm)	484	500	736	739	2484	366	457
	I.Sınıf	I.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
TÇM (mg/L)	329	340	519	521	1928	249	310
	I.Sınıf	I.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
SAR	0,50	0,36	2,08	1,93	20,10	0,36	0,17
	II.Sınıf	II.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	III.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf
Na⁺ (mg/L)	18,70	13,41	72,45	74,33	527,87	12,02	5,87
Yüzey Sulaması	III.Sınıf	III.Sınıf	III.Sınıf	III.Sınıf	III.Sınıf	III.Sınıf	II.Sınıf
Damlatmalı Sulama	I. Sınıf	I. Sınıf	II. Sınıf	II. Sınıf	II. Sınıf	I. Sınıf	I. Sınıf
Cl⁻ (mg/L)	11,26	8,27	58,92	102,58	613,95	2,52	4,63
Yüzey Sulaması	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	III.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
Damlatmalı Sulama	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
B (mg/L)	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf

Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde yer alan sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş tabloya göre, numuneler yıllık ortalama ölçüm değerleri esas alınarak değerlendirildiğinde; iletkenlik ve toplam çözünmüş madde parametreleri açısından K-2, K-6, K-15 ve K-16 istasyonları I. sınıf, K-8, K-9 ve K-10 istasyonları II. sınıf kalitededir. SAR parametresi açısından, K-8 ve K-9 I. sınıf, K-10 III. sınıf, diğer istasyonlar II. sınıf kalitededir. Sodyum parametresinde yüzey sulaması yapılacaksa, K-16 istasyonu II. sınıf, diğer istasyonlar III. sınıf, damlatmalı sulama durumunda ise K-2, K-6, K-15 ve K-16 istasyonları I. sınıf, K-8, K-9 ve K-10

istasyonları II. sınıf kalitededir. Klorür parametresinde yüzey sulaması yapılacaksa, K-10 istasyonu III. sınıf, diğer istasyonlar I. sınıf, damlatmalı sulama durumunda ise K-9 ve K-10 istasyonları II. sınıf, diğer istasyonlar I. sınıf kalitededir. Bor parametresi açısından tüm istasyonlar I. sınıf kalitededir. Tüm parametreler birlikte değerlendirildiğinde;

K-2 istasyonu yüzey sulaması durumunda III. sınıf, damlatmalı sulama durumunda II. sınıf,

K-6 istasyonu yüzey sulaması durumunda III. sınıf, damlatmalı sulama durumunda II. sınıf,

K-8 istasyonu yüzey sulaması durumunda III. sınıf, damlatmalı sulama durumunda II. sınıf,

K-9 istasyonu yüzey sulaması durumunda III. sınıf, damlatmalı sulama durumunda II. sınıf,

K-10 istasyonu yüzey sulaması durumunda III. sınıf, damlatmalı sulama durumunda III. sınıf,

K-15 istasyonu yüzey sulaması durumunda III. sınıf, damlatmalı sulama durumunda II. sınıf,

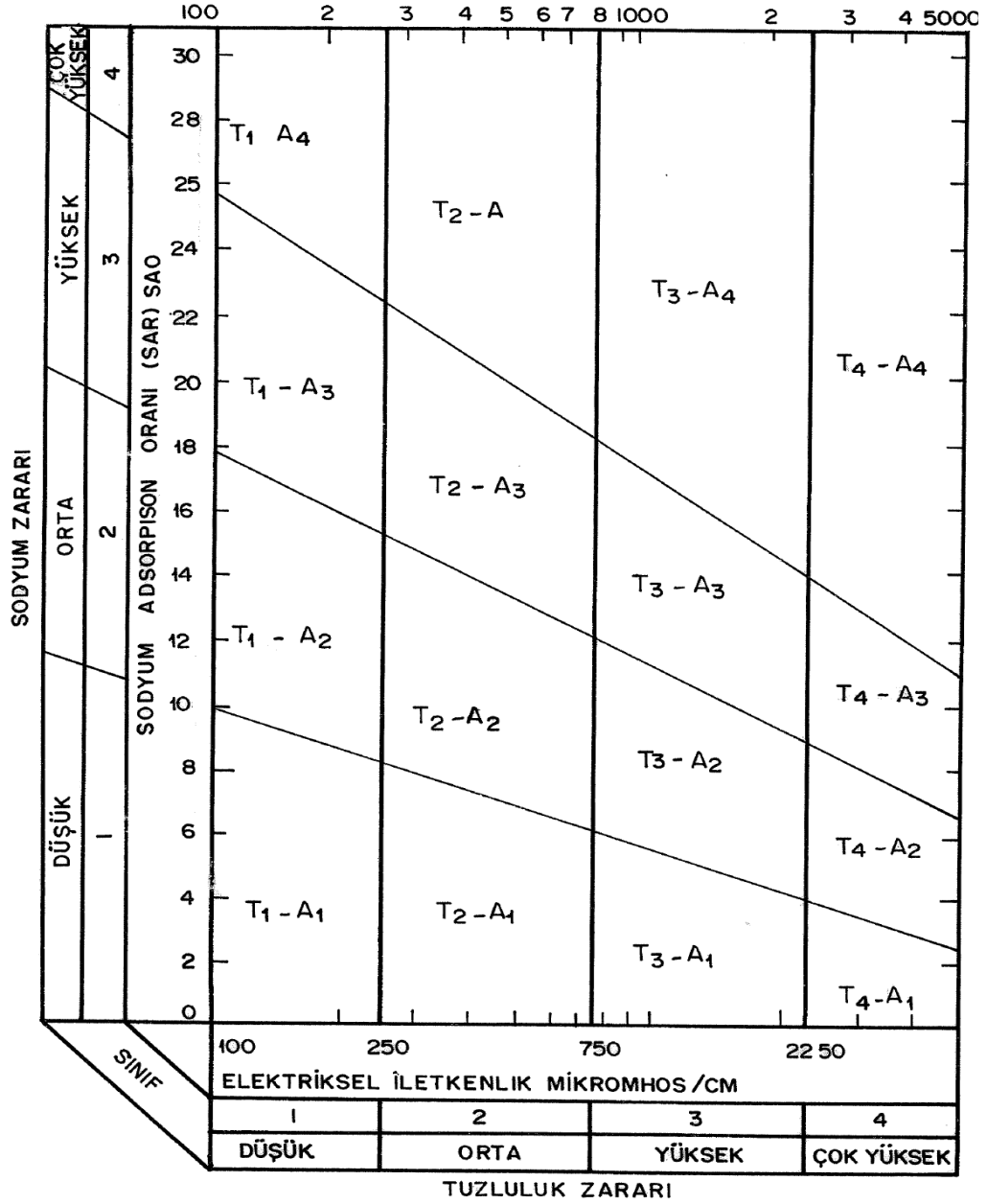
K-16 istasyonu yüzey sulaması durumunda II. sınıf, damlatmalı sulama durumunda II. sınıf kalitededir.

Sudaki iletkenlik ve sodyum değerleri birçok sınıflandırma sisteminde birlikte değerlendirilmektedir. TS 7739 Sulama Suyu Standardı'nda bu iki özelliğin değişik kombinasyonu olarak yapılan sınıflama sonucu oluşan 16 farklı sulama suyu sınıfı Çizelge 4.13' te sıralanmıştır (Anonim 1989).

Sulama suyunun yapılan analiz sonucunda bulunan elektrik iletkenlik değeri Şekil 4.57'deki grafiğin apsisi üzerinde; sodyum adsorpsiyon oranı ise ordinat üzerinde işaretlenerek, bu iki değerlerin kesim noktasında bulunan semboller o sulama suyunun sınıfını belirler (Anonim 1989). Bazı kaynaklarda T harfi yerine C harfi, A harfi yerine de S harfi kullanılmaktadır.

Çizelge 4.13. Sulama suyu sınıfları (Anonim 1989)

T1-A1	Düşük Tuzlu Düşük Sodyumlu Sulama Suyu
T1-A2	Düşük Tuzlu Orta Sodyumlu Sulama Suyu
T1-A3	Düşük Tuzlu Yüksek Sodyumlu Sulama Suyu
T1-A4	Düşük Tuzlu Çok Yüksek Sodyumlu Sulama Suyu
T2-A1	Orta Tuzlu Düşük Sodyumlu Sulama Suyu
T2-A2	Orta Tuzlu Orta Sodyumlu Sulama Suyu
T2-A3	Orta Tuzlu Yüksek Sodyumlu Sulama Suyu
T2-A4	Orta Tuzlu Çok Yüksek Sodyumlu Sulama Suyu
T3-A1	Yüksek Tuzlu Düşük Sodyumlu Sulama Suyu
T3-A2	Yüksek Tuzlu Orta Sodyumlu Sulama Suyu
T3-A3	Yüksek Tuzlu Yüksek Sodyumlu Sulama Suyu
T3-A4	Yüksek Tuzlu Çok Yüksek Sodyumlu Sulama Suyu
T4-A1	Çok Yüksek Tuzlu Düşük Sodyumlu Sulama Suyu
T4-A2	Çok Yüksek Tuzlu Orta Sodyumlu Sulama Suyu
T4-A3	Çok Yüksek Tuzlu Yüksek Sodyumlu Sulama Suyu
T4-A4	Çok Yüksek Tuzlu Çok Yüksek Sodyumlu Sulama Suyu



Şekil 4.57. Sulama suyunun sınıflandırılmasında kullanılan grafik (Anonim 1989)

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği 1991-2010 yılları arasında kullanılmaktaydı. Bu tebliğde sulama suları için belirtilen kalite parametreleri Çizelge 4.14’de yer almaktadır (Anonim 2004). Bu kriterlere göre her istasyonun ortalama değerlerine göre sınıflandırılmaları Çizelge 4.15’de yapılmıştır.

Çizelge 4.14. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'ne göre sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite parametreleri (Anonim 2004)

Kalite kriterleri	Sulama suyu sınıfı				
	I. Sınıf su (çok iyi)	II. Sınıf su (iyi)	III. Sınıf su (kullanılabilir)	IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmay)	V. Sınıf su (zararlı) uygun değil
$EI_{25} \times 10^6$	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	> 3000
Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na)	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR)	< 10	10-18	18-26	> 26	
Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) meq/l mg/l	> 1.25 < 66	1.25-2.5 66-133	> 2.5 > 133		
Klorür (Cl ⁻), meq/l mg/l	0-4 0-142	4-7 142-249	7-12 249-426	12-20 426-710	> 20 > 710
Sülfat (SO ₄ ⁻) meq/l mg/l	0-4 0-192	4-7 192-336	7-12 336-575	12-20 575-960	> 20 > 960
Toplam tuz konsantrasyonu (mg/l)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	> 2100
Bor konsantrasyonu (mg/l)	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	> 2.0	-
Sulama suyu sınıfı	C ₁ S ₁	C ₁ S ₂ , C ₂ S ₂ , C ₂ S ₁	C ₁ S ₃ , C ₂ S ₃ , C ₃ S ₃ , C ₃ S ₂ , C ₃ S ₁	C ₁ S ₄ , C ₂ S ₄ , C ₃ S ₄ , C ₄ S ₄ , C ₄ S ₃ , C ₄ S ₂ , C ₄ S ₁	-
NO ₃ ⁻ veya NH ₄ ⁺ mg/l	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50
Fekal Koliform 1/100 ml	0-2	2-20	20-100	100-1000	> 1000

Çizelge 4.15. Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası'nın Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'ne göre değerlendirilmesi

	K-2	K-6	K-8	K-9	K-10	K-15	K-16
Eİ (µS/cm)	484	500	736	739	2484	366	457
	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	IV.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf
% Na	13,30	9,88	37,46	34,99	67,71	11,27	5,40
	I.Sınıf	I.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	IV.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
SAR	0,50	0,36	2,08	1,93	20,10	0,36	0,17
	I. Sınıf	I. Sınıf	I. Sınıf	I. Sınıf	III. Sınıf	I. Sınıf	I. Sınıf
RSC meq/l	0,07	0,04	0,34	0,32	6,22	0,10	0,37
	I. Sınıf	I. Sınıf	I. Sınıf	I. Sınıf	III. Sınıf	I. Sınıf	I. Sınıf
Cl⁻ (mg/L)	11,26	8,27	58,92	102,58	613,95	2,52	4,63
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
SO₄⁻ (mg/L)	39,16	38,26	74,19	46,16	123,84	33,71	18,14
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
Toplam tuz (mg/l)	329	340	519	521	1928	249	310
	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	IV.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf
Bor (mg/l)	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
Sulama suyu sınıfı	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₄ S ₄	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁
	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	IV.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf
NO₃⁻ mg/l	6,909	7,475	8,082	6,377	10,859	3,693	7,108
	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf	I.Sınıf	II.Sınıf

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'ne göre K-10 istasyonu dışında diğer istasyonlar II. sınıf kalitededir. Bu istasyonlar Orta Tuzlu Düşük Sodyumlu Sulama Suyu sınıfında yer almaktadırlar. K-10 istasyonu ise IV. sınıf su kalitesinde ve Çok Yüksek Tuzlu Çok Yüksek Sodyumlu Sulama Suyu sınıfında yer almaktadır. Bu sınıf sulama suyu sulamaya uygun değildir. Toprakların fazla geçirgen olması, uygun drenajın sağlanması, yıkamanın fazlaca uygulanması ve tuza çok dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi gibi özel tedbirlerle kullanılabilir. K-8 istasyonu baraj çıkış noktasında yer almaktadır ve baraj sulama amaçlı kullanılacağı için büyük öneme sahiptir. K-8 istasyonunda elde edilen sonuçlar Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'nde yer alan değerlere göre sulamaya uygun görünmektedir.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) sulama suyu kriterleri Çizelge 4.16'da yer almaktadır (Ayers ve Westcot 1985). Bu kriterlere göre her istasyonun ortalama değerlerine göre sınıflandırılmaları Çizelge 4.17'de yapılmıştır.

FAO sulama suyu kriterlerine göre; numuneler yıllık ortalama ölçüm değerleri esas alınarak değerlendirildiğinde; iletkenlik ve toplam çözünmüş madde parametreleri açısından K-2, K-6, K-15 ve K-16 istasyonları I. sınıf, K-8, K-9 ve K-10 istasyonları II. sınıf kalitededir. SAR parametresi açısından, K-8 ve K-9 I. sınıf, K-10 III. sınıf, diğer istasyonlar II. sınıf kalitededir. Sodyum parametresinde yüzey sulaması yapılacaksa, K-10 istasyonu III. sınıf, diğer istasyonlar I. sınıf, damlatmalı sulama durumunda ise K-2, K-6, K-15 ve K-16 istasyonları I. sınıf, K-8, K-9 ve K-10 istasyonları II. sınıf kalitededir. Klorür parametresinde yüzey sulaması yapılacaksa, K-10 istasyonu III. sınıf, diğer istasyonlar I. sınıf, damlatmalı sulama durumunda ise K-10 istasyonu II. sınıf, diğer istasyonlar I. sınıf kalitededir. Bor ve nitrat azotu parametreleri açısından tüm istasyonlar I. sınıf kalitededir. Bikarbonat parametresi açısından K-10 istasyonu III. sınıf, diğer istasyonlar II. sınıf kalitededir.

Tüm parametreler birlikte değerlendirildiğinde; K-10 istasyonu III. sınıf, diğer istasyonlar II. sınıf sulama suyu kalitesindedir.

Çizelge 4.16. FAO sulama suyu kriterleri (Ayers ve Westcot 1985)

Olası sulama sorunları	Birimler	Kullanımında zarar derecesi		
		Yok	Az – orta	Yüksek
Tuzluluk				
Eİ	dS/m	< 0.7	0.7-3.0	>3.0
TÇM	mg/L	< 450	450-2000	>2000
Geçirgenlik				
SAR	0-3 ve Eİ	≥ 0.7	0.7-0.2	< 0.2
SAR	3-6 ve Eİ	≥ 1.2	1.2-0.3	< 0.3
SAR	6-12 ve Eİ	≥ 1.9	1.9-0.5	< 0.5
SAR	12-20 ve Eİ	≥ 2.9	2.9-1.3	< 1.3
SAR	20-40 ve Eİ	≥ 5.0	5.0-2.9	< 2.9
Özgül İyon Toksisitesi				
Sodyum (Na)				
Yüzeysel sulama	SAR	< 3	3-9	> 9
Damlatmalı sulama	meq/L	< 3	> 3	
Klorür (Cl)				
Yüzeysel sulama	meq/L	< 4	4-10	> 10
Damlatmalı sulama	meq/L	< 3	> 3	
Bor (B)	mg/L	< 0.7	0.7-3.0	> 3.0
Çok Yönlü Etkiler				
Nitrat Azotu (NO ₃ -N)	mg/L	< 5	5-30	> 30
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	meq/L	< 1.5	1.5-8.5	> 8.5
pH		Normal aralık 6.5-8.4		

Çizelge 4.17. Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası'nın FAO kriterlerine göre değerlendirilmesi

	K-2	K-6	K-8	K-9	K-10	K-15	K-16
Eİ (dS/m)	0,484	0,500	0,736	0,739	2,484	0,366	0,457
	I.Sınıf	I.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
TÇM (mg/L)	329	340	519	521	1928	249	310
	I.Sınıf	I.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
SAR ve Eİ	0,50	0,36	2,08	1,93	20,10	0,36	0,17
	II.Sınıf	II.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	III.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf
Na⁺(SAR) Yüzeysel Sulaması	0,50	0,36	2,08	1,93	20,10	0,36	0,17
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	III.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
Na⁺ (meq/L) Damlatmalı Sulama	0,81	0,58	3,15	3,23	22,95	0,52	0,26
	I. Sınıf	I. Sınıf	II. Sınıf	II. Sınıf	II. Sınıf	I. Sınıf	I. Sınıf
Cl⁻ (meq/L) Yüzeysel Sulaması	0,32	0,23	1,66	2,89	17,29	0,07	0,13
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	III.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
Damlatmalı Sulama							
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	II.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
B (mg/L)	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
NO₃-N (mg/L)	1,560	1,688	1,825	1,440	2,452	0,834	1,605
	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf	I.Sınıf
HCO₃⁻ (meq/L)	4,36	4,50	4,49	5,19	10,45	3,16	4,46
	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf	II.Sınıf	II.Sınıf

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bursa ili İnegöl İlçesi sınırlarında yer alan Boğazköy Barajı'nın hidrolojik havzasında yer alan su kaynakları incelenerek, bu kaynakların su kalite sınıflarının bulunması amaçlanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği ve Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği'nde yer alan ilgili tablolardaki parametreler açısından değerlendirilerek su kalitesi sınıfları belirlenmiştir.

Havzada yer alan su kaynaklarında yapılan laboratuvar analiz sonuçları incelendiğinde, barajı besleyen su kaynaklarının bir kısmının önemli ölçüde kirlenmeye maruz kaldığı ve su kalitesi açısından iyi durumda olmadığı görülürken, bir kısmının ise nispeten temiz kaynaklar olduğu görülmektedir. Boğazköy Barajı'nın sulama amaçlı kullanılacağı dikkate alındığında; baraj çıkış suyunun uygun kalitede olması gerekmektedir. Baraj çıkışındaki suyun yüksek kalitede olmasını mümkün kılabilmek için, havzadaki tüm su kaynaklarının ve kirleticiler odakların değerlendirilip gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Havzada yer alan ve barajı besleyen Cerrahdere (K-15 istasyonu) ve Karadere (K-16 istasyonu)'nin ölçüm sonuçlarının analizi yapılan birçok parametre açısından diğer noktalara göre daha iyi durumda olduğu görülmüştür. K-10 istasyonunun yer aldığı Yenicedere'de ise ciddi bir kirlenmenin olduğu görülmektedir. Eylül ayında K-10 istasyonunda elektriksel iletkenlik değeri 5830 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sodyum değeri 1468,61 mg/L, klorür değeri ise 1404,09 mg/L olarak ölçülmüştür. Hem havza ortalamalarına göre, hem de bu istasyonda diğer aylarda ölçülen değerlere göre, eylül ayındaki bu değerler çok yüksektir. Bu durum; Yenicedere'ye eylül ayında yüksek miktarlarda kirleticinin deşarj edildiğini düşündürmektedir.

Havzadaki ölçümler parametrelerdeki değişimlerin mevsimsel olarak izlenebilmesi için eylül-şubat-mayıs-temmuz aylarında gerçekleştirilmiştir. Beklenildiği üzere; birçok parametre yağışın az olduğu temmuz ve eylül dönemlerinde yüksek çıkarken, özellikle mayıs ayında en düşük ölçümler yapılmıştır. Eİ değerlerine baktığımızda tüm istasyonlar en düşük değerler mayıs ayında ölçülmüştür. Baraj çıkış noktasında bulunan K-8 istasyonunda; eylül ayında 1035 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olan iletkenlik değeri mayıs ayında 452

$\mu\text{S}/\text{cm}$ 'ye düşmüştür. Bu durum; yağışlarından dolayı debilerin artması ve kirleticilerin seyrelmesinden kaynaklanmaktadır.

Havzadaki su kaynaklarında ölçülen sodyum değerlerinin; mevsimsel olarak ve istasyonlar arası çok fazla değiştiği görülmüştür. K-10 istasyonunda ciddi bir sodyum kirliliği göze çarpmaktadır. K-16 istasyonunda ortalama sodyum değeri 5,87 mg/L iken, K-10 istasyonunun ortalaması 527,87 mg/L'dir. K-10 istasyonundan sonra en yüksek sodyum ortalaması 74,33 mg/L ile K-9 istasyonundadır. K-10 istasyonundaki yüksek değerler, bu noktaya yakın yüksek sodyum içerikli atıkların deşarj edilmesinden kaynaklanmış olabilir.

Havzadaki su kaynaklarında ölçülen klorür değerlerine bakıldığında; mevsimsel olarak önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. K-9 istasyonunda mayıs ayında 20,01 mg/L klorür değeri ölçülmüşken, temmuz ayında 256,45 mg/L ölçülmüştür. K-10 istasyonunda ise eylül ayında 1404,09 mg/L olan değer, mayıs ayında 104,64 mg/L'ye düşmüştür. Klorür derişimindeki bu değişimler de mevsim yağışlarından ve atık deşarjlarından kaynaklanmaktadır.

Akarsuların ilk havzalarında türbülans ve düşük sıcaklık nedeniyle oksijen miktarı fazla iken, aşağı bölgelerde akıntı hızının yavaşlaması, organik çürüme gibi nedenlerle oksijen içeriği azalmaktadır. Akarsuya organik bir kirlilik karışması da çözünmüş oksijen miktarının düşmesine neden olmaktadır. Soğuk ve kirlenmemiş akarsular, ılık ve kirli olanlara göre daha fazla oksijen içerir (Barlas 2004). Havzadaki su kaynaklarında ölçülen oksijen değerlerine bakıldığında, havzanın üst bölgeleri olan K-15 ve K-16 istasyonlarında yüksek değerler ölçülmüştür. Ayrıca beklenildiği üzere mevsimsel koşullardan dolayı, numunelerin sıcaklıklarının en düşük olduğu şubat ayında çözünmüş oksijen değerleri en yüksek çıkarken, en düşük değerlere ise temmuz ve eylül aylarında rastlanmıştır. Tülek tarafından Kızılırmak Nehri'nde yürütölen çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek çözünmüş oksijen değerleri kış döneminde (9,85 mg/L), en düşük çözünmüş oksijen değerleri yaz döneminde (7,48 mg/L) elde edilmiştir (Tülek 2006).

Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği EK-5 ‘‘Yerüstü Su Kütlelerinde Bazı Parametreler İçin Çevresel Kalite Standartları ve Kullanım Maksatları-Tablo 5: Kıtaıçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’’ne göre numuneler yıllık ortalama ölçüm değerleri esas alınarak ve analizi yapılan tüm parametreler dikkate alınarak değerlendirildiğinde; K-2 istasyonu III. sınıf, K-6 istasyonu III. sınıf, K-8 istasyonu III. sınıf, K-9 istasyonu IV. sınıf, K-10 istasyonu IV. sınıf, K-15 istasyonu III. sınıf, K-16 istasyonu II. sınıf kalitededir. Baraj çıkış noktasında yer alan K-8 istasyonu nitrit azotu, KOİ ve toplam fosfor parametreleri açısından III. sınıf kalitededir. Bu parametrelerle alakalı alınacak önlemlerle birlikte iyileştirme sağlanması halinde baraj çıkış suyu kalitesinde önemli gelişme sağlanabilecektir.

Akın ve Akın (2007) Türkiye’de su havzaları üzerine yaptıkları çalışmada; Marmara Bölgesi’nin sanayileşme yönünden gelişmiş olması ve tarım sektöründe yaygın olarak gübre ve kimyasal ilaç kullanımının artması sonucu yüzey sularının hemen tümünün, NO₂-N parametresi açısından III. ya da IV. sınıf düzeyinde kirli veya çok kirlenmiş olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışma alanımızın da dahil olduğu Sakarya Havzası’nda, Sakarya Nehri’nin kolları olan Ankara, Karasu, Göksu, Mudurnu, Seydisu, Kızılırmak çaylarında NO₂, O₂ miktarı, Pb ve Cr gibi kirletici parametreleri yönlerinden III. ve IV. sınıf kirlilik durumları gözlemlendiği belirtilmiştir. Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası’ndaki sonuçlar da bu çalışmayla paralellik göstermektedir. Nitrit değerleri açısından; K-2 ve K-8 istasyonları III. sınıf, K-10 istasyonu ise IV. sınıf kirlilik durumundadır.

Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği’nde sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş tabloda sodyum ve klorür parametreleri için yüzey sulaması ve damlatmalı sulama için ayrı sınır değerleri verilmiştir. Havzada elde edilen sonuçlara göre; yıllık ortalama ölçüm değerleri esas alınarak değerlendirme yapıldığında; istasyonların yüzeysel sulama kriterlerine göre K-16 istasyonu II. sınıf, diğer istasyonlar III. sınıf, damlatmalı sulama kriterlerine göre K-10 istasyonu III. sınıf, diğer istasyonlar II. sınıf kalitededir.

Bu çalışmada, istasyonlarda ölçülen ortalama değerler FAO sulama suyu kriterleri açısından da değerlendirilmiştir. FAO sulama suyu kriterleriyle (Çizelge 4.16) Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği'nde yer alan sulama suyu kriterleri (Çizelge 4.10) büyük oranda benzerlik göstermektedir. Birim dönüşümleri yapıldıktan sonra, her iki yönetmelikte elektriksel iletkenlik, toplam çözünmüş katı madde miktarı, SAR, klorür, damlatmalı sulama durumunda sodyum ve bor parametreleri için verilen sınır değerlerin aynı olduğu görülmektedir. FAO kriterlerinde ayrıca nitrat azotu ve bikarbonat parametreleri için de sınır değerler yer almaktadır. İki yönetmelik arasındaki belirgin farklılık yüzey sulaması durumunda sodyum parametresinde bulunmaktadır. FAO kriterlerinde yüzey sulaması durumunda sodyum parametresinde sınır değerler SAR biriminde verilmiş olup, SAR değeri 3'ün altında olan sular I. sınıf kalitededir. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği'nde ise bu parametre için sınır değerler mg/L biriminde verilmiştir ve 3 mg/L'nin altında sodyum içeren sular I. sınıf, 9 mg/L'nin üstünde sodyum içeren sular III. sınıf sulama suyu kalitesinde değerlendirilmiştir. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği'nde yüzey sulaması durumunda sodyum parametresinde yer alan bu sınır değerler hem dar bir aralıktadır, hem de ulaşılması zor hedeflerdir. Ayrıca diğer parametrelerdeki sınır değerlerle tutarlılık göstermemektedir. Sulama suyunun sınıfı değerlendirilirken sodyum parametresindeki bu düşük sınır değerler belirleyici olmaktadır. Havzadaki sonuçlar, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği'nde yer alan yüzey sulaması kriterlerine göre değerlendirildiğinde; sodyum parametresinden dolayı K-16 istasyonu dışındaki tüm istasyonların III. sınıf kalitede olduğu görülmektedir. FAO kriterlerine göre ise; K-10 istasyonu III. sınıf kalitede, diğer istasyonlar II. sınıf kalitededir.

Havzada sulama için planlama yapılırken uygun sulama yönteminin seçilmesi ve bitkilerin tuzluluğa, sodyuma ve bora toleransları mutlaka dikkate alınmalıdır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usüller Tebliği'ne göre baraj çıkış noktası olan K-8 istasyonu dahil olmak üzere K-10 istasyonu dışındaki tüm istasyonlar II. sınıf kalitededir. Baraj çıkış suyunun orta tuzlu düşük sodyumlu sulama suyu sınıfında yer aldığı ve bu haliyle bir çok ürün grubu için uygun olduğu görülmektedir. Bununla birlikte; baraj çıkış suyunun kalitesinin artmasını sağlamak için K-10 istasyonunda görülen tuzluluk ve sodyum probleminin çözülmesi gerekmektedir.

Tarımda suyun yeterli miktarda ve zamanda sağlanması yanında belki en az onun kadar önemli olan bu suyun kalitesi de her geçen gün üzerinde durulan bir konu olmuştur. Doğadan elde ettiğimiz sulama suları, kaynağın özelliğine bağlı olarak içerisindeki belirli oranlarda erimiş katı madde yani tuz içermektedir. Suların kullanım için uygunlukları ise, içerdikleri bu tuzların miktarı ve cinslerine bağlı olarak değişmektedir (Kaplan ve Sönmez 2000). İyi kalitede olmayan suların sulamada kullanılması sonraki dönemlerde sorunlu suların kaynaklanan pek çok problemin ortaya çıkmasını kaçınılmaz kılmaktadır (Kali 2008). Sulama suyu ile toprağa iletilen tuzlar, bitki gelişmesi üzerine doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki türde etki yaparlar. Doğrudan etki Cl, Na, HCO₃ ve Bor gibi bazı iyonların bitki bünyesinde yüksek konsantrasyonlarda birikerek bitki gelişmesini azaltmak ya da durdurmak şeklinde ortaya çıkmaktadır. Dolaylı etkide tuzlar, toprakta birikerek toprak çözeltisinin ozmotik basıncının artmasına neden olurlar. Bu ise bitki köklerinin su alımını zorlaştırarak fizyolojik kuraklık etkisine neden olur (Arslan ve ark. 2007).

İnegöl Organize Sanayi Bölgesi'nde yüksek kapasiteli bir arıtma tesisi mevcuttur. Bu tesiste İnegöl şehrinin evsel atık suları, organize sanayi içerisinde yer alan firmalardan kaynaklı endüstriyel atık sularla birlikte arıtılmaktadır. Evsel atıksuların endüstriyel atıksularla birlikte arıtılması seyrelme sağladığından avantajlı bir sistemdir. Ancak; İnegöl Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren firmalara baktığımızda, tekstil sektörünün ilk sırada olduğu görülmektedir. Tekstil endüstrisinde yüksek miktarda kimyasallar ve boyalar kullanılmaktadır. Organize Sanayi içerisinde faaliyet gösteren arıtma tesisi verimli bir şekilde çalışsa da, ileri arıtma sistemi içermediği için inorganik maddelerin arıtılması mümkün olmamaktadır. Bu yüzden özellikle tekstil endüstrisinden kaynaklanan yüksek sodyum ve elektriksel iletkenlik değerleri arıtmada düşürülememektedir.

Arıtma tesisinden deşarj edilen suda tuzluluk ve sodyum problemi olması, barajı besleyen su kaynaklarını ve dolayısıyla sulamada kullanılacak baraj çıkış suyunu da etkilemektedir. Bu yüzden, ya tesis genelinde ya da bu probleme neden olan firmalarda ileri arıtma sistemleri kurularak tuzluluk giderimi yapılmalıdır. Ayrıca, bu giderimin gerçekleşmesi durumunda oluşacak yüksek derişimdeki konsantrasyonun bertarafı için çözüm bulunmalıdır.

Tekstil ürünleri imalatı ve buna paralel olarak tekstil endüstrisi atıksu miktarları da hızla artmakta ve dünyada endüstriyel kaynaklı kirlenmeye katkı sağlamaktadır. Tekstil atıksularının bileşimi uygulanan işletme koşullarına, ıslak ve kuru proses basamaklarında kullanılan farklı organik kökenli bileşiklere, boyamada ve diğer işlemlerde kullanılan organik ve inorganik formdaki kimyasalların çeşitliliğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu atıksularda genel olarak, KOİ, pH, BOİ₅, renk ve tuzluluk gibi birçok kirlilik parametresi yüksek değerler göstermekte ve endüstrideki farklı teknolojiler paralelinde uygulanan her işlem, açığa çıkan atıksuların standart bir arıtma yöntemi ile arıtılmasını olanaksız hale getirmektedir (Anonim 2013). Yürürlükte olan Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği'nin amacı; tekstil sektörü faaliyetlerinin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesine, çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması için üretim sırasında suya, havaya ve toprağa verilecek her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımına ve temiz üretim teknolojilerinin kullanımına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir (Anonim 2011b). Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası'nda tekstil endüstrisinden kaynaklanan kirlilik kaynaklarının azaltılmasında, temiz üretim teknolojilerinin faaliyete geçirilmesinin fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Havzada, İnegöl şehrinin ve Yenice Beldesinin atıksuları arıtıldıktan sonra alıcı ortamlara deşarj edilmektedir. Ancak diğer belde ve köylerde arıtma sistemleri bulunmamaktadır. Herhangi bir arıtmaya tabi tutulmayan evsel atıkların önemli ölçüde su kirliliği oluşturduğu bir gerçektir. Arıtması olmayan bu yerleşimlere atıksu arıtma tesisleri kurulmalı veya hatlar oluşturularak atıksuların en yakındaki arıtma tesisine ulaştırılması sağlanmalıdır.

Havza içerisinde yer alan, organize sanayi bölgesi dışında konumlanmış sanayi tesislerinin atıkları da en önemli kirlilik unsurlarındandır. Birçok tesisin arıtma tesisi bulunmamakta ya da düşük kapasitede bulunmakta, atıksular belediye kanalizasyonuna veya arıtılmaksızın yüzeysel su kaynaklarına deşarj edilmektedir. Bu tesislerin denetimleri sıklaştırılmalı ve su kaynaklarını olumsuz bir şekilde etkilemeleri önlenmelidir. Arıtması olmayan firmalar uygun arıtma tesisini kurmalı, olanlarsa deşarj kriterlerini sağlayacak şekilde düzenli ve etkin bir arıtma gerçekleştirmelidirler.

Havzada bundan sonrası için sanayi planlamasının düzgün bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bölgenin sanayi potansiyeli ve su kaynaklarının kirlilik durumu göz önüne alınarak tekstil, gıda ve tekel ürünleri, plastik, kauçuk, kimya, boya, kağıt vb. gibi kirlitici vasfı yüksek sanayilerin OSB'lerde toplanması ve OSB dışında münferit sanayilere izin vermeyecek plan notlarının eklenmesi gerekmektedir. Ayrıca endüstriyel tesisler için mevcut deşarj standartlarında kısıtlamaya gidilmesi gerekmektedir (Anonim 2014b).

Su kalitesini iyileştirmek adına; havzada yer alan, rehabilite edilmiş olan katı atık depolama sahasında sızıntı sularının toplanması için drenaj sistemi oluşturularak sızıntı sularının arıtılması sağlanmalıdır (Anonim 2014b).

Tarımsal kaynaklı kirlilik, tarımsal hastalıkla mücadele kapsamında kullanılan pestisitler ve verimin artırılması için toprağa verilen kimyasal gübrelerin sızıntı suyu yoluyla yeraltı ve yüzeysel sulara karışması sonucu meydana gelir. Bunun yanında erozyon ve toprağın sürülmesi gibi her türlü tarımsal çalışma sonucu meydana gelen katı ve sıvı atıklar (toz, toprak, hayvan gübresi, hayvan ve bitki artığı ve sap-saman dâhil olmak üzere) da toprak kirliliğine sebep olur (Var 2008).

Tarım alanlarında gübre ve tarım ilaçlarının kullanımı, toprak yapısına ve topraktaki bitki besin maddelerinin kapasitelerine göre değil de, sadece ürün cinsine göre belirlenmektedir. Gübre tür ve miktarının böylesine bilinçsiz kullanılması, fosforca zengin topraklarda aşırı miktarda fosforlu gübre kullanımı gibi, kirlilik yüklerinin artmasına neden olan sonuçların doğmasına neden olabilmektedir. Bilinçsiz kullanılan kimyasal gübre ve tarımsal mücadele ilaçları, yağmur veya sulama sularıyla drenaj kanallarına karışarak kanallarda kimyasal ve organik kirliliğe yol açabilmektedir (Tülek 2006). Havzada yer alan istasyonlar, Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre nitrit değerleri açısından; K-6, K-9, K-15 ve K-16 istasyonları II. sınıf, K-2 ve K-8 istasyonları III. sınıf, K-10 istasyonu ise IV. sınıf kalitededir. Fosfor değerleri açısından; K-16 istasyonu II. sınıf, diğer istasyonlar ise III. sınıf kalitededir. Bazı aylarda amonyum değerlerinde de ciddi artışlar görülmüştür. Havzada yürütülen tarımsal faaliyetlerin buna sebep olabileceği düşünülmektedir. Tarımsal faaliyetlerde hem verimliliği arttırmak hem de su kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri önlemek için; gübre

ve tarım ilacı kullanımı uygun miktarlarda ve düzgün bir şekilde yapılmalıdır. Havzada pestisitlerle ilgili bir çalışma yapılmadığı için, tarım ilacı kalıntısı açısından su kalite durumu bilinmemektedir. Havzadaki su kalitesi pestisit parametreleri açısından da izlenmelidir. Ayrıca, tarımla uğraşan kişilerin bilinçlendirilmeleri adına, tarım ilacı kullanımı konusunda eğitimler verilmelidir.

Havzada yürütülen izleme faaliyetlerine ek olarak; özellikle kirletici faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelere gerçek zamanlı (online) izleme istasyonları kurularak, anlık ölçümlere ait verilerle su kalitesindeki değişimin izlenmesinin büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; bu çalışmada Boğazköy Barajı Hidrolojik Havzası'ndaki su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal açıdan su kalitesi durumları ortaya konmuş, yakın zamanda sulama amaçlı kullanılacak baraj çıkış suyunun kalitesini arttırmak adına çözüm önerileri sunulmuştur. Havzadaki su kalitesinin tüm kirlilik parametreleri açısından geniş kapsamlı bir şekilde izlenmeye devam edilmesi ve sulama suyu açısından iyileştirilmesi için ilgili tüm kurumların ve yörede yaşayanların koordineli bir şekilde hareket etmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Absalon, D., Matysik, M. 2007. Changes in Water Quality and Runoff in The Upper Oder River Basin. *Geomorphology*, 92 (2007) 106-118.

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 (2007) 105-118

Anonim, 1989. Türk Standartları Enstitüsü, TS 7739 Sulama Suyu Standardı, Ankara.

Anonim, 1990. Türk Standartları Enstitüsü, TS 7889 Su Kalitesi- Toplam Fosfor Tayini Standardı, Ankara.

Anonim, 1996a. Türk Standartları Enstitüsü, TS 9748 EN 27888 Su Kalitesi- Elektrik İletkenliği Tayini Standardı, Ankara.

Anonim, 1996b. Türk Standartları Enstitüsü, TS 5677 EN 25814 Su Kalitesi- Çözülmüş Oksijen Tayini Standardı, Ankara.

Anonim, 1998a. Türk Standartları Enstitüsü, TS 3790 EN ISO 9963-1 Su Kalitesi- Alkalinitik Tayini Bölüm 1: Toplam ve Bileşik Alkalinitenin Tayini Standardı, Ankara.

Anonim, 1998b. Türk Standartları Enstitüsü, TS 6288 EN ISO 8467 Su Kalitesi- Permanganat İndeksi Tayini Standardı, Ankara.

Anonim, 1999. Türk Standartları Enstitüsü, TS EN ISO 10523 Su Kalitesi- pH Tayini Standardı, Ankara.

Anonim, 2000. Türk Standartları Enstitüsü, TS EN ISO 14911 Su Kalitesi- Su ve Atık Sularda Çözülmüş Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{+2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} ve Ba^{+2} ’nin Tayini- İyon Kromatografisi Metodu Standardı, Ankara.

Anonim, 2004. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği. 31 Aralık 2004 tarihli Resmi Gazete No: 25687, Ankara.

Anonim, 2005a. DSİ, Boğazköy Barajı ve Havzası Su Kalite Durum Raporu, Bursa.

Anonim, 2005b. American Public Health Association, Amerikan Water Works Association, Water Environment Federation, Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition.

Anonim, 2007. Türk Standartları Enstitüsü, TS EN 872 Su Kalitesi- Askıdaki Katı Maddelerin Tayini Standardı, Ankara.

Anonim, 2009. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Boğazköy Barajı Havzası Koruma Eylem Planı, Ankara.

Anonim, 2010a. İnegöl Organize Sanayi Bölgesi, Ortak Atıksu Arıtma Tesisi, Çamur Kurutma ve Kojenerasyon Tesisi Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu, Ankara.

Anonim, 2010b. DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı, Kimya Laboratuvarı Personel Geliştirme Kursu Notları 2010, Ankara.

Anonim, 2010c. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği. 20 Mart 2010 tarihli Resmi Gazete No: 27527, Ankara.

Anonim, 2010d. Türk Standartları Enstitüsü, TS EN ISO 10304-1 Su Kalitesi-Çözünmüş Florür, Klorür, Nitrit, Ortofosfat, Bromür, Nitrat ve Sülfat İyonlarının Sıvı İyon Kromatografisi ile Tayini Standardı, Ankara.

Anonim, 2011a. Bursa Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu 2011, Bursa.

Anonim, 2011b. Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Tebliği. 14 Mart 2011 tarihli Resmi Gazete No: 28142, Ankara.

Anonim, 2013. Boyar Madde İçeren Atıksu Arıtma Tesislerinin İşletilmesine Yönelik El Kitabı. 109G083 Nolu Tübitak Kamag Projesi, Ankara.

Anonim, 2014a. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Boğazköy Baraj Gölü Havzası Su Kalitesi Eylem Planı, Ankara.

Anonim, 2014b. İnegöl Ticaret ve Sanayi Odası, İnegöl Ekonomi Raporu 2014, Bursa.

Anonim, 2015a. İnegöl. <http://tr.wikipedia.org/wiki/inegol->(Erişim tarihi: 14.09.2015)

Anonim, 2015b. İnegöl. http://www.inegol.gov.tr/default_B1.aspx?content=329-(Erişim tarihi: 14.09.2015)

Anonim, 2015c. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. 15 Nisan 2015 tarihli Resmi Gazete No: 29327, Ankara.

Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., Demir, Y. 2007. Bafra Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2) 219-226.

Ayers, R.S., Westcot, D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage paper 29 Rev. 1, FAO, Rome.

Barlas, M. 2004. Akçay (Muğla-Denizli)'ın Fiziko-Kimyasal ve Bentik Mikroinvertebrata Yönünden İncelenmesi. Muğla Üniversitesi, Muğla, 116s.

Brodnjak-Vončina, D., Dobcnik, D., Novic, M., Zupan, J. 2002. Chemometrics Characterisation of The Quality of River Water. *Analytica Chimica Acta*, 462 (2002) 87–100.

Çakmak B., Yıldırım, M., Aküzüm, T. 2008. Türkiye’de Tarımsal Sulama Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008, İMO Kongre ve Kültür Merkezi, Ankara.

Çiçek De Sa Matos Paixao, L.S. 2011. Köyceğiz Gölü' nü Besleyen Namnam Çayı'nın Su Kalitesi Yönünden İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Muğla.

Doğan, M., Soylak, M. 2000. Su Kimyası. Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri, 206 s.

Dönmez, Z.K. 2010. Ilgın Çavuşçu Gölü Sulama Kanalında Su Kalitesi Parametrelerinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Dügel, M. 1994. Köyceğiz Gölü'ne Dökülen Akarsuların Su Kalitesinin Fiziko-kimyasal ve Biyolojik Parametrelerle Belirlenmesi. *Bilim Uzmanlığı Tezi*, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

Elmacı, A., Başkaya, H.S., Teksoy, A., Kocaer, O. 2006. Uluabat Gölü'nde Suda ve Planktonda Bazı Ağır Metal ve İz Elementlerin Kirliliğinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı Proje No:2001/31, Bursa.

Erdinç, S.Ö. 2010. Gökova Körfezi'ni Besleyen Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı'nın Su Kalitesi Yönünden İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Muğla.

Güllü, Ö. 2003. Mamasun (Aksaray) Barajı ve Civarındaki Akarsuların Kirlenici Parametrelerinin Baraj Gölü Su Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, NÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğde.

Gültekin, F., Dilek, R., Ersoy, A.F., Ersoy, H. 2005. Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 29(1) 2005 21-34.

Hong-jun, Y., Zhe-min, S., Jin-ping, Z., Wen-hua, W. 2007. Water Quality Characteristics Along The Course Of The Huangpu River (China). *Journal of Environmental Sciences*, 19(2007) 1193–1198.

Kali, N. 2008. Erzurum Ovası Su Kalitesi ve Kirliliğinin Tespiti. *Yüksek Lisans Tezi*, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Kaplan, M., Sönmez, S. 2000. Belek Özel Çevre Koruma Alanı Akarsularının Su Kalitelerinin ve Kirlenmelerinin Değerlendirilmesi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, Cilt:9 Sayı:34 21-26.

Kavaf, N. 2007. Kütahya Ovasının Su Kalitesi ve Kirliliği. *Yüksek Lisans Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Kayar, V.N., Çelik, A. 2003. Gediz Nehri Kimi Kirlilik Parametrelerinin Tayini ve Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, Cilt 12 Sayı 47 17-22.

Kızıloğlu, F.M., Kuşlu, Y., Tunç, T., Yanık, R. 2007. Erzurum İlindeki Bazı Su Kaynaklarının Kalitelerinin Bitki, Toprak ve Sulama Sistemi Açısından Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 38 (2), 173-179.

Kurmaç, Y. 2003. Aksaray-Uluırmak'ta Su Kalitesi Tespiti ve İyileştirilmesine Yönelik Çalışmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, NÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğe.

Kurtoğlu, S. 2006. Uluabat Göl Sedimentinde Bazı Kimyasal Parametrelerin Belirlenerek Mevsimsel Değişimlerin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Ordu, Ş., Demir, A. 2006. Ergene Nehri Su Kalitesinin Çevre Bilgi Sistemi Tasarlanarak Belirlenmesi. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Cilt 25-Sayı 1.

Özer, O. 2008. Göksu Deltası'nda Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Su Kalitesi Coğrafi Bilgi Sisteminin Kurulması. *Yüksek Lisans Tezi*, MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin.

Şengül, F., Müezzinoğlu, A. 2005. Çevre Kimyası. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 243s.

Şentürk, E. 2003. Orhaneli, Emet ve MustafaKemalPaşa Çaylarının Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.

Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö., Topkara, S. 2010. Ulugöl (Ordu)'ün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(3): 254-263.

Tepe, Y. 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 18 70 38-46.

Tülek, S. 2006. Kızılırmak Nehri Su Kalitesi Belirlenmesi ve Ötrofikasyona Bağlı Risk Değerlendirmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.

Var, D. 2008. Elmalı Havzası Güney Kesiminin Yüzey ve Yeraltı Su Kirliliği Açısından İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Yılmaz, F. 2004. Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 13 50 10-17.

Zeybek, Z. 2006. Akgöl'deki (Karaman-Konya) Bazı Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ufuk Günday
Doğum Yeri ve Tarihi : Keşan / 11.04.1985
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl) :

Lise : Keşan Anadolu Lisesi
Lisans : Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği
Bölümü (2003-2008)
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Ana
Bilim Dalı (2010-2016)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : DSİ 1. Bölge Müdürlüğü-BURSA (2009-Halen)
İletişim (e-posta) : ufukgunday@dsi.gov.tr

: