

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



**KAHRAMANMARAŞ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ
ATIK SULARININ SIR BARAJI'NDA MEYDANA
GETİRDİĞİ AĞIR METAL KİRLİLİĞİ**

Müh. Seval KARABACAK UZUN

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Özgür CANPOLAT**

MART-2017

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAHRAMANMARAŞ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIK SULARININ SIR
BARAJI'NDA MEYDANA GETİRDİĞİ AĞIR METAL KİRLİLİĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seval KARABACAK UZUN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Şubat 2017

Tezin Savunulduğu Tarih : 24 Şubat 2017

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Özgür CANPOLAT
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Metin ÇALTA
:Doç. Dr. Memet VAROL

Özgür Canpolat
Metin Çalta
Memet Varol

ŞUBAT-2017

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında bana yol gösteren, bilimsel birikim ve deneyimleri ile çalışmamın her aşamasında desteğini esirgemeyen sevgili danışman hocam Doç. Dr. Özgür CANPOLAT' a,

Tez çalışmalarımı yürütebilmek için ihtiyaç duyduğum imkanları bana sağlayan Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ve araştırma projeme kaynak sağlayan Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu' na,

Deneysel çalışmalar ve arazi çalışmalarında yardımlarından ve desteklerinden dolayı arkadaşım Ece CAMCI VANLI' ya,

Beni bu günlere getiren maddi manevi her zaman yanımda olan annem Fatma KARABACAK' a, babam Murat KARABACAK' a ve eşim Mehmet Emin UZUN'a,

Ve tezimi hazırlamamda emeği geçen herkese çok teşekkür ederim.

Seval KARABACAK UZUN

ELAZIĞ - 2017

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
ABSTRACT	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
TABLolar LİSTESİ.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ	7
3. MATERYAL METOT	10
3.1. Çalışma Bölgesi.....	10
3.2. Su Örneklerinde Yapılan Ölçüm ve Analizler.....	20
4. BULGULAR	21
4.1. Aksu Çayı ve Sır Barajı Bölgesinde Suda Belirlenen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması	21
4.1.1. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Aksu Çayı'na Deşarj Olduğu Kanalda (1. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Karşılaştırılması	21
4.1.2. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Karıştığı Aksu Çayı Bölgesinde (2. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Karşılaştırılması.....	23
4.1.3. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgede (3. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Karşılaştırılması	24
4.1.4. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak Açık Bölgede (4. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Karşılaştırılması.....	26
4.1.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak Açık Bölgede (5. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Karşılaştırılması.....	28
4.1.6. Herhangi Bir Endüstriyel Kuruluşun Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karışmadığı Alan Olarak Belirlenen Referans Bölgede (6. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Karşılaştırılması.....	29
4.2. Bazı Fizikokimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimi	31
4.3. Aksu Çayı ve Sır Barajı Bölgesinde Suda Ağır Metal Konsantrasyonları	34

4.3.1. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Aksu Çayı'na Deşarj Olduğu Kanaldan (1. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri	35
4.3.2. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Karıştığı Aksu Çayı Bölgesinde (2. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri	38
4.3.3. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgede (3. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri	42
4.3.4. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak Açık Bölgede (4. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri.....	45
4.3.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak Açık Bölgede (5. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri.....	47
4.3.6. Herhangi Bir Endüstriyel Kuruluşun Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karışmadığı Alan Olarak Belirlenen Referans Bölgede (6. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri	49
4.4. Suda Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimsel Değişimi	51
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	56
5.1. Tartışma.....	56
5.2. Sonuç	68
KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ	81

ÖZET

KAHRAMANMARAŞ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIK SULARININ SIR BARAJI'NDA MEYDANA GETİRDİĞİ AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

Akdeniz Bölgesi'nin Adana Bölümü'nde yer alan Kahraman Maraş, hızla gelişen bir şehrimizdir. Şehrin özel konumu nedeniyle endüstri alanları daha çok akarsuların da içerisinde bulunduğu ovada yoğunlaşmıştır. Akarsuların evsel ve endüstriyel atıklar için bir araç gibi görülmesi, akarsularda aşırı kirlenme yönünde baskı yapmaktadır. Ayrıca şehir ve çevresinde su kullanımına olan ihtiyaç artmış, temiz su temini ve atıksular bir problem olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, bazı fabrikaların atık sularında bazı fizikokimyasal parametrelerin (sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik) ve bazı ağır metal (demir, bakır, çinko, krom, kadmiyum, kobalt, nikel ve kurşun) birikiminin Sır Baraj Gölü ve Aksu Çayı (Kahramanmaraş)'nın su kalitesi üzerinde etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Sır Barajı ve Aksu Çayı'nın çeşitli bölgelerinde belirlenen altı farklı istasyondan mevsimlik periyotlar halinde Temmuz 2012- Nisan 2013 tarihleri arasında dört defa su örneği alınmıştır. Alınan su örneklerinde ortalama sıcaklık değerleri 15,22-16,9°C arasında, ortalama pH değerleri 7,32-8,43 arasında, ortalama oksijen değerleri 5,05-8,42 mg/L arasında ve ortalama elektriksel iletkenlik değerleri ise 627-535 µS/cm arasında ölçülmüştür. Suda ölçülen ağır metallerden Fe, Cu ve Zn her mevsimde tüm istasyonlarda tespit edilirken, Cr, Ni, Cd sadece 1., 2. ve 3. istasyonlarda belirlenmiştir. As ve Hg ölçüm cihazı duyarlılığı altında kaldığından hiç bir istasyonda tespit edilememiştir.

Anahtar Sözcükler: Sır Barajı Gölü, Aksu Çayı, Atık Su, Organize Sanayi Bölgesi, Ağır Metal

ABSTRACT

KAHRAMANMARAŞ ORGANIZE HEAVY METAL POLLUTION OF INDUSTRIAL REGIONS FROM WASTE WATER

Kahramanmaraş located in Adana zone is growing rapidly in Mediterrean region. While city population is increasing rapidly, city area is being grown. Because of the city's special condition, industrial area densed in plain which has streams. Streams considered as a tool domestic and industrial waste, so this makes great pressure on the heavy water pollution. In addition, in and around the city the demand of the water has been increased. To get clean water and wastewater are essential issues. In this study, aimed to estimation the physicochemical characters (temperature, pH, dissolved oxygen, electrical conductivity) of water and some heavy metals (iron, copper, zinc, chrome, cadmium, cobalt, nickel and lead) accumulation in wastewaters from some factories on water quality Sir Dam Lake and Aksu Stream (Kahramanmaraş).

Four water samples were taken between July 2012 and April 2013 in seasonal periods at six different stations determined in various regions of Sir Dam Lake and Aksu Stream. The temperature, pH, dissolved oxygen and electrical conductivity the values of water in all stations have been determined between 15.22-16.9°C, 7.32-8.43, 5.05-8.42 mg / L and 535-627 μ S / cm respectively. Fe, Cu and Zn from heavy metals measured in water were detected in all stations in all seasons, while Cr, Ni, Cd were determined only at stations 1, 2 and 3. The Ace and Hg measuring instruments were not detected in any station since they were under the sensitivity.

Key Words: Sir Dam Lake, Aksu Stream, Wastewater, Organized Industrial Zone, Heavy Metal.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Su örneklerinin alındığı Sır Barajı Bölgesi.....	13
Şekil 3.2. Su örneklerinin alındığı Aksu Bölgesi.....	14
Şekil 3.3. Su örneklerinin alındığı Sır Baraj Gölü'nün ve Aksu Çayı'nın coğrafik konumu ..	15
Şekil 3.4. Örneklemeye yapılan istasyonlar.....	16
Şekil 3.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının göle deşarj olduğu kanal (1.istasyon).....	17
Şekil 3.6. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı (2.istasyon).....	18
Şekil 3.7. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölge (3. istasyon).....	18
Şekil 3.8. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (4. istasyon).....	19
Şekil 3.9. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (5. istasyon).....	19
Şekil 3.10. Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan (referans bölge, 6.istasyon)	20
Şekil 4.1. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen sıcaklık değerlerinin mevsimsel değişimi.....	32
Şekil 4.2. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen pH değerlerinin mevsimsel değişimi	32
Şekil 4.3. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen çözünmüş oksijen değerlerinin mevsimsel değişimi.....	33
Şekil 4.4. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimsel değişimi	34
Şekil 4.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	35
Şekil 4.6. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	36
Şekil 4.7. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	36

Şekil 4.8. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı’na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Krom (Cr) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	37
Şekil 4.9. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı’na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Nikel (Ni) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	37
Şekil 4.10. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı’na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Kadmiyum (Cd) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	38
Şekil 4.11. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	39
Şekil 4.12. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	39
Şekil 4.13. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	40
Şekil 4.14. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Krom (Cr) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	40
Şekil 4.15. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Nikel (Ni) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	41
Şekil 4.16. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Kadmiyum (Cd) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	41
Şekil 4.17. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü’ne karıştığı bölgeden (3. istasyon) alınan su örneklerinde Demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	42
Şekil 4.18. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü’ne karıştığı bölgeden (3. istasyon) alınan su örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	43

Şekil 4.19. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3. istasyon) alınan su örneklerinde Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	43
Şekil 4.20. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3. istasyon) alınan su örneklerinde Krom (Cr) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	44
Şekil 4.21. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3. istasyon) alınan su örneklerinde Nikel (Ni) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	44
Şekil 4.22. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3. istasyon) alınan su örneklerinde Kadmiyum (Cd) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	45
Şekil 4.23. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4. istasyon) alınan su örneklerinde Demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	46
Şekil 4.24. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4. istasyon) alınan su örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	46
Şekil 4.25. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4. istasyon) alınan su örneklerinde Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	47
Şekil 4.26. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5. istasyon) alınan su örneklerinde Demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	48
Şekil 4.27. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5. istasyon) alınan su örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	48
Şekil 4.28. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5. istasyon) alınan su örneklerinde Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	49
Şekil 4.29. Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen referans bölgeden (6. istasyon) alınan su örneklerinde Demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi.....	50

Şekil 4.30. Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen referans bölgeden (6. istasyon) alınan su örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	50
Şekil 4.31. Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen referans bölgeden (6. istasyon) alınan su örneklerinde Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi	51
Şekil 4.32. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	52
Şekil 4.33. Araştırma boyunca 1., 2. ve 3. istasyonlarda ölçülen bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	52
Şekil 4.34. Araştırma boyunca 4., 5. ve 6. istasyonlarda ölçülen bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	53
Şekil 4.35. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	53
Şekil 4.36. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen krom (Cr) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	54
Şekil 4.37. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen nikel (Ni) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	55
Şekil 4.38. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen kadmiyum (Cd) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	55

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Ekosisteme Dahil Olan Toksik Ağır Metallerin Kaynakları	3
Tablo 3.1. Sır Barajı'nın Genel Özellikleri.....	11
Tablo 4.1. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Aksu Çayı'na Deşarj Olduğu Kanala Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	22
Tablo 4.2. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Karıştığı Aksu Çayı Bölgesine Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	24
Tablo 4.3. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeye Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	26
Tablo 4.4. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak Açık Bölgeye Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	27
Tablo 4.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak Açık Bölgeye Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	29
Tablo 4.6. Herhangi Bir Endüstriyel Kuruluşun Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karışmadığı Alan Olarak Belirlenen Referans Bölgeye Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	31
Tablo 5.1. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	59
Tablo 5.2. Tatlı Sular İçin Önerilen Ağır Metal Kriterleri	64
Tablo 5.3. WHO, EC Tarafından Ağır Metaller İçin Verilen Standart Değerler ve Bu Çalışmada Su Örneklerinde Belirlenen Ağır Metal Konsantrasyonları	65

1.GİRİŞ

Sucul ortamlar, bütün toplumların kurulmasında ve yaşamlarını devam ettirecekleri optimal yaşam koşullarının sağlanmasında önemli bir yere sahiptir. Çünkü su, bütün canlıların yaşamsal faaliyetleri için gerekli olan temel unsurdur. Gerçekten de, biyosferin sınırları suyun varlığıyla tanımlanır. Tüm uygarlıklar, genellikle büyük göller ya da büyük nehirlerin taşkın alanları gibi güvenilir bir tatlı su kaynağının yakınında kurulmak zorunda kalmış, bu oldukça verimli sistemlerin sunduğu diğer hizmet ve ürünlerden de böylelikle faydalanabilmişlerdir (Beklioglu, 2004).

Yeryüzündeki suların ancak %0,5'i insanların kullanabileceği niteliktedir. Günümüzde dünyada tüketilen su miktarı yirminci yüzyıla kıyasla 10 kat artmıştır. 2025 yılında ise günümüze göre su tüketiminin; evsel tüketimde %70, sanayide %20 ve tarımda %17 artacağı tahmin edilmektedir. İnsanoğlunun tükettiği su miktarı hızla artarken temiz su kaynaklarının rezervi de aynı hızla azalmaktadır. 1950 yılında yeryüzünde fert başına düşen su miktarı 16,800 m³ iken, 2025 yılında ise bu miktarın 4,800 m³'e düşeceği öngörülmektedir (İstanbuluoğlu ve Kır, 2011).

Sağlıklı bir hayatı devam ettirebilmek için fert başına 36-72 m³ suya gereksinim duyulmaktadır. Dünyada ise 1,4 milyar insan temiz içilebilir su bulamamaktadır. 2025 yılında yeryüzünde su kıtlığı yaşanan kesimlerde yaşayan insan sayısının altı kat artması tahmin edilmektedir. İnsan sağlığına uygun olmayan kirli sulardan kaynaklanan hastalıklara yakalanan insan sayısı her yıl 250 milyona ulaşmaktadır. Dünyada 400 milyon çocuk temiz sudan mahrum olup, bundan dolayı meydana gelen hastalıklardan her gün 4000 çocuk hayatını kaybetmektedir (İstanbullu oğlu ve Kır, 2011).

Su kaynaklarının bu kadar faydaları olmasına karşın, en çok zararı maalesef insan etkilerinden dolayı yine su kaynakları görmüştür. Gerçekten, dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması, düzensiz kentleşme, çevre bilincini göz ardı ederek plansızca endüstrileşme, geçmişte çeşitli zamanlarda ortaya çıkan dünya savaşları, ülkelerin gerçekleştirdiği askeri uygulamalar, nükleer denemeler, ziraatta ürün verimini çoğaltmak amacıyla tarım alanlarında kullanılan muhtelif ilaç ve gübreler, tüm yaşam alanlarında daha konforlu bir yaşam sağlamak amacıyla kullanılan temizlik malzemeleri ve kimyasal maddeler yaşadığımız çevrenin çok hızlı bir şekilde kirlenmesine neden olmaktadır (Canpolat, 2007).

Sanayi ve endüstrinin gelişmesi ile doğru orantılı olarak hava, toprak ve suyun insan sağlığını tehdit eden zararlı maddelerle bulaşması son yıllarda önemli bir toksikolojik problem olarak insanoğlunun karşısına çıkmıştır. Çevrenin, buna bağlı olarak suların kirlenmesi gün geçtikçe çoğalan nüfusa daha iyi şartlarda yaşayabileceği bir ortam oluşturmak ve hayat standartlarını iyileştirmek amacıyla, üretimin arttırılmasından kaynaklanmaktadır. Üretimin yoğun bir şekilde artması, doğanın kendi kendini yenileme kapasitesinin üzerine çıktığında çevre kirliliği baş göstermektedir (Dökmeci, 1988).

Su kirliliğini tanımlayacak olursak; suyun tüm beşeri ihtiyaçlar için (içme suyu, insan sağlığı, su ürünleri üretimi ve yetiştiriciliği, temizlik v.b.) kullanımını önleyecek bozulmalara yol açan, suyun kalitesini, ekolojik ve biyolojik özelliklerini olumsuz yönde etkileyen, kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif özelliklerinin değişmesine sebep olan çeşitli maddelerin ve enerji kaynaklı atıkların doğrudan veya dolaylı olarak sucul ortamlara deşarj edilmesini ifade etmektedir. (Sönmez vd., 2008).

Son yıllarda teknoloji ve sanayinin gelişmesi sonucunda, çeşitli endüstriyel, kentsel ve sanayiden kaynaklı atıkları ihtiva eden kanalizasyon sularının deşarj edildiği akarsu ve gölleri kirletmekte, aquatik ortamlarda yaşamlarını sürdüren canlıların yaşamlarını sıkıntıya sokmaktadır. Çevreye boşaltılan atık sularda bulunan ağır metaller, bu suların tarımda kullanılması, deşarj olduğu yer itibariyle orada yaşayan canlıların hayati faaliyetlerinin devam etmesi ve buna bağlı olarak besin zincirine girişleri sebebiyle halk sağlığı bakımından ehemmiyet arz etmektedir. Daha da önemlisi, ağır metallerin toksik etkiye sahip çeşitli organik atıklarla bir araya gelerek veya daha başka bileşiklerine dönüşerek daha toksik hale gelmeleri çok büyük sorunları beraberinde getirmektedir (Sarreyüpoğlu ve Say, 1991).

Çevre kirliliğinden etkilenen ve en çok zararı gören ekosistemlerin başında akarsular gelmektedir. Tarımsal, endüstriyel ve evsel faaliyetlerden ileri gelen kirlilik faktörlerinin ilk karıştığı yer akarsulardır. Eski dönemlerde insan nüfusunun da az olması sebebiyle akarsulara karışan atıklar az bir bölgede kirlenmeye sebep olup kısa sürede seyrelip doğal yollardan parçalanıp yok olabiliyordu. Fakat ülkelerin ve şehirlerin büyümesi kentsel dönüşümler, sanayileşme ve artan nüfus büyük kirlilik sorununu beraberinde getirmiş ve artık doğa bu kirliliği tolere edip kendini temizleyemez hale gelmiştir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004).

Doğaya bakıldığında teorikte yeryüzündeki tüm su kaynaklarının, devam ettirilmesi istenen kalkınma ve buna bağlı gelişme sürecine zıt olarak kirlilikten arındırılması

mümkün değildir (Dökmen, 2000). Sürdürülebilirliğin tanımı, 1987’de Çevre ve Kalkınma Dünya Komisyonu’nun raporunda, yani Bruntland Raporu’nda “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını tehdit etmeden günümüze ait ihtiyaçlara cevap verecek bir kalkınma” olarak ifade edilmiştir. (Emberton, 1997).

4,5 g/cm³’den büyük graviteye sahip olan eser elementler “ağır metal” olarak tanımlanmıştır. Biyoloji literatüründe, farklı araştırmacılar arasında tam bir görüş birliğine varılamamıştır. Kimi biyologlar iz element, semi-metalik element (metalloid), kimileri ise “hafif metal” ifadelerini kullanmışlardır (Markert 1993, Öztürk vd.,1992).

Sucul ortamların ağır metaller vasıtasıyla kontamine olması; ağır metallerin toksik etki göstermeleri, sucul çevrelerde çokça rastlanan bir problem olmaları, birçok olumsuz çevre koşuluna karşı direnç göstermeleri ve birikme eğilimlerinin yüksek olmasından dolayı oldukça önem arz etmektedir.(Barlas vd., 2005). Ağır metallerin başka bir özelliği de vücutta birikim yapmaktır. (Erdoğan vd., 2005). Bu problem tüm dünya genelinde gün geçtikçe çok daha önemli hale gelmektedir. (Kouba vd., 2009). Fe, Cu, Mn ve Zn gibi ağır metaller biyolojik sistemlerde önemli rol oynamalarından dolayı esansiyeldirler. Hg, Pb ve Cd gibi ağır metaller ise nonesansiyeldirler ve düşük konsantrasyonlarda bile vücutta toksik etki yapmaktadır (Çevik vd., 2008). Canlı vücudunda bulunan ağır metaller esansiyel olsun yada olmasın, belirli bir eşik değerin üstüne çıktığında toksik etki yapmaktadır (Anton vd., 2000).

Ağır metaller, diğer kimyasal kirleticiler arasında ayrı bir önem taşırlar. Bunun sebepleri ise birçok kaynaktan ortama karışabilmeleri, çevre koşullarına dayanıklılık göstermeleri, oldukça yaygın bir kirlilik sebebi oluşturmaları, her zaman canlı sistemlerine yönelik etki göstermeleri ve kolayca besin zincirine katılarak canlılarda artan yoğunlukta birikim göstermeleridir. Birçok ağır metal endüstride kullanılmakta ve ortaya çıkan atık maddeler yeryüzündeki tüm sistemlere karışabilmektedir.

Tablo 1.1 Ekosisteme dahil olan toksik ağır metallerin çeşitli kaynakları (Markert,1993).

A- ENDÜSTRİ
Plastikler (Cd, Co, Cr, Hg)
Ev gereçleri imalat sanayi (Cu, Ni, Cd, Zn, Sb)
Tekstil (Sn, Zn , Ti, Al)
Ağaç işlemeciliği (Cr, As, Cu)
Aritimevi (Rafineri) (Cr, Pb, Ni)
B- HAVADA BULUNAN PARTİKÜL VE DUMANLAR
Fosil yakıtlar (Sb, As, Pb, Zn, V, Cd, Se, U)
Metal işleme sanayi (Mn, , Sb, Ni, Pb, Cu, Ti, Zn, Cr, Cd, As)

Tablo 1.1. 'in Devamı

Şehir, fabrika vs. (Pb, Cd, Cu, Hg, V, Sn,)
Taşıtlar (Cd, Pb, V,)
C- TARIM
Gübreleme (U, V, As, Mn, Zn, Cd)
Sulama (Zn, Cd, Pb)
Kireçler (As, Pb)
Pestisit uygulaması (Zn, Cu, Mn)
Hayvansal gübreler (Mn, Cu, Zn, As,)
Metal aşınması (, Pb, Zn, Fe)
D- METAL İŞLETMECİLİĞİ VE ERİTME İŞLEMİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR
Maden işlemlerinden rüzgar vasıtasıyla çevreye yayılanlar (Pb, Cd, Hg, As)
Demir ve çelik endüstrisinden (Cd, Zn, Cu, Cr, Ni)
Metallerin eritilmesinden (As, Cd, Hg, Pb, Se)
Metal işleciliğinden (Ni, Zn, Cr, Cd Cu,)
Metal işleciliğinden (Cd, Cu, Ni, Cr, Zn)
E-ÇEŞİTLİ ATIKLAR
Geriz (Mn, V, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Zn, Hg)
Küller (Cu, Pb)
Kazma ve delme (Pb, As, Fe, Cd)

Ağır metallerin bazıları (örneğin demir, mangan, çinko, bakır, kobalt, molibden vs.) canlıların yaşamını devam ettirmesi için elzemdir. Bu metallerin canlı vücudundaki konsantrasyonlarında meydana gelen değişiklikler, canlı dokularda harabiyete ve dokunun görevini yapamamasına sebep olmaktadır (Merlini, 1980; Engel vd., 1981).

Her ne kadar bazı metaller canlıların yaşamları için gerekli olsalar da, civa, kurşun, kadmiyum, bakır, krom, çinko ve nikel gibi metallerin sucül ekosistemde meydana gelebilecek yüksek konsantrasyonları, canlılar için toksik etki yapabilmektedir (Negilski vd., 1981).

Ağır metaller; besinlerle, solunum yoluyla veya direk temas vasıtasıyla canlı metabolizmasına katılırlar. Uzun vadede pek çok hastalığın sebebi olan ağır metaller en tehlikeli hastalıklardan olan kanserden basit gibi görünen davranış bozukluklarına kadar çeşitli hastalıkların nedeni olabilir. Ağır metallerin tespit edilebilmesi için sucül ekosistemlerde suyun, sedimentin ve indikatör bir türün birlikte kullanılması sıklıkla uygulanan bir yöntem haline gelmiştir. Sucül ekosistemlerde yaşayan bazı canlılar aldıkları besinler itibarıyla ve doğrudan suda yaşamlarını devam ettirmeleri sebebiyle metal iyonlarını bünyelerinde ihtiva ederler. (Devi vd., 1995). Sucül ekosistemlerde yaşayan indikatör türlerin kirliliği tayin etmede ve çevresel kaliteyi değerlendirmede uygun bir yol olduğu düşünülmektedir (Alcorlo vd., 2006).

Genel olarak kirleticiler, bulunduğu ortamda birikimleri, kalıcılıkları ve toksik olma dereceleri durumlarına göre sınıflandırılmaktadır. Tüm bu niteliklerin hepsini taşıyan maddeler Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından “Kara Liste” maddeleri olarak değerlendirilmektedir. Bu “Kara Liste”de, 114’ü organik bileşikler, 13’ü de ağır metaller olmak üzere toplam 127 öncelikli çevre kirletici etken olarak bulunmaktadır (Dölek, 1998).

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından “Kara Liste”de yer alan maddeler arasında ağır metaller son derece önemlidir. Günümüzde oldukça yaygın olan metal kirliliğin sebep olan beş kaynak vardır bunlar; jeolojik olaylar, maden filizleri ve metallerin endüstriyel üretimi, metal ve metal bileşiklerinin kullanımı, çöp ve katı atıkların doğaya boşaltılması, ağır metal içeren hayvan ve insan atıklarıdır (Förstner ve Prosi, 1979; Förstner ve Wittmann, 1983; Lee ve Stuebing, 1990; Perry ve Vanderklein, 1996; Al-Yousuf vd., 2000; Alam vd., 2002; Liaghati vd., 2003; Ikem ve Egiebor, 2005). Kentleşme, sanayi, metalurji ve endüstri alanında son zamanlarda gerçekleşen hızlı ilerlemelerle doğru orantılı olarak alüminyum, civa, bakır, kobalt, çinko, demir, nikel, kurşun ve kadmiyum gibi ağır metallerin boya sanayi, plastik sanayi, kağıt, kaplamacılık, , pil ve zirai ilaç yapımında kullanılmaları neticesinde, bu metallerin sucul ekosistemlere karışma oranlarında artma olduğu belirlenmiştir. (Brotheridge vd., 1998).

Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda Adana Bölümü'ne yerleşmiş Kahramanmaraş ili, 14.525 km² lik yüzölçümü ile Türkiye'nin 18. büyük şehri durumundadır. Şehir, son yirmi yıl içerisinde gerek alansal ve gerekse nüfus olarak yaklaşık dört kat büyümüştür. Günümüzde şehrin merkezinde nüfus 1.102.093 (2016)'tür (Toroğlu vd., 2006, URL-1, 2016). Kahramanmaraş'ta ciddi anlamda özel sektör yatırımları 1984 yılında başlamıştır. Sanayileşme, çoğunlukla tekstil sektöründe ortaya çıkmıştır. Bununla beraber, şehrin kültürü ile bütünleşmiş geçmişten gelen küçük el sanatlarından bakırcılık ve alüminyumculuğun devamı niteliğinde çelik mutfak eşyaları sektörü de aynı sanayileşme eğiliminden payını ciddi ölçüde almıştır. Şehrin en eski sanayilerinden birisi olan Toz ve Pul Bibercilik de sanayileşmeyle doğru orantılı gelişim göstermektedir. Kahramanmaraş ilinin ülkemizin önemli illeri arasına girmesine olanak sağlayan dondurma sektörü en hızlı gelişen sektörler içerisinde. Sanayileşmeden ciddi oranda etkilenen Kahramanmaraş dondurması Türkiye sınırlarını aşmış ve il olarak yakın ülkeler, daha sonra da tüm dünya ülkelerine yayılma aşamasına gelmiştir. Kahramanmaraş sanayileşme aşamasında olabildiğince yüksek bir trend yakalanmış ve bu süreçte birçok yatırım hayata geçirilmiştir.

Kahramanmaraş'ın sanayi profilini başta tekstil olmak üzere konfeksiyon, pamuk işleme (çırçır), çelik mutfak eşyası, inşaat, gıda, yem, ambalaj, kağıt, bankacılık ve makine imalatı ve ısıtma ve soğutma sistemleri sektörleri oluşturmuştur. Şehir ekonomisinin diğer gelir kaynakları ise kuyumculuk, bakır ve alüminyum doğramacılık, plastik doğramacılık, nakliye, kereste ve yapı malzemeleri sanayi gibi diğer sektörler oluşturmaktadır (URL-2, 2016). Ayrıca şehirde bir adet mezbahane ve 11 adet deri işleme atölyesi bulunmaktadır. Şehrin özel konumu nedeniyle bu endüstri alanları daha çok akarsuların da içerisinde bulunduğu ovada yoğunlaşmıştır. Şehir çevresindeki verimli ovada ilaçlı ve gübreli zirai faaliyetler sürdürülmektedir. Bütün bu gelişmeler şehir yakınında yer alan akarsularda aşırı kirlenme yönünde baskı yapmaktadır. Şehir ve çevresinde su kullanımına olan ihtiyaç artmış, pahalı su temini projeleri başlatılmıştır (Toroğlu vd., 2006).

Sularının büyük bir kısmını Engizek Dağı'nın güney doğusundaki karstik kaynaklardan alan Aksu Çayı, birçok derelerin sularını da alarak Maraş Ovası'nda Sır Baraj Gölü'ne dahil olmaktadır. Yaklaşık 1740 km²'lik bir sahanın sularını drene eden Aksu Çayı'nın yıllık ortalama debisi 10.6 m³/sn.'dir (Korkmaz, 2001:37-39). Sır Baraj Gölü ve hidroelektrik santrali ise Ceyhan Nehri üzerinde inşa edilmiş ve 1991 yılında tamamlanmıştır. Şehir merkezinden takribi 15 km uzaklıkta ve Kahramanmaraş'ın güney-batısında yer almaktadır. Baraj gölünün yüzey alanı ortalama 47.5 km² olup, yaklaşık 45 km boyundadır. Sır Baraj Gölü'nün çevresinde Kızıldamlar, Cüceli, Kızılseki, Avşar ve Hasancıklı köyleri yer almaktadır. Bu köylerde tarım ve hayvancılıkla beraber balık avcılığı da yapılmaktadır (Kara ve Solak, 2004). Aksu Çayı, Kahramanmaraş şehri yakınlarından geçerken kentsel, endüstriyel ve tarımsal alanlardan geçen Karasu Deresi, Erkenez Suyu ve Oklu Dere'nin sularını almaktadır. Temiz içme ve kullanma suyuna ihtiyacın artmış olduğu günümüzde, Kahramanmaraş çevresinde yer alan su kaynaklarının potansiyeli ve niteliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

Her alanda olduğu gibi çevre ile ilgili yapılan çalışmalarda da çözüme varmak için sorunları bilmek ve anlamak gereklidir. Dünyada ve ülkemizde çeşitli şekillerde meydana gelen çevre sorunları gün geçtikçe artmakta ve önem kazanmaktadır. Bu sebeple hem denizlerde hem de iç sularda kirliliğe neden olan kirletici kaynaklar, bu kirletici kaynakların canlılar ve su kalitesi üzerindeki etkileri ile ilgili olarak hem ülkemizde hem de yurt dışında bir çok çalışma yapılmıştır.

Kıta içi sularda iz element ve ağır metal analizleri geçtiğimiz 50-60 yıl içerisinde oldukça önem kazanmış ve bu alanda yapılan çalışmalar hızla yaygınlaşmıştır. Ağır metal ile ilgili çalışmalar özellikle Amerika, Orta Avrupa, Rusya ve Japonya'da maden yataklarının bulunduğu bölgelerde önem kazanmıştır. Huff (1948), Colorado Nehri'nde Cu, Pb ve Zn konsantrasyonunu, Turekian ve Kleinkopf (1956) ise Maine'nin yüzey sularında Cu, Mn, Pb, Ti ve Cr miktarlarını belirlemiştir. 1960-1970 yılları arasında yapılan araştırmalar arasında Merrill vd., (1960, Delaware ve Hudson Nehirleri), Durum ve Haffty (1961), Livingstone (1963, yüzey sularını), White vd., (1963, yüzey sularını), Silvey (1967, California), Turekian vd., (1967, Nease Nehri, Kuzey Carolina), Bradford vd., (1968, Sierra Nevada), Voegell ve King (1968, Mo-Colorado), Angino vd., (1969, Lower Kansas Nehir Havzası), Lindstedt ve Kruger (1969, V. Colorado), Weller ve Chawla (1969, Great Lakes), Durum vd., (1971, yüzey suları), Bradford (1971, California), Mills ve Oglesby (1971, Cayaga Havzası), Robbins vd., (1972, Michigan Gölü'ne dökülen akarsuları), Mathis ve Cummings (1973, Illinois Nehri) ve Proctor vd., (1973, Missouri Nehri) göze çarpmaktadır.

Orta Avrupa'da gerçekleştirilen ilk ağır metal araştırmalarında, Heide ve Singer (1954) Saale Nehri (Almanya)'nde, Heyl (1954) Siegerland maden bölgesinde (Almanya), Fricke ve Wenner (1957) Nordrhein-Westfalen (FRG)'in mineral sularında Cu, Zn ve Pb konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Rusya'da yapılan ağır metal çalışmaları, Rusya'nın hem Avrupa hem de Asya kısmındaki yüzey sularında gerçekleştirilmiştir. Rusya'da yapılan öncü çalışmalar arasında Komovalov (1959), Udodov ve Parilov (1961) yer almaktadır. Japonya'da doğal sulardaki iz metallerle ilgili ilk çalışmalar Nagoya Üniversitesi (Morita, 1955; Sugawara ve diğ. 1956; Sugawara ve Okabe, 1960; Kanamori ve Sugawara, 1965)' ndeki araştırmacılar tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir.

Yukarıda bahsedilen öncü çalışmalardan sonra ağır metallerle ilgili toksikolojik çalışmalar hızla yaygınlaşmıştır.

Sucul ortamlarda ağır metallerin canlılar ve su kalitesi üzerindeki etkileri ile ilgili olarak son yıllarda yurt dışında yapılan çalışmaları aşağıdaki şekilde kısaca özetlemek mümkündür. (Canpolat, 2007)

Sucul ekosistemlerde suda ağır metal birikimi ile ilgili olarak birçok araştırma gerçekleştirilmiştir. Bakaç ve Kumru (2000) Menemen (İzmir) Ovası'nda bulunan Gediz Nehri'nden aldığı su örneklerinde ağır metal kirliliğini; Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nden aldıkları su numunelerinde çeşitli ağır metal konsantrasyonlarını (Cu, Fe, Cd, Co, Hg, Ni, Mn, Mo, Pb ve Zn); Linnik ve Zubenko (2000), Dnieper Rezervuarı ve Dnieper Bug'da Cr, Cu, Mn, Fe, Zn ve Cd birikimini; Akçay vd. (2003), Gediz ve Büyük Menderes Nehri'nin sularında çeşitli ağır metallerinin konsantrasyonlarını; Cheng (2003), Yanktze Nehri'nde yaptığı çalışmada su numunelerinde Cu, Cd, Zn ve Pb konsantrasyonlarını; Özmen vd. (2004), Hazar Gölü'nün yüzey suyunda bazı metallerin birikimini; Bayrak (2004) Gala Gölü ve çevresinde ağır metal derişiminin dinamiğini; Öbek vd. (2004) Kentsel ve endüstriyel atık su arıtma tesisi arıtma çamurlarındaki ağır metal düzeylerinin değerlendirilmesini; Dural (2004) Çukurova Bölgesi'ndeki Akyatan, Tuzla ve Çamlık lagünlerinde ağır metalleri; Dökmeci (2005) Gala Gölü'nü ve göle dökülen su kaynaklarının ağır metal yükünü; Toroğlu vd. (2006) Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) akarsu kirliliğini; Alemdar vd. (2007) Van bölgesinde bulunan su kaynaklarının ağır metal kirlilik seviyesini; Kır vd. (2007) Kovada Gölü'den alınan su örneklerinde bazı ağır metallerin mevsimsel değişimini; Ayas vd. (2009), Mersin Körfezi'nden alınan yüzey su numunelerinde Pb, Cr ve Cd seviyelerini; Öner ve Çelik (2011) Aşağı Gediz Havzası'ndan alınan su numunelerinde çeşitli kirlilik parametrelerini; İşeri vd. (2011) doğal kaynaklı maddeleri kullanarak atık sulardan ağır metal giderilmesini; Dündar vd. (2012) Çeşitli endüstriyel atık sularda ağır metal düzeylerini; Kır ve Tumantozlu (2012) Karacaören-II Baraj Gölü'nden alınan su örneklerinde ağır metal düzeyini; Tunca vd. (2012) Yeniçağa Gölü'nden örneklenen sularda bazı ağır metallerin birikimini araştırmışlardır.

Kara ve Çömlekçioğlu (2004), Kahramanmaraş Karaçay'da yaptıkları çalışmada, Karaçay'ın kirliliğinin biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerini araştırmış, Karaçay'ın endüstriyel, evsel, ve tarım arazilerinden meydana gelen yoğun bir kirlilik etkisi altında olduğunu, hem içinde yaşayan canlıların dağılımı göz önüne alındığında hem de suyun

kalitesi bakımından değerlendirildiğinde kirlilik sınırının oldukça aşıldığını tespit etmişlerdir.

Barlas vd. (2005), Uluabat Gölü'nde su ve sediment örneklerinde bazı ağır metallerin düzeylerini belirledikleri çalışmada, ağır metal kirliliğinin tespitinde kerevitlerin biyoindikator tür olarak seçildiğini tespit etmişlerdir. Buna benzer çalışmalar yapılırken kullanılan biyoindikatör türler tek iken, bazı çalışmalarda değişik türler kullanıldığını özellikle esansiyel olmayan ağır metal kirliliği düzeyinin belirlenmesinde çevre faktörlerinin daha iyi değerlendirilmesi bakımından kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada Kahramanmaraş ili organize sanayi bölgesi atık sularının Sır Barajı Afşar mevkiinde meydana getirdiğı ağır metal kirliliğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışması Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (FÜBAP) tarafından SÜF 12.11 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1.Çalışma Bölgesi

Sır Barajı (Şekil 2.1.1.), Kahramanmaraş ilinin 35 km güneybatısında Ceyhan Nehri üzerinde enerji üretmek amacıyla kurulmuştur. Baraj gölü kısmı Kahramanmaraş-Kayseri karayolunda bulunan Ceyhan Nehri köprüsüne, Aksu Çayı ve Deliçay Deresi'nin birleştiği yere kadar çıkmakta olup, Kahramanmaraş'a yaklaşık 8–10 km'lik bir mesafede bulunmaktadır (Kumru, 2009).

Sır Baraj Gölü'ne ait bazı özellikler Tablo 3.1.'de verilmiştir. Sır Baraj Gölü elektrik üretmek amacıyla 1991 yılında inşaat çalışmaları tamamlanmış ve işletmeye alınmıştır. Baraj gölü sayesinde, Ceyhan Nehri Havzası 21.000 km² drenaj alanına sahip olup Master Planına göre 366.000 hektarlık alanın sulanması, 4 milyar kWh'lik enerji elde edilmesi ve 53.000 hektar arazinin taşkından korunması öngörülmektedir. Sır Baraj Gölü ve HES santralinin inşaatı 29 Ağustos 1987 tarihinde başlamış yaklaşık dört yılda tamamlanarak 3. Ünitesi 17 Nisan 1991, 2. Ünitesi 14 Temmuz 1991, 1.Ünitesi ise, 24 Ağustos 1991 tarihinde faaliyete geçmiş olup, 725 Milyon kWh yıllık ortalama üretim kapasitesine sahiptir. Baraj gölünün deniz seviyesinden yüksekliği su kotu 444 m, kret kotu 445 m ve normal su kotu 440 m'dir. Temel kotu 325 m ve talveg kotu 334 m'dir. Maksimum su kotunda boşaltma debisi 7.460 m³/s'dir. Drenaj alanı 12.950 km², yıllık akış 4.450 x 106 m³, ortalama akış 141 m³'dür. Toplam göl hacmi (440 kotunda) 1.120x106 m³, aktif hacim 720x106 m³'dür. En yüksek su kotu 444 m, en alçak su kotu 417,5 m, ortalama işletme kotu 436 m ve muhtemel taşkın seviyesi kotu ise 442 m'dir. Sır Baraj Gölü'nün inşaatında 30 köye ait 6650 adet parsel kamulaştırılmış ve baraj gölü suyunun altında kalmıştır (Kumru, 2009).

Tablo 3.1. Sır barajının genel özellikleri (URL-3, 2016).

SIR BARAJININ ÖZELLİKLERİ	
Bulunduğu Yer	Kahramanmaraş
Akarsuyu	Ceyhan Nehri
Yapılış Amacı	Enerji
Güç	284 MW
Yıllık Üretim	725 GWh
İnşaatın (başlama-bitiş) Yılı	1987 – 1991
Gövde Dolgu Tipi	Beton Kemer
Gövde Hacmi	494 dam ³
Yükseklik (talvegden)	116 m
Normal Su Kotunda Göl Hacmi	1120 hm ³
Normal Su Kotunda Göl Alanı	47.5 km ²
Sulama Alanı	-

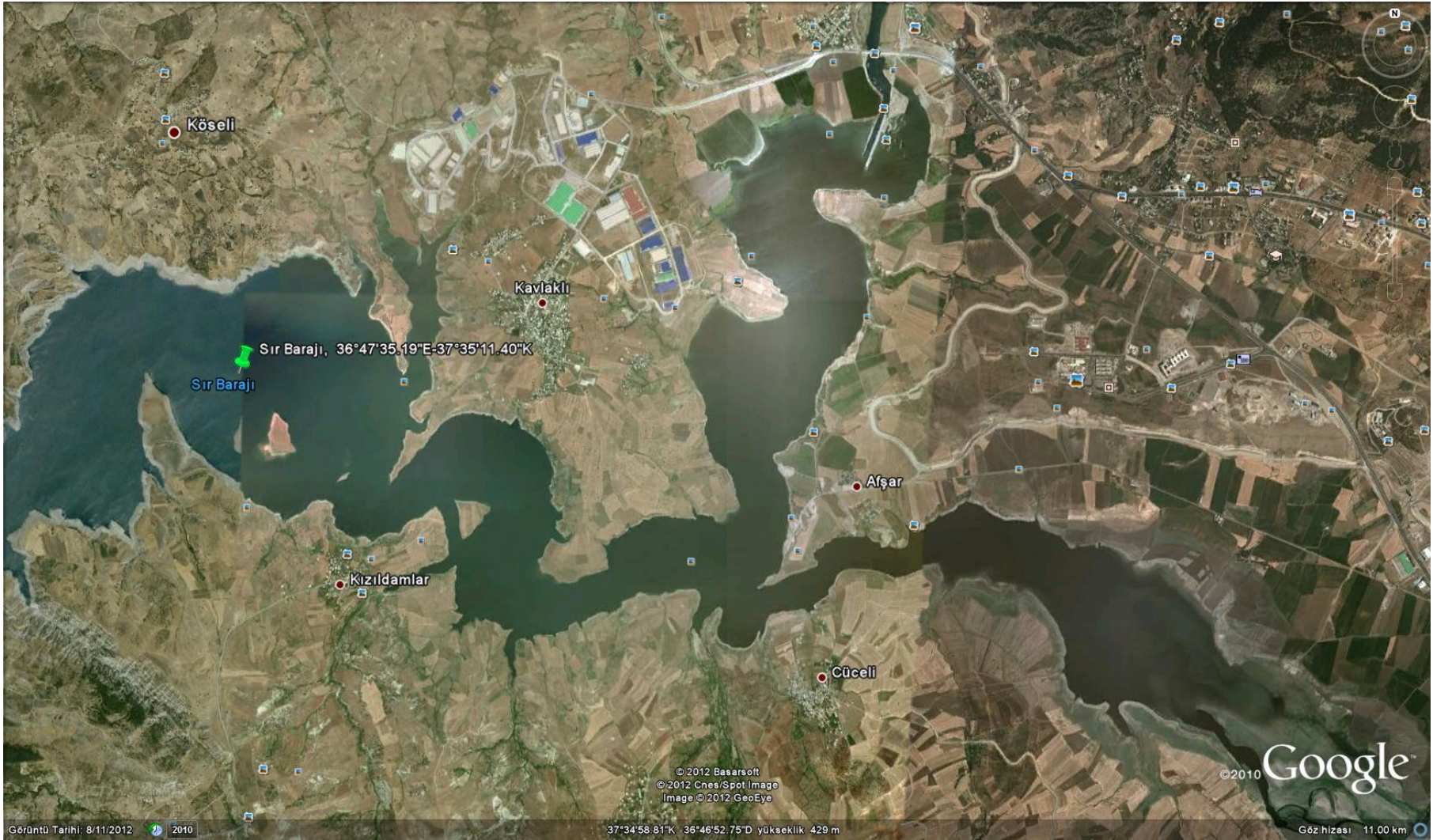
Aksu Çayı, Engizek Dağı'nın eteklerinde bulunan Küçükcerit Köyü'nden doğan Aksu Çayı, Büyükcerit tarafından gelen sularla da beslenerek olabildiğince güçlü bir Çay konumuna ulaşır. Aksu Çayı, Kahramanmaraş Ovası'nı kuzeybatı-güneydoğu yönünde aşarak Ceyhan'a karışır. Çayın debisi en az 140 m³, en çok 496 m³ 'tür. Kahramanmaraş ilinde bulunan diğer akarsular Ceyhan' nın küçük kollarıdır. Şehirde bulunan en büyük akarsular Ceyhan ve Aksu'dur (URL-4, 2016).

Bu araştırma, 37°30'34.40" kuzey enlemleri ve 36°54'31.89" doğu boylamlarında yer alan bölgede (Şekil 3.3),

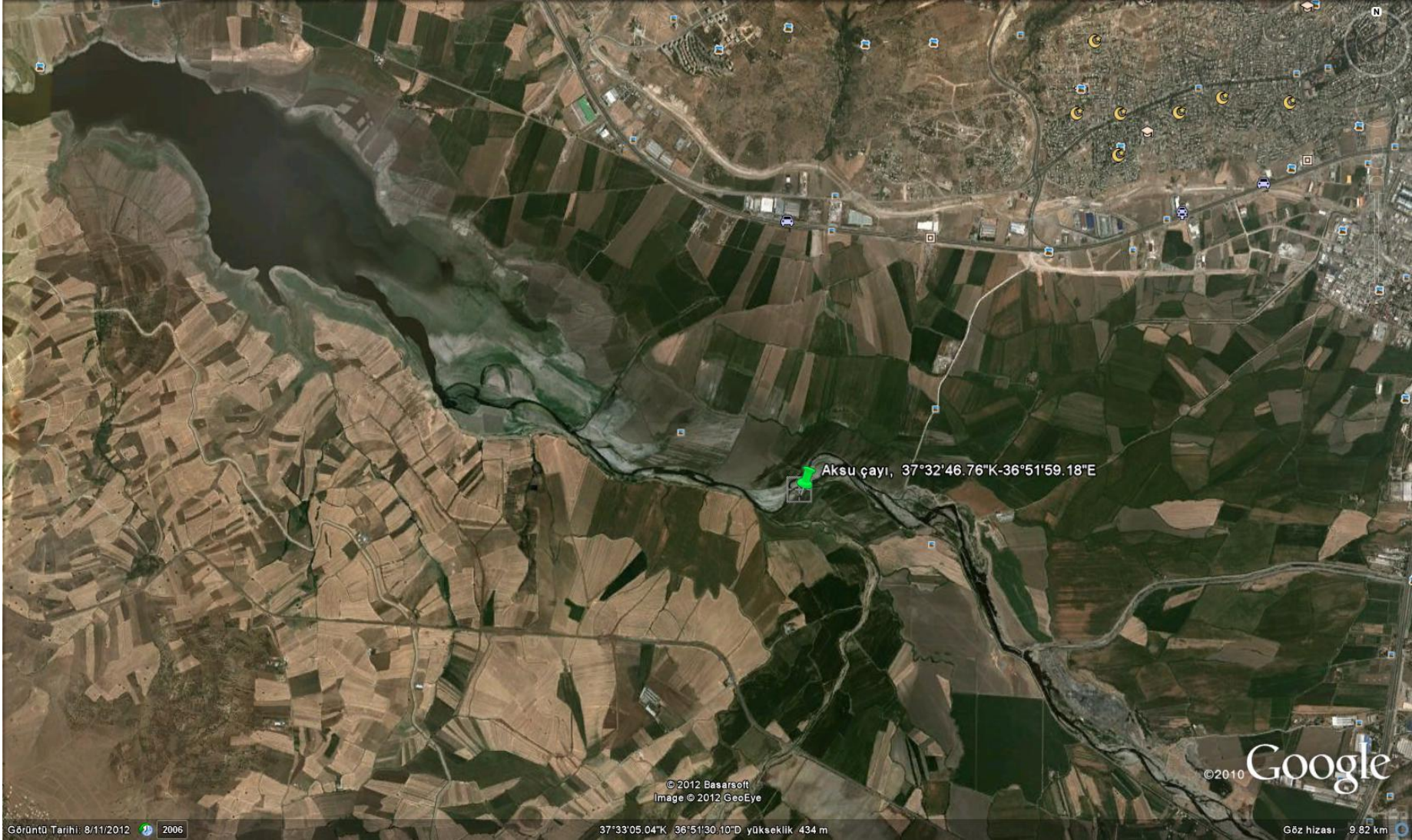
- Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanal (1. istasyon),
37°34'9.24" kuzey enlemleri ve 36°47'14.15" doğu boylamlarında yer alan Sır Barajı bölgesinde (Şekil 3.1),
- Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı (2. istasyon),

- Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölge (3. istasyon),
- Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (4. istasyon),
- Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (5. istasyon),
- Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak (temiz bölge, 6.İstasyon) yürütülmüştür.

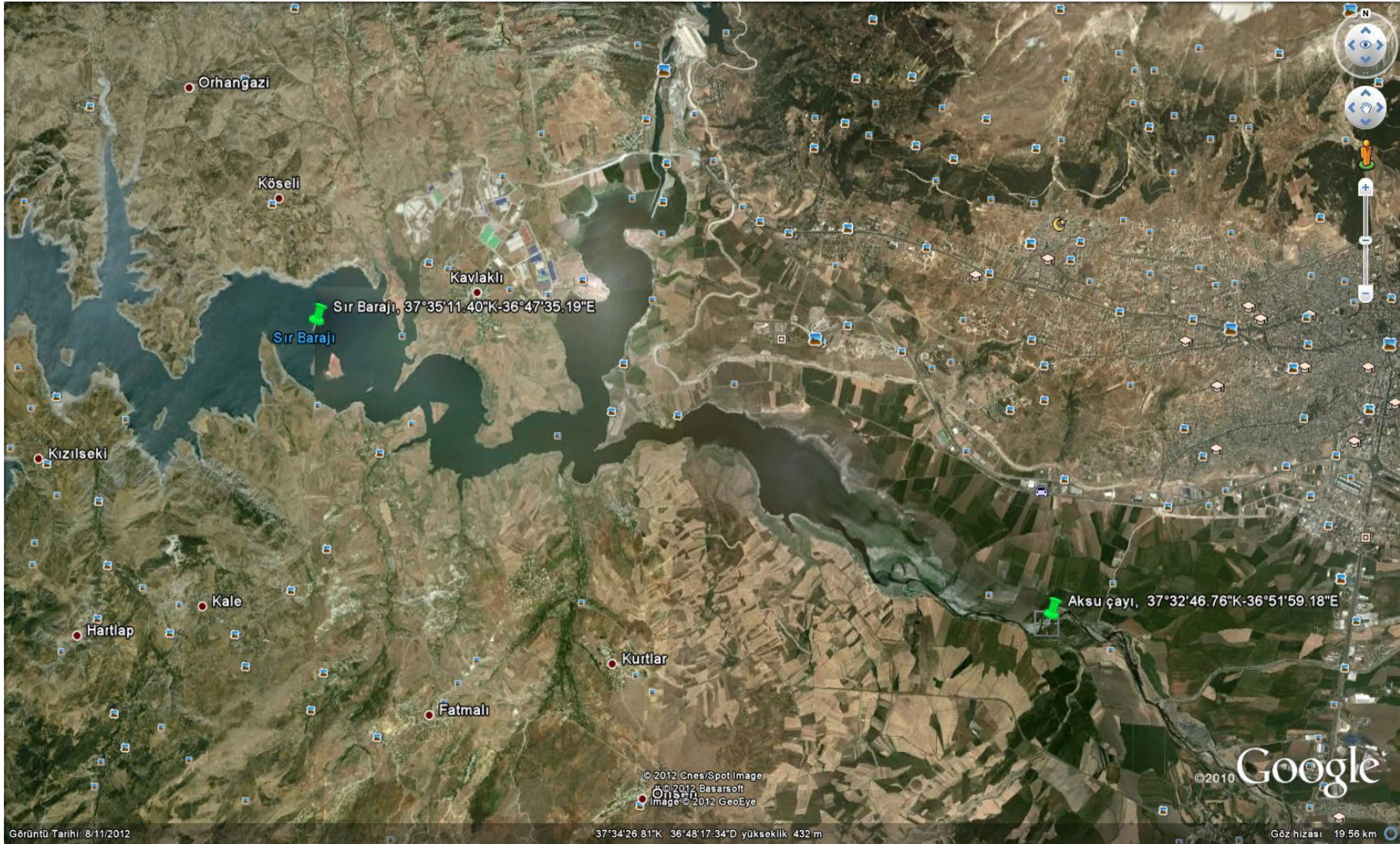




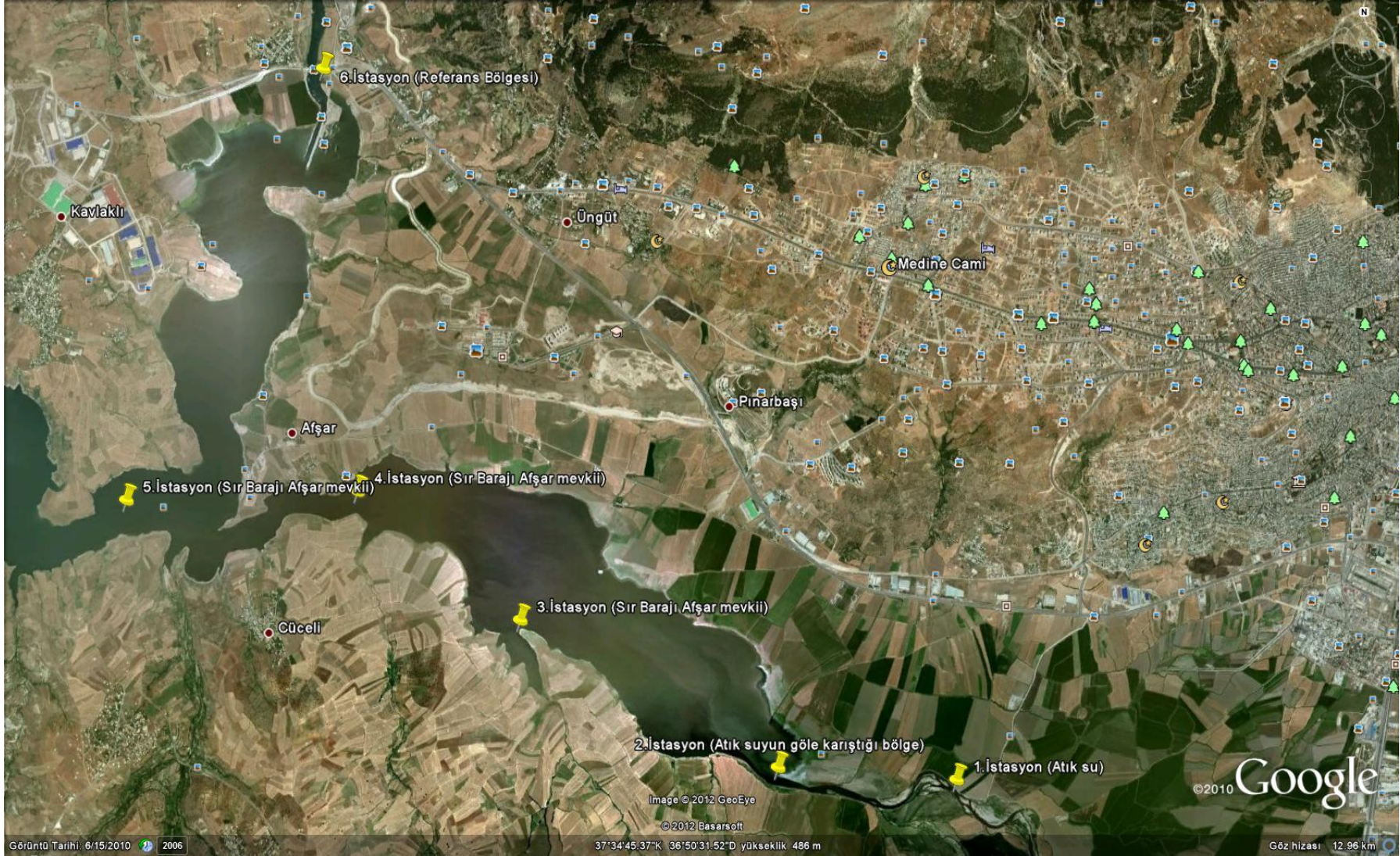
Şekil 3.1. Su örneklerinin alındığı Sır Barajı Bölgesi (URL-5, 2016).



Şekil 3.2. Su örneklerinin alındığı Aksu Bölgesi (URL-5, 2016).



Şekil 3.3. Su örneklerinin alındığı Sır Baraj Gölü'nün ve Aksu Çayı'nın coğrafik konumu (URL-5, 2016).





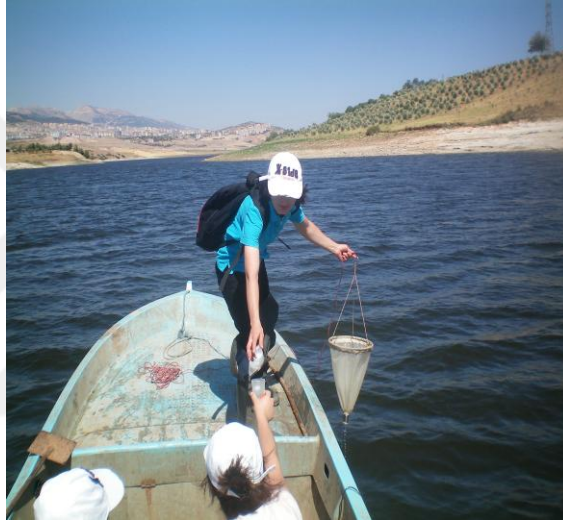
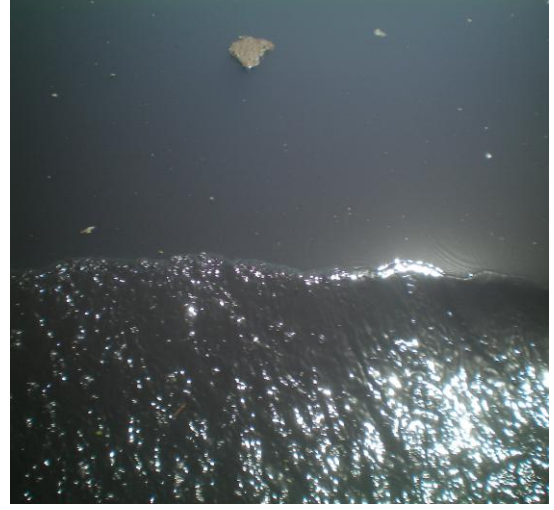
Şekil 3.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının göle deşarj olduğu kanal (1. İstasyon)



Şekil 3.6. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı (2. İstasyon)



Şekil 3.7. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölge (3. İstasyon)



Şekil 3.8. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (4. İstasyon)



Şekil 3.9. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (5. İstasyon)



Şekil 3.10. Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan (temiz bölge, 6. İstasyon)

Araştırma, Temmuz 2012 tarihinde başlayıp, Nisan 2013 tarihinde tamamlanmıştır. Örneklemeler mevsimsel olarak yapılmıştır. Araştırma esnasında Aksu Çayı'nda ve Sır Barajı'nda belirlenen istasyonlardan su örnekleri alınmıştır.

3.2. Su Örneklerinde Yapılan Ölçüm ve Analizler

Araştırma, Temmuz 2012 tarihinde başlayıp, Nisan 2013 tarihinde tamamlanmıştır. Örneklemeler mevsimsel olarak yapılmıştır. Araştırma esnasında Aksu Çayı'nda ve Sır Barajı'nda belirlenen istasyonlardan su örnekleri alınmıştır.

Belirlenen istasyonlardaki sularda bir yıl süreyle mevsimlik periyotlarla:

- Sıcaklık, pH ve elektriksel iletkenlik HANNA HI 8314 Model pHmetre ile ölçülmüştür.
- Çözünmüş oksijen YSI 52 Model Oksijenmetre ile ölçülmüştür.
- Sudaki ağır metal analizleri için, 1 litrelik numune şişesi su örnekleri alınarak içlerine 2 ml nitrik asit ilave edilmiştir. Laboratuvara getirilen su örnekleri 100 ml'lik nuune kaplarına konularak ağır metal analizlerinin gerçekleştirileceği laboratuvara soğuk muhafazalı olarak gönderilmiştir. Ağır metal analizleri hizmet alımı şeklinde özel bir laboratuvarı ICP cihazında yaptırılmıştır. Su örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) konsantrasyonları belirlenmiştir.

4.BULGULAR

Bu bölümde, çalışmanın yürütüldüğü herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede, Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede ve açık bölgede bulunan istasyonlarda ve Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalın bulunduğu istasyonlarda, suda belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal parametrelere ait değerler, bu bölgelerde suda bazı ağır metallerin konsantrasyonlarına ait bulgular sırasıyla açıklanmıştır.

4.1.Aksu Çayı ve Sır Barajı Bölgesinde Suda Belirlenen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Karşılaştırması

Aksu Çayı ve Sır barajı bölgelerinde suda belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin karşılaştırması, atık su, atık suların baraj gölüne karıştığı bölge, açık bölge ve temiz bölge olmak üzere ayrı başlıklar altında yapılmıştır.

4.1.1.Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Aksu Çayı'na Deşarj Olduğu Kanalda (1. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırması

Su Sıcaklığı

Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda (1. İstasyon) ölçülen su sıcaklıklarının mevsimlere göre değişimi karşılaştırıldığında, en yüksek su sıcaklıkları (23,9-19,5 °C) yaz ve sonbahar mevsiminde, en düşük su sıcaklıkları (9,6-15,7 °C) kış ve ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. Yıllık ortalama su sıcaklıkları dikkate alındığında diğer istasyonlara göre en yüksek sıcaklık (16,9 °C) bu istasyonda ölçülmüştür (Tablo 4.1).

pH

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda (1. İstasyon) yıl boyunca ölçülen pH değerleri, ilkbahar döneminde en yüksek (8,17), sonbahar döneminde en düşük (6,9) olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalama

pH değerleri göz önüne alındığında diğer istasyonlara göre en düşük pH değeri bu istasyonda (7,32) ölçülmüştür (Tablo 4.1).

Çözünmüş Oksijen

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda (1. İstasyon) yıl boyunca çözünmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimlik değişimlerine bakıldığında, çözünmüş oksijen konsantrasyonları 4,62-6,79 mg/L arasında değişim göstermiştir. Mevsimlik sonuçlara bakıldığında en yüksek çözünmüş oksijen (6,79 mg/L) kış mevsiminde, en düşük çözünmüş oksijen (4,62 mg/L) ise sonbahar mevsiminde ölçülmüştür. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen derişimleri değerlendirildiğinde bu istasyonda ölçülen çözünmüş oksijen ortalama değeri 5,65 mg/L olarak ölçülmüştür (Tablo 4.1).

Elektriksel İletkenlik

Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda (1. İstasyon) ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimlik değişimlerine bakıldığında maksimum değer yaz mevsiminde (762 $\mu\text{S}/\text{cm}$), minumum değer ise kış mevsiminde (460 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ölçülmüştür. Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen değer diğer istasyonlara göre ortalama değer (607,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) arasında kalmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanala ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Mevsimler	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Sıcaklık (°C)	Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Yaz (2012)	8,17	5,24	22,8	762
Sonbahar	6,90	4,62	19,5	546
Kış (2013)	7,27	6,79	9,6	460
İlkbahar	6,95	5,98	15,7	662

4.1.2. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Karıştığı Aksu Çayı Bölgesinde (2. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırması

Su Sıcaklığı

Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde (2. İstasyon) ölçülen su sıcaklıklarının mevsimlere göre değişimi karşılaştırıldığında, en yüksek su sıcaklıkları (23,2-19,8 °C) yaz ve sonbahar mevsiminde, en düşük su sıcaklıkları (9,7-14,3 °C) kış ve ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Yıllık ortalama su sıcaklıkları dikkate alındığında bu istasyonda ortalama sıcaklık 16,75 °C olarak ölçülmüştür (Tablo 4.2).

pH

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde (2. İstasyon) araştırma süresince ölçülen pH değerleri, kış döneminde en yüksek (8,4), yaz döneminde en düşük (7,0) olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalama pH değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen pH değeri diğer istasyonlara göre ortalama değer (7,95) arasında kalmıştır (Tablo 4.2).

Çözülmüş Oksijen

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde (2. İstasyon) araştırma süresince çözülmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimlik değişimlerine bakıldığında, çözülmüş oksijen konsantrasyonları 4,93-6,67 mg/L arasında değişim göstermiştir. Mevsimlik sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek çözülmüş oksijen (7,54 mg/L) kış mevsiminde, en düşük çözülmüş oksijen (4,93 mg/L) ise yaz mevsiminde ölçülmüştür. Yıllık ortalama çözülmüş oksijen derişimleri değerlendirildiğinde bu istasyonda ölçülen çözülmüş oksijen ortalama değeri 6,09 mg/L olarak ölçülmüştür (Tablo 4.2).

Elektriksel İletkenlik

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde (2. İstasyon) ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri göz önüne alındığında en yüksek değer yaz ve sonbahar mevsiminde (429 $\mu\text{S/cm}$), en düşük değer ise ilkbahar mevsiminde (494 $\mu\text{S/cm}$) ölçülmüştür. Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen değer diğer istasyonlara göre ortalama değer (561 $\mu\text{S/cm}$) arasında kalmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Mevsimler	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Sıcaklık (°C)	Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$)
Yaz (2012)	8,30	4,93	23,2	629
Sonbahar	7,00	5,22	19,8	601
Kış (2013)	8,12	7,54	9,7	520
İlkbahar	8,40	6,67	14,3	494

4.1.3. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgede (3. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırması

Su Sıcaklığı

Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede (3. İstasyon) ölçülen su sıcaklıklarının mevsimlere göre değişimi değerlendirildiğinde, en yüksek su sıcaklıkları (22,6-18,6 °C) yaz ve sonbahar mevsiminde, en düşük su sıcaklıkları (8,3-13,4 °C) kış ve ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Yıllık ortalama su sıcaklıkları dikkate alındığında bu istasyonda ortalama sıcaklık 15,8°C olarak ölçülmüştür (Tablo 4.3).

pH

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede (3. İstasyon) araştırma süresince tespit edilen pH değerleri, yaz ve kış döneminde en yüksek (8,4), sonbahar döneminde en düşük (6,8) olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalama pH değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen pH değeri diğer istasyonlara göre ortalama değer (7,72) arasında kalmıştır (Tablo 4.3).

Çözünmüş Oksijen

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede (3. İstasyon) yıl boyunca çözünmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimlik değişimlerine bakıldığında, çözünmüş oksijen konsantrasyonları 2,58-8,13 mg/L arasında değişim göstermiştir. Mevsimlik sonuçlara bakıldığında en yüksek çözünmüş oksijen (8,13 mg/L) ilkbahar mevsiminde, en düşük çözünmüş oksijen (2,58 mg/L) ise sonbahar mevsiminde ölçülmüştür. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen derişimleri değerlendirildiğinde bu istasyonda ölçülen çözünmüş oksijen ortalama değeri 6,09 mg/L olarak ölçülmüştür (Tablo 4.3).

Elektriksel İletkenlik

Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede (3. İstasyon) ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimlik değişimleri değerlendirildiğinde en yüksek değer ilkbahar mevsiminde (605 μ S/cm), en düşük değer ise kış mevsiminde (500 μ S/cm) ölçülmüştür. Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen değer diğer istasyonlara göre ortalama değer (560,25 μ S/cm) arasında kalmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeye ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Mevsimler	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Sıcaklık (°C)	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)
Yaz (2012)	8,40	4,39	22,6	550
Sonbahar	6,80	2,58	18,6	586
Kış (2013)	7,30	6,44	8,3	500
İlkbahar	8,40	8,13	13,4	605

4.1.4. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak Açık Bölgede (4. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırması

Su Sıcaklığı

Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (4. İstasyon) ölçülen su sıcaklıklarının mevsimlere göre değişimine bakıldığında, en yüksek su sıcaklıkları (23,9-18,7 °C) yaz ve sonbahar mevsiminde, en düşük su sıcaklıkları (8,1-12,8 °C) kış ve ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Yıllık ortalama su sıcaklıkları dikkate alındığında bu istasyonda ortalama sıcaklık 15,87 °C olarak ölçülmüştür (Tablo 4.4).

pH

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (4. İstasyon) araştırma süresince ölçülen pH değerleri, ilkbahar döneminde en yüksek (8,4), sonbahar döneminde en düşük (7,1) olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalama pH değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen pH değeri diğer istasyonlara göre ortalama değer (7,85) arasında kalmıştır (Tablo 4.4).

Çözünmüş Oksijen

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (4. İstasyon) mevsimsel olarak ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonu değişimlerine bakıldığında, çözünmüş oksijen konsantrasyonları 2,90-7,58 mg/L arasında değişim göstermiştir. Mevsimlik sonuçlara bakıldığında en yüksek çözünmüş oksijen (7,58 mg/L) kış mevsiminde, en düşük çözünmüş oksijen (2,90 mg/L) ise sonbahar mevsiminde ölçülmüştür. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen derişimleri değerlendirildiğinde en düşük çözünmüş oksijen miktarı bu istasyonda belirlenmiş olup 5,05 mg/L olarak ölçülmüştür (Tablo 4.4).

Elektriksel İletkenlik

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (4. İstasyon) araştırma süresince ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimlik değişimlerine bakıldığında en yüksek değer sonbahar mevsiminde (780 $\mu\text{S/cm}$), en düşük değer ise kış mevsiminde (480 $\mu\text{S/cm}$) ölçülmüştür. Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen elektriksel iletkenlik değeri diğer istasyonlara göre en yüksek olarak (617,75 $\mu\text{S/cm}$) ölçülmüştür (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeye ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Mevsimler	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Sıcaklık (°C)	Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$)
Yaz (2012)	8,10	3,28	23,9	624
Sonbahar	7,10	2,90	18,7	780
Kış (2013)	7,80	7,58	8,1	480
İlkbahar	8,40	6,47	12,8	587

4.1.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak Açık Bölgede (5. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırması

Su Sıcaklığı

Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (5. istasyon), ölçülen su sıcaklıklarının mevsimlere göre değişimi göz önüne alındığında, en yüksek su sıcaklıkları (22,4-18,9 °C) yaz ve sonbahar mevsiminde, en düşük su sıcaklıkları (7,6-12 °C) kış ve ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Yıllık ortalama su sıcaklıkları dikkate alındığında en düşük sıcaklık bu istasyonda belirlenmiş olup 15,22 °C olarak ölçülmüştür (Tablo 4.5).

pH

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (5. istasyon) araştırma süresince ölçülen pH değerleri, ilkbahar döneminde en yüksek (8,95), sonbahar döneminde en düşük (7,3) olarak belirlenmiştir. Yıllık ortalama pH değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen pH değeri diğer istasyonlara göre ortalama değer (8,14) arasında kalmıştır (Tablo 4.5).

Çözünmüş Oksijen

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (5. istasyon) mevsimsel olarak ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonu değişimlerine bakıldığında, çözünmüş oksijen konsantrasyonları 4,62-12,93 mg/L arasında değişim göstermiştir. Mevsimlik sonuçlara bakıldığında en yüksek çözünmüş oksijen (12,93 mg/L) sonbahar mevsiminde, en düşük çözünmüş oksijen (4,62 mg/L) ise yaz mevsiminde ölçülmüştür. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen derişimleri değerlendirildiğinde en yüksek çözünmüş oksijen miktarı bu istasyonda belirlenmiş olup 8,42 mg/L olarak ölçülmüştür (Tablo 4.5).

Elektriksel İletkenlik

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (5. istasyon) ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimlik değişimleri incelendiğinde en yüksek değer kış mevsiminde (670 $\mu\text{S/cm}$), en düşük değer ise yaz mevsiminde (543 $\mu\text{S/cm}$) ölçülmüştür. Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen değer diğer istasyonlara göre ortalama değer (612,5 $\mu\text{S/cm}$) arasında kalmıştır (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeye ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Mevsimler	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Sıcaklık (°C)	Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$)
Yaz (2012)	8,20	4,62	22,4	543
Sonbahar	7,30	12,93	18,9	610
Kış (2013)	8,11	8,02	7,6	670
İlkbahar	8,95	8,14	12	627

4.1.6. Herhangi Bir Endüstriyel Kuruluşun Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karışmadığı Alan Olarak Belirlenen Temiz Bölgede (6. İstasyon) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırması

Su Sıcaklığı

Araştırma süresince herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede (6. istasyon), ölçülen su sıcaklıklarının mevsimlere göre değişimi değerlendirildiğinde, en yüksek su sıcaklıkları (23,1-19,3 °C) yaz ve sonbahar mevsiminde, en düşük su sıcaklıkları (7,7-13,6 °C) kış ve ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Yıllık ortalama su sıcaklıkları dikkate alındığında bu istasyonda ortalama sıcaklık 15,9 °C olarak ölçülmüştür (Tablo 4.6).

pH

Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede (6. istasyon) araştırma süresince ölçülen pH değerleri, sonbahar döneminde en yüksek (8,60), yaz döneminde en düşük (8,12) olarak tespit edilmiştir.. Yıllık ortalama pH değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen pH değeri diğer istasyonlara göre en yüksek (8,43) olarak ölçülmüştür (Tablo 4.6).

Çözünmüş Oksijen

Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede (6. istasyon) mevsimsel olarak ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonu değişimlerine bakıldığında, çözünmüş oksijen konsantrasyonları 5,73-9,55 mg/L arasında değişim göstermiştir. Mevsimlik sonuçlara bakıldığında en yüksek çözünmüş oksijen (9,55 mg/L) kış mevsiminde, en düşük çözünmüş oksijen (5,73 mg/L) ise yaz mevsiminde ölçülmüştür. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen derişimleri değerlendirildiğinde bu istasyonda ölçülen çözünmüş oksijen ortalama değeri 8 mg/L olarak ölçülmüştür (Tablo 4.6).

Elektriksel İletkenlik

Araştırma süresince herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede (6. istasyon) ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimlik değişimleri incelendiğinde en yüksek değer yaz mevsiminde (620 μ S/cm), en düşük değer ise sonbahar mevsiminde (400 μ S/cm) ölçülmüştür. Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri göz önüne alındığında bu istasyonda ölçülen elektriksel iletkenlik değeri diğer istasyonlara göre en düşük olarak (550,75 μ S/cm) ölçülmüştür (Tablo 4.6).

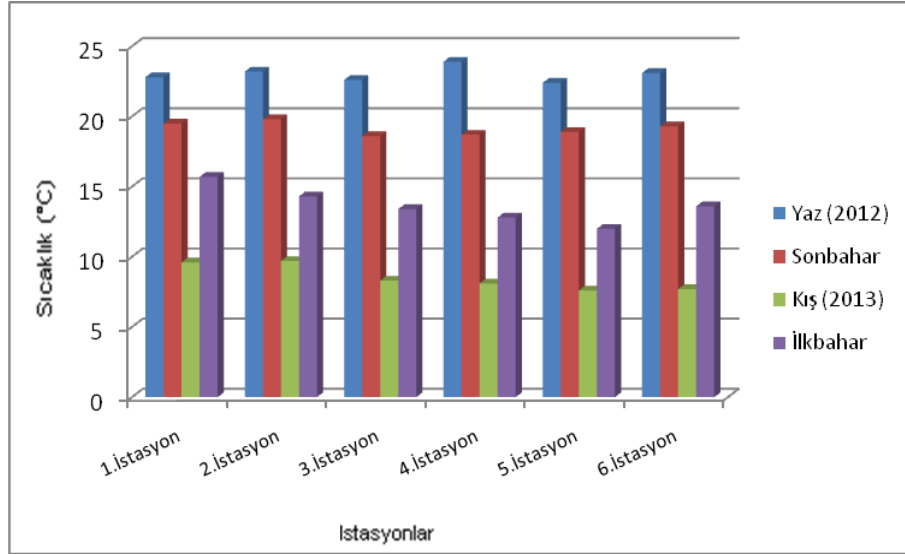
Tablo 4.6. Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgeye ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Mevsimler	pH	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	Sıcaklık (°C)	Elektriksel İletkenlik (µS/cm)
Yaz (2012)	8,12	5,73	23,1	655
Sonbahar	8,60	7,74	19,3	465
Kış (2013)	8,20	9,55	7,7	580
İlkbahar	8,83	9,01	13,6	503

4.2. Bazı Fizikokimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimi

Su Sıcaklığı

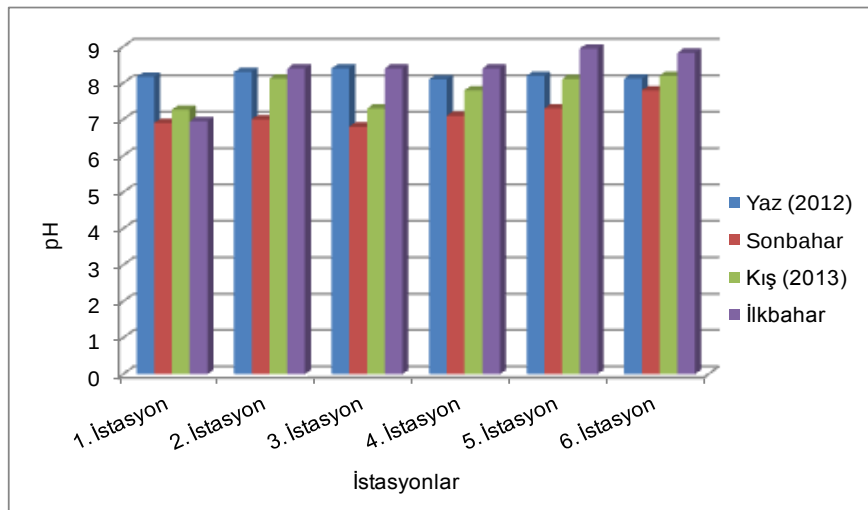
Aksu Çayı ve Sır barajı bölgelerinde belirlenen istasyonlarda ölçülen su sıcaklıkları normal olarak mevsimlere bağlı azalıp artmıştır. Araştırma süresince temiz istasyon olarak seçilen bölgeden alınan suların su sıcaklığı diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında en düşük sıcaklıklar Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5.İstasyon) alınan sularda ölçülmüştür. Su sıcaklıklarının mevsimlere göre değişimi karşılaştırıldığında, ortalama sıcaklık en düşük Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (5.İstasyon), en yüksek ortalama sıcaklık Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda (1. İstasyon) kaydedilmiştir. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4. İstasyon) alınan su örnekleri ve Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3. İstasyon) alınan su örneklerinin yıllık ortalama su sıcaklıklarının aynı olduğu (15,8 °C). Atık suların kanala deşarj olduğu bölgeler atık suların bırakıldığı akarsu yatağına oranla daha sığ ve geniş bir yapıya sahip olmasından, akıntının en az düzeyde olmasından ve bu bölgelerde çamur oluşumunun çok fazla olmasından dolayı bu bölgelerdeki su sıcaklıkları, hem atık su hem de açık bölgede kaydedilen su sıcaklıklarına göre biraz daha yüksek olmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen sıcaklık değerlerinin mevsimsel değişimi

pH

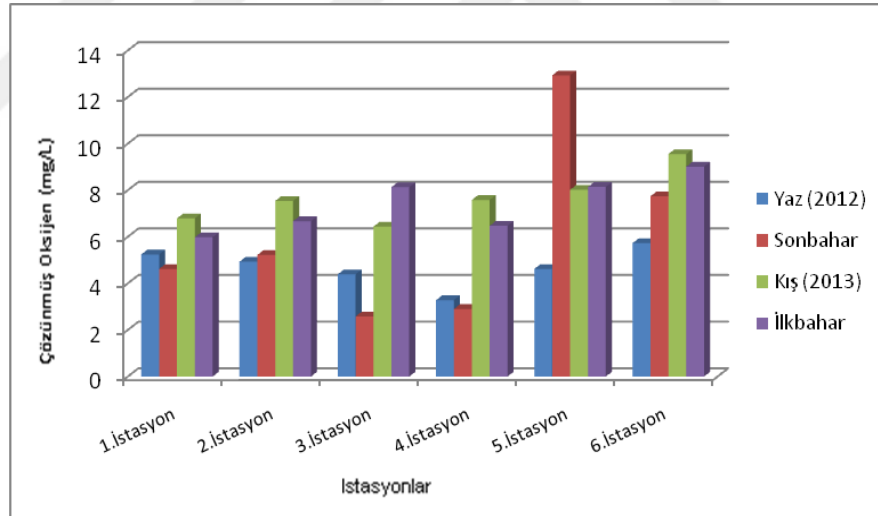
Çalışmanın yürütüldüğü istasyonlarda araştırma süresince en düşük pH değerleri Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1. İstasyon) alınan su örneklerinde belirlenmiştir. Araştırma süresince yıllık ortalama pH değeri en düşük (7,32) Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda (1. İstasyon) en yüksek (8,43) temiz bölge olarak belirlenen alanda (6.İstasyon) tespit edilmiştir. Mevsimlik olarak ölçülen yıllık ortalama pH değerlerinin birbirine yakın değerler olduğu (7,72-8,14) belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen pH değerlerinin mevsimsel değişimi

Çözünmüş Oksijen

Araştırma süresince belirlenen istasyonlarda en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4. İstasyon) alınan su örneklerinde belirlenmiş olup, bu bölgedeki çözünmüş oksijen konsantrasyonu 5'in altındaki değerlerde (2,90-3,28 mg/L) tespit edilmiştir. Araştırma süresince yıllık ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonu en düşük (5,05 mg/L) Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (4. İstasyon) en yüksek (8,42 mg/L) Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (5.İstasyon) tespit edilmiştir. Bu araştırmada çözünmüş oksijen konsantrasyonları su sıcaklığıyla ters orantılı olarak değişimler göstermiştir. Araştırmanın yürütüldüğü istasyonlarda en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonları, su sıcaklıklarının düşük olduğu kış mevsiminde, en düşük konsantrasyonlar ise su sıcaklığının yüksek olduğu yaz mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 4.3).

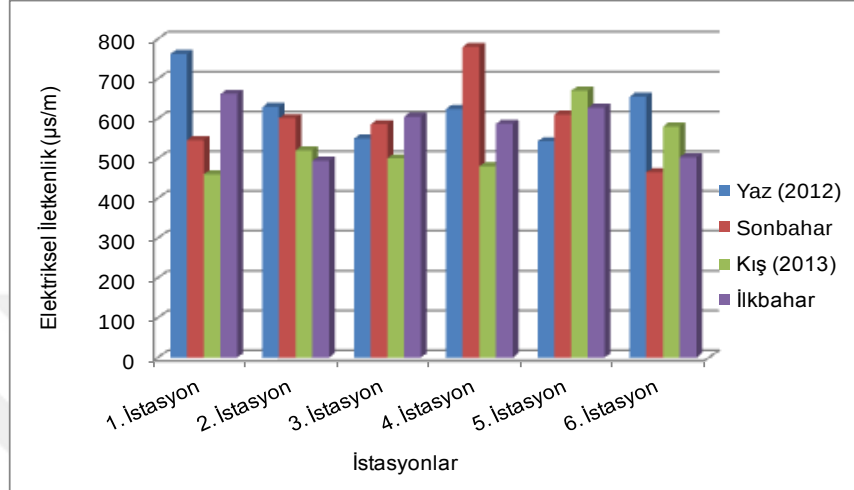


Şekil 4.3. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi

Elektriksel İletkenlik

Çalışması süresince istasyonlarda mevsimsel olarak ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri karşılaştırıldığında, 4. İstasyonda ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin diğer istasyonlara kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 1. istasyonda 575 $\mu\text{S/cm}$, 2. istasyonda 537,5 $\mu\text{S/cm}$, 3. istasyonda 522,5 $\mu\text{S/cm}$, 4. istasyonda 590 $\mu\text{S/cm}$, 5. istasyonda 587,5 $\mu\text{S/cm}$, 6. istasyonda 515

$\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede bulunan 4. ve 5. istasyonlarda elektriksel iletkenlik değerleri en yüksek olarak ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik değerleri sıcaklıkla doğru orantılı olarak değişim göstermiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimsel değişimi

4.3. Aksu Çayı ve Sır Barajı Bölgesinde Suda Ağır Metal Konsantrasyonları

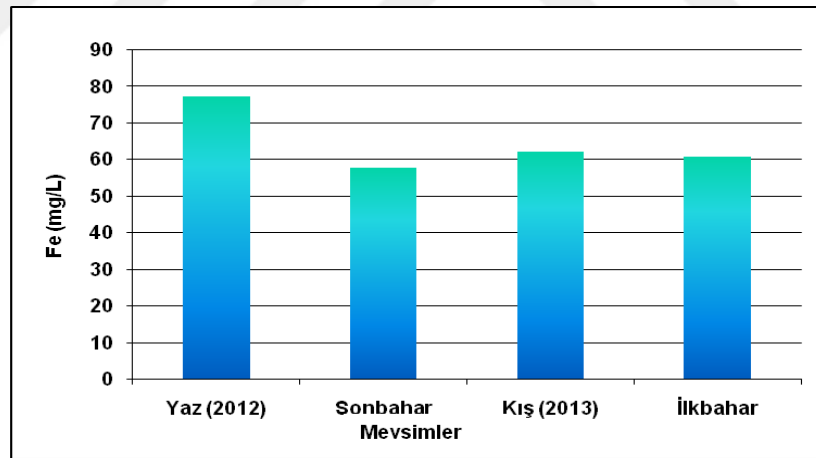
Tez çalışmasında, bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin Aksu Çayı ve Sır Barajı bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimleri ve istasyonlar arası karşılaştırmalar incelenmiştir. Ağır metal konsantrasyonlarında kaydedilen değişimlerle ilgili açıklamalar ve yorumlar her bir istasyon için ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

4.3.1. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Aksu Çayı'na Deşarj Olduğu Kanaldan (1. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), ve çinko (Zn) krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş olup, arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları ise cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir.

Demir (Fe)

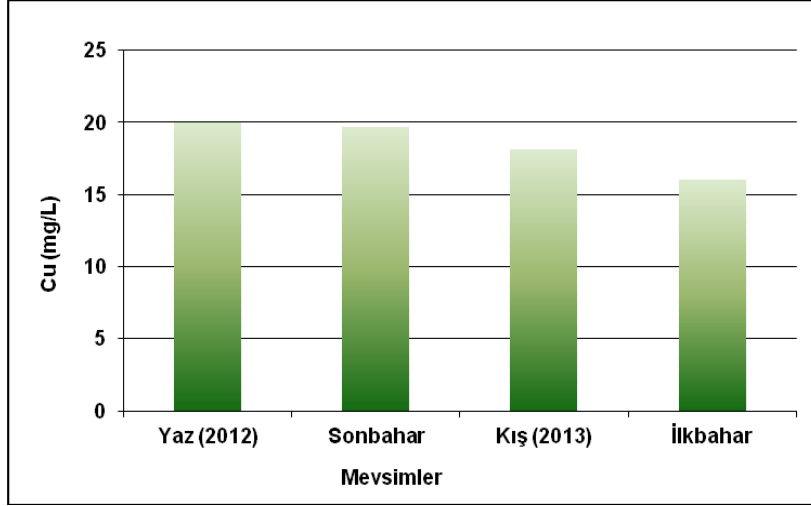
Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerindeki Fe değerlerinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Fe konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (60,7 mg/L), en yüksek Fe konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (77,2 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

Bakır (Cu)

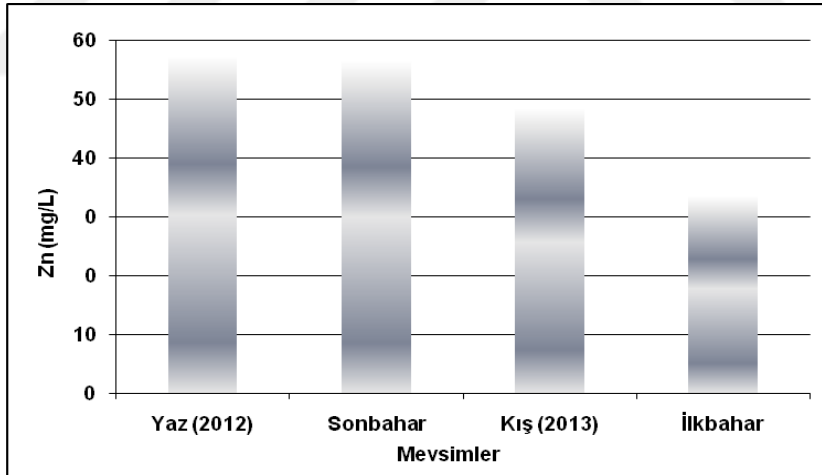
Su örneklerindeki Cu değerlerinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Cu konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (16 mg/L), en yüksek Cu konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (20 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1. İstasyon) alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

Çinko (Zn)

Zn elementinin mevsimlere göre değişimi göz önüne alındığında en düşük Zn değeri ilkbahar mevsiminde (33,5 mg/L), en yüksek Zn değeri değeri ise yaz mevsiminde (57,1 mg/L) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7).

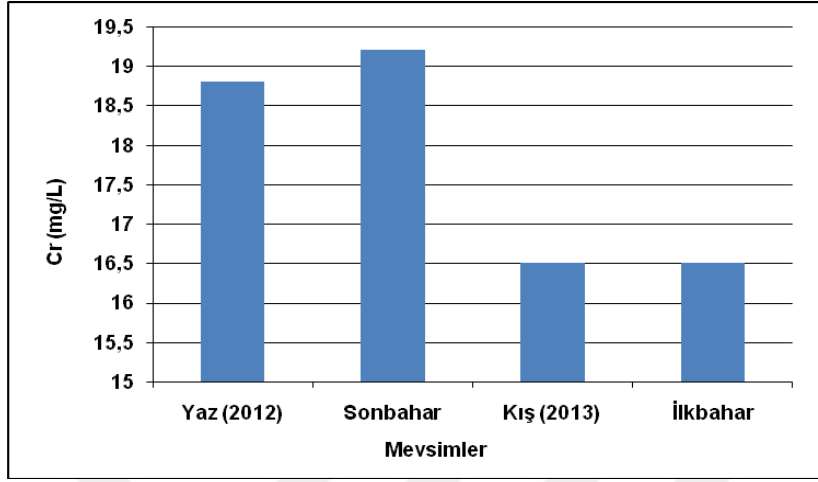


Şekil 4.7. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Zn konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

Krom (Cr)

Çalışma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Cr

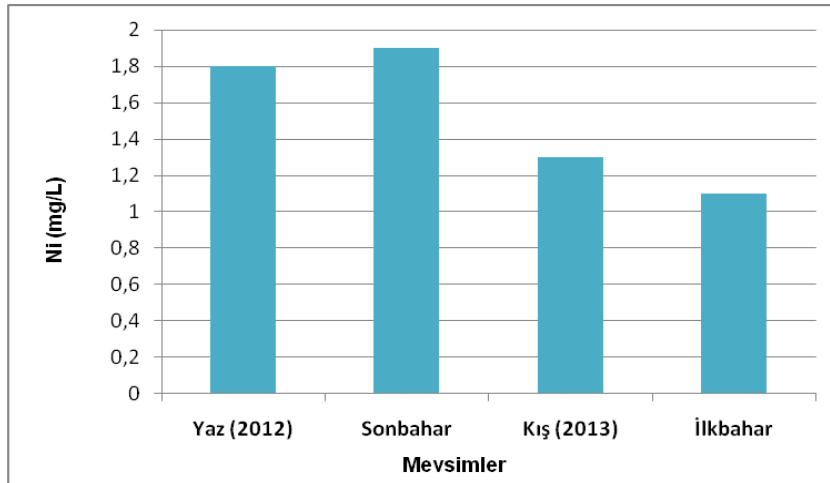
konsantrasyonu kış ve ilkbahar mevsiminde (12,5 mg/L), en yüksek Cr konsantrasyonu ise sonbahar mevsiminde (19,2 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Cr konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

Nikel (Ni)

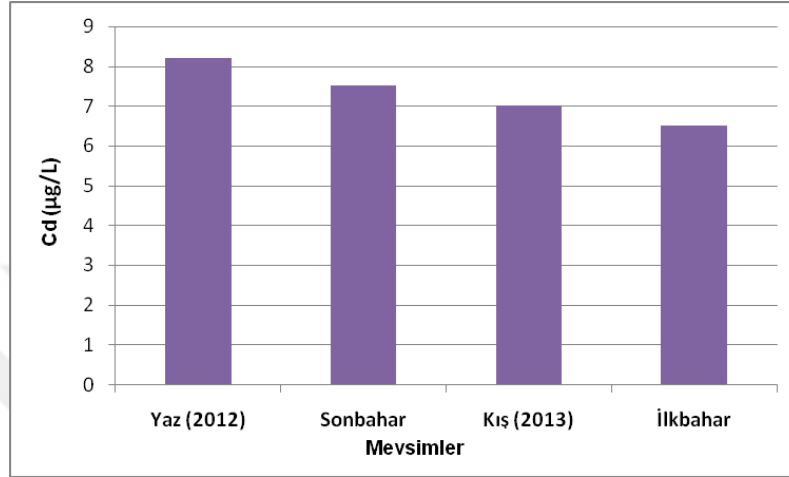
Su örneklerindeki Ni değerlerinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Ni konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (1,1 mg/L), en yüksek Ni konsantrasyonu ise sonbahar mevsiminde (1,9 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Ni konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

Kadmiyum (Cd)

Araştırma boyunca su örneklerindeki Cd değerlerinin mevsimlere göre değişimi değerlendirildiğinde, en düşük Cd konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (6,5 µg/L), en yüksek Ni konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (8,2 µg/L) tespit edilmiştir (Şekil 4.10).



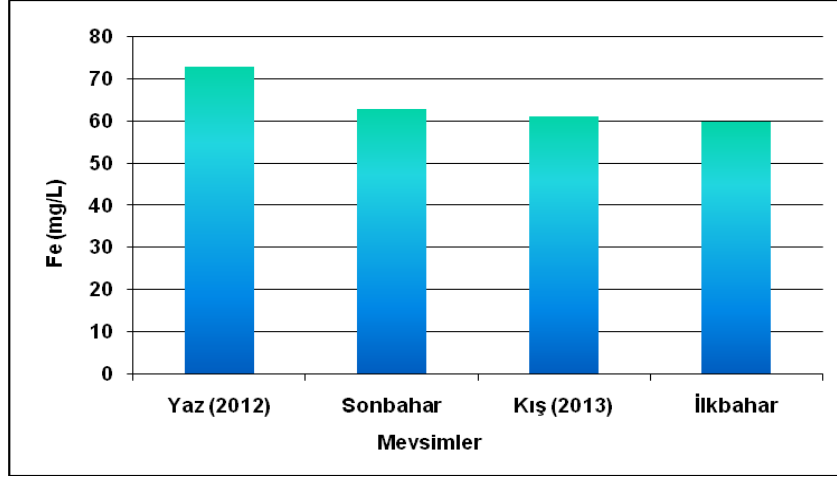
Şekil 4.10. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerinde Cd konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

4.3.2. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Karıştığı Aksu Çayı Bölgesinde (2. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), ve çinko (Zn) krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş olup, arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları ise cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir.

Demir (Fe)

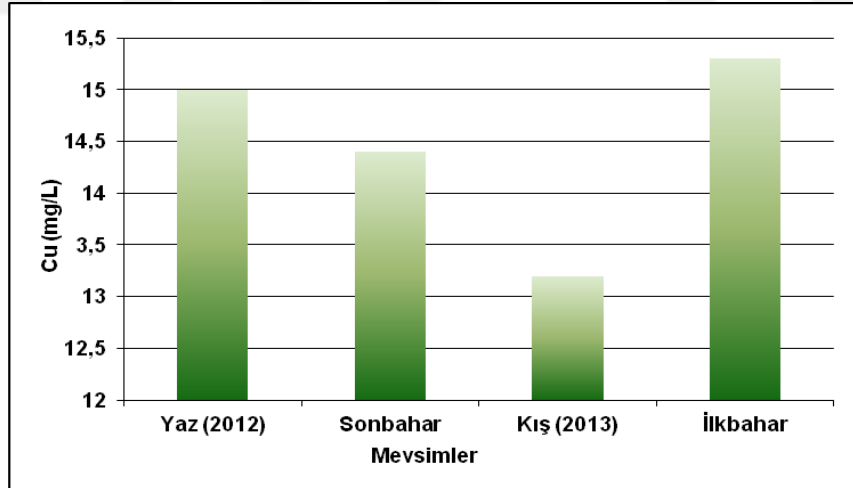
Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerindeki Fe değerlerinin mevsimlere göre değişimi incelendiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu kış mevsiminde (60,9 mg/L), en yüksek Fe konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (72,9 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Fekonsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Bakır (Cu)

Su örneklerindeki Cu değerlerinin mevsimlere göre değişimi göz önüne alındığında, en düşük Cu konsantrasyonu kış mevsiminde (13,2 mg/L), en yüksek Cu konsantrasyonu ise ilkbahar mevsiminde (15,3 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.12).

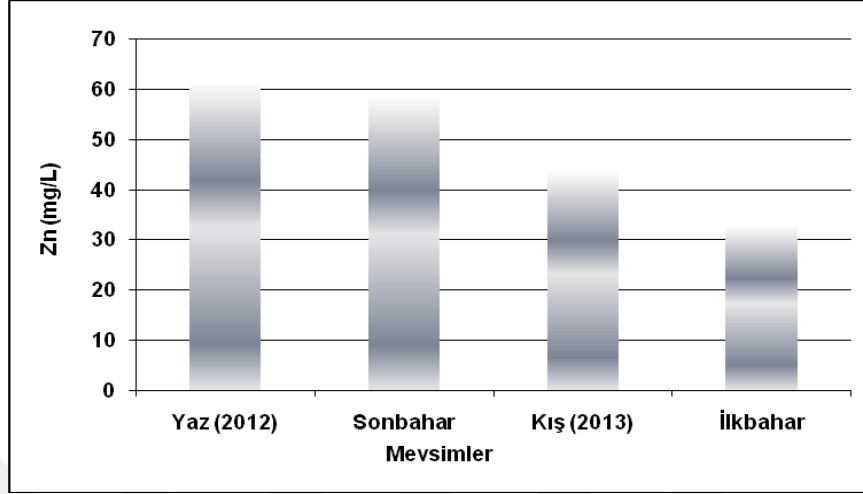


Şekil 4.12. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Çinko (Zn)

Araştırma süresince Zn elementinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında ölçülen değerler arasında önemli konsantrasyon farkları gözlemlenmemiştir. En düşük Zn

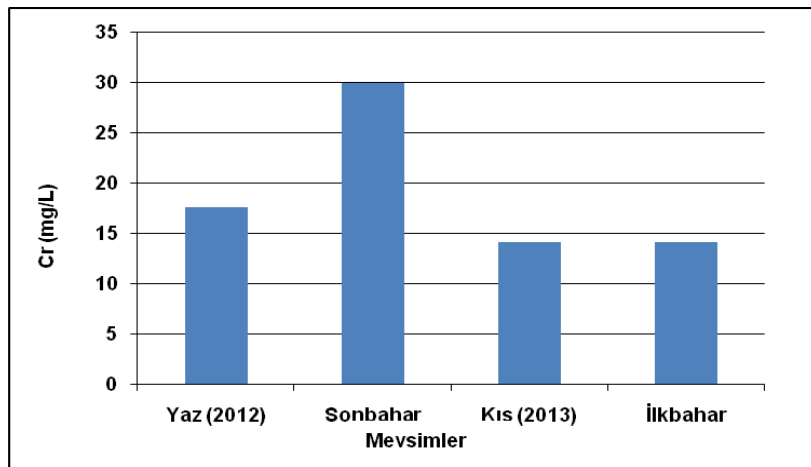
değeri ilkbahar mevsiminde (32,7 mg/L), en yüksek değeri ise yaz mevsiminde (61,3 mg/L) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Zn konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Krom (Cr)

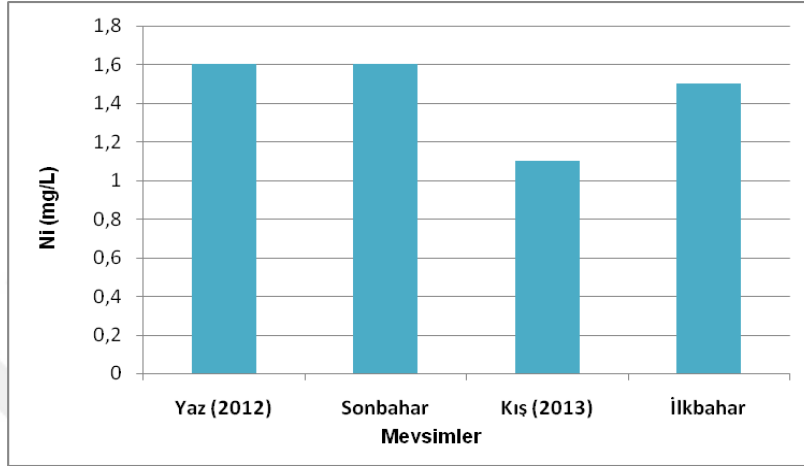
Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1.İstasyon) alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Cr konsantrasyonu kış ve ilkbahar mevsiminde (14,1 mg/L), en yüksek Cr konsantrasyonu ise sonbahar mevsiminde (29,9 mg/L) tespit edilmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Cr konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Nikel (Ni)

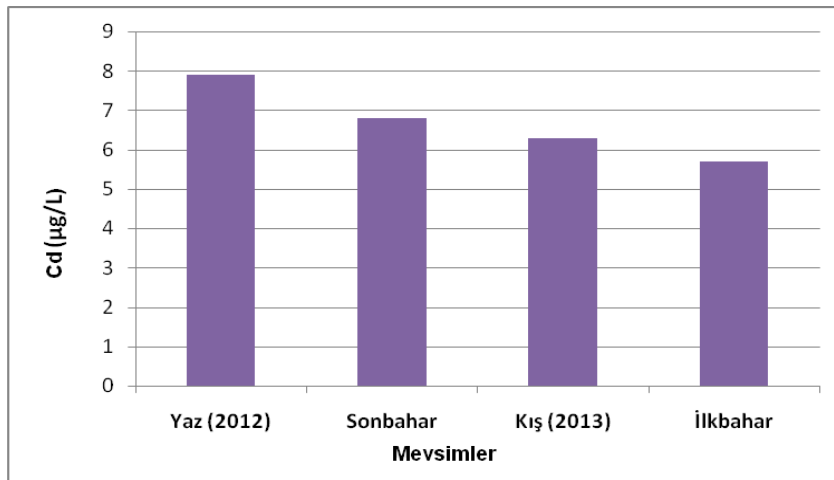
Su örneklerindeki Ni değerlerinin mevsimlere göre değişimi göz önüne alındığında, en düşük Ni konsantrasyonu kış mevsiminde (11,1 mg/L), en yüksek Ni konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (1,6 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Ni konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Kadmiyum (Cd)

Çalışma boyunca su örneklerindeki Cd değerlerinin mevsimlere göre değişimi değerlendirildiğinde, en düşük Cd konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (5,7 µg/L), en yüksek Ni konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (7,9 µg/L) tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



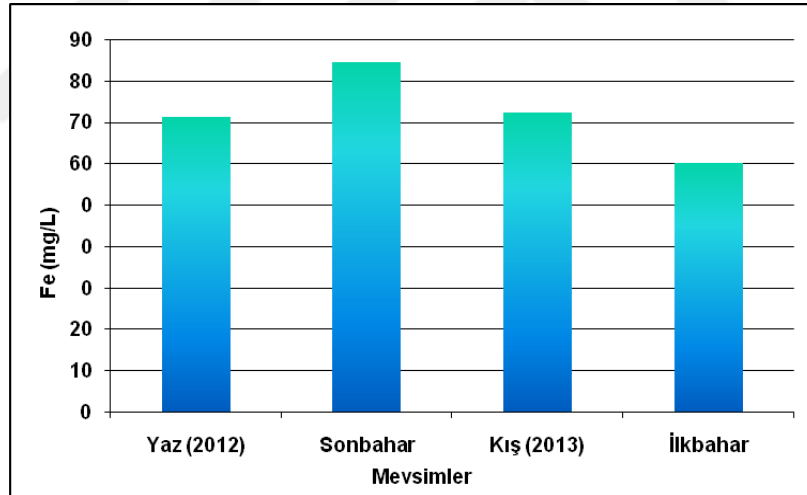
Şekil 4.16. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinden (2.İstasyon) alınan su örneklerinde Cd konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

4.3.3. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden (3. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3.İstasyon) alınan su örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), ve çinko (Zn) krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş olup, arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları ise cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir.

Demir (Fe)

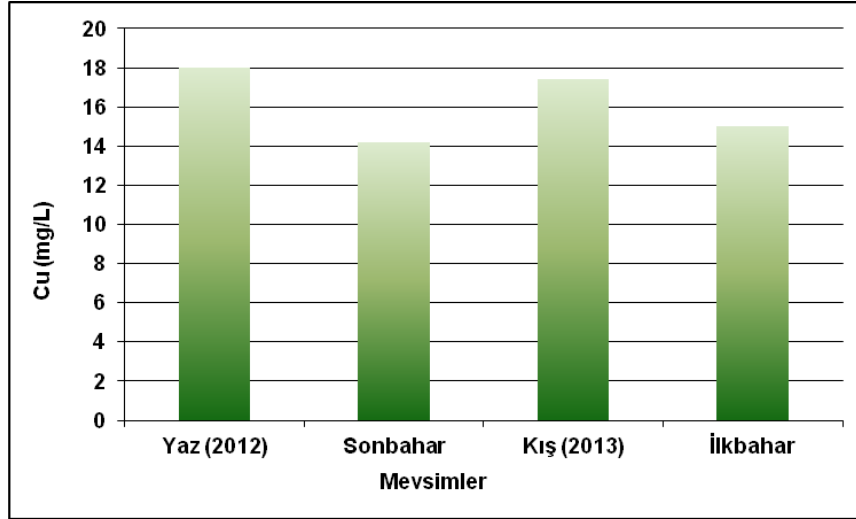
Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3.İstasyon) alınan su örneklerindeki Fe değerlerinin mevsimlere göre değişimi değerlendirildiğinde, en düşük Fe konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (60,1 mg/L), en yüksek Fe konsantrasyonu ise sonbahar mevsiminde (84,4 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3.İstasyon) alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Bakır (Cu)

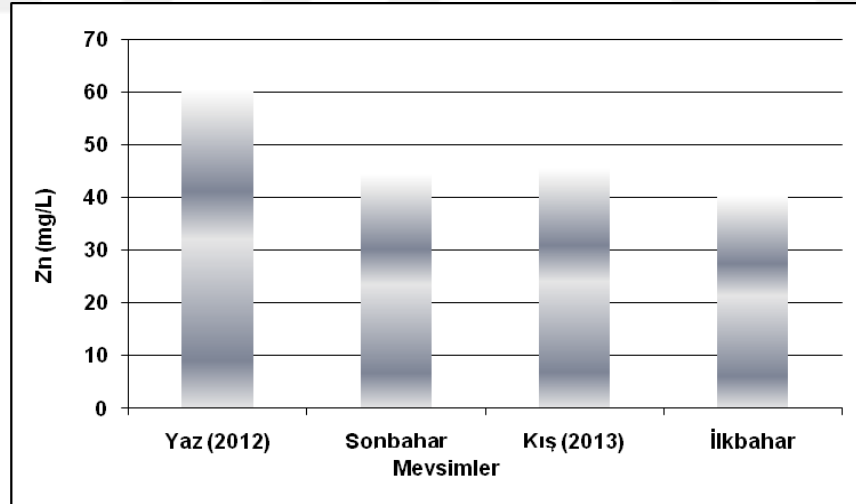
Su örneklerindeki Cu değerleri mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Cu konsantrasyonu sonbahar mevsiminde (14,2 mg/L), en yüksek Cu konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (18 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3.İstasyon) alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Çinko (Zn)

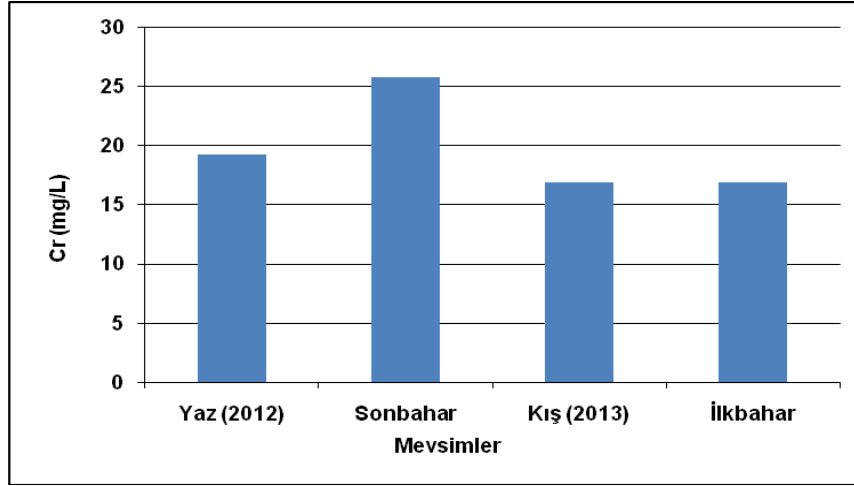
Zn elementinin araştırma süresince mevsimlere göre değişimi göz önüne alındığında en düşük Zn değeri ilkbahar mevsiminde (40,3 mg/L), en yüksek değeri ise yaz mevsiminde (60,4 mg/L) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3.İstasyon) alınan su örneklerinde Zn konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Krom (Cr)

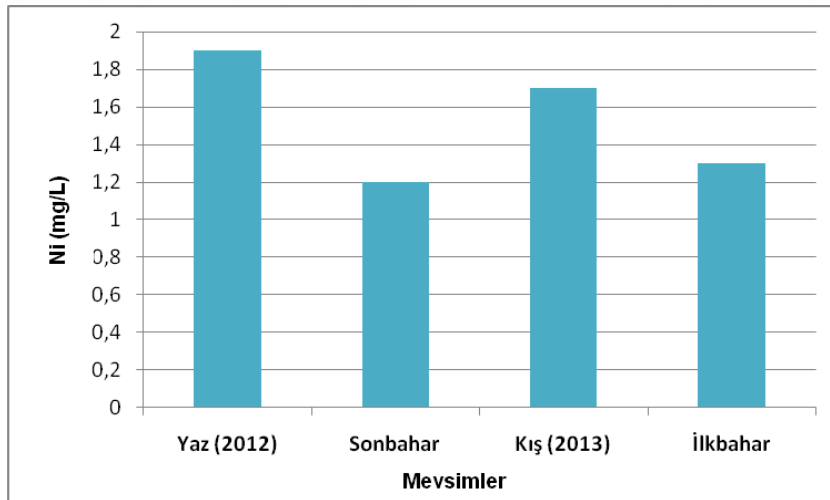
Su örneklerindeki Cr değerlerinin mevsimlere göre değişimi göz önüne alındığında, en düşük Cr konsantrasyonu kış ve ilkbahar mevsiminde (16,9 mg/L), en yüksek Cr konsantrasyonu ise sonbahar mevsiminde (25,7 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3.İstasyon) alınan su örneklerinde Cr konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Nikel (Ni)

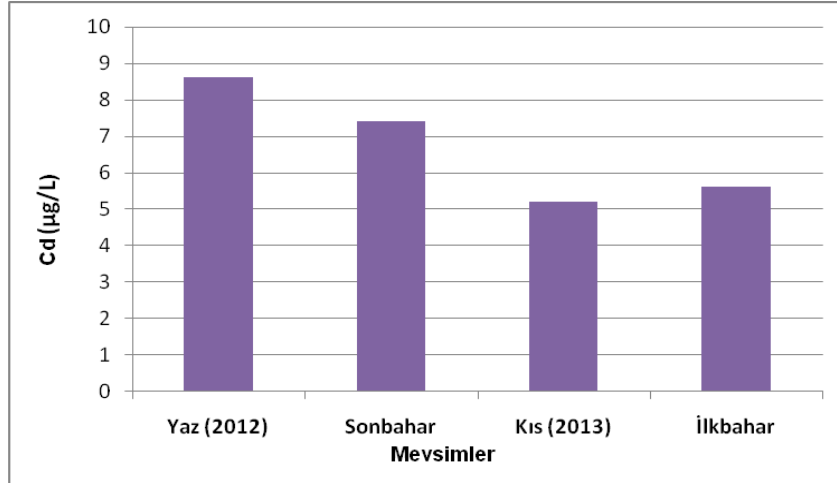
Araştırma süresince su örneklerindeki Ni değerlerinin mevsimlere göre değişimi göz önüne alındığında, en düşük Ni konsantrasyonu sonbahar mevsiminde (1,2 mg/L), en yüksek Ni konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (1,9 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3.İstasyon) alınan su örneklerinde Ni konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Kadmiyum (Cd)

Su örneklerindeki Cd değerlerinin mevsimlere göre değişimi değerlendirildiğinde, en düşük Cd konsantrasyonu kış mevsiminde (5,2 µg/L), en yüksek Ni konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (8,6 µg/L) tespit edilmiştir (Şekil 4.22).



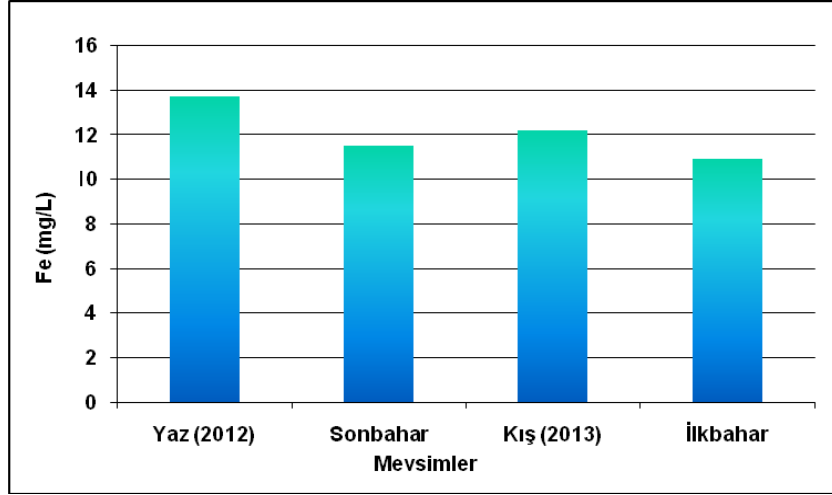
Şekil 4.22. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3.İstasyon) alınan su örneklerinde Cd konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

4.3.4. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak, Açık Bölgeden (4. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4.İstasyon) alınan su örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), ve çinko (Zn) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş olup, krom (Cr),kadmium (Cd), nikel (Ni), arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları ise cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir.

Demir (Fe)

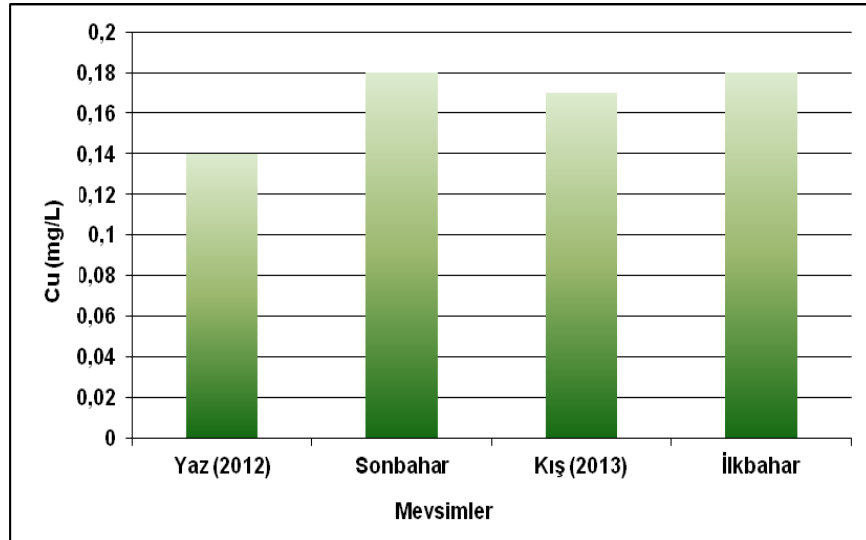
Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4.İstasyon) araştırma süresince alınan su örneklerindeki Fe değerlerinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Fe konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (10,9 mg/L), en yüksek Fe konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (13,7 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4.İstasyon) alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Bakır (Cu)

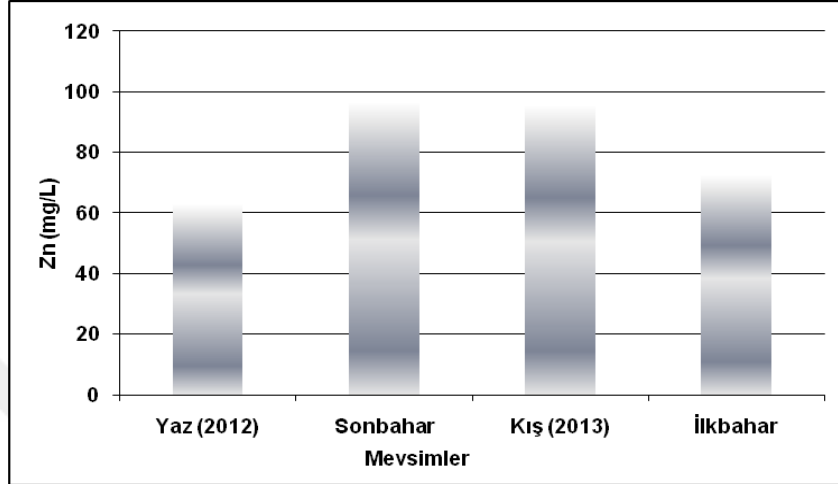
Araştırma süresince alınan su örneklerindeki Cu değerlerinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Cu konsantrasyonu yaz mevsiminde (0,14 mg/L), en yüksek Cu konsantrasyonu ise ilkbahar ve sonbahar mevsiminde (0,18 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4.İstasyon) alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonunun mevsimlere göre değişimi

Çinko (Zn)

Araştırma süresince Zn elementinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında en düşük Zn değeri yaz mevsiminde (62,9 mg/L), en yüksek değeri ise kış mevsiminde (96,4 mg/L) olarak tespit edilmiştir. (Şekil 4.25).



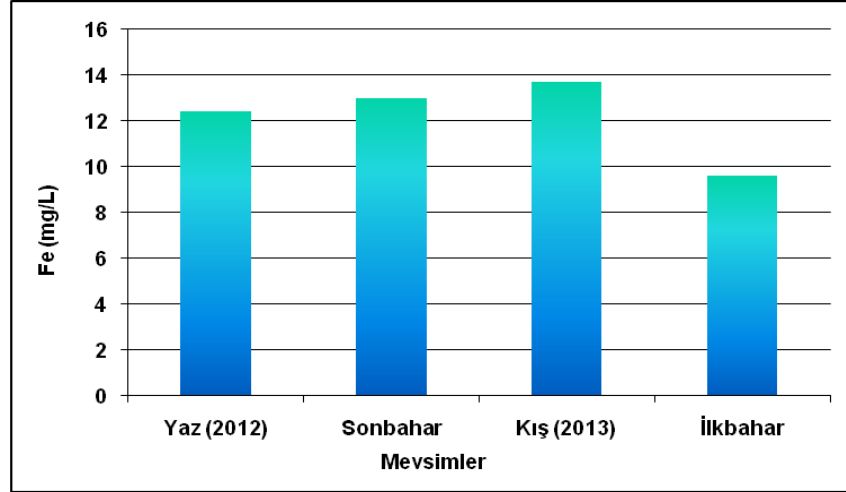
Şekil 4.25.Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4. İstasyon) alınan su örneklerinde Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

4.3.5. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölgeden Uzak, Açık Bölgeden (5. İstasyon) Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5.İstasyon) alınan su örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), ve çinko (Zn) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş olup, krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları ise cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir.

Demir (Fe)

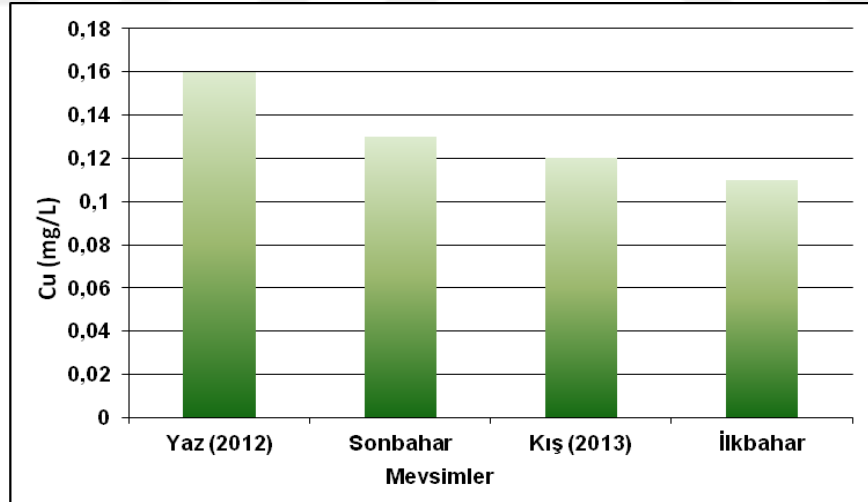
Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5.İstasyon) araştırma süresince alınan su örneklerindeki Fe değerlerinin mevsimlere göre değişimi göz önüne alındığında, en düşük Fe konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (9,6 mg/L), en yüksek Fe konsantrasyonu ise kış mevsiminde (13,7 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5. İstasyon) alınan su örneklerinde Demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

Bakır (Cu)

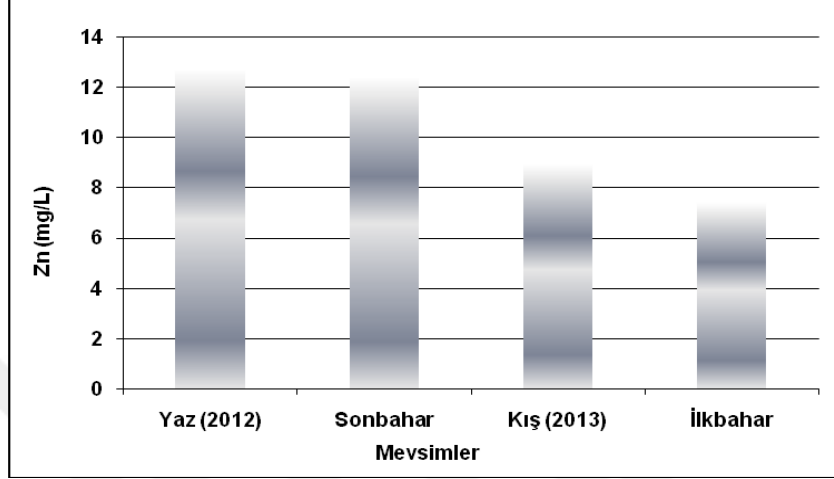
Araştırma süresince alınan su örneklerindeki Cu değerlerinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Cu konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (0,11 mg/L), en yüksek Cu konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (0,16 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5. İstasyon) alınan su örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

Çinko (Zn)

Zn elementinin araştırma süresince mevsimlere göre değişimine bakıldığında en düşük Zn değeri ilkbahar mevsiminde (7,4 mg/L), en yüksek değeri ise yaz mevsiminde (12,7 mg/L) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.28).



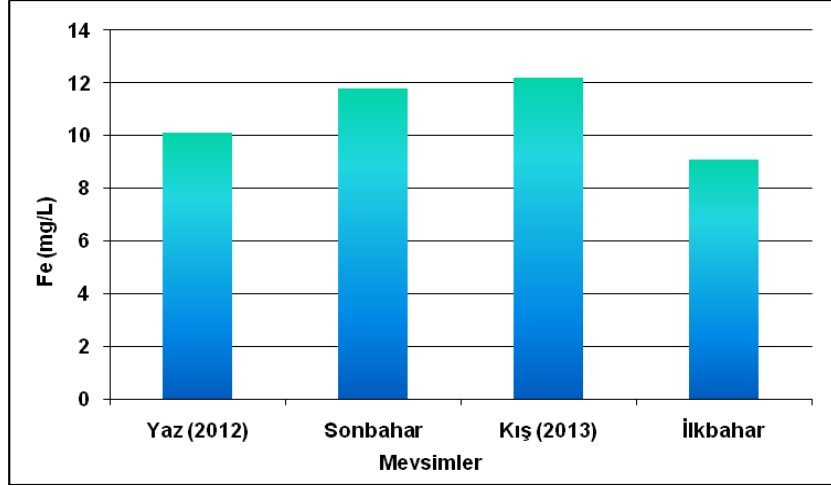
Şekil 4.28. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5. İstasyon) alınan su örneklerinde Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

4.3.6. Herhangi Bir Endüstriyel Kuruluşun Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne Karışmadığı Alan Olarak Belirlenen Temiz Bölgeden Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimlere Göre Değişimleri

Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgeden (6.İstasyon) alınan su örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), ve çinko (Zn) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş olup, krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları ise cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir.

Demir (Fe)

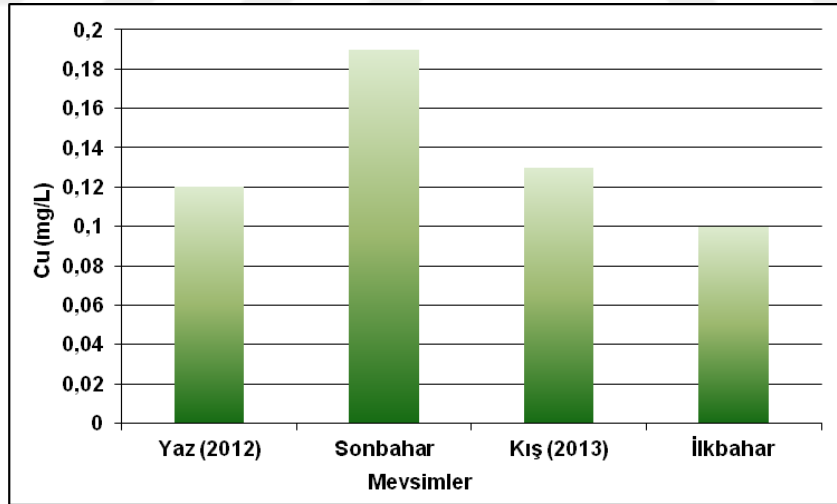
Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgeden (6.İstasyon) araştırma süresince alınan su örneklerindeki Fe değerlerinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Fe konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (9,1 mg/L), en yüksek Fe konsantrasyonu ise kış mevsiminde (12,2 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak olarak belirlenen temiz bölgeden (6. İstasyon) alınan su örneklerinde Demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

Bakır (Cu)

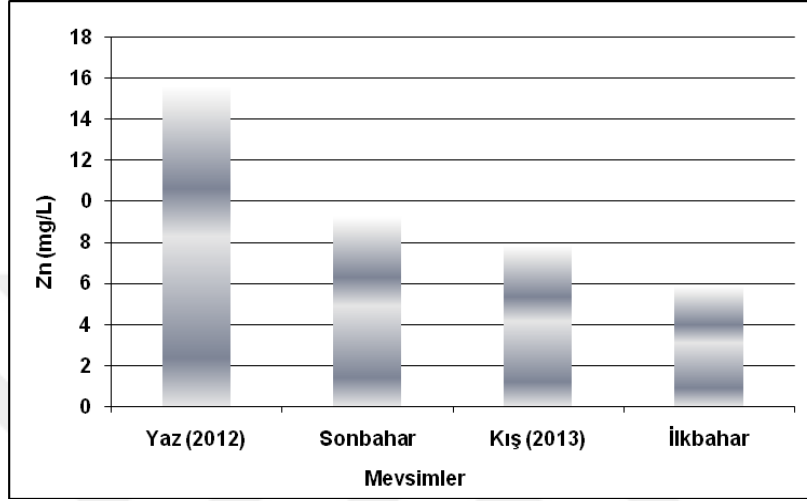
Araştırma süresince alınan su örneklerindeki Cu değerlerinin mevsimlere göre değişimi dikkate alındığında, en düşük Cu konsantrasyonu ilkbahar mevsiminde (0,1 mg/L), en yüksek Cu konsantrasyonu ise sonbahar mevsiminde (0,19 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgeden (6. İstasyon) alınan su örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

Çinko (Zn)

Zn elementinin araştırma süresince mevsimlere göre değişimini göz önüne alındığında en düşük Zn değeri ilkbahar mevsiminde (5,8 mg/L), en yüksek değeri ise kış mevsiminde (15,6 mg/L) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.31).



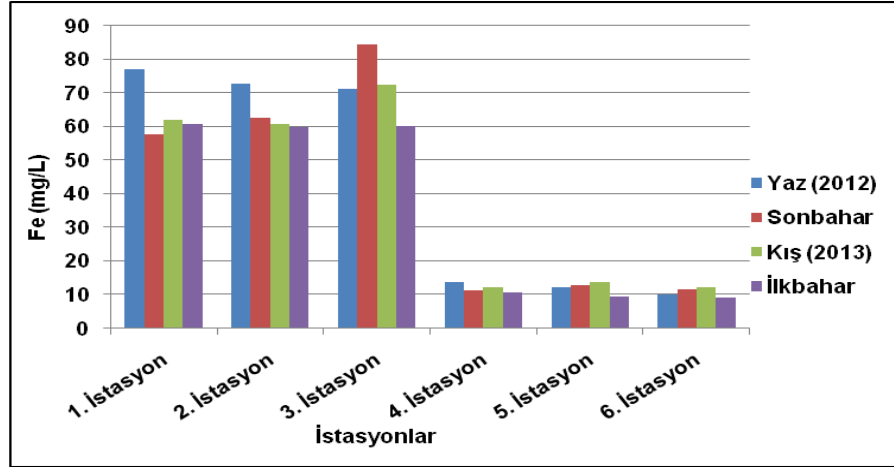
Şekil 4.31. Herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak olarak belirlenen temiz bölgeden (6. İstasyon) alınan su örneklerinde Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi

4.4.Suda Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimsel Değişimi

Araştırma süresince istasyonlardan alınan su örneklerinde yapılan ağır metal analizlerinde elde edilen ağır metal konsantrasyonları, her istasyonda farklı değerler göstermiştir. Yapılan analizlerde tüm istasyonlarda bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn) metalleri tespit edilirken, krom (Cr), nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd) 1., 2. ve 3. İstasyonda belirlenmiştir. Arsenik (As) ve civa (Hg) cihaz duyarlılığın altında kaldığından ölçülememiştir.

Demir (Fe)

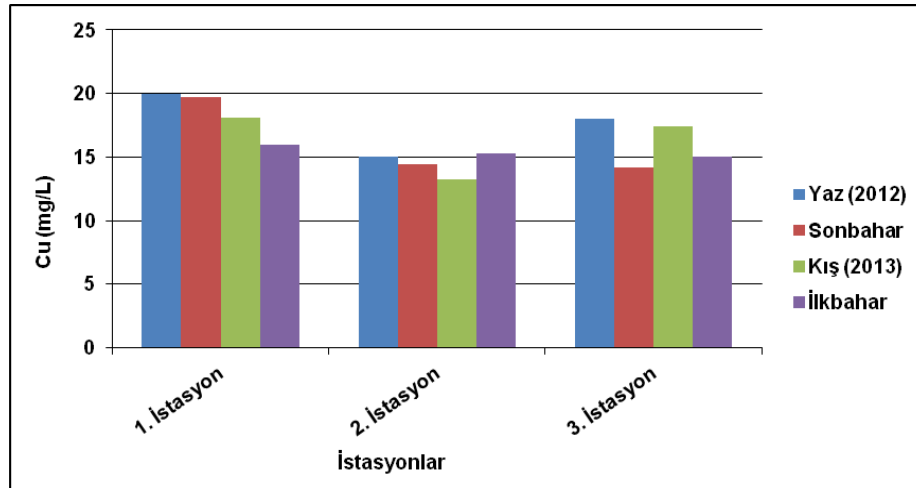
Ölçümler sırasında istasyonlarda kaydedilen yıllık ortalama ağır metal değerleri karşılaştırıldığında en yüksek demir (Fe) konsantrasyonu Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede bulunan 3. istasyonda sonbahar mevsiminde (85,3 mg/L), en düşük demir (Fe) konsantrasyonu ise herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede bulunan 6. İstasyonda ilkbahar mevsiminde (9,1 mg/L) ölçülmüştür (Şekil 4.32).



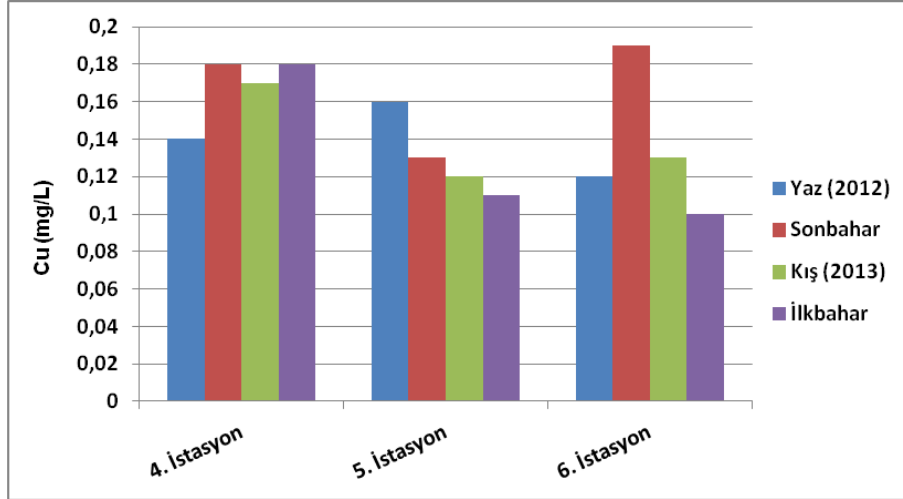
Şekil 4.32. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen demir (Fe) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi

Bakır (Cu)

İstasyonlardan elde edilen sonuçlara göre yıllık ortalama en yüksek bakır (Cu) konsantrasyonları Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda bulunan 1. İstasyonda yaz mevsiminde (18,45 mg/L) belirlenmiş, en düşük konsantrasyon ise herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede bulunan 6. İstasyonda ilkbahar mevsiminde (0,13 mg/L) ölçülmüştür (Şekil 4.33, Şekil 4.34).



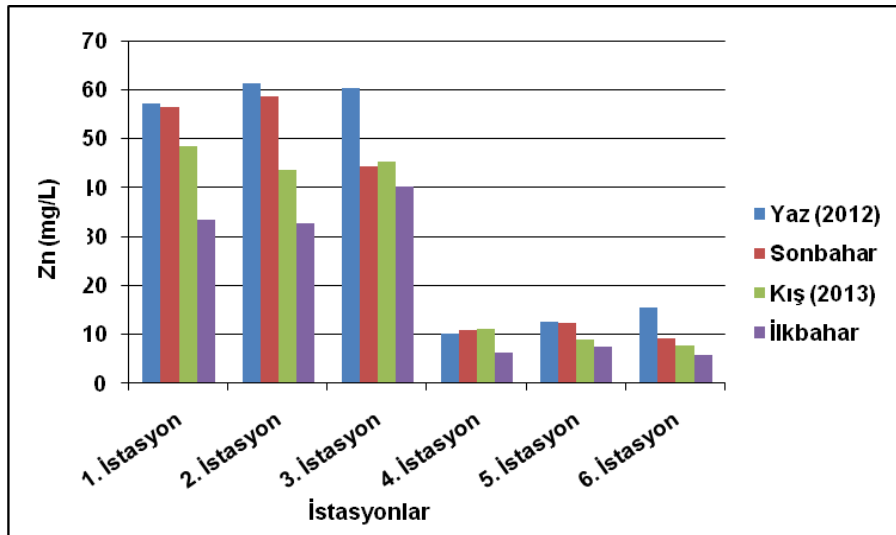
Şekil 4.33. Araştırma boyunca 1., 2. ve 3. istasyonlarda ölçülen bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi



Şekil 4.34. Araştırma boyunca 4., 5. ve 6. istasyonlarda ölçülen bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi

Çinko (Zn)

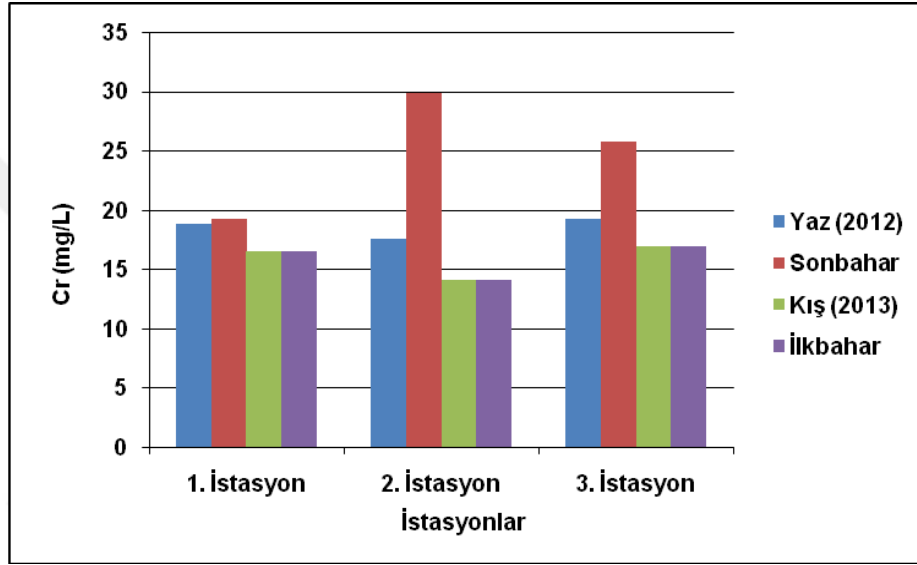
Araştırmada tespit edilen yıllık ortalama en yüksek çinko (Zn) konsantrasyonu yine Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde bulunan 2. İstasyonda yaz mevsiminde (61,3 mg/L) ölçülmüş, en düşük konsantrasyon ise herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede bulunan 6. İstasyonda ilkbahar mevsiminde (5,8 mg/L) ölçülmüştür (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi

Krom (Cr)

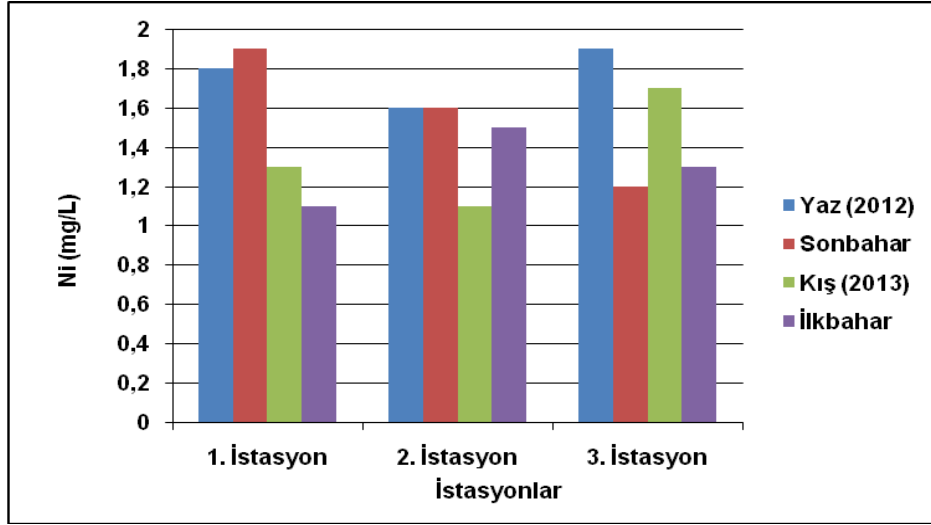
Çalışma süresinde istasyonlardan elde edilen sonuçlara göre yıllık ortalama en yüksek krom (Cr) konsantrasyonları Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde bulunan 2. İstasyonda sonbahar mevsiminde (29,9 mg/L) belirlenmiş, en düşük konsantrasyon ise yine Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde bulunan 2. İstasyonda kış ve ilkbahar mevsimlerinde (14,1 mg/L) ölçülmüştür (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen krom (Cr) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi

Nikel (Ni)

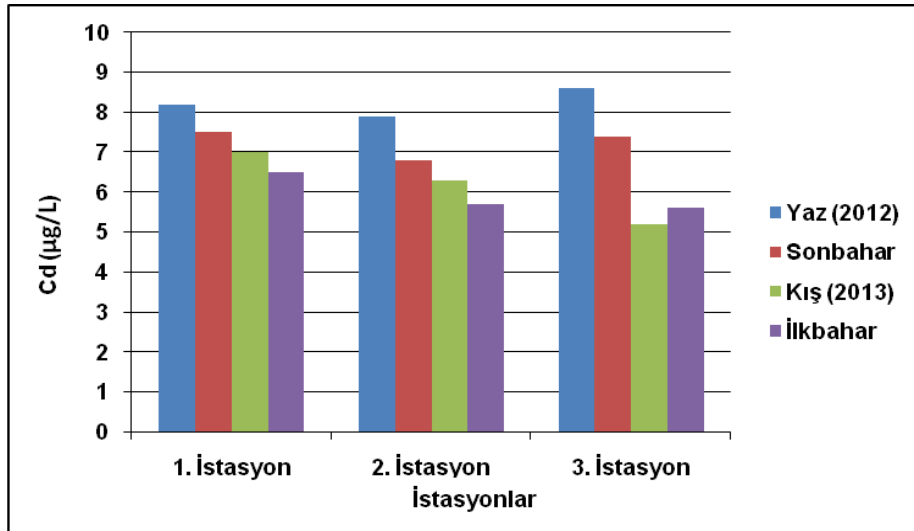
Araştırma boyunca istasyonlardan elde edilen verilere göre yıllık ortalama en yüksek krom (Ni) konsantrasyonu Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda bulunan 1.İstasyonda sonbahar mevsiminde (1,9 mg/L) ve Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede bulunan 3. İstasyonda yaz mevsiminde (1,9 mg/L) tespit edilmiş, en düşük konsantrasyon ise Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda bulunan 1.İstasyonda ilkbahar mevsiminde (1,1 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen nikel (Ni) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi

Kadmiyum (Cd)

İstasyonlarda yapılan ölçümler sırasında istasyonlarda kaydedilen yıllık ortalama ağır metal değerleri karşılaştırıldığında en yüksek kadmiyum (Cd) konsantrasyonu Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede bulunan 3. İstasyonda yaz mevsiminde (8,6 $\mu\text{g/L}$) , en düşük konsantrasyon ise yine Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede bulunan 3. İstasyonda kış mevsiminde (5,2 $\mu\text{g/L}$) belirlenmiştir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. Araştırma boyunca istasyonlarda ölçülen kadmiyum (Cd) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1.Tartışma

Bu çalışmamızda, Akdeniz Bölgesinde, Kahramanmaraş ilinde yer alan Sır Barajı ve Aksu Çayı'ndan alınan su örneklerinde toksik etkiye sahip bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), arsenik (As) ve civa (Hg) konsantrasyonları ve tespit edilen ağır metallerin mevsimlere göre değişimleri karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır.

Bu çalışma süresince, Aksu Çayı ve Sır barajı bölgelerinde belirlenen istasyonlardaki su sıcaklıkları normal olarak mevsimlere bağlı azalıp artmıştır. Araştırma süresince temiz istasyon olarak seçilen bölgeden alınan suların su sıcaklığı diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında en düşük sıcaklıklar Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (5.İstasyon) alınan sularda ölçülmüştür. Su sıcaklıklarının istasyonlara göre değişimi karşılaştırıldığında, ortalama sıcaklık en düşük Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (5.İstasyon), en yüksek ortalama sıcaklık Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda (1. İstasyon) kaydedilmiştir. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4. İstasyon) alınan su örnekleri ve Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (3. İstasyon) alınan su örneklerinin yıllık ortalama su sıcaklıklarının aynı olduğu (15,8 °C). Atık suların kanala deşarj olduğu bölgeler atık suların bırakıldığı akarsu yatağına oranla daha sık ve geniş bir yapıya sahip olmasından, akıntının en az düzeyde olmasından ve bu bölgelerde çamur oluşumunun çok fazla olmasından dolayı bu bölgelerdeki su sıcaklıkları, hem atık su hem de açık bölgede kaydedilen su sıcaklıklarına göre biraz daha yüksek olmuştur.

Dinçer (2014), Çatalan Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada bütün istasyonlardan alınan su numunelerinin sıcaklık değerlerinde yüzeyden veya gölün muhtelif derinliklerinden alınan su numuneleri arasında mevsimler içerisinde yılın hiç bir döneminde ciddi sıcaklık farkının olmadığını tespit etmiş ve buna bağlı olarak gölde termal tabakalaşmanın olmadığını öne sürmüştür. Gölün sıcaklık ölçüm farklılıkların çoğunlukla mevsimlere bağlı olarak değiştiğini ifade etmiştir. Bu bulgu, bu çalışmada elde edilen aynı

mevsimde farklı istasyonlarda ölçülen sıcaklık değerlerinin birbirine yakın olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Tez çalışmasının yürütüldüğü istasyonlarda araştırma süresince en düşük pH değerleri Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanaldan (1. İstasyon) alınan su örneklerinde belirlenmiştir. Araştırma süresince yıllık ortalama pH değeri en düşük (7,32) Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda (1. İstasyon) en yüksek (8,43) temiz olarak belirlenen bölgede (6.İstasyon) tespit edilmiştir. Mevsimlik olarak ölçülen yıllık ortalama pH değerlerinin birbirine yakın değerler olduğu (7,72-8,14) belirlenmiştir.

Kara ve Çömlekçioğlu (2004), yapmış olduğu çalışmada Karaçay'da ölçüm yapılan istasyonlarda pH değerlerinin canlı yaşamı için optimum değer olan 6.0-8.5 arasında olduğunu tespit etmiş, yaptığı araştırmaya göre I. ve II. istasyonların pH değerleri arasında farklılık görülmezken, III. istasyonun (atık suyun çaya deşarj olduğu bölge) diğer iki istasyondan farklı olduğunu tespit etmiştir ($P<0,01$). Buna sebep olan faktörü çaya deşarj edilen tekstil sanayi atıklarının suyun asit-baz dengesini bozması olarak göstermiştir. Bu bulgu, tez çalışmasında belirlenen atık suların kanala deşarj olduğu bölgedeki pH değerlerinin düşük olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Tez çalışmasının yürütüldüğü istasyonlarda araştırma süresince en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgeden (4. İstasyon) alınan su örneklerinde belirlenmiş olup, bu bölgedeki çözünmüş oksijen konsantrasyonu 5 mg/l' nin altındaki değerlerde (2,90-3,28 mg/l) tespit edilmiştir. Araştırma süresince yıllık ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonu en düşük (5,05 mg/l) Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (4. İstasyon) en yüksek (8,42 mg/l) Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede (5.İstasyon) tespit edilmiştir. Bu araştırmada çözünmüş oksijen konsantrasyonları su sıcaklığıyla ters orantılı olarak değişimler göstermiştir. Araştırmanın yürütüldüğü istasyonlarda en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonları, su sıcaklıklarının düşük olduğu kış mevsiminde, en düşük konsantrasyonlar ise su sıcaklığının yüksek olduğu yaz mevsiminde belirlenmiştir.

Alkan vd. (2008) yapmış olduğu araştırmada Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerinin su kalitesini incelemiş ve her iki nehirde de çözünmüş oksijen miktarı yaz mevsimindeki aylarda düşük kış mevsimindeki aylarda yüksek bulmuştur. Kızılırmak nehrinde en yüksek

çözünmüş oksijen konsantrasyonu ocak ayında, en düşük konsantrasyonu ise eylül ayında tespit etmiştir. Yeşilırmak nehrinde ise en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonu ocak ayında en düşük konsantrasyonu ise temmuz ayında tespit etmiştir. Bu bulgu, bu tez çalışmasında aksu çayı üzerinde bulunan istasyonlardan elde edilen bulguları desteklemektedir.

Dinçer (2014), yapmış olduğu çalışmada, çözünmüş oksijenin sıcaklık değeriyle ters orantılı olduğunu gözlemlemiştir. Yaz aylarında çözünmüş oksijen miktarının düşük düzeylerde olduğunu Haziran, Temmuz, Ağustos aylarının çözünmüş oksijen ortalamasının 3,34 mg/L olarak ölçüldüğünü, çözünmüş oksijen miktarını yıllık olarak değerlendirdiğinde ise ortalamanın 7,11 mg/L olarak belirlendiğini ifade etmiştir. Ölçümler sırasında en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonunu Temmuz ayında 1,98 mg/L ve en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonunu ise Ocak ayında 10,97 mg/L tespit etmiş, aylar itibariyle çözünmüş oksijen konsantrasyonunun su sıcaklığı ile ters orantılı olduğu gözlemlemiştir. Bu çalışmada belirlenen değerler, bu tez çalışmasında elde edilen bulguları desteklemektedir.

Tez çalışması süresince istasyonlarda mevsimsel olarak ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri karşılaştırıldığında, 4. İstasyonda ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin diğer istasyonlara kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 1. istasyonda 607,5 $\mu\text{S/cm}$, 2. istasyonda 561 $\mu\text{S/cm}$, 3. istasyonda 560,25 $\mu\text{S/cm}$, 4. istasyonda 617,75 $\mu\text{S/cm}$, 5. istasyonda 612,5 $\mu\text{S/cm}$, 6. istasyonda 550,75 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür. Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede bulunan 4. ve 5. istasyonlarda elektriksel iletkenlik değerleri en yüksek olarak ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik değerleri sıcaklıkla doğru orantılı olarak değişim göstermiştir.

Durhasan (2006), yapmış olduğu çalışmada analiz yapılan numunelerde elektriksel iletkenliğin 365-470 $\mu\text{S/cm}$ arasında değiştiğini ifade etmiş, suların elektriksel iletkenliğinin iyonların sudaki varlığına, toplam derişimine, hareketliliklerine (mobilité), değerliklerine ve sıcaklığa bağlı olduğunu, sıcaklık artışı ile suların elektriksel iletkenliklerinin artacağını belirtmiştir. McNeely vd. (1979), çalışmasında doğal haldeki yüzey sularının elektriksel iletkenliğinin 50 - 1500 $\mu\text{S/cm}$ arasında değiştiğini ifade etmiştir. Bu bulgular, bu tez çalışmasında elde edilen yıllık ortalama elektriksel iletkenlik (515-590 $\mu\text{S/cm}$ arasında) değerlerini desteklemektedir.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde geçen kıta içi yüzeysel suların kalitelerine göre yapılan değerlendirmede, yüksek kaliteli sular I. sınıf, az kirlenmiş sular II. sınıf, kirlenmiş sular III. sınıf ve çok kirlenmiş sular IV. sınıf sular olarak sınıflara ayrılmıştır. (Anonim, 2004). Tablo 5.1.'de gösterilen parametreler kullanılarak araştırma sırasında su örnekleri alınan istasyonların su kalite sınıfları ortaya konulmuştur. Bu kriterlere göre örnekleme yapılan tüm istasyonlar sıcaklık bakımından 1. sınıf, pH bakımından 1. sınıf, oksijen bakımından ise 5. ve 6. istasyon 1.sınıf, diğer 4 istasyon 2. sınıf, elektriksel iletkenlik bakımından ise 2. sınıf sular grubuna girmiştir.

Tablo 5.1. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (RG, 2004).

Su Kalite Sınıfları				
Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L)	8	6	3	< 3
İletkenlik (µS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000

Tez çalışması süresince istasyonlardan alınan su örneklerinde yapılan ağır metal analizlerinde elde edilen ağır metal konsantrasyonları, her istasyonda farklı değerler göstermiştir. Yapılan analizlerde tüm istasyonlarda demir (Fe), bakır (Cu) ve çinko (Zn) metalleri tespit edilirken, nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd) sadece 1., 2. ve 3. İstasyonlarda ölçülmüştür. Kobalt (Co) ve kurşun (Pb) cihaz duyarlılığın altında kaldığından ölçülememiştir. İstasyonlarda kaydedilen yıllık ortalama ağır metal değerleri karşılaştırıldığında en yüksek demir (Fe) konsantrasyonları Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede bulunan 3. İstasyonda, en düşük demir (Fe) konsantrasyonları ise herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede bulunan 6. İstasyonda ölçülmüştür. Demir (Fe) konsantrasyonları mevsimlere göre değerlendirildiğinde yüksek konsantrasyonlar yaz mevsiminde, en düşük konsantrasyonlar ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir.

Yıllık ortalama en yüksek bakır (Cu) konsantrasyonları Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda bulunan 1. İstasyonda belirlenmiş, en düşük konsantrasyon ise herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının

Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede bulunan 6. İstasyonda ölçülmüştür. Bakır (Cu) konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimine bakıldığında en yüksek konsantrasyonlar yaz mevsiminde, en düşük konsantrasyonlar ise ilkbahar mevsiminde ölçülmüştür.

Araştırmada tespit edilen yıllık ortalama en yüksek çinko (Zn) konsantrasyonları Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde bulunan 2. İstasyonda ölçülmüş, en düşük konsantrasyonlar ise herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak belirlenen temiz bölgede bulunan 6. İstasyonda ölçülmüştür. Çinko (Zn) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi değerlendirildiğinde en yüksek konsantrasyonlar yaz mevsiminde, en düşük konsantrasyonlar ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir.

Çalışma süresince krom (Cr) sadece 1., 2. ve 3. İstasyonda tespit edilmiş, yıllık ortalama en yüksek krom (Cr) konsantrasyonları Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgedeki 3. İstasyonda, en düşük konsantrasyon Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda bulunan 1. İstasyonda ölçülmüştür. Mevsimlere göre krom (Cr) konsantrasyonlarına bakıldığında en yüksek konsantrasyonlar sonbahar mevsiminde, en düşük konsantrasyonlar kış ve ilkbahar mevsimlerinde tespit edilmiştir.

Yıllık ortalama nikel (Ni) konsantrasyonlarına bakıldığında sadece 1., 2. ve 3. İstasyonda tespit edilmiş olup, en yüksek konsantrasyonlar Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda bulunan 1. İstasyonda ve Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi Atık Sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgedeki 3. İstasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde bulunan 2. İstasyonda ölçülmüştür. Nikel (Ni) konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi gözlemlendiğinde en yüksek konsantrasyonlar yaz mevsiminde, en düşük konsantrasyonlar ilkbahar mevsiminde elde edilmiştir.

Araştırma süresince istasyonlarda belirlenen yıllık ortalama en yüksek kadmiyum (Cd) konsantrasyonları Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda bulunan 1. İstasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde bulunan 2. İstasyonda tespit edilmiştir. Mevsimlere göre değerlendirildiğinde en yüksek

konsantrasyonlar yaz mevsiminde en düşük konsantrasyonlar ilkbahar mevsiminde ölçülmüştür.

Temiz istasyon olarak belirlenen herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olan 6. istasyondan alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları Fe=12,2-9,1 mg/L, Cu= 0,19-0,1 mg/L ve Zn=15,6-5,8 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Demir (Fe), bakır (Cu) ve çinko (Zn) konsantrasyonu en düşük bu istasyonda tespit edilmiştir.

Kır vd. (2007), Kovada Gölü'nde gerçekleştirdikleri araştırmada demir konsantrasyonunu her mevsimde tespit etmiştir. Ölçülen demir miktarının 0,2-0,79 mg/L arasında değişim gösterdiğini ifade etmiştir. Demir konsantrasyonunu en fazla 2005 yılının yaz mevsiminde en az 2005 yılının ilkbahar mevsiminde belirlemiş, çinko konsantrasyonu ise 2005 yılının ilkbahar mevsiminde 0,027 mg/L olarak ve 2006 yılının kış mevsiminde 0,012 mg/L olarak tespit etmiştir. Nikeli ise sadece 2005 yılının ilkbahar mevsiminde 0.01 mg/L olarak ölçmüştür. Bu sonuçlara göre demir ve çinko birikimin mevsimler arasında önemli derecede değişiklik gösterdiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada elde edilen ağır metal konsantrasyonları, 6. istasyonda tespit edilen ağır metal konsantrasyonlarını desteklemektedir.

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede bulunan 5. istasyonda elde edilen ağır metal değerlerine bakıldığında, Fe=13,7-9,6 mg/L, Cu=0,16-0,11 mg/L ve Zn=12,7-7,4 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 5. istasyonda ölçülen demir (Fe), bakır (Cu) ve çinko (Zn) konsantrasyonları diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında ortalama değerler arasında kalmış, demir (Fe) ve çinko (Zn) konsantrasyonları en yüksek yaz mevsiminde gözlemlenmiştir.

Teber (2013), Sıdıklı Küçükboğaz Baraj Gölü'nden alınan su örneklerinde çeşitli ağır metallerin birikimini incelemiştir. Sıdıklı Küçükboğaz Baraj Gölü'nden alınan su örneklerinde uygulanan ağır metal analizleri neticesinde krom (Cr) 'un bütün mevsimlerde cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğunu ifade etmiş, bakır (Cu) elementini ise bir tek ağustos ayında gözlemlemiştir. Demir (Fe) ve çinko (Zn)' nun ise en yüksek yaz aylarında ortaya çıktığını rapor etmiştir. Bu bulgular, bu tez çalışmasında 5. istasyondan elde edilen Fe ve Zn konsantrasyonu bulgularını desteklemektedir.

Araştırma süresince Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölgede bulunan 4. istasyondan alınan su

örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları Fe=13,7-10,9 mg/L, Cu=0,18-0,14 mg/L ve Zn=6,3-11,2 mg/L arasında değişiklik göstermiştir. Bu istasyonda ölçülen bakır (Cu), demir (Fe) ve çinko (Zn) konsantrasyonu ortalama değerler arasındadır.

Sönmez vd. (2012), Karasu ırmağında gerçekleştirdiği araştırmada, belirlenen beş istasyondan bir yıl süresince su numuneleri alarak demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) bakımından incelemiştir. Araştırmanın yapıldığı istasyonlardan elde edilen sonuçlara göre ağır metal konsantrasyonları değer aralıkları, demir 0,01-0,3 ppm, bakır 0,05-0,79 ppm, çinko 0,05-1,32 ppm, mangan 0,02-0,99 ppm, kurşun 0,00-0,10 ppm, nikel 0,01-0,14 ppm ve kadmiyum 0,000-0,008 ppm olarak ölçülmüştür. Alınan su örnekleri demir bakımından çok kirli, bakır bakımından kirli, çinko bakımından kirli bulmuştur. İstasyonlardan alınan örnekleri kurşun bakımından ise temiz ya da az kirli olarak değerlendirmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde elde edilen ağır metal konsantrasyonları 4. İstasyonda ölçülen ağır metal konsantrasyonlarından bakır (Cu) bakımından yüksek, demir (Fe) , ve çinko (Zn) bakımından düşük bulunmuştur.

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Sır Baraj Gölü'ne karıştığı bölgede bulunan 3. İstasyondan alınan su örneklerinde yapılan ağır metal analizleri sonucuna bakıldığında Fe=60,1-84,4 mg/L, Cu= 14,2-18 mg/L, Zn=40,3-60,4 mg/L, Cr= 16,9-25,7 mg/L, Ni= 1,2-1,9 mg/L ve Cd= 5,2-8,6 µg/L arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. 3. istasyonda elde edilen demir (Fe), krom (Cr) ve nikel (Ni) konsantrasyonları değerleri diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında en yüksek bulunmuş, bakır (Cu), çinko (Zn) ve kadmiyum (Cd) ve konsantrasyonları ortalama değerler arasında kalmıştır.

Kalyoncu vd. (2016) Isparta Deresi'nde yaptığı çalışmada, suda ağır metal analizleri yapmış Cu ve Zn konsantrasyonları sadece bir istasyonda analiz sınırının altında kalırken, diğer bütün ağır metalleri her istasyonda tespit etmiştir. Suda en fazla biriken metalin Fe, en az biriken metal ise Cd olduğunu ifade etmiştir. Suda bulunan metallerin konsantrasyonlarını sırasıyla Cd=0,06-1,37 ppb arasında, Cr=0,09-9,89 ppb arasında, Cu=0,77-35,44 ppb arasında, Ni=10,41-55,50 ppb arasında, Pb=9,88-26,43 ppb arasında, Zn=1,09-57,90 ppb arasında ve Fe=291,85-3082,41 ppb arasında ölçmüştür. Bu çalışmada elde edilen ağır metal verilerinin tez çalışmasında elde edilen ağır metal verilerinden düşük olduğu tespit edilmiş, suda en fazla biriken metalin Fe, en az biriken metal ise Cd olduğu bulgusu ise bu tez çalışmasında elde edilen bulguları desteklemektedir.

Araştırma süresince, Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının karıştığı Aksu Çayı bölgesinde bulunan 2. İstasyondan alınan su numunelerinde ölçülen ağır metal değerleri Fe=59,8-72,9 mg/L, Cu= 15,3-13,2 mg/L, Zn=32,7-61,3 mg/L, Cr=14,1-29,9 mg/L, Ni=1,1-1,6 mg/L ve Cd=5,7-7,9 µg/L olarak belirlenmiştir. Bu istasyonda tespit edilen çinko (Zn) konsantrasyonu diğer istasyonlara kıyasla en yüksek, nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd) konsantrasyonları en düşük, demir (Fe) ve bakır (Cu) konsantrasyonları diğer istasyonlarla kıyaslandığında ortalama değerler arasında kalmıştır.

Öner ve Çelik (2011), Gediz Nehri suyundaki ağır metal kirlilik durumunu tespit etmek için Eylül 2007, Ekim 2007, Kasım 2007, Aralık 2007, Ocak 2008 ve Mart 2008'de alınan su numunelerinde bazı metal miktarlarını belirlemiş ve ağır metal derişimlerini Pb: 27,0±%0,8 µg/l Nif Çayı, Cr: 48,9±%0,9 µg/l, Cu: 90,2±%0,4 µg/l Muradiye Köprüsü, Cd: 121,0±%0,6 µg/l Ni: 309,8±%0,7 µg/l, İstanbul Köprüsü, Ni: 309,8±%0,7 µg/l, Fe: 914,1±%0,3 µg/l ve Zn: 208,3±%0,5 µg/l olarak Karaçay istasyonunda ölçmüştür. Bu çalışmada ölçülen ağır metal konsantrasyonları 2. istasyondan alınan su numunelerinde ölçülen değerlere göre düşük çıkmıştır.

Kahramanmaraş Organize Sanayi Bölgesi atık sularının Aksu Çayı'na deşarj olduğu kanalda bulunan 1. İstasyonda ölçülen ağır metal değerlerine bakıldığında, Fe=60,7-77,2 mg/L, Cu=20-16 mg/L, Zn=33,5-57,1 mg/L, Cr=16,5-19,2 mg/L, Ni=1,1-1,9 mg/L ve Cd=6,5-8,2 µg/L arasında değışim gösterdiği belirlenmiştir. 1. istasyonda tespit edilen nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd) konsantrasyonları diğer istasyonlarla karşılaştırıldığında en yüksek, krom (Cr) konsantrasyonları en düşük, demir (Fe) ve bakır (Cu) konsantrasyonları ise ortalama değerler arasında belirlenmiştir.

Dündar vd. (2012)' nin yapmış oldukları araştırmada çeşitli endüstri sanayilerinin atık sularında Pb, Cr, Cu, Zn ve Ni düzeylerini incelemiş, Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometre cihazı (AAS) ile endüstriyel atık sularında ağır metal tayini yapmışlardır. Araştırma neticesinde; en yüksek bakır konsantrasyonu 0,37718 mg/l olarak kaplama ve tekstil sanayinde, en yüksek kurşun konsantrasyonu 0,103 mg/l olarak kaplama sanayinde, en yüksek nikel konsantrasyonu 0,9636 mg/l olarak kaplama sanayinde, en yüksek çinko konsantrasyonu 0,10682 mg/l olarak kaplama ve deri sanayinde, en yüksek krom konsantrasyonu ise 0,145571 mg/l olara kaplama ve deri sanayinde tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ölçülen ağır metal konsantrasyonları, muhtelif sanayi atık sularının boşaldığı 1. İstasyonda ölçülen değerlerden düşük bulunmuştur. 1. istasyonda tespit edilen nikel (Ni) ve

kadmiyum (Cd) değerlerinin yüksek olması istasyonun bulunduğu kanala çeşitli sanayi kollarının fabrika atık sularının karışmasından kaynaklanmaktadır.

Araştırma süresince belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde tespit edilen ağır metal konsantrasyonlarının USEPA (2002) tarafından tatlı sular için oluşturulan kriterlere göre değerlendirilmesi Tablo 5.2' de verilmiştir. Tablo 5.2.' de de görüldüğü gibi istasyonlardan alınan su örneklerinde belirlenen ağır metal konsantrasyonları göz önüne alındığında ölçülen demir (Fe), bakır (Cu), inko (Zn), krom (Kr) ve nikel (Ni) değerleri USEPA standartların oldukça üstünde bulunmuştur. Bu verilere göre örnekleme yapılan bölgede ciddi bir ağır metal kirliliği bulunduğu ortaya konulmuştur.

Tablo 5.2. Tatlı sular için önerilen ağır metal kriterleri (mg/L) (USEPA, 2002).

Metaller	Cu	Fe	Zn	Cr	Ni
USEPA					
MK	0,013	-	0,12	0,57	0,47
SK	0,009	1	0,12	0,074	0,052
İSTASYONLAR					
1.İstasyon	18,45	64,47	48,87	17,75	1,52
2.İstasyon	14,47	64,1	49,02	18,92	1,45
3.İstasyon	16,15	72,02	47,6	19,67	1,52
4.İstasyon	0,16	12,075	9,65	*	*
5.İstasyon	0,13	12,175	10,35	*	*
6.İstasyon	0,13	10,8	9,6	*	*

MK: Maksimum konsantrasyon

SK: Sürekli konsantrasyon

*: Cihazın lm sınırının altında olduğudan tespit edilememiştir.

Araştırmamızda, Aksu ayı ve Sır Barajı bölgelerinden seçilen istasyonlardan alınan su numunelerindeki ağır metal sonuçlarına bakılarak, WHO, EC tarafından verilen standart değerlere göre karşılaştırılmış ve Tablo 5.3.' teki veriler elde edilmiştir. Araştırmada elde edilen demir (Fe), bakır (Cu), inko (Zn), krom (Kr) ve nikel (Ni) konsantrasyonları WHO, EC tarafından belirlenen maksimum değerlerin çok üzerinde çıkmıştır. Bu tez çalışmasında su örneklerinde belirlenen ağır metal konsantrasyonları tablodaki değerlerle karşılaştırıldığında, tekstil, kaplama ve diğer endüstri fabrikalarından Aksu ayı'na deşarj olan atık suların Sır Baraj Gölü'ne ağır metal yükünü taşıdığını ortaya koymaktadır.

Tablo 5.3. WHO, EC tarafından ağır metaller için verilen standart değerler ve bu çalışmada su örneklerinde belirlenen ağır metal konsantrasyonları (mg/L) (WHO, 2012).

Metaller	Zn	Fe	Ni	Cu
WHO	-	0,3	-	-
EC	-	0,2	0,02	2
1.İstasyon	48,87	64,47	1,52	18,45
2.İstasyon	49,02	64,1	1,45	14,47
3.İstasyon	47,6	72,02	1,52	16,15
4.İstasyon	9,65	12,075	*	0,16
5.İstasyon	10,35	12,175	*	0,13
6.İstasyon	9,6	10,8	*	0,13

*: Cihazın ölçüm sınırının altında olduğundan belirlenememiştir.

Gökten (2013), yapmış olduğu çalışmada Çorum il sınırları içinde bulunan çeşitli baraj göletlerinden aldığı su, sediment ve Yenihayat Baraj göletinden aldığı yosun ve sediment örneklerinde Fe, Cu, Pb, Cd, Cr ve Zn ağır metallerinin konsantrasyonlarını tespit etmiş ve bunların yağışlı ve kurak dönemde barajlara göre değişimlerini incelemiştir. Ayrıca şebeke içme suyunu veren Yenihayat Barajı ile arıtma işlemlerinden geçmiş çeşme suyu örneğindeki ağır metal derişimlerini kıyaslamıştır. Dört barajdan alınan su örneklerinin Cd dışındaki metaller için TSE ve WHO kriterlerine uygun olduğunu belirlemiştir. Cd konsantrasyonunun standartların üzerinde çıktığını, bunun sebebinin topraktan yağışla suya geçen Cd derişiminden kaynaklandığını tespit etmiştir. Yenihayat Baraj suyu ve çeşme suyu karşılaştırıldığında çeşme suyunda analizi yapılan metallerin arıtma işlemi sonucunda TSE ve WHO içme suyu kriterlerine uygun olduğunu ve baraj suyundan daha az derişimde olduğunu belirlemiştir. Bu bulguların, çalışmamızda elde edilen ağır metal konsantrasyonlarının WHO kriterlerine uygun olmaması sebebiyle bulgularımızdan farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Toroğlu vd. (2006), nin Aksu Çayı'nın kirliliğini araştırdığı çalışmada, su örneklerindeki ağır metal analizi bulgularında Aksu Çayı'nın ve kollarının ağır metallerden kaynaklı yüksek oranlardaki kirlenmenin mevcut olduğunu tespit etmişlerdir. Su örneklerinde yapılan ağır metal iyonları analizi sonuçlarına göre bütün istasyonlarda (manganez hariç) ağır metallerle çeşitli oranlarda kirlenmenin mevcut olduğu belirlenmiştir. Akarsular kurşun, bakır, demir ve nikel bakımından kirli manganez ve çinko bakımından az kirli veya temiz sular olarak belirlenmiştir. Bütün akarsular kurşun bakımından oldukça kirli diğer ağır metaller bakımından ise kabul edilebilir miktarın

üzerinde olacak düzeyde kirli bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar bakterilerin evsel, endüstriyel, tarımsal kirlilik ortaya çıkaran maddelerin yapımında çok kullanıldığı düşünülen ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki yapabilen ağır metallerle yapılan dirençlilik testlerinde endüstriyel kirlenmenin varlığını doğrulamıştır. Aksu Çayı ve kollarında ağır metallerin meydana getirdiği kirliliğin yüksek seviyede olduğunu ve bu kirliliğin Sır Baraj Gölü'nde depolandığını rapor etmişlerdir. Bu bulgular, bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlara göre Aksu Çayı ve Sır Baraj Gölü'nde meydana gelen kirliliğin oldukça fazla olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Tez çalışması süresince Aksu Çayı ve Sır Barajı bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde tespit edilen ağır metal konsantrasyonları mevsimlere göre farklılıklar göstermiştir. Demir (Fe) konsantrasyonu en düşük ilkbahar mevsiminde, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz mevsiminde belirlenmiştir. Bakır (Cu) konsantrasyonu en yüksek yaz mevsiminde, en düşük ilkbahar mevsiminde kaydedilmiştir. Çinko (Zn) konsantrasyonu en yüksek yaz mevsiminde en düşük ilkbahar mevsiminde ölçülmüştür. Krom (Cr) konsantrasyonları en yüksek sonbahar mevsiminde en düşük kış ve ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Nikel (Ni) konsantrasyonları en yüksek yaz mevsiminde en düşük ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. Kadmiyum (Cd) konsantrasyonları en yüksek yaz mevsiminde en düşük ilkbahar mevsiminde ölçülmüştür. Kurşun (Pb) ve kobalt (Co) ise tüm mevsimlerde cihazın ölçüm sınırının altında kalmıştır.

Çalışkan (2005), Asi Nehri'nde yaptığı araştırmada ağır metal birikiminin ortaya konulması amacıyla suda, sedimentte ve karabalık (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822)' ta ağır metal birikimini araştırmıştır. Asi Nehri'nden alınan su, sediment ve karabalık (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822) numunelerinde Cu, Cd, Cr, Co, Cr, Fe, Mn, Pb, Ni, ve Zn konsantrasyonları 2003-2004 yılları arasında incelemiş, araştırma sonunda, mevsimsel olarak metal birikimlerinin istatistiki açıdan önemli farklılıklar gösterdiğini tespit etmiştir. Suda en fazla birikimin, yaz mevsiminde olduğunu ve en fazla birikim gösteren elementin Cd olduğunu tespit etmiştir. Bu bulgular, yaptığımız çalışmada elde edilen yaz mevsiminde birikimin fazla olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Duman (2005), Sapanca Gölü ve Abant Gölü su örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarını karşılaştırmalı şekilde incelemiştir. Sapanca Gölü su örneklerinde, su sıcaklığı ile Pb ve Cd konsantrasyonları arasında negatif yönde, Cr, Cu ve Ni konsantrasyonları arasında pozitif yönde önemli bir ilişki olduğunu rapor etmiştir. Abant Gölü'nde ise su sıcaklığı ile Cu ve Zn konsantrasyonları arasında pozitif yönde önemli bir

ilişki olduğunu tespit etmiştir. Bu bulguların, bu tez çalışmasında elde edilen sonuçları desteklediği tespit edilmiştir.

Kır vd. (2007)'nin Kovada Gölü'nü su ve sedimente ağır metallerin birikimini yönünden araştırmışlardır. Gölün suyundan alınan örneklerde yapılan ağır metal analizleri sonucunda demir (Fe)'in her mevsimde, çinko (Zn)'un 2005 yılı İlkbahar mevsiminde ve 2006 yılı kış mevsiminde, Alüminyum (Al)'un sadece 2005 yaz mevsiminde ve nikel (Ni)'in sadece 2005 yılı ilkbahar mevsiminde tespit etmiş olmakla birlikte, mangan (Mn)'ın 2006 yılı kış mevsiminde, kadmiyum (Cd), krom (Cr), bakır (Cu) ve kurşun (Pb)'un ise her mevsimde ICP -OES'nin ölçüm duyarlılığının altında olduğunu bildirmişlerdir. Ölçümler sonucunda suyun en çok demir (Fe) metalini ihtiva ettiği, konsantrasyonu belirlenen metallerin de yaz ve ilkbahar aylarında arttığını tespit etmişlerdir. Bu bulgular, araştırmamızda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde demir (Fe) konsantrasyonlarının diğer ağır metal konsantrasyonlarına göre fazla olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Tumantozlu (2010), Karacaören II Baraj Gölü'nün sularında ağır metal birikimini araştırmıştır. Suyun pH' sının 7,42-8,02 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Suda analizleri yapılan bazı ağır metallerin (Cr, Cd ve Hg) cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğu için tespit edilemediği belirtilmiştir. Diğer ağır metal analizlerinde ise bakır (Cu) sadece 2009 yılı ilkbahar mevsiminde, demir (Fe), çinko (Zn), alüminyum (Al) ve stronsiyum (Sr) her mevsimde, mangan (Mn) ile kurşun (Pb) farklı mevsimlerde ortaya çıkmıştır. Suda en çok biriken ağır metalin stronsiyum (Sr) olduğunu ve ağır metallerin birikimi arasında mevsimsel bir farklılığın olmadığını ifade etmiştir. Bu bulgu, bu tez çalışmasında elde edilen bulgulardan farklılık göstermiştir ancak çalışmada elde edilen pH bulguları araştırmamızda elde edilen bulguları desteklemektedir.

Katip vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada, Uluabat Gölü'ndeki ağır metal kirliliğinin zamansal değişimi ve kirletici faktörlerin ağır metal kirliliğine olan etkilerini araştırmışlardır. Uluabat Gölü'nde kirletici faktörlere olan mesafe, farklı derinlikler ve hidrodinamik özellikler göz önünde bulundurularak belirlenen beş farklı istasyondan aylık olarak alınan su numunelerinde krom (Cr), kurşun (Pb), nikel (Ni) bor (B), metallerinin suda çözünmüş durumdaki konsantrasyonlarının yıllar içindeki değişimi üzerinde mevsimsel etkenlerin, endüstriyel atık boşaltımlarının ve tarımsal faktörlerin etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgu, çalışmamızda elde edilen bulguları desteklemektedir. Ağır metal konsantrasyonlarının bu çalışmada belirlediğimiz istasyonlar

arasında farklılık göstermesinin nedenleri; sanayi atıklarından kaynaklı kirlenme, tarım arazilerinde kullanılan ağır metal içerikli çeşitli kimyasal maddelerin doğal yolla ve insan kaynaklı olarak sulara karışması ve mevsimsel faktörlerin değişkenlik göstermesi ile ortaya çıkmıştır.

Kiracı (2014), Azap Gölü'nde yapmış olduğu ağır metal izleme çalışmalarında, su ve sediment örneklerinde Fe, Co, Al, Pb, Mn, Cr, Ni, Zn, Cd, Cu, Ba, B elementlerinin konsantrasyonlarını belirlemiştir. Azap Gölü'nün suyundan ve sedimentinden alınan örneklerdeki ağır metal derişimleri karşılaştırıldığında Al, Fe ve B konsantrasyonunun belirlenen diğer ağır metallere oranla daha fazla olduğunu belirlemiştir. Su numunelerinde çoğunlukla Pb, Co, Cr ve Cd cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan tayin edilemediğini bildirmiştir. Bu bulgular, çalışmamızda aldığımız su örneklerinde Fe konsantrasyonunun diğer metallerden daha fazla olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Her alanda olduğu gibi çevre ile ilgili araştırmalarda da çözüme ulaşmak için sorunları bilmek ve anlamak gerekir. Dünyada ve ülkemizde çeşitli şekillerde ortaya çıkan çevre sorunları gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu sebeple hem denizlerde hem de iç sularda kirliliğe neden olan kirletici kaynaklar, bu kirletici kaynakların canlılar ve su kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılması büyük önem arz etmektedir.

5.2. Sonuç

1. Araştırma süresince belirlenen 6 istasyonda ölçülen sıcaklık sonuçları, yaz mevsiminde ortalama 23 °C, sonbahar mevsiminde ortalama 19,1 °C, kış mevsiminde ortalama 8,5 °C ve ilkbahar mevsiminde ortalama 13,6 °C olarak bulunmuştur. Çalışma süresince en yüksek su sıcaklıkları 1. İstasyonda, en düşük su sıcaklıkları ise 5. istasyonda ölçülmüştür.
2. Sır Barajı ve Aksu Çayı'ndan çalışma süresince alınan su örneklerinde yapılan pH ölçümleri yaz mevsiminde ortalama 8,2, sonbahar mevsiminde ortalama 7,2, kış mevsiminde ortalama 7,8 ve ilkbahar mevsiminde ortalama 8,3 olarak belirlenmiştir. En yüksek ortalama pH değeri 5. istasyonda, en düşük ortalama pH değeri ise 1. istasyonda ölçülmüştür.
3. Tüm istasyonlarda belirlenen çözünmüş oksijen ortalama değeri yaz mevsiminde 4,69 mg/L, sonbahar mevsiminde 5,99 mg/L, kış mevsiminde 7,65 mg/L ve ilkbahar mevsiminde 7,4 mg/L olarak ölçülmüştür. En yüksek ortalama çözünmüş

oksijen değeri 5. istasyonda, en düşük ortalama çözünmüş oksijen değeri ise 1. İstasyonda ölçülmüştür.

4. Çalışma süresince örnekleme yapılan istasyonlarda ölçülen ortalama elektriksel iletkenlik değeri yaz mevsiminde 627 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sonbahar mevsiminde 598 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kış mevsiminde 535 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve ilkbahar mevsiminde 579,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edilmiştir. Yapılan ölçümlerde en yüksek ortalama elektriksel iletkenlik değeri 4. istasyonda, en düşük ortalama elektriksel iletkenlik değeri 6. istasyonda belirlenmiştir.
5. Yapılan ölçümlerde istasyonlarda belirlenen değerlere göre, sıcaklığın yüksek olduğu yaz mevsiminde çözünmüş oksijen konsantrasyonunun azaldığı, sıcaklığın düşük olduğu kış mevsiminde çözünmüş oksijen konsantrasyonunun arttığı tespit edilmiş, sıcaklık ve çözünmüş oksijen konsantrasyonunun ters orantılı olduğu, yüksek sıcaklıklarda çözünmüş oksijen miktarının azaldığı düşük sıcaklıklarda arttığı tespit edilmiştir.
6. Belirlenen elektriksel iletkenlik değerlerine bakıldığında, ölçüm değerlerinin yaz mevsiminde arttığı kış mevsiminde azaldığı tespit edilmiştir. Sıcaklık ile elektriksel iletkenliğin birbirleriyle doğru orantılı olduğu belirlenmiştir.
7. Araştırma süresince istasyonlarda ölçülen pH değerinin en düşük 1. istasyonda ölçüldüğü, istasyonun bulunduğu kanala dökülen atık suların asidik olduğu bu sebeple suyun pH' sını düşürdüğü belirlenmiştir.
8. Sır Barajı ve Aksu Çayı'ndan araştırma süresince alınan su numunelerinde yapılan ağır metal analizleri sonucunda metallerden Fe, Cu ve Zn her mevsimde tüm istasyonlarda tespit edilirken, Cr, Ni ve Cd sadece 1., 2. ve 3. İstasyonlarda belirlenmiştir. Pb ve Co cihaz duyarlılığının altında kaldığından hiçbir mevsimde hiçbir istasyonda belirlenememiştir. Suda en yüksek oranda tespit edilen ağır metal Fe, en düşük oranda tespit edilen metal ise Cd olmuştur.
9. Suda Fe konsantrasyonu en yüksek yaz mevsiminde en düşük ilkbahar mevsiminde ölçülürken, ortalama Fe konsantrasyonu en yüksek 3. istasyonda, en düşük 6. istasyonda tespit edilmiştir.
10. Cu konsantrasyonu en yüksek yaz mevsiminde en düşük ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. Cu en yüksek 1. istasyonda, en düşük 6. İstasyonda tespit edilmiştir.

11. Ortalama Zn konsantrasyonu en yüksek 2. istasyonda en düşük 6. istasyonda ölçülürken, suda Zn en yüksek yaz mevsiminde en düşük ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir.
12. Cr konsantrasyonu en yüksek sonbahar mevsiminde en düşük kış ve ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. İstasyonlarda en yüksek Cr konsantrasyonu 3. İstasyonda en düşük 1. İstasyonda tespit edilmiştir.
13. Ni konsantrasyonu istasyonlardan en yüksek 1. ve 3. İstasyonda en düşük 2. İstasyonda tespit edilmiştir. En yüksek Ni konsantrasyonu yaz mevsiminde en düşük ilkbahar mevsiminde ölçülmüştür.
14. Cd konsantrasyonu en yüksek yaz mevsiminde en düşük ilkbahar mevsiminde belirlenmiştir. İstasyonlarda en yüksek Cd 1. İstasyonda en düşük 2. İstasyonda tespit edilmiştir.
15. Ağır metallerin mevsimlerle ilişkisi değerlendirildiğinde tüm metaller ilkbahar mevsiminde en düşük konsantrasyona ulaşmıştır. Fe, Cu, Zn, Ni ve Cd konsantrasyonu en yüksek yaz mevsiminde, Cr konsantrasyonu ise en yüksek sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir.
16. Ağır metallerle sıcaklığın ilişkisine bakıldığında genel olarak sıcaklığın yüksek olduğu mevsimlerde konsantrasyonlar artmış, sıcaklığın düşük olduğu mevsimlerde konsantrasyon azalmıştır.
17. Çözünmüş oksijen düşük olduğu yaz mevsiminde ağır metal konsantrasyonları artmış düşük olduğu kış mevsiminde azalma eğilimi göstermiştir. Çözünmüş oksijen ile ağır metal konsantrasyonları arasında ters bir ilişki bulunmaktadır.
18. Elektriksel iletkenliğin yüksek olduğu yaz mevsiminde ağır metal konsantrasyonları da artmış düşük olduğu kış ve ilkbahar mevsiminde ise azalmıştır. Elektriksel iletkenlik ile ağır metal konsantrasyonları arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.
19. İstasyonlarda belirlenen ağır metal sonuçlarına bakıldığında Aksu Çayı'na dökülen kanala bölgede bulunan tekstil, boya-kasar, kaplama sanayi ve diğer endüstri atıklarının karıştığı, buna bağlı olarak Sır Baraj Gölü'ne dökülen Aksu Çayı'nın bu ağır metal yükünü göle taşıdığı tespit edilmiştir.
20. Atık suların deşarj edildiği kanal ve akarsuların göle giriş yapmadan önce kirletici faktörleri basit ve pahalı olmayan metotlarla uzaklaştırılması, gölün ağır metal yükünün azaltılması gerektiği belirlenmiştir.

21. Aksu ayı'na atık sularını deşarj eden fabrikaların eğer varsa arıtma sistemlerini kontrol ederek aktif olarak kullanmaları yoksa bir arıtma tesisi kurularak atık sularını arıtıp deşarj etmelerinin ağır metal kirliliğini azaltacak yönde bir etki yapacağı tespit edilmiştir.
22. Sır Baraj Gölü ve Aksu ayı'nın ağır metal kirliliğinin azaltılmasını sağlamak amacıyla gölü besleyen Aksu ayı ve ayı besleyen diğerk akarsular yakınında ticari faaliyet gösteren fabrikaların denetime tabi tutulması, atık arıtma tesisi bulunmayan ya da arıtma kriterlerine uygun olmayan işletmelerin kapatılmasının fayda sağlayacağı ortaya konulmuştur.



KAYNAKLAR

- Akçay, H., Oğuz, A., Karapire, C., 2003. Study Of Heavy Metal Pollution and Speciation In Büyük Menderes And Gediz River Sediments. Water Research, 37, 813-822.
- Alam, M.G.M., Tanaka, A., Allinson, G., Laurensen, L.J.B. and Stagnitti, F., 2002. A Comparison of Trace Element Concentrations İn Cultured and Wild Carp (*Cyprinus carpio*) of Lake Kasumigaura, Japan. Ecotoxicology and Environmental Safety, 53, 348-354.
- Alcorlo, P., Otero, M., Crehuet, M., Baltanas, A., Montes, C., 2006. The Use of The Red Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*, Girard) As İndicator of The Bioavailability Heavy Metals İn Environmental Monitoring İn The River Guadamar (SW, Spain). Science of the Total Environment 366 (2006) 380–390.
- Alemdar, S., Ağaoğlu, S., Afişarlı, M., Dede, S., 2007. Van Bölgesi Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri. Veteriner Bilimleri Dergisi, 23, 1:19-29.
- Alkan, A., Serdar, S., Zengin, B., 2008. Yeşilırmak ve Kızılırmak Nehirlerinde Su Kalite Kriterlerinin İncelenmesi. Mersin Balığı Koruma Stratejisi ve Üretim Çalıştayı, 30-31 Ekim 2008, Samsun.
- Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, Al-Ghais, S.M., 2000. Trace Metals İn Liver, Skin, and Muscle of *Lethrinus lentjan* Fish Species İn Relation To Body Length And Sex. The Science of the Total Environment, 256, 87-94.
- Angino, E.E., Gale, O.K. and Waugh, T.C., 1969. Fe, Mn, Ni, Co, Sr, Li, Zn and SiO₂ İn Streams of The Lower Kansas River Basin, Water Resou.Res. 5, 698-705.
- Anonim, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anton, A., Serrano, T., Angulo, E., Ferrero, G., Rallo, A. 2000. The Use of Two Species of Crayfish as Environmental Quality Sentinels: The Relationshi between Heavy Metal Content, Cell and Tissue Biomarkers and Physico-Chemical Characteristics of The Environment. Science of The Total Environment, 247(2-3): 239-251.
- Ayas, D., Kalay, M., Sangün, M. K., 2009. Mersin Körfezi'nden Örneklenen Yüzey Suyu ve *Patella* Türlerindeki (*Patella caerulea*, *Patella rustica*) Cr,Cd ve Pb Düzeylerinin Belirlenmesi, Ekoloji 18, 70, 32-37.
- Bakaç, M., ve Kumru, M. N., 2000. Menemen (İzmir) Ovası Su ve Topraklarında Radyoaktivite Araştırması ve Ağır Metal Kirliliği, Cilt: 9 Sayı: 35, 26-30.

- Balkıs, N., ve Aksu, A., 2012. Batı Karadeniz Şelfi'nde Suda, Midyede ve Yüzey Sedimentlerinde Metal Kirliliği. *Ekoloji* 21, 82, 56-64.
- Barlas, N., Akbulut, N., Aydoğan, M., 2005. Assessment of Heavy Metal Residues İn The Sediment and Water Samples of Uluabat Lake, Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 74: 286-293.
- Bayrak, G., 2004. Gala Gölü ve Çevresinde Ağır Metal Derişiminin Dinamiği.Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Beklioglu, M. 2004. Sulak Alanları: Ekoloji, Ötrofikasyon ve Restorasyon. 3 Uluslar arası Çalıştay, 28-30 Kasım 2001, ODTÜ Ankara.
- Bradford, G.R.Bair, F.L., Hunsker, V., 1968. Trace And Major Elementcontent of 170 High Sierra Lakes İn California. *Limnol. Oceanogr.* 13, 526-529.
- Bradford, G.R. 1971, Trace Elements İn The Water Resources of California *Hilgardia*, 41, 45-53.
- Brodheridge, R. M., Newton, K. E., Taggart, M. A., McCormick, P. H. and Evans, S. W., 1998, Nickel, cobalt, zinc and coper levels ,n Brown Trout (*Salmo trutta*) from the River Otra, Soutern Norway. *Analyst*, 123, 69-72.
- Canpolat, Ö., 2007. Ağır metal kirlilik kaynaklarının Keban Baraj Gölü'nün su kalitesi ve *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın üremesi ve gelişimi üzerindeki etkileri. F. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), 336s.
- Çevik, U., Damla, N., Kobya, A. I., Bulut, V. N., Duran, C., Dalgıç, G., Bozacı, R. 2008. Assessment of Metal Element Concentrations in Mussel (*M. galloprovincialis*) in Eastern Black Sea, Turkey. *Journal of Hazardous Materials*, 160(2-3): 396-401.
- Cheng, S., 2003. Heavy Metal Pollution İn China: Origin, Pattern and Control. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 10 (3): 192-198.
- Çalışkan, E., 2005. Asi Nehri'nde Su, Sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinu* Burchell, 1822)'ta Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Devi, M., Thomas, D. A., Barber, J. T., Fingerman, M., 1995. Accumulation and Physiological and Biochemical Effects of Cadmium in a Simple Aquatic Food Chain. *Ecotoxicology And Environmental Safety* 33, 38-43 (1996).
- Diñer, S., 2014. Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun Üniversitesi, Giresun.

- Dökmeci, A.H., 2005. Gala Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Dökmeci, İ., 1988. "Toksikoloji", Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 56-60, 488-489.
- Dökmen, F. 2000. İhsaniye Yöresi Su Kaynaklarında Ağır Metal İçeriği ve Sulama Suyu Kullanımına Etkileri. GAP Çevre Kongresi Bildiri Kitabı, Şanlıurfa, 215-216
- Dölek, A., 1998. Endüstriyel Kirlilik ve Ağır Metaller. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Çevre Semineri, (8-12 Haziran 1998), Fethiye, 220-232.
- Durhasan, D., 2006. Baraj Göllerinden Su Temininde Derinliğin Su Kalitesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Duman, F., 2005. Sapanca Ve Abant Gölü Su, Sediment ve Sucul Bitki Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Dural, M., 2004. Çukurova Bölgesindeki Akyatan, Tuzla ve Çamlık Lagünlerinde (Adana/Türkiye) Ağır Metal Araştırması. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Durum, W.H. and Hafthy, J., 1961. Occurrence of Minor Elements In Water. US Geol. Surv. Circ. 445, 11pp.
- Durum, W.H., Hem, J.D. and Heidel, S.C., 1971, Reconnaissance of Selected Minor Elements Surface Waters of The United States. US. Geol. Surv. Circ. 643, 49pp.
- Dündar, M. Ş., Altundağ, H., Kaygaldurak, S., Şar, V., Acar, A., 2012. Çeşitli Endüstriyel Atık Sularda Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 16. Cilt, 1. Sayı, s. 6-12.
- Emberton, J.R. 1997. Sürdürülebilirlik ve Su Endüstrisi. Su Kalitesi Yönetimi Semineri Bildiri Kitabı, Ankara, 117-124.
- Engel, D. W., Sunda, W., Fowler, B. A., 1981. Factors Affecting Trace Metal Uptake and Toxicity To Estuarine Organisms. I. Environmental Parameters. In Wernberg, F.J. (ed.) Biological Monitoring of Marine Pollutants. Academic Press. New York Toronto-London-Sydney. Pp 127-144.

- Erdoğrul, O., Tosyalı, C., Erbilir, F. 2005. Kahramanmaraş' ta Yetişen Bazı Sebzelerde Demir, Bakır, Mangan, Kadmiyum ve Nikel Düzeyleri. KSU. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2): 27-29.
- Förstner, U. and Prosi, F., 1979. Heavy Metal Pollution In Freshwater Ecosystems. In: O. Ravera (ed), Biological Aspect of Fish Water Pollution, 129-159.
- Förstner, U. and Wittmann, G. T. W., 1983. Metal Pollution in the Aquatic Environments. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 486p.
- Fricke, K. and Werner, H., 1957, Geochemische Untersuchungen von Mineralwässern auf Kupfer; Blei und Zink in Nordrhein-Westfalen und angrenzenden Gebieten. Heilbad Kurort, pp 45-46.
- Gökten, A. 2013. Çorum İli Barajlarındaki Su, Sediment, Toprak Ve Biyolojik Materyallerde Ağır Metal İzlenmesi ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Heide, F. and Singer, E., 1954. Der Gehalt Des Saalewassers An Blei Und Quecksilber. Naturwissenschaften. 44: 441.
- Heyl, K.E., 1954. Hydrochemische Untersuchungen Im Gebiet Des Siegerlander Erzbegbous. Thesis, Univ. Heidelberg, 72 pp.
- Huff, L.C., 1948. A Sensitive Field Test For Heavy Metals In Water. Econ Geol. 43, 675 681.
- Ikem, A. and Egiebor, N.O., 2005, Assessment of Trace Element In Canned Fish (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) Marketed In Georgia and Alabama (United States of America). Jornal of Food Composition and Analyses, 18, 771-787.
- İstanbuluoğlu, H., ve Kır, T., 2011. Türkiye'nin Su Politikaları.GATA Halk Sağlığı AD, Ankara. TAF Preventive Medicine Bulletin, 2011: 10(3)
- İşeri, C., Sağlam, G., Çağlayan, K. B., 2011. Doğal Kaynaklı Maddeleri Kullanarak Atık Sulardan Ağır Metal Giderilmesi. Tübitak-Bideb Kimyagerlik Kimya Öğretmenliği ve Kimya Mühendisliği Kimya Lisans Öğrencileri Araştırma Projesi Eğitimi Çalıştayı, 2011.
- Kalyoncu, H., Özcan, C., Özcan, S. T., 2016. Isparta Deresi'nin Su ve Sedimentlerindeki Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7(Ek Sayı 1): 268-280 (2016).

- Kanamori, S. and Sugawara, K., 1965, Geochemical Study Of Arsenic İn Natural Waters. J. Earth.
- Kara ve Çömlekçioğlu, 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi 7(1).
- Kara, C. ve Solak, C. 2004. Sır Baraj Gölü (Kahramanmaraş)'nde Yaşayan Tatlı Su Kefali (*Leuciscus cephalus* L, 1758)'nin Büyüme Özellikleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(2).
- Karadede, H. and Ünlü, E., 2000. Concentrations of Some Heavy Metals In Water, Sediment And Fish Species From The Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere*, 41:1371-1376.
- Katip, A., Özengin, N., İleri, S., Elmacı, A., Karaer, F., 2014. Uluabat Gölü'nde Sudaki İz Element Kirliliğinin Zamansal Değişiminin (2003-2004 ve 2008-2009) İzlenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 19, Sayı 2.
- Kır, İ., Özcan, S. T., Tuncay, Y., 2007. Kovada Gölü'nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 24 (1-2): 155-158.
- Kır, İ., ve Tumantozlu, H., 2012. Karacaören-II Baraj Gölü'ndeki Su, Sediment ve Sazan (*Cyprinus carpio*) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Ekoloji 21, 82, 65-70.
- Kiracı, A., 2014. Azap Gölü'nün Sedimentlerindeki ve Sularındaki Ağır Metal Miktarlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Aydın.
- Komovalev, G.S., 1959. Removal Of Microelements By The Principal Rivers Of The USSR, Dokl. Akad Nauk USSR. 129, 1034-1038.
- Korkmaz, H. 2001. Kahramanmaraş Havzası'nın Jeomorfolojisi, Kahramanmaraş Valiliği İl Kültür Müdürlüğü Yayınları No: 3, Kahramanmaraş.
- Kouba, A., Buric, M., Kozak, P. 2009. Bioaccumulation and Effects of Heavy Metals in Crayfish: A Review. *Water, Air, & Soil Pollution*, 211(1-4): 5-16.
- Kumru, S., 2009. Sır Barajı Gölü'nde (Kahramanmaraş) Zooplankton Yoğunluğunun Aylara Ve Derinliğe Göre Değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.

- Lee, Y. H. and Stuebing, R. B., 1990. Heavy Metal Contamination In The River Toad. *Bufo juxtosper* (Inger) Near A Copper Mine In East Malaysia. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 45, 272-279.
- Liaghati, T., Proda, M. and Malcolm, C., 2003. Heavy Metal Distribution And Controlling Factors Within Costal Plain Sediments, Bell Grek catchment, Southeast Queensland, Australia. Environment International, 29, 935-948.
- Linnik, P.M. and Zubenko, I.B., 2000. Role of Bottom Sediments In The Secondary Pollution of Aquatic Environments By Heavy Metal Compounds. Lakes and Reservoirs: Research and Management, %, 1, 11.
- Linstedt, K.D. and Kruger, P., 1969. Vanadium Concentrations In Colorado River Basin Waters. J. Am. Water Works Assoc. 61, 85-88.
- Livingstone, D.A., 1963. Chemical Composition Of Rivers And Lakes. In: Fleischer M (ed) Data of Geochemistry. Geol. Surv. Prof. Pap, 440-G: 64pp.
- Markert, B. 1993. Plant As Biomonitors: Indicators For Heavy Metals In The Terrestrial Environment, B.Markert (ed), VCH Weinheim, New York/Basel/Cambridge.
- Mathis, B.J. and Cummings, T.F., 1973. Selected Metals In Sediments, Water and Biota In The Illinois River. J. Water Pollut. Control Fed., 45, 1573-1583.
- Mcneely, R.N., Neimanis, V.P., Dwyer, L., 1979. Water Quality Sourcebook- A Guide To Water Quality Parameters. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 88 p.
- Merlini, M., 1980. Some Considerations On Heavy Metals In The Marine Hydrosphere and Biosphere. Thallasia Jugoslavica 16(2-4), pp 367-376.
- Merrill, J.R., Lyden, E.F.X., Honda, M. and Arnold, J.R., 1960. The Sedimentary Geochemistry The Beryllium Isotopes. Geochim. Acta, 18, 108-129.
- Mills, E.L. and Oglesby, R.T., 1971. Five Trace Elements and Vitamin B12 In Cayuga Lake, New York, Proc. 14th Conf. Great Lakes Res. 256-267.
- Morita, Y., 1955. Distribution Of Copper And Zinc In Various Phases of The Earth Materials. J. Earth Sci. Nagoya Univ. 3, 33-45.
- Negilski, D. S., Ahsanullah, M., Mobley, M. C., 1981. Toxicity of Zinc, Cadmium and Copper to the Shrimp *Callinassa australiensis*. II. Effects of Paired and Triad Combinations of Metals. Marine Biology 64,305-309 (1981). Netherlands, 310.

- Öbek, E., Tatar, Ş.Y., Hasar, H., Arslan, E.I. ve İpek, U., 2004. Kentsel ve Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Çamurlarındaki Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi, F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(1), 31-38.
- Öner, Ö., ve Çelik, A., 2011. Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi, Ekoloji 20, 78, 48-52.
- Özmen, H., Külahcı, F., Çukurovalı, A. and Doğru, M., 2004. Concentrations Of Heavy Metal and Radioactivity In Surface Water An Sediment Of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). Chemosphere, 55,401-408.
- Öztürk, M., Türkan, İ., Dalgıç, R., Çelik, Ü., Yılmaz, M. ve Yücel, E., 1992. Ağır Metaller Canlılar İçin Bir Yük Mü?, II. Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sorunları Sempozyumu, s. 134-140, Ankara.
- Perry, J. and Vanderklein, E., 1996. Water Quality Management of A Natural Resource. Blackwell Science, 639p.
- RG, T. 31.12.2004, S. 25687. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Çevre Kanunu 8 ve 11 inci maddeleri ile 01.05.2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunun 9 uncu maddesine dayanılarak hazırlanmıştır.
- Robbins, J.A., Landstrom, E. and Wahlgren, M., 1972. Tributary Inputs of Soluble Trace Metals To Lake Michigan. Proc. 15th Conf. Great lakes Res. 270-290.
- Sarıeyyüpoğlu, M. ve Say, H., 1991. Elazığ Şehir Kanalizasyonunun Keban Baraj Gölü'ne Döküldüğü Bölgeden Yakalanan *Barbus Capito Pectoralis*'de Ağır Metal Birikimlerinin Araştırılması. E. Ü. Su Ürünleri Sempozyum Kitabı, (12-14 Kasım 1991), İzmir, 121-130.
- Silvey, W.D., 1967. Occurrence Of Selected Minor Elements In The Waters of California. US Geol. Surv. Water Supply Pap, 1535-L: 17pp.
- Sönmez, A., Hisar, O., Yanık, T. 2012. Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Der., 43(1): 69-77.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., Aras, M.S., 2008. “*Sular Bilgisi*”, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, Nobel Basımevi, 64, 201. Ankara.
- Sugawara, K., and Okabe, S., 1960. Geochemistry of Molybdenum In Natural Waters. J. Earth Sci. Nagoya Univ.8, 93-107.

- Sugawara, K., Naito, H. and Yamada, S., 1956. Geochemistry of Vanadium In Natural Waters. J. Earth Sci. Nagoya Univ. 4,44-61.
- Teber, Ç., 2013. Sıdıklı Küçükboğaz Baraj Gölü(Kırşehir)'nde Yaşayan Kadife Balığı (Tinca Tinca L.,1758)'nda Ağır Metal Birikimi. Yüksek Lisans Tezi. Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kırşehir.
- Toroğlu, E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F. 2006. Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bilimler Der., 4: 93-103.
- Tumantozlu, H., 2010. Karacaören II Baraj Gölü'ndeki Su, Sediment Ve Sazan (Cyprinus carpio L., 1758) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Birikimlerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 43-44.
- Tunca, E., Atasagun, S., Saygı, Y., 2012. Yeniçağa Gölü'nde (Bolu-TÜRKİYE) Su, Sediment ve Kerevitteki (*Astacus leptodactylus*) Bazı Ağır Metallerin Birikimi Üzerine Bir Ön Çalışma. Ekoloji 21, 83, 68-76.
- Turekian, K.K. and Kleinkopf, M.D., 1956. Estimates of The Average Abundances of Cu, Mn, Pb, Ti, Ni and Cr In Surface Waters. Maine Bull. Geol. Soc. Am. 67, 1129-1132.
- Turekian, K.K., Harriss, R.C. and Johnson, D.G., 1967, The Variations of Si, Na, Ca, Sr, Ba, Co, and Ag In The Neuse River, North Carolina. Limnol. Oceanogr., 12, 702-706.
- Udodov, P.A. and Parlov, Y.U.S., 1961. Certain Regularities of Migration of Metals In Natural Waters. Geochemistry, 8, 763-769.
- URL-1, <http://nufus.mobi/turkiyenin-en-kalabalik-illeri>, Kahramanmaraş Nüfusu, 2016.
- URL-2, www.kmtso.org.tr, 2016.
- URL-3, <http://www2.dsi.gov.tr/baraj/detay.cfm?BarajID=142>, 2016.
- URL-4, <http://kahramanmaras.tkd.gov.tr/Docs/kahramanmarasTKDK13023809895339804.pdf>, 2016
- URL-5, www.googleearth.com, 2016.
- USEPA, 2002, *National Recommended Water Quality Criteria*, Office of Water, 822-R-02-047
- Voegell, P.T. and King, R.U., 1968. Occurrence In Distribution of Molybdenum In The Surface Water of Colorado. US. Geol. Surv. Water Supply pap 153N.

- Weiler, R.R. and Chawla, V.K., 1969. Dissolved Mineral Quality of Great Lakes Waters. Proc. 12th. Conf. Great Lakes Res.801-818.
- White, D.E., Hem, J.D. and Waring, G.A., 1963. Chemical Composition of Surface Waters. In: fleischer M (ed) Data of geochemistry. US. Geol. Surv. Prof. Pap 440-F:25 pp.
- WHO, 2012. Water Safety Planning For Small Community Water Supplies: Step By-Step Risk Management Guidance For Drinking-Water Supplies In Small Communities. World Health Organization, Geneva.



ÖZGEÇMİŞ

Seval KARABACAK UZUN, Kahramanmaraş doğumlu olup yükseköğrenimine Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümünde başlamıştır. 2007 yılında başlamış olduğu Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden 2011 yılında mezun olmuştur. 2011 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitime başlamış ve halen aynı anabilim dalında yüksek lisans eğitime devam etmektedir.

