

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONYA ANA TAHLİYE KANALINDA AĞIR METAL
KİRLİLİĞİNİN İZLENMESİ**

**Tezi Hazırlayan
Zehra CEYLAN**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Erkan KALIPCI**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Şubat 2016
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONYA ANA TAHLİYE KANALINDA AĞIR METAL
KİRLİLİĞİNİN İZLENMESİ**

**Tezi Hazırlayan
Zehra CEYLAN**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Erkan KALIPCI**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

Bu çalışma, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, BAP tarafından NEÜLÜP15F4 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

**Şubat 2016
NEVŞEHİR**

Yrd. Doç. Dr. Erkan KALIPCI danışmanlığında **Zehra CEYLAN** tarafından hazırlanan "**Konya Ana Tahliye Kanalında Ağır Metal Kirliliğinin İzlenmesi**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

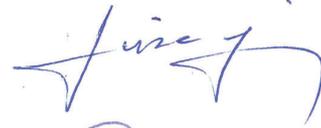
04.03/2016

JÜRİ

Başkan : Prof. Dr. Haydar ÖZTAŞ



Üye : Yrd.Doç. Dr. Hüseyin CÜCE



Üye : Yrd. Doç. Dr. Erkan KALIPCI



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 26.02.2016 tarih ve 2016/09/106 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Sâhlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü



TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Zehra CEYLAN



TEŞEKKÜR

Çalıőmamın her aőamasına katkısı olan bilgi, tecrübe ve hoőgörüsünü esirgemeyen hocam, tez danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Erkan KALIPCI' ya, önerileriyle ve tecrübeleriyle çalıőmalarımı yönlendiren, değerli hocam Doç. Dr. Serkan ŐAHİNKAYA' ya, bana huzurlu bir çalışma ortamı sağlayan, maddi manevi desteğini esirgemeyen aileme tüm desteklerinden dolayı sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Teknik ve idari yardımlarından dolayı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanlığı'na, Biyoloji Bölüm Başkanlığı'na ve Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi BAP Birimi'ne teşekkür ederim.

KONYA ANA TAHLİYE KANALINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN İZLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Zehra CEYLAN

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2016

ÖZET

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda Konya İlinden kaynaklanan atıksuların, D.S.İ. sulama kanalı vasıtasıyla Tuz Gölü'ne kadar ulaştığı, dolayısı ile suda bulunan ağır metal konsantrasyonlarının Tuz Gölü'nde ağır metal kirliliğine neden olduğu belirtilmektedir. Yapılan bu çalışmada; Konya Ana Tahliye Kanalı boyunca ağır metal parametrelerinin analizi yapılarak sonuçlar mevsimsel olarak değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında 2014 yılında 7 adet ölçüm istasyonundan; ilkbahar, yaz, sonbahar, kış olmak üzere 4 mevsim alınan toplam 28 adet numunede 20 adet ağır metal (Ag, Al, As, Ba, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, B, Hg, P) parametresine bakılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde; özellikle arsenik, baryum, krom, bakır, nikel, kurşun, kalay ve bor parametrelerinin sonbahar döneminde, diğer mevsimlerden farklı olarak daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. İlkbahar, yaz ve kış dönemlerindeki ağır metal konsantrasyonlarının ise genel olarak birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasındaki mesafe 30 km olup istasyonlar arası en uzun mesafe olması nedeniyle su seyrelerek gelmektedir. Ayrıca bu bölgede çiftçiler atıksuyu sulama suyu amaçlı kullandıkları için de seyrelme olmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa istasyonlarında seyrelme devam etmektedir. Bu bölge her mevsim sürekli yağış alan bir bölge olduğu içinde seyrelmenin artarak devam ettiği düşünülmektedir. Ağır metal analiz sonuçlarının 'Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde' belirtilen alıcı ortama deşarj edilen atıksularda izin verilebilir maksimum ağır metal limitlerinin çok altında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen analiz sonuçları; Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve ABD Çevre Koruma Ajansına (US EPA) göre toksik maddelerin sınır değerleri ile kıyaslandığında da sonuçların bu değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

Yapılan analiz ve incelemeler sonucunda; Konya ilinden kaynaklanan atıksuların Tuz Gölü'nde ağır metal kirliliği oluşturması mümkün gözükmemektedir. Kanal suyunun tarımsal amaçlı kullanılmasında da ağır metal kirliliği yönünden bir sorun görülmemektedir. Yapımı tamamlanan ve işletmeye alınan Konya Atıksu Arıtma Tesisi'nin işletmeye alınmasından sonra, D.S.İ. kanalına verilen atıksularda ciddi bir kalite artışı olduğu yapılan bu çalışma ile tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarının 'Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine' göre standartların çok altında çıkmasının nedeni; Konya atıksu arıtma tesisinin evsel atık suları arıttıktan sonra kanala veriyor olması ve Konya Organize Sanayisine ait arıtma tesisinde endüstriyel atıkları arıttıktan sonra kanala vermesidir. Konya çevresinde sayıları gün geçtikçe artan büyük çaptaki endüstriyel fabrikalarında atıksularını ön arıtmadan geçirerek şebekeye vermesinin de göz ardı edilemeyecek düzeyde fayda sağladığı düşünülmektedir. Konunun sosyal, ekonomik, tarımsal, ekolojik, kültürel boyutlarını derinlemesine incelemek için mevcut durumun zayıf, güçlü, olanaklarını ve tehlike boyutlarını ortaya koyabilecek detaylı GZOT (Güçlü Yönler- Zayıf Yönler, Olanaklar ve Tehditler) analizlerinin yapılması gereklilik göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Konya Ana Tahliye Kanalı, Atıksu, Ağır metal, Su kalitesi.
Tez Danışman: Yrd.Doç. Dr. Erkan KALIPCI
Sayfa Adeti: 165

**INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN KONYA MAIN
DISCHARGE CHANNEL**

(M. Sc. Thesis)

Zehra CEYLAN

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

February 2016

ABSTRACT

In the studies carried out until today, it was determined that wastewater sourced from Konya city reached to Salt Lake via D.S.I. irrigation channels and therefore, heavy metal concentration present in the wastewater led to heavy metal pollution in Salt Lake. In this present study; analysis of heavy metal parameters through Konya Main Discharge Channel were carried out and the results were evaluated seasonally. Within the context of this study, totally 20 heavy metal (Ag, Al, As, Ba, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, B, Hg, P) parameters were considered in 28 samples collected in four seasons being winter, summer, spring and autumn from 7 measurement stations in 2014. When the results of analysis were investigated, it was determined that the parameters of especially arsenic, barium, chromium, copper, nickel, lead, tin and boron in autumn were found differently higher than other seasons. It was also indicated that heavy metal concentrations in spring, summer and winter were generally close to each other. The distance between 1st pump and supply station was 30 km and so water comes by becoming rare since the distance between stations was the longest distance. Moreover, since the farmers use the wastewater for the aim of irrigation in this region, the water also becomes rare. Becoming rare continues in the stations of 2nd pump, 3rd pump and 4th pump. Also since this region always gets rain in every season, it was considered that becoming rare continues by increasing. It was observed that heavy metal results were lower than maximum heavy metal limits permitted in wastewater discharged to receiving environment indicated in Water Pollution Control Regulations. Moreover, when these analysis results were compared to limit values of toxic materials in Turkish Standard Institution (TSI), World

Health Organization (WHO) and USA Environmental Protection Agency (US EPA), it was determined that the results were lower than these values.

As a result of analysis and investigations; formation of heavy metal pollution in Salt Lake due to wastewater sourced from Konya seemed not possible. In using the channel water for the aim of agriculture, there seemed no problem in terms of heavy metal pollution. After taking constructed Konya Wastewater Treatment Plant into operation, it was determined that the quality of wastewater given to State Hydraulic Works (SHW) channels was improved seriously. The reason for analysis results to be found lower than standards according to 'Water Pollution Control Regulations' was that the domestic wastewater was given to the channel after treated in Konya Wastewater Treatment Plant and also industrial wastewater of Konya Organized Industry was given to the channel after treatment. Since the wastewater of large scale industrial factories the numbers of which are increasing day by day in Konya region is also pre-treated by Konya Wastewater Treatment Plant and given to water supply network, it is considered that this has non-negligible benefits. In order to investigate social, economic, agricultural, ecological and cultural dimensions of this subject profoundly, it is necessary to perform a detailed SWOT analysis (strengths, weaknesses, opportunities and threats) of the current situation.

Keywords: Konya Main Relief Canal, wastewater, heavy metals, water quality.

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Erkan KALIPCI

Page Number: 165

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	I
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÖZET.....	IV
ABSTRACT	VI
TABLolar LİSTESİ	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XIII
RESİMLER LİSTESİ	XVII
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ	XIX
1.BÖLÜM	
GİRİŞ	1
2.BÖLÜM	
AĞIR METALLER VE ATIKSULARDAN ARITIM TEKNOLOJİLERİ	2
2.1. Atıksularda Bulunan Bazı Ağır Metaller.....	2
2.1.1. Arsenik	4
2.1.2. Çinko	5
2.1.3. Bakır	6
2.1.4. Krom.....	7
2.1.5. Bor	8
2.1.6. Kurşun	9
2.1.7. Nikel	10
2.1.8. Demir.....	11
2.1.9. Baryum	11
2.1.10. Kadmiyum	11

2.1.11.	Kobalt	12	
2.1.12.	Selenyum	13	
2.1.13.	Lityum	13	
2.2.	Ağır Metaller ve Çevresel Etkileri	13	
2.2.1.	Ağır metal kirliliğinin sucul canlılara etkisi	14	
2.2.2.	Ağır metal stresine karşı biyolojik yanıtlar	16	
2.2.3.	Ağır metallerin insan sağlığına etkileri	19	
2.2.4.	Ağır metallerin sudaki toksik etkileri	21	
2.3.	Ağır Metal İçeren Atıksuların Arıtım Yöntemleri	23	
2.3.1.	Fiziksel arıtma üniteleri	24	
2.3.2.	Kimyasal arıtma üniteleri	24	
2.3.3.	Biyolojik arıtma üniteleri	25	
2.3.4.	İleri arıtma yöntemleri	25	
2.4.	Ağır Metal İçeren Sular İçin Kalite Kriterleri	29	
2.5.	Konya Kapalı Havzası ve Tuz Gölü	32	
2.6.	Konya Bölgesi Arıtma Tesisleri	36	
2.7.	Konu ile İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar	45	
2.8.	Konya Ana Tahliye Kanalına Atıksu Veren Kuruluşlar	46	
3.BÖLÜM			
MATERYAL VE YÖNTEMLER			48
3.1.	Konya Ana Tahliye Kanalının Yeri ve Bölümleri	48	
3.2.	Numunelerin Alınması ve Analiz Yöntemleri	49	
4.BÖLÜM			
BULGULAR			66
4.1.	Ağır Metal Analiz Sonuçlarına Ait Bulgular	66	

4.2.	Mevsimsel Analiz Sonuçları ile pH-Sıcaklık Verilerine Ait Bulgular	145
5.BÖLÜM		
	TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	151
	KAYNAKLAR.....	157
	ÖZGEÇMİŞ	164

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Temel Endüstrilerden Atılan Metal Türleri	14
Tablo 2.2.	Vücut Ağır Metallerin Sucul Organizmalardaki Stres Etkenleri	17
Tablo 2.3.	Tayini Yapılan Ağır Metal İyonlarının İnsan Sağlığına Olan Etkileri.....	22
Tablo 2.4.	TSE, WHO ve ABD Çevre Koruma Ajansına Göre Toksik Maddelerin Sınır Değerleri, (mg/l)	30
Tablo2.5.	Suların Genel Sınıflanması ve Kalite Parametreleri, (mg/l) (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)	30
Tablo 2.6.	Alıcı Ortama Deşarj Edilen Atıksuda İzin Verilebilir Maksimum Ağır Metal Limitleri, (mg/l)	31
Tablo 2.7.	Ağır Metallerin Toprakta Bulunan Toplam Tolere Edilebilir Miktarları, (mg/kg).....	31
Tablo 2.8.	Günlük Besinlerle Vücuda Kabul Edilebilir Ağır Metal Konsantrasyonları, (mg/gün)	32
Tablo 2.9.	Konya OSB AAT Analiz Sonuçları.....	40
Tablo 2.10.	OSB’de Yapılan Analizlere Ait Parametre ve Metod Listesi	41
Tablo 2.11.	Mevcut AAT Analiz Sonuçları ve Arıtma Verimi	43
Tablo 3.1.	Numunelerin Alınmasında Kullanılan Parametre ve Metod.....	51
Tablo 3.2.	Dalga Boyları, Tahmini Alet Tarama Limitleri Ve Önerilen Kalibrasyon	52
Tablo 3.3.	100 Mg/L Seviyesindeki Girişkenlerden Kaynaklanan Çevrimiçi Metod Elementler Arası Spektral Girişimler.....	53
Tablo 3.4.	Kalibrasyon Çözeltisinin Hazırlanması İçin Gerekli Dalga Boyları	56
Tablo 4.1.	İlkbahar Mevsimi (Mayıs Ayı) Analiz Sonuçları	146
Tablo 4.2.	Yaz Mevsimi (Temmuz Ayı) Analiz Sonuçları	147

Tablo 4.3.	Sonbahar Mevsimi (Ekim Ayı) Analiz Sonuçları.....	148
Tablo 4.4.	Kış Mevsimi (Temmuz Ayı) Analiz Sonuçları.....	149

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Ağır metallerin insan vücudunda etki mekanizması	21
Şekil 2.2.	Mevcut AAT İş Akım Şeması	42
Şekil 2.3.	Mevcut Atıksu Arıtma Tesisi Akış Diyagramı ve Yerleşim Planı.....	44
Şekil 4.1.	Gümüş parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)...	66
Şekil 4.2.	Gümüş parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)	67
Şekil 4.3.	Gümüş parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) .	68
Şekil 4.4.	Gümüş parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi)	69
Şekil 4.5.	Alüminyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)	70
Şekil 4.6.	Alüminyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) ..	71
Şekil 4.7.	Alüminyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)	72
Şekil 4.8.	Alüminyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) ...	73
Şekil 4.9.	Arsenik parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)..	74
Şekil 4.10.	Arsenik parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)	75
Şekil 4.11.	Arsenik parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)	76
Şekil 4.12.	Arsenik parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	77
Şekil 4.13.	Baryum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) .	78
Şekil 4.14.	Baryum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)	79
Şekil 4.15.	Baryum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)	80
Şekil 4.16.	Baryum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	81
Şekil 4.17.	Krom parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi).....	82
Şekil 4.18.	Krom parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)	83
Şekil 4.19.	Krom parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)....	84

Şekil 4.20.	Krom parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi)	85
Şekil 4.21.	Bakır parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)	86
Şekil 4.22.	Bakır parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	87
Şekil 4.23.	Bakır parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)....	88
Şekil 4.24.	Bakır parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	89
Şekil 4.25.	Demir parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)....	90
Şekil 4.26.	Demir parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	91
Şekil 4.27.	Demir parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)...	92
Şekil 4.28.	Demir parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi)	93
Şekil 4.29.	Potasyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)94	
Şekil 4.29.	Potasyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)94	
Şekil 4.30.	Potasyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	95
Şekil 4.31.	Potasyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)	96
Şekil 4.32.	Potasyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	97
Şekil 4.33.	Lityum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) ..	98
Şekil 4.34.	Lityum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	99
Şekil 4.34.	Lityum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	99
Şekil 4.35.	Lityum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)	100
Şekil 4.36.	Lityum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	101
Şekil 4.37.	Magnezyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)	102
Şekil 4.38.	Magnezyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)	103
Şekil 4.39.	Magnezyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)	104

Şekil 4.40.	Magnezyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).	105
Şekil 4.41.	Mangan parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)	106
Şekil 4.42.	Mangan parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	107
Şekil 4.43.	Mangan parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi).....	108
Şekil 4.44.	Mangan parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	109
Şekil 4.45.	Sodyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)	110
Şekil 4.46.	Sodyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)	111
Şekil 4.47.	Sodyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi).....	112
Şekil 4.48.	Sodyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi)	113
Şekil 4.49.	Nikel parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)	114
Şekil 4.50.	Nikel parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	115
Şekil 4.51.	Nikel parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)...	116
Şekil 4.52.	Nikel parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	117
Şekil 4.53.	Kurşun parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) .	118
Şekil 4.54.	Kurşun parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	119
Şekil 4.55.	Kurşun parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi)	120
Şekil 4.56.	Kurşun parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	121
Şekil 4.57.	Selenyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi).....	122
Şekil 4.58.	Selenyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)....	123
Şekil 4.59.	Selenyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi).....	124
Şekil 4.60.	Selenyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	125

Şekil 4.61.	Kalay parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)...	126
Şekil 4.62.	Kalay parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)	127
Şekil 4.63.	Kalay parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) .	128
Şekil 4.64.	Kalay parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi)	129
Şekil 4.65.	Çinko parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) ..	130
Şekil 4.66.	Çinko parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	131
Şekil 4.67.	Çinko parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) .	132
Şekil 4.68.	Çinko parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	133
Şekil 4.69.	Bor parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)	134
Şekil 4.70.	Bor parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi).....	135
Şekil 4.71.	Bor parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi).....	136
Şekil 4.72.	Bor parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi).....	137
Şekil 4.73.	Civa parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi).....	138
Şekil 4.74.	Civa parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)	139
Şekil 4.75.	Civa parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) ...	140
Şekil 4.76.	Civa parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi)	141
Şekil 4.77.	Fosfor parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi)..	142
Şekil 4.78.	Fosfor parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi)	143
Şekil 4.79.	Fosfor parametresinin mevsimlere göre değişimi(sonbahar mevsimi) .	144
Şekil 4.80.	Fosfor parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi)	145
Şekil 4.81.	İlkbahar mevsimi (mayıs ayı) analiz sonuçları	146
Şekil 4.82.	Yaz mevsimi (temmuz ayı) analiz sonuçları.....	147
Şekil 4.83.	Sonbahar mevsimi (ekim ayı) analiz sonuçları	148
Şekil 4.84.	Kış mevsimi (aralık ayı) analiz sonuçları	149

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1. Konya atıksu arıtma tesisi ile Tuz Gölü arası genel uydu görüntüsü.....	49
Resim 3.2. Numune alma noktaları uydu görüntüsü.....	50
Resim 3.3. Konya atıksu kanal çıkışı numune alma noktası.....	62
Resim 3.4 Konya atıksu kanal çıkışı	63
Resim 3.5. Konya atıksu kanal çıkışının pH ve sıcaklık ölçümü	63
Resim 3.6. P1 pompa istasyonu çıkışı görüntüsü.....	64
Resim 3.7. Kanaldan numune alma görüntüsü	64

HARİTA LİSTESİ

Harita 1:Tuz Gölü Havzası Genel Durum Planı.....	156
--	-----

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

Q	Debi
T	Sıcaklık
Kg	Kilogram
mg	Miligram
ppb	Milyarda bir kısım
ppm	Milyonda bir kısım
L	Litre
ml	Mililitre
mg/l	Miligram litre
sn	Saniye
C⁰	Santigrat derece
Km	Kilometre
mm	Milimetre
m/sn	Metre/Saniye
Fe	Demir
Mn	Mangan
Cd	Kadmiyum
Ni	Nikel
Cu	Bakır
Cr	Krom
Zn	Çinko
Co	Kobalt
Pb	Kurşun
Ag	Gümüş
Sn	Kalay
As	Arsenik
Be	Berilyum
Hg	Civa
Ni	Nikel

Se Selenyum
V Vanadyum
H+ Hidrojen iyonu
OH- Hidroksil İyonu
AKM Askıda katı madde
KOI Kimyasal oksijen ihtiyacı

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Ülkemizde geniş bir alanı kaplayan Konya Kapalı Havzası; yerüstü ve yer altı su kaynakları açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Konya Ovası, kapalı havza olduğundan tabii bir deşarj noktası yoktur. Taşkın sularını ve sulamadan dönen drenaj sularını ulaştırmak amacıyla Konya Ana Tahliye Kanalı inşa edilmiştir. Konya Ana Tahliye Kanalı yaklaşık 150 km uzunluğunda trapez kesitli toprak şeklindedir. Kanal; taşkın sularını ve atık suları mansabındaki Tuz Gölü'ne deşarj etmektedir. Tuz Gölü tuz üretimi yapılan önemli kaynaklardan biridir. Bu çalışmada Konya Ana Tahliye Kanalı'nın çeşitli noktalarından alınan numunelerle kanalın Tuz Gölü'nün ağır metal kirliliğine etkisi incelenmektedir. Kanalın çeşitli noktalarından alınan su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak ağır metal içerikleri belirlenmiştir.

“Atık suyun içindeki ağır metaller ve benzeri zehirli maddeler, yörenin iklim şartlarına ve toprak özelliklerine bağlı olarak toprakta birikebilir. Çok düşük konsantrasyonlarda bile kuvvetli zehir etkisine sahip olan ağır metaller, kirlenmiş sularda metal, kation, tuz ve kısmen anyon şeklinde bulunurlar. Bunlar; hem kirlenmiş suların kendiliğinden temizlenmesini engelleyebilir, hem de bu suların arıtılmış halde sulamada kullanılmasını ve arıtma çamurlarının gübre olarak kullanılmasını sınırlandırabilirler” [1].

“Atıksulardaki ağır metaller, zehirli olmaları nedeni ile çevre sağlığı açısından oldukça önemlidir. Ağır metalleri içeren atıksular genellikle endüstrilerden kaynaklanmakta, ya bir arıtmadan sonra ya da hiç arıtılmadan kanalizasyon sistemine deşarj edilmektedir. Özellikle kanala deşarj edilen atıksular, Konya atıksu ana tahliye kanalı civarındaki çiftçilerin tarımda sulama amaçlı kullanmaları ile verimli topraklar kirlenmekte ve bitki kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Ağır metaller gıda zinciri yolu ile insanlara ve hayvanlara kadar ulaşarak zehir etkisi yapmaktadır” [2].

Bu çalışmada; Konya Ana Tahliye Kanalı boyunca, dört ayrı mevsimde alınan numunelerde, kimyasal ve ağır metal parametrelerinin analizi yapılarak sonuçlar mevsimsel olarak değerlendirilmiştir. Özellikle kanal boyundaki çiftçilerin söz konusu kanaldan sulama amaçlı su çekerek sebze-meyveleri bu sularla sulamaları nedeniyle; yapılan bu çalışmanın çevre ve insan sağlığı açısından önemi büyüktür.

2. BÖLÜM

AĞIR METALLER VE ATIKSULARDAN ARITIM TEKNOLOJİLERİ

2.1. Atıksularda Bulunan Bazı Ağır Metaller

“Ekolojik dengeyi bozan kirletici unsurlar; bazı organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol ve türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisitler, yapay organik kimyasal maddeler, ağır metaller ve atık ısı olarak bilinen maddelerdir. Bu maddeler doğal dengeyi olumsuz yönde tehdit eden unsurlardır. Birçok ağır metal sanayi de kullanılmakta ve atık olarak doğaya terk edilmektedir. Özellikle son on yıldaki endüstriyel gelişmeler deniz çevrelerinin ağır metal tarafından kirletildiği ve bu kirlenmenin besin zincirine de yansıdığı gerçeğini ortaya koymaktadır. Su ve besinler ile bünyeye alınan ağır metaller canlılarda birikerek tüm yaşam aktivitelerine zarar verebilme ve değiştirebilme potansiyeline sahiptirler” [3].

Ağır metallerin birikimi önemli çevresel sorunlar arasında yer almaktadır. Ağır metallerin büyük bir bölümü besin zincirinin değişik kademelerinde canlıların bünyesine girerek etkili dozlarda bulduklarında ciddi hastalıklara ve ölümlere yol açabilen maddelerdir. Eser miktarda bile zehir etkisi gösteren bu maddeler, aynı şekilde suda düşük konsantrasyonlarda bulunmaları durumunda insan sağlığına zarar veren hastalıklara ve hatta ölümlere yol açabilmektedir.

“Su içerisinde mevcut olan her türlü madde belirli bir konsantrasyonu aştığı zaman sağlık için zararlıdır. Eser miktarlarda bile sakıncalı olabilen bu maddelerin en önemli grubunu ağır metaller diye adlandırılan Sb, Ag, As, Be, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, V, Zn gibi elementler oluşturmaktadır” [4].

“Ağır metallerin önemli bir kirletici grubu oluşturdukları bilinmektedir. Bunların toksik ve kanserojen etkileri olduğu gibi, canlı organizmalarda birikme eğilimi de söz konusudur. Krom, civa, kurşun, kadmiyum, mangan, kobalt, nikel, bakır ve çinko gibi metaller doğada genellikle sülfür, oksit, karbonat ve silikat mineralleri şeklinde bulunmaktadır. Bunların suda çözünürlükleri oldukça düşüktür”[1].

“Zehir etkisi gösteren maddeler, suda düşük konsantrasyonlarda bulunmaları durumunda bile insan sağlığına zararlı hastalıklara ve hatta ölümlere yol açabilmektedir. Eser miktarda bile toksik etkisi yapabilen bu maddeler arasında en önemli grubu; Ag, As, Be, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, V, Zn gibi elementler oluşturmaktadır. Söz konusu elementlerin çoğunluğu ağır metal grubuna girmektedir. Ağır metallerin önemli bir kirletici grubu oluşturdukları

bilinmektedir. Bunların toksik ve kanserojen etkileri olduğu gibi, canlı organizmalarda birikme eğilimi de söz konusudur. Krom, Civa, kurşun, kadmiyum, mangan, kobalt, nikel, bakır ve çinko gibi metaller doğada genellikle sülfür, oksit, karbonat, ve silikat, mineralleri şeklinde bulunmaktadır. Bunların suda çözünürlükleri oldukça düşüktür. Atıksuyun içindeki bor, ağır metal ve benzeri toksik maddeler; yörenin iklim şartına ve toprak özelliklerine bağlı olarak toprakta birikebilir. Bitki tarafından alınabilir veya suda kalabilir. Sulama sularında izin verilebilir maksimum ağır metal ve toksik konsantrasyonları Başbakanlık Çevre Müsteşarlığı'nca tebliğ edilmiştir. Çok küçük miktarlarda bile genellikle kuvvetli zehir etkisine sahip olan ağır metaller, kirlenmiş sularda metal, katyon, tuz ve kısmen anyon şeklinde bulunurlar. Bunlar hem kirlenmiş suların kendiliğinden temizlenmesini engelleyebilir, hem de suların arıtılmış halde sulamada kullanılmasını ve arıtma çamurlarının gübre olarak kullanılmasını sınırlandırabilirler” [5].

“Metal iyonları biyolojik öneme sahiptirler. Biyolojik ortamlarda metaller genellikle koordinasyon bileşikleri halinde bulunurlar. Canlı yaşam ile ilgili konular organik ve biyokimyanın ilgi sahasına girmektedir. Doğada bulunan metallerin konsantrasyonları ve mevcut ortamlardaki davranış biçimleri metal iyonları ile ilgili araştırmaların ilgi alanıdır. Hiçbir organik canlı birim metal iyonlarının katkısı olmadan gelişemez ve hayatta kalamaz. Bir hayvan familyasının sağlıklı yaşaması için gerekli metal konsantrasyonları bellidir ve türlerden türlere bu değer çok geniş aralıklarda değişmez” [6].

2.1.1. Arsenik

“Arsenik ve arsenikli bileşikleri, metalurji endüstrisi, cam eşya ve seramik üretimi, deri işlemleri, boya, pestisit üretimi, bazı organik ve inorganik kimyasal üretimi, petrol rafinerileri ve nadir toprak metalleri endüstrileri atıksularında bulunabilmektedir. Atıksulardan arsenik kimyasal çöktürme ile giderilir. pH 6-7’de sodyum veya hidrojen sülfür ilavesi ile arsenik, sülfürü şeklinde çöktürülür. Çöktürme sonrası arıtılmış su çıkışında arsenik seviyesi 0.05 mg/l olur. Deşarj limitlerini sağlamak için filtreleme gerekir. Düşük miktarda arsenik aktif karbonla filtreleme ile de düşürülebilir. Bu yöntemle arseniğin 0.2 mg/l den 0.06 mg/l ye düştüğü belirtilmektedir. Arseniğin Fe(OH)₃ floklarına bağlanarak da giderimi mümkündür. Bu prosesle 0.005mg/l nin altında çıkış suyu arsenik miktarlarına ulaşılmıştır” [7].

“ Ayrıca ev atığı deterjanlarda bir miktar arsenik kapsayabilmektedirler. Yüksek toksisiteli arsenik bileşiklerine tüm farklı pestisitler gibi fungusit, herbisit, insektisitler mükemmel bir kaynak teşkil edebilirler” [4].

“Arsenat toprağa bağlanma şekli; arseniğin topraklardan kolaylıkla uzaklaştırılmayacağı, topraklarda çok yoğun bir şekilde arsenat birikimi ve dolayısı ile arsenat kirliliği olabileceğini göstermektedir. Toprakta bulunan arseniğin toplam tolere edilebilecek miktarları 50 mg/kg civarındadır” [8].

“Doğada çok az miktarda bulunan arsenik genellikle oksijen, klor ve kükürtle birleşik halde bulunur. Bitki ve hayvanlarda ise karbon ve hidrojen ile bileşik yapar. Arsenik bileşiğinin özel bir tadı ve kokusu yoktur. İnorganik arsenik insanlar için zehirli olup organik arsenik daha az zararlıdır. Besinlerde ve sudaki yüksek miktarda (60 ppm) arsenik öldürücü olabilir. Arsenik bilinen bir kanserojendir şöyle ki inorganik arseniğin solunması akciğer kanserine, besin yoluyla alınması ise, cilt, mesane, böbrek, karaciğer ve akciğer kanserine neden olabilir. EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı)'nın içme suyu için verdiği üst limit 0,05 ppm'dir” [9].

Arsenik bileşikleri; solunum, sindirim ve daha az ölçüde de deri yoluyla alınmaktadır. Özellikle toz halinde olan arsenik zehirsiz kabul edilmektedir. Ancak toz halindeki arseniğin nemli ortamlarda arsenik trioksit'e dönüşmesi ile zehirli bir bileşik oluşmaktadır.

“Vücuda alınan arseniğin %95'inden fazlası kanda hemoglobinin proteini tarafından bağlanmakta ve birçok enzimin faaliyetini engellemektedir. Arsenik; saç, tırnak, karaciğer ve böbrekler gibi organizmanın her tarafında birikim gösterir. Arsenik bileşiklerinin ayrıca kanserojen etkide gösterdiği bilinmektedir” [8].

2.1.2. Çinko

“Çinko tüm memelilerde ve insan vücudunda en bol bulunan elementtir. Birçok enzim sistemlerinde bulunmaktadır. Çinko; prostat, saç, kemik (kurşun gibi depolanır), karaciğer, böbrek, kaslar, pankreas, mide, bağırsak traktüsü, dalak ve kan sırası ile dokularda çoktan aza sıralanabilir” [10].

“Denizdeki çinko miktarı insan aktiviteleri ve şehirleşme ile bağlantılı olup madencilik, elektro-kaplama ve sentetik fiber üretimden kaynaklanmaktadır. Artan tuzluluk sedimentasyona yol açarak sudaki çinko düzeyini azaltır. Düşen pH ve ortamın artan redoks potansiyeli sedimandaki çinkonun çözünerek çözeltiye geçmesini sağlar. Çinkonun deniz ürünlerini yemekten kaynaklanan herhangi bir insan hastalığına katkısı yoktur.

Galvanize borulardan uzun süre su kullanılmasıyla kaynaklanan zehirlenmesi ile ilgili birçok kayıt vardır. Çinko kolay absorbe edilen bir maddedir. Havada ve bütün meyvelere bulaşmış olarak bulunmaktadır” [11].

“Çinko özellikle, çelik çalışmaları ipek ipliği, fiber üretimi ve katot arıtımı uygulayan resirküllasyon soğutma sistemleri ile metal kaplama ve metal proses atık sularında bulunur” [12]. Ayrıca; mürekkep, kopya kağıtları, kozmetik, boya, lastik, muşamba, maden sanayi gibi pek çok sanayide kullanılır. Çinko yoğun endüstri alanlarından bırakılan atık sularla, kanalizasyon aracılığıyla toprağa ulaşmaktadır [13]. Çinko mürekkeplerde, karbon kağıtlarında kozmetikte, boya maddelerinde, silgi ve muşamba üretiminde de kullanılır. Çinko atıklarının başlıca kaynağı elektrolitik kaplama banyolarıdır. Bu banyoların çoğunluğu çinko siyanür içeren bazik çözeltilerdir. Metal kaplama ve alaşımlarda kullanılan çok önemli bir element olan çinko, yoğun endüstri alanlarından bırakılan atık sular, kanalizasyon suları ve asitli yağışların çinko içeren madde üzerine yapmış olduğu aşındırıcı etkisi sonucu çevrede konsantrasyonu artan ve toksik düzeylere ulaşan bir iz elementtir” [4].

“Toprakta yüksek konsantrasyonlarda çinko bulunduğu takdirde çinko zehirlenmesi ortaya çıkmaktadır. Katı atıklar ve arıtma çamurları özellikle çok yüksek Zn ihtiva etmesi, bu tür materyallerin araziye verilmesi veya depolanması halinde topraklarda Zn birikimine sebep olmaktadır [8]. Çinko zehirlenmesi genellikle kazara alınan yüksek Zn dozları ile sınırlı olup, yaygın olarak görülmeyen bir durumdur. Zn fazlalığı özellikle bakırın fonksiyonunu engellemektedir. Yapılan araştırmalar 10:1 oranındaki Zn/Cu konsantrasyonunun Cu kullanımını engellediğini ortaya koymuştur” [14].

“Metal çinkonun erime noktasının üzerinde bir ısı ile ısıtılması sonucu ortaya çıkan çinko oksit buharlarının solunması sonucu, önemli zararlar meydana gelir. Çinko klorür dumanları ise ancak yüksek konsantrasyonlarda öldürücü etkide bulunur [15]. Hayvanlar yüksek düzeyde Zn alımına karşı tolerans gösterebilirler. Çinko toksisitesi hayvanların cinsine göre farklılık gösterir. Çinko zehirlenmesi ile birlikte hayvanlarda kansızlık, iştahsızlık, beslenme bozuklukları, pankreaslarda düzensizlik ve gelişmede gerileme gibi çok sayıda önemli rahatsızlıklar ortaya çıkar” [16]. “Bitkilerde ç i n k o toksitesi, kök büyümesi ve yaprak dağılımında bir gerilemeye yol açmakta, bunu klorez takip etmektedir” [8].

2.1.3. Bakır

“Bakırın kaynakları; elektrik kabloları, oto radyotörleri, elektronik aksamalarda, bakır ve pirinç kaplama atıklardır [6]. Endüstrilerde bakırın önemli rol oynamasının nedeni çok farklı özelliklere sahip olmasıdır. Bakırın en önemli özelliklerinin arasında yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, aşınma ve korozyon direnci, çekilebilme ve dövülebilme özellikleri sayılabilir. Ayrıca alaşımları çok çeşitli olup endüstride (otomotiv, basınçlı sistemler, borular, vanalar, elektrik santralleri ve elektrik, elektronik vd.) değişik amaçlı kullanılmaktadır” [17].

“Bakırın birincil kaynakları metal ve madeni kaplama endüstrileridir. Bakır aynı zamanda bakır tuzları ve katalizleri kullanan kimyasal üretim proseslerinin atıksularında da mevcuttur. Ağır metallere bakır(II) kirliliği içeren atık sular bakır madenleri, bakır ve pirinç kaplama sanayi, bakır-amonyum reyon fabrikaları, kâğıt, petrol ve boya endüstrilerinden kaynaklanmaktadır” [18]. “Topraklarda bakır konsantrasyonu 5-100 ppm arasında bulunmaktadır. Doğal olarak toprakta bulunan toplam bakırın miktarı, toprağın bakırın içeriğine bağlı olarak değişiklik gösterir. Mineral ayrışmanın şiddeti ve gelişen bitkilerin etkisi nedeni ile Bakır konsantrasyonu toprak profilinin yüzeye yakın kısımlarında daha yüksektir” [4].

“Bakır toprak parçalarına kuvvetli bir şekilde bağlandığından oldukça hareketsizdir. Bu nedenle çoğu toprakların Cu içeriği alt profile doğru azalma göstermektedir. Çok çeşitli kullanım alanları olan bakır çevreye endüstri tozları, fungusitler ve atıksular ile bırakılmaktadır. Özellikle $CuSO_4$, tarımsal amaçlı olarak yaygın miktarlarda kullanılmaktadır. Yine $CuSO_4$ kümesi hayvanlarının beslenmesinde de katkı maddesi olarak kullanılır” [8].

2.1.4. Krom

“Krom paslanmaz çelik üretimi, çeşitli lehim ve pas engelleyicilerin üretimi ile ilgili metalurji endüstrisinde, boya, cila, cam ve seramik malzemelerinde, deri endüstrisinde kullanılmaktadır. Doğal olarak toprakta bulunmaktadır. Ana materyale göre değişmekle birlikte toprakta 5-100 mg/kg oranlarında bulunur” [19].

“Kroma endüstrinin hemen her dalında rastlanır. Isı değiştiricilerinde korozyon inhibitörü olarak, soğutma sularında pompaları korumak için birçok alaşımın yapısında ve metal kaplamalarda tekstil boyalarında krom bileşiklerine çok rastlanır. Su ortamına giren krom (3+) ve krom (6+) iyonları doğal oluşum ve insan aktivitelerinden kaynaklanmaktadır.

Krom (3+) organizmalar için gerekli element olmasına karşılık, krom (6+) toksik etki ederek kansere neden olabilmektedir. Krom (3+)’ün organizmadaki birikimi çok fazla olduğunda da toksik etkisi de söz konusu olmaktadır. İnsanlar kromu teneffüs yoluyla, yeme ve içme yollarıyla aldıkları gibi deri yolu ile de alabilirler” [6].

“Krom, insan vücudunda hemen hemen tüm dokularda yer almaktadır. İnsanların günlük besinlerle alması kabul edilebilir krom düzeyi 50-200 mg/gün civarındadır [1]. Vücutta insülin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkileyen krom, doğada her yerde bulunan bir metal olup havada $>0.1 \text{ mg/m}^3$ ve kirlenmiş suda ortalama 1 mg/L bulunur. Krom içeren minerallerin endüstriyel oksidasyonu ve fosil yakıtların, ağaç ve kağıt ürünlerin yanması neticesinde doğada altı değerlikli krom oluşmaktadır. Okside krom havada ve saf suda nispeten kararlı iken ekosistemdeki organik yapılarda, toprakta ve suda üç değerliğe geri redüklenir. Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yılda yaklaşık olarak 6700 ton krom bu çevrimden ayrılarak denize akar ve okyanus tabanına çökelir” [17].

2.1.5. Bor

“Bor mineralleri, sanayide sayısız denecek kadar çok çeşitli işlerde kullanılmaktadır. Bor minerallerinden elde edilen boraks ve borik asit; özellikle nükleer alanda, savunma sanayinde, jet ve roket yakıtı, sabun, deterjan, lehim, fotoğrafçılık, tekstil boyaları, cam elyafı ve kâğıt sanayinde kullanılmaktadır” [20].

“Yeryüzünde toprak, kayalar ve suda yaygın olarak bulunan bor insan sağlığı ve bitki türleri üzerinde toksik etki yapan bir elementtir. Bitkilerin büyümesinde oldukça önemli bir element olan bor, gereken miktarından çok az daha fazla alınması durumunda bitkiler için toksik olmaktadır. Bitkiler üzerine bor’un olumsuz etkileri ile ilgili oldukça geniş çaplı araştırmalar yapılmıştır. Bor’un fizyolojik etkileri arasında kök hücre bölünmesi, gecikmeli filiz ve kök büyümesi, fotosentezin engellenmesi ve yapraklarda klorofilin azalması gösterilebilir. Pek çok üründe bor toksisitesi semptomları arasında yaşlı yapraklar üzerinde yanıklar, yaprakların sararması, bozulmanın hızlanması ve sonunda ölmesi yer almaktadır. Bu belirtiler bor miktarına ve bitkinin toleransına göre değişmektedir. Bor’un hayvanlar ve insanlar üzerine toksik etkileri çok iyi bilinmemektedir. Bor toksisitesi, maruz kalınma süresine, sıklığına ve miktarına bağlıdır. Dolayısıyla toksisitenin ölçümü oldukça zordur. Yapılan çalışmaların büyük bir bölümü borun hayvanlar üzerine olan toksik etkisinin

ortaya çıkarılması adınadır. Görülen en önemli rahatsızlıklar arasında deri ile ilgili hastalıklar, büyümenin gecikmesi ve tavşan ve farelerin üreme sisteminde olumsuz etkiler sayılabilir” [21].

“Bor bileşikleri; vücuda solunum ve sindirim yollarıyla veya mukoz membranlar (sindirim ve solunum organlarının iç yüzeyini kaygan bir madde ile örten zar) aracılığı ile girer. Çözünen bor bileşikleri alınmasından sonra, beyin omurilik sıvısının derişimi artar, en yüksek derişimlere beyin, karaciğer ve yağ dokularında rastlanır. En fazla kemiklerde birikir. Genellikle üre, dışkı, süt ve ter ile vücuttan atılır. İnsan üzerinde borik asit ve boraks etkisi, mide bulantısı, şiddetli kusma, karın ağrısı ve ishal ile akut zehirlenmenin belirtilerini gösterir. Karakteristik diğer bir belirtide deri döküntüleri ile sonuçlanan kızartılı isiliktir. Ciddi durumlarda taşikardi ve arteriyal basınçta düşme ile şok olabilir. Öldürücü doz çocuklar için 5-6 g, yetişkinler için ise 10-25 g'dır” [22].

“Bor kaynaklarından alınan dozlar, insanlarda ve hayvanlarda akut toksiteye neden olacak düzeyde değildir. Ancak bor iyonu, yaşayan organizmalar üzerinde zehirli etkiler yapmakta ve suda yaşayan canlılara zehirli etkisi ile çok büyük zararlar verebilmektedir” [23].

“Tarımsal sulamada yalnız uygulanan sulama yöntemi, sulama zamanı ve sulama suyu miktarı değil, aynı zamanda kullanılan suyun kalitesi de son derece önemlidir. Tarımsal faaliyetler ve diğer sektörler geliştikçe ne yazık ki çevresel kirlenmeler de artmaktadır. Bitkiler için gerekli olan, ancak özellikle 1 ppm'den fazla bor içeriğine sahip suların sulamada kullanılması bitkilerde ve topraklarda sorun yaratabilmektedir” [24].

2.1.6. Kurşun

“Kurşun en fazla otomobil endüstrisinde, pil üretiminde, benzin katkı maddeleri üretiminde, petrol endüstrisi atıksularında bulunur. Kurşun kullanan veya üreten işletmeler kurşun kirliliğine katkıda bulunurlar. Kurşun bileşikleri genellikle benzin katkı maddesi alkil kurşunların akümülatörlerin üretiminde, alışımların ve insektisitlerin üretiminde, tekstilde kullanılmaktadır” [25].

“Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararlı ilk element olma özelliği taşımaktadır. Kurşunlu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da kurşun kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurur. Su borularında kullanılan kurşun kaynaklar ve eski evlerde bulunan kurşun tesisatlarda, kurşunun suya karışmasına sebep olabilmektedir [17].

Kurşun elementi bitkiler için mutlak gerekli olmayıp, toprakta 15-40 ppm dozunda bulunur. Topraktaki kurşun konsantrasyonu 150 ppm'i aşmadığı sürece insan ve bitki sağlığı açısından tehlike oluşturmaz. Ancak 300 ppm'i aştığında potansiyel olarak insan sağlığı açısından tehlikelidir" [26].

2.1.7. Nikel

"Nikel; kimya endüstrisinde, petrol endüstrisinde, çatal, bıçak takımları, çekiç, pense gibi aletlerle diğer birçok ev ve hastane aletlerinin yapımında kullanılır. Nikel süper alaşımları yüksek ısıda basınç ve korozyona dayanıklı olduğundan, uçakların gaz türbinlerinde, jet motorlarının yapımında, ayrıca uçakların elektrolizle kaplanan bölgelerinde ve gemi yapımında tuz korozyonuna karşı engelleyici olarak kullanılır. Yapı malzemelerinde, sıvı ve katı yağlarda hidrojenasyonu sağlamak üzere batarya ve yakıt hücrelerinde ve seramik malzemelerde emaye ile demir arasında bağlayıcı olarak kullanılır" [27].

"Nikel, doğada bakır ve demirle birlikte bulunur. Elektronik sanayiinde, alaşımlarda, metal paralarda, akülerde, çelik alaşımlarında, gıda işlemlerinde kullanılır. Nikel'in üretiminde kullanılan bileşikler Ni, NiO, NiCO₃ dur. Akciğer kanseri yapar. Nikel tuzlarının çoğunda yakıcı ve tahriş edici özellik vardır. Bu özelliği mide, bağırsak kanalıyla emilimlerini engeller. Vücuttaki nikel miktarı 10 mg'nın altındadır, genellikle akciğer, karaciğer, böbrek ve bağırsaklarda bulunur. Akciğerdeki konsantrasyonu yaşla artar. Çoğu dışkıyla atılır. Safra tuzlarında da nikel bulunur" [6].

"Nikelin organik formu ve inorganik formundan daha zehirleyicidir. Deriyi tahriş etmesinin yanında kalp damar sistemine zararlı ve kanserojen bir metaldir. Zararlı etkilerine rağmen nikel tuzlarıyla zehirlenme nadir rastlanan bir vakadır" [28].

"Nikel hem altın için mükemmel bir beyazlaştırıcı olduğu gibi hem de bakır ile birlikte kullanıldığında mekanik özellikleri, işlenebilirliği ve döküm özellikleri iyi olan bir alaşım elementidir" [29].

2.1.8. Demir

Demir, mikroorganizmaların gelişmesinde ve çoğalmasında birkaç eser elementle birlikte demirin de gerekli olduğu bilinmektedir. Gerekli olan bu elementlerin içinde en çok önemli olanı da, tartışmasız demirdir. Demir denizdeki mikroorganizmaların karbon döngüsünde anahtar rol oynamaktadır. Yer kabuğunda bulunuşu açısından dördüncü element olan demir, hem doğal faaliyetle ve hem de insan aktiviteleri sonucunda su ortamına girmektedir.

“Demirin zehirliliği çok yüksek değildir. Bu konuda yapılan çalışmalarda bazı metallerin zehirliliği büyükten küçüğe doğru $Hg>Zn=Cd=Cu>Co=Ni>Al>Fe>Mn$ olarak bildirilmiştir” [6].

2.1.9. Baryum

“Baryum boya ve pigment endüstrisi, metalurji endüstrisi, cam, seramik ve boya üretimi ve lastik proseslerinden çıkar. Patlayıcı üretimi atıklarında da bulunur. Baryum atıksudan baryum sülfat şeklinde çöktürülerek uzaklaştırılır. Baryum sülfatın çözünürlüğü çok düşüktür. Maksimum teorik çözünürlüğü 25°C da 1.4 mg/l baryumdur. Sülfat fazlalığında baryumun çözünürlüğü azalır. Baryum tuzlarının, baryum sülfat formunda koagülasyonu ile çıkış suyunda baryum seviyesi 0.5 mg/l ye düşer. Baryum iyon değişimi ve elektrodializ ile de giderilebilir. Ancak bu yöntemler kimyasal çöktürmeye kıyasla daha pahalıdır” [30].

2.1.10. Kadmiyum

“Kadmiyum, çinko üretimine eşlik eden bir metal olarak üretilmektedir. Çinko üretiminde ortaya çıkıncaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır. Ancak günümüzde kadmiyum da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır. Günümüzde kadmiyum endüstriyel olarak nikel/kadmiyum pillerde, korozyona karşı özellikle deniz koşullarına dayanımı nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılmaktadır. Kadmiyum safsızlık olarak fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur. Bu maddelerin çok yaygın kullanımı sonucunda da toprakta ve sulara önemli miktarda kadmiyum kirliliği ortaya çıkar” [6].

“İnsan yaşamını etkileyen önemli kadmiyum kaynakları; sigara dumanı, rafine edilmiş yiyecek maddeleri, su boruları, kahve, çay, kömür, kabuklu deniz ürünleri, tohum aşamasında kullanılan gübreler ve endüstriyel üretim aşamalarında oluşan baca gazlarıdır. Endüstriyel olarak kadmiyum zehirlenmesi kaynak yapımı esnasında kullanılan alaşım bileşimleri, elektrokimyasal kaplamalar, kadmiyum içeren boyalar ve kadmiyumlu piller nedeniyledir. Kadmiyum önemli miktarda gümüş kaynaklarında ve sprey boyalarda da kullanılmaktadır” [6].

“Kadmiyum metal alaşımları, seramik, elektrokaplama, fotoğraf, pigment, tekstil, boyama, kimya sanayi ve kurşun madeni dren sularında bulunur. Atık sulardan kadmiyum çöktürme veya iyon değiştirme ile uzaklaştırılır. Atıksu konsantre ise elektrolitik ve buharlaştırma

geri kazanım yöntemleri de uygulanabilir. Alkali pH'da kadmiyum çözünme ve stabil hidroksiti formuna dönüşür. Çözeltideki kadmiyum pH=8'de 1 mg/l, pH=10-11'de ise 0.05 mg/l' dir. Demir hidroksit ile pH=6'da birlikte çöktürme sonucu kadmiyum 0.008mg/l'ye düşerken, pH=8.5 da demir hidroksit ile 0.05'e düşer. Atıksuda siyanür gibi kompleks oluşturucu iyon mevcutsa kadmiyum çökmez. Bu durumda bu kompleks yapıcı iyonun kadmiyumun çöktürülmesi öncesi atıksudan uzaklaştırılması gerekir. Siyanür durumunda, önce siyanürü oksitleyip arkadan kadmiyum oksit oluşumuna sağlayan, hidrojen peroksitli oksidasyon-çöktürme yöntemi ile kadmiyumun ekonomik olarak geri kazanımı mümkün olmaktadır" [30].

2.1.11. Kobalt

"Kobalt stratejik ve endüstriyel uygulamalarda ve askeri alanda önemli kullanım alanlarına sahiptir. Kobalt, en çok süper alaşım olarak jet motor türbinlerinde kullanılırken, malzemelere manyetiklik özelliği kazandırma, korozyondan korunma ve mekanik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla alaşımlarda, yüksek hız çeliklerinde, takım çeliklerinde, elmas takımlarında ve kesici uçlarda alaşım elementi olarak da kullanılır. Bileşikleri ise petrol ve seramik endüstrisinde katalizör ve boyalarda pigment, mürekkep ve verniklerde kurutma maddesi olarak kullanılır. Ayrıca pil elektrotlarında, her tip manyetik malzemelerde ve kayıt cihazlarında kullanılmaktadır" [17].

"Kobalt, farklı endüstriyel ve tıbbi alanlarda çok fazla uygulamaya sahip olan değerli bir metaldir. Artan kobalt kullanımı, çevre kirliliği ve çevre için potansiyel risk oluşturma olasılığını artırır. Atık suların kobalt iyonlarının giderimi, sadece onların ekonomik değeri için değil aynı zamanda su ortamındaki kirliliği azaltmak için de son derece önemlidir. Kimyasal çöktürme, membran ayırma, elektrokimyasal indirgeme, adsorpsiyon ve iyon değişimi gibi çeşitli işlem teknikleri kirli suların ağır metallerin giderimi için geliştirilmiştir. Kimyasal çöktürme en yaygın olarak kullanılan metottur. Ancak, zor çamur bertarafı ve düşük ağır metal seviyeli suların arıtma etkinliğinin azalması gibi sakıncaları vardır. Membran ayırma genellikle pahalı malzemeler ve yüksek işletme maliyetleri gerektirir" [31].

2.1.12. Selenyum

"Selenyum temel kullanım alanı, elektronik ve elektrik endüstrisidir. Ayrıca boya ve kozmetik sanayinde de kullanılmaktadır. Yetişkin bir insanda yaklaşık 0,29 mg/kg

selenyum içermektedir. En yüksek selenyum konsantrasyonuna böbrek ve karaciğerlerde rastlanmaktadır” [4].

“Selenyum, çeşitli kağıtlarda, kurum (is) ve metalik sülfür cevherlerinde bulunur. Atık suların pH=6.6 da sülfürü şeklinde çöktürülerek uzaklaştırılır. Arıtılmış su çıkışında 0.05 mg/l seviyelerindedir” [30].

2.1.13. Lityum

“Lityum, oksijen ve kükürt temizleyicidir. Çelik, bakır ve bakır alaşımlarında gaz giderici olarak kullanılır. Nötron yakalama özelliğinden dolayı reaktörlerin çevresi lityum ile kaplanır. Lityum cevheri ve konsantresi en çok cam, seramik ve porselen emayesi alanında kullanılır” [4].

Eğer yüzey ya da yer altı suları sulamada kullanılıyorsa, ürünler ağaç yapraklarına zararlı olan yüksek bor ve lityum konsantrasyonları ile olumsuz etkilenir.

2.2. Ağır Metaller ve Çevresel Etkileri

“Ağır metallerin çevreye yayılımının da etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Tablo 1’de temel endüstrilerden atılan metal türleri genel olarak gösterilmiştir. Havaya atılan ağır metaller, sonuçta karaya ve buradan bitkiler ve besin zinciri yolu ile hayvanlara ve insanlara ulaşırlar ve aynı zamanda hayvan ve insanlar tarafından havadan aerosol olarak veya toz halinde solunurlar. Ağır metaller endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla veya ağır metallerle kirlenmiş partiküllerin tozlaşması yoluyla da hayvan ve insanlar üzerinde etkin olurlar” [28].

Tablo 2.1. Temel endüstrilerden atılan metal türleri [32]

Endüstri	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kağıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-	-
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+	+
Klor-alkali Üretimi	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Demir-Çelik San	+	+	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi (Termik)	+	+	+	+	+	+	+	+

‘‘Ağır metallerin doğaya yayınımları dikkate alındığında çok çeşitli sektörlerden farklı işlem kademelerinden biyosfere ağır metal atılımı gerçekleştiği bilinmektedir. Bunlar Metal Kullanan İşletmeler, Gübre Sanayi, Termik Santraller, p ve Atık amur Yakma Tesisleri, Ulaşım Araçları, Demir elik, imento, Cam reten İşletmeler üretimleri sonucu çıkardıkları ürünün atıklarını, hava yoluyla bitkilere, hayvanlara ve insanlara ulaşmaktadır’’[17]. ‘‘lkemizde evsel ve endüstriyel atık sular çoğunlukla hiçbir arıtma yapılmaksızın tarımsal alanlarda sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Kirli su kaynakları ile yapılan tarımsal sulamalar nedeniyle toprak verimliliği ve bitki kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Toprakta ağır metallerin toksik düzeyde zenginleşmesi, bitki gelişimini ve kalitesini bozmakta, gıda zinciri yolu ile insan ve hayvanlara kadar ulaşmaktadır’’ [2].

2.2.1. Ağır metal kirliliğinin sucul canlılara etkisi

‘‘Ekolojik dengeyi bozan kirletici unsurlar; bazı organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol ve türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisitler, inorganik tuzlar, yapay organik kimyasal maddeler, ağır metaller ve atık ısı olarak bilinen maddelerdir. Bu maddeler doğal dengeyi olumsuz yönde tehdit eden unsurlardır. Birçok ağır metal sanayide kullanılmakta ve atık olarak doğaya terk edilmektedir. Özellikle son on yıldaki endüstriyel gelişmeler deniz çevrelerinin ağır metaller tarafından kirletildiği ve bu kirlenmenin besin zincirine de yansıldığı gerçeğini ortaya koymaktadır. Su ve besinler ile bünyeye alınan ağır metaller canlılarda birikerek tüm yaşam aktivitelerine zarar verebilme ve değiştirebilme potansiyeline sahiptirler’’ [33].

‘‘Ağır metaller su canlılarında hücresel ve moleküler düzeyde yapısal işlev bozukluklarına ve DNA kırılmaları frekanslarında artışa sebep olmaktadır’’ [34].

‘‘Normal koşullarda ağır metallerin doğadaki oranı düşüktür. Doğal ortamdaki konsantrasyon oranı arttığında, gümüş, civa, bakır, kadmiyum ve kurşun gibi ağır metaller özellikle organizmalar üzerinde toksik etki yapmakta ve enzimleri inhibe etmektedir. Canlılardaki bazı enzimatik aktiviteler için bazı metaller belli konsantrasyonlarda olmak şartı ile gereklidir. Organik maddeye bağlı olan metaller biyolojik aktiviteler sırasında kullanılabilir ve organik maddelerin bozuşması ile çözünmüş olarak tekrar serbest hale geçer’’ [35].

“Ağır metallerin alım ve birikim mekanizması Sucul ortamdaki ağır metallerin balıklar tarafından bünyelerine alınması en fazla solungaçlar, vücut yüzeyi ve sindirim sistemi ile olmaktadır. Bunun nedeni ağır metal içeren solunum suyunun en geniş yüzey alanına sahip olan solungaç lamelleri ile etkileşmesidir. Solungaç epitelinde çevresel kirlenmeye fizyolojik tepki olarak görülebilecek hiperplazi (organ ve dokuda, ihtiyacı karşılamak için bölünebilme kabiliyeti olan hücre sayısındaki artış), mukoz hücrelerin fazla aktif olması, primer lamellerin ayrılması gibi defektler biyolojik yanıtların sadece bazılarıdır. Değişik yollardan canlı bünyesine alınan ağır metaller her organ ve dokuda farklı düzeyde birikirler. Canlı bünyesinde çeşitli metabolik yollara katıldıktan sonra vücut dışına atılabilen metallere fizyolojik öneme sahip olanlar depolanır. Eğer bunlar toksik metallere biri ise, enzimlerin yapısını bozabilmektedir” [36].

“Balık dokuları (kas, karaciğer, böbrek, gonad, mide vs) deniz ortamındaki ağır metal konsantrasyon derecesini belirlemek için indikatör olarak kullanılmaktadır. Özellikle karaciğer dokusu balığın diğer organlarına göre su kirliliğinin çevresel indikatörü olarak sıklıkla tavsiye edilmektedir. Karaciğer dokusu ağır metal birikiminde büyük öneme sahiptir [37]. Bazı ağır metallerin sucul canlılar üzerindeki etkileri farklı açıklanabilir. Örneğin; arseniğin etki mekanizması kükürt ihtiva eden enzimlerle reaksiyona girmesine bağlanmaktadır. Arsenik özellikle karaciğer, kemik doku, deri ve tırnakta birikmektedir [38]. Deniz ürünlerinde arsenik miktarı tolerans sınırları üzerine çıkabilir. Örneğin Morina'nın karaciğer yağında, yengeçte ve planktonik organizmalarda yüksek oranda arseniğin saptandığı bazı çalışmalar vardır [39]. Arseniğin organizmalardaki birikimi ve etkileri, arsenik bileşiğinin özelliklerine bağlıdır ve embriyolarda kronik etkilere, DNA hasarlarına veya kanserlere sebep olabilir” [40].

“Ağır metaller sucul ortamlarda birbirlerinden bağımsız halde bulunmadıklarından ağır metal karışımlarının sucul organizmalar üzerine yaptığı etkilerin incelendiği araştırmaların sayısı da artmaktadır” [34]. “Yapılan bir çalışmada, Tatlısu çipurası (*Oreochromis niloticus*)'nın bakır+kadmiyum karışımının etkisinde balıkların solungaç, karaciğer, böbrek ve kas dokularında oluşan bakır biri- kimlerini incelemiştir. Bakır birikiminin, bakırın tek başına etkisinde saptanan birikim ile karşılaştırıldığında dalgalanma gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda gerek bakır, gerekse bakır+kadmiyum karışımının etkisinde, bakırın en fazla karaciğer ve en az kas dokusunda biriktiği

bildirilmiştir. Araştırmacılar bu metallerin etkisinde inceledikleri doku ve organlarda, metal bağlayıcı proteinlerin sentezinde artış gözlenmişlerdir” [41].

2.2.2.Ağır metal stresine karşı biyolojik yanıtlar

“Stres kavramı bir canlının normal halini tehlikeye sokan, kapasitesini azaltıcı ve zorlayıcı olarak değerlendirilen, canlı ve çevre arasındaki etkileşim olarak tanımlanabilir. Stresin oluşması için, canlının içinde bulunduğu ya da yaşamını sürdürdüğü ortam ve çevrede meydana gelen değişimlerin, canlıyı belli düzeyde etkilemesi gerekir. Birçok canlıda stres yanıtlar, stres etkenlerine karşı koymak ve onunla başa çıkmaya çalışmak amacıyla doku ve organ fonksiyonlarında değişimlerle başlar ve homeostasis sürecinden uzaklaşma ile sonlanır. Sözü edilen bu değişimler bireyler arasında farklılık gösteren ama benzer karakteristiğe sahip fizyolojik yanıtlardır” [42].

“Çevresel stres yaratan faktörler etkisi ile balıkların lökosit ve hematokrit miktarında önemli azalmalar olduğunu ve bağışıklık sistemlerinin zayıfladığını gösteren bir çalışmada biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen veriler bazen sözü edilen kirleticilerden mi yoksa çevresel (yaş, üreme zamanı, sıcaklık, tuzluluk vs) bazı faktörlerden mi kaynaklanmaktadır tam olarak anlaşılamamaktadır [43]. Böyle durumlarda histolojik incelemeler organizmaların dokuları hakkında daha belirgin veriler sağlamaktadır. Aşağıdaki tabloda ağır metal ve tuzlarından etkilenen organizmaların gösterdikleri biyolojik tepkileri ve yanıtları toplu halde görmek mümkündür” (Tablo 2.2) [44].

Tablo 2.2. Vücut ağır metallerin sucul organizmalardaki stres etkenleri

STRES ETKENİ	SUCUL ORGANİZMA	ORGAN - DOKU	GÖRÜLEN BİYOLOJİK YANITLAR	KAYNAK
NaAsO ₂	<i>Lepomis macrochirus</i> (Mavi solugaçlı güneş balığı)	Ovaryum	Sitoplazmik kümeler, Yumurtanın karyolizi	[45]
Kadmiyum Klorür	<i>Salvenilus fontinalis</i> (Kaynak alabalığı)	Testis	Testis boyunca mor-kahve beneklenme, Tübüler sınır hücrelerinin nekrozu, Kanama, Vazodilatasyon	[46]
Kadmiyum Klorür	<i>Salvenilus fontinalis</i> (Kaynak alabalığı)	Testis	Leydig hücrelerinde nekroz, Germinal epitelyum deformasyonu, Normal primordiyal germ Hücreleri	[47]
Kadmiyum	<i>Carassius auratus</i> (Japon balığı)	Kan	Eritrosit oluşumunun Engellenmesi	[48]
Kadmiyum	<i>Cyprinus carpio</i> (Sazan balığı)	Kan	Düşük Hemoglobin ve hematokrit , Anemik belirtiler, Karaciğerde doku hasarı	[49]
Kurşun Ve Kadmiyum	<i>Clarias batrachus</i> (Yürüyen kedi balığı)	Testis	Testiküler hasar, Spermatogenezin yavaşlaması (Cd), Üreme kapasitesinde düşüş (Pb)	[50]
Kadmiyum	<i>Salmo gairdneri</i> (Gökkuşluğu alabalığı)	Kan Karaciğer	Kanda glikojen seviyesinde azalma, karaciğerde büyüme	[51]
Kadmiyum	<i>Perca fluviatilis</i> (Tatlısu levreği)	Kan	Normastik ve Normokromik anemi	[52]
Kadmiyum	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Akdeniz midyesi)	Larva	Larvaların %97'sinde gelişim bozukluğu	[53]
Civa klorür Metil civa	<i>Clarias batrachus</i> (Yürüyen kedi balığı)	Testis	Seminifer tübüllerde küçülme, Leydig hücrelerinde piknosis, Gonadal aktivitenin engellenmesi (Hg)	[54]
Kadmiyum	<i>Cyprinus carpio</i> (Sazan balığı)	Karaciğer Böbrek, Kas	Karaciğer ve böbrekte en kısa sürede, Kas dokuda en uzun sürede etki	[55]
Bakır ve kadmiyum karışımı	<i>Oreochromis niloticus</i> (Tatlısu çipurası)	Solungaç Karaciğer Böbrek Kas	En fazla karaciğerde, en az kas dokuda ağır metal birikimi.	[41]
Kadmiyum	<i>Palaemon serratus</i> (Teke karidesi)	Yumuşak Doku ve Kabuk	Kabuklarda, dokulara göre daha fazla kadmiyum birikimi	[56]
Kadmiyum, Çinko ve Bakır	<i>Carassius auratus</i> (Japon balığı)	Testis	Ortama farklı metallerin katılması durumunda fizyolojik etkilerin artması	[57]

Kadmiyum	<i>Gobius niger</i> (Kömürücü kaya balığı)	Kan	Eritrositlerde fusiform ve küresel şekil görülmesi, Dikensi hücre zarı	[58]
Kadmiyum	<i>Cyprinus carpio</i> (Sazan balığı)	Kan Serum	Serum aspartat aminotransferaz, Alanin Aminotransferaz ve glukoz düzeylerinde değişmeler	[59]
Bakır	<i>Clarias lazera</i>	Karaciğer Kas Serum	Doku glikojen ve serum glukoz değerlerinin etkilenmesi ve karbonhidrat metabolizmasında önemli değişiklikler.	[60]
Kadmiyum	<i>Lymnaea auricularia</i> (Yumuşakça)	Embriyo	Embriyolarda gelişim bozukluğu	[61]
Gümüş, krom, nikel, kurşun, demir, çinko	<i>Penaes semisulcatus</i> (Yeşil kaplan karidesi)	Kas, solungaç, hepatopankreas ve gonad	Yaşa ve cinsiyete bağlı olarak dokularda artan birikim oranları	[62]

Sucul organizmaların çevre şartlarındaki değişikliklere kısa sürede biyolojik yanıt vermeleri ve organizmanın klinik statüsü hakkında bilgi vermesi hematolojik parametreleri elde etmenin önemini arttırmaktadır.

“Bakır ve çinko organizmanın bünyesinde yetersiz miktarlarda bulunduğu büyüme sınırlandırırken, yüksek miktarları ise toksik olabilmektedir. Ağır metaller bir organizmanın dokularında biriktiği zaman, gelişen metabolik olaylar bu ağır metalleri toksik potansiyellerine ve yararlılık oranlarına bağlı olarak kullanmak, elimine etmek veya dışarıya atmak zorundadır. Sucul organizmalarda ağır metal birikim ve hasarlarının incelendiği araştırmaların yapılması, bu metallere karşı duyarlılığı yüksek olan türlerin belirlenmesinin yanı sıra organizmada meydana gelebilecek biyokimyasal, fizyolojik, yapısal ve işlevsel bozuklukların belirlenmesi açısından da önem taşımaktadır. Çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak canlılarda ölçülen metalik kirlenmeler özellikle su ürünlerinde sıklıkla yüksek seviyelere ulaşabilir. Bu şekilde besinlerle birlikte düşük düzeylerde ama sürekli olarak alınan civa, kadmiyum ve kurşun gibi metal kalıntıları çevre ve insan sağlığını önemli derecede etkilemektedir” [43]

2.2.3. Ağır metallerin insan sağlığına etkileri

Son 50 yıldaki teknolojik gelişmeler yaşam koşullarını eskisine göre çok kolaylaştırmasının yanı sıra, çevre kirliliğinde büyük bir artışa sebep olmuştur. Şehir havası otomobil egzozlarından çıkan yüz binlerce ton ksilen ve toluen tarafından, içme suyu sistemleri uçucu organik maddeler tarafından, kırsal alanlar pestisidler ve herbisidler tarafından, ormanlar ve balıkçılık alanları kükürt ve azot emisyonları tarafından kirletilmektedir.

Endüstriyel işlem ve ürünlerde ağır metal kullanımı son yıllarda hızla artmış ve buna bağlı olarak insanlar üzerindeki etkisi de tehlikeli değerlere ulaşmıştır. Günlük hayatta o kadar çok ağır metal içeren ürün kullanıyoruz ki şimdilik bunlardan kurtulmamız mümkün gözüküyor. Civa-amalgam diş dolgusu, kurşunlu boya, musluk suyu, yiyecek prosesleri, kimyasal tortu ve kişisel bakım ürünleri (kozmetik ürünleri, şampuan, saç ürünleri, gargara sıvısı, diş macunu, sabun vb) her gün kullandıklarımızdan sadece birkaçı. Bunun yanında insanlar evde, dışarıda, birçok iş sahasında her gün ağır metallerin etkisine maruz kalmaktadır.

Son yıllarda artan pil kullanımı insan sağlığı ve çevre için potansiyel tehlike oluşturmaktadır. Evlerde, işyerlerinde, ulaşımda ve sanayide önemli miktarda pil kullanılmaktadır. Piller, motorlarda, elektronik cihazlarda, saatlerde, kameralarda, hesap makinelerinde, işitme aletlerinde, kablosuz telefonlarda, oyuncaklarda v.b. yerlerde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Kullanım süresi dolan pillerin kullanıcılar tarafından bilinçsizce bertaraf edilmesinin sonucu, çevreye önemli derecede ağır metal dağılmakta, bu da insan hayatını tehdit etmektedir. Diğer önemli bir tehdit unsuru da akülerdir.

Ağır metaller bioakümülatiftir ve insan vücudunda herhangi bir olumlu fonksiyonu olmayıp fazlası toksik etkiye neden olurlar. Solunum beslenme ve deri emilimi yoluyla insan vücuduna girerek dokularda birikmeye başlarlar. Bu metaller vücuttan uzaklaştırılmaz ve zaman içinde toksik değere ulaşırlar.

“Denekler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda ağır metallere maruz kalan insanlarda, ruhsal ve nörolojik etkilere bağlı davranış bozuklukları, nörotransmitter üretimi ve bunların fonksiyonunda düzensizlikler ortaya çıkması ve daha birçok metabolizma sorunu gözlemlenmiştir. Daha sonraları, maruz kalınan ağır metal oranına göre sakatlıklar ve bazı organların görevini yapamaması gibi ciddi rahatsızlıklar ortaya çıkmıştır” [63].

“Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve bir çok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır. Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonda dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler. Bu gruba en iyi örnek kükürtlü enzimlere bağlanan cıvadır” [17].

Ağır metallerin insan metabolizmasında oluşturdukları etki ve etkin oldukları aşamaları ana sistemler açısından kısaca ele alırsak bunları;

Kimyasal reaksiyonlara etki edenler,

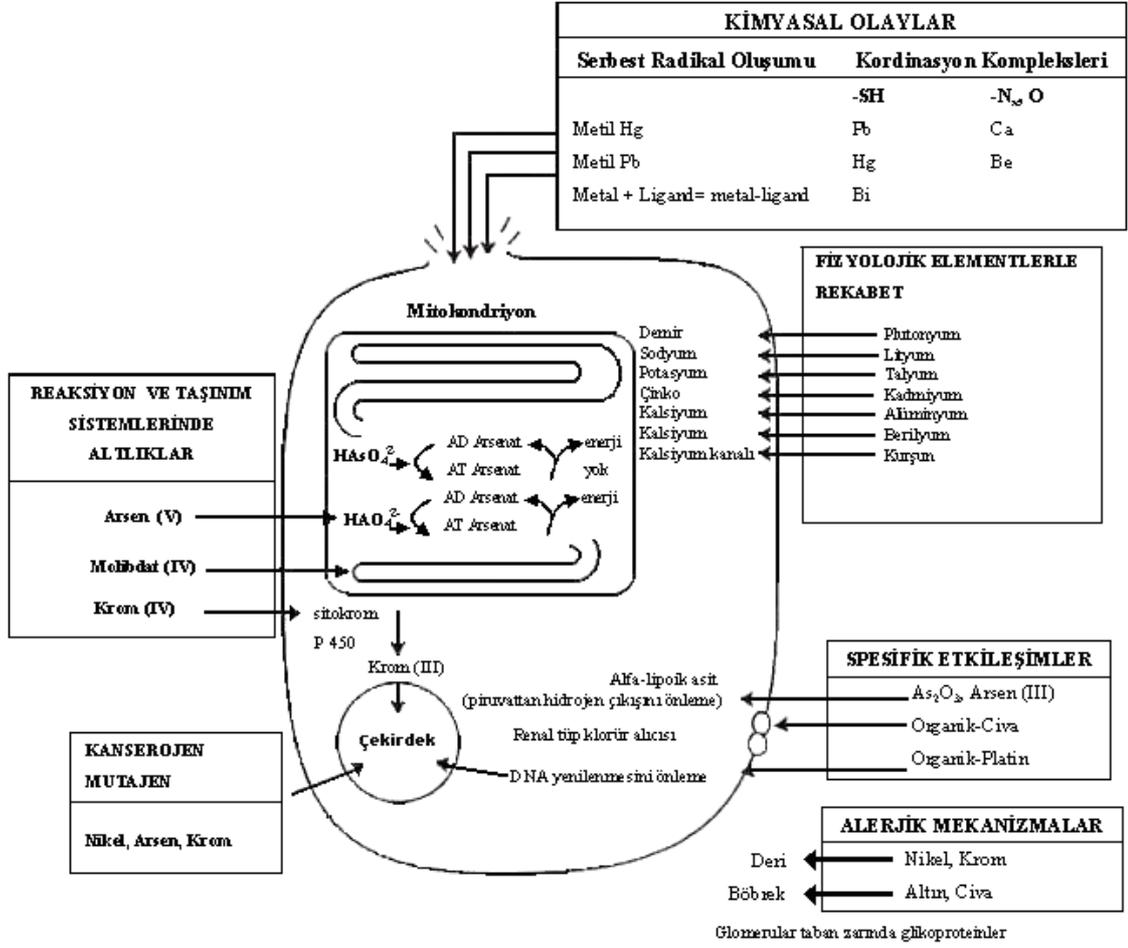
Fizyolojik ve Taşınım sistemlerine etki edenler,

Kanserojen ve mutojen olarak yapı taşlarına etki edenler,

Alerjen olarak etki edenler,

Spesifik etki edenler,

olarak sıralamak mümkündür. Yukarıda sayılan bu reaksiyon sistemlerini Şekil 2.1 de şematik olarak göstermek mümkündür.



Şekil 2.1 Ağır metallerin insan vücudunda etki mekanizması [17]

2.2.4. Ağır metallerin sudaki toksik etkileri

“Kentsel atık sular, suya oranla çok daha küçük konsantrasyonda suda asılı veya çözülmüş halde organik ve inorganik maddeler içerirler. Atık sularda bulunan organik maddeler arasında; karbonhidratlar, lignin, yağlar, sabun, sentetik deterjanlar, proteinler ve bunların ayrışmasından oluşan ürünler ile çeşitli doğal ve sentetik organik kimyasallar yer almaktadır. Kanalizasyon sistemleriyle toplanan kentsel atık sular içerisinde, gerek evsel gerekse de endüstriyel kaynaklı çeşitli inorganik maddeler de bulunmaktadır. Özellikle endüstriyel atık suların kanalizasyon sistemine verilmesi durumunda arsenik, kadmiyum, krom, bakır, kurşun, cıva, çinko gibi toksik etkiye sahip inorganik maddeler içerebilirler. Toksik kimyasalların konsantrasyonu insan sağlığını etkilemeyecek düzeyde olsa bile,

bitkiler üzerinde toksik etkide bulunabilirler. İnsan sağlığı y6n6nden bakıldığında atık suların tarımsal sulamada kullanımında dikkat edilmesi gereken en 6nemli kirleticiler patojen mikroorganizmalardır” [64]. ‘‘Tarımda atık suların kullanılması genellikle tarımsal ve ekonomik açıdan değerlendirilmektedir. Ancak, halk sağlığı ve evre 6zerine olumsuz etkilerini en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için atık suların kullanılmasında dikkatli olunmalı ve koruyucu 6nlemler uygulanmalıdır’’ [65].

Ağır metaller suda çok az miktarda bulunurlar. Suda yaşayan canlılar için toksiktirler. Çoğu 1 ppm sınırında 6ld6r6c6d6r. Ağır metallerin toksik etkileri aşağıda Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3. Tayini yapılan ağır metal iyonlarının insan sağlığına olan etkileri [8-15]

Li	N6rolojik yan etkiler, yorgunluk, kas g6s6z l6đ6 konsantrasyon g6l6đ6, entellekt6el yetersizlik.
Ba	Ba, en çok kemiklerde, beyin ve b6breklerde yoğunlaşır. Bağırsakların izarı tahrip eder kalbin durmasına neden olur.
Pb	Diş eti mavileşmesi, kansızlık, kas kilitlenmesi, inme, akıl bozukluğu, beyin kanaması, sinir sistemi hastalıkları.
Cu	Karın ağrısı, kusma, kanama, bitkinlik, kansızlık, sarılık, soluma zorluğu, akyuvar çoğalması
Se	Aşırı dozda solunum artar. 6l6m nefes kesilmesi ile olur. Kan zehirleri grubundadır.
Mn	Akut zehirlenmelerde sindirim, b6brek ve kalpte bozukluklar belirir. Akciğer ve beyinde depolanır.
B	Bor'un 8 gr'ı bulantı ve bel ağnsı yapar, 20gr'ı d6ř6k yapar.
Cd	B6brek 6 s t 6 bezi etkileri, kansızlık, indirgenme hemoglobin d6zeyleri.
Fe	6zellikle sanayi b6lgelerinin çevresinde yaşayan insanlarda zaman zaman demir toksisitesine rastlanır. Bazı alerjik rahatsızlıklar ve siroz gibi hastalıklar ortaya çıkar.
As	Arsenik solunum sindirim ve deri yoluyla alınır. Sa, tırnak, karaciğer ve b6breklerde birikim g6sterir. Kanserojen etkiye sahiptir.
Co	Kobalt toksikliği çok nadir g6r6len bir olaydır. Kobalt d6zeyinin 3000 katı kobalt konsantrasyonlarında ortaya çıkar.
Zn	Buharlarının solunması ile akut metal duman humması, boğaz tahrişi, 6ks6rme, solunum g6l6đ6, adale ve eklem ağrıları, mide tahrişi, peptik 6lserler ve çeşitli karaciğer etkileri çinkonun k6t6 etkileridir.
Cr	Deri lezyonları, 6lser, kanser, sindirim yaralan, solunum yolları zedelenmesi.
Ni	Aşırı dozları kansere sebep olabilmektedir.

2.3. Ağır Metal İçeren Atıksuların Arıtım Yöntemleri

İnsan, doğal çevre ve sosyal gelişme üzerinde su, önemli rol oynamaktadır. Suyun kullanımı sonucu evsel ve endüstriyel atık sular oluşmaktadır. Arıtılmadan alıcı ortamlara verilen atık sular, su kaynaklarını kirletir ve tekrar kullanımını kısıtlar.

Endüstriyel tesislerden salınan atık sular içindeki kadmiyum, krom, cıva ve kurşun gibi ağır metaller, çevre üzerinde çok toksik etkiye sahiptir. Bakır, nikel ve çinko gibi ağır metaller, çevre sağlığı üzerinde orta düzeyde toksik etki yaparlar. Dolayısıyla bu tür ağır metalleri içeren atık sular arıtılmadan göl, dere, kanalizasyon gibi alıcı ortamlara deşarj edilmemelidir.

Paslanmaz çelik üretimi, krom kaplama, deri sanayi, nikel kaplama, pirinç alaşımı, lastik üretimi, cam boyaması, demir alaşımlarının sertleştirilmesi, seramik emaye ve galvanizleme gibi çeşitli metal sanayi kollarında üretim sonucu oluşan atık suların ağır metal içermesi kuvvetle muhtemeldir. Bu tür küçük, orta ve büyük ölçekli sanayi tesislerine ait atık sular arıtılmadan başta kanalizasyon sistemleri olmak üzere derelere, göllere ve toprağa verilmemelidir. Bu tür sanayi tesislerinin atık suları arıtılmadan belediyelere ait kanalizasyon sistemine deşarj edildiğinde;

-Evsel atıksu arıtma tesisinin verimliliği düşer,

-Evsel atıksu arıtma tesisi arıtma çamurunda ağır metal konsantrasyonu sınır değerlerin üzerine çıkar. Bu tür arıtıma çamurlarının tehlikeli atık sınıfına girmesi kuvvetle muhtemeldir.

Metal sanayi atık sularındaki ağır metallerin çevreye ve evsel atık su arıtma tesislerine zarar vermemesi için önceden arıtılması gereklidir. Arıtma çamurlarının tehlikeli atık olmaması için atık su içindeki ağır metallerin mutlaka önceden arıtılması gereklidir.

Suların çeşitli kullanımlar sonucunda atıksu haline dönüşerek yitirdikleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinin bir kısmını veya tamamını tekrar kazandırabilmek ve/veya boşaldıkları alıcı ortamın doğal fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirebilmek için fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin biri veya birkaçı uygulanabilir.

‘‘Ağır metal kirliliğine neden olan metal sanayi tesislerine ait atık sular başta belediyeler olmak üzere İl Çevre ve Orman Müdürleri tarafından sıkı şekilde denetlenmelidir. Arıtması olmayan metal sanayi tesislerinin çalışmasına izin verilmemelidir. Bu tür tesislerde atık su

arıtma tesisi kurmak ve işletmek zor ve pahalı değildir. Toksik ağır metal içeren yukarıda sıralanan metal sanayi atık sularının arıtımında çeşitli metotlar uygulanmaktadır” [66].

Atık su bünyesinde kirliliğe neden olan yabancı maddeler, tane boyutlarına bağlı olarak çökmeleri, koloidal olarak askıda olmaları ve çözünmeleri mümkündür. Her madde grubu değişik metodlarla atık sudan uzaklaştırılabilir. Atık su arıtımında uygulanan metotları fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç ana grupta toplamak mümkündür.

“Bunlardan fiziksel arıtmada, çöktürme ve flotasyon işlemleriyle çökebilen veya yüzebilan tanecikler ayrılmakta; kimyasal arıtmada çözülmüş ya da koloidal boyuttaki tanecikler pıhtılaştırılıp yumaklaştırılarak çökebilir hale getirilmekte; biyolojik arıtmada ise çözülmüş maddeler kısmen biyolojik kütlelerin bir araya gelerek oluşturduğu kolay çökebilan yumaklara, kısmen de mikroorganizmaların enerji ihtiyaçları için yaptıkları solunum sırasında çıkan gazlara ve diğer stabilize olmuş son ürünlere dönüşmektedir” [67].

2.3.1. Fiziksel arıtma üniteleri

Arıtma tesislerinde uygulanan fiziksel arıtma üniteleri Izgaralar, elekler, kum tutucular, yüzey madde tutucular, dengeleme, çökelme ve yüzdürme havuzlarıdır. Izgaralar su içerisinde bulunan kaba maddelerin pompa, boru ve teçhizata zarar vermemesi; diğer arıtma kısımlarına gelen yükün hafiflemesi veya yüzücü kaba maddelerin sudan ayrılması gibi amaçlarla kullanılır. Izgara yapıları çubuk aralıklarına göre ince ve kaba ızgaralar; temizleme şekline göre ise, elle veya mekanik yolla temizlenen ızgaralar olarak sınıflandırılır. Çubuk aralıkları ince ızgaralara 15-30 mm. kaba ızgaralarda 40-100 mm’ dir. Kum, çakıl gibi inorganik maddeleri atık sudan ayırmak, arıtma tesislerindeki pompa ve benzeri teçhizatın aşınmasına ve çökelme havuzlarına tıkanma tehlikesine engel olabilmek için kum tutucular kullanılır. Kum tutucularda toplanan kum ve çakıl, büyük tesislerde basınçlı hava ile çalışan pompalar veya bantlı, kovalı ve helozonlu mekanizmalarla sürekli olarak, küçük tesislerde ise elek ile zaman zaman temizlenirler.

Diğer fiziksel arıtım yöntemleri ise yüzer madde tutucuları, dengeleme havuzları, çökelme havuzları ve flotasyondur.

2.3.2. Kimyasal arıtma üniteleri

Kimyasal arıtma atık sularda kirliliğe neden olan çözülmüş, koloidal ve askıdaki maddelerin uzaklaştırılmasını temin veya hızlandırmak amacıyla, çeşitli kimyasal reaksiyonlardan yararlanılması esasına dayanan genel metotlardır. Kimyasal arıtma suda

çözünmüş halde bulunan kirleticilerin, kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi veya koloidal ve askıdaki taneciklerin pıhtı ve yumaklar oluşturarak çökertilmesini amaçlarlar.

Yumaklaştırma işlemi hızlandırmak amacıyla kullanılan yumaklaştırıcıların miktarlarını azaltmak veya arıtma verimini arttırmak için kil, kalsit, polielektrolit, aktif silika çeşitli alkali ve asitler gibi yumaklaştırmaya yardımcı maddeler (koagulant yardımcısı) kullanılır. Yumaklaştırıcı olarak en çok kullanılan kimyasal maddeler $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, CaO , $Ca(OH)_2$ olup yardımcı madde olarak en fazla polielektrolitler kullanılmaktadır.

2.3.3. Biyolojik arıtma üniteleri

Atık su bünyesinde bulunan organik ve kısmen de inorganik kirletici maddelerin, mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmak suretiyle atık sudan uzaklaştırılması esasına dayanan metotlardır.

Biyolojik arıtma yöntemleri aerobik ve anaerobik olmak üzere 2 grupta toplanır. Aerobik prosesler arıtmanın oksijenli ortamda gerçekleştiği prosesler olup, proses, aktif çamur sistemleri, damlatmalı filtreler ve aerobik stabilizasyon havuzları gibi yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Atık suyun anaerobik şekilde arıtılması, organik ve inorganik maddelerin moleküler oksijenin bulunmadığı bir ortamda, anaerobik mikroorganizmalar tarafından çözümlenmesiyle gerçekleşir. Anaerobik arıtımın en çok uygulandığı birimler çamur çürütme tanklarıdır.

2.3.4. İleri arıtma metodları

“Atık suların çevre üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılması ve daha gelişmiş analitik metotlarla gelişen ülkelerde ileri arıtma daha yaygın hale gelmiştir. İkincil arıtma ve karbonlu kirleticilerin azaltılması arıtma tesislerinde daha yaygın hale gelmiş ve diğer bir hedef ötrofikasyonun önlenmesi olmuştur” [68].

Dezenfeksiyon:

Arıtma tesisi çıkış suyu alıcı ortama verilmeden önce, suda bulunan bakteri ve virüslerin uzaklaştırılması işlemidir. Atıksu arıtımında yaygın olarak kullanılan metod klorla dezenfeksiyondur. Klorla dezenfeksiyon sistemine klor hazırlama tankı, dozaj pompası ve klor temas tankı bulunur. Kullanılan klor bileşikleri kalsiyum ve sodyum hipoklorit ve klor gazıdır. Ayrıca ozon ve ultraviyole ile dezenfeksiyon yöntemleri de kullanılmaktadır.

Azot giderme:

Atıksuyun içerdiği amonyum iyonları azot bakterileri yardımıyla nitrifikasyon kademesinden önce nitrite ve sonra nitrata dönüştürülür. Daha sonra denitrifikasyon kademesinde anoksik şartlar altında azot gazı halinde sudan uzaklaştırılır. Nitrifikasyon askıda büyüme (aktif çamur) veya tutunarak büyüme (biyofilm) prosesleri ile gerçekleştirilebilir. Proseste önemli olan nitriyi bakterilerin büyümelerinin sağlanacağı uygun koşulların yaratılmasıdır. Nitrifikasyon prosesinde işletme parametreleri olarak sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, havalandırma periyodu, çamur yaşı, karbon/azot oranı önem taşımaktadır.

Fosfor giderme:

Fosfor bileşiklerini gidermek için kimyasal ve biyolojik metodlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılır. Kimyasal arıtma işleminde kireç, alum, demirklörür, veya sülfat gibi kimyasal maddeler kullanılarak yüksek pH değerlerinde fosfor, fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik metodlarla fosfor arıtımı, biyolojik arıtma sırasında fosfatın mikroorganizmalarca alınması ile sağlanır. Biyolojik ve kimyasal arıtmanın birlikte kullanılması biyolojik arıtma çıkışında son çökeltme tankı girişinde metal tuzları ve polimer ilavesi ile gerçekleşir.

Filtrasyon:

Biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinde yeterince giderilemeyen askıda katı maddeleri ve kolloidlerin tutulması amacıyla uygulanır. Suyun granüler filtre yatağından geçişi ile maddeler tutulur. Filtre yatağında biriken katı maddelerin giderilmesi amacıyla geri yıkama işlemi uygulanır. Filtrelerde kum, çakıl, granit vb. dolgu malzemeleri kullanılır. Filtreler akış doğrultusuna göre aşağı ve yukarı akışlı kullanılan filtre malzemesine göre aşağı ve yukarı akışlı, kullanılan filtre malzemesine göre tabakalı veya tek tip malzemedan oluşan filtreler, hidrolik şartlara göre serbest yüzeyli ve basınçlı filtreler olarak sınıflandırılır.

Ters Osmoz:

Atıksuyun yeniden kullanılabilmesini sağlamak amacıyla, genellikle endüstriyel atıksu arıtımında kullanılan çözülmüş anorganik ve organik maddelerin sudan uzaklaştırılması ya da geri kazanım amacıyla yüksek basınç uygulanan bir sistemdir. Ters osmozun temel üniteleri yarı geçirgen membran destekleme yapısı basınçlı kap ve yüksek basınçlı pompadır. Membran malzemesi olarak selüloz asetat ve naylon kullanılır.

Ultrafiltrasyon:

Yarı geçirgen membranların ters osmoz işlemine benzeyen basınçlı membran filtrasyon metodudur. Ancak daha düşük basınç uygulanır. Bileşiminde makromolekül ve kolloid özellikte madde bulunan atıksularda kullanılır [69].

Adsorpsiyon:

Adsorpsiyon, suda çözülmüş maddelerin elverişli bir ara yüzeyde toplanması işlemidir. Arıtma tesisi çıkış suyunda istenen kalitenin sağlanabilmesi için su bir aktif karbon ortamından geçirilir. Aktif karbon toz veya granül olarak kullanılır. Granül aktif karbonla iyi bir temas sağlamak için atıksu ya sabit yataklı bir kolona yukarıdan aşağıya ya da sabit veya akışkan bir yatağa aşağıdan yukarıya verilir. Aşağı akışlı kolonlarda biriken maddelerin neden olduğu yük kaybını önlemek amacıyla geri yıkama işlemi yapılır. Kullanım açısından, adsorblama kapasitesi tükenen granül aktif karbonun rejenere edilmesi gerekir. Toz halindeki aktif karbon, biyolojik ve kimyasal arıtma çıkışındaki suya ilave edilerek, karbonun temas havuzunda çöktürülmesi şeklinde kullanılır.

Adsorpsiyon olayı sabit sıcaklık ve sabit basınçta kendiliğinden gerçekleştiği için, adsorpsiyon sırasındaki serbest entalpi değişimi daima negatif işaretlidir. Metaller ve plastikler de dahil olmak üzere bir kristal yapıya sahip olsun yada olmasın tüm katılar az veya çok adsorplama gücüne sahiptirler. Adsorplama gücü yüksek olan bazı doğal katılar kömürler, killer, zeolitler ve çeşitli metal filizleri yapay katılar ise aktif kömür, moleküler elekler (yapay zeolitler), silikajeller, metal oksitleri katalizörler ve bazı özel seramikler şeklinde sıralanabilir. Adsorplayan madde yüzeyi ile adsorplanan kimyasal arasındaki çekim kuvvetlerine bağlı olarak gerçekleşen üç tür adsorpsiyon işlemi tanımlanmaktadır.

Fiziksel adsorpsiyon türü, katı yüzey ile adsorplanan madde molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerinin etkisiyle gerçekleşir. Düşük sıcaklık aralığında oluşabildiği gibi çok tabakalı ve rejenerasyonu kolay bir adsorpsiyon türüdür.

Kimyasal adsorpsiyon, adsorplanan madde ve katı yüzey arasında kimyasal bağ oluşumu sonucu görülen adsorpsiyon tipidir. Kimyasal adsorpsiyon, tersinmez ve tek tabakalı olup genellikle yüksek sıcaklık aralığında gerçekleşir.

İyonik adsorpsiyon, elektrostatik çekim kuvvetlerinin etkisiyle, yüzeydeki yüklü bölgelere iyonik özelliklere sahip adsorbatların tutunması olarak tanımlanabilir.

Fiziksel, kimyasal ve iyonik adsorpsiyon arasında kesin bir ayırım yapılamaz, üçü aynı anda veya ard arda görülebilir.

Adsorpsiyonu pH, sıcaklık, yüzey alanı, çözünen maddenin cinsi ve özellikleri gibi parametreler etkilemektedir. Adsorpsiyon işlemi amacıyla en yaygın olarak aktif karbon kullanılmaktadır. Aktif karbon granül veya toz olarak kullanılabilir. Genel olarak aktif karbon kolonlara doldurulur ve atık su bu kolonlardan geçirilir. Doğal olarak bir müddet sonra aktif karbonun yüzeyi dolacağı için verimi düşer. Bu durumda aktif karbonun rejenere edilmesi gerekir. Aktif karbonun temel olarak rejenere edilmesi sırasında rejenerasyon sıcaklığı bu bileşiklerin nihai arıtımını sağlar.

İyon Değişirme Yöntemi

Endüstriyel atıksu arıtımında kullanılan atıksu bünyesinde istenmeyen anyon ve katyonların uygun bir anyon ve katyon tipi iyon değiştirici kolonda tutulması işlemidir. İyon değiştiriciler, genellikle aşağı akışlı kolon tipindedir. Atıksu basınç altında kolona yukarıdan girer, reçine boyunca ilerleyerek aşağıdan uzaklaştırılır. Reçine kapasitesi düşünce kolonun rejenerasyonu gereklidir. Katyonik iyon değiştirme reçinelerinde genellikle sodyum hidroksit rejeneran olarak kullanılır.

Metal sanayi atık suları içindeki ağır metal giderim metodlarından biride iyon değiştirme metodudur. İyon değiştirme metodu ile atık su içinde bulunan ağır metallerin giderimi dünyada en geniş ve en kolay uygulanan proseslerden biridir. İyon değiştiricilerle ağır metallerin gideriminde, arıtma çamuru oluşmaz. Bu önemli bir avantajdır.

İyon değiştirme işlemi ile inorganik atık sulardan değerli ağır metalleri geri kazanmak mümkündür. İyon değiştirici bünyesine bağlanan değerli ağır metaller uygun reaktanlarla çekip alınarak daha konsantre ortamda geri kazanılabilir.

Atık su içindeki bakır, kurşun, kadmiyum, nikel, cıva gibi ağır metal fonksiyon gruplarını gidermek için uygun iyon değiştiriciler seçilmelidir. Ağır metallerin gideriminde genel olarak kuvvetli asidik kadyonik iyon değiştiriciler kullanılmaktadır.

İndirgenme çökeltme yöntemi

“İndirgenme çökeltme yönteminde yüksek değerli metal çökebilene bir şekilde indirildikten sonra nötrale edilir. Reaktifin aşırısı metali çökeltir. Bu işlemde karıştırma blokülasyon koyulaştırma ve süzme işlemleri yapılır. Özellikle kromlu atıkların arıtımda kullanılır” [18].

Yükseltme çökeltme yöntemi

“Bu yöntemde indirgenmiş metal kararlı yükseltgenmiş ve çözülme şekillerine dönüştürülür. Bu tür bir atık arıtma prosesinde havalandırma-sedimentasyon-filtrasyon

olmak üzere üç basamak vardır. Kolayca yükseltgenmeyen metaller için söz konusu prosese kimyasal yükseltgenme basamağını da eklemek gerekir. Bu yöntem özellikle demir mangan içeren atıkların arıtımında kullanılır” [18].

Nötralizasyon çöktürme yöntemi

“Krom (VI), Bakır (II), Çinko (II), Nikel (II), Demir (II), Kadmiyum (II) gibi ağır metal iyonları ortama kireç soda katılarak nötralize edilir. Hidroksitleri şeklinde çöktürülerek atıksudan uzaklaştırılır” [18].

2.4. Ağır Metal İçeren Sular İçin Kalite Kriterleri

“Su kalitesi kriterleri ile su kalitesi standartları arasında ayırım yapmak çok önemlidir. Kriterler suyun güvenli olarak kullanımını sağlayan ve suyun kalitesini bozan değişik maddeler üzerinde getirilen kalitatif ve kantitatif sınırlamalardır. Standartlar ise, bu kriterlerle beraber belirli kullanım amaçlarını ve kalitesin koruyabilecek şekilde planlanmış gerekli arıtmalar ile denetim yollarıdır. Kriterler bilimsel kararlardır, standartlar su kullanımlarında uyulması gereken kuralları kapsayan uygulanabilir açıklamalardır” [70].

Ağır metalleri ihtiva eden yüzeysel sular için genel kalite kriterleri Tablo 2.4’ de verilmiştir. Suların genel sınıflaması ve kalite parametreleri Tablo 2.5’de, atıksular için maksimum izin verilebilir ağır metal limitleri ise Tablo 2.6’da verilmiştir.

Tablo 2.4. TSE, WHO ve ABD Çevre Koruma Ajansına Göre Toksik Maddelerin Sınır Değerleri, (mg/l) [67]

Parametre	Türk standartları TSE 266	Dünya Sağlık Teşkilatı (fl())	ABD Çevre Koruma Ajansı
Cd	0,01	0,01	0,01
Cr(Toplam)	0,05	0,05	0,05
Mn	0,10	0,05	0,05
Ba	1,00	1,00	1,00
Li	---	---	---
Co	0,01	0,01	0,01
Zn	5,00	---	5,00
Ni	0,02	0,02	0,02
V	1,00	1,00	1,00
Se	---	0,01	0,01
B	0,30	0,30	0,30
Pb	0,05	0,05	0,05
Cu	3,00	---	---
As	0,05	0,05	0,05
Fe	0,30	0,10	0,30
Pfl	6,5-9,2	6,5-8,5	6,5-8,5

Tablo 2.5. Suların Genel Sınıflanması ve Kalite Parametreleri, (mg/l) [67]

Parametre	1.SINIF	2.SINIF	3.SINIF	4.SINIF
Cd	0,01	0,01	0,05	0,05
Pb	0,01	0,05	0,05	0,05
As	0,02	0,05	0,10	0,10
v	0,05	1,00	1,00	1,00
Se	0,01	0,01	0,02	0,02
B	0,30	0,30	0,60	1,00
Ba	1,00	2,00	2,00	2,00
Mn	0,10	0,50	3,00	3,00
Cu	0,02	0,05	0,20	0,20
Cr(Toplam)	0,02	0,05	0,20	0,20
Co	0,01	0,02	0,20	0,20
Ni	0,02	0,05	0,20	0,20
Zn	0,20	0,50	2,00	2,00
Fe	0,30	1,00	5,00	5,00

Tablo 2.6. Alıcı Ortama Deşarj Edilen Atıksuda izin Verilebilir Maksimum Ağır Metal Limitleri, (mg/l) [67]

Parametre	İzin verilen Maks. Sınır
Cu	5,00
Zn	10,0
Fe	10,0
Mn	3,00
B	3,00
Co	5,00
Cr	5,00
Pb	3,00
Ni	5,00
Se	2,00
v	3,00
Ba	3,00
Li	2,00
Cd	5,00
As	3,00

Tablo 2.7 ve Tablo 2.8'de ağır metallerin toprakta bulunabilecek maksimum izin verilebilir miktarları ile günlük besinlerle vücuda kabul edilebilir miktarları hakkında bilgi verilmiştir.

Tablo 2.7. Ağır Metallerin Toprakta Bulunan Toplam Tolore Edilebilir Miktarları, (mg/kg) [8]

Parametre	Toprakta Bulunabilecek Değer	İzin Verilen Max Sınırlar
Cu	100	180
Zn	300	1840
Fe	300	4600
As	50	90
Cd	1	9
Se	10	18
B	100	680
Ba	300	600
v	200	1000
Mn	300	920
Co	10	45
Cr	80	90
Pb	300	4600
Ni	100	920

Tablo 2.8. Günlük Besinlerle Vücuda Kabul Edilebilir Ağır Metal Konsantrasyonları, (mg/gün) [8]

Parametre	İzin Verilen Max Sınırlar
Cu	0,6-2,5
Zn	5-19
Fe	6-15
Mn	0,3-5
Cr	10-100
Pb	10
Se	2
v	5
Ba	1
Cd	3
As	1

2.5. Konya Kapalı Havzası ve Tuz Gölü

“Tuz Gölü, İç Anadolu Bölgesinde, Ankara'nın yaklaşık 150 km güney- güneydoğusunda doğudan Kızılırmak Masifi, güneyden Obruk, batıdan Cihanbeyli ve kuzeyden Haymana platolarıyla çevrili, çukur alanın kuzeydoğusundaki en alçak bölümünde yer almaktadır. Tuz Gölü havzası, Konya Kapalı Havzasını oluşturan 3 alt havzadan (Ereğli Alt Havzası, Beyşehir Gölü Alt Havzası ve Tuz Gölü Alt Havzası) birisidir” [71].

Konya kapalı havzasının bir parçası olan ve bu havzanın kuzeyinde yer alan Tuz Gölü Alt Kapalı Havzası; kuzeybatıdan Sakarya, kuzeyden Kızılırmak, doğu güney ve güneybatıdan havzaya ait yükseltilerle çevrilmiştir. Su toplama alanı 20 200 km² dir.

Tuz Gölü Alt Kapalı Havzasının yaklaşık olarak % 70' inden fazlası ova stepleri ve kuru tarım alanlarından oluşmaktadır. Göl ve göl ile ilişkisi bulunan tuz stepleri havzanın merkezinde yer almakta ve havzanın yaklaşık olarak % 19' unu kaplamaktadır. Havzadaki en önemli yapay arazi kullanımı kentsel ve endüstriyel kullanımla birlikte sulu tarım olarak karşımıza çıkmakta ve havzanın güney kısmında yoğunlaşan sulu tarım alanları toplam alanın yaklaşık olarak % 6,2' sini oluşturmaktadır.

Havzanın kuzeyindeki en çukur yerinde yurdumuzun ikinci büyük tabii gölü olan Tuz Gölü yer alıp ortalama yüzeyi 1 600 km², su kotu 905,00 m, su derinliği ortalama 1.00 m' dir.

Tuz Gölünün hem yerüstü suları ve hem de yer altı suları ile beslenmesi, yer altı suyu akışlarının bir kısmının önemli tuz formasyonlarından geçmesiyle izlediği yol boyunca tuza doyması, gölün sürekli olarak tuzlu su ile beslenmesine olanak sağlar. Yer altı suyunun

aşırı kullanımı neticesinde akış yönünün tersine dönmesi ve gölden yeraltına olacak akışla yer altı su kaynaklarının göl kaynaklı kirlenme riski düşüncesinin ispatı için gölün beslenme şeklinin araştırılarak net olarak belirlenmesi gerekmektedir. Gölün doğal rejimi, kış ve ilkbahar ayları boyunca yer üstü ve yer altı su akışlarıyla beslenme kaynaklı su seviyesindeki artış ile yaz ve sonbahar ayları boyunca buharlaşmaya bağlı olarak su seviyesindeki azalış ile kendini göstermektedir. Göl yüzü yağışı, yer üstü, yer altı ve taban sularıyla beslenen göl, sadece buharlaşma yoluyla su kaybetmektedir. Bu hidrolojik dengeye bağlı olarak su seviyesinin alçalış ve yükselmesiyle göl alanı büyüyüp küçülmekte, göl yatağı altındaki tuz tabakalarından eriyerek yüzeyleyen tuzlar, buharlaşma sonucunda tekrar kristalleşerek yüzeyde toplanmaktadır. Gölün çok sık olması ve su rejimine bağlı olarak yaz aylarındaki kurumayla oluşan tuz tabakalarının tuz üretimine dayanak teşkil etmektedir. Gölde işletmede olan üç adet tuzlada Türkiye’de tüketilen tuzun yaklaşık olarak % 70’i üretilmektedir ve tuz üretimi bölgede tuz işleme ve rafinerisiyle ilgili endüstriyel faaliyetin gelişmesini sağlamaktadır. Maden Teknik Arama’nın verilerine göre gölün yıllık tuz (NaCl) rezervi 200 milyon tondur.

“Melendiz, Peçeneközü, Ekecik ve İnsuyu çayları ve Eşmekaya kaynakları gölü besleyen belli başlı akarsulardır. Havzanın düzenlemeye uygun yerüstü su kaynağı 300 hm³ civarındadır. Konya kapalı havzasının toprak kaynağı açısından çok zengin, su kaynağı açısından çok fakir olan bu bölgesinin en önemli yerleşim merkezleri Aksaray, Şereflikoçhisar, Kulu, Cihanbeyli ve Altınekin’dir” [72].

“Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı; Beyşehir, Seydişehir, Konya – Çumra ovalarının sulanması, bataklıkların kurutulması, Konya – Çumra ovası ile yerleşim merkezlerinin taşkından korunması ve ova topraklarının ıslahı amacıyla gerçekleştirilen ve Beyşehir Gölü’nden başlayıp Tuz Gölü’nde sona eren yaklaşık 343 km uzunluktaki su yolunun bir parçasıdır. DSİ IV. Bölge Müdürlüğüne 1974 yılında işletmeye açılan Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı ile yıllık ortalama 64,07 hm³ (30 yıllık) yüzeysel ve drenaj suları P3 pompa istasyonu ile göle ulaştırılırken son yıllarda kuraklığın tesiriyle bu miktar çok azalmış 24,10 hm³ ‘e kadar düşmüştür. 1977 tarihinden itibaren kanala drene olan Konya kenti sanayi ve evsel atıklarını Tuz Gölü’ne taşımaya başlamıştır” [73].

Tekel Genel Müdürlüğü’nün tahliyeden sonra gölde tuz üretim ve kapasitesinin düştüğü doğrultusundaki açıklama ve girişimleri üzerine Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı başkanlığında ilgili kuruluş temsilcilerinin katılımıyla gerçekleştirilen toplantılar

sonucunda konunun teknik düzeyde ele alınması kararlaştırılmış ve 1978 yılında Apa Barajı çıkışından başlamak üzere kanal üzerinde beslenen 7 istasyondan 1 yıl süreyle ve her ay alınan su örneklerinin ağır metal, mikrobiyoloji, pestisit, kimyasal ve biyokimyasal analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; Apa Barajı'ndan temiz olarak çıkan su, Konya kenti sanayi ve evsel atıklarının kanala karıştığı nokta olan 2. örnek alma kesitinde kirlenmeye uğramakta, organik kirlilik kış aylarında olduğu gibi göle intikal etmekte; yaz aylarında ise kanal boyunca kendi kendine temizlenerek kirlilik parametreleri göl girişinde zararsız sınır değerlere inmektedir.

İnorganik kirlilik ise artarak göle kadar ulaşmaktadır. Ova topraklarının yıkanması sonucu kanal suyuna intikal eden tuzlardan en etkeni olan önemli miktarda sülfat ve süspansiyon madde göle kanal yoluyla taşınmaktadır. Konya kenti geçişinde kanala intikal eden demir, alüminyum, kurşun ve civa gibi ağır metaller göle ulaşmadan çökerek sudan ayrılmaktadır. Sanayi ve evsel atıkların karışmasından sonra kanal suyu mikroorganizmaların bile yaşamayacağı toksik bir ortama dönüşmekle beraber pestisit değerleri limitlerin altında kalmaktadır.

DSİ tarafından Apa Barajı Çıkışı, P1 Pompa İstasyonu Girişi, Tutup Beli Tünel Çıkışı ve Gölyazı Köprüsü olarak belirlenen istasyonlardan su numuneleri alınmakta su kalitesi veri tabanına kaydedilmektedir.

“P1 pompa istasyonundan Tuz Gölü'ne kadar olan kesimde köylüler Devlet Su İşleri'nin müsaadesi dışında, motopomplarla ve su kabartma yapıları ile su alarak arazilerini sulamaktadırlar. Bu durum, arazilerin çoraklaşmasına neden olmakta ve ayrıca bazı bulaşıcı hastalıkların oluşması ve yayılması açısından bir tehlike teşkil etmektedir. Pompa istasyonları arasındaki su seviyesi farklılıkları da kontrolsüz sulamaların yapıldığını desteklemektedir” [72].

Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi (KOSKİ) tarafından, Konya kenti atıksularının arıtılması için atıksu arıtma tesisi kurulmuş ve atıksular arıtıldıktan sonra DSİ kanalına verilmeye devam edilmektedir. Yapılan analizlerden de görüleceği üzere, KOSKİ Atıksu arıtma tesisinin kanala bağlantı noktasından Tuz Gölü'ne deşarj noktasına kadar kirlilik seyrelerek devam etmektedir.

“Konya havzasında muhtelif depolama tesislerinin teknik ve ekonomik yapırlılıklarını ortaya konulması Konya-Çumra Projesi III. Merhale kapsamındaki arazilerin sulanması, sulamaya tahsis edilen sulardan kısmen enerji üretilmesi, Konya-Çumra Projesi I.

Merhalenin su eksiğinin giderilmesi, Konya-Çumra II. Merhaleden intikal eden sular dahil olmak üzere yukarı havza taşkınlarının önlenmesi çalışmalarının ve bu çalışmalarla ilgili planlama raporu ve eklerinin hazırlanarak DSİ' ye verilmesi konularını kapsayan "Konya - Çumra Projesi III. Merhale Mühendislik Hizmetleri İşi" 1995 yılında ihale edilerek 2000 yılında "Konya – Çumra III. Merhale Projesi Planlama Raporu" olarak tamamlanmıştır" [74].

"Söz konusu raporda; proje sahası sulama ve içme suyu temini, enerji üretimi, taşkın kontrolü yanında Tuz Gölü ve çevresinin korunması, su kalitesinin artırılması amaçlarına hizmet edecek tarzda incelemeler de yapılmıştır. Bu bağlamda halen Tuz Gölü' ne verilmekte olan Konya kenti kanalizasyon suları için gölün kirliliğini artırmasından dolayı başka alıcı ortamlar araştırılmış, bu amaçla Sakarya havzasına derivasyon konusu da incelenmiştir. Ancak Sakarya havzasına derivasyonun enerji üretim tesislerinde meydana getireceği etkiler ve ilave 61 km uzunluğunda derivasyon kanalı ile 13 500 kW kurulu gücünde pompa istasyonunun inşa edilecek olması bu alternatifini uygun kılmamıştır" [75].

"Raporda Konya kentine ait 2030 yılı itibariyle yıllık ortalama 175 hm³ atık suyun arıtıldıktan sonra tekrar sulama sahalarına verilmesi dolayısıyla mansapta çok az miktarda kirliliğin Tuz Gölü' ne yönlendirilmesi önerilmiştir" [74].

"Tuz Gölü ile ilgili olarak 2003 yılında TBMM Tuz Gölü Meclis Araştırma Komisyonu tarafından hazırlanan raporda, gölün yoğun bir kirlilik ile karşı karşıya olduğu hususunun gerek geçmişte yapılan araştırmalardan ve gerekse komisyonun yaptığı çalışmalardan kesin olarak anlaşıldığı ifade edilerek, kirliliğin bertaraf edilmesi için alınması gereken önlemlerin kalıcı olması gerektiği vurgulanmıştır. Kısa, orta ve uzun vadede yapılması gereken faaliyetlerin belirlendiği raporda, önemli olan hususun uygulamadaki kararlılık olduğu kanaati belirtilmiş ve böylesine ulusal bir konuda gereken etkin önlemlerin alınmaması ve yeterli kaynak aktarılmamasının çalışmaların hedefine ulaşmasını engelleyeceği hususu ifade edilmiştir" [76].

2.6. Konya Bölgesi Arıtma Tesisleri

Konya Atıksu Arıtma Tesisi

Konya Atıksu arıtma tesisi projesinin birinci kademesi 200.000 m³ gün debi ve 1.000.000 eş değer nüfusa göre tasarlanmıştır. Tesis karbon giderimi ve kısmi azot giderimine göre ileri biyolojik arıtma metoduna göre dizayn edilmiştir. Çıkış suları UV dezenfeksiyon sisteminden geçilerek deşarj edilmektedir.

Konya atıksu tesisinin yapımına 2005 yılında başlanmıştır. 2009 yılında kademeli olarak işletmeye alınan ve numune alımlarına başlanan KOSKİ AAT 2010 yılı Kasım ayında devreye alınmıştır. AAT fiziksel kimyasal ve biyolojik arıtma ünitelerinden oluşmakta olup tez konusu olan ağır metallerin çamura geçirilmesi metodu ile tutulmasını sağlamaktadır. Çamurda tutulan ağır metallerin içeriğinin ve konsantrasyonunun tesbiti amacıyla çamur analizleri yapılmaktadır. Yapılan çamur analizlerinin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü vb. kurumların ortaklaşa değerlendirmeleri sonucu tarımda kullanılabilir nitelikte olduğu tesbit edilmiştir. Ayrıca arıtma tesisinden çıkarılan suların bir kısmının mor şebeke hattı ile şehir içi sulamada kullanılması için pilot projeler planlanmaktadır.

“Konya AAT projesi ile Konya kenti atıksularının insan ve çevre sağlığına uygun ve verimli arıtılması deşarj edilecek arıtılmış su ve stabilize edilecek arıtma çamuru ile güvenilir çevre koşullarının sağlanması amaçlanmaktadır” [77].

Projenin Faydaları;

-Çıkış suyunun deşarj edildiği Keçili kanalı ile bu kanalın 122 km sonra ulaştığı Tuz Gölü ve çevresinden insan ve çevre sağlığı şartlarının iyileşmesinde önemli katkılar sağlayacaktır.

-Yıllık en az 50 milyon m³ sulama suyu üretilecektir.

-Tesisden çıkacak stabilize olmuş çamur tarımsal gübre ve toprak ıslahı amacıyla kullanılacaktır.

Tesis aşağıdaki ünitelerden oluşmaktadır:

Mekanik Ön Arıtma Üniteleri

- Atıksu giriş yapısı, kaba ızgara, giriş pompa istasyonu
- Kaba ve ince ızgaralar
- Havalandırmalı kum ve yağ tutucu
- Ön çökeltme havuzları

Biyolojik Arıtma Üniteleri

- Havalandırma havuzları
- Son çökeltme havuzları

Çamur Arıtımı ve Enerji Kazanımı

- Çamur yoğunlaştırma havuzları

- Anaerobik çamur çürütme tankları
- Biyogaz depolama tankları
- Isı merkez ve enerji kazanım ünitesi
- Çamur susuzlaştırma tesisi

Dezenfeksiyon

- Açık kanal UV dezenfeksiyon sistemi

Konya Organize Sanayi Bölgesi Atık Su Tesis Bilgileri

Bölgede atıksu kanalizasyon sistemi kurulu vaziyette olup, tüm işletmelerin bağlantıları tamamlanmış vaziyettedir. Kanalizasyon sistemi haricinde herhangi bir atıksu deşarjı bulunmamaktadır. Ayrıca, kanalizasyon sistemi ile toplanan atıksuların arıtılması için Atıksu Arıtma Tesisi işletmeye alınmıştır. SKKY Tablo 25 standartlarını sağlamayan firmaların atıksuları ön arıtma sisteminden geçirildikten ve istenen standartları sağladıktan sonra kanalizasyon sistemine bağlanmasına izin verilmektedir.

Konya Organize Sanayi Bölgesine ait Atıksu Arıtma tesisi; Temmuz 2010 tarihinde 7.000 m³/gün kapasiteli olarak devreye alınmış olup sayıları her geçen gün artan ve şuan aktif olan yaklaşık 420 firmaya hizmet vermektedir. Atıksu Arıtma Tesisi fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma sistemleri üniteleri ile çamur susuzlaştırma ünitelerinden oluşmaktadır. Burada arıtılan sular Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo19'a uygun olarak Tümosan Kanalına deşarj edilmektedir.

Fiziksel Arıtma Ünitesi aşağıda verilen birimlerden oluşmaktadır.

- Otomatik Temizlemeli Kaba Izgara (20 mm aralıklı)
- Otomatik Temizlemeli İnce Izgara (3 mm aralıklı)
- Otomatik temizlemeli ince / Kalın ızgara(by-Pass hattı)
- Havalandırmalı Kum-Yağ Tutucu
- Debi Ölçümü
- Dengeleme Havuzu

Mevcut Terfi Havuzundan terfi edilen atıksu, ızgara kanalına basılarak kaba ve ince ızgaralardan geçirilmektedir. Izgaralarda tutulan katı maddeler konveyör vasıtasıyla taşınarak atık konteynirinde toplanmaktadır. İnce Izgaradan geçen atıksular Kum-Yağ Tutucu Havuzuna alınmakta, burada atıksu içinde bulunan yağ-gres gibi hafif maddeler

yüzeyde toplanırken kum gibi ağır maddeler cazibeyle havuzun tabanına çökmektedir. Çöken maddeler kum sıyırıcı ile toplanacak ve pompa vasıtasıyla kum ayırıcıya basılmakta, kum ayırıcıda ayrılan kum, atık kum konteynirinde depolanmaktadır. Diğer yandan yüzen maddeler yağ sıyırıcı vasıtasıyla yağ haznesinde toplanmakta, buradan da dalgıç pompa ile yağ toplama tankına gönderilmektedir. Yağ tankının altındaki otomatik vana zaman zaman açılarak alttaki su alınarak tankın yüzeyindeki yağın daha yoğun hale gelmesi sağlanmaktadır. Atıksu debisinin ölçülmesi amacıyla kum ve yağ tutucu sonrası Parshall savağına Kanal Tipi, elektromanyetik debimetre takılarak tesise giren atıksu miktarı ölçülmekte, buradan çıkan atıksular Dengeleme Havuzunda toplanacaktır. Dengeleme Havuzu atıksu içindeki katı maddelerin çökmemesi için jet aeratörlerle karıştırılmakta ve havalandırılmaktadır.

Kimyasal Arıtma Ünitesi aşağıda verilen birimlerden oluşmaktadır.

1. Hızlı Karıştırma (Koagülasyon) Havuzları
2. Yavaş Karıştırma (Flokülasyon) Havuzları
3. Kimyasal Çöktürme Havuzu

Hızlı Karıştırma Havuzlarında atıksuya pH metreye bağlı olarak sırasıyla kireç ve alum (veya demir sülfat) dozlanmaktadır. Hızlı karıştırma havuzlarında yumaklaşan atıksu Yavaş Karıştırma Havuzlarına geçmekte, yumaklaşan atıksuya anyonik polielektrolit dozlanmaktadır. Yavaş Karıştırma Havuzlarından çıkan atıksular Çöktürme Havuzlarına geçmektedir. Çöktürme Havuzlarında atıksuyla taşınan floklar havuzların tabanına çökmektedir. Çöken çamur, sıyırıcı vasıtasıyla havuzun merkezindeki çamur haznesinde toplanmakta ve buradan çamur borusu vasıtasıyla çamur rögarına geçmektedir. Çamur rögarına gelen çamur, dalgıç pompa vasıtasıyla Kimyasal Çamur Karıştırma Havuzuna basılmaktadır. Kimyasal arıtmadan geçen atıksu, Çöktürme Havuzunun savaklarından savaklanarak Kimyasal Arıtma Ünitelerini terk ederek Biyolojik Arıtma Ünitelerine geçmektedir. Fiziksel arıtmadan çıkan atıksuyun kirlilik yükünün düşük olması ve atıksu içinde biyolojik arıtma için toksik madde bulunmaması halinde kimyasal madde dozajı yapılmadan ön çöktürme işlemi uygulanmaktadır. Biyolojik arıtma üniteleri Tesisin bu şekilde çalıştırılması için gerekli emniyet göz önüne alınarak dizayn edilmiştir.

Biyolojik Arıtma Ünitesi aşağıda verilen birimlerden oluşmaktadır.

Anaerobik/Selektör Havuzu

Dağıtım Yapısı

Havalandırma Havuzları

Biyolojik Çöktürme Havuzları

Kimyasal Arıtma Ünitelerinden çıkan atıksu cazibeyle Biyolojik Arıtma Ünitelerine geçmektedir. Biyolojik Arıtma Üniteleri 7000 m³/gün kapasiteli Anaerobik/Selektör Havuzu ile 3500 m³/gün kapasiteli 2 adet Havalandırma ve 2 adet Çöktürme Havuzlarından oluşmaktadır. Çamur Susuzlaştırma Üniteleri Çamur Karıştırma ve Yoğunlaştırma Havuzu ile Dekantörlerden oluşmaktadır. Biyolojik ve kimyasal arıtma ünitelerinden çıkan çamurlar Çamur Karıştırma Havuzunda toplanmaktadır. Çamur susuzlaştırma verimini arttırmak amacıyla katyonik polielektrolit kullanılmaktadır. Dekantörlerden çıkan kek çamur konveyörlerle taşınarak çamur toplama sahalarında biriktirilmektedir. Yoğunlaştırma Havuzu ve Dekantörlerden çıkan süzüntü suları bir rögarda toplanmakta ve pompa ile Dengeleme Havuzuna verilmektedir [78].

Halen faaliyette bulunan Konya OSB sanayi tesislerinden kaynaklanan atıksuların arttığı ve yukarıda özellikleri verilen Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyundan 07/03/2014 tarihinde alınan numunenin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş laboratuara yaptırılan analiz sonuçları Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9. Konya OSB AAT Çıkış Suyu Analiz Sonuçları [78]

NUMUNE ANALİZ SONUÇLARI VE S.K.K.Y. TABLO:19 SINIR DEĞERLERİ				
Parametreler	Birim	Analiz Sonuçları	TABLO:19 SINIR DEĞERLERİ Kompozit Numune 24 Saatlik	Metot
<i>pH</i>	-	6,70	6-9	SM 4500-H ⁺ B
<i>Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)</i>	mg/L	44,8	300	SM 5220 C
<i>Askıda Katı Madde (AKM)</i>	mg/L	34	100	SM 2540 D
<i>Yağ-Gres</i>	mg/L	<10	10	SM 5520 D
<i>Toplam Fosfor (P)</i>	mg/L	0,8	1	EPA 200.7
<i>Toplam Krom (Cr)</i>	mg/L	0,05	1	EPA 200.7
<i>Kurşun (Pb)</i>	mg/L	0,01	1	EPA 200.7
<i>Civa (Hg)</i>	mg/L	<0,0025	0,05	EPA 200.7
<i>Kadmiyum (Cd)</i>	mg/L	0,02	-	EPA 200.7
<i>Demir (Fe)</i>	mg/L	0,2	-	EPA 200.7
<i>Bakır (Cu)</i>	mg/L	<0,0054	-	EPA 200.7
<i>Çinko (Zn)</i>	mg/L	0,12	-	EPA 200.7
<i>Toplam Siyanür (CN) *</i>	mg/L	<0,005	0,5	SM 4500 C
<i>Florür (F⁻)</i>	mg/L	0,03	-	SM 4110 B
<i>Sülfat (SO₄)</i>	mg/L	304,6	1500	SM 4110 B
<i>Toplam Kjeldahl Azotu *</i>	mg/L	1,1	15	TS 7924 EN 2566-3 :1997
<i>Renk</i>	Pt-Co	50,1	260	SM 2120 C

OSB topraklarının kirlilik yükü ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamış olup, bölgede faaliyet gösteren tesislerden kaynaklanan atıkların (Tehlikeli ve Özel İşleme Tabi Atıklar vb) gelişigüzel atılmaması için denetimler yapılmakta ve kontrol altında lisanslı firmalara verilmesi sağlanmaktadır. OSB’de yapılan analizlere ait parametre ve metod listesi Tablo 2.10’ da verilmiştir.

Tablo 2.10. OSB’de Yapılan Analizlere Ait Parametre ve Metod Listesi

Parametreler	Ölçüm Yapılan Cihaz	Metot
pH	MULTI ÇOKLU PARAMETRE ÖLÇER	SM 4500-H ⁺ B
Sıcaklık		SM 2550 B
Toplam Krom	ICP-OES	EPA 200.7
Kurşun		EPA 200.7
Arsenik		EPA 200.7
Kadmiyum		EPA 200.7
Bakır		EPA 200.7
Nikel		EPA 200.7
Kalay		EPA 200.7
Gümüş		EPA 200.7
Çinko		EPA 200.7
Civa		EPA 200.7
Klorür		SM 4110 B
Sülfat		SM 4110 B
Fenol*		SM 4500 Norg B

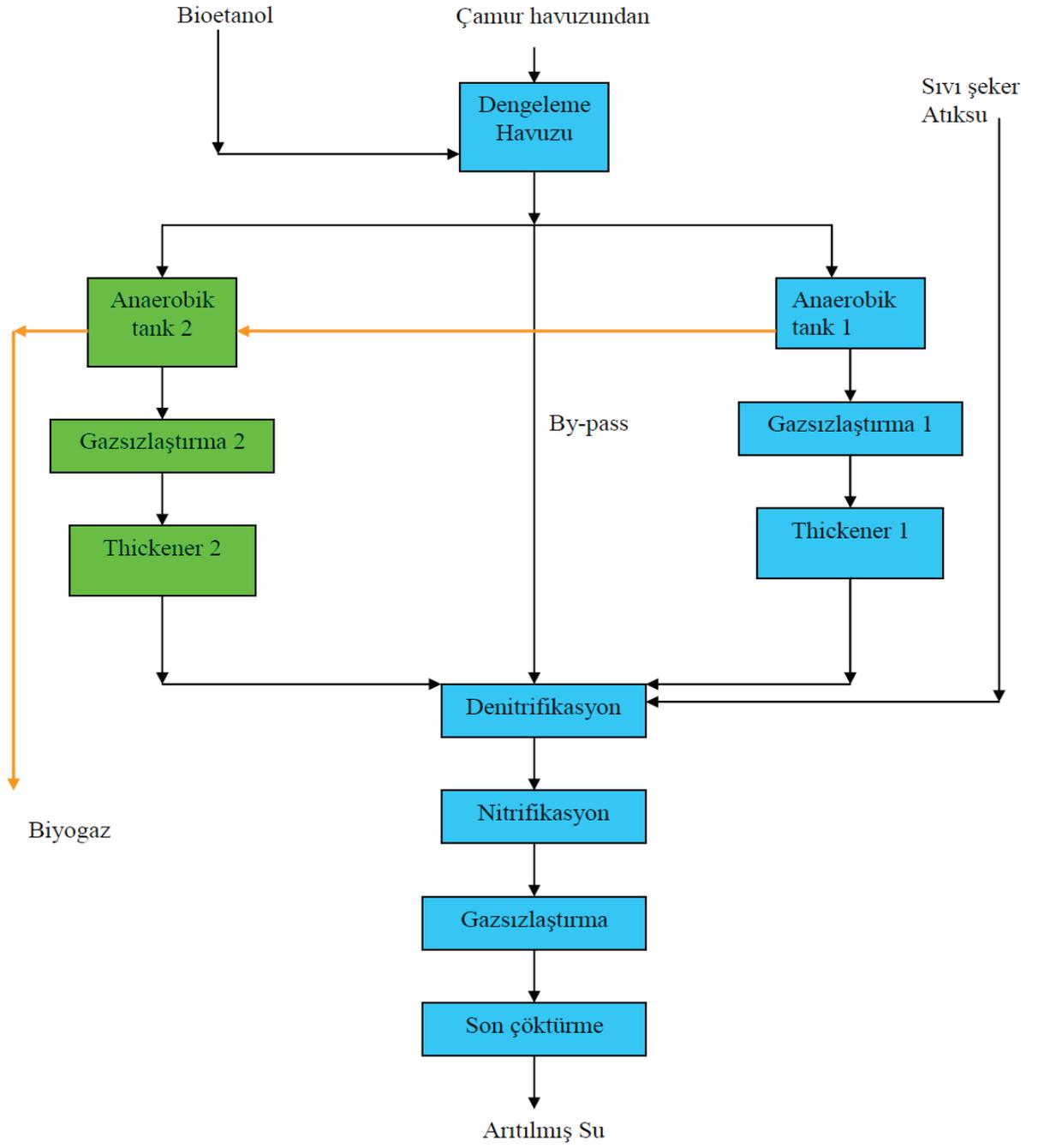
Çumra Şeker Fabrikasına Ait AAT Özellikleri

“Konya Çumra Şeker fabrikası faaliyetleri sonucu oluşan atık sular 250.000 m³ su alma kapasitesine sahip olan lagünler tarafından toplanıp, bir nevi dengeleme havuzu olarak kullanılmakla beraber, aynı zamanda da AAT’ne olabilecek aşırı yüklenmeyi önlemek ve AAT’nin randımanlı bir şekilde çalıştırılabilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu lagünlerde biriken atıksular detayları aşağıda verilen atıksu arıtma tesisinin kapasitesi de dikkate alınarak, AAT’ne alınmaktadır” [79].

Ağırlıklı olarak Şeker Fabrikasından kaynaklanan atıksuların arıtılması amacıyla kurulan atıksu arıtma tesisi; 2 adet 150 m³/h.adet ve 10.000 mg/l KİO ye göre tasarlanmış anaerobik arıtma sistemi ve bunun çıkışında 2 reaktörden gelen sular ve daha az kirli suların birleştiği 500 m³/h lik aerobik (denitrifikasyon, nitrifikasyon azot giderimi için) sistem bulunmaktadır.

Mevcutta tesislerden kaynaklanan ve lagünlerde bekletilip dengelenerek AAT’ne alınan atıksular; 120 m³/h pancar yıkama suyu, 50-70 m³/h diğer tesislerden gelen çok kirli sular (5000-8000 mg/l KOİ), 100-150 m³/h diğer tesislerden gelen az kirli sular, (500-1000 KOİ) olarak özetlenmektedir.

Konya Çumra şeker fabrikası atıksu arıtma tesisine ait iş akım şeması Şekil 2.2 de verilmiştir.



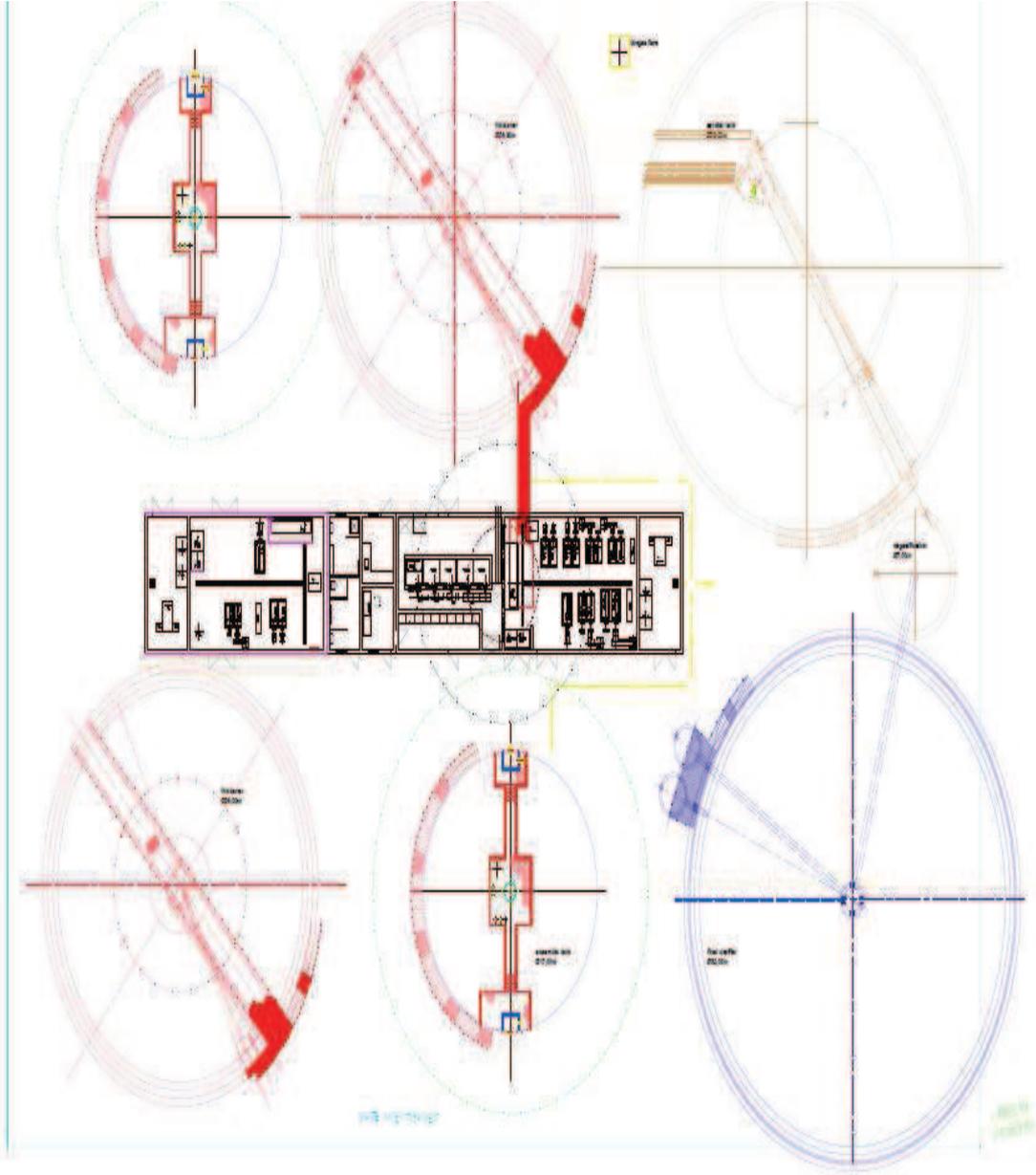
Şekil 2.2. Mevcut AAT İş Akım Şeması

Söz konusu atıksu arıtma tesisinden; çevre izni aşamasında alınan giriş ve çıkış numunelerine ait analiz raporları aşağıda sunulmuştur. Analiz sonuçlarını tablo halinde özetleyecek olursak; atıksu arıtma tesisinin KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) giderim verimi %94, AKM (Askıda Katı Madde) giderim verimi %88'dir.

Tablo 2.11. Mevcut AAT Çıkış Suyu Analiz Sonuçları ve Arıtma Verimi

AAT GİRİŞ NUMUNESİ	Parametre	Analiz Sonucu (mg/l)	AAT ÇIKIŞ NUMUNESİ	Parametre	Analiz Sonucu (mg/l)	Arıtma Verimi
ANALİZ DEĞERLERİ	KOİ	7318	ANALİZ DEĞERLERİ	KOİ	417	%94
	AKM	219		AKM	26	%88

Konya Çumra şeker fabrikası atıksu arıtma tesisi Akış Diyagramı ve Yerleşim Planı Şekil 2.3 de verilmiştir.



Şekil 2.3. Mevcut Atıksu Arıtma Tesisi Akış Diyagramı ve Yerleşim Planı

2.7. Konu İle İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Yıldız (2004)'de yapmış olduğu, 'Konya Ana Tahliye Kanalında Ağır Metal Kirliliğinin ICP-AES Tekniği ile İncelenmesi' çalışmasında; atıksu, sediment ve tuz numuneleri üzerine yapılan analizler sonucunda, Fe, Cr, V, B, Li, Ni'in atıksularda yüzeysel sular için öngörülen kriterlerin üzerinde çıktığını belirtmiştir. Tahliye kanalının herhangi bir arıtmaya tabi tutulmadan Tuz gölüne döküldüğünü ve kanalın sularının sulama suyu olarak kullanıldığını bildirmiştir. Analiz sonuçlarını yüzeysel su kriterleriyle kıyaslayarak uzun vadede kirlenmenin tehlikeli boyutlara ulaşmaması için Konya Atıksu Arıtma Tesisinin en kısa zamanda yapılması gerektiğini belirtmiştir [4].

Özdemir (1998)'de 'Konya Ana Tahliye Kanalında kirlilik araştırması yaparak, klorlu alifatiklerin belirlenmesi üzerine çalışmıştır. Bu çalışma ile içme suları ve atıksulardaki klorlu bileşiklerin kanserojen ve toksik olmaları nedeni ile çevre sağlığı açısından büyük önem arz ettiğini ve özellikle kanala deşarj edilen atıksuları Konya'daki çiftçilerin tarımda sulama amaçlı kullanmalarının sağlıksız ortamlar oluşturduğunu bildirmiştir. Çalışma kapsamında; analizi yapılan parametrelerden BOİ, KOİ, Toplam Katı madde, organik madde, TAKM ve yağ gresi konsantrasyonlarının 3. sınıf su standartlarının üzerinde ve Nitrat, PH, sıcaklık ile ağır metallerin ise bu standartlara göre kabul edilebilir düzeyde olduğunu belirtmiştir. Ağır metallerin düşük çıkmasının nedenini Konya kanalizasyonu suyunun büyük kısmının evsel kaynaklı olmasına bağlamıştır. BOİ, KOİ, TAKM ve yağ gres parametreleri için tasfiye tesisinin biran önce yapılması gerektiği belirtilmiştir" [80].

Büyükyıldız (1997)'de "Kum ve Çakıl Filtre modelleri ile Konya ana tahliye kanalı sularının arıtılması konusunda çalışmıştır. Bu çalışmada; çeşitli filtre yatağı malzemelerinden oluşan üç ayrı filtre kolonu teşkil ederek, bu filtrelerden kum filtresi 0,1m/h,kum+çakıl filtresi 0,3m/h ve çakıl filtresi 0,5m/h hızında çalıştırmıştır. Giriş suyu ve her bir filtre kolonunun çıkış sularında haftada üç kez olmak üzere biyokimyasal oksijen, kimyasal oksijen ihtiyacı, çözünmüş oksijen, amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, pH ve bulanıklık ile askıdaki katı madde analizlerini yapmıştır. Deney sonunda; Konya Ana Tahliye Kanalı suları alıcı ortam ve Tuz Gölü'ne dökülmeden önce filtrasyon işlemine tabi tutulduğunda su kalitesinde meydana gelen iyileşme, hızla kirlenen ve çeşitli açılardan bir tehdit unsuru haline gelen Tuz Gölü'nün kirlenme oranını da kirlilik giderimi açısından en uygun filtrenin kum filtresi olduğunu tespit etmiştir" [81].

Erçal (2007)'de ‘‘Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti karasularında ve açık denizlerde (Kuzey Kıbrıs Güzelyurt, Girne ve Mağusa körfezlerinde) ağır metal kirliliğinin izlenmesi ve ekonomik deniz ürünlerinin korunması çalışmasını yapmıştır. Çalışma sonunda demir konsantrasyonunun Güzelyurt Körfezi ve Mağusa Körfezinde, mangan konsantrasyonunun 3.ve 9.aylarda değişik bölgelerde, bakır konsantrasyonunun Güzelyurt körfezinde, çinko konsantrasyonunun Girne bölgesi, Mağusa körfezi ve Güzelyurt körfezinde kış aylarında, kadmiyum konsantrasyonunun ise Güzelyurt körfezinde en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. Nikel konsantrasyonu Taşlıca bölgesinde ortalama olarak diğer bölgelerden daha yüksektir. Krom ve kurşun konsantrasyonu tüm bölgelerde inişli çıkışlı bir grafik izlemiştir. Kobalt konsantrasyonu ise diğer bölgeler göre Güzelyurt körfezinde daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Yapmış olduğu çalışmada; Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinin balıkçılık ve turizm açısından önemli bir konumda bulunması nedeniyle, su kirliliğinin izlenmesi ve kontrol altında tutulması gerektiğini bildirmiştir’’ [6].

Aydın ve ark. (2002)'de yapmış olduğu, ‘‘Konya ana tahliye kanalında su ve sedimette organoklorlu pestisitler (OCPs) çalışmada; Konya ana tahliye kanalı boyunca belirlenen 6 farklı noktada alınan su ve sedimet numunelerinden tarımsal faaliyetler esnasında sıklıkla kullanılan lindan, heptachlar, aldrin, o.p.-DDE, dieldin; p.p.-DDD, p.p.-DDT, metoxychler ve minex gibi organoklorlu pestisitleri araştırmıştır. Yapılan analizler sonucunda; Pestisitlerin kullanımı esnasında kalıcı etkinliği fazla ve besinlerde birikme özelliği fazla olan pestisitlerin yerine kısa sürede ayrışabilen ve kalıcı özellikleri az olan pestisitlerin kullanılması, geniş spektrumlu ilaçlar yerine problemi çözecek, seçici ilaçların kullanılmasının gerekliliğini bildirmiştir’’ [82].

Karataş (2004)'de ‘‘Konya Ana Tahliye kanalı ile sulanan arazilerdeki toprak ve bitki ağır metal birikmesinin tespiti amacı ile yaptığı araştırmasında; ağır metallerin 1 mg/L'den düşük konsantrasyonda olduğunu bulmuştur. Araştırma sonunda, topraktaki ağır metal konsantrasyonu kanal suyuna göre daha fazla olduğu, buğday bitkisindeki ağır metal konsantrasyonu ise zehir etkisi yapacak seviyeye ulaşmadığını tespit etmiştir. Uzun süren kanalizasyon suyu uygulamaları sonucu toprak ve bitkide metal artışına neden olacağından gerekli önlemlerin alınmaması durumunda toprağın verimsizleşeceğini ve en kısa sürede atıksu arıtma tesisi yapılarak kanal suyu, sulama suyu kalitesine çıkarıldıktan sonra tarımsal amaçlı kullanılması gerektiğini belirtmiştir’’ [1].

2.8.Konya Ana Tahliye Kanalına Atıksu Veren Kuruluşlar

OSB'lerden yıllık 97.287.000 m³ atıksu oluşmaktadır. Bu atıksuların %75'i arıtılmaktadır. OSB'lerde atıksu kirliliği fabrikalarda çalışan personelin kullanımıyla (banyo, tuvalet, mutfak) ortaya çıkan ve fazla miktarda organik madde (C, N, P) içeren evsel atıksular ile fabrikalardaki prosese bağlı olarak (tekstil, gıda, metal) değişik miktar ve özellikteki (ağır metaller, yağ-gres, evsel atıksulara göre yüksek KOİ) endüstriyel atıksulardan oluşmaktadır.

“Pek çok değişik sektörü barındıran organize sanayi bölgelerinden çıkan atıksular verildikleri dere, nehir vb. gibi alıcı ortamları kısa sürede kirletmekte ve bu suların geçtiği yerlerdeki tarım alanlarının zarar görmesine neden olmaktadır. Bu nedenle organize sanayi bölgelerinde yapılacak araştırmanın ardından sektör türüne göre ön arıtma ve nihai ortak arıtma ile bu zararların önlenmesi mümkündür” [83].

“Konya Sanayi Odası internet sitesinde nace kodlarına göre faaliyet gösteren özel küçük ve orta ölçekli sanayii kuruluşlarının sektörlere göre adet olarak dağılımı şöyledir. Madencilik sektörüne ait 84 adet firma, kümes hayvanları yetiştiriciliği 63 adet firma, gıda firmaları 920 (un, süt, yoğurt, makarna, bakliyat vs.), hayvan yemi üreticisi 135 adet firma, tekstil üzerine faaliyet gösteren 470 firma, ahşap ve ağaç işleri kolunda 100 firma, kağıt ve selüloz üretiminde faaliyet gösteren 125 firma, ambalaj ve paketleme üzerine 57, kömür ürünleri 35 firma, petrol ürünleri ve maden yağlar üzerine faaliyet gösteren 35 firma, sanayii gazları üreten 3 firma, gübre üreten 3 firma, kauçuk ve plastik sanayii 117 adet firma, zirai ilaç üretimi yapan 3 firma; boya, vernik üzerine 5 firma, kimyevi madde üreticileri 12 firma, cam üretimi yapan 10 firma; çimento, hazır beton, mermer sanayii 80 firma; demir çelik, metal sanayi 360 firma, otomotiv yedek parça ve makine sektöründe 567 firma, geri dönüşüm firmaları 75 adet, inşaat malzemeleri üretimi 39 firma bulunmaktadır” [84].

“Konya Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğü verilerine göre Konya Sanayi Odasına kayıtlı olup organize sanayi bölgesi içinde yer alan firmalar şöyledir; ambalaj sanayi 20 adet, boya sanayi 4 adet, değirmen makinaları üzerine 17 adet, diğer kuruluşlar 21 adet, dorse ve damper sanayi 14 adet, döküm sanayi 74 adet, geri dönüşüm 5, gıda 38, enerji güneş sistemleri 3 adet, hidrolik 17 adet, ısıtma ve soğutma sistemleri 9 adet, inşaat 28 adet, kağıt 5, kauçuk ve lastik 8, kimya 15, kozmetik 4, madeni yağ 3, makine 61, metal 40, mobilya

ve ahşap ürünleri 18, otomotiv yedek ve ahşap ürün 18, plastik 34, tarım makinaları ve ekipmanları 47, tekstil 8, yem ve tohumculuk 8” [78].

3. BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

3.1.Konya Ana Tahliye Kanalının Yeri ve Bölümleri

“Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı, Beyşehir, Seydişehir, Çumra ovalarının sulanması, bataklıkların kurutulması, Konya-Çumra yerleşim merkezlerinin taşkından korunması ve ova topraklarının ıslah edilmesidir. Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı, Beyşehir Gölü’nden başlayıp, Tuz Gölü’nde sonuçlanan değişik kanallardan oluşmakta olup yaklaşık 343 km. uzunluğundaki su yolunun bir parçasıdır” [73]. “Her biri 2640 HP kurulu gücünde 3 adet pompa tesisi ihtiva eden kanalın 1.pompadan Tuz gölüne kadar uzunluğu 123 km olup kapasitesi 25 m³ /s’dir. DSİ 4. Bölge Müdürlüğüne 1974 yılında işletmeye açılan ana tahliye kanalı, 1977 tarihinden itibaren kanala drene olan Konya kenti sanayi ve evsel atıklarını Tuz Gölü’ne taşımaya başlamıştır” [75].

“Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı inşaatına 1969 yılında başlanmış ve her biri 2640 HP kurulu güçte üç pompa istasyonu, birinci pompadan itibaren Tuz Gölü'ne kadar 25m³/s kapasiteli 122,624 km uzunluktaki ana tahliye kanalı, Aslım-Keçeli, Arapçayırı ve Alakova kolları 1974 yılında işletmeye açılmıştır. Daha sonra Alemdar-Sakyatan ve Yarma-İsmil kollarının da tamamlanmasıyla toplayıcı ana tahliye kanalı uzunluğu 137 km'ye ulaşmıştır” [85].

“Ana tahliye kanalının, Konya’ dan Tuz Gölüne kadar uzunluğu 122 km dir. Kanal boyunca 3 adet (Her birinin terfi yüksekliği 6 m) terfi istasyonu bulunmaktadır” [80].

Terfi kanalı

“Terfi kanalı Karakaya köyünün takriben 5 km kuzey-batısında 1 numaralı pompa istasyonundan tutup tüneline kadar 22,3 km uzunluğundadır” [80].

Tünel

“Üç numaralı pompa istasyonunun 3,2 km mansabında Tutupbeli tüneli vardır. Tünel 3507 m uzunluğunda olup, kesiti at nalı şeklindedir” [80].

Mansab kanalı

“Tutupbeli Tüneli’nden Tuz Gölü’ne kadar 96+571 km uzunluğunda toprak kanalıdır. Bu kanal üzerinde gerektiğinde, Bolluk ve Tersakan göllerine su verme amacı ile her biri 500L/s kapasiteli iki adet priz vardır” [81].

3.2. Numunelerin alınması ve analiz teknikleri

Çalışmada kullandığımız atık su numuneleri; ana tahliye kanalının başlangıcı olan terfi merkezi, P1 pompa, P2 pompa, P3 pompa, P4 pompa, P5 pompa istasyonları ve Tuz gölü girişi olmak üzere 7 noktadan alınmıştır. Numune alınan ölçüm noktalarının koordinatları Magellan Explorist 710 GPS cihazı ile belirlenmiş olup koordinatlar aşağıda verilmiştir. Söz konusu numune alma noktalarını ve KOSKİ Atıksu Arıtma Tesisi ile Tuz Gölü'ne kadar olan hattı gösteren uydu fotoğrafları Resim 3.1. ve Resim 3.2.'de verilmiştir.



Resim 3.1. KOSKİ Atıksu Arıtma Tesisi ile Tuz Gölü arası genel görünüm



Resim 3.2. Numune alma noktaları uydu görüntüsü

Numunelerin analizinde kullanılan standartlar EPA 200.7 (Eddüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometrisi İle Sular ve Atıklardaki Metallerin ve İz Elementlerin Saptanması-Epa 200.7 Standardı) dir [86].

Yapmış olduğumuz çalışma kapsamında numunelerin alınmasında kullanılan parametre ve metodlar aşağıda Tablo 3.1 'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Numunelerin alınmasında kullanılan parametre ve metod

PARAMETRE	METOD	STANDART	CİHAZ
Ph	Elektrometrik Metod	SM 4500 –B	WTW
İletkenlik	Laboratuvar Metod	SM 2510-B	WTW
Ağır Metaller	ICP-OES Metodu	EPA 200.7	Thermo ICP-OES

Deneylerde tuz gölüne giden ana tahliye kanalının başlangıcı olan terfi merkezinden (koordinatları Y:46766798 X:4190877), P1 pompa (koordinatları Y:463557.85 X:4193716.84), P2 pompa (Y:513383.10 X:426676.92), P3 pompa (Y:515253.25 X:4265616.63), P4 pompa (Y:515775.95 X:426846.30), P5 pompa (Y:518067.87 X:4268008.90) ve Tuz gölü girişinden (Y:525685.77 X:4272707.40) her numune için 2 saatlik kompozit numune alınarak 7 adet atık su numunesi için 4 mevsimi İlkbahar, Yaz, Sonbahar, Kış aylarında olmak üzere 28 adet numune kullanılmıştır. Numuneler TS S667-3 Numune taşıma ve muhafaza standardına göre numuneler aynı gün içinde laboratuvara getirilmiştir. Numunelere şartlandırma yapılmadan önce her birine WTW marka multi çoklu parametre ölçüm cihazıyla Ph, iletkenlik ve sıcaklık değerlerine bakılmıştır. Numuneler 1000 ml lik polietilen kaplarda fosfor (P) için Sülfirik asit (H₂SO₄), Antimon (Sb) için Hidroklorik Asit (HCl), diğer ağır metaller için Nitrik Asit (HNO₃) kullanılarak Ph < 2 olacak şekilde asitlendirilmiştir. Numunelerin ağır metal analizi Thermo ICP-OES marka cihaz kullanılarak ICP-OES Metodu ile EPA 200.7 standardı kullanılarak laboratuvar ortamında yapılmıştır.

Bu standart, alüminyum, antimon, arsenik, baryum, berilyum, bor, kadmiyum, kalsiyum, seryum, krom, kobalt, bakır, demir, kurşun, lityum, magnezyum, mangan, cıva, molibden, nikel, fosfor, potasyum, selenyum, silikon, gümüş, sodyum, stronsiyum, kalay, titanyum, vanadyum, çinko elementlerinin tayinini kapsamaktadır.

Standart ilavesiyle kalibrasyon

Tayin edilecek numune içine, en az cihazın tayin sınırının 10 katı olacak şekilde (en fazla 100 katı) standart ilave edilmesi geri kazanma veriminin %90-%110 veya numuneye ait matriks kabul edilen kontrol sınırları içinde olması için gereklidir. Aksi takdirde matriks etkisinden şüphelenilecektir. Analizde standart ilave etme işleminin kullanılması bu etkiyi genellikle azaltmaktadır. Analizler yapılırken hazırlanan standartta kullanılan dalga boyları Tablo 3.2. de verilmiştir.

Tablo 3.2. Dalga Boyları, Tahmini Alet Tarama Limitleri ve Önerilen Kalibrasyon

Analit	Dalga Boyu ^a	Tahmini Tarama Limiti ^b	Kalibrasyon
	(nm)	(µg/L)	(mg/L)
Alüminyum	308.215	45	10
Antimon	206.833	32	5
Arsenik	193.759	53	10
Baryum	493.409	2,3	1
Berilyum	313.042	0,27	1
Bor	249.678	5,7	1
Kadmiyum	226.502	3,4	2
Kalsiyum	315.887	30	10
Seryum	413.765	48	2
Krom	205.552	6,1	5
Kobalt	228.616	7,0	2
Bakır	324.754	5,4	2
Demir	259.940	6,2	10
Kurşun	220.353	42	10
Lityum	670.784	3,7	5
Mağnezyum	279.079	30	10
Manganez	257.610	1,4	2
Civa	194.227	2,5	2
Molibden	203.844	12	10
Nikel	231.604	15	2
Fosfor	214.914	76	10
Potasyum	766.491	700	20
Selenyum	196.090	75	5
Silis(SiO ₂)	251.611	26	10
Gümüş	328.068	7,0	0,5
Sodyum	588.995	29	10
Stronsiyum	421.552	0,77	1
Talyum	190.864	40	5
Kalay	189.980	25	4
Titanyum	334.941	3,8	10
Vanadyum	292.402	7,5	2
Çinko	213.856	1,8	5

(a) Listelenen dalga boyları ve duyarlılıkları bütünüyle kabul edilebilir olduklarından önerilir. Diğer dalga boyları, eğer ihtiyaç duyulan duyarlılıkları sağlayabiliyorsa ve spektral girişim için aynı doğru tekniklerle uygulanırsa, bu önerilen dalga boylarının

yerine kullanılabilir.

(b) Bu tahmin edilen 3-sigma alet tarama limitleri, sadece aletse limitlere bir kılavuz olarak saptandı. Metod tarama limitleri, örneklere göre görecelidir ve örnek matriks değişimleriyle aynı şekilde değişebilir.

Tablo 3.3. 100 Mg/L Seviyesindeki Girişkenlerden Kaynaklanan Çevrimiçi Metod Elementler Arası Spektral Girişimleri

Analit	Dalga Boyu (nm)	Girişken
Ag	328.068	Ce, Ti, Mn
Al	308.215	V, Mo, Ce, Mn
As	193.759	V, Al, Co, Fe, Ni
B	249.678	None
Ba	493.409	None
Be	313.042	V, Ce
Ca	315.887	Co, Mo, Ce
Cd	226.502	Ni, Ti, Fe, Ce
Ce	413.765	None
Co	228.616	Ti, Ba, Cd, Ni, Cr, Mo, Ce
Cr	205.552	Be, Mo, Ni
Cu	324.754	Mo, Ti
Fe	259.940	None
Hg	194.227	V, Mo
K	766.491	None
Li	670.784	None
Mg	279.079	Ce
Mn	257.610	Ce
Mo	203.844	Ce
Na	588.995	None
Ni	231.604	Co, Tl
P	214.604	Cu, Mo
Pb	220.353	Co, Al, Ce, Cu, Ni, Ti, Fe
Sb	206.833	Cr, Mo, Sn, Ti, Ce, Fe
Se	196.099	Fe
SiO ₂	251.611	None
Sn	189.980	Mo, Ti, Fe, Mn, Si
Sr	421.552	None
Tl	190.864	Ti, Mo, Co, Ce, Al, V, Mn
Ti	334.941	None
V	292.402	Mo, Ti, Cr, Fe, Ce
Zn	213.856	Ni, Cu, Fe

Çalışmada kullanılan ekipman ve cihazlar

1. ICP-OES (Tam Otomatik, Autosampler'a sahip, Bilgisayar Kontrollü ITEVA Software programı ile çalışan, CCD Dedektörlü, Sequential Cihaz)
2. Argon Gazı (%99,99 Saflıkta)
3. Azot Gazı (%99,99 Saflıkta)
4. Atomlaştırıcıya örnekleri ve standartları göndermek için peristaltik pompa
5. Plazma Soğutucu
6. Havalandırma
7. Kompresör
- 8.2 – 5000 µl aralığında otomatik pipetler (uçları ile birlikte)
9. Balon joje, Beher, Saklama şişeleri, Mezür (Cam ve/veya polipropilen)
10. Su Banyosu
11. Termometre
12. Manyetik Karıştırıcı Isıtıcı
13. Membran Süzme Sistemi (0,45 µm)
14. Santifüj

Reaktifler:

1000 ppm Tekli Standart Stok Metal Çözeltileri

Ultra Pure Saf su

HCl (%37-Ekstra Saf)

HNO₃ (%65-Ekstra Saf)

Sodyum Bor Hidrür

Potasyum İyodür

Askorbik Asit

Sodyum Hidroksit

AuCl₃ ve/veya K₂Cr₂O₇

Reaktiflerin hazırlanması

% 1,5' lik (v/v) HNO₃ Çözeltisi : % 65 'lik HNO₃ çözeltisinden 15 mL alınır ve 1000 ml 'ye ultra pure saf su ile tamamlanır. Yıkama çözeltisi olarak kullanılır.

% 20' lik (v/v) HNO₃ Çözeltisi : % 65 'lik HNO₃ çözeltisinden 200 mL alınır ve 1000 ml 'ye ultra pure saf su ile tamamlanır. Yıkama çözeltisi olarak kullanılır.

% 5' lik KI + Askorbik Asit: 5 gr Askorbik Asit + 5 gr KI tartılıp, 100 ml ultrapure su ile tamamlanır.

NaBH₄ (Sodyum Bor Hidrür): 0,5 gr NaOH + 2 gr NaBH₄ tartılıp, 1000 ml' ye ultrapure su ile tamamlanır.

Standart çözeltilerin hazırlanması

Numuneler laboratuvara getirildikten sonra ağır metallerin tespiti ve grafiklerin oluşturulması için aşağıdaki şekilde standartlar hazırlanarak, standart çözelti ile kalibrasyon yapılmıştır. Blank 0, Standart 5, Standart 4, Standart 3, Standart 2, Standart 1 kullanılarak lineer bir kalibrasyon eğrisi çizilip grafikler oluşturulmuştur.

Multi ara standart hazırlanmasında; ara standart ve kalibrasyon standartları ultrapure su ile veya **%1,5' lik (v/v) HNO₃** kullanılmıştır. MIX ile çalışırken cihazın yıkama suyu için **% 1,5' lik (v/v) HNO₃** çözeltisi kullanılmıştır.

Kalibrasyon çözeltisinin hazırlanması;

STANDART 5

Standart 1A,2,3,4A,4B,5'den 0,500 ml alınır ayrıca 1000µg/ml'lik Antimony standartından 0,250 ml alınarak →50 ml'ye %1,5 'lik HNO₃ ile tamamlanır.

STANDART 4

Standart 5'den 25 ml alınarak 50 ml'ye tamamlanır.

STANDART 3

Standart 4'den 20 ml alınarak 50 ml'ye tamamlanır.

STANDART 2

Standart 3'den 25 ml alınarak 50 ml'ye tamamlanır.

STANDART 1

Standart 2'den 10 ml alınarak 50 ml'ye tamamlanır.

Tablo 3.4. Kalibrasyon Çözeltisinin Hazırlanması İçin Gerekli Dalga Boyları

Dalga Boyu	Element	cal 1(ppm)	cal 2(ppm)	cal 3(ppm)	cal 4(ppm)	cal 5(ppm)
328,068	Ag	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5
167,079	Al	0,2	1	2	5	10
308,215	Al	0,2	1	2	5	10
193,759	As	0,2	1	2	5	10
249,678	B	0,02	0,1	0,2	0,5	1
455,403	Ba	0,02	0,1	0,2	0,5	1
493,409	Ba	0,02	0,1	0,2	0,5	1
313,042	Be	0,02	0,1	0,2	0,5	1
315,887	Ca	0,2	1	2	5	10
226,502	Cd	0,04	0,2	0,4	1	2
404,076	Ce	0,04	0,2	0,4	1	2
456,236	Ce	0,04	0,2	0,4	1	2
228,616	Co	0,04	0,2	0,4	1	2
205,56	Cr	0,1	0,5	1	2,5	5
324,754	Cu	0,04	0,2	0,4	1	2
259,94	Fe	0,2	1	2	5	10
194,227	Hg	0,04	0,2	0,4	1	2
766,49	K	0,4	2	4	10	20
670,784	Li	0,1	0,5	1	2,5	5
279,079	Mg	0,2	1	2	5	10
257,61	Mn	0,04	0,2	0,4	1	2
203,844	Mo	0,2	1	2	5	10
588,995	Na	0,2	1	2	5	10
589,592	Na	0,2	1	2	5	10
231,604	Ni	0,04	0,2	0,4	1	2
214,914	P	0,2	1	2	5	10
220,353	Pb	0,2	1	2	5	10
206,833	Sb	0,1	0,5	1	2,5	5
196,09	Se	0,1	0,5	1	2,5	5
189,989	Sn	0,08	0,4	0,8	2	4
334,941	Ti	0,2	1	2	5	10
190,856	Tl	0,1	0,5	1	2,5	5
292,402	V	0,04	0,2	0,4	1	2
213,856	Zn	0,1	0,5	1	2,5	5

Kalite kontrol çözeltilisinin hazırlanması

Ara stok çözeltisi; QCS-1'den 0,5 ml alınır 50 ml'ye %1,5 'lik HNO₃ ile tamamlanır. Ara stok çözeltilisinden 10 ml alınır 50 ml'ye %1,5'lik HNO₃ ile tamamlanır. Numunelerin hazırlanması ve muhafazası EPA Method 200.7 deki kurallar uygulanmıştır. Numune kapları, eser elementlerin ölçümünde, yüzeydeki elementlerin çözeltiye geçmesi veya yüzey desorpsiyonu ve adsorpsiyon derişiminin azalması sebebiyle pozitif veya negatif hatalara sebep olabilir. Bu durum özellikle As, Ag, B, Sb, Se, Sn, Ti 'de önem taşır. Numune kapları dâhil bütün laboratuvar cam malzemeleri kullanılmadan önce nitrik asitle (%1,5 luk) ve daha sonra iyonlarından arındırılmış su ile çalkalanmıştır. Numunenin alındığı anda veya numune alındıktan hemen sonra aşağıda belirtilen koruma ve ön işlem basamakları (süzme ve asitle koruma) uygulanmıştır.

Numunelerin analize hazırlanması şu şekilde oluşturulmuştur;

1- 1 NTU' dan daha düşük bulanıklığa sahip içme suyu örneklerindeki toplam geri kazanılabilir analitlerin "doğrudan analizi" için, süzülmemiş ve asitle korunmuş numunenin örnek hazırlama prosedürüne göre işlem görmesi sağlamıştır. Tüm diğer su numunelerindeki toplam geri kazanılabilir analitlerin belirlenmesinde veya analiz öncesinde içme sularının derişiminin artırılması için, aşağıdaki işlemler izlenmiştir.

2- İçme suları dışında bulanıklığı 1 NTU' dan yüksek su numunelerindeki toplam geri kazanılabilir analit belirlenmesinde, iyi karışmış ve asitle korunmuş numuneden 100 ml (± 1 ml) alınarak 250 ml' lik Griffin beherine aktarılmıştır.

3- Örnek % 1'den daha fazla çözünmemiş katı içeriyorsa, 1 g' dan daha fazla partikül madde içermeyen iyi karışmış ve asitle korunmuş numunenin, yaklaşık olarak 10 ml' ye kadar dikkatli bir şekilde buharlaştırılması ve daha önce belirtilen asit-karışım prosedürüne göre ekstrakte edilmiştir.

4- Ölçülmüş hacimde numune içeren behere 2 ml (1+1) nitrik asit ve 1 ml (1+1) hidroklorik asit eklenmiştir. Çözeltilinin buharlaşması için, beher ısıtıcı üzerine yerleştirilmiştir. Isıtıcı (Hot plate), çeker ocak içine yerleştirilip ve 85°C'den daha yüksek olmayacak sıcaklıkta buharlaşmayı sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Beherin ağzı saat camı ile kapatılmış ve çeker ocak ortamından kaynaklanabilecek kirlenmeleri engellemek amacıyla gerekli diğer işlemler uygulanmıştır.

5- Doğru ısıtma işlemini sağlamak amacıyla, sıcaklık kontrolünde 50 ml su içeren üstü açık Griffin beheri ısıtıcının ortasına yerleştirilip sıcaklık 85⁰C'den daha düşük sıcaklıklarda kalması sağlanmıştır (Beherin üstü saat camı ile kapatıldığında, su sıcaklığı yaklaşık 95⁰C'ye yükselecektir).

6- 85⁰C'de yavaşça ısıtarak numune hacminin yaklaşık 20 ml' ye inmesi sağlanmıştır. 100 ml numunenin hızla artan buharlaşma hızıyla yaklaşık 20 ml hacme inmesi için ortalama 2 saat gibi bir süre beklenilmiştir (ölçek olarak 20 ml su içeren ayrı bir beher kullanılabilir).

7- Fazla buharlaşmayı azaltmak için beherin ağzı saat camıyla kapatılır ve numune 30 dakika boyunca yavaş bir şekilde geri dönüşüm yapılmıştır. Hafif bir kaynama söz konusu olabilir, ancak HCl-H₂O azeotropunun kaybını engellemek için şiddetli kaynama önlenmelidir.

8- Beherin soğuması için beklendi. Numune çözeltisi nicel olarak 50 ml balon jöjeye aktarıldı, reaktif su ile hacme tamamlandı, kapatıp karıştırıldı.

9- Bir gece bekleterek çözünmemiş katıların çökmesi sağlanır veya hazırlanmış örneğin bir kısmı berrak olana kadar santrifüj edildi. (Bekletme veya santrifüj sonunda numune, nebulizeri tıkayabilecek askıda katı madde içerdiği takdirde, analiz öncesi numunenin bir kısmı süzülebilir. Ayrıca, süzmeden kaynaklanabilecek olası kirlenme için önlem alınmalıdır). Numune, analize hazır hale getirilip, çeşitli matrislerin seyreltilmiş numunelerin kararlılığı üzerindeki etkileri belirlenemediğinden, tüm analizler hazırlama işlemi tamamlandıktan hemen sonra gerçekleştirilmiştir.

Metallere olan girişimler ve giderilmeleri

Ag: Yüksek miktardaki alüminyum, permanganat, iyodat ve tungstat absorpsiyonu düşürüldü. Standardlar, numunedeki bu elementlerin konsantrasyonlarıyla eşleştirilmiştir.

Al: İyonlaşma düşük absorpsiyona neden olur ve bu yüzden kolay iyonlaşan elementlerin varlığı absorpsiyonu artırır. Bu etki %0.2 w/v KCl gibi iyonlaşma tamponunun numune ve standartlara eklenmesiyle giderilir. Fe ve/veya sülfürik asid absorpsiyonu düşürür, bu yüzden standardlar numunedeki konsantrasyonlarla eşleştirilmiştir.

As: Hava / asetilen alevinde çok fazla girişim vardır. Argon / hidrojen alevinde önemli negatif girişimler alüminyum, kalsiyum, krom, kobalt, bakır, demir, lityum, magnezyum, molibden, nikel, potasyum, silisyum, sodyum, stronsiyum ve vanadyumdan gelir. Her iki

alev için standartlar numunedeki reaktifler ve önemli elementlerle eşleştirilmelidir. N₂O / asetilen alevinde fazla girişim olmaz ve bunun kullanımı çoğu elementler için tavsiye edilir. Dağılmadan ileri gelen etkiler background düzeltmesiyle giderilir.

Cd: Yüksek miktardaki silikat kadmiyum absorpsiyonu düşürür. Standartlar numunedeki konsantrasyonla eşleştirilmelidir.

Cr: Farklı oksidasyon basamakları farklı absorpsiyonlar verir. Numune ve standartlardaki krom aynı oksidasyon basamağında olmalıdır (Cr⁺⁶'ya yükseltgenmiş veya Cr⁺³'e indirgenmiş). Bazı geçiş metalleri yakıtı zengin hava / asetilen alevinde absorpsiyonu düşürür. Bu etki yakıtı az hava / asetilen alevinde (fakat hassaslık çok azalmış olur) numune ve standartlara NH₄Cl veya amonyum biflorür eklenerek veya N₂O+C₂H₂ alevi kullanılarak giderilir. İyonlaşma absorpsiyonu düşürür ve kolay iyonlaşan elementlerin varlığı absorpsiyonu artırır. Bu etki %0.1 w/v KCl gibi iyonlaşma tamponunun numune ve standartlara eklenmesiyle giderilir. Fosfat da absorpsiyonu düşürür, bunun etkisi %0.25 w/v kalsiyumun bütün çözeltilere eklenmesiyle veya N₂O / C₂H₂ alevi kullanılarak giderilmiştir.

Co: Aşırı miktardaki bazı geçiş elementleri absorpsiyonu etkiler. Standartlar, numunedeki bu elementlerle eşleştirilmelidir.

Cu: Mineral asitlerin varlığında geçiş elementlerinin aşırı miktarı absorpsiyonu düşürür. Standartlar, numunedeki bu elementlerle karşılaştırılmalıdır

Fe: Perklorik asit, nitrik asit ve nikel absorpsiyonun biraz düşmesine neden olur bu yüzden numune ve standartlarda aynı konsantrasyonda bulunmalıdır. Silisyum absorpsiyonu düşürür fakat etkisi %0.2 w/v CaCl₂ veya KCl'ün numune ve standartlara eklenmesiyle giderilir. Sitrik asit absorpsiyonu düşürür. Bunu etkisi %0.5 v/v fosforik asitin numune ve standartlara eklenmesiyle giderilebilir. Alevin durumlarına bağlı olarak demirle ilgili birçok girişim etkisi tecrübe edilmiştir.

Hg: SnCl₂ gibi indirgeyiciler civa'yı civa (I)'e veya elementel civaya indirgerler. Bunlar civa II'den daha yüksek hassasiyet verir ve absorpsiyon artar. İndirgeyiciler varsa ya bütün çözeltilere aynı konsantrasyonda ilave edilir ya da aşırısı eklenir. Düşük konsantrasyonlardaki çalışmalar için hava / asetilen alevinde hassasiyet zayıftır. Soğuk buhar yöntemi kullanılmıştır.

K: İyonlaşma düşük absorpsiyona neden olur ve bu yüzden kolay iyonlaşan elementin varlığı absorpsiyonu artırır. Bu etki %0.1 w/v sodyum veya sezyum gibi iyonlaşma tamponunun numune ve standartlara eklenmesiyle giderilir. Yüksek konsantrasyonlu mineral asitler absorpsiyonu düşürür. Standartlar mineral asitleri numuneyle aynı konsantrasyona getirilmiştir.

Mn: Silisyum absorpsiyonu düşürür. %0.2 w/v CaCl_2 'ün numune ve standartlara ilave edilmesi etkiyi azaltır; fakat standartların numunedeki silisyum konsantrasyonuyla eşleştirilmesi tercih edilir.

Na: İyonlaşma düşük absorpsiyona neden olur ve bu yüzden kolay iyonlaşan elementin varlığı absorpsiyonu artırır. Bu etki numune ve standartlara %0.1'lik KCl veya CsCl_2 ilave edilerek giderilebilir. Mineral asitler absorpsiyonu düşürür ve standartlar mineral asitleri numuneyle aynı konsantrasyonda içermelidir. Yüksek miktardaki kalsiyum 589.0 / 589.6 nm dalga boyunda kalsiyum hidroksid bağının emisyonundan dolayı bozucu sinyal verir.

Ni: 232.0 nm'nin lineerliği, buna yakın 232.1 nm nikel hattı dolayısıyla nispeten düşüktür. 341.5 nm bu yüzden rutin işler için maksimum hassaslık gerekmediği zamanlar sık sık kullanılır. Yüksek konsantrasyonlardaki demir absorpsiyonu artırır. Standartlar numunedeki bu elementin konsantrasyonuyla eşleştirilmiştir.

Sb: 217.6 nm'de 1000 mg/l'den fazla Pb ve Cu bazı absorbanslara neden olurlar, bu durumda diğer alternatif dalga boyları kullanılmalıdır. Asitler düşük absorpsiyona neden olurlar, bu yüzden standartlar numunedeki asit konsantrasyonuyla eşleştirilmiştir.

Si: İyonlaşma düşük absorpsiyona neden olur ve bu yüzden kolay iyonlaşan elementin varlığı absorpsiyonu artırır. Bu etki %0.5 w/v alkali metal klorürleri gibi iyonlaşma tamponunun eklenmesiyle giderilmiştir.

Sn: Hava / hidrojen alevi hassasiyeti artırmasına rağmen, daha sıcak olan N_2O / C_2H_2 alevinden daha fazla girişim etkileri gösterir. Bunun için bu alev sulu çözeltiler dışında çoğu rutin analizlerde kullanılır. Daha düşük sıcaklıktaki alev kullanıldığında mineral asitler, amonyum iyonları, bakır, kurşun, nikel ve çinko absorpsiyonu etkiler ve bu nedenle numunede girişim yapan bu elementler standart çözelti de numune ile benzeştirilmiştir. (N_2O / C_2H_2 alevi hava / C_2H_2 alevine karşı tercihen kullanılmalıdır)

Se: Hava / C_2H_2 alevi bu dalga boyunda önemli miktarda ışık absorplar. Bu nedenle argon / hidrojen alevi kullanılabilir, fakat bunun düşük sıcaklığı ciddi girişim etkilerine sebep olur.

N_2O / C_2H_2 alevi oldukça düşük hassasiyet verir, fakat girişim etkilerinden uzaktır ve bunun kullanımı çoğu basit matrisler dışında hepsi için tavsiye edilir. N_2O / C_2H_2 alevi hava / C_2H_2 alevine karşı tercihen kullanılmıştır.

Zn: Yüksek miktardaki silisyum absorpsiyonu düşürür. Standartlar numunedeki bu elementlerin konsantrasyonlarıyla eşleştirilmiştir.

Cihaz, kullanma kılavuzunda verilen parametrelere uygun olarak ayarlandı. Başlamadan önce cihazın termal olarak kararlı durumda olması temin edildi. Bilgisayar yardımıyla uygun program başlatıldı. Cihazın kullanma kılavuzundaki işlemlere uygun olarak ve karışık kalibrasyon standart çözeltileri kullanılarak cihaz kalibre edildi. Sistem, her bir standart okumasından sonra reagent blank çözeltisi ile yıkanarak temizlendi.

Numune çalışmasına başlamadan önce, en yüksek derişimdeki karışık referans standart çözeltisi, numune gibi kabul edilerek tekrar analiz edildi. Bu analizde elde edilen sonucun gerçek değerden %15'den (veya kabul edilen kontrol sınırlarından hangisi düşükse) daha fazla sapmaması sağlandı.

Sistem reagent blank çözeltisi ile yıkandı ve numune ile çalışmaya başlandı. Her numune alımından önce sistem tekrar reagent blank çözeltisi ile yıkandı. Her 10 numuneden sonra cihaz, kontrol standardı ve kalibrasyon tanık çözeltisi kullanılarak kontrol edildi.

Numune kapları eser elementlerin belirlenmesinde yüzey desorpsiyonu veya sızmadan kaynaklanan kirletici maddelerden dolayı adsorpsiyon süreci ile element derişiminin azalması ile pozitif ve negatif hatalar getirebilir. Tüm sarf malzemeler (cam, kuvars, polietilen, PTFE, FEP gibi) yeterince temizlenmelidir. Bu malzemelerin temizlenmesinde aşağıdaki basamaklar uygulanmıştır.

- a) Deterjan çözeltisi ile yıkama,
- b) Çeşme suyu ile çalkalama,
- c) 4 saat ya da daha fazla bir sürede % 20'lik (hacim/hacim) nitrik asit veya nitrik asit/HCl karışımı (1+2+9) karışım içinde bekletme,
- d) Saf su ile yıkama ve temiz saklama,

Krom analit olduğundan dolayı kromik asit temizleme çözeltilerinden sakınılmalıdır. Kimyasallar, sonuçları etkileyebilen elementel safsızlık içerebilirler. Bu nedenle yüksek saflıkta kimyasallar kullanılmıştır.

Hesaplama ve sonuçların gösterilmesi kısmında; bütün numune sonuçlarından reagent blank çözeltilerin sonuçları çıkarılır. Seyreltme yapılıyorsa sonuçlar uygun bir faktör ile çarpılmalıdır.

Sonuçlar, mg element/L numune veya µg element/L numune olarak ve üç anlamlı rakamla rapor edilmiştir.

Aşağıda Resim 3.3. ile Resim 3.7 de yapmış olduğumuz çalışmada numune aldığımız yerler gösterilmiştir.



Resim 3.3 Konya Atıksu Kanalı Çıkışı Numune Alma Noktası



Resim 3.4 Konya Atıksu Kanalı Çıkışı



Resim 3.5 Atıksu kanal çıkışının pH ve sıcaklık ölçümü



Resim 3.6. P1 pompa istasyonu ıkışı



Resim 3.7. Kanaldan numune alma görüntüsü

4.BÖLÜM

BULGULAR

Çalışmamızın konusu olan bölgede daha önce yapılmış benzer çalışmalardan edilen sonuçlara bakacak olursak;

S. Yıldız, ‘‘2004 de yaptığı analiz sonuçlarına göre bugün için Tuz gölünden elde edilen tuzda insan sağlığı açısından tehlikeli boyutlarda ağır metal konsantrasyonları saptamamıştır. Ancak Tuz gölünün dışarıya akıntısı olmadığından, Ana tahliye kanalı vasıtası ile göle taşınan ağır metallerin göl içerisinde bulunan tuz tabakaları üzerine çökerek birikebileceğini belirtmiştir. Uzun vadede kirlenmenin tehlikeli boyutlara ulaşmasını önlemek amacıyla Konya atıksu arıtma tesisinin en kısa zamanda yapılması gerektiğini bildirmiştir’’ [4].

M. Karataş, ‘‘2004 de yaptığı analiz sonuçlarına göre ağır metallerin konsantrasyonlarını 1mg/L den düşük bulmuştur. Tarımsal sulamanın yoğun olarak yapıldığı Mayıs-Haziran aylarında ağır metal konsantrasyonlarının diğer aylara oranla fazla olduğunu, uzun süren kanalizasyon suyu uygulamaları sonucunda toprak ve bitkide metal artışına neden olacağını bildirmiştir. Gerekli önlemlerin alınmazsa toprağın verimsizleşeceğini, bu nedenle en kısa sürede atıksu arıtma tesisi yapılarak kanal suyu sulama suyu kalitesine çıkarıldıktan sonra tarımsal amaçlı kullanılması gerektiğini belirtmiştir’’ [1].

Özdemir (1998)’de yapmış olduğu çalışmasında, ‘‘BOİ, KOİ, toplam katı madde, organik madde TAKM ve yağ gres değerlerini standartların üzerinde, ağır metal, pH, sıcaklık ve nitrat değerlerinin ise kabul edilebilir düzeyde olduğunu ve tasfiye tesisinin bir an önce yapılması gerektiğini vurgulamıştır’’ [80].

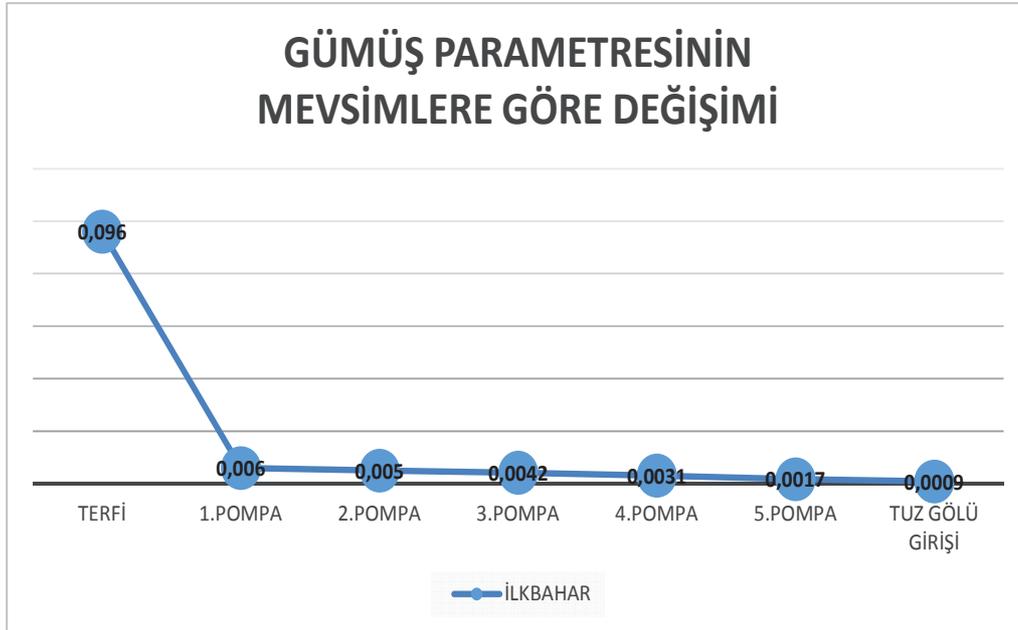
Bu bölgede arıtma tesisi yok iken yapılan çalışmalar sonucunda; arıtma tesisinin bir an önce yapılması gerekliliği bildirilmiştir. Bizim bu yapmış olduğumuz çalışma ise Konya atıksu arıtma tesisi faaliyete başladıktan sonra yapılmıştır. Aşağıda Şekil 4.1 ile Şekil 4.80 deki sonuçlarda görüldüğü gibi değerler sınır değerlerin altında çıkmıştır. Analiz sonuçlarının standartların çok altında çıkmasının birinci nedeni; Konya atıksu arıtma tesisinin evsel atık suları arıttıktan sonra kanala veriyor olması. Bir diğer neden ise Konya Organize Sanayisinin kendine ait arıtma tesisinde endüstriyel atıkları arıttıktan sonra kanala vermesidir. Ayrıca Konya Şeker fabrikasının kendi arıtma tesisi ile atık sularını arıtması bir diğer faktördür. Bunların dışında Çevre ve Şehircilik Bakanlığının uyguladığı

sıkı denetimler sonucu Konya çevresinde sayıları gün geçtikçe artan büyük çaptaki endüstriyel fabrikalarında atıklarını ön arıtmadan geçirerek şebekeye vermesi göz ardı edilemeyecek faktörden olduğu düşünülmektedir. Gelişen sanayileşme ve yoğun nüfus artışı sonucu oluşan zararlı atıkların uygun arıtma yöntemleri ile tekrar kullanılabilir hale gelerek geri dönüşümünün yapılabileceği çalışmamız neticesinde görülmüştür.

4.1. Ağır metal analizlerine ait bulgular

Çalışma kapsamında 7 adet ölçüm istasyonundan; ilkbahar, yaz, sonbahar, kış olmak üzere 4 mevsim alınan numunelerde 18 adet ağır metal (Ag, Al, As, Ba, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, B, Hg) ve 2 adet alkali metal (Na, P) parametresine bakılmıştır. Alınan her numune için mevsimlik olarak parametre değişimleri belirlenerek Şekil 4.1 ile Şekil 4.80 arasında verilmiştir.

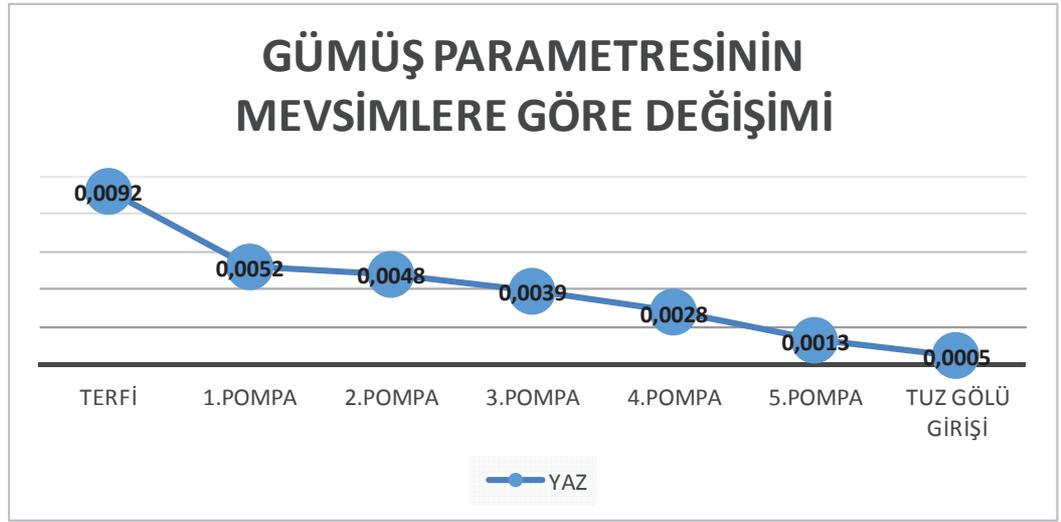
Konya ana tahliye kanalı boyunca terfi, 1.Pompa, 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa, 5.Pompa ve Tuz gölünden alınan atıksu numunelerinde incelediğimiz ağır metallerin değerlendirmesi aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.1. Gümüş parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

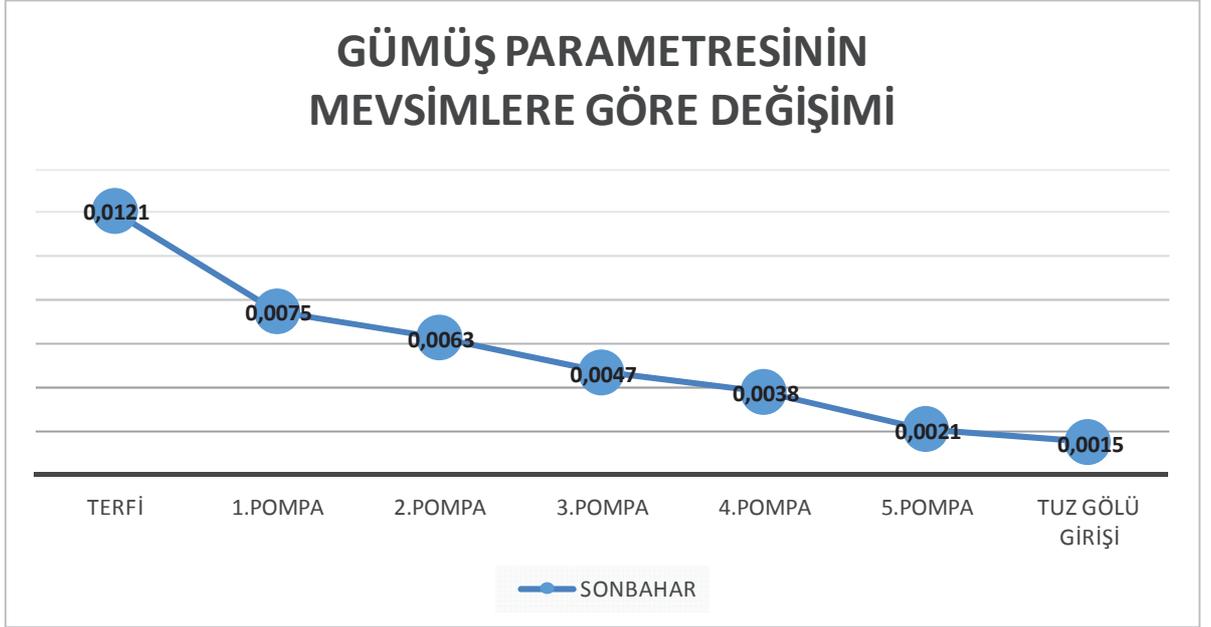
Gümüş parametresinin değeri Terfi istasyonundan alınan numunede ilkbahar mevsiminde 0,096 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasındaki mesafe 30 km olarak istasyonlar arası en uzun mesafe olması nedeniyle su seyrelerek gelmektedir. Ayrıca bu

bölgede çiftçiler atıksuyu sulama suyu amaçlı kullandıkları için de seyrelmede artış görülmektedir. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında seyrelme devam etmektedir. Bu bölge her mevsim sürekli yağış alan bir bölge olduğu içinde seyrelmenin artarak devam ettiği düşünülmektedir. Dolayısıyla tuz gölüne ulaşan gümüş ağır metalinin standartların çok altında 0,0009 mg/l'a kadar düştüğü görülmüştür.



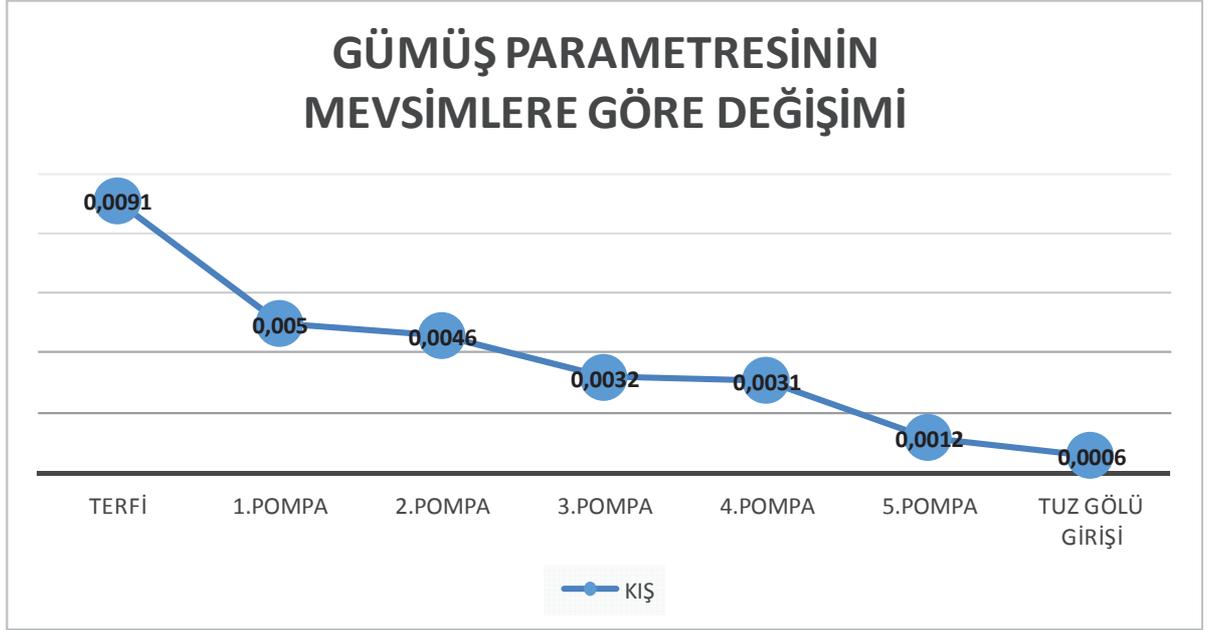
Şekil 4.2. Gümüş parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Gümüş parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,0092 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasındaki mesafe 30 km olarak istasyonlar arası en uzun mesafe olması nedeniyle su seyrelerek gelmektedir. Yaz mevsiminde yağış olmadığından seyrelme diğer mevsimlere oranla daha az görülmektedir. Yaz mevsiminde kuraklık nedeniyle 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler birbirine yakın çıkmıştır. Bu bölgenin her mevsim sürekli yağış alan bir bölge olduğu düşünüldüğünde seyrelme artarak devam etmektedir. Dolayısıyla tuz gölüne ulaşan gümüş ağır metalinin standartların çok altında 0,0005 mg/l'a kadar düştüğü görülmüştür.



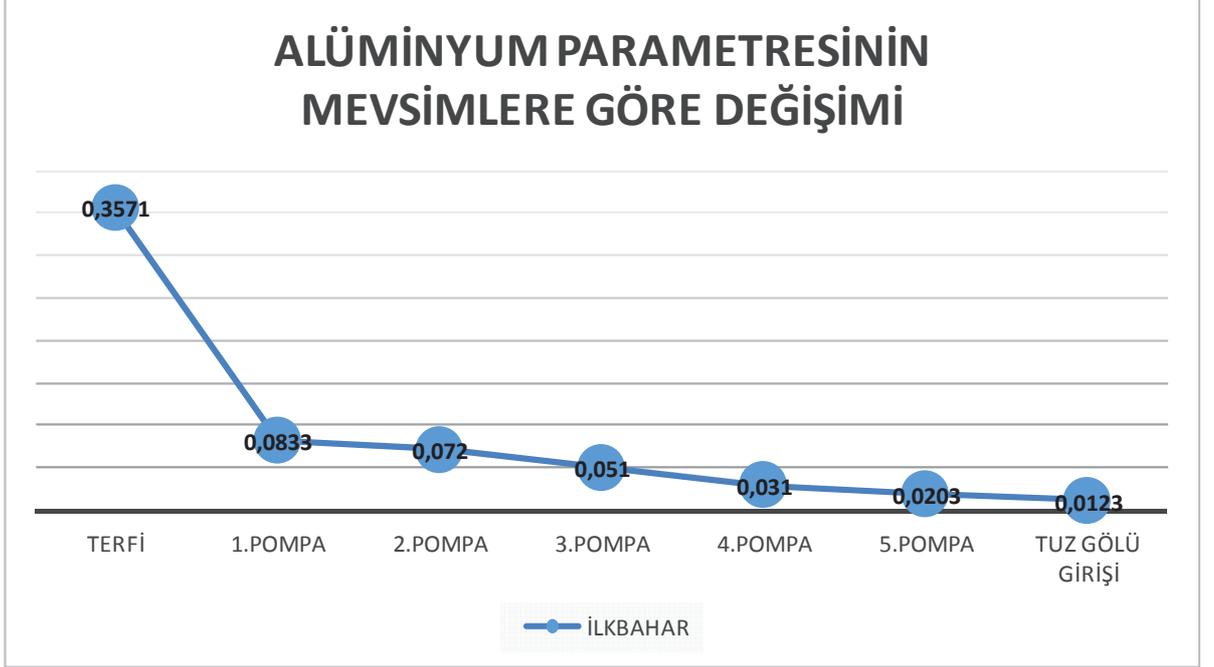
Şekil 4.3. Gümüş parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Gümüş parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0121 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasındaki mesafe 30 km olarak istasyonlar arası en uzun mesafe olması nedeniyle su seyrelerek kanal boyunca devam ederek 1. Pompa' da 0,0075 mg/l değerine ulaşmaktadır. Ayrıca bu bölgede çiftçiler atıksuyu sulama suyu amaçlı kullandıkları için de seyrelme artmaktadır. Sonbahar mevsiminde yağış durumuna göre seyrelme farklılık göstermekle birlikte; pompalar arasında seyrelme olmaktadır. İklim değişiklikleri nedeniyle mevsimler arasındaki yağış dengesizliği de seyrelmenin oranına etki etmektedir. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler birbirine yakın çıkmıştır. Bu bölgenin her mevsim sürekli yağış alan bir bölge olduğu düşünüldüğünde seyrelme artarak devam etmektedir. Tuz gölüne ulaşan gümüş ağır metalinin standartların çok altında 0,0015 mg/l'a kadar düştüğü görülmüştür.



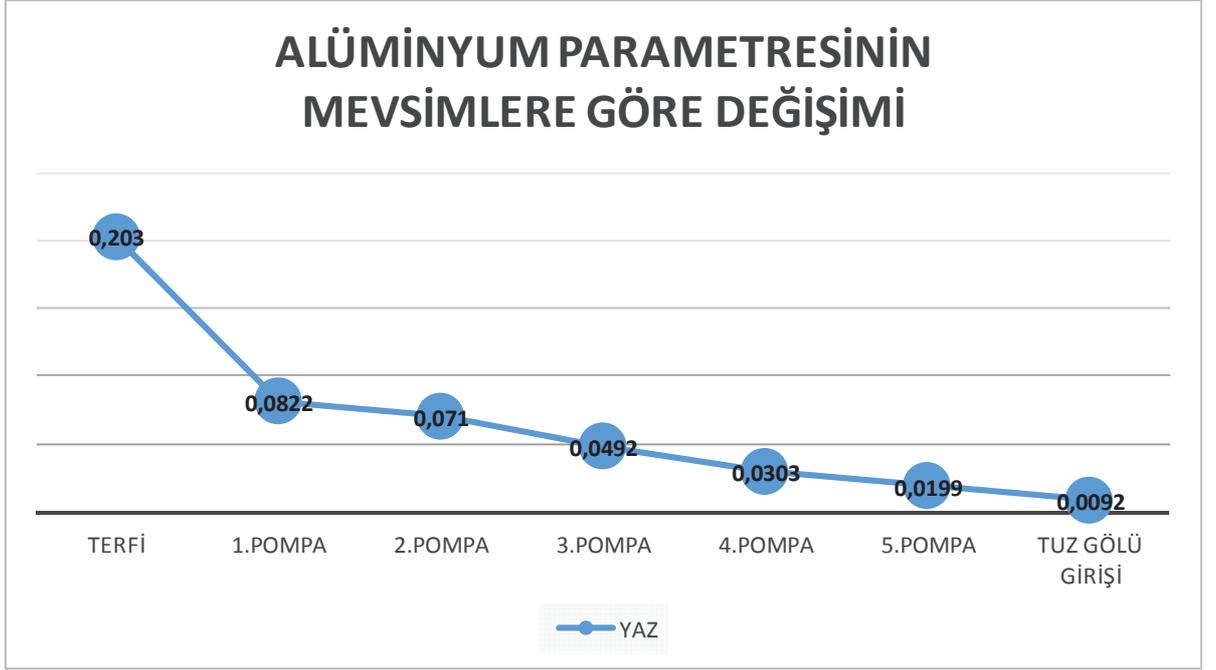
Şekil 4.4. Gümüş parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Gümüş parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,0091 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasındaki mesafe 30 km olarak istasyonlar arası en uzun mesafe olması nedeniyle su seyrelerek kanal boyunca devam ederek 1. Pompa’ da 0,005 mg/l değerine ulaşmaktadır. Sonbahar mevsiminde yağış durumuna göre seyrelme farklılık göstermekle birlikte; pompalar arasında seyrelme olmaktadır. İklim değişiklikleri nedeniyle mevsimler arasındaki yağış dengesizliği de seyrelmenin oranına etki etmektedir. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler birbirine yakın çıkmıştır. Bu bölgenin her mevsim sürekli yağış alan bir bölge olduğu düşünüldüğünde seyrelme artarak devam etmektedir. Tuz gölüne ulaşan gümüş ağır metalinin standartların çok altında 0,0006 mg/l’a kadar düştüğü görülmüştür.



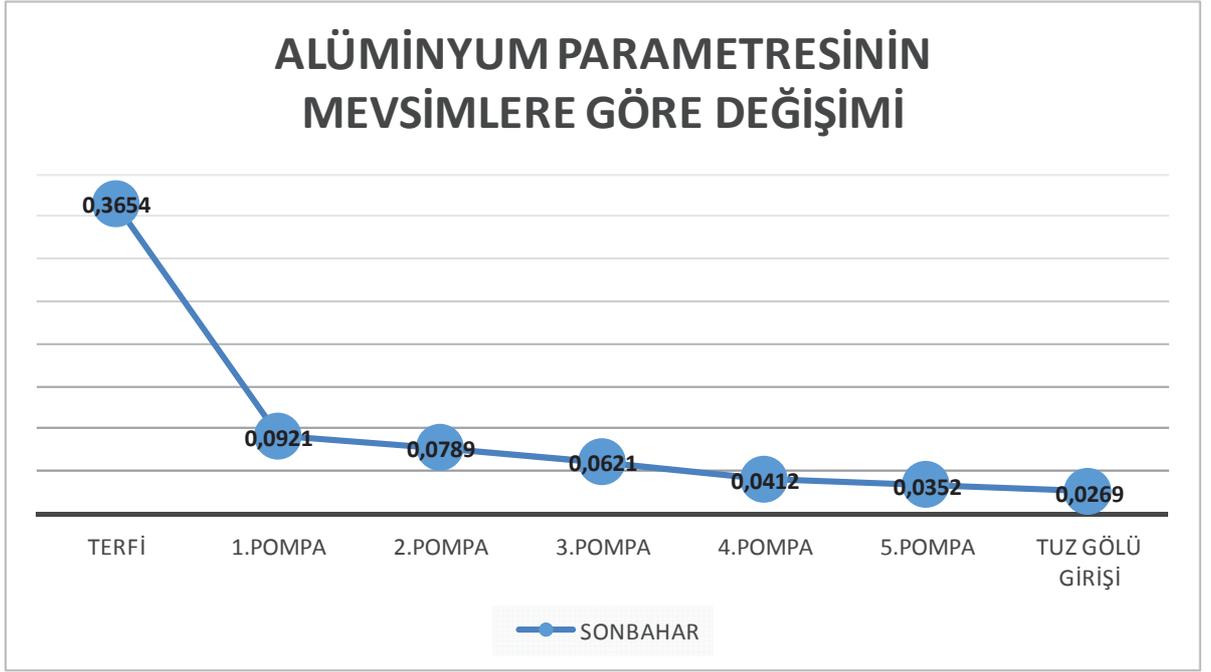
Şekil 4.5. Alüminyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Alüminyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,3571 mg/l çıkmıştır. Konya bölgesindeki tesislerin alüminyum ağırlıklı çalışması sudaki alüminyum değerini etkilediği düşünülmektedir. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasındaki mesafe 30 km olarak istasyonlar arası en uzun mesafe olması nedeniyle su seyrelerek kanal boyunca devam ederek 1. Pompa' da 0,0833 mg/l değerine ulaşmaktadır. Ayrıca ilkbahar mevsiminde yağışların yoğun olmasından dolayı seyrelme artmıştır. Çiftçilerin bu bölgede atıksuyu tarımsal sulama amaçlı kullanmaları da seyrelmeye sebep olmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan alüminyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0123 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



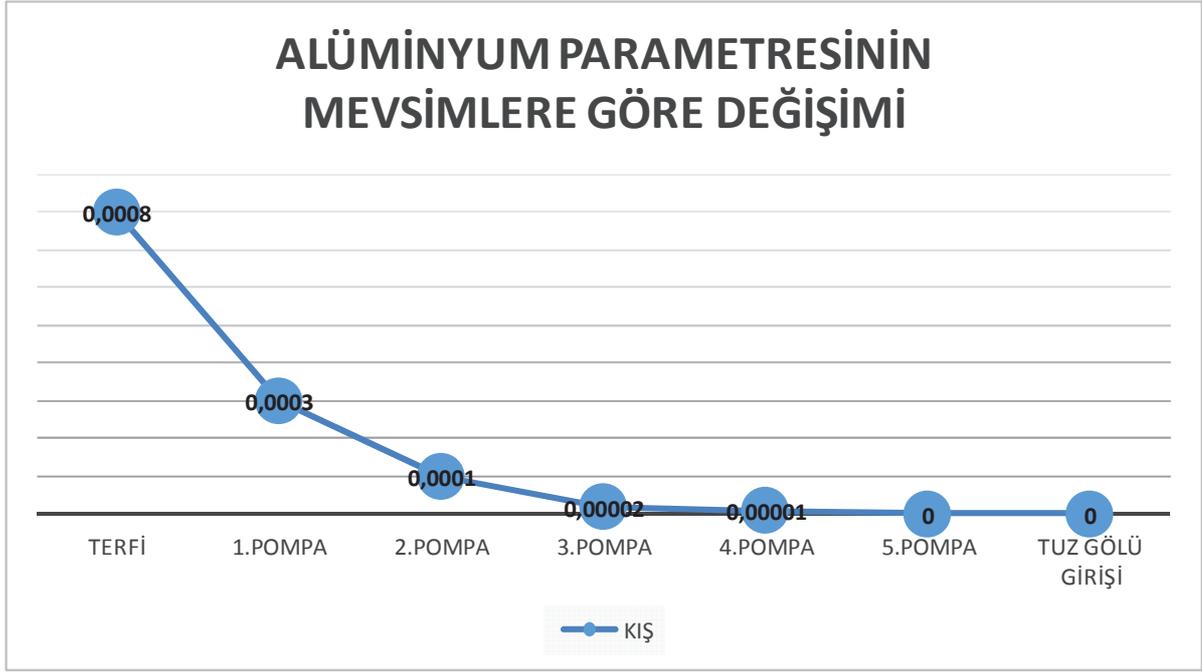
Şekil 4.6. Alüminyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Alüminyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,203 mg/l çıkmıştır. Su seyrelerek kanal boyunca devam ederek 1. Pompa' da 0,0822 mg/l değerine ulaşmaktadır. Yaz mevsiminde yağış olmadığından seyrelme diğer mevsimlere oranla daha az görülmektedir. Dolayısıyla sudaki ağır metal oranı daha yüksek görülmektedir. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Kuraklığın yoğun olduğu yaz aylarında su tuz gölüne ulaşmamaktadır. Tuz gölüne ulaşan alüminyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0092 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



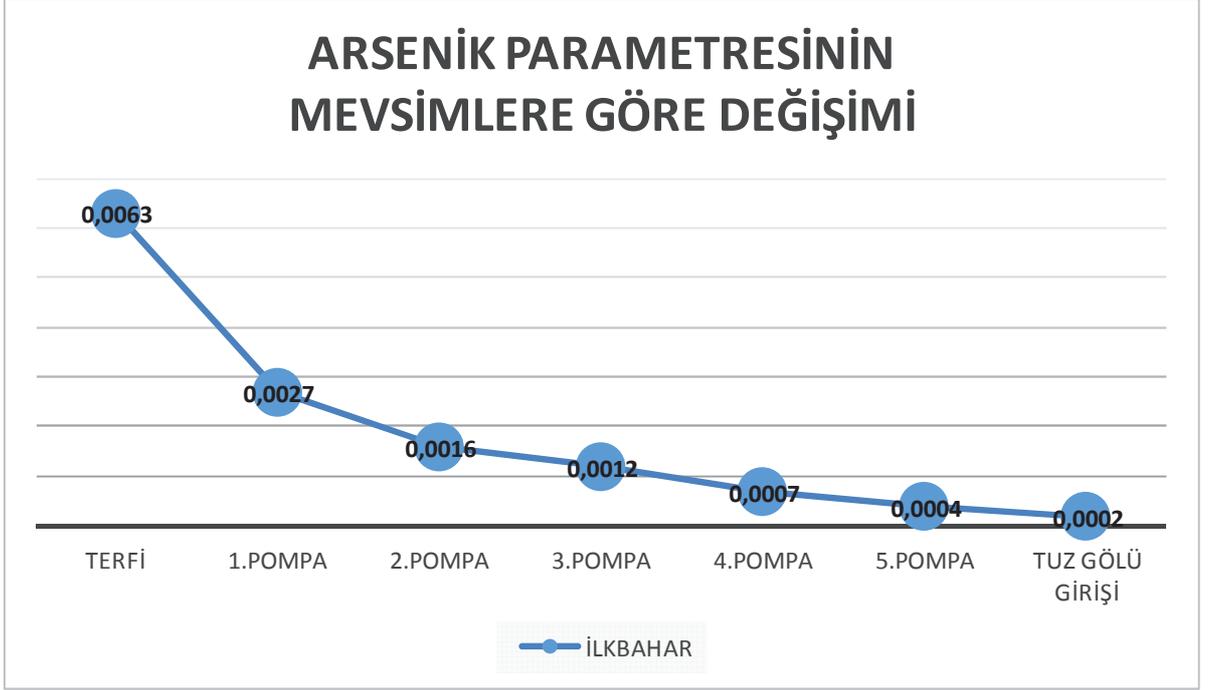
Şekil 4.7. Alüminyum parametresinin mevsimler göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Alüminyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,3654 mg/l çıkmıştır. 1. Pompa’ da ise 0,0921mg/l değerine ulaşmaktadır. Sonbahar mevsiminde yağış durumuna göre seyrelme farklılık göstermekle birlikte; pompalar arasında seyrelme olmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler birbirine yakın çıkmıştır. Tuz gölüne ulaşan alüminyum ağır metalinin standartların çok altında 0,0269 mg/l’a kadar düştüğü görülmüştür.



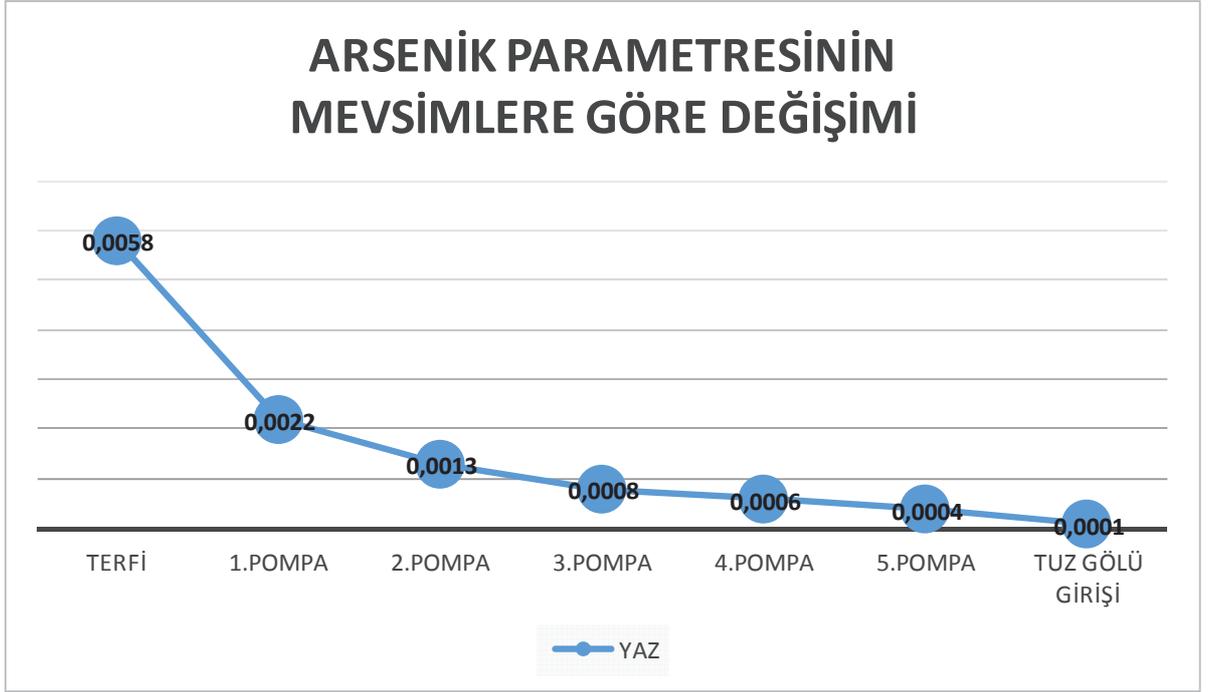
Şekil 4.8. Alüminyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Alüminyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,0008 mg/l çıkmıştır. Su seyrelerek kanal boyunca devam ederek 1. Pompa’ da 0,0003 mg/l değerine ulaşmaktadır. Kış mevsiminde yağış durumundan dolayı ciddi oranda seyrelme oluşmuştur. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler yok denecek seviyeye düştüğü görülmüştür. Tuz gölüne ulaşan alüminyum ağır metalinin standartların çok altında 0’a kadar düştüğü görülmüştür.



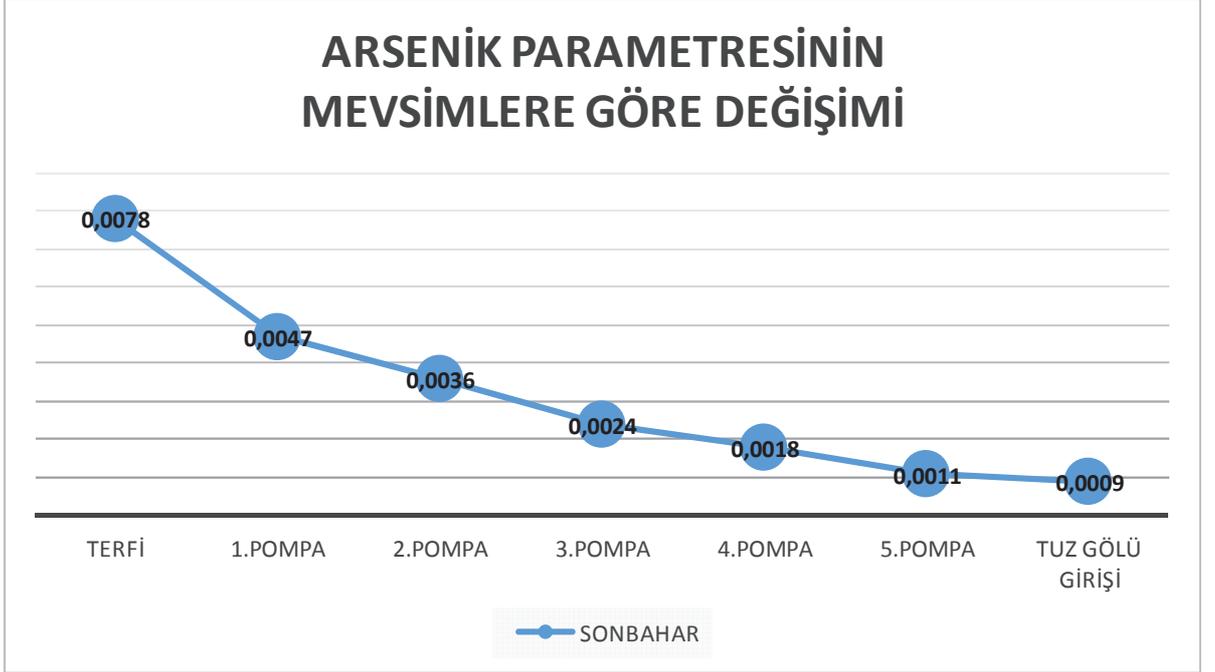
Şekil 4.9. Arsenik parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Arsenik parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0063 mg/l ve 1. Pompa’ da ise 0,0027 mg/l değerine ulaşmaktadır. Ayrıca ilkbahar mevsiminde yağışların yoğun olmasından dolayı seyrelme artmıştır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Dolayısıyla tuz gölüne ulaşan alüminyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0002 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



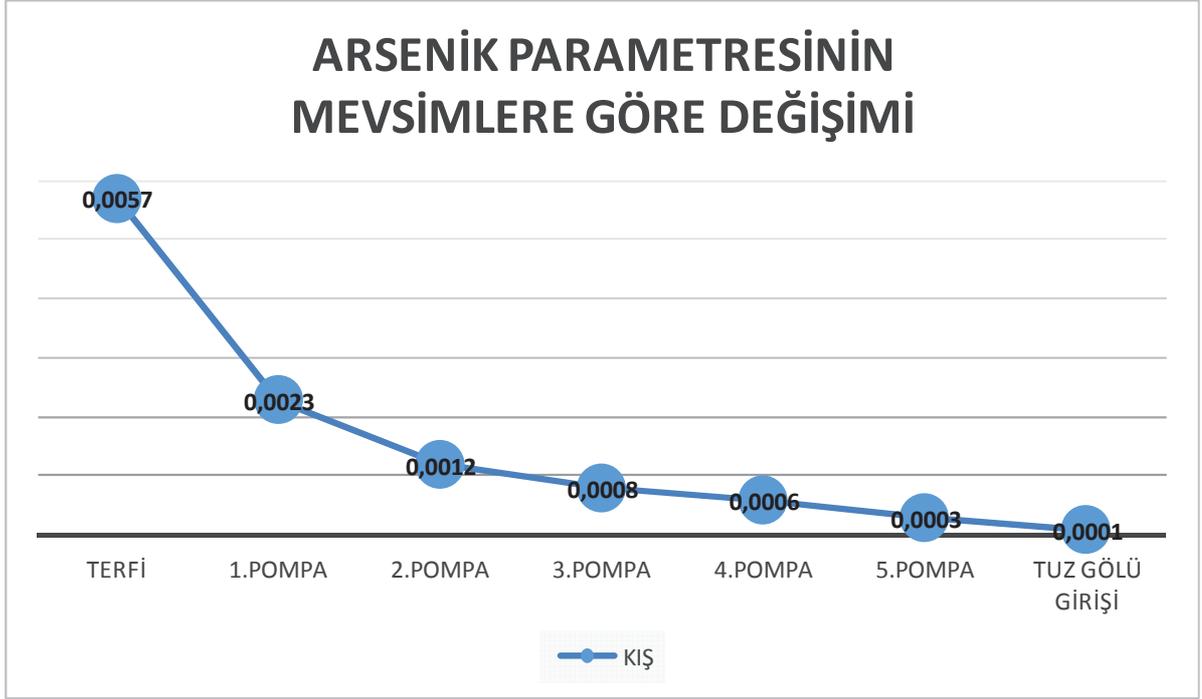
Şekil 4.10. Arsenik parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Arsenik parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,0058 mg/l ve 1. Pompa' da ise 0,0022 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Dolayısıyla tuz gölüne ulaşan arsenik ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0001 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



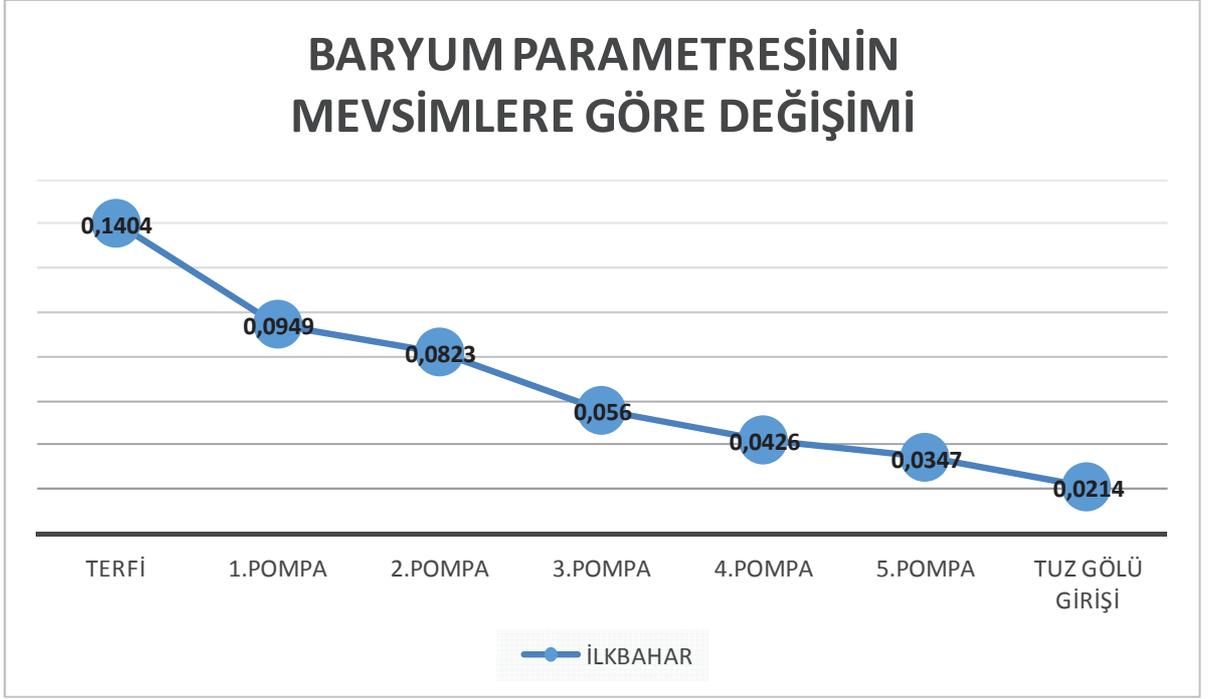
Şekil 4.11. Arsenik parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Arsenik parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0078 mg/l çıkmıştır. 1. Pompa' da 0,0047 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Bu bölgenin her mevsim sürekli yağış alan bir bölge olduğu düşünüldüğünde seyrelme devam ederek tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan arsenik ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0009 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



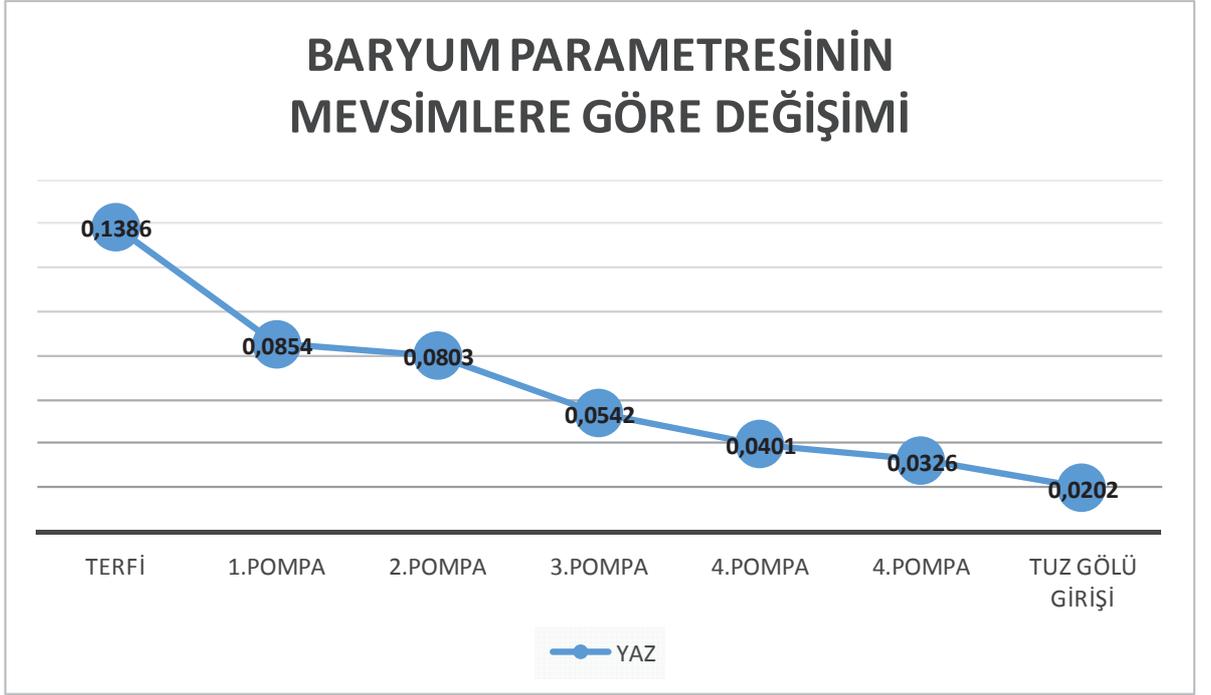
Şekil 4.12. Arsenik parametresinin mevsimlere göre değışimi (kış mevsimi) (mg/l)

Arşenik parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,0057 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasındaki mesafe 30 km olarak istasyonlar arası en uzun mesafe olması nedeniyle su seyrelerek kanal boyunca devam ederek 1. Pompa' da 0,0023 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Kış mevsimindeki yağış oranının fazla olması artan bir seyrelmeye sebep olmaktadır. Tuz gölüne ulaşan arsenik ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0001 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



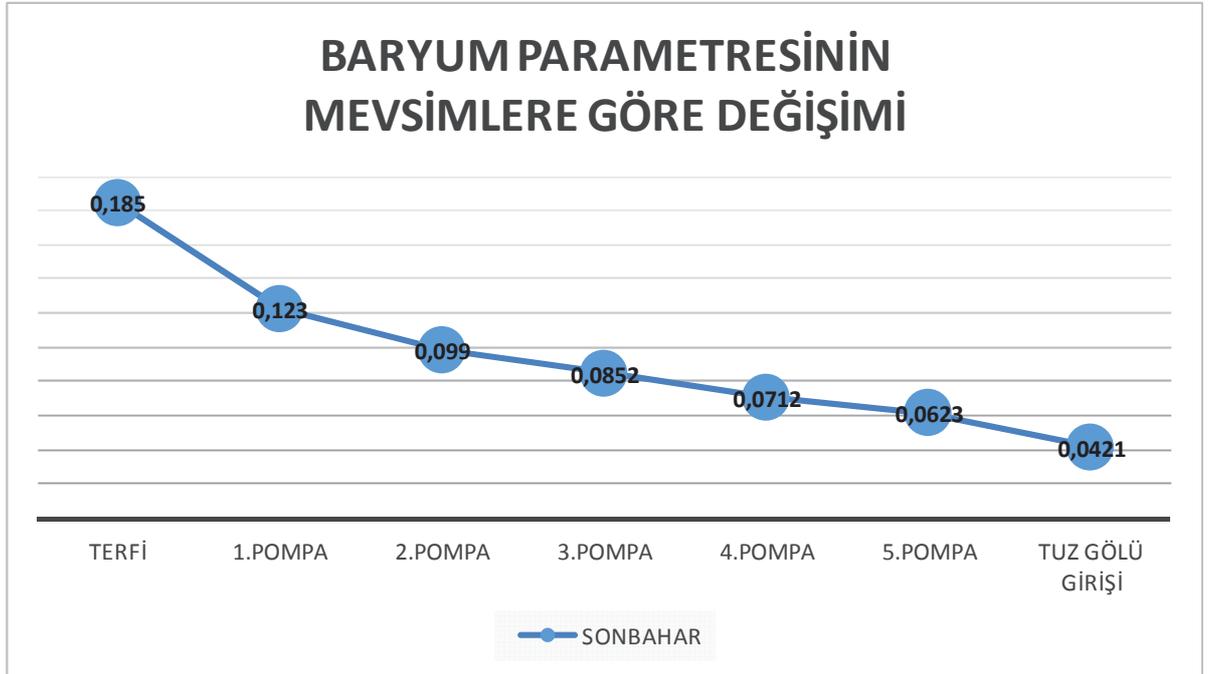
Şekil 4.13. Baryum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Baryum parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,1404 mg/l çıkmıştır. 1. Pompa' da 0,0949 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan baryum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0214 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



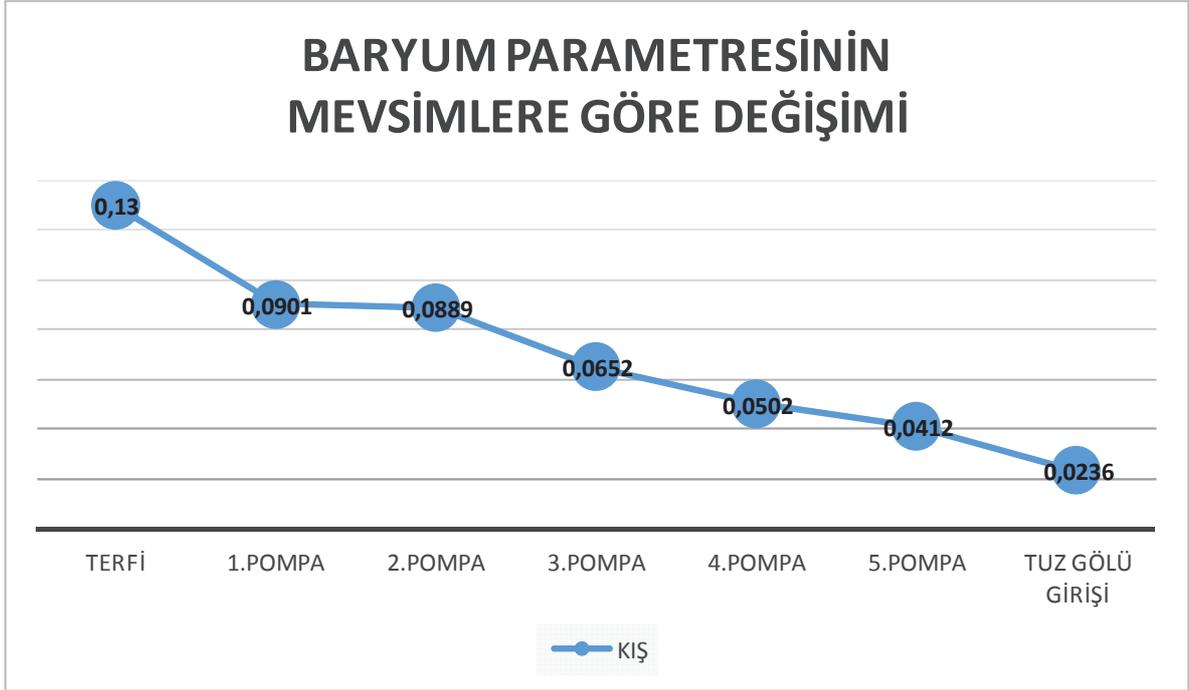
Şekil 4.14. Baryum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Baryum parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,1386 mg/l çıkmıştır. 1. Pompa' da 0,0854 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan baryum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0202 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



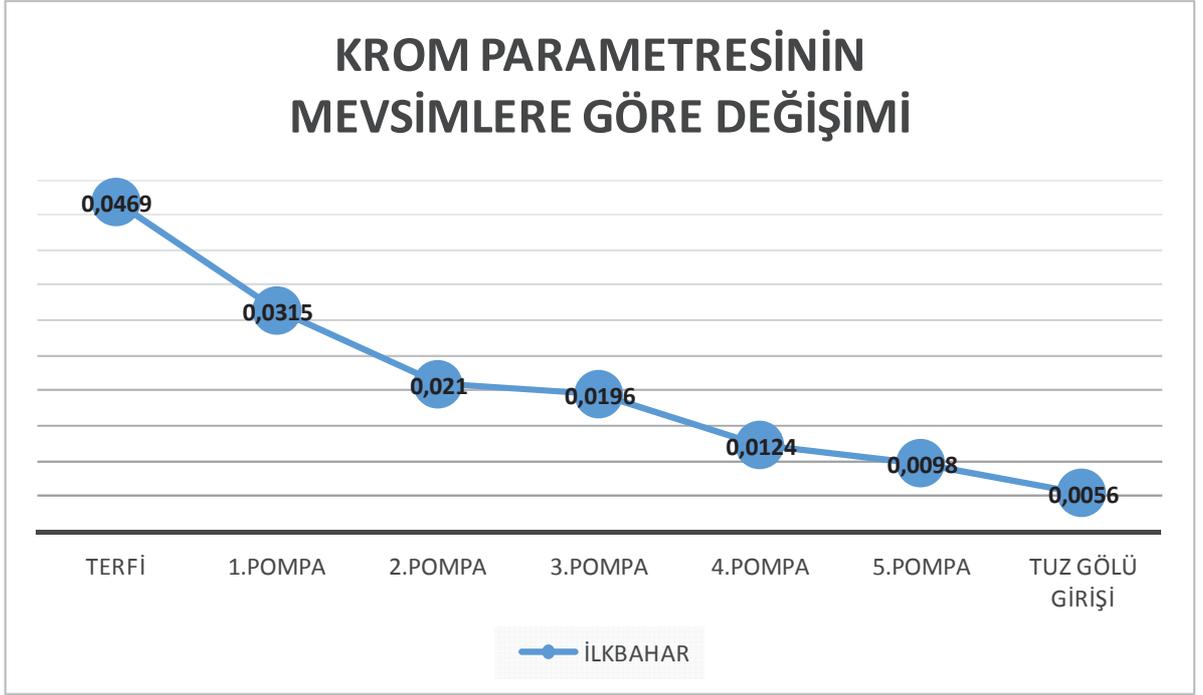
Şekil 4.15. Baryum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Baryum parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,185 mg/l çıkmıştır. 1. Pompa' da 0,123 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan baryum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0421 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



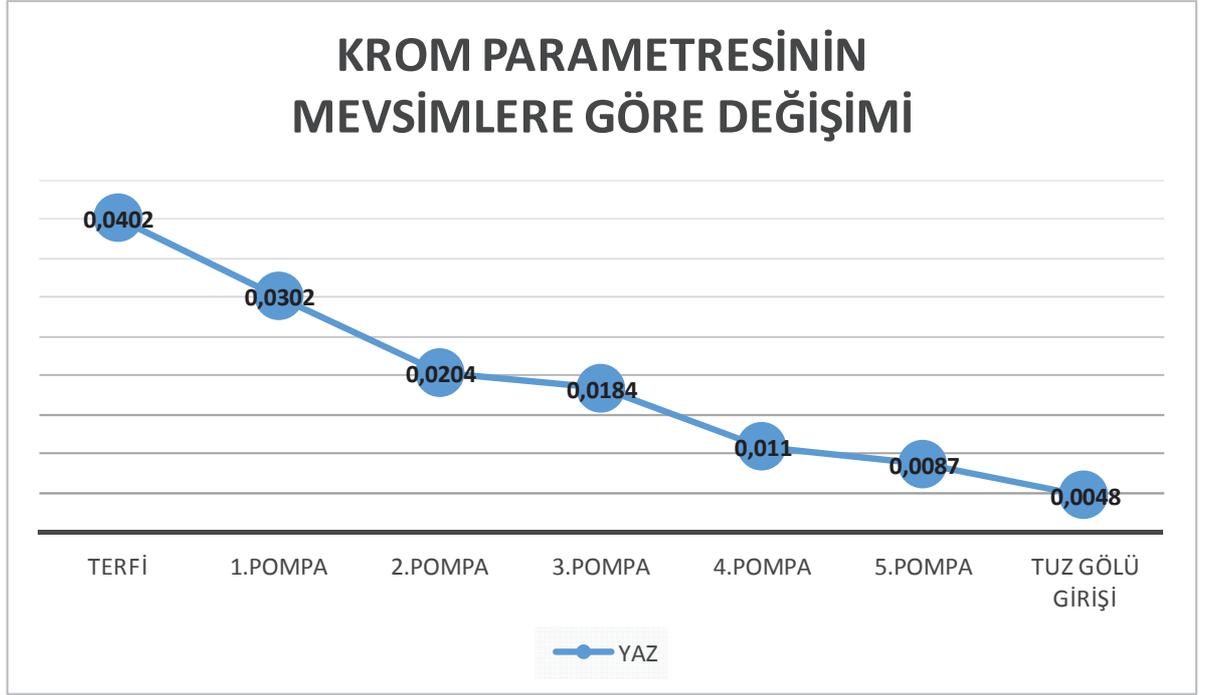
Şekil 4.16. Baryum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Baryum parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,13 mg/l çıkmıştır. 1. Pompa' da 0,0901 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan baryum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0236 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



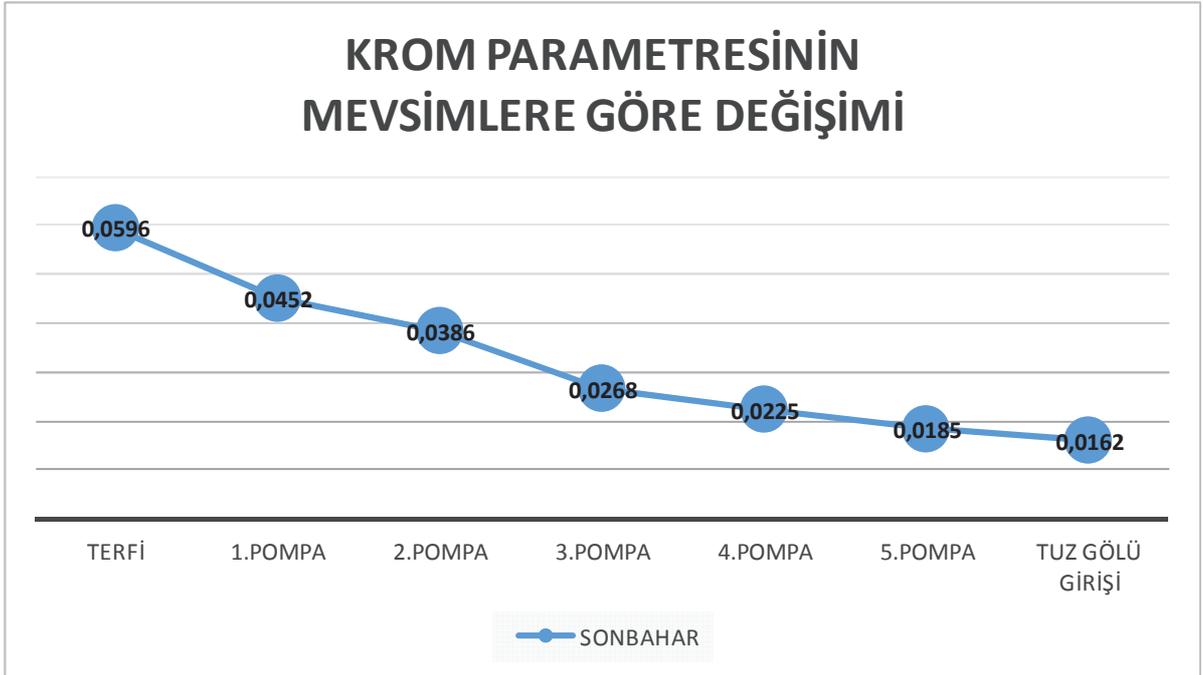
Şekil 4.17. Krom parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Krom parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0469 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0315 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan krom ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0056 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



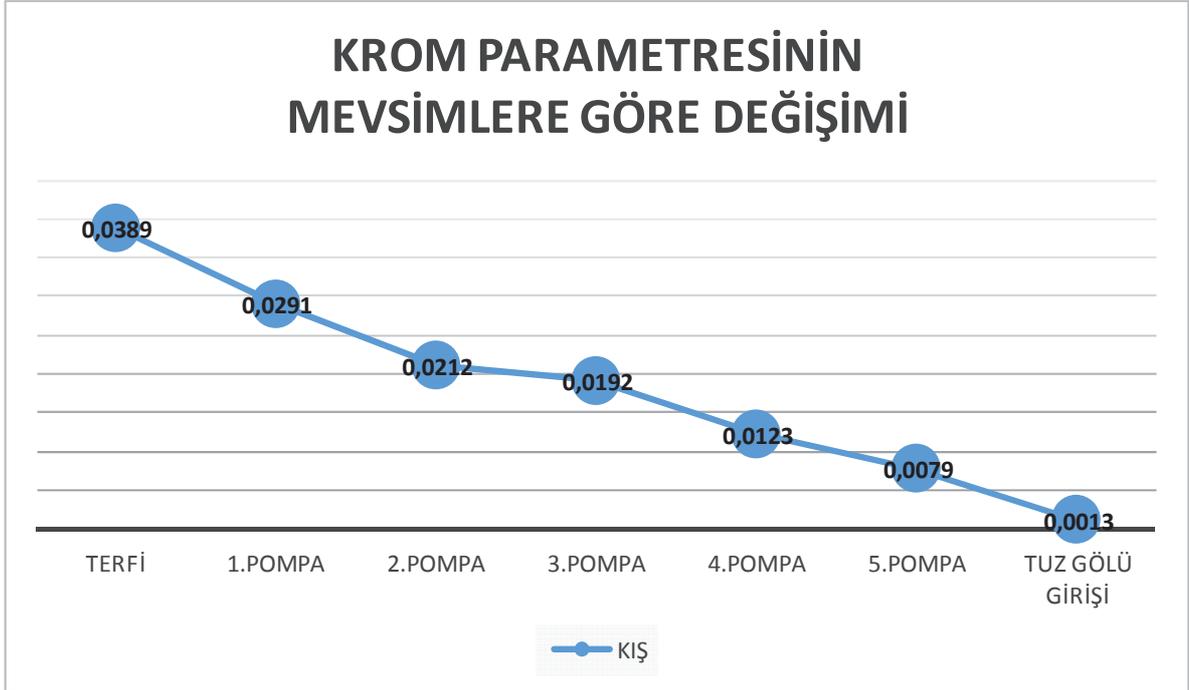
Şekil 4.18. Krom parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Krom parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,0402 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0302 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan krom ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0048 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



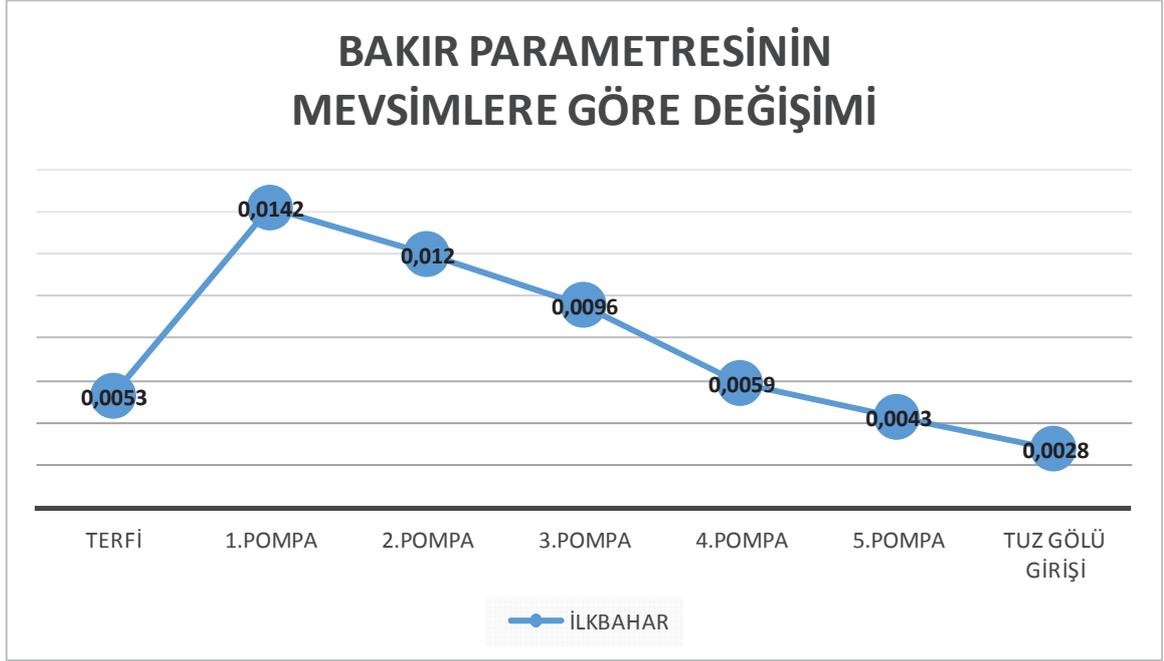
Şekil 4.19. Krom parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Krom parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0596 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,0452 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan krom ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0162 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



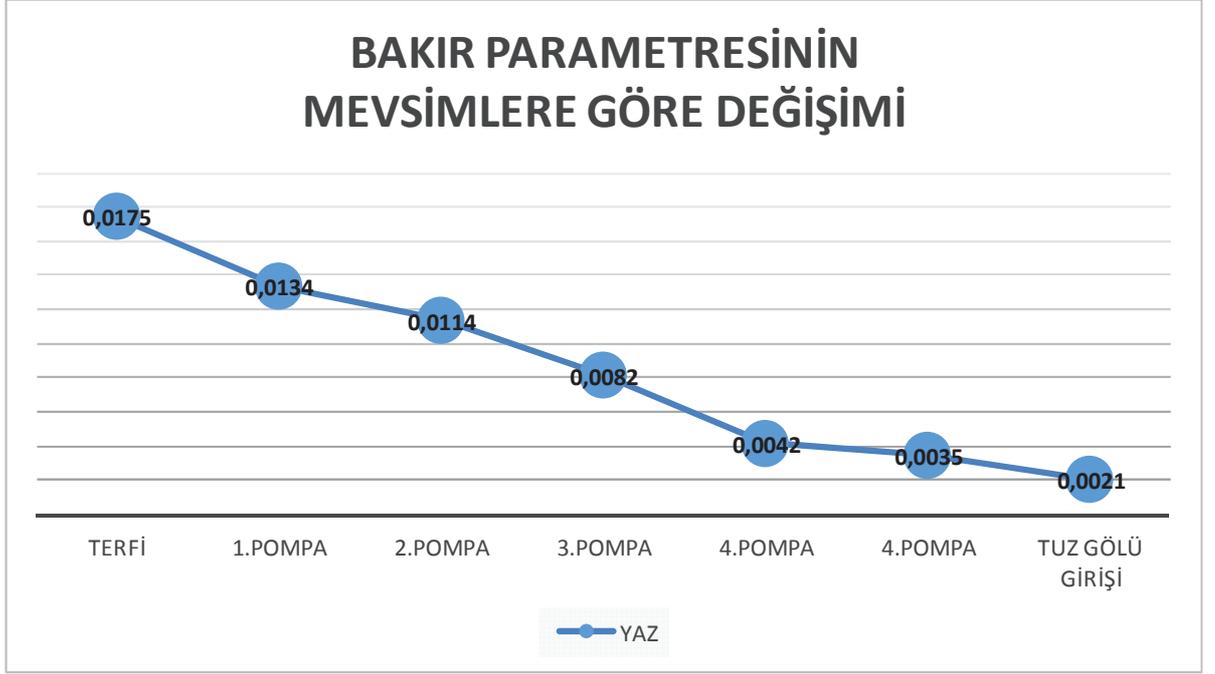
Şekil 4.20. Krom parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Krom parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,0389 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0291 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan krom ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0013 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



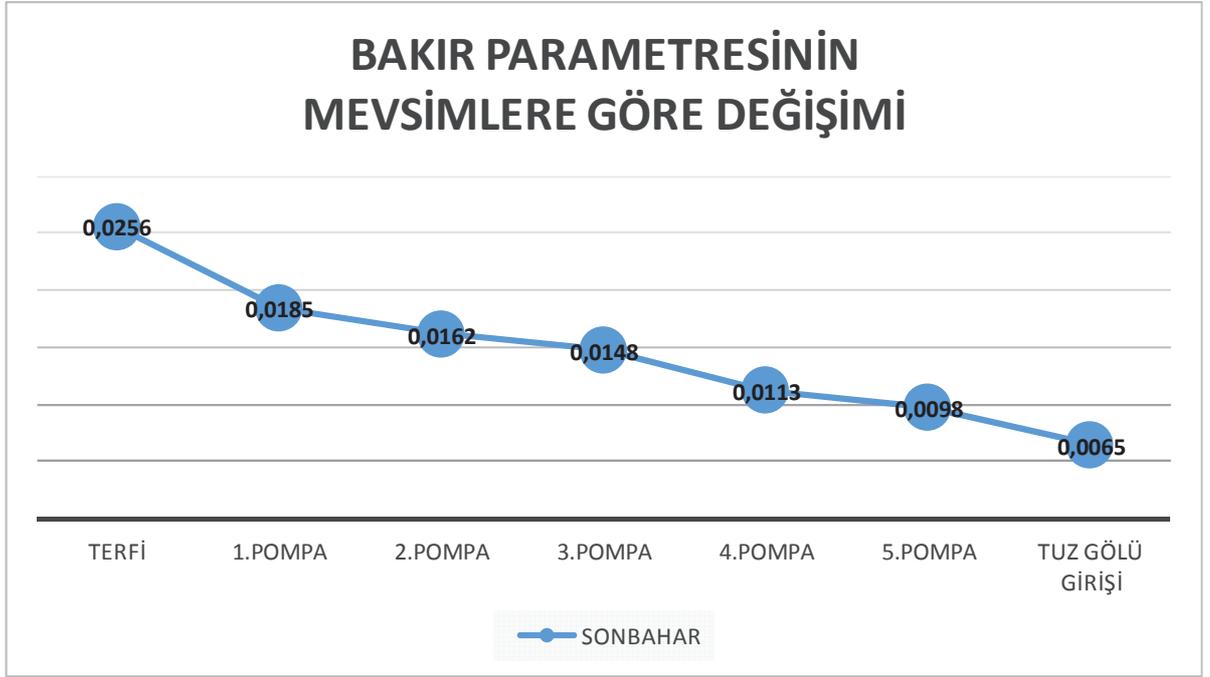
Şekil 4.21. Bakır parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Bakır parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0053 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonundaki değeri 0,0142 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan bakır ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0028 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



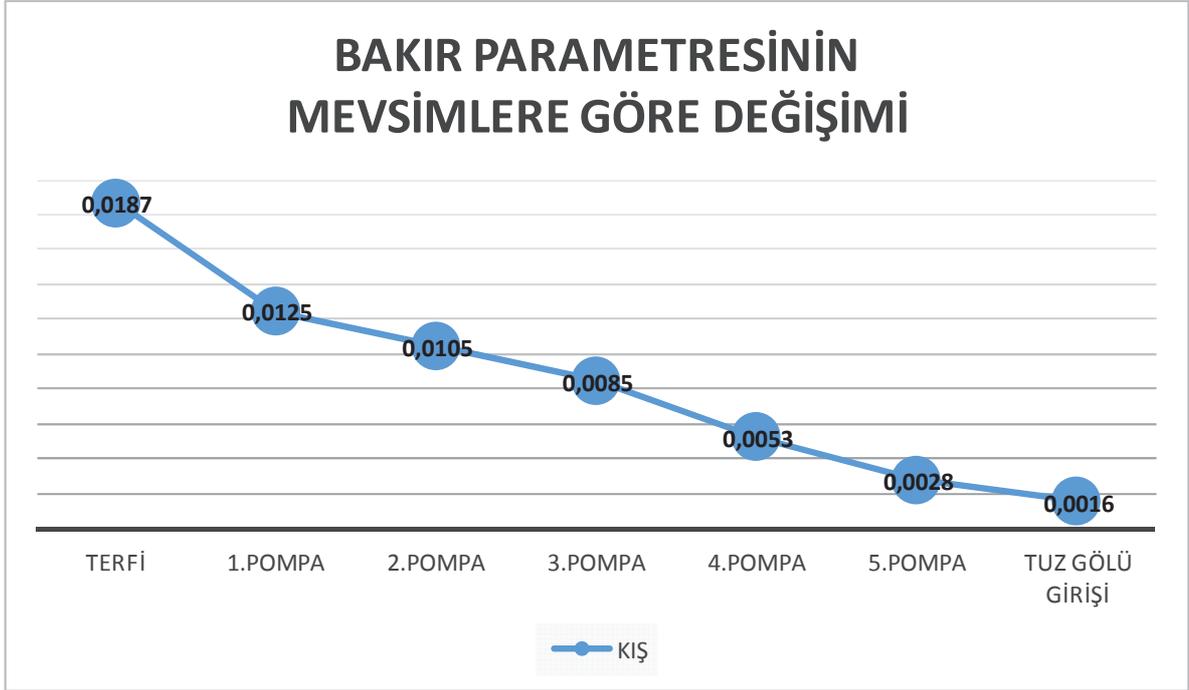
Şekil 4.22. Bakır parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Bakır parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,0175 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0134 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan bakır ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0021 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



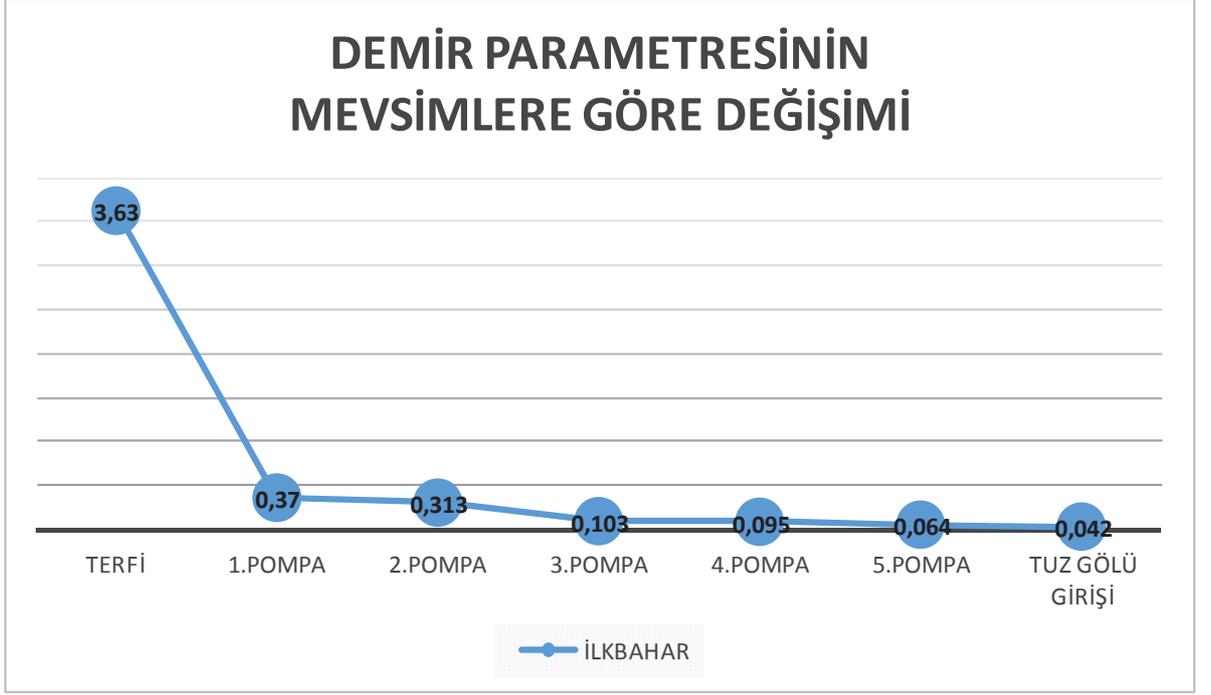
Şekil 4.23. Bakır parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Bakır parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0256 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0185 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan bakır ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0065 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



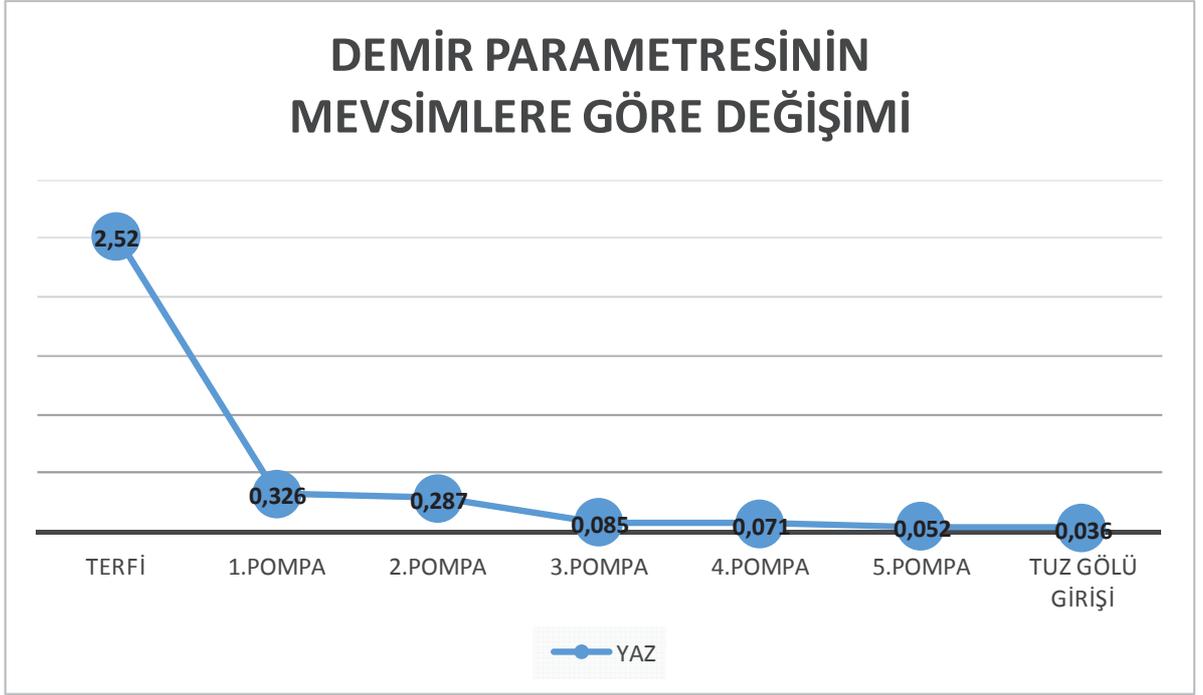
Şekil 4.24. Bakır parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Bakır parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,0187 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0125 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan bakır ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0016 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



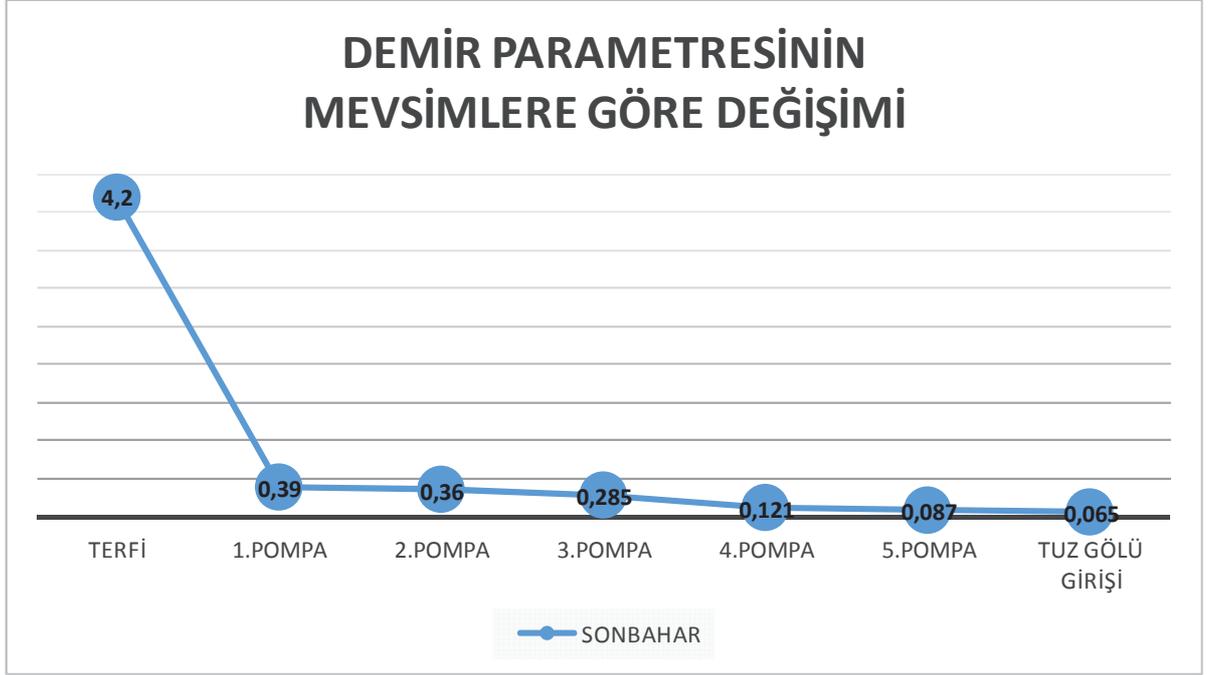
Şekil 4.25. Demir parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Demir parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 3,63 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek bu mevsimdeki yağışlarında etkisiyle 1. Pompa’ da 0,37 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan demir ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,042mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



Şekil 4.26. Demir parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Demir parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 2,52 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,326 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan demir ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,036 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



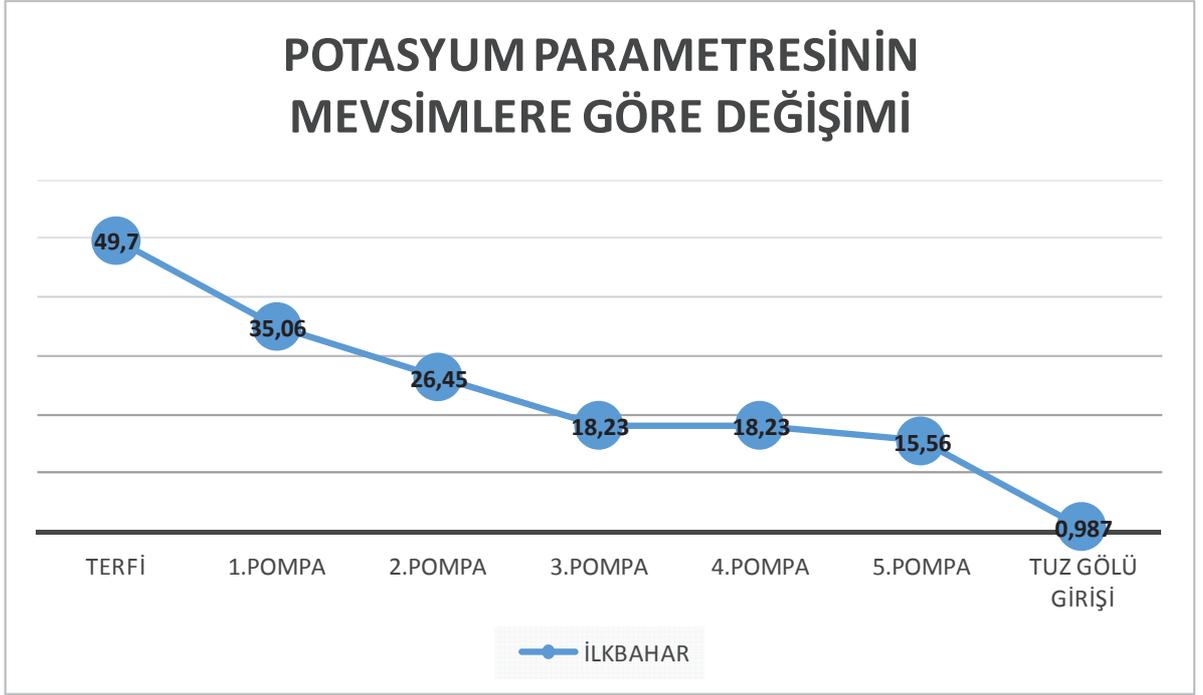
Şekil 4.27. Demir parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Demir parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 4,2 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,39 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan demir ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,065 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



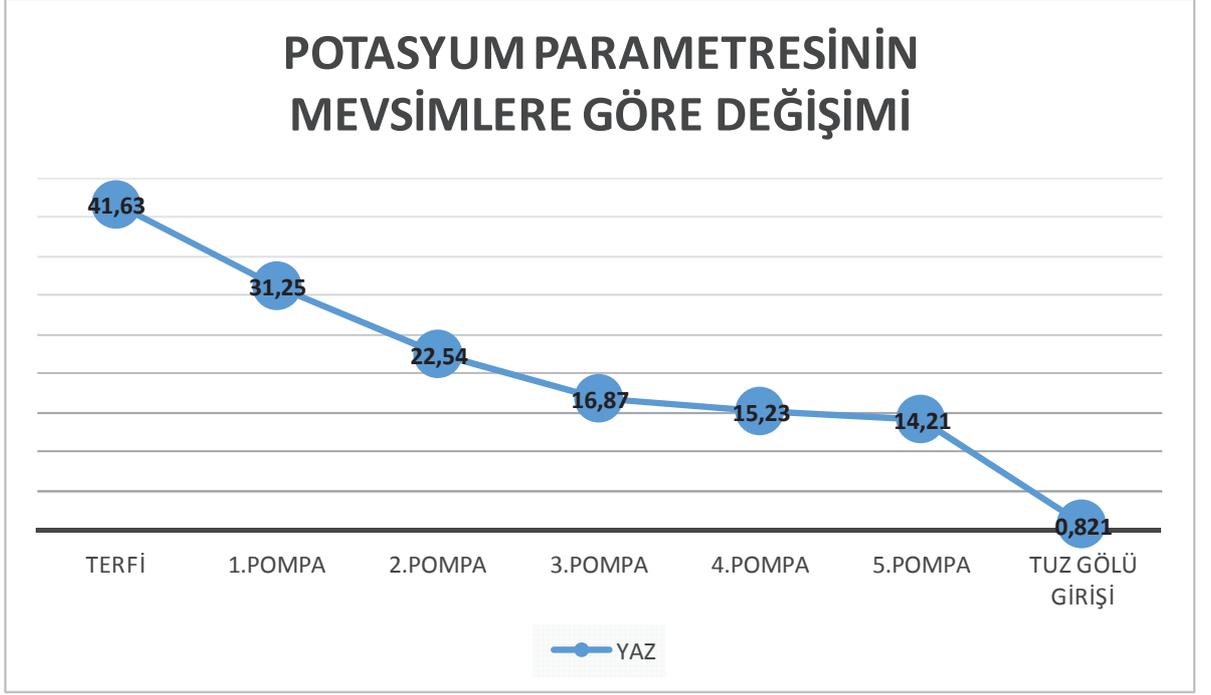
Şekil 4.28. Demir parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Demir parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 2,71mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,36 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan demir ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,09 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



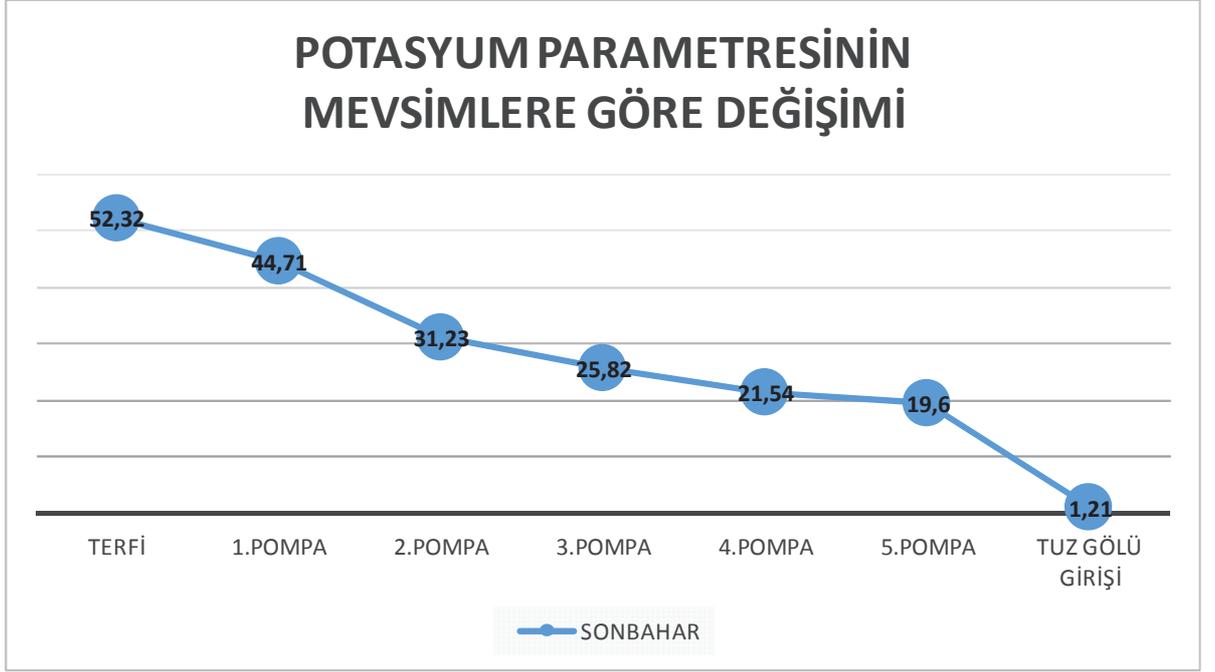
Şekil 4.29. Potasyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Potasyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 49,7 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 35,06 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5.Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan potasyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,987 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür. Potasyum parametresinin yüksek çıkmasının nedeninin yeraltı sularının yapısından kaynakladığı düşünülmektedir. Bölgenin tuz gölü kapalı havzası içinde yer alması ve toprağın karstik yapısı da potasyum değerini etkilemektedir.



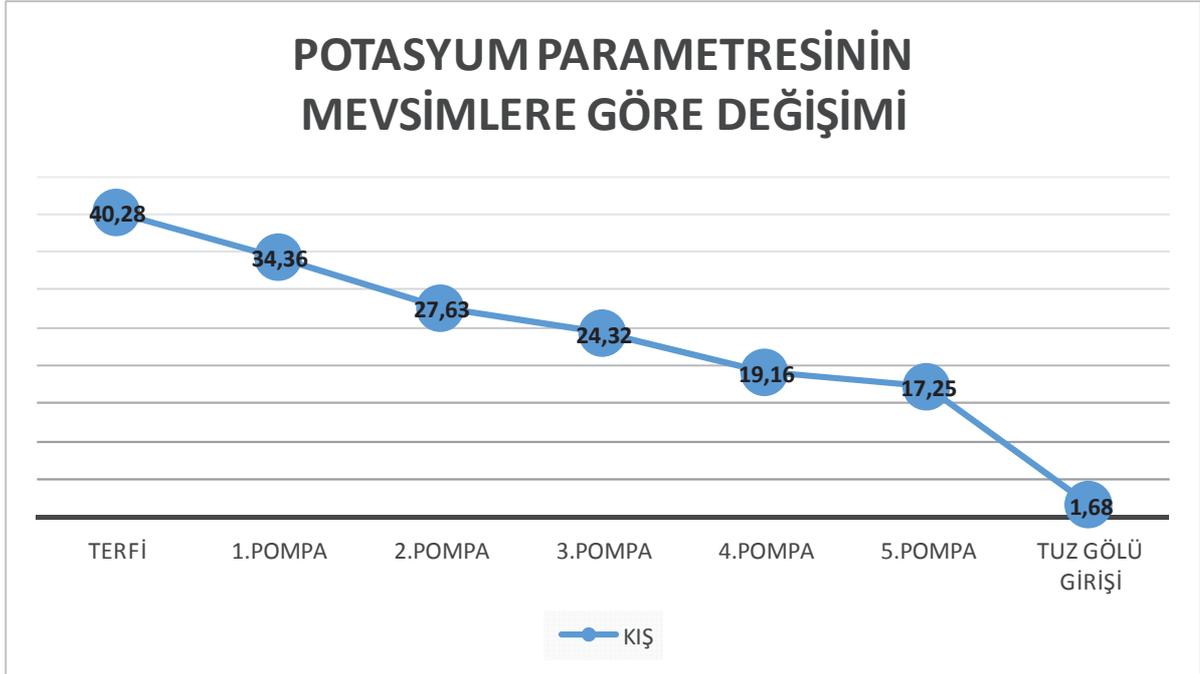
Şekil 4.30. Potasyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Potasyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 41,63 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyreterek 1. Pompa' da 31,25 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan potasyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,821 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



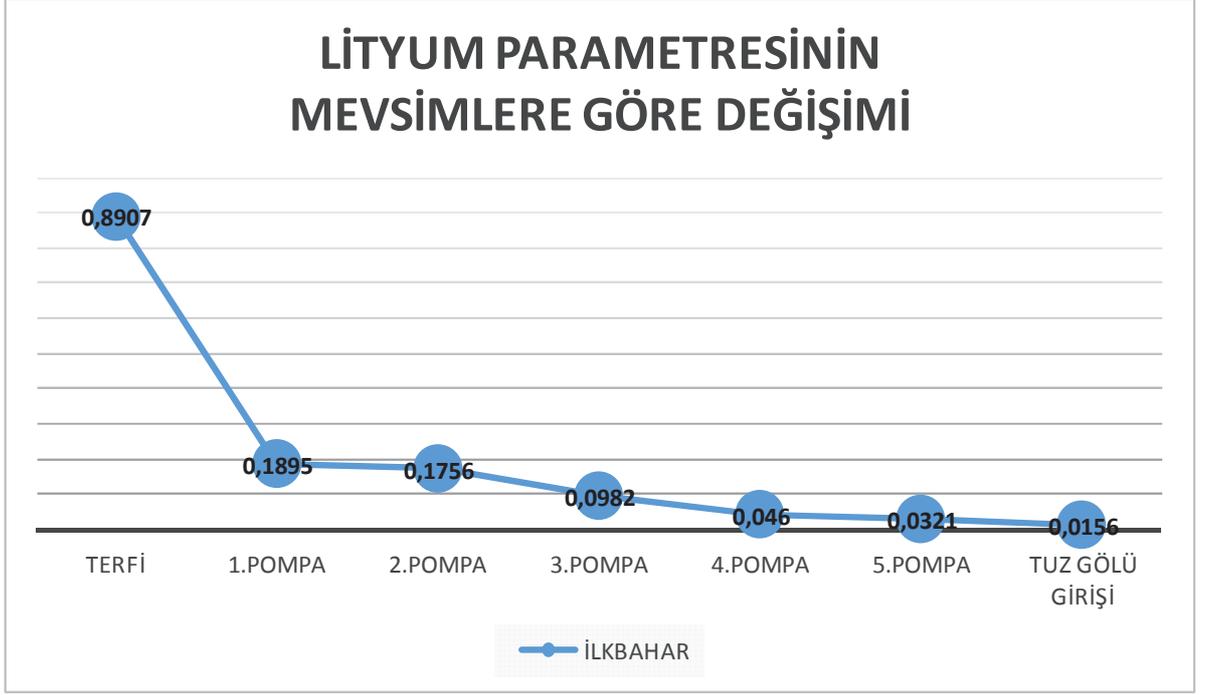
Şekil 4.31. Potasyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Potasyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 52,32 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 44,71mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan potasyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 1,21 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



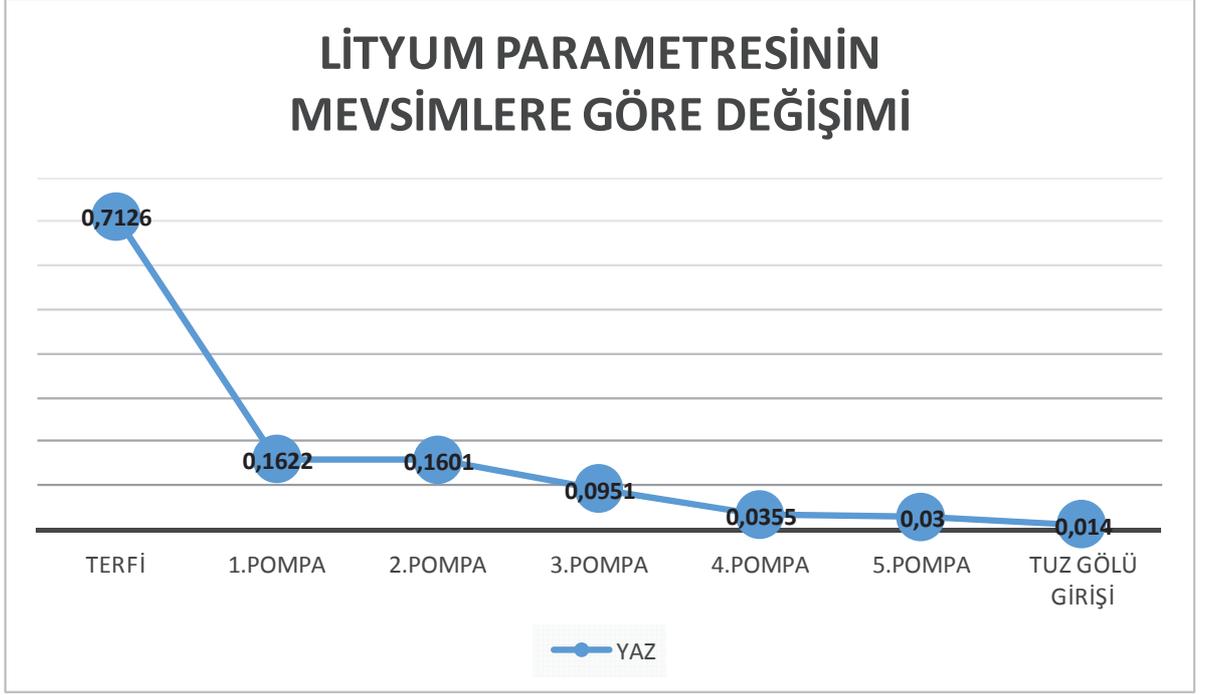
Şekil 4.32. Potasyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Potasyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 40,28 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelererek 1. Pompa' da 34,36 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5.Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan potasyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 1,68 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



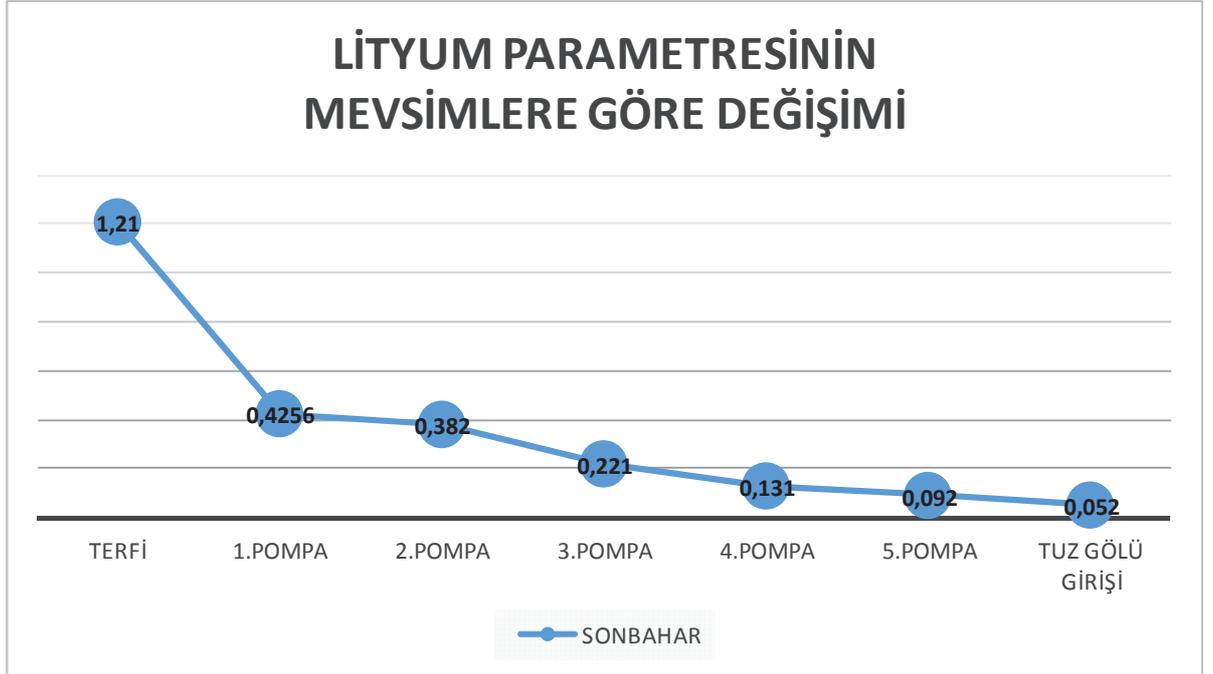
Şekil 4.33. Lityum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Lityum parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,8907 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,1895 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan lityum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0156 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



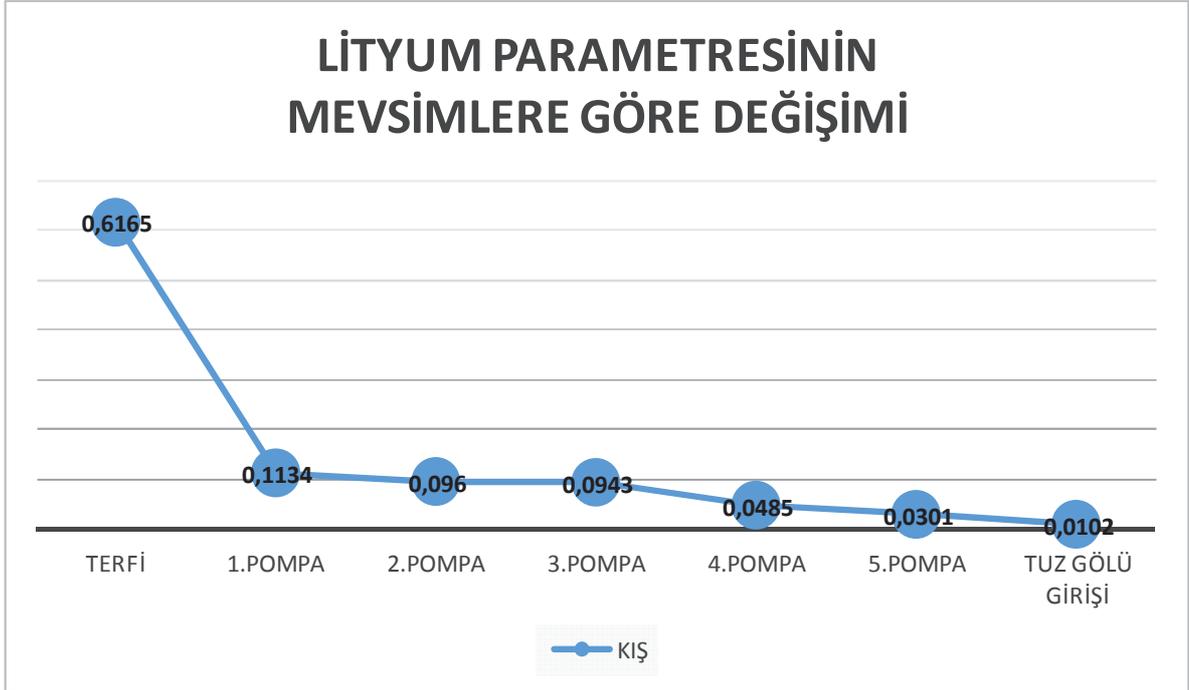
Şekil 4.34. Lityum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Lityum parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,7126 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,1622 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan lityum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,014 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



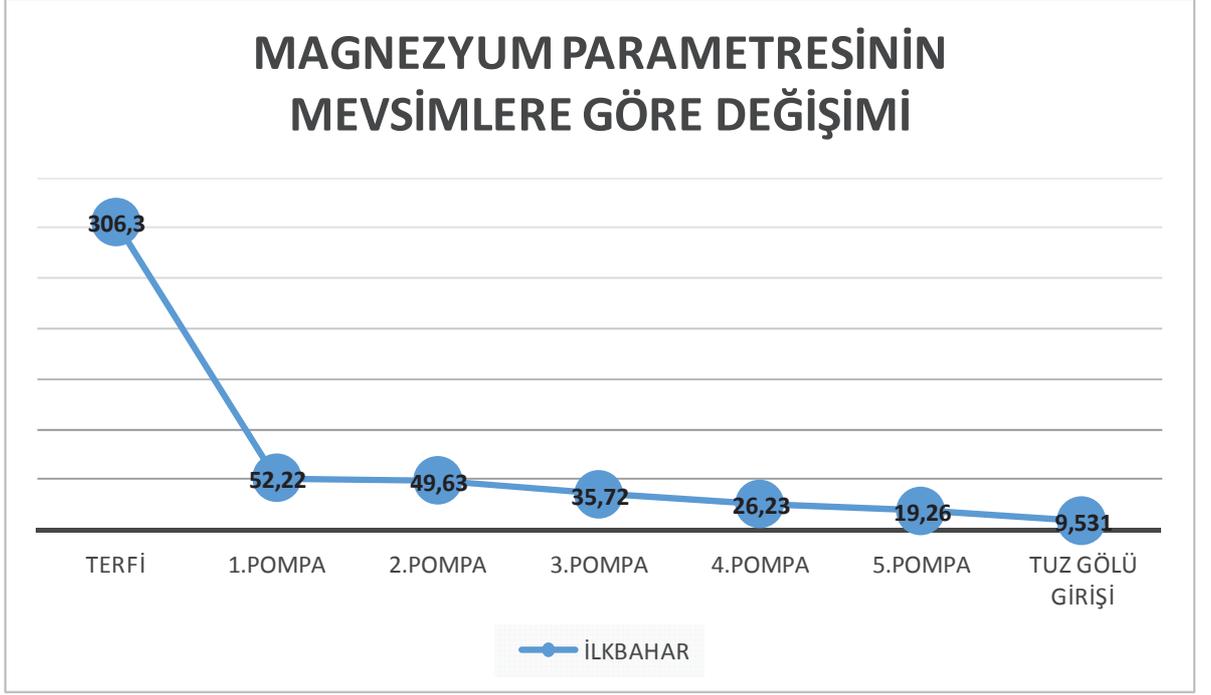
Şekil 4.35. Lityum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Lityum parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 1,21 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,4256 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan lityum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,052 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



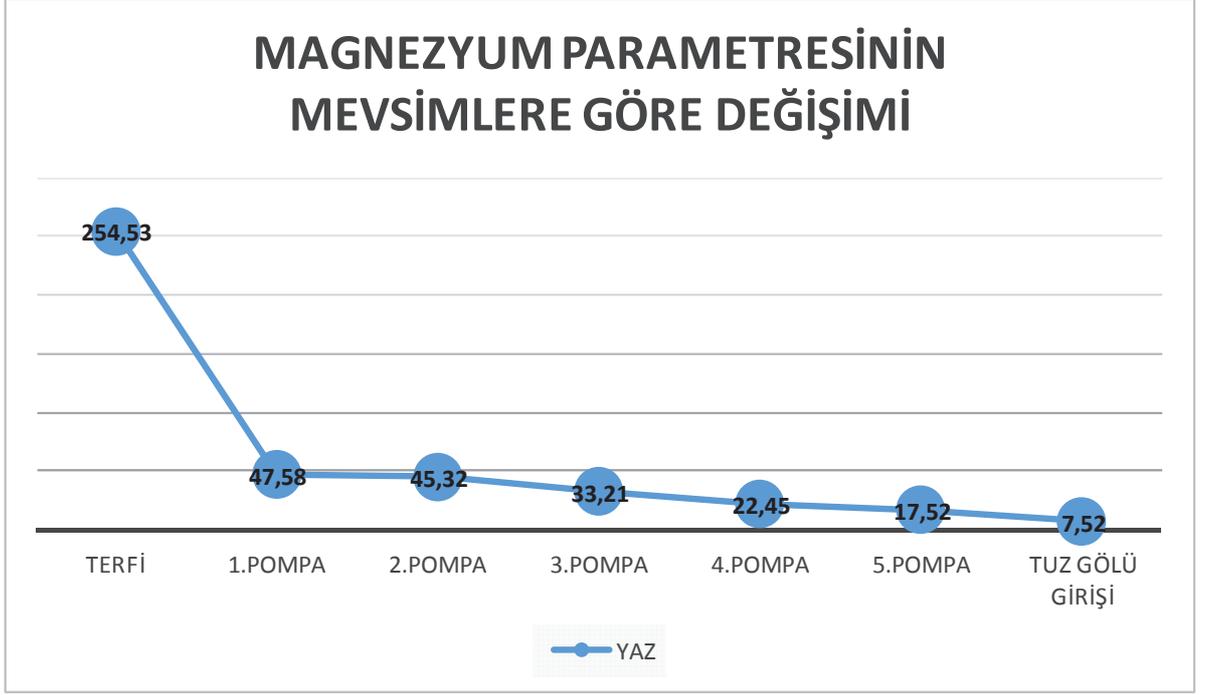
Şekil 4.36. Lityum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Lityum parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,6165 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,1134 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan lityum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0102 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



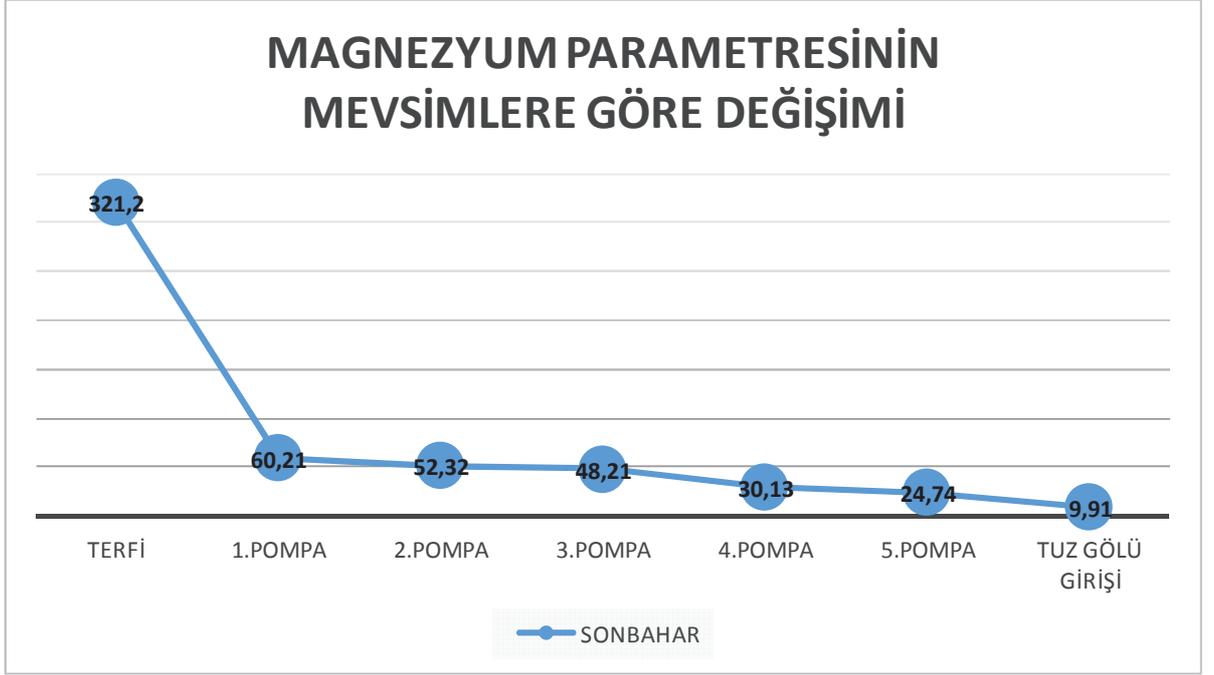
Şekil 4.37. Magnezyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Magnezyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 306,3 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 52,22 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan magnezyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 9,531 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



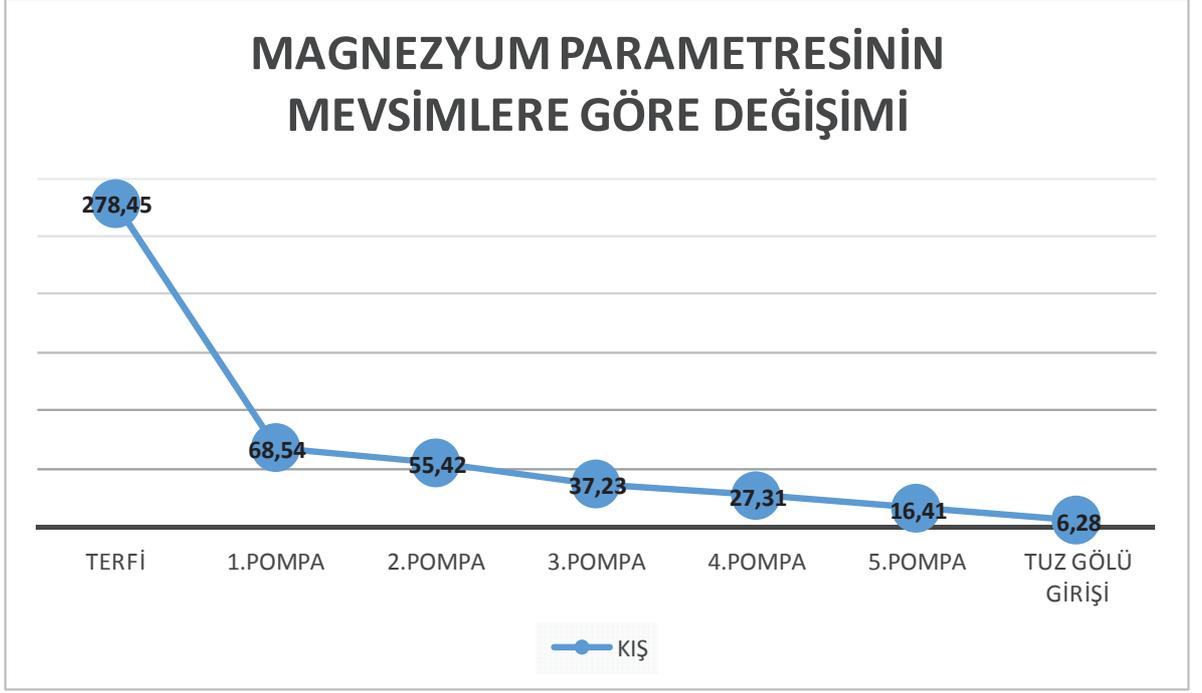
Şekil 4.38. Magnezyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Magnezyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 254,53 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 47,58 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan magnezyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 7,52 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



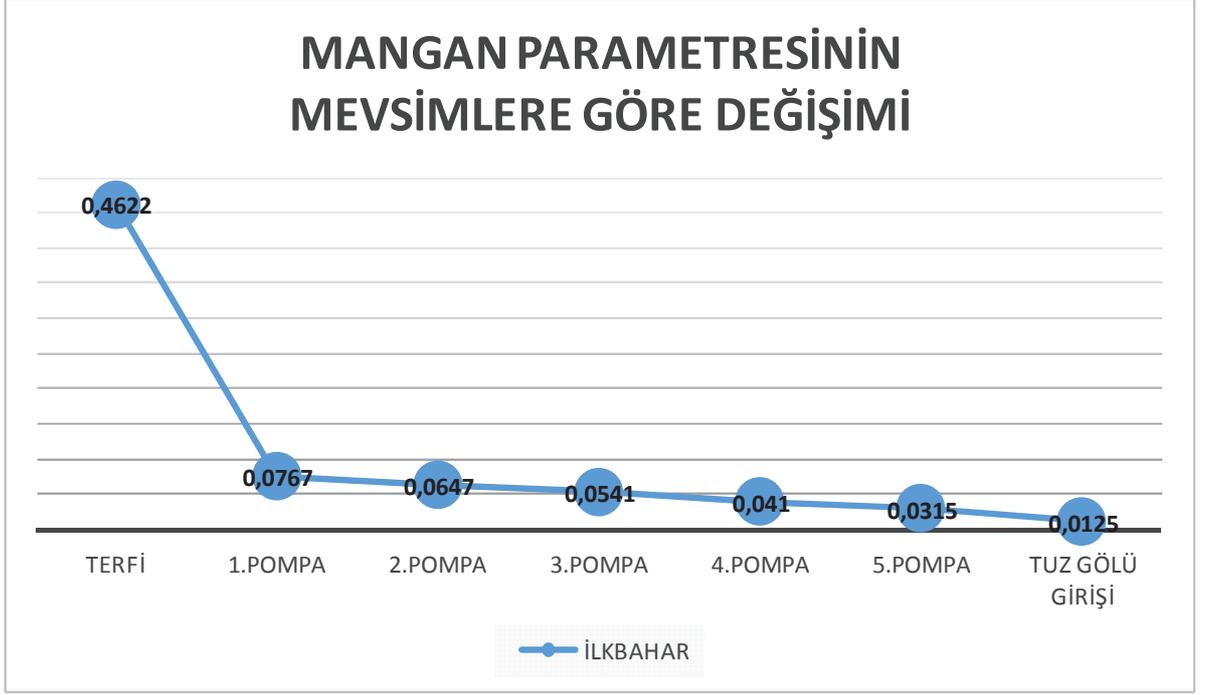
Şekil 4.39. Magnezyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Magnezyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 321,2 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 60,21 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan magnezyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında 9,91 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



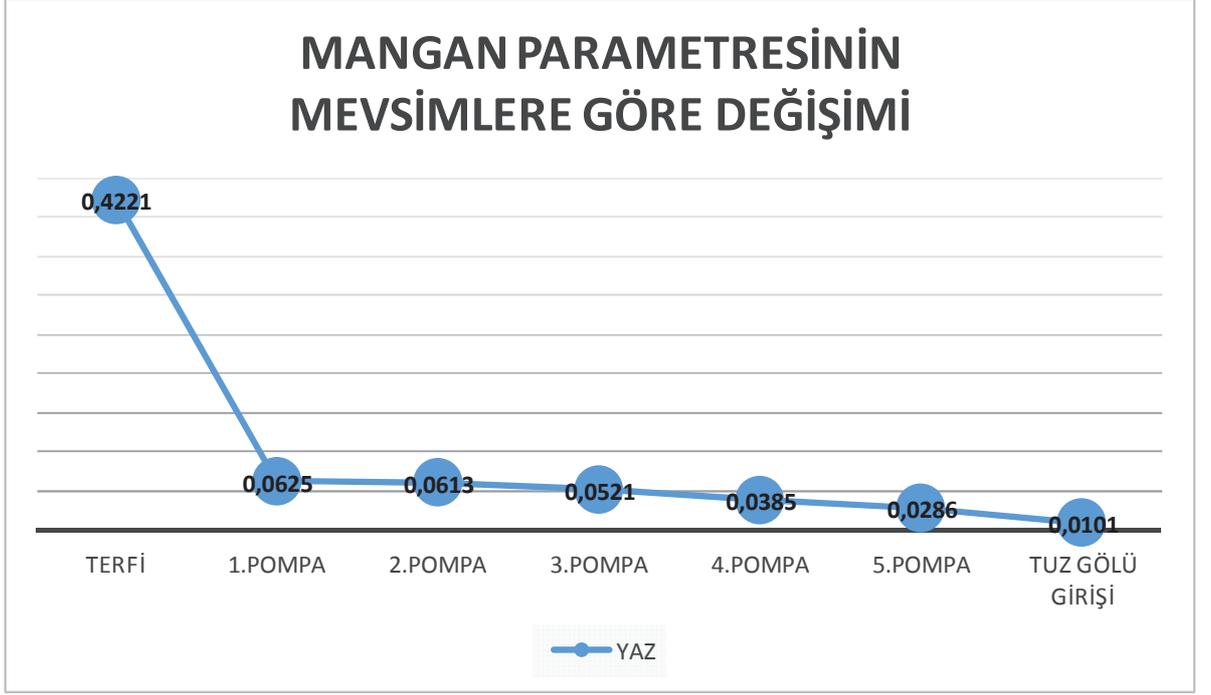
Şekil 4.40. Magnezyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Magnezyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 278,45 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 68,54 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan magnezyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 6,28 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



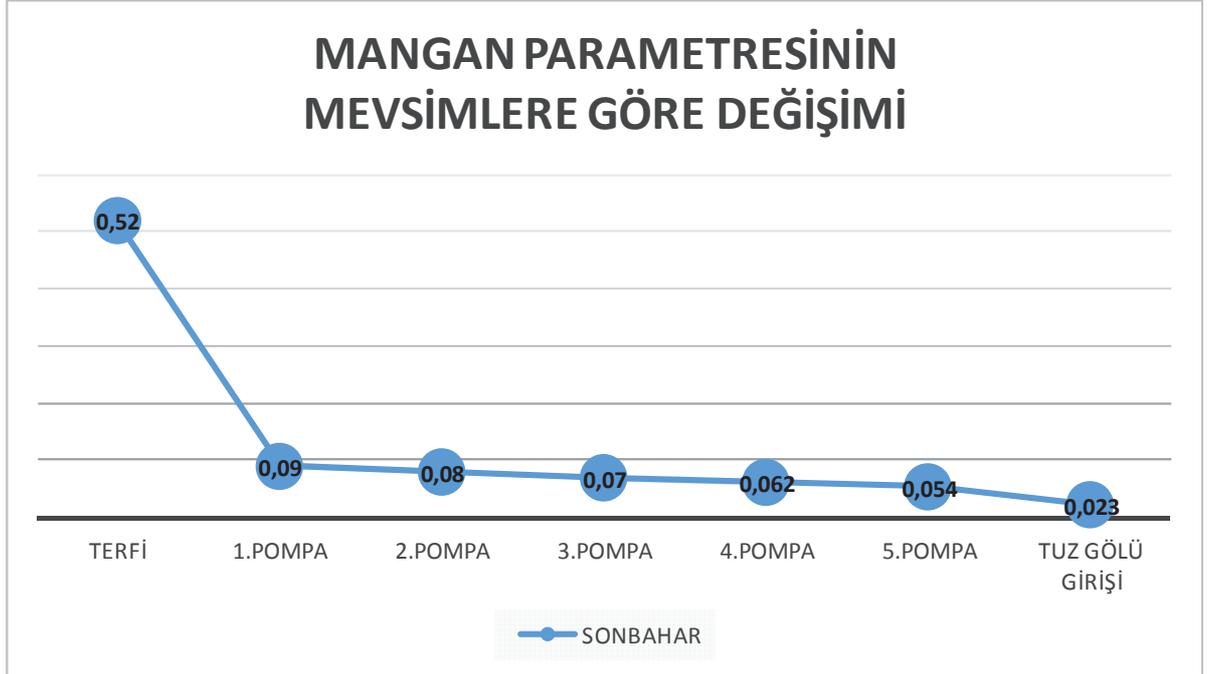
Şekil 4.41. Mangan parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Mangan parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,4622 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0767 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan mangan ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0125 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



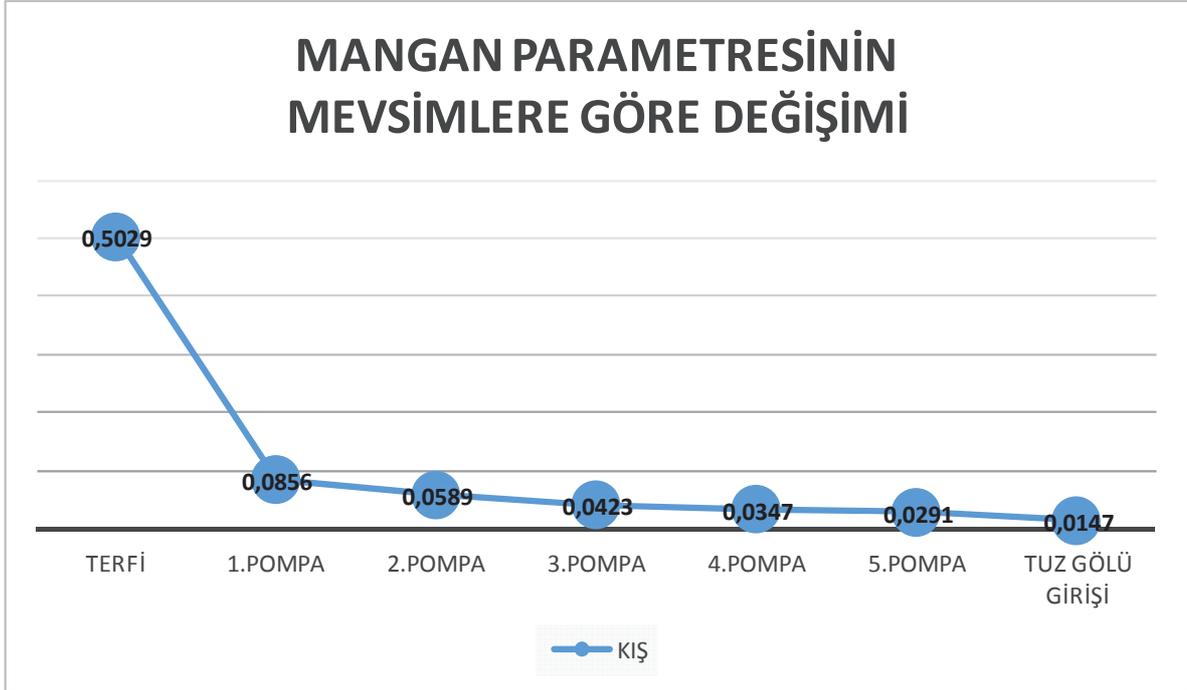
Şekil 4.42. Mangan parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Mangan parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,4221 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0625 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan mangan ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0101 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



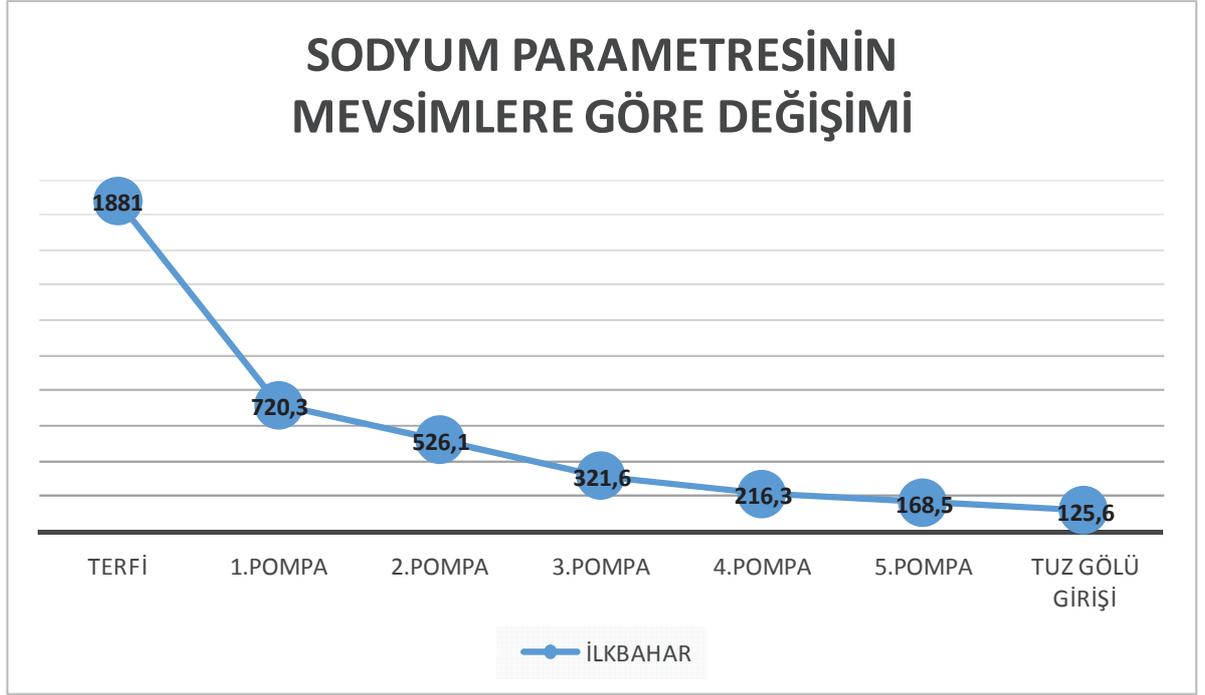
Şekil 4.43. Mangan parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Mangan parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,52 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,09 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan mangan ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,023 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



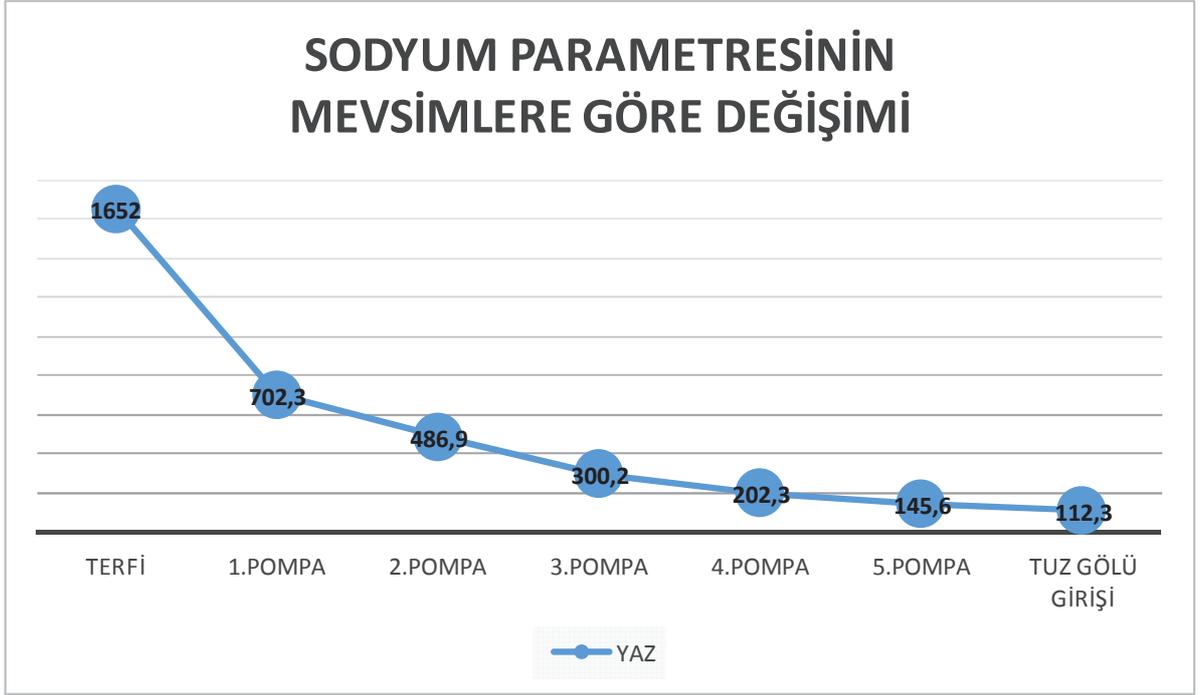
Şekil 4.44. Mangan parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Mangan parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,5029 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0856 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan mangan ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0147 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



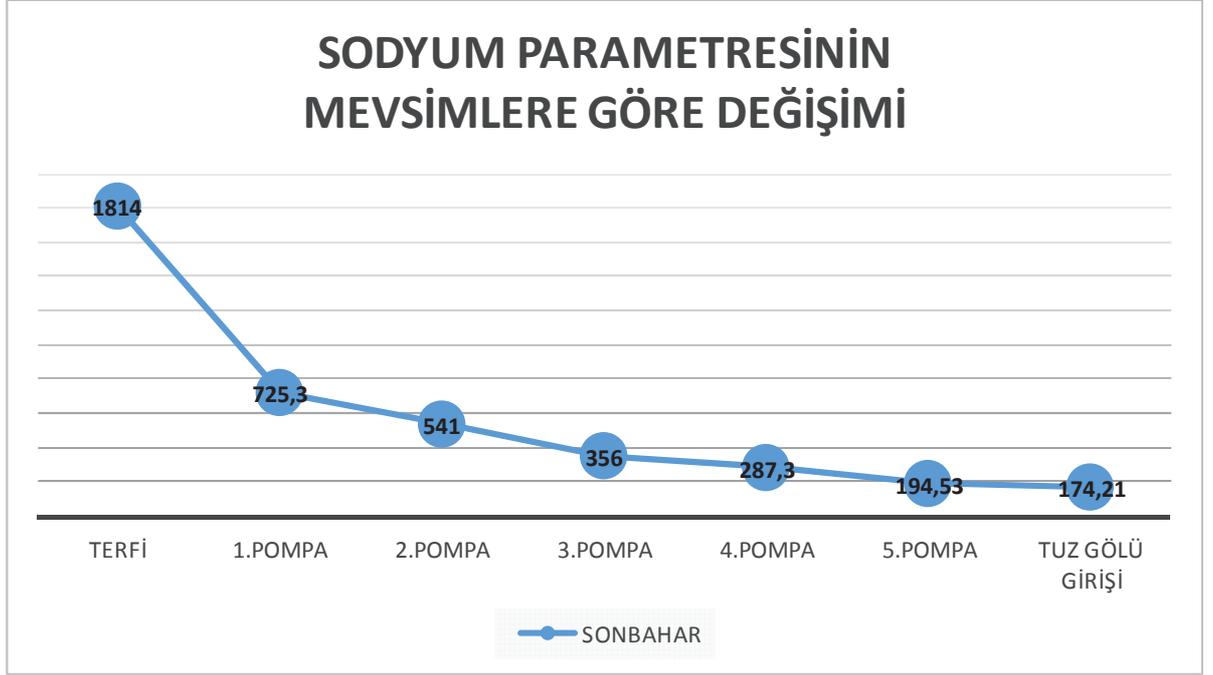
Şekil 4.45. Sodyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Sodyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 1881 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 702,3 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan sodyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 125,6 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür. Sodyum parametresinin terfi istasyonundan başlayıp kanal boyunca yüksek çıkmasının nedeninin yeraltı sularının yapısından kaynakladığı düşünülmektedir. Bölgenin tuz gölü kapalı havzası içinde yer alması ve toprağın karstik yapısı da sodyum değerini etkilemektedir.



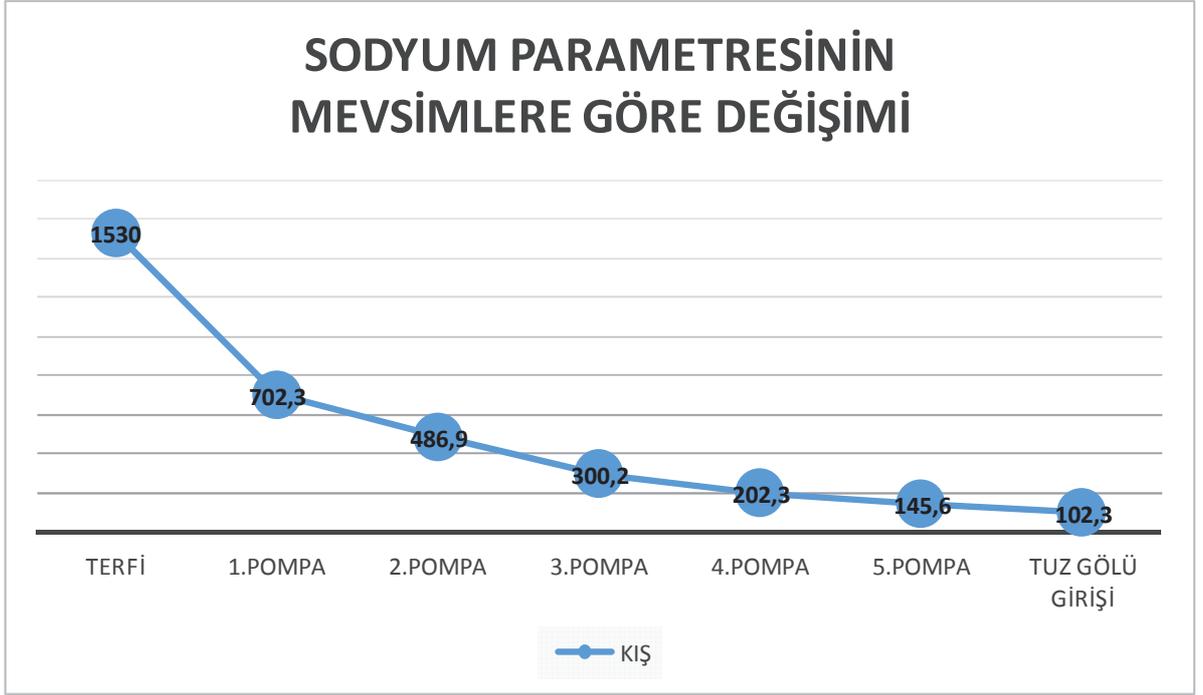
Şekil 4.46. Sodyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Sodyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 1652 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 702,3 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan sodyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 112,3 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür. Sodyum parametresinin terfi istasyonundan başlayıp kanal boyunca yüksek çıkmasının nedeninin yeraltı sularının yapısından kaynakladığı düşünülmektedir. Bölgenin tuz gölü kapalı havzası içinde yer alması ve toprağın karstik yapısı da sodyum değerini etkilemektedir.



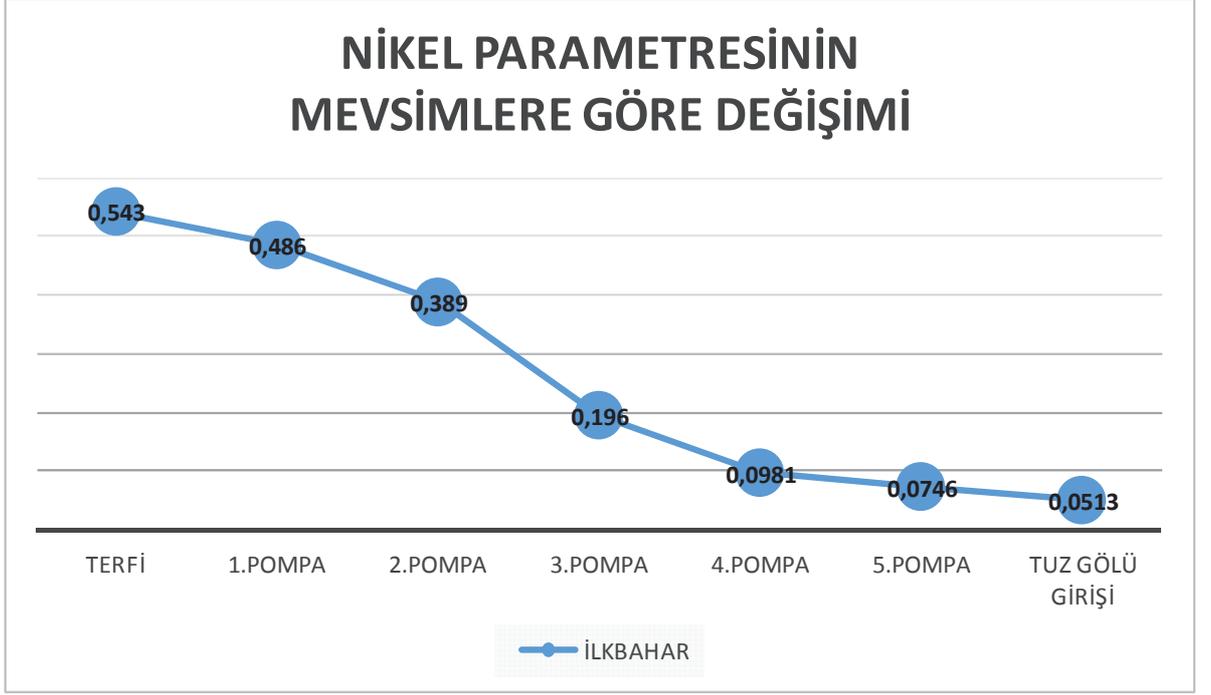
Şekil 4.47. Sodyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Sodyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 1814 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 725,3 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan sodyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 174,21 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür. Sodyum parametresinin terfi istasyonundan başlayıp kanal boyunca yüksek çıkmasının nedeninin yeraltı sularının yapısından kaynakladığı düşünülmektedir. Bölgenin tuz gölü kapalı havzası içinde yer alması ve toprağın karstik yapısı da sodyum değerini etkilemektedir.



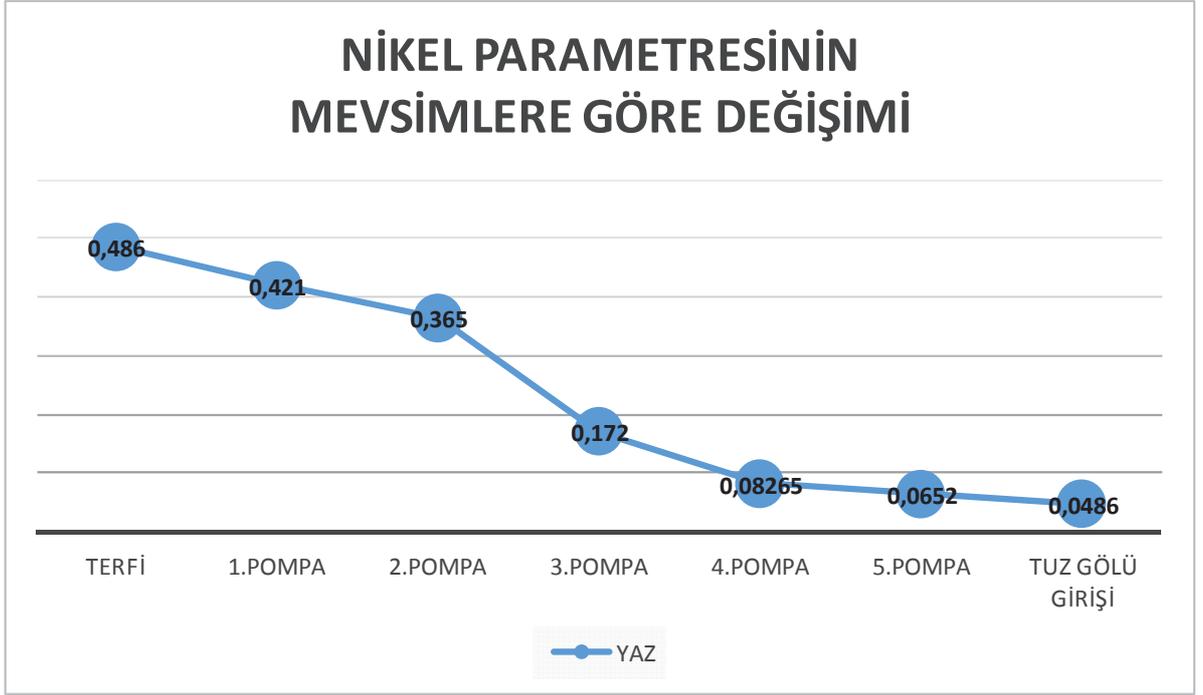
Şekil 4.48. Sodyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Sodyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 1530 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 702,3 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan sodyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 102,3 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür. Sodyum parametresinin terfi istasyonundan başlayıp kanal boyunca yüksek çıkmasının nedeninin yeraltı sularının yapısından kaynakladığı düşünülmektedir. Bölgenin tuz gölü kapalı havzası içinde yer alması ve toprağın karstik yapısı da sodyum değerini etkilemektedir.



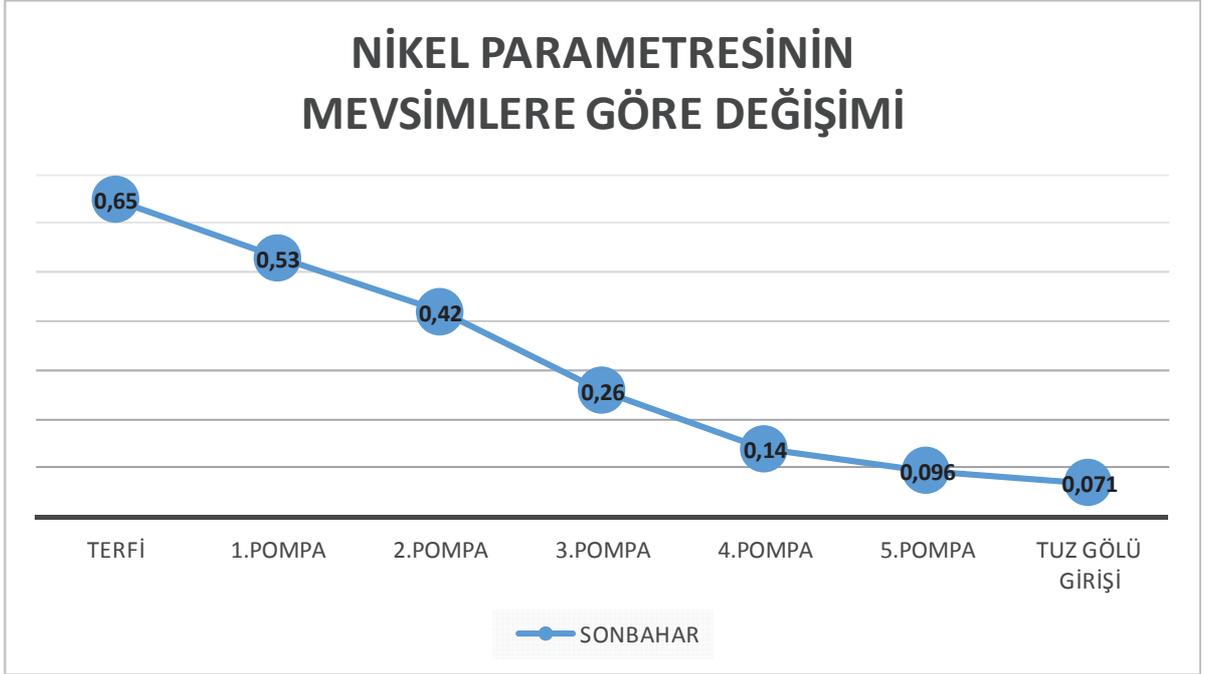
Şekil 4.49. Nikel parametresinin mevsimlere göre değişim (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Nikel parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,543 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,486 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan nikel ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0513mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



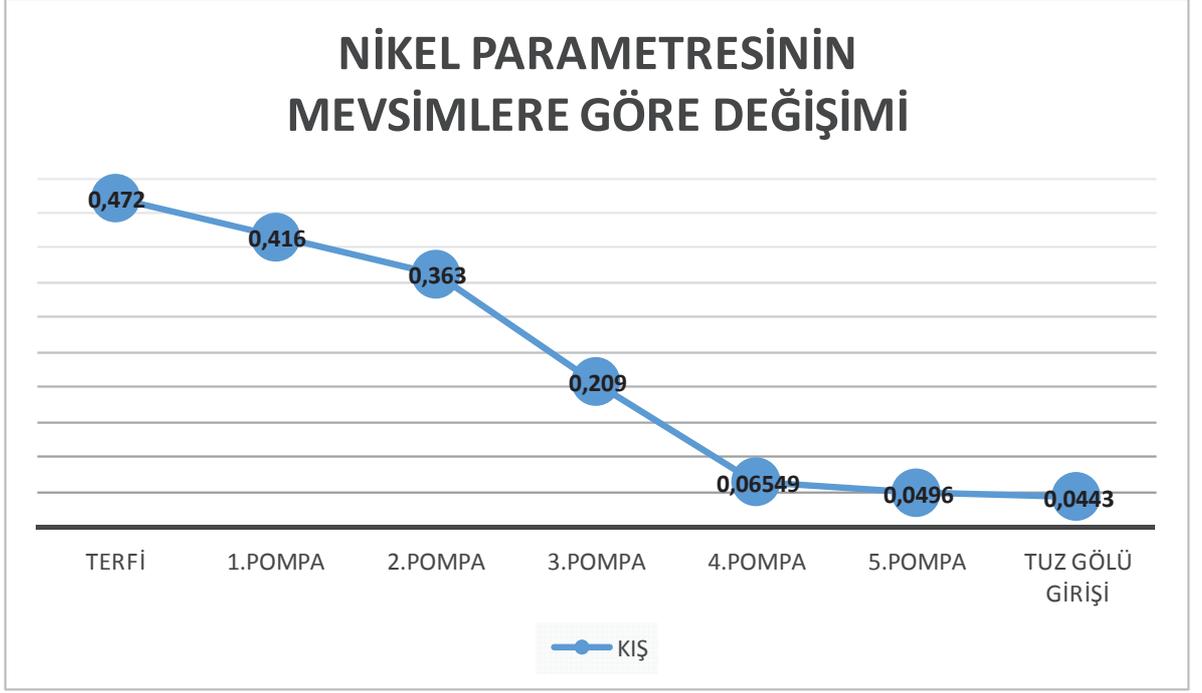
Şekil 4.50. Nikel parametresinin mevsimlere göre değişim (yaz mevsimi) (mg/l)

Nikel parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,486 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,421 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan nikel ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0486 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



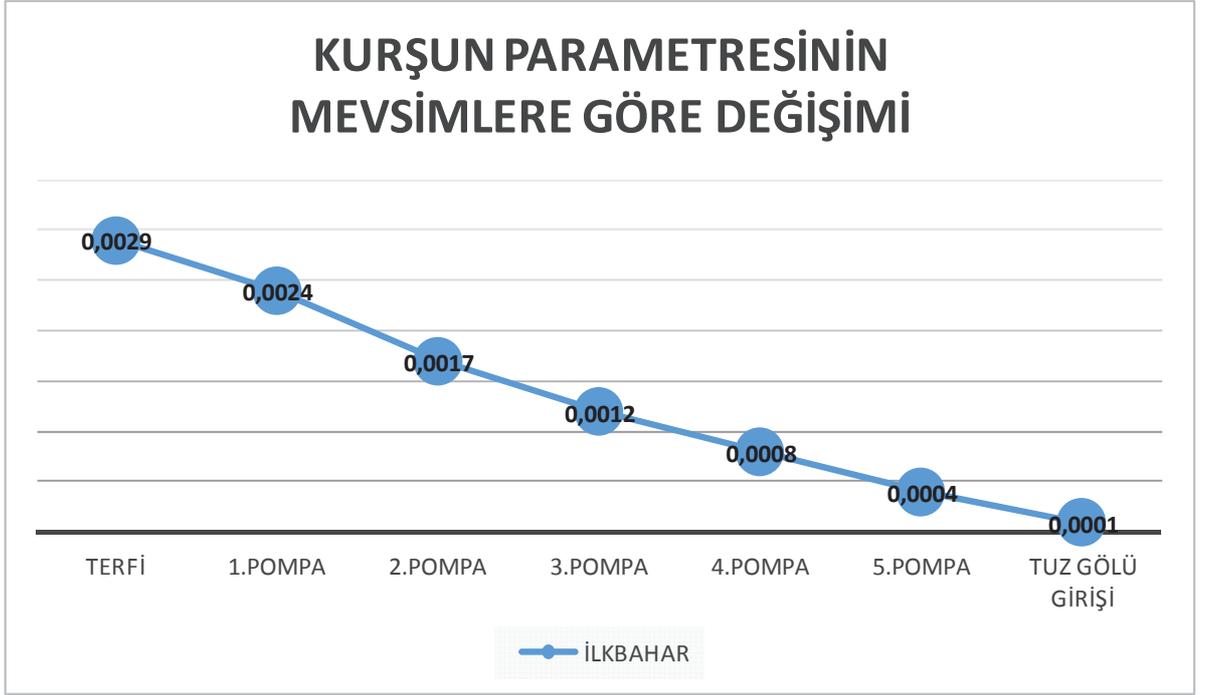
Şekil 4.51. Nikel parametresinin mevsimlere göre değişim (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Nikel parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,65 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,53 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan nikel ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,071mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



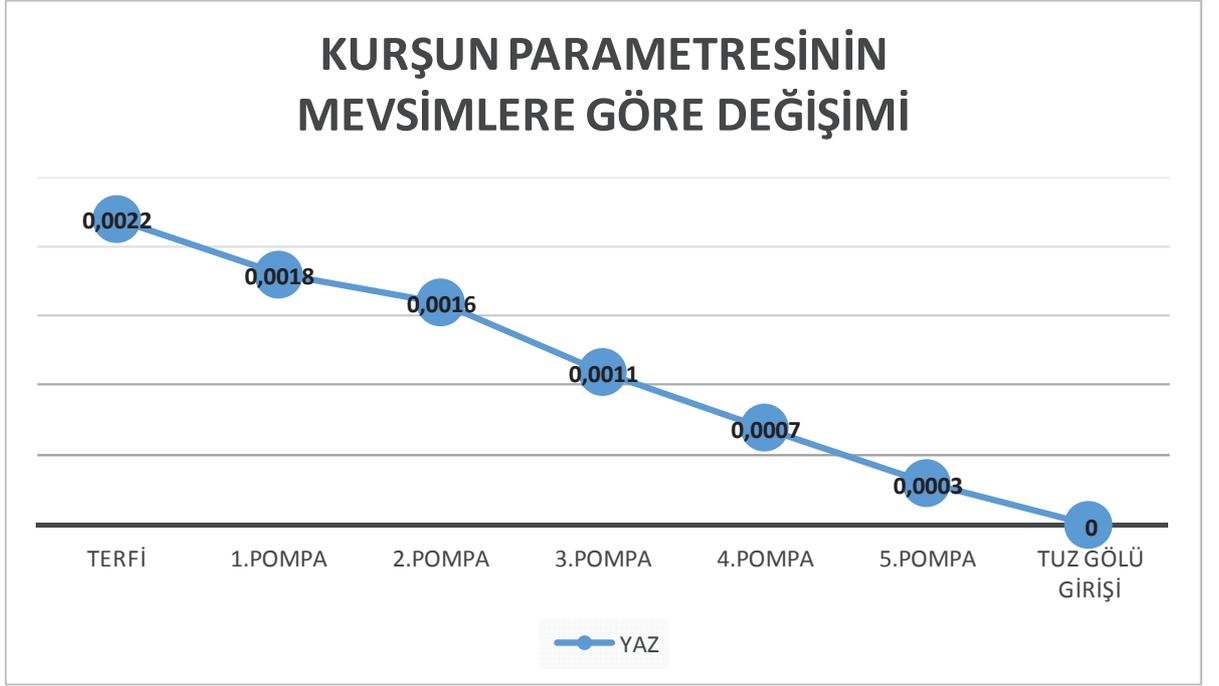
Şekil 4.52. Nikel parametresinin mevsimlere göre değişim (kış mevsimi) (mg/l)

Nikel parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,472 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,416 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan nikel ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0443 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



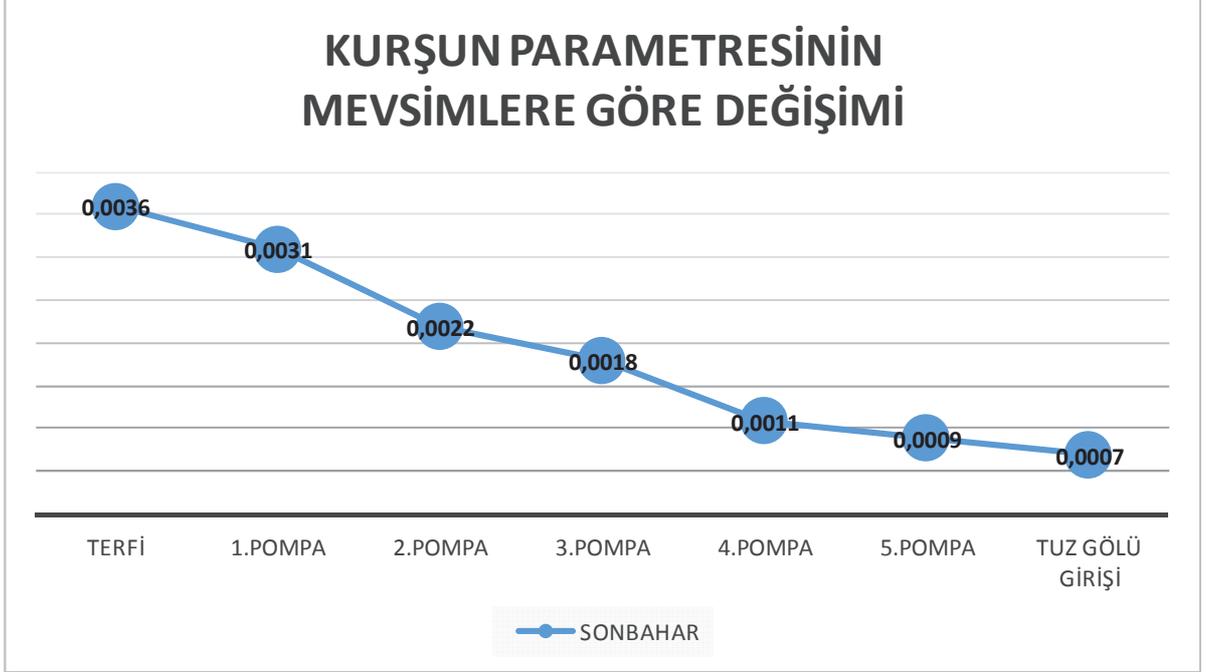
Şekil 4.53. Kurşun parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Kurşun parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0029 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,0024 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan kurşun ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0001mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



Şekil 4.54. Kurşun parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Kurşun parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,0022 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0018 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan kurşun ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



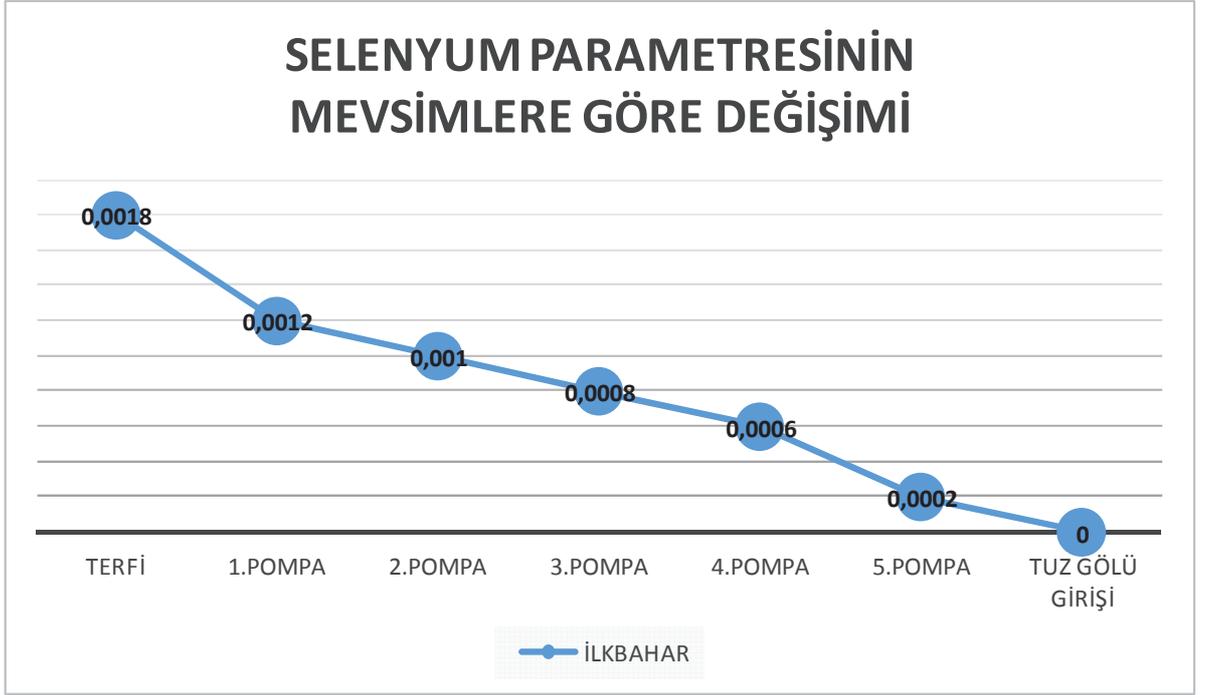
Şekil 4.55. Kurşun parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Kurşun parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0036 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1.Pompa’ da 0,0031 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5.Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan kurşun ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0007 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



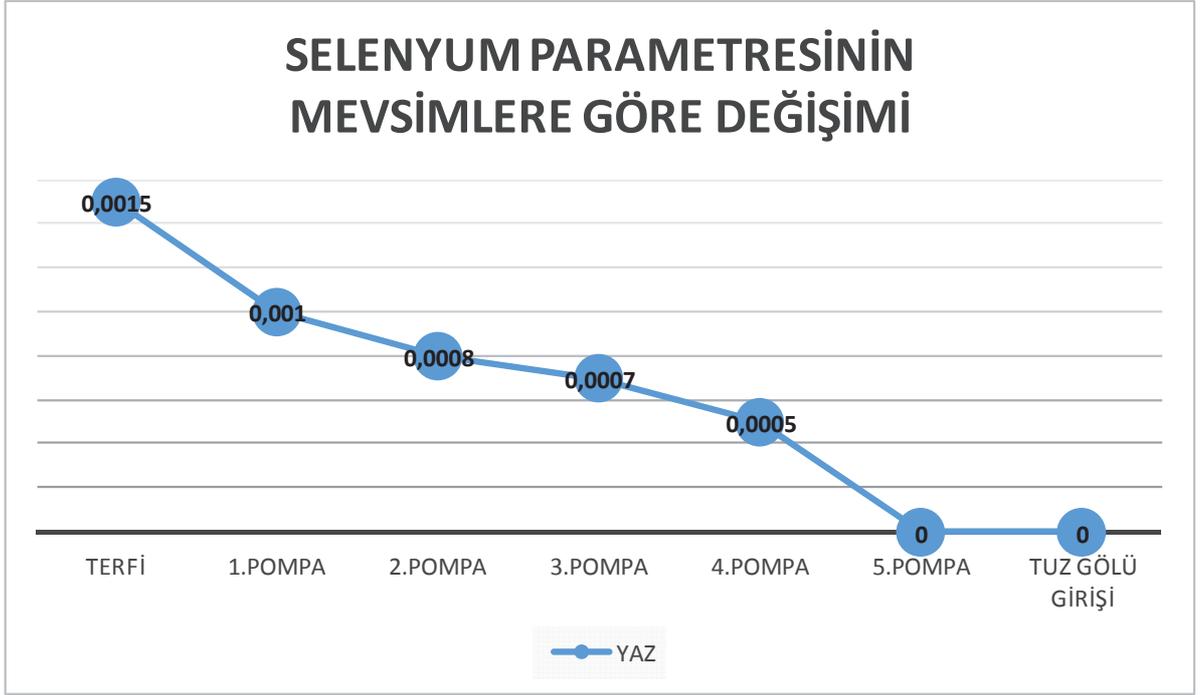
Şekil 4.56. Kurşun parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Kurşun parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,0038 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0019 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan kurşun ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



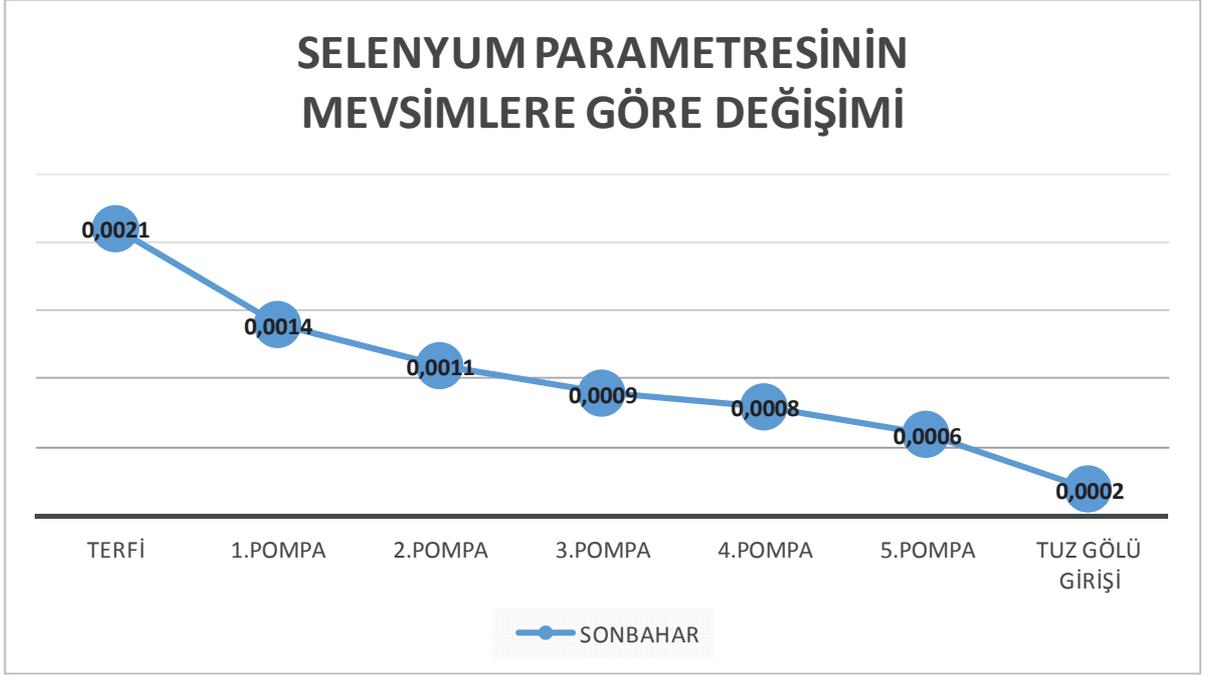
Şekil 4.57. Selenyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Selenyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0018 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,0012 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan mangan ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



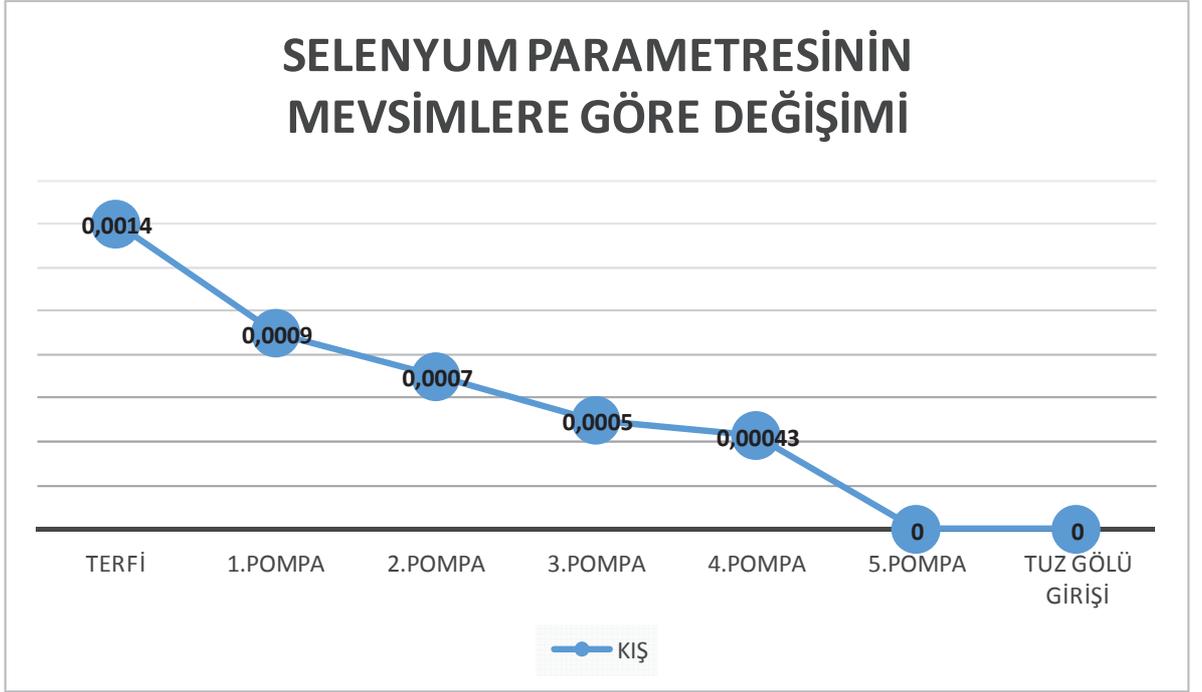
Şekil 4.58. Selenyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Selenyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,0015 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,001 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan selenyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



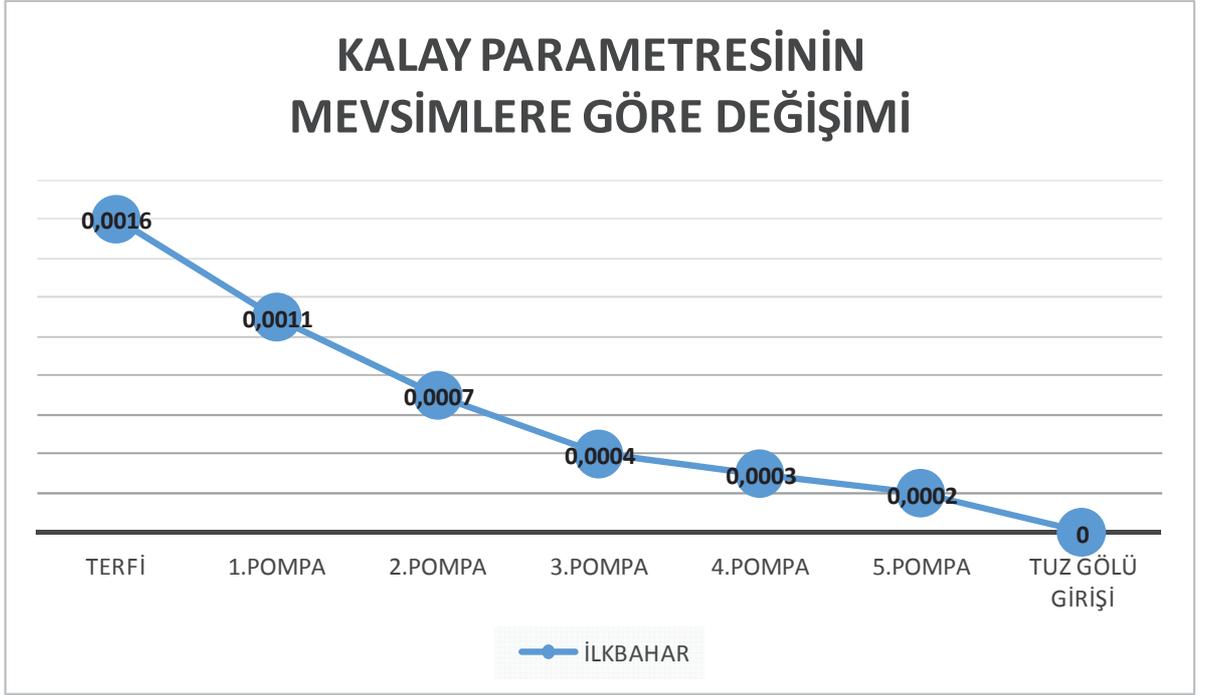
Şekil 4.59. Selenyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Selenyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0021 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,0014 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan selenyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0002 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



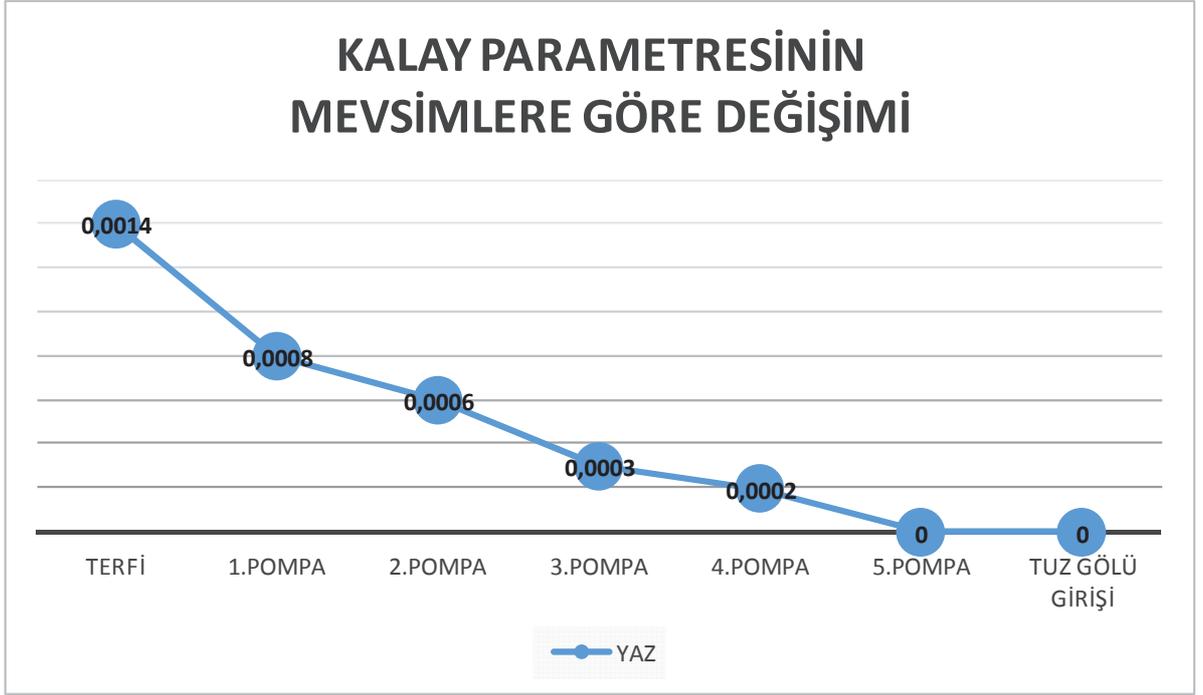
Şekil 4.60. Selenyum parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Selenyum parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,0014 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0009 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan selenyum ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



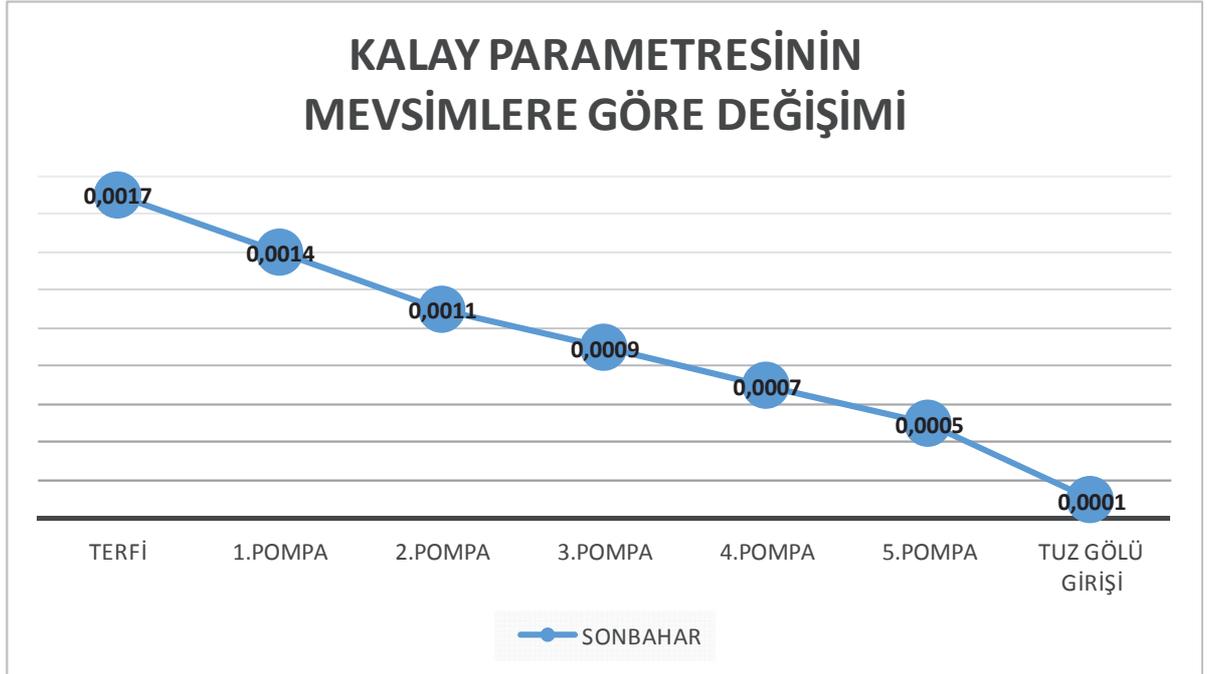
Şekil 4.61. Kalay parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Kalay parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0016 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0011 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan kalay ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



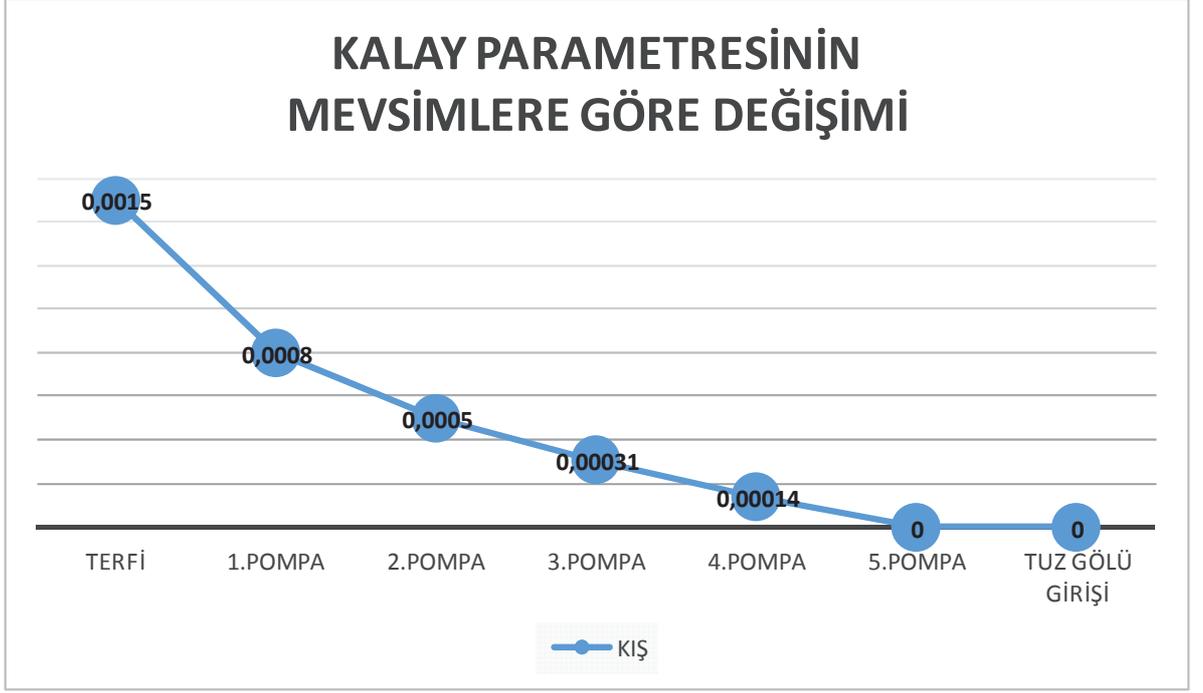
Şekil 4.62. Kalay parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Kalay parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,0014 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0008 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan kalay ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



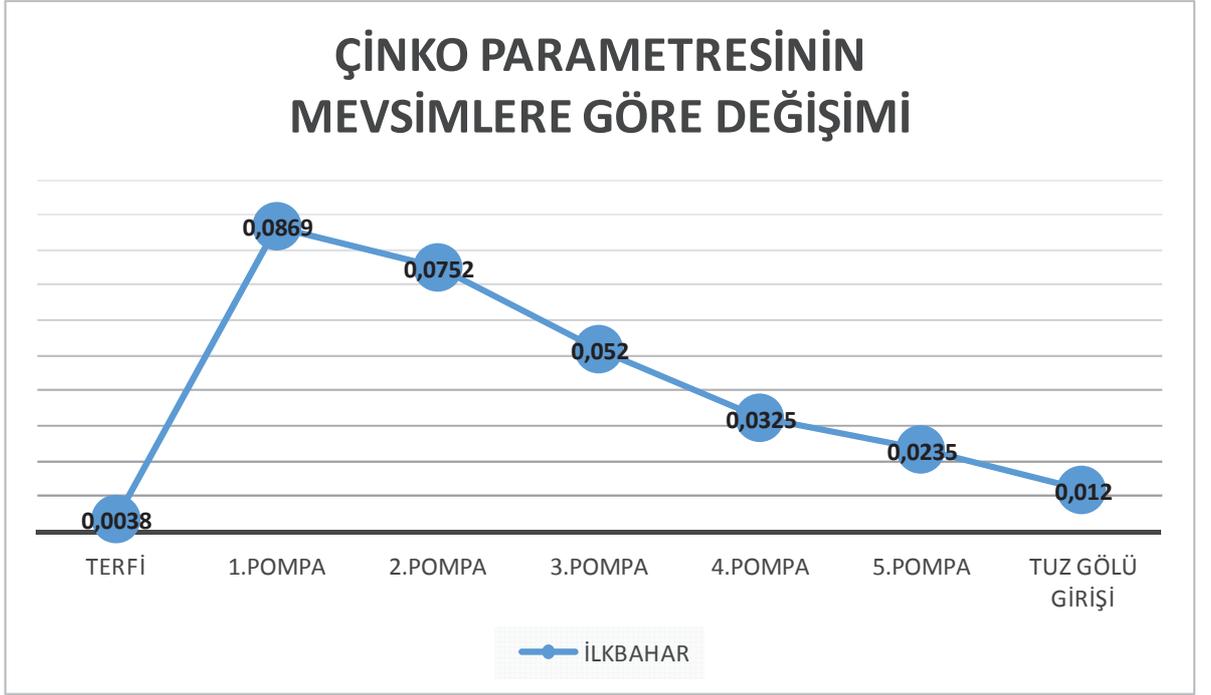
Şekil 4.63. Kalay parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Kalay parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0017 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,0014 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan kalay ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0001 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



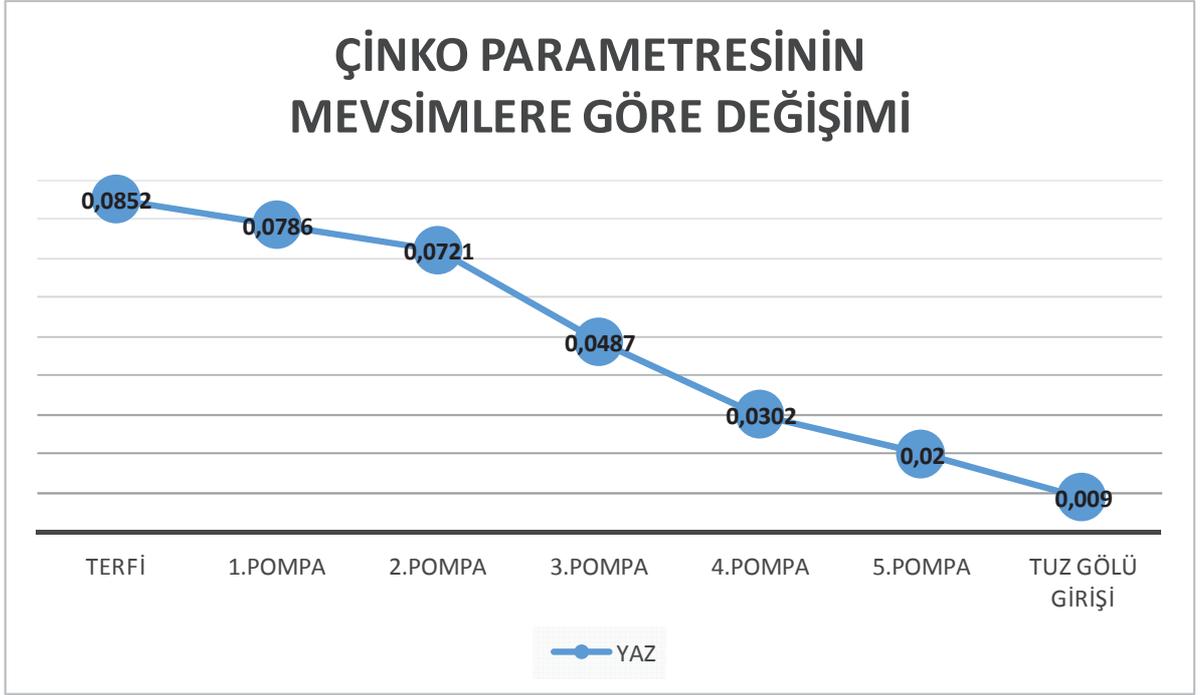
Şekil 4.64. Kalay parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Kalay parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,0015 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0008 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan kalay ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



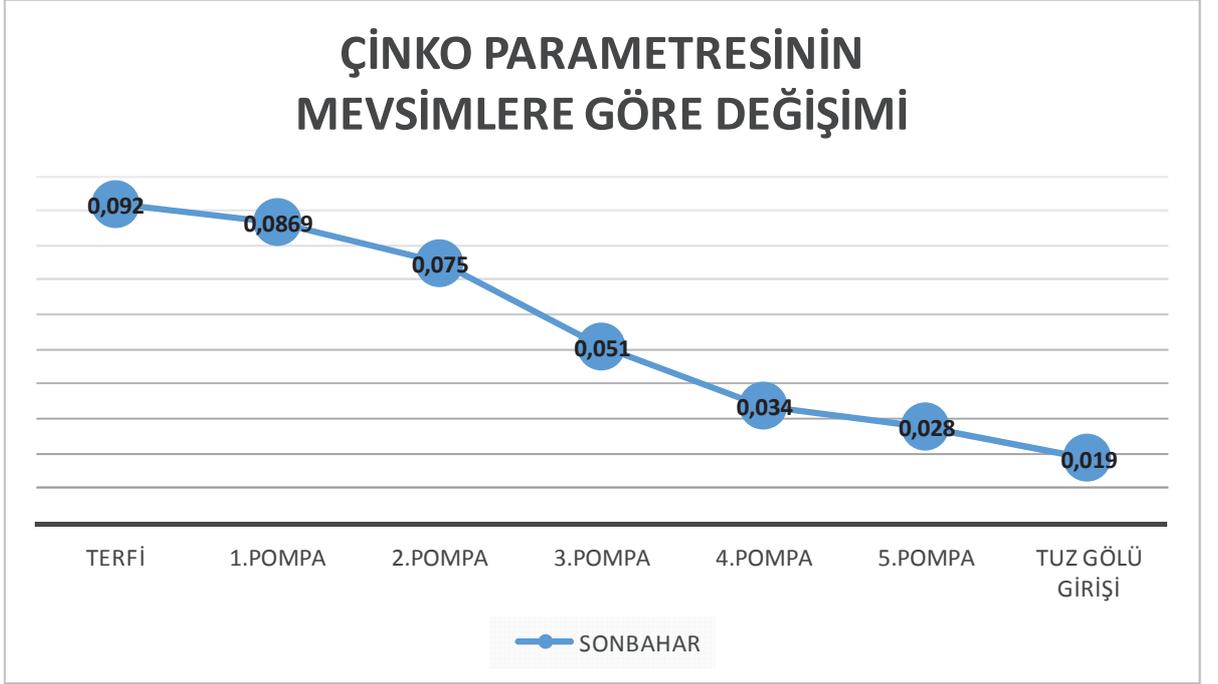
Şekil 4.65. Çinko parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Çinko parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,0038 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonunda 0,0869 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan çinko ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,012 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür. Yüzeysel yağış sularının kanala giriş yapması ve bünyelerindeki topraktan gelen çinko parametresinin söz konusu değeri 1. Pompada bu nedenle arttırdığı düşünülmektedir.



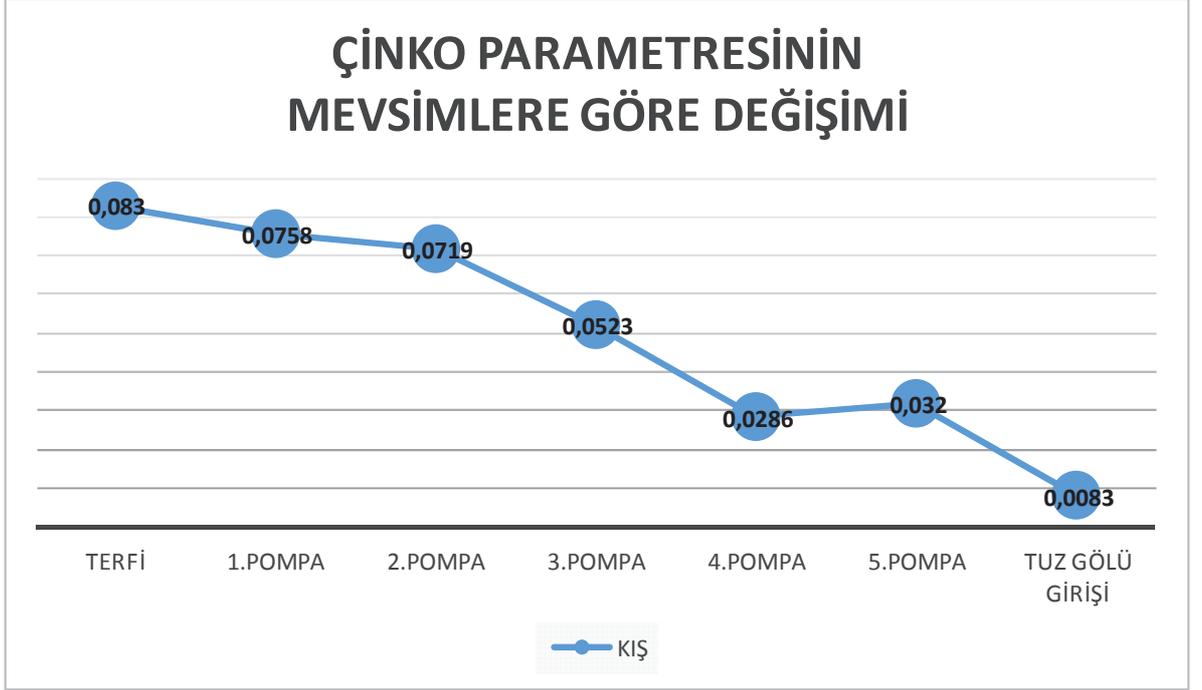
Şekil 4.66. Çinko parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Çinko parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,0852 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0786 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan çinko ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,009 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



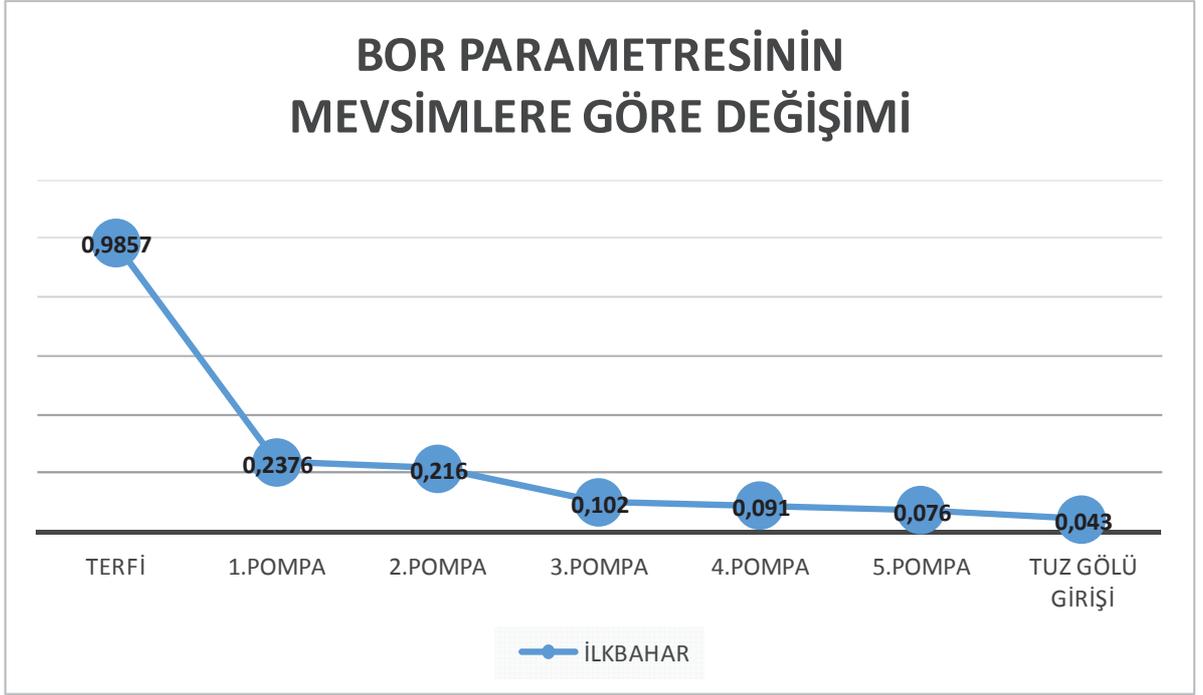
Şekil 4.67. Çinko parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Çinko parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,092 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 0,0869 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan çinko ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,019 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



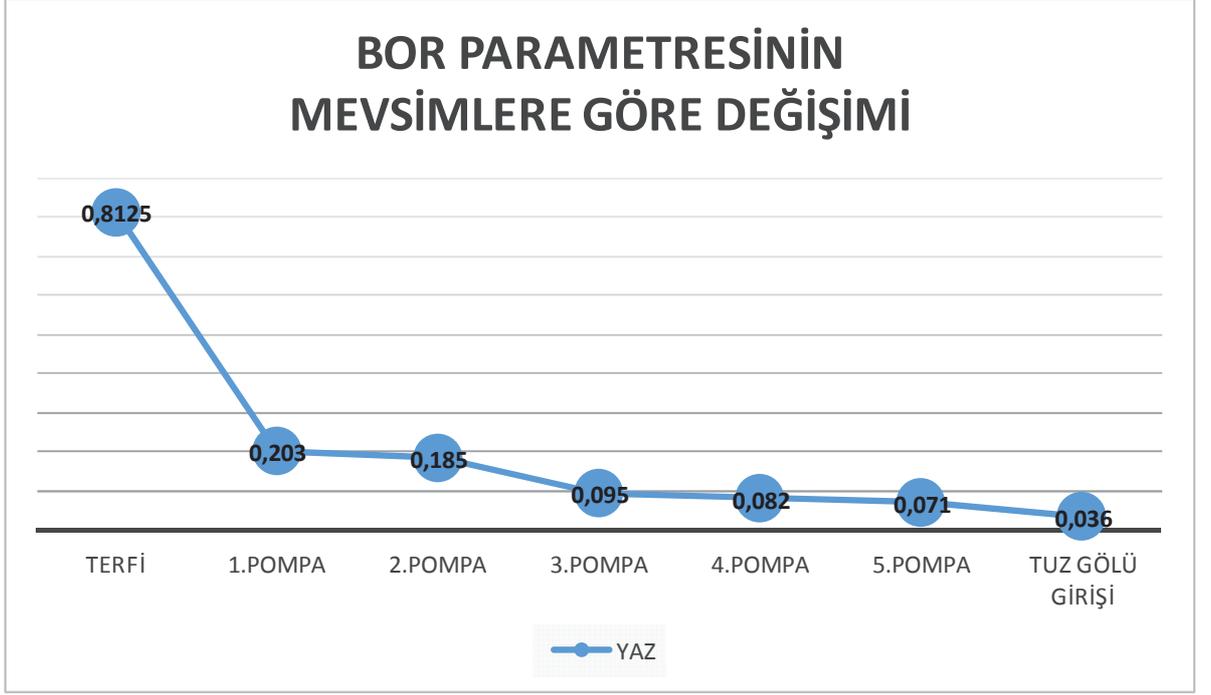
Şekil 4.68. Çinko parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Çinko parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,083 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0758 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan çinko ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0083 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



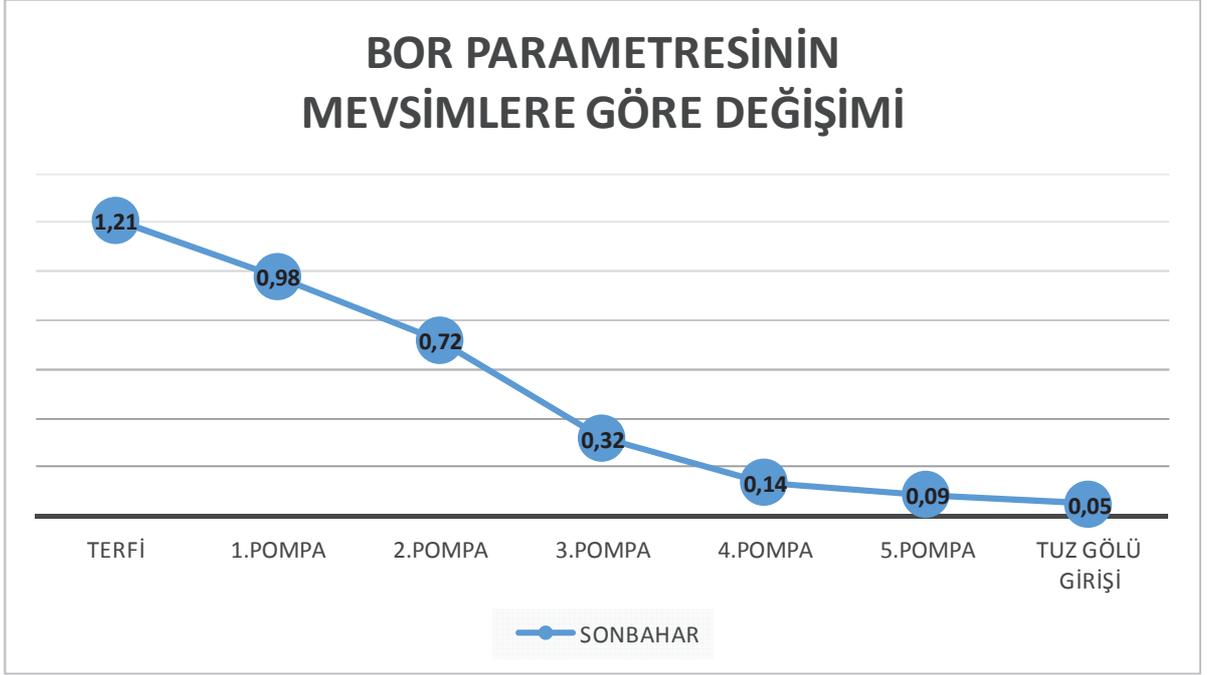
Şekil 4.69. Bor parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Bor parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,9857 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,2376 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan bor ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,043 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



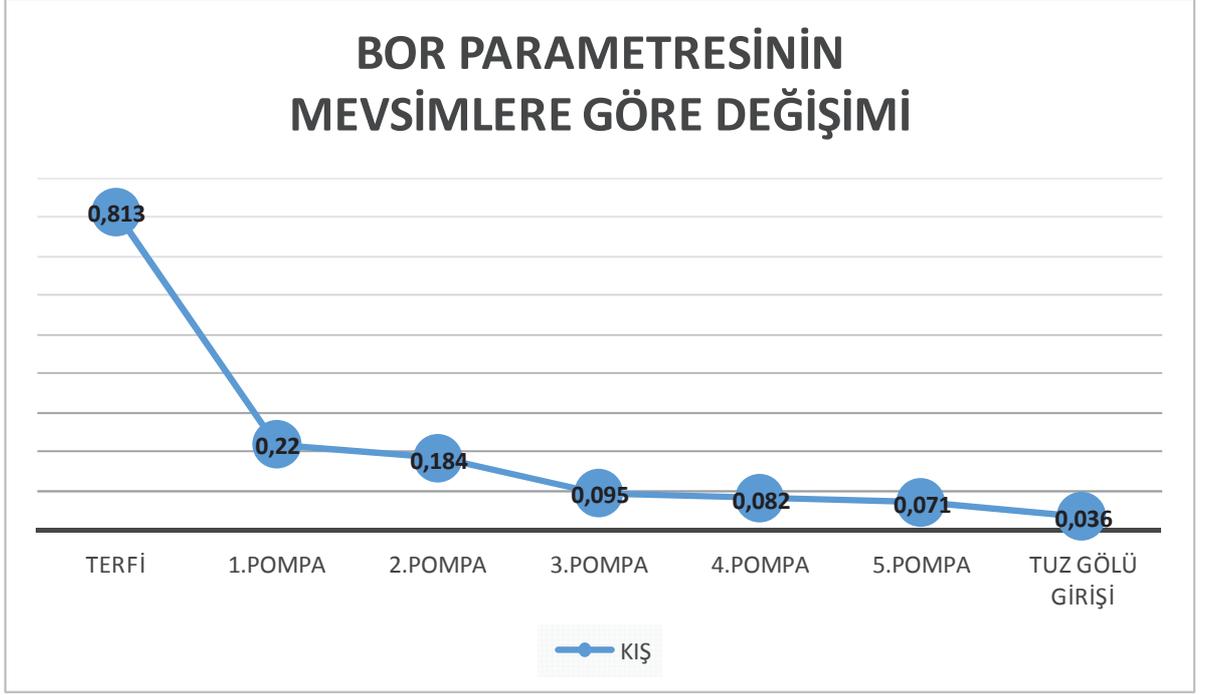
Şekil 4.70. Bor parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Bor parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,8125 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,203 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan bor ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,036 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



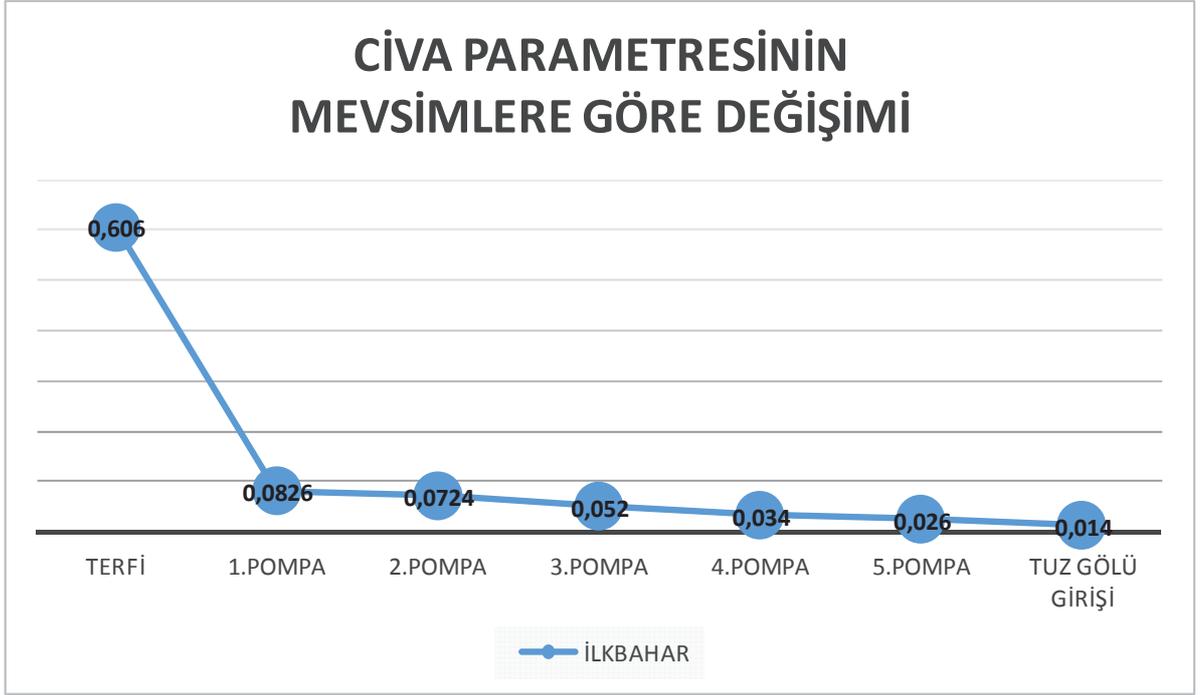
Şekil 4.71. Bor parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Bor parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 1,21 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,98 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan bor ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,05 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



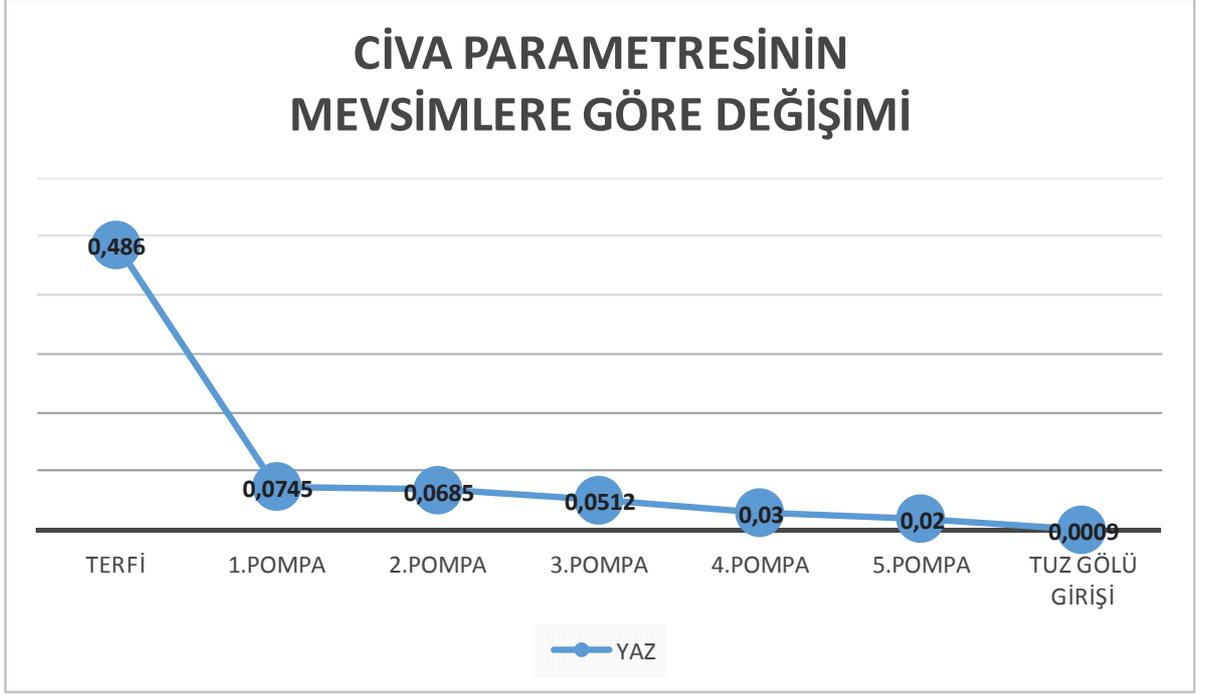
Şekil 4.72. Bor parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Bor parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,813 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,22 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan bor ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,036 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



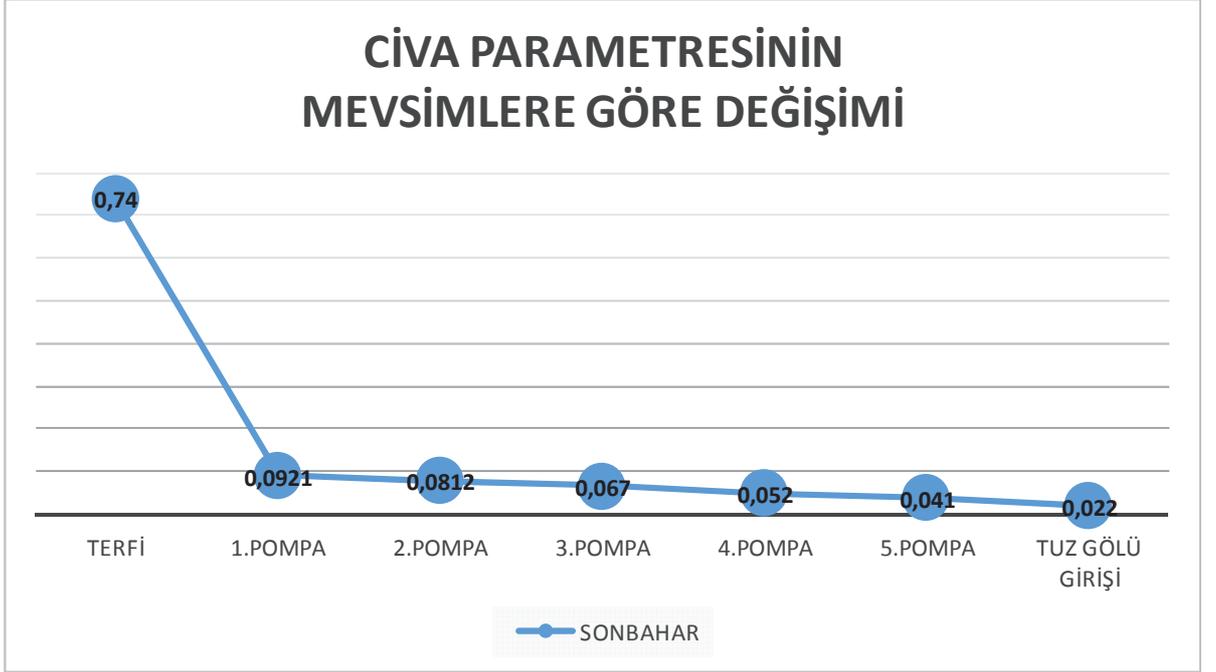
Şekil 4.73. Civa parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Civa parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,606 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0826 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan civa ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,014 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



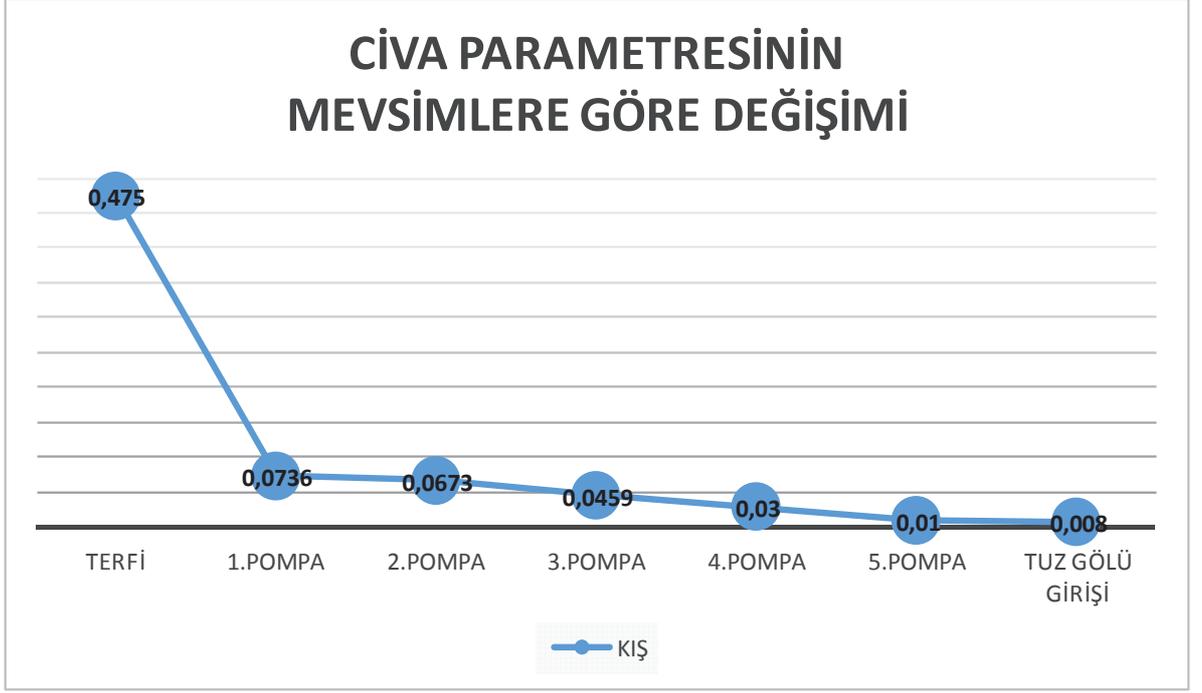
Şekil 4.74. Civa parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Civa parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 0,486 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0745 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan civa ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,0009 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



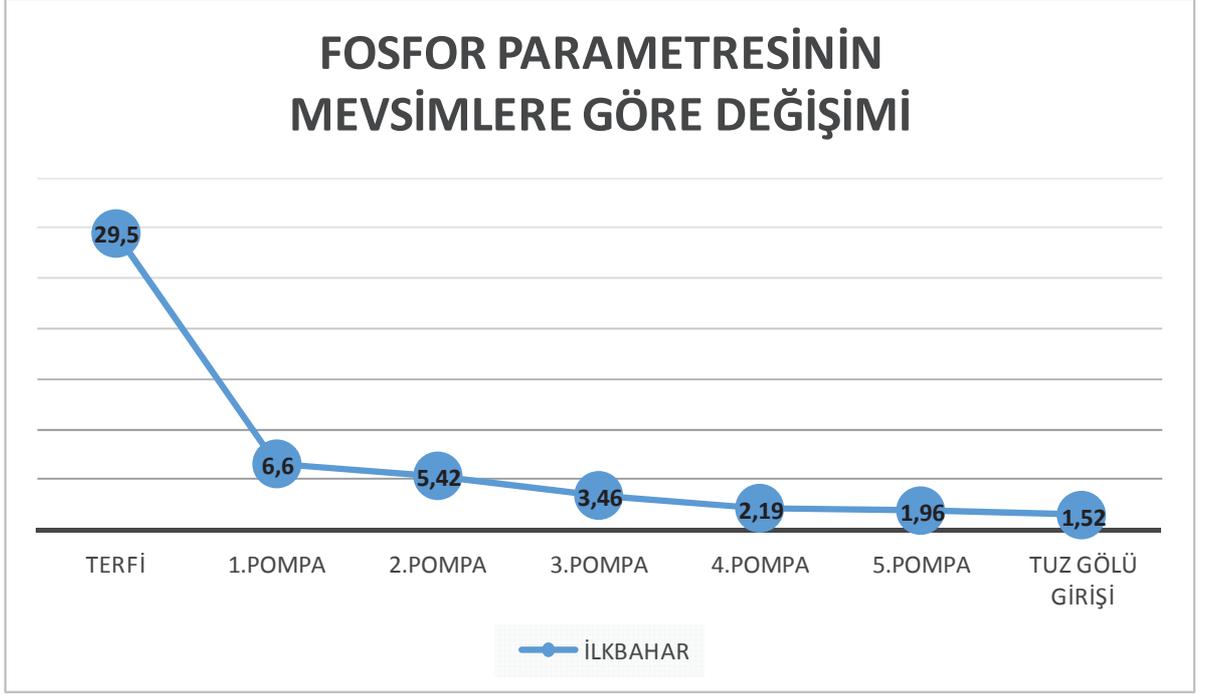
Şekil 4.75. Cıva parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Cıva parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 0,74 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0921 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan cıva ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,022 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



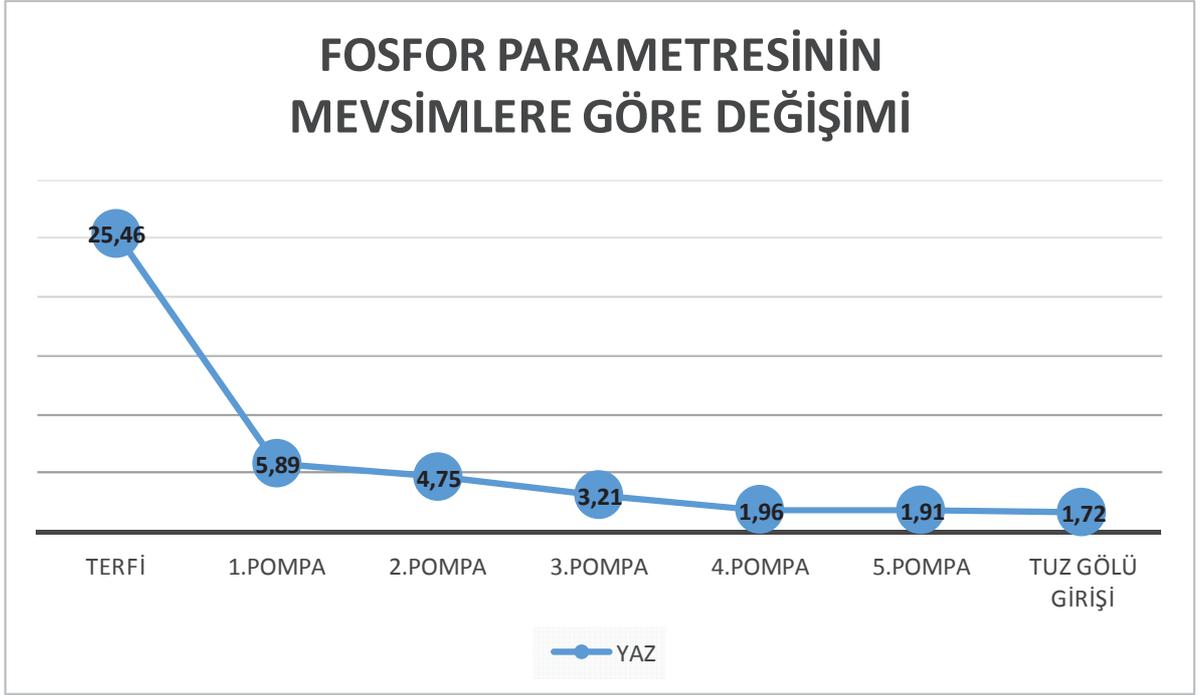
Şekil 4.76. Cıva parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

Cıva parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 0,475 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 0,0736 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan cıva ağır metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 0,008 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



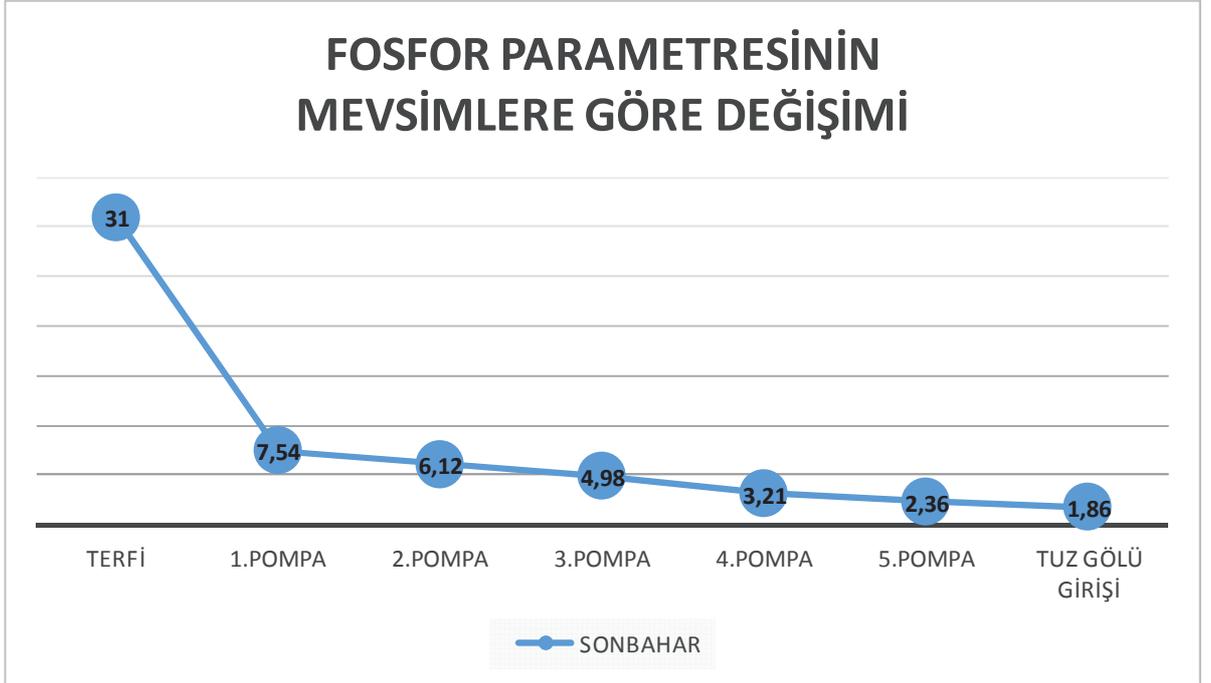
Şekil 4.77. Fosfor parametresinin mevsimlere göre değişimi (ilkbahar mevsimi) (mg/l)

Fosfor parametresinin değeri Terfi istasyonunda ilkbahar mevsiminde aldığımız numunede 29,5 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa’ da 6,6 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan fosfor alkali metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 1,52 mg/l’e kadar düştüğü görülmüştür.



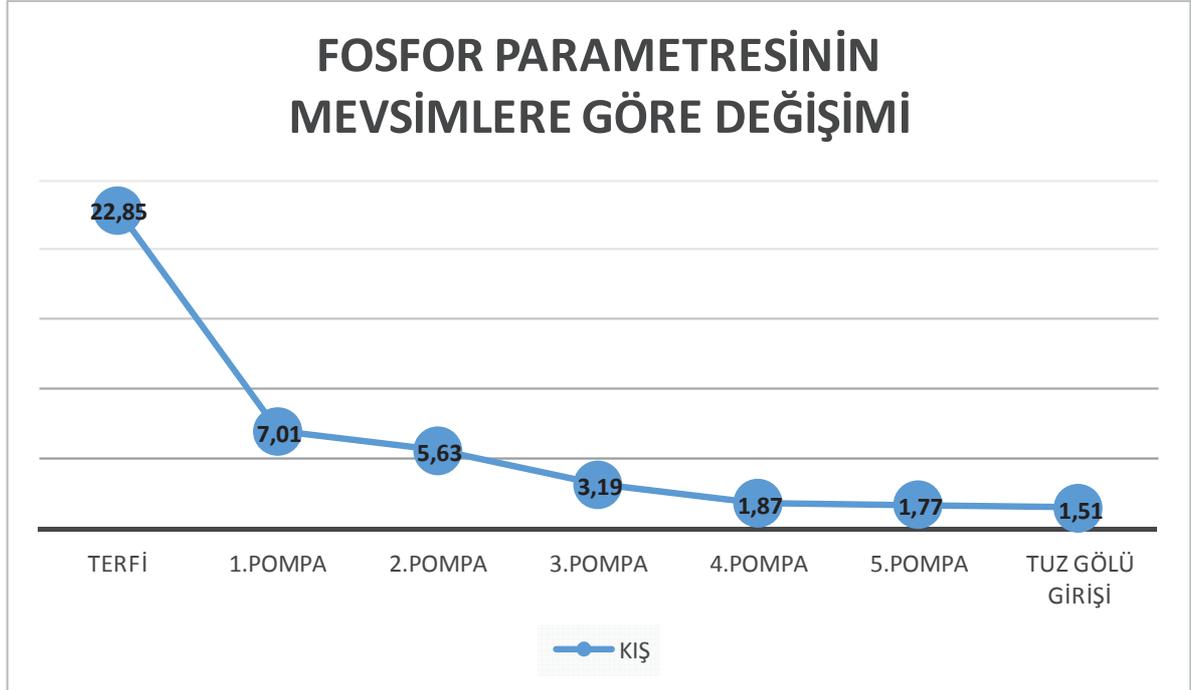
Şekil 4.78. Fosfor parametresinin mevsimlere göre değişimi (yaz mevsimi) (mg/l)

Fosfor parametresinin değeri Terfi istasyonunda yaz mevsiminde aldığımız numunede 25,46 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 5,89 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5. Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan fosfor alkali metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 1,72 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



Şekil 4.79. Fosfor parametresinin mevsimlere göre değişimi (sonbahar mevsimi) (mg/l)

Fosfor parametresinin değeri Terfi istasyonunda sonbahar mevsiminde aldığımız numunede 31 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 7,54 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5.Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan fosfor alkali metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 1,86 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.



Şekil 4.80. Fosfor parametresinin mevsimlere göre değişimi (kış mevsimi) (mg/l)

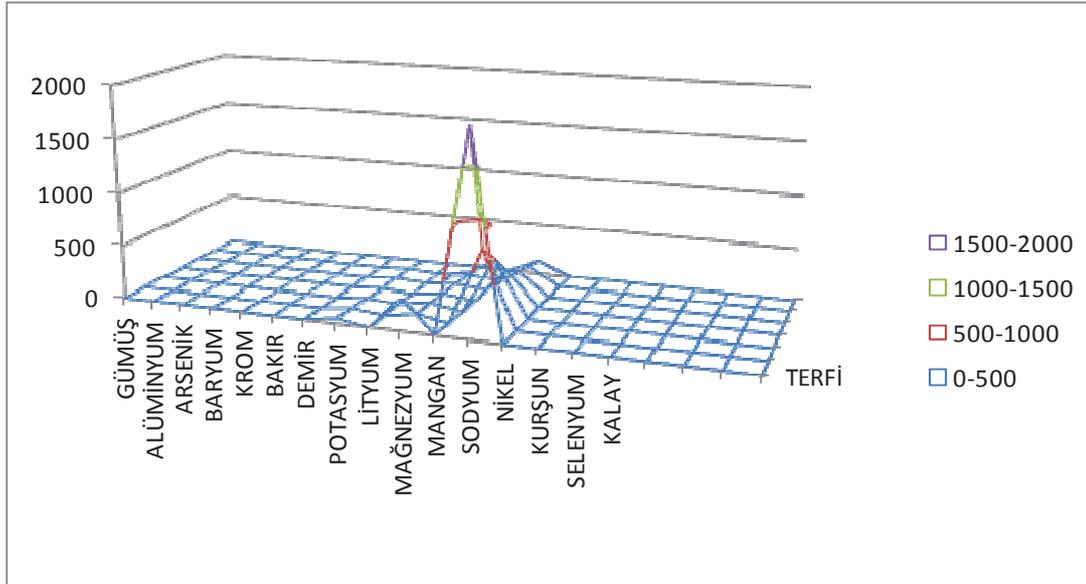
Fosfor parametresinin değeri Terfi istasyonunda kış mevsiminde aldığımız numunede 22,85 mg/l çıkmıştır. 1.Pompa istasyonu ile terfi istasyonu arasında su kanal boyunca seyrelerek 1. Pompa' da 7,01 mg/l değerine ulaşmaktadır. 2.Pompa, 3.Pompa, 4.Pompa ve 5.Pompa istasyonlarında değerler azalarak tuz gölüne ulaşmaktadır. Tuz gölüne ulaşan fosfor alkali metalinin numunelerdeki değeri standartların altında olup 1,51 mg/l'e kadar düştüğü görülmüştür.

4.2. Mevsimsel Ağır metal Analiz Sonuçları ile ph ve Sıcaklık Verilerine Ait Bulgular

Yapmış olduğumuz çalışmada 7 adet ölçüm istasyonundan aldığımız toplamda 28 adet örnekleme numunelerinin mevsimsel ağır metal (Ag, Al, As, Ba, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, B, Hg,) ve alkali metal (Na, P) analiz sonuçları ile pH, sıcaklık, iletkenlik değerleri belirlenerek Tablo 4.1 ile Tablo 4.4'de verilmiştir. Bu tablolara ait grafikler ise Şekil 4.81 ile Şekil 4.84' de verilmiştir.

Tablo 4.1. İlkbahar Mevsimi (Mayıs Ayı) Analiz Sonuçları mg/L

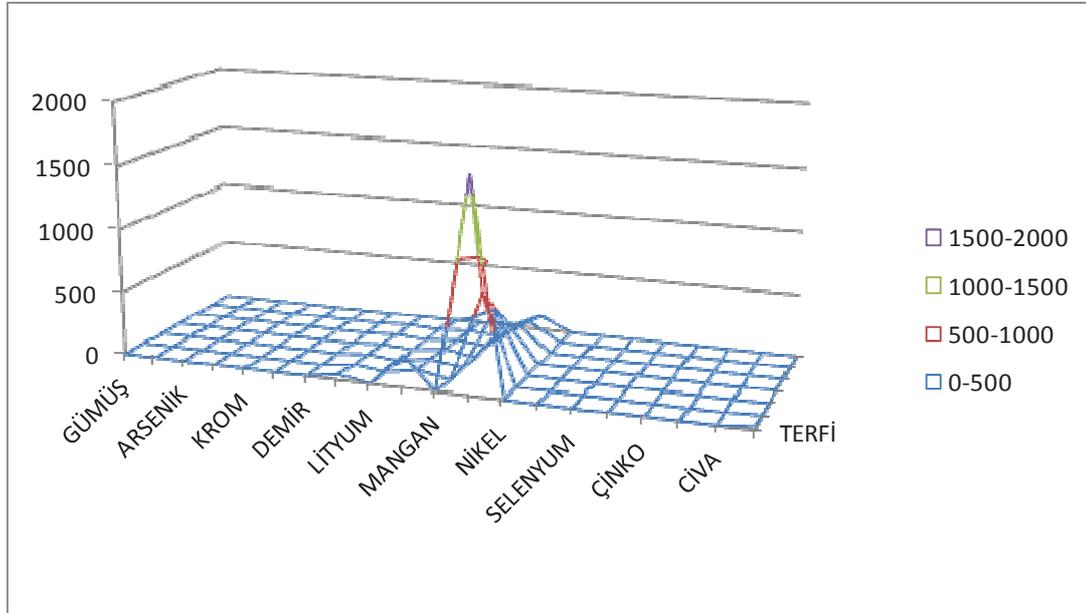
Parametreler	Birim	TERFİ	1. POMPA	2. POMPA	3. POMPA	4. POMPA	5. POMPA	TUZ GÖLÜ GİRİŞİ
pH	-	7,84	8,24	7,86	7,92	8,01	7,96	7,21
İletkenlik	us/cm	2188	5900	5984	6020	6300	7103	8214
Sıcaklık	^o C	22	19,7	21,1	22,3	21,4	23,2	24,1
Gümüş (Ag)	mg/L	0,0096	0,0060	0,0050	0,0042	0,0031	0,0017	0,0009
Alüminyum (Al)	mg/L	0,3571	0,0833	0,0720	0,0510	0,0310	0,0203	0,0123
Arsenik (As)	mg/L	0,0063	0,0027	0,0016	0,0012	0,0007	0,0004	0,0002
Baryum (Ba)	mg/L	0,1404	0,0949	0,0823	0,0560	0,0426	0,0347	0,0214
Krom (Cr)	mg/L	0,0469	0,0315	0,0210	0,0196	0,0124	0,0098	0,0056
Bakır (Cu)	mg/L	0,0053	0,0142	0,0120	0,0096	0,0059	0,0043	0,0028
Demir (Fe)	mg/L	3,636	0,3717	0,313	0,103	0,095	0,064	0,042
Potasyum (K)	mg/L	49,70	35,06	26,45	18,23	18,23	15,56	0,987
Lityum (Li)	mg/L	0,8907	0,1895	0,1756	0,0982	0,0460	0,0321	0,0156
Magnezyum (Mg)	mg/L	306,3	52,22	49,63	35,72	26,23	19,26	9,531
Mangan (Mn)	mg/L	0,4622	0,0767	0,0647	0,0541	0,0410	0,0315	0,0125
Sodyum (Na)	mg/L	1881,0	720,3	526,10	321,6	216,3	168,5	125,6
Nikel (Ni)	mg/L	0,0543	0,486	0,389	0,196	0,0981	0,0746	0,0513
Kurşun (Pb)	mg/L	0,0029	0,0024	0,0017	0,0012	0,0008	0,0004	0,0001
Selenyum (Se)	mg/L	0,0018	0,0012	0,0010	0,0008	0,0006	0,0002	0,0000
Kalay	mg/L	0,0016	0,0011	0,0007	0,0004	0,0003	0,0002	0,0000
Çinko (Zn)	mg/L	0,0038	0,0869	0,0752	0,0520	0,0325	0,0235	0,0120
Bor (B)	mg/L	0,9857	0,2376	0,216	0,102	0,091	0,076	0,043
Cıva (Hg)	ug/L	0,6060	0,0826	0,0724	0,052	0,034	0,026	0,014
Fosfor (P)	mg/L	29,50	6,600	5,426	3,461	2,197	1,968	1,523



Şekil 4.81. İlkbahar Mevsimi (Mayıs Ayı) Analiz Sonuçları mg/L (Numune Alma Tarihi: 02/05/2014)

Tablo 4.2. Yaz Mevsimi (Temmuz Ayı) Analiz Sonuçları mg/L

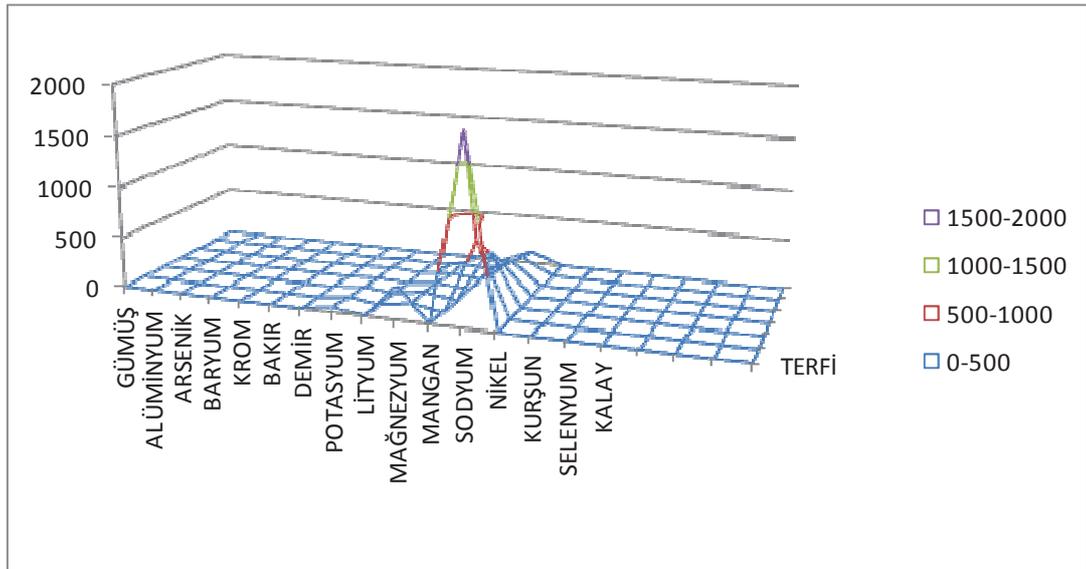
Parametreler	Birim	TERFİ	1. POMPA	2. POMPA	3. POMPA	4. POMPA	5. POMPA	TUZ GÖLÜ GİRİŞİ
pH	-	7,16	8,25	7,96	7,52	7,21	7,14	8,01
İletkenlik	$\mu\text{s}/\text{cm}$	2250	4800	5210	6002	6241	6852	7641
Sıcaklık	$^{\circ}\text{C}$	24,1	23,5	23,8	24,3	23,2	23,7	26,8
Gümüş (Ag)	mg/L	0,0092	0,0052	0,0048	0,0039	0,0028	0,0013	0,0005
Alüminyum (Al)	mg/L	0,203	0,0822	0,0710	0,0492	0,0303	0,0199	0,0092
Arsenik (As)	mg/L	0,0058	0,0022	0,0013	0,0008	0,0006	0,0004	0,0001
Baryum (Ba)	mg/L	0,1386	0,0854	0,0803	0,0542	0,0401	0,0326	0,0202
Krom (Cr)	mg/L	0,0402	0,0302	0,0204	0,0184	0,011	0,0087	0,0048
Bakır (Cu)	mg/L	0,0175	0,0134	0,0114	0,0082	0,0042	0,0035	0,0021
Demir (Fe)	mg/L	2,52	0,326	0,287	0,085	0,071	0,052	0,036
Potasyum (K)	mg/L	41,63	31,25	22,54	16,87	15,23	14,21	0,821
Lityum (Li)	mg/L	0,7126	0,1622	0,1601	0,0951	0,0355	0,03	0,014
Magnezyum (Mg)	mg/L	254,53	47,58	45,32	33,21	22,45	17,52	7,52
Mangan (Mn)	mg/L	0,4221	0,0625	0,0613	0,0521	0,0385	0,0286	0,0101
Sodyum (Na)	mg/L	1652	702,3	486,9	300,2	202,3	145,6	112,3
Nikel (Ni)	mg/L	0,486	0,421	0,365	0,172	0,08265	0,0652	0,0486
Kurşun (Pb)	mg/L	0,0022	0,0018	0,0016	0,0011	0,0007	0,0003	0,0000
Selenyum (Se)	mg/L	0,0015	0,0010	0,0008	0,0007	0,0005	0,0000	0,0000
Kalay	mg/L	0,0014	0,0008	0,0006	0,0003	0,0002	0,0000	0,0000
Çinko (Zn)	mg/L	0,0852	0,0786	0,0721	0,0487	0,0302	0,020	0,009
Bor (B)	mg/L	0,8125	0,203	0,185	0,095	0,082	0,071	0,036
Cıva (Hg)	$\mu\text{g}/\text{L}$	0,486	0,0745	0,0685	0,0512	0,03	0,02	0,009
Fosfor (P)	mg/L	25,46	5,89	4,75	3,21	1,96	1,91	1,72



Şekil 4.82. Yaz Mevsimi (Temmuz Ayı) Analiz Sonuçları mg/L (Numune Alma Tarihi: 08/07/2014)

Tablo 4.3. Sonbahar Mevsimi (Ekim Ayı) Analiz Sonuçları mg/L

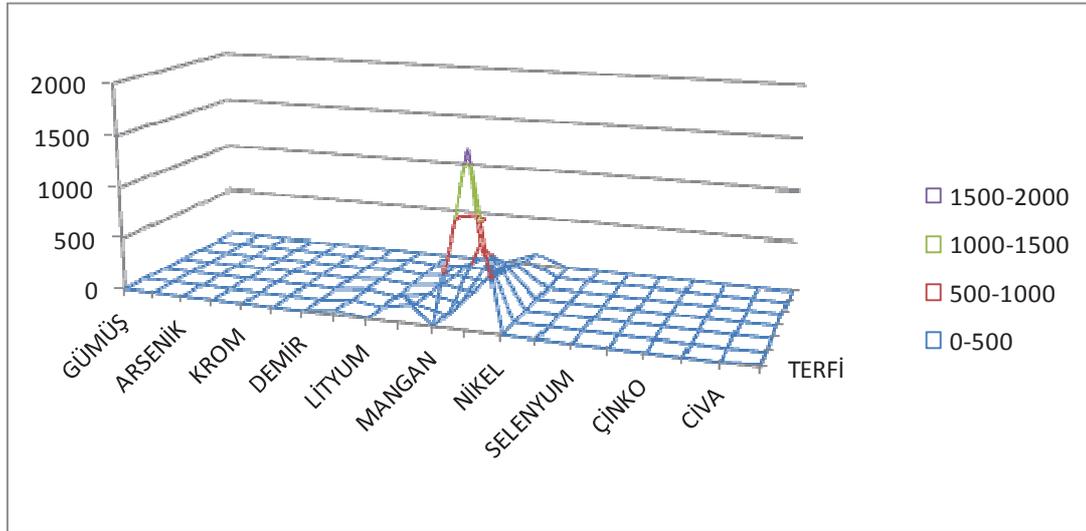
Parametreler	Birim	TERFİ	1. POMPA	2. POMPA	3. POMPA	4. POMPA	5. POMPA	TUZ GÖLÜ GİRİŞİ
pH	-	7,14	7,52	7,68	7,83	7,21	7,13	7,86
İletkenlik	us/cm	2480	3150	3201	4350	4682	4836	5982
Sıcaklık	°C	21,3	20,4	20,8	21,5	21,9	20,4	21,6
Gümüş (Ag)	mg/L	0,0121	0,0075	0,0063	0,0047	0,0038	0,0021	0,0015
Alüminyum (Al)	mg/L	0,3654	0,0921	0,0789	0,0621	0,0412	0,0352	0,0296
Arsenik (As)	mg/L	0,0078	0,0047	0,0036	0,0024	0,0018	0,0011	0,0009
Baryum (Ba)	mg/L	0,185	0,123	0,099	0,0852	0,0712	0,0623	0,0421
Krom (Cr)	mg/L	0,0596	0,0452	0,0386	0,0268	0,0225	0,0185	0,0162
Bakır (Cu)	mg/L	0,0256	0,0185	0,0162	0,0148	0,0113	0,0098	0,0065
Demir (Fe)	mg/L	4,2	0,39	0,36	0,285	0,121	0,087	0,065
Potasyum (K)	mg/L	52,32	44,71	31,23	25,82	21,54	19,6	1,21
Lityum (Li)	mg/L	1,21	0,4256	0,382	0,221	0,131	0,092	0,052
Magnezyum (Mg)	mg/L	321,2	60,21	52,32	48,21	30,13	24,74	9,91
Mangan (Mn)	mg/L	0,52	0,09	0,08	0,07	0,062	0,054	0,023
Sodyum (Na)	mg/L	1814	725,3	541	356	287,3	194,53	174,21
Nikel (Ni)	mg/L	0,65	0,53	0,42	0,26	0,14	0,096	0,071
Kurşun (Pb)	mg/L	0,0036	0,0031	0,0022	0,0018	0,0011	0,0009	0,0007
Selenyum (Se)	mg/L	0,0021	0,0014	0,0011	0,0009	0,0008	0,0006	0,0002
Kalay	mg/L	0,0017	0,0014	0,0011	0,0009	0,0007	0,0005	0,0001
Çinko (Zn)	mg/L	0,092	0,0869	0,075	0,051	0,034	0,028	0,019
Bor (B)	mg/L	1,21	0,98	0,72	0,32	0,14	0,09	0,05
Cıva (Hg)	µg/L	0,74	0,0921	0,0812	0,067	0,052	0,041	0,022
Fosfor (P)	mg/L	31	7,54	6,12	4,98	3,21	2,36	1,86



Şekil 4.83. Sonbahar Mevsimi (Ekim Ayı) Analiz Sonuçları (Numune Alma Tarihi: 14/10/2014)

Tablo 4.4. Kış Mevsimi (Aralık Ayı) Analiz Sonuçları mg/L

Parametreler	Birim	TERFİ	1. POMPA	2. POMPA	3. POMPA	4. POMPA	5. POMPA	TUZ GÖLÜ GİRİŞİ
pH	-	6,98	7,01	7,25	6,99	7,12	7,44	7,68
İletkenlik	µs/cm	2850	3141	3586	3836	3921	4175	4231
Sıcaklık	°C	19,2	18,4	16,5	16,8	17,1	17,3	17,7
Gümüş (Ag)	mg/L	0,0091	0,005	0,0046	0,0032	0,0031	0,0012	0,0006
Alüminyum (Al)	mg/L	0,2	0,0813	0,0745	0,0452	0,0312	0,0185	0,009
Arsenik (As)	mg/L	0,0057	0,0023	0,0012	0,0008	0,0006	0,0003	0,0001
Baryum (Ba)	mg/L	0,13	0,0901	0,0889	0,0652	0,0502	0,0412	0,0236
Krom (Cr)	mg/L	0,0389	0,0291	0,0212	0,0192	0,0123	0,0079	0,0013
Bakır (Cu)	mg/L	0,0187	0,0125	0,0105	0,0085	0,0053	0,0028	0,0016
Demir (Fe)	mg/L	2,71	0,36	0,31	0,25	0,16	0,12	0,09
Potasyum (K)	mg/L	40,28	34,36	27,63	24,32	19,16	17,25	1,68
Lityum (Li)	mg/L	0,6165	0,1134	0,096	0,0943	0,0485	0,0301	0,0102
Magnezyum (Mg)	mg/L	278,45	68,54	55,42	37,23	27,31	16,41	6,28
Mangan (Mn)	mg/L	0,5029	0,0856	0,0589	0,0423	0,0347	0,0291	0,0147
Sodyum (Na)	mg/L	1530	702,3	486,9	300,2	202,3	145,6	112,3
Nikel (Ni)	mg/L	0,472	0,416	0,363	0,209	0,06549	0,0496	0,0443
Kurşun (Pb)	mg/L	0,0038	0,0019	0,0013	0,00102	0,0005	0,0001	0,0000
Selenyum (Se)	mg/L	0,0014	0,0009	0,0007	0,0005	0,00043	0,0000	0,0000
Kalay	mg/L	0,0015	0,0008	0,0005	0,00031	0,00014	0,0000	0,0000
Çinko (Zn)	mg/L	0,083	0,0758	0,0719	0,0523	0,0286	0,032	0,0083
Bor (B)	mg/L	0,813	0,22	0,184	0,095	0,082	0,071	0,036
Cıva (Hg)	µg/L	0,475	0,0736	0,0673	0,0459	0,03	0,01	0,008
Fosfor (P)	mg/L	22,85	7,01	5,63	3,19	1,87	1,77	1,51



Şekil 4.84. Kış Mevsimi (Aralık Ayı) Analiz Sonuçları (Numune Alma Tarihi: 12/12/2014)

İlkbahar, yaz, sonbahar, kış mevsimlerine ait ağır metal konsantrasyonları yapılan analizler sonucunda Tablo 4.1, Tablo 4.2, Tablo 4.3, Tablo 4.4'deki gibi ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar Tablo 2.6'da öngörülen atıksu kriterleri ile karşılaştırıldığında bu değerlerin çok altında olduğu görülmektedir. TSE, WHO, ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından Tablo 2.4.'de öngörülen değerler ile karşılaştırıldığında sonuçların bu değerlerin altında olduğu görülmektedir.

5. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan analiz çalışmalarının grafiksel dağılımlarını incelediğimiz zaman; özellikle arsenik, baryum, krom, bakır, nikel, kurşun, kalay ve bor parametrelerinin; sonbahar döneminde, diğer mevsimlerden farklı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İlkbahar, yaz ve kış dönemlerindeki ağır metal konsantrasyonlarının genel olarak birbirine yakın olduğu da yapılan tespitler arasındadır. Ancak, analiz sonuçlarının genel değerlendirmesini yapacak olursak, tüm ağır metal konsantrasyonlarının ‘Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği’nde belirtilen sınır değerlerin oldukça altında kaldığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışma esnasında alınan su numuneleri ve analiz sonuçlarının genel olarak değerlendirmesi yapılacak olursa;

Bugüne kadar konu ile ilgili yapılan çalışmalarda (tez, bülten vb) Konya İlinden kaynaklanan atıksuların, D.S.İ. sulama kanalı vasıtasıyla Tuz Gölü’ne kadar ulaştığı, dolayısı ile suda bulunan ağır metal konsantrasyonlarının da Tuz Gölünde ağır metal kirliliğine neden olduğu belirtilmektedir. Ayrıca yapılan bu çalışmalarda; araştırmacılar Konya ovasının tahıl üretiminde önemli yer tutması, kanal civarında bulunan tarlaların çiftçiler tarafından kanalsuyu kullanılarak sulamaları ağır metaller açısından tehlikeli sonuçlar doğuracağı için atıksu arıtma tesisi yapılması sonucuna varmışlardır.

Konya kenti atık suyu ile ilgili olarak arıtma tesisinin inşası ve işletilmesi işi Konya Büyükşehir Belediyesi KOSKİ Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmüştür. Tesis 2010 yılında tam kapasite işletmeye alınmıştır. Şehrimiz atıksuları bu tarihe kadar Aslım Bataklığına dökülmekle birlikte kanalın açılması ile Konya'nın kapalı bir havza olmasından ve başka bir deşarj noktasının olmamasından dolayı Ana tahliye Kanalına bağlanmıştır.

KOSKİ Genel Müdürlüğü tarafından yapımı tamamlanan ve işletmeye alınan Konya Atıksu Arıtma Tesisi'nin işletmeye alınmasından sonra, D.S.İ. Kanalına verilen atıksularda ciddi bir kalite artışı olduğu yapılan bu çalışma ile tespit edilmiştir.

Konya’da faaliyet göstermekte olan ve atıksu miktarı yüksek olan; Çumra Şeker Fabrikası, Konya Şeker Fabrikası, Konya Organize Sanayi vb. tesislerden kaynaklanan atıksular, kendi Atıksu Arıtma tesislerinde işlem görüp arıtıldıktan sonra deşarj edildiği için D.S.İ. kanalı ile Tuz Gölü’ne ulaşan atıksuların kalitesinde ciddi artışlarının olduğu yapılan bu çalışma ile tespit edilmiştir. Bunun dışında Konya organize sanayi bölgesinin de kendine

ait bir arıtma ünitesinin olması, fabrikalarında bireysel olarak sıkı kontrollerden geçirilmeleri ve bireysel arıtma yapmaları atık suyun kalitesini artırmıştır.

Konya kanalizasyonuna atık veren sanayi tesisleri, kamu ve özel sektör kuruluşları, askeri hava alanı ile askeri araçların tamir ve bakımının yapıldığı tesisler dışında atıkların önemli bir kısmını evsel atıkların oluşturması Konya atık su kanalının önemini ve faydasını artırmıştır. Yapılan analiz ve incelemeler sonucunda; Konya ilinden kaynaklanan atıksuların Tuz Gölü'ne ağır metal kirliliği oluşturması mümkün gözükmemektedir. Kanal suyunun tarımsal amaçlı kullanılmasında da bir sorun görülmemektedir keza Konya Büyükşehir Belediyesi arıtılmış kanal suyunu yeşil alanların sulamasında kullanmayı amaçlamaktadır.

Bugüne kadar Tuz Gölü kirliliğinde yegâne unsur Konya atıksuları olarak görülmekle birlikte Tuz Gölü Entegre Çevre Projesi Fizibilite çalışmasında da ortaya konulduğu üzere aşağıda belirtilen diğer unsurlarının da Tuz Gölü'ne önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Tuz Gölünü etkileyen diğer faktörleri inceleyecek olursak bundan sonraki çalışmalar bu sorunların giderilmesi ve iyileştirilmesi yönünde olmalıdır.

Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Tuz gölü giderek kirlenmekte, kurumakta ve tarımsal üretim açısından olumsuz koşulları barındırır hale gelmektedir. Tuz Gölü'nde meydana gelen değişimler öncelikle göl yakınında, kenarındaki yerleşimleri hem çevresel hem de ekonomik boyutlarıyla etkilemektedir. Tuz Gölü'nde son yıllarda meydana gelen değişimler aşağıda belirtilmiştir.

Kuraklığın artması ve yağmur suyunun azalması göldeki su seviyesini azaltmaktadır. Kuraklık ile sulama suyu kaynakları azaldığı için üreticiler yer altı su kaynaklarına daha fazla yönelmekte bu da su seviyesinin azalmasına neden olmaktadır. Kaçak kuyuların artması nedeniyle göl kurumaktadır. Konya ve Aksaray illerinden gelen atıklar nedeniyle göl kirlenmektedir. Gölün etrafındaki sanayi kuruluşları göle daha fazla atık bırakmaktadır. Gölün çevresinde yapılan bilinçsiz tarım çoraklaşmayı arttırmaktadır. Gölü besleyen dereler ve ırmaklardan gelen suların azalması söz konusu olunca su azalması başlamıştır.

Tuz Gölü giderek elden çıkmaktadır. Plansız, katılımcı olmayan yanlış kullanımlar, çevresel etkiler, klimatolojik olaylar giderek Tuz Gölü'nün niteliklerini yitirmesine neden olmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda alınabilecek önlemler aşağıda belirtilmiştir;

Öncelikle, “gerçekten Tuz Gölü’nü korumak ve yaşatmak istiyor muyuz?”, sorusuna bireysel, kurumsal, toplumsal temelde yanıt aramak ve bundaki kararlılığı ortaya koymak gerekmektedir.

Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Alanı (ÖÇKA) olarak kabul edilmesine rağmen, bu olgu Tuz Gölü’nün yaşadığı olumsuzlukları gidermede yetersiz kalmaktadır. Bu ise, ilde konuşlanması gereken ÖÇKA biriminin Ankara’dan işleri idare etmeye çalışması, kurumsal ve personel açısından kapasite eksikliği ile mali sorunlar Tuz Gölü’nü sahipsizleştirmiştir.

Tuz Gölü açısından sorun analizlerinin yapılarak, sorun önceliklerinin belirlenmesi ve bundan hareketle çözüm stratejileri geliştirilmesi ve kamusal/kurumsal görev alanlarının belirlenerek hemen uygulamaya aktarılması önem taşımaktadır. Süreçte “ulusal politikaların” belirlenerek “kararlılık gösterilmesi” konuya verilen önem açısından önemli bir girişim olacaktır.

Tuz Gölü için önemli çözüm yaklaşımlarından birisi, özellikle sulu tarımda bulunan ve Tuz Gölü’nden yararlanan çiftçilere özgü olarak “yöresel destek” mekanizmalarının geliştirilmesi, ekonomik uygunluğu olan ve az su isteyen koşullarda yetişebilen bitkisel ürünlerin araştırılarak teşvik edilmesi önem taşımaktadır. Diğer yandan Havza genelinde örnek olabilecek yeraltı su kullanımı, damlama sulama, alternatif ürün deseni ve örgütlenmiş pazar yapısına ilişkin araştırmalar, bölgede su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından gerek duyulan konu alanları olarak belirlemektedir.

Su kullanımına yönelik tasarruf kampanyalarında bulunmak ve kamuoyu tabanını genişleterek duyarlılık yaratmak, gelecek açısından önemli birer çözüm girişimi olabilir.

Çevre kirletici bireylere, kurumlara, işletmelere yönelik yasal yaptırımların düzenlenmesi ve bunun ayrıcalıklı olarak uygulanması önem taşımaktadır. Bu, aynı zamanda “kirleten öder” yaklaşımı olarak kabul edilmelidir.

Tuz Gölü’ne yönelik ekonomik, çevresel, kültürel ve sosyolojik konuları ve öncelikleri içeren proje konularının belirlenerek bunların uygulanmasına ve izlenmesine yönelik kurumsal altyapısının oluşturulması gereklilik göstermektedir. Bunun için de Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü’nün’ yerinde, katılımcı, yerel destekli çalışma planlarını oluşturarak, bunları uygulamaya aktarması önemli bir girişim olacaktır.

Tuz Gölü ile öncelikle doğrudan bağlantılı yerleşim yerlerinin ortaya çıkardıkları sorunların ve etkilerinin belirlenerek, yerleşimlere yönelik “yerleşim planlamasını”,

“altyapı durumu ve sorunlarını” irdeleyecek “master planlarının” hazırlanması önem taşımaktadır. Bu özellikle büyük kentsel yerleşimler açısından önemlidir.

Yöresel düzeyde yanlış tarım uygulamalarının incelenerek bunun sosyo-ekonomik nedenlerinin ortaya çıkarılması ve buna yönelik çözümlerinin geliştirilmesi önemlidir. Bunun için alt havzalar düzeyinde çalışmalara başlanmalıdır.

Havza düzeyinde su ve toprak kullanımına yönelik kısa, orta ve uzun vadeli kullanım planları yereldeki tüm paydaşların karar alma ve uygulama süreçlerine aktif katılımlarıyla oluşturulmalıdır.

Yörede kaçak su kullanımına yönelik girişimlerin giderilmesi için, “izleme ve bilgilendirme birimleri” oluşturulmalıdır. Bu konuda çiftçilere yönelik eğitim çalışmalarında bulunulması ve bilinçlendirilmesi, çiftçiler arasında oto kontrolün sağlanması, kaçak su kullanımını azaltmada önemli bir girişim olabilecektir.

Kurumlar arası iletişimin güçlendirilmesi, varsa yetki kargaşasının giderilmesi ve etkin çalışma koşullarının oluşturulmasına yönelik yapılanmalara gidilmesi tamamlanmalıdır. Ayrıca, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü’nün tarımla ilgili kurum ve kuruluşlarla eşgüdümü olarak çalışmalar yapması önem taşımaktadır. Çevre konusunda eğitim verecek özellikle “gönüllü kuruluşlar” düzeyindeki girişimleri desteklemek önem taşımaktadır. Özellikle, yereldeki Sivil Toplum Kuruluşları (STK) desteklenmelidir.

Tarımsal üretimde girdi kullanım düzeyinin nitel ve nicel açılardan belirlenerek, mevcut durumu ortaya koymak, yanlışları belirlemek ve bunun çözümüne yönelik öneriler geliştirmek önem taşımaktadır. Özellikle, bu durumun Tuz Gölü’nü nasıl etkilediğini belirlemek önem taşımaktadır.

Tuz Gölü’nü korumaya ve olumsuz etkileri belirlemeye, ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar konusunda araştırma yapmak ve bunun sonuçlarını tartışmaya açmak, geleceğe ait planlama yapmak açısından önemlidir.

Şekerpancarı ve çok su gerektiren diğer ürünlere yönelik alternatif ürün çalışmalarına devam edilmelidir. Bundan hareketle, suyu daha az tüketen ve daha optimal kullanan tarımsal ürünlerin ekonomik açıdan eşdeğerini sağlayabilmek için “telafi edici fiyat desteği” politikası uygulanabilir.

Yörede bölgenin ekolojik özelliklerine ve yapısına uygun organik tarımsal üretimi ön plana çıkartacak potansiyel çalışmaların yapılması, model geliştirilmesi, çiftçilerin ilgisinin

çekilmesi ve bilgilendirilmesi su kaynaklarının optimal kullanımı açısından önemli bir girişim olacaktır.

Yörede hayvansal üretime yönelik çalışmalarda mera kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına ve yönetimine özen gösterilmelidir.

Yörede yürütülen ve yürütülecek olan tüm tarımsal faaliyetlerde, projelerde yaban hayatın korunmasına yönelik bilinçlendirme ve bu konuda kamuoyu yaratma çalışmaları ekolojik sistemin korunması açısından önem taşımaktadır.

Alanda tarımsal faaliyetlerde suyu ekonomik kullanan sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla, damla sulama sisteminin kullanımı desteklenmelidir. Bununla ilgili olarak, Devlet mevcut destekleme sistemlerine damla sulama sistemlerini yaygınlaştırıcı ve özendirici önlemleri de geliştirebilir.

Yeraltı su kaynaklarının tarımsal amaçlarla kullanımına yönelik sınırlamalar getirilebilir. Örneğin, belli bir derinlikten aşağıdaki yeraltı suyunun kullanımının kontrol altına alınması ya da bu amaçla caydırıcı yasal önlemlere başvurulabilir.

Konunun sosyal, ekonomik, tarımsal, ekolojik, kültürel boyutlarını derinlemesine incelemek için gereğinde mevcut durumun zayıf, güçlü, olanaklarını ve tehlike boyutlarını ortaya koyabilecek detaylı GZOT (Güçlü Yönler- Zayıf Yönler, Olanaklar ve Tehditler) analizlerinin yapılması gereklilik göstermektedir.

KAYNAKÇA

1. Karataş, M., "Konya ana tahliye kanalında ağır metallerin incelenmesi bitki ve topraktaki birikimlerinin tespiti", *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.1-3, Konya, 2004.
2. Karataş, M., Güler, E., Dursun, Ş., Özdemir C., Argun M.E., " Konya ana tahliye kanalının çengilli bölgesi tarım topraklarında ve buğdayda Cu, Cr, Ni ve Pb derişimlerinin belirlenmesi", *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 29, 91-99, 2007.
3. Kayhan, F.E., Muşlu M.N., Koç, N.D., "Bazı ağır metallerin sucul organizmalar üzerinde yarattığı stres ve biyolojik yanıtlar", *Journal of Fisheries Sciences*, 3(2), 153-154, 2009.
4. Yıldız S. , "Konya ana tahliye kanalında ağır metal kirliliğinin İcp- Aes tekniği ile incelenmesi", *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, s.4-6, Konya, 2004.
- 5.İnternet:Düzce İl Çevre ve Orman Müdürlüğü "Su Kirliliği", [duzce.ormansu.gov.tr/Duzce/Anasayfa/CYCED Sube Mudurlugu/sukirliligiraspx?sflang=tr](http://duzce.ormansu.gov.tr/Duzce/Anasayfa/CYCED%20Sube%20Mudurlugu/sukirliligiraspx?sflang=tr)
6. Erçal, E., "Kuzey Kıbrıs Güzelyurt, Girne ve Magusa körfezlerinde ağır metal kirliliğinin izlenmesi", *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.5, İstanbul, 2007.
- 7.İnternet:Endüstriyel Kirlenme Kontrolü, web.deu.edu.tr/atıksu/ana58/bolum14pdf
8. Topbaş, M.T., Brohi A.R., Karaman, M.R., "Çevre Kirliliği", *T.C. Çevre Bakanlığı, Ankara*, 1998.
9. Anonim, İnsan Sağlığını Etkileyebilecek Unsurlar Konusunda Türk Tabipler Birliği Görüşü, 2000.
10. Yelson, M., "İnsan biyokimyası", *İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı*, İstanbul,1984.
11. Brayn, G.W., "The Effect of Heavy Metals on Marine and Easturoine Organisms Proc. R. Soc. Cond., s. 120-140, 1971.
12. Eckenfelder, W.W., *Industrial Water Pollution Control McGraw-Hill International Editions*, New York, 1989.
13. Asri, F.Ö., Sönmez, S., "Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri", *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü*, s.37, Antalya, 2006.
14. Solomons, N.W., "Competitive Mineral Interaction in The Intestine", *Nutritional Bioavailability of zinc, Am.Chem.Soc.*, Washington, DC.,147-271p.,1983

15. Derrell, R.V., "Trace Elements in Human Nutrition, Micronutriens in Agriculture", *SSSA Book Series 4*, USA, 1991.
16. Miller, E.R., Xingen, L. and Ullrey, D.E., "Trace Elements in Animal Nutrition, Micronutriens in Agriculture", *SSSA Book Series 4*, USA, 1991.
17. Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., "Metallerin Çevresel Etkileri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 2007.(erişim adresi:www.metalurji.org.tr/dergi136/d136-4753.pdf)
18. Patterson, J.W., "Wastewater Treatment'2, *Science Publishen Inc.* New York, USA, 1977.
19. Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., "Toprak Bilimi ", *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 73*, Ders Kitapları Yayın No.16, Adana, 1995.
20. İnternet: Saf Boraks, "2013 Bor nedir kullanım alanları",
www.boraks.gen.tr/bor-nedir-kullanım-alanları-lkdt56.html
21. Başkan, B.M., Atalay, N., "İçme ve sulama sularında bor kirliliği ve bor giderme yöntemleri", *Pamukkale Üniversitesi Mühendis Bilimi Dergisi Cilt 20*, 3, s.78-84, 2014.
22. Karaömerlioğlu, B., " Medicago sativa L. ve Vicia Sativa L. bitkileri kullanılarak topraktan bor gideriminin araştırılması", *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 2011.
23. Uygan, D. ve Çetin, Ö., "Borun tarımsal ve çevresel etkileri Seydisuyu toplama havzası", *Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü, Su Yönetmeliği Bölümü*, Eskişehir, 2004.
24. FAO, "Water Quality for Agriculture", *Irring And Drainage Paper 29*, Pome 81, 1976.
25. Baykut, F., Aydın, A., Baykut, S., "Çevra Sorunları ve Korunma", *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, s.131-143, İstanbul, 1987.
26. Dürüst, N., Dürüst, Y., Tuğrul, D., Zengin, M., "Heavy Metal Contents Pinus Radiata Trees of İzmit, *Asian Journal Of Chemistry*, Vol. 16, No. 12, s. 1129-1134, 2004.
27. İnternet: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, "Madenlerin Kullanım Alanları"
www.mta.gov.tr
28. Şener, Ş. "Çevre için jeoloji; Ağır metallerin çevresel etkileri", *Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, SDUGEO e-dergi*, 2007.
29. Emre, M., "Nikelli ve Nikelsiz Altın alaşımların geniş bir bileşim aralığında fiziksel, kimyasal, mekanik ve alerjen özelliklerinin belirlenmesi", *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, 2000.

30. İnternet: "Endüstriyel Kirlenme Kontrolü"
web.deu.edu.tr/atıksu/ana58/bolum14pdf
31. Aşçı, Y., Kaya, Ş., "Amberlit 200-C iyon deşitirici reçineye Co(II) iyonlarının iyon değişim kinetiği", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü*, Eskişehir, 2008, Proje no: 200815001
32. Rether, A., Entwicklung und Charakterisierung Wasserlöslicher Benzoylthioharnstoffunktionalisierter Polymere zur Selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwassern und Prozesslösungen", *Münih Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi*, Münih, 2002.
33. Hu, H., "Exposure to metals", *Occupational and Environmental Medicine*, 27:983-996, 2000.
34. Kalay, M., Karataş, S., "Kadmiyum Tilapia nilotica'da kas, beyin ve kemik (omurga kemiği) dokularındaki birikimi", *Turkish Journal of Zoology*, 23: 985-991, 1999.
35. Balkıs, N., Algan, O., "Marmara Denizi yüzey sedimentlerinde metallerin birikimi ve denetleyen mekanizmalar", *Deniz Kirliliği*, 21, TÜDAV Yayınları, İstanbul, 2005.
36. Yazkan, M., Özdemir, F., Gölükçü, M., "Cu, Zn, Pb and Cd contents in some molluscs and crustacean in the Gulf of Antalya", *Turkish Journal of Veterinary and animal Sciences*, 28: 95-100, 2004.
37. Olviks, P.A., Gudersen, P., Andersen, R.A., Zachariassen, K.E., "Metal accumulation and MT in Brown Trout Salmo trutta, from two Norwegian rivers differently contaminated with Cd, Cu and Zn", *Comparative Biochemistry and Physiology*, 128: 381-385, 2001.
38. Şener, S., Yıldırım, M., "Veteriner Toksikoloji", Teknik Yayıncılık, İstanbul, 2000. Kayhan, F.E., "Mercury levels of Mediterranean mussels (Mytilus galloprovincialis) from Bosphorus", *Journal of Biological Sciences*, İstanbul, 7:369-373, 2007.
39. Yağmur, F., Hancı, H., "Arsenik", *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*", 11:250-251, 2002.
40. Dons, C., Beck, P.A., "Priority hazardous substances in Norway. Norwegian State Pollution Control Reports", *Norway*, 93: 22-115, 1993.
41. Sağlamtimur, B., Cıık, B., Erdem, C., "Effects of different concentrations of Cu alone and Cu+Cd mixture on the accumulation of Cu in the gill, liver, kidney and muscle tissues of Oreochromis niloticus", *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, Turkish*, 27:813-820, 2003.

42. Dönmez, A.E., Kalay, M., Özkan, F., Koyuncu, C.E., ‘‘FMC ve malamat yeşili sağaltım dozlarının *Oreochromis niloticus*’un bazı kan parametrelerinde meydana getirdiği değişimler’’ *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 28: 61-64, İzmir, 2006.
43. Kayhan F. E., Muşlu,M.N., Koç, N.D., ‘‘Bazı Ağır Metallerin Sucul Organizmalar Altında Yarattığı Stres Ve Biyolojik Yanıtlar’’, Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, *Derleme makalesi*, 3(2):153-162, İstanbul, 2009.
44. Argese, E.C., Bettiol, C., Rigo, s.,Bertini, S., Colomban, P.,Ghetti, F., ‘‘Distribution of arsenic compound in *Mytilus gallaprovincialis* of the Venice Lagoon, *Science of the Total Environment*, 15:267-277, Italy, 2005.
45. Gilderhaus, P.A., Some effects of sublethal concentrations of sodium arsenite on bluegills and the aquatic environment, *Transactions of the American Fisheries Society*, 95: 289-296. 1966.
46. Sangalang, G.B., O’Halloran M.J., Cadmium-induced testicular injury and alterations of androgen synthesis in brook trout. *Nature*, 240: 470-471, 1972.
47. Sangalang, G.B., Freeman, H.C., Effects of sublethal Cd on maturation and testosterone 11-ketsterone production in vivo in brook trout, *Biology of Reproduction*, 11:429-435, 1974.
48. Houston, A.H., Keen. J.E., Cadmium inhibition of erythropoiesis in Goldfish (*Carassius auratus*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41: 18-34, 1984.
49. Koyana, J., Ozaki. Y., Hematological changes of fish exposed to low concentrations of cadmium in the wate, *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* , 50:199-203, 1984.
50. Katti, S.R., Sathyanesan, A.G., Chronic effects of lead and cadmium on the testes of the catfish *Clarias batrachus*, *Environment and Ecology*, 3: 596-599, 1985.
51. Larsson, A., Haux., M.L., Sjöbeck. S., Fish physiology and metal pollution: Results and experiences from laboratory and field studies, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 9: 250-281, 1985.
52. Lowe-Jinde, L., Nimi. A.J., Hematological characteristics of Rainbow trout *Salmo gairdneri* in response to cadmium exposure, *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 37: 375-381, 1986.

53. Varlık, B., Investigation of effects of some heavy metal (Cd-Pb) to the different development stages of *Mytilus galloprovincialis*, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 1991.
54. Kirubakaran, R., Joy, K.P., Toxic effects of mercury on testicular activity in the freshwater teleost, *Clarias batrachus*, *Journal of Fish Biology*, 41: 305-315, 1992.
55. De Conto Cinier, C., Ramel., M.P. Faure., R. Garin D., Bouvet, Y., Kinetics of Cd accumulation and elimination in Carp (*Cyprinus carpio*) tissues, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 122: 345-352, 1999.
56. Egemen, Ö., Sunlu, U., Su Kalitesi. Ege Üniversitesi, *Su Ürünleri Fakültesi Yayınları 14, Ege Üniversitesi Basımevi*, İzmir, 2003
57. Atamanalp, M., Bayır, A. Sirkecioğlu, A.N. Cengiz, M., (2003), The effects of sublethal doses a disinfectant (Malachite Green) on blood parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23: 177-187.
58. Katalay, S., Parlak. H., The effects of cadmium on erythrocyte structure of Black goby (*Gobius niger* L.1758). *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 21: 99-102, 2004.
59. Karataş, S., Erdem, C., Cicik, B., (2005), Kadmiyumun *Cyprinus carpio* 'da serum aspartat aminotransferaz, alanin aminotransferaz ve glukoz düzeyi üzerine etkileri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 14: 18-23.
60. Arslan, M., Karaytuğ., S., Cicik, B., Bakırın *Clarias lazera* 'da doku glikojen ve serum glikoz düzeyi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*. 23:23-27, 2006.
61. Wadaan, M.A.M., (2005), Heavy Metal Cadmium and its Implication on the Developmental Stages and Abnormalities in Freshwater Snail *Lymnaea auricularia* (Lymnaeidae: Gastropoda) from Al-Hasa, the Eastern Province of Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8: 785-789.
62. Yilmaz, A., Yilmaz, L., "Influences of Sex and Seasons on Levels of Heavy Metals in Tissues of Green Tiger Shrimp *Penaeus semisulcatus* De Hann, 1844", *Food Chemistry*, 101(4): 1664-1669, 2007.
63. İnternet: hastaneciyiz.blogspot.com.tr/2010/11/agir-metaller-ve-sagliga-etkileri.html.
64. Pescod, M.B., "Wastewater Treatment and use in Agriculture, *Immigation and Drainage Paper*, No-47, FAO, Rome 125p.

65. Kukul, Y.S., Ayben, D., Çalışkan, Ü., Anaç, S., ‘2Aritılmış atık suların tarımda kullanılması ve insan sağlığı yönünden riskler’, *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(3): 101-116 ISSN 1018-8854, İzmir, 2007.
66. İnternet: Prof.Dr.Öztürk, M., ‘İyon değiştiricilerle ağır metal giderimi’, TBMM Çevre Komisyonu Başkan Vekili, 2010.
İnternet: www.cevremuhendisleri.net
67. Su Kirliliği Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 31.12.2004 Resmi Gazete Sayısı: 25687.
68. Yıldız, S., Namal, O.Ö., Çekim, M., ‘Atık su arıtma teknolojilerindeki tarihsel gelişimler’, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, c1, s1, 56-57, Konya, 2013.
69. İnternet: www.mmo.org.tr/resimler/dosya-ekler7d16d00201083a2-ek.pdf?dergi=142
‘Atıksu arıtma yöntemleri’
70. Prof.Dr.Güler, Ç., ‘Su Kalitesi’, TC Sağlık Bakanlığı Temel sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dergisi*, No:43, Ankara, 1997.
71. T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı, Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı Çalışması, Konya, 2007.
72. D.S.İ. 4. Bölge Müdürlüğü Projeleri, Tuz Gölü Raporu, Konya, 2014.
73. T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı D.S.İ. Genel Müdürlüğü 4. Bölge Müdürlüğü, Tuz Gölü Kirliliği, Konya, 1998.
74. T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı D.S.İ. Genel Müdürlüğü 4. Bölge Müdürlüğü, Tuz Gölü Ve Çevre Sorunları, Konya, 2001.
75. D.S.İ. 4. Bölge Müdürlüğü Projeleri, Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi, Konya, 2005.
76. İnternet: <http://www.tbmm.gov.tr/tutanak/donem22/yil2/bas/b006m.htm>, TBMM Tutanak Dergisi, 6nci birleşim, Ankara, 2003.
77. İnternet: www.koski.gov.tr.
Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi
78. İnternet: www.kos.gov.tr.
Konya Organize Sanayi Bölgesi
79. Konya Şeker San. Ve Tic. A.Ş.-Çumra Şeker Fabrikası Entegre Yağ Üretim Tesisi Nihai Çevresel Etki Değerlendirme Raporu, 2014.

80. Özdemir C., Konya Ana Tahliye Kanalında Kirlilik Araştırması Ve Klorlu Alifatiklerin Belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Konya, 1998.
81. Büyükyıldız M. , ‘‘Kum Ve Çakıl Filtre Modelleri İle Konya Ana Tahliye Su Kanallarının Arıtılması’’, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Konya, 1997.
82. Aydın, M.E., Özcan, S., Sarı, S., ‘‘Konya Ana tahliye kanalında su ve sedimentte organoklorlu pestisitler (OCPs), Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, *V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, s.113-125, Konya, 2002.
83. Kav, M.F., ‘‘Adana organize sanayi bölgesi atıksu arıtma tesisi çıkış sularının ileri arıtma yöntemleri (fizikokimyasal yöntemler; pıhtılaşma-yumaklaştırma+perlit filtrasyon) kullanılarak tekstil endüstrisinde proses suyu olarak geri kazanabilirliğinin araştırılması’’, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 2011.
84. İnternet: www.kso.org.tr
Konya Sanayi Odası
85. *DSİ. 4. Bölge Müdürlüğü*, Konya Ana Tahliye Kanalının Önemi ve Tuz Gölüne Etkileri, Konya, 1989.
86. United States Environmental Protection Agency, EPA 200.7 Standardı (Determination Of Metals And Trace Elements İn Water And Wastes By Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry, 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Zehra CEYLAN Konya’da doğdu. İlköğrenimini Konya Hazım Uluşahin İlköğretim okulunda, orta öğrenimimi Konya Kız Ortaokulunda, lise öğrenimimi Atatürk Kız Lisesinde tamamladı. 1997 yılında Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden mezun oldu. 1993-1997 yılları arasında Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesinde Öğretmenlik Meslek Bilgisi eğitimi aldı. Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Maliye Bölümünü 2009 yılında tamamladı. Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümünden 2012 yılında mezun oldu. Türk Dış Ticaret Vakfı Dış Ticaret Uzmanlığı eğitimi ve Kosgeb - Tübitak Arge Proje Hazırlama eğitimi aldı. 2005-2009 yılları arasında Herkes İçin Spor Federasyonu Herkes İçin Spor İl Temsilciliği yaptı. Ayrıca Türkiye Sigarayla Savaş Derneği Konya Şube Başkanı, Konya Sağlık Müdürlüğü İl Tütün Kontrol Kurulu yönetim kurulu üyesi, Türk Anneler Derneği üyesi, Kikad (Konya İş Kadınları Derneği) üyesi, TOBB Konya İli Kadın Girişimci kurulu üyesi, KADEM üyesi olarak çeşitli sivil toplum kuruluşlarında görev yapmaktadır. Sanayi sektöründe üretim ve ihracat üzerine faaliyet gösteren özel bir şirkette yöneticilik ile Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı B sınıfı iş sağlığı ve güvenliği uzmanı olarak görev yapmaktadır.

Adres: KOS Bölgesi Evrenköy Caddesi No:25 42050 Konya

Telefon: 0 332 3422222

e-posta: zehra@ozceylanlar.com.tr