



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA HAVZASI YÜZEYSEL SU
KAYNAKLARININ AĞIR METAL KİRLİLİĞİ
YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Şeyma UÇAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Ağustos-2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Şeyma Uçar tarafından hazırlanan “Konya Havzası Yüzeysel Su Kaynaklarının Ağır Metal Kirliliği Yönünden İncelenmesi” adlı tez çalışması 19/08/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Ali TOR

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Senar ÖZCAN

Üye

Doç. Dr. Ali TOR

Üye

Yrd. Doç. Dr. Gülşin ARSLAN

İmza

.....
.....
.....
.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Bayram SADE
FBE Müdürü


Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 10201046 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Şeyma UÇAR

Tarih: 19.08.2011

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA HAVZASI YÜZEYSEL SU KAYNAKLARININ AĞIR METAL KİRLİLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Şeyma UÇAR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Senar ÖZCAN

2011, 106 Sayfa

Jüri

Yrd. Doç. Dr. Senar ÖZCAN

Doç. Dr. Ali TOR

Yrd. Doç. Dr. Gülşin ARSLAN

Bu çalışmada ülkemizdeki önemli su havzalarından biri olan Konya Kapalı Havzası'nın yüzeysel su kaynaklarının ağır metal kirlilik potansiyeli belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışmada DSİ 4. Bölge Müdürlüğü'nün sınırları içerisinde yer alan 32 kalite gözlem noktasından su örnekleri alınmıştır. Su örneklerinde As, Fe, Cr, Be, Se, Cd, Zn, Cu, Pb, Al, Co, Ni ve Mn metallerinin analizleri ICP-MS (Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Ağır metal analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)'nde verilen kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri esas alınarak değerlendirilmiştir. İçme suyu kaynağı olarak kullanılan kaynaklardan alınan su örnekleri Türkiye ve dünyada içme sularında izin verilen kalite parametrelerine göre, sulama suyu olarak kullanılan sular ise Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal konsantrasyon verilerine göre incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

SKKY kıta içi su kaynağı sınıflamasına göre Konya Kapalı Havzası'ndan alınan yüzeysel sular incelenen ağır metaller açısından değerlendirildiğinde, suların genellikle 1. ve 2. sınıf kalite sınıfında yer aldıkları görülmüştür. İçme suyu kaynaklarından alınan 9 numune içme suyu kalite parametrelerine göre incelendiğinde, bazı numunelerde Fe, As ve Cr konsantrasyonlarının standartların üstünde olduğu görülmüştür. 23 sulama suyu numunesi sulama sularında izin verilen ağır metal sınır değerleri ile kıyaslandığında, sadece bir numunede Se konsantrasyonunun sınır değeri aştığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, ICP-MS, Konya Kapalı Havzası, yüzeysel su kalitesi.

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION OF SURFACE WATER SOURCES OF KONYA BASIN

Şeyma UÇAR

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING**

Advisor: Asst. Prof. Dr. Senar ÖZCAN

2011, 106 Pages

Jury

Asst. Prof. Dr. Senar ÖZCAN

Assoc. Prof. Dr. Ali TOR

Asst. Prof. Dr. Gülşin ARSLAN

In this study, heavy metal pollution potency of surface water resources of Konya Closed Basin was identified and evaluated. In the study, water samples were taken from 32 quality-observation points in Konya Closed Basin, that are in the bounds of the 4st Regional Directorate Of State Hydraulic Works. Analyses of the water samples in terms of their content of metals, As, Fe, Cr, Be, Se, Cd, Zn, Cu, Pb, Al, Co, Ni and Mn, were done by using ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer).

Results of heavy metal analyses were evaluated according to the quality criteria of continental water resources with respect to their classes, introduced in Water Pollution Control Regulations. The samples taken from the sources of drinking water were examined and evaluated according to the drinking water quality parameters in Turkey and in the world. Also the samples taken from irrigation waters were examined through the data of maximum permitted heavy metal concentration in irrigation waters, which is introduced in Wastewater Treatment Plants Technical Procedures Report.

Evaluating the surface water taken from Konya Closed Basin with respect to examined heavy metals, it was observed that samples were classified as 1st and 2nd quality according to the continental water classification of Water Pollution Control Regulation. 9 samples from drinking water source were analyzed through drinking water quality parameters and it was remarked that some of the samples include over-standart values of Fe, As and Cr. Analyzed and compared to the permitted limit values for irrigation waters, only one of the 23 samples from irrigation water has an over-standart value of Se.

Keywords: Heavy metals, ICP-MS, Konya Closed Basin, surface water quality.

ÖNSÖZ

Konya Havzası yüzeysel su kaynaklarının ağır metal kirliliği yönünden incelenmesinin amaçlandığı bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 10201046 nolu proje ile desteklenmiştir. Ayrıca bu çalışmadan elde edilen veriler kullanılarak “Aydın, M.E., Ozcan, S., Ucar, S.” tarafından “Heavy Metal Pollution of Surface Water Sources of Konya Basin” isimli yayın hazırlanmış ve 13-15 Ekim 2010 tarihinde Kristianstad, İsveç’te düzenlenen Cost Action 637, 4. Uluslararası Konferansı’nda Sayın Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN tarafından sözlü olarak sunulmuştur.

Bu çalışma sırasında benden yardımlarını, desteğini, sabrını, bilgisini ve emeğini esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Yrd. Doç. Dr. Senar ÖZCAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve özellikle yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini ve yardımlarını gördüğüm çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN’a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışması kapsamında kullanılan numunelere ulaşmamı sağlayan DSİ IV. Bölge Müdürlüğü’ne ve yardımlarından dolayı Çevre Mühendisi Mevlüt DİRİ’ye teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve beni destekleyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

KONYA - 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Projenin Amacı.....	1
1.2. Projenin Önemi.....	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Havza Kavramı.....	3
2.2. Ülkemizdeki Havzalar	3
2.2.1. Su havzalarındaki mevcut durum	4
2.3. Konya Kapalı Havzası	6
2.3.1. Konum.....	7
2.3.2. Doğal yapısı.....	7
2.4. Ağır Metaller	10
2.4.1. Ağır metallerin genel özellikleri	14
2.4.2. Suda ağır metal kirliliği.....	15
2.4.3. Ağır metallerin sağlığa etkileri	17
2.5. Alüminyum (Al)	20
2.6. Arsenik (As)	21
2.7. Bakır (Cu)	22
2.8. Berilyum (Be).....	24
2.9. Çinko (Zn).....	25
2.10. Kobalt (Co).....	26
2.11. Nikel (Ni)	26
2.12. Selenyum (Se)	27
2.13. Demir (Fe).....	28
2.14. Kadmiyum (Cd).....	30
2.15. Krom (Cr).....	31
2.16. Mangan (Mn).....	32
2.17. Kurşun (Pb)	34
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	36
3.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler	36
3.2. Kullanılan Cihaz.....	36
3.3. Su Numunelerinin Toplanması.....	36
3.4. Yöntem.....	41
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	43

4.1. Kıtaçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Sonuçların Değerlendirilmesi	46
4.1.1. Arsenik (As)	47
4.1.2. Berilyum (Be)	48
4.1.3. Kadmiyum (Cd)	49
4.1.4. Alüminyum (Al)	50
4.1.5. Kobalt (Co).....	50
4.1.6. Krom (Cr).....	51
4.1.7. Bakır (Cu).....	52
4.1.8. Demir (Fe).....	53
4.1.9. Mangan (Mn).....	54
4.1.10. Nikel (Ni)	55
4.1.11. Kurşun (Pb)	56
4.1.12. Selenyum (Se).....	56
4.1.13. Çinko (Zn).....	57
4.2. İçme Suyu Kaynağı Olarak Kullanılan Suların Değerlendirilmesi	58
4.2.1. Arsenik (As)	59
4.2.2. Berilyum (Be)	60
4.2.3. Kadmiyum (Cd)	61
4.2.4. Alüminyum (Al)	62
4.2.5. Kobalt (Co).....	63
4.2.6. Krom (Cr).....	63
4.2.7. Bakır (Cu).....	64
4.2.8. Demir (Fe).....	65
4.2.9. Mangan (Mn).....	66
4.2.10. Nikel (Ni)	67
4.2.11. Kurşun (Pb)	68
4.2.12. Selenyum (Se).....	68
4.2.13. Çinko (Zn).....	69
4.3. Sulama Suyu Olarak Kullanılan Suların Değerlendirilmesi.	70
4.3.1. Arsenik (As)	70
4.3.2. Berilyum (Be)	71
4.3.3. Kadmiyum (Cd)	72
4.3.4. Alüminyum (Al)	73
4.3.5. Kobalt (Co).....	73
4.3.6. Krom (Cr).....	74
4.3.7. Bakır (Cu).....	75
4.3.8. Demir (Fe).....	76
4.3.9. Mangan (Mn).....	77
4.3.10. Nikel (Ni)	77
4.3.11. Kurşun (Pb)	78
4.3.12. Selenyum (Se).....	79
4.3.13. Çinko (Zn).....	79
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	81
5.1. Sonuçlar	81
5.2. Öneriler	97
KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ.....	106

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye’de havzalar	4
Çizelge 2.2. Konya Kapalı Havzasında sulak alanların durumu	9
Çizelge 2.3. Temel endüstrilerden kaynaklanan metal türleri	16
Çizelge 2.4. İnsan tarafından besin, su ve hava ile alınan metaller	20
Çizelge 3.1. DSİ 4. Bölge Müdürlüğü 2010 yılı çalışma programı örneği.....	37
Çizelge 3.2. Su numunelerinin alındığı kaynaklar	38
Çizelge 3.3. Ağır metallere ait dedeksiyon limit değerleri.....	41
Çizelge 4.1. Su örneklerinin analiz sonuçları	44
Çizelge 4.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)- Kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri	46
Çizelge 4.3. İçme suyu standartları	59
Çizelge 4.4. Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Havzaların harita üzerinde gösterimi	3
Şekil 2.2. Konya Kapalı Havzası	6
Şekil 2.3. Çevrede iz elementlerin taşınma yolları	14
Şekil 2.4. Şematik olarak ağır metallerin doğaya yayılımları	16
Şekil 2.5. Vücut sıvısındaki konsantrasyona bağlı olarak ağır metallerin etkileri	18
Şekil 3.1. Konya Kapalı Havzası'ndaki su numunesi alma noktaları	39
Şekil 3.2. Karaman İbrala Deresi- Akarsu	39
Şekil 3.3. Kırkgözler Kaynağı, Ihlara- Kaynaksuyu	39
Şekil 3.4. Başarakavak Çıkışı- Akarsu	40
Şekil 3.5. Mamasın Barajı- Baraj çıkışı.....	40
Şekil 3.6. Afşar Ilıcapınar Deresi- Sazak Köprüsü-Dere	40
Şekil 3.7. Orhaniye Köprüsü (Ilgın)- Çavuşcu Gölü Çıkışı- Sulama kanalı	40
Şekil 3.8. Beyşehir Göl Girişi- Üstünler Köprüsü- Akarsu	40
Şekil 3.9. Apa Barajı- Çumra- Baraj	40
Şekil 3.10.1 Nolu Pompa Girişi- Apa Tahliye Kanalı- Drenaj Kanalı.....	40
Şekil 3.11. Niğde- Akkaya Baraj Gölü- Göl.....	40
Şekil 3.12. Niğde Çayı - Niğde Sonrası- Akarsu	41
Şekil 3.13. Beyşehir Göl Girişi- Çeltik Kanalı- Akarsu	41
Şekil 4.1. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen As konsantrasyonları.....	47
Şekil 4.2. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Be konsantrasyonları.....	48
Şekil 4.3. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Cd konsantrasyonları	49
Şekil 4.4. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Al konsantrasyonları	50
Şekil 4.5. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Co konsantrasyonları	51
Şekil 4.6. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Cr konsantrasyonları	52
Şekil 4.7. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Cu konsantrasyonları	52
Şekil 4.8. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Fe konsantrasyonları	53
Şekil 4.9. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Mn konsantrasyonları	54
Şekil 4.10. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Ni konsantrasyonları	55
Şekil 4.11. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Pb konsantrasyonları	56
Şekil 4.12. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Se konsantrasyonları ..	57
Şekil 4.13. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Zn konsantrasyonları	58
Şekil 4.14. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen As konsantrasyonları	60
Şekil 4.15. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Be konsantrasyonları	61
Şekil 4.16. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Cd konsantrasyonları	61
Şekil 4.17. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Al konsantrasyonları.....	62
Şekil 4.18. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Co konsantrasyonları	63
Şekil 4.19. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Cr konsantrasyonları.....	64
Şekil 4.20. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Cu konsantrasyonları	65
Şekil 4.21. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Fe konsantrasyonları.....	65
Şekil 4.22. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Mn konsantrasyonları	66
Şekil 4.23. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Ni konsantrasyonları.....	67
Şekil 4.24. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Pb konsantrasyonları.....	68
Şekil 4.25. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Se konsantrasyonları.....	68
Şekil 4.26. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Zn konsantrasyonları	69
Şekil 4.27. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen As konsantrasyonları	71
Şekil 4.28. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Be konsantrasyonları	72
Şekil 4.29. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Cd konsantrasyonları	72

Şekil 4.30. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Al konsantrasyonları.....	73
Şekil 4.31. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Co konsantrasyonları	74
Şekil 4.32. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Cr konsantrasyonları.....	75
Şekil 4.33. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Cu konsantrasyonları	75
Şekil 4.34. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Fe konsantrasyonları	76
Şekil 4.35. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Mn konsantrasyonları	77
Şekil 4.36. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Ni konsantrasyonları.....	78
Şekil 4.37. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Pb konsantrasyonları.....	78
Şekil 4.38. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Se konsantrasyonları.....	79
Şekil 4.39. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Zn konsantrasyonları	80

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Al : Alüminyum
As : Arsenik
Be : Berilyum
Cd : Kadmiyum
Cr : Krom
Co : Kobalt
Cu : Bakır
Fe : Demir
Mn : Mangan
Ni : Nikel
Pb : Kurşun
Se : Selenyum
Zn : Çinko

Kısaltmalar

AB : Avrupa Birliği
CITES : Nesli Tehlikede Olan Yabani Bitki ve Hayvan Türlerinin Uluslar Arası
Ticaretine İlişkin Sözleşme
DSİ : Devlet Su İşleri
ICP- MS : Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi
LOD : Dedeksiyon Limiti
SKKY : Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TSE : Türk Standartları Enstitüsü
USEPA : Amerika Çevre Koruma Ajansı
WHO : Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Türkiye’de toplam yıllık ortalama akışı 186 milyar m³’ü bulan, topoğrafik yapıya bağlı olarak ayrılmış 26 hidrolojik su havzası bulunmaktadır. Hidrolojik su havzalarının her birinde yıllık yağış miktarları aynı olmadığından havzaların verimleri ve su potansiyelleri de farklılık göstermektedir. Ülkemizdeki 16. havza olan Konya Kapalı Havzası diğer adıyla Orta Anadolu Havzası, yeraltı ve yer üstü sularıyla birlikte DSİ 2010 verilerine göre 8 milyar 353 milyon m³’lük bir su kaynağına sahiptir. Havzadaki bu suyun 327 milyon m³’lük kısmı içme suyu, 3 milyar 586 milyon m³’lük kısmı tarımsal sulama suyu, toplamda 3 milyar 913 milyon m³’lük kısmı kullanılabilir su kapsamındadır. Hızlı nüfus artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, çevre bilincinin hâlâ istenilen seviyede olamaması gibi sebeplerle birlikte çevreye verilen zararlar gün geçtikçe artmaktadır. Bu zararlardan biri sayılan su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşü imkansız sorunlara yol açmaktadır. Öyle ki ülkemizde benzer nedenlerle mevcut yüzey ve yeraltı sularının bazılarında kirlenmeler belirlenmiştir. Bazı havzaların yüzeysel su kaynaklarında 4. dereceden kirlenmiş su niteliğinde olduğu saptanmıştır. Kirlenmeler çevresel faktörlerin de etkisine bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte; azot, fosfor, kalsiyum, organik maddeler, kurşun, çinko, krom gibi kirleticiler tarafından meydana gelirken, bazı su havzalarında aşırı ağır metal kirliliği görülmektedir. Ağır metallerin özellikle içme sularındaki konsantrasyonlarının belirlenmesi bu metallerin çoğunlukla zehirli olmalarının yanı sıra kanserojen, mutajen ve teratojen etkileri düşünüldüğünde son derece önem taşımaktadır.

1.1. Projenin Amacı

Yeryüzünün dörtte üçü sularla kaplı olmasına rağmen, dünya nüfusunun çok hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, ayrıca çevre bilincinin yeterince yerleşememesi veya yaygınlaşmaması gibi nedenler dünyada içilebilir ve kullanılabilir su miktarının giderek azalmasına sebep olmaktadır. Bunların yanısıra, su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır. Ülkemizde de benzer sebeplerle mevcut yüzey ve yer altı sularının bazılarında aşırı kirlenmeler saptanmıştır. Bu sebeple, bu çalışma ile ülkemizdeki önemli su havzalarından biri olan Konya Kapalı Havzası’nın yüzeysel su kaynaklarının

ağır metal kirlilik potansiyelinin ve her bir ağır metal parametresine göre kirlilik miktarlarının belirlenmesi, var olabilecek kirliliğin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Projenin nemi

evre Kanunu'na bağlı olarak 1988 yılında yayımlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY)'nde, su kalitesi yönetimine ilişkin kapsamlı düzenlemeler getirilmiştir (Burak ve ark., 1997). Bu yönetmeliğe göre yüzey suları, kalitesine göre 4 sınıfa ayrılmıştır: I. yüksek kaliteli su, II. az kirlenmiş su, III. kirli su, IV. Çok kirlenmiş su (SKKY, 2004).

Tamamı İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Konya Kapalı Havzası'nda özellikle yöredeki sanayi kuruluşlarının etkisiyle çay ve derelere karışan atık sularla evsel ve tarımsal artıklar Tuz Gölü'ne ulaşarak III. hatta bazen IV. sınıf derecesinde kirlenmeye yol açmaktadırlar. Bir kısmı İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Sakarya Havza'sındaki Sakarya Nehri'nin kolları olan Ankara, Karasu, Göksu, Mudurnu, Seydisu, Kızılırmak aylarında III. ve IV. sınıf kirlilik durumları gözlenirken, ciddi boyutlarda ağır metal kirliliği olduğu daha önce yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir (Akın ve Akın, 2007). Bu bilgiler ışığında bu çalışma ile havzadaki su kaynaklarındaki ağır metal kirlilik türü ve miktarlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, havzadaki su kaynaklarının kalitesinin iyileştirilmesi ve korunmasına yönelik havza yönetimi çalışmalarına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

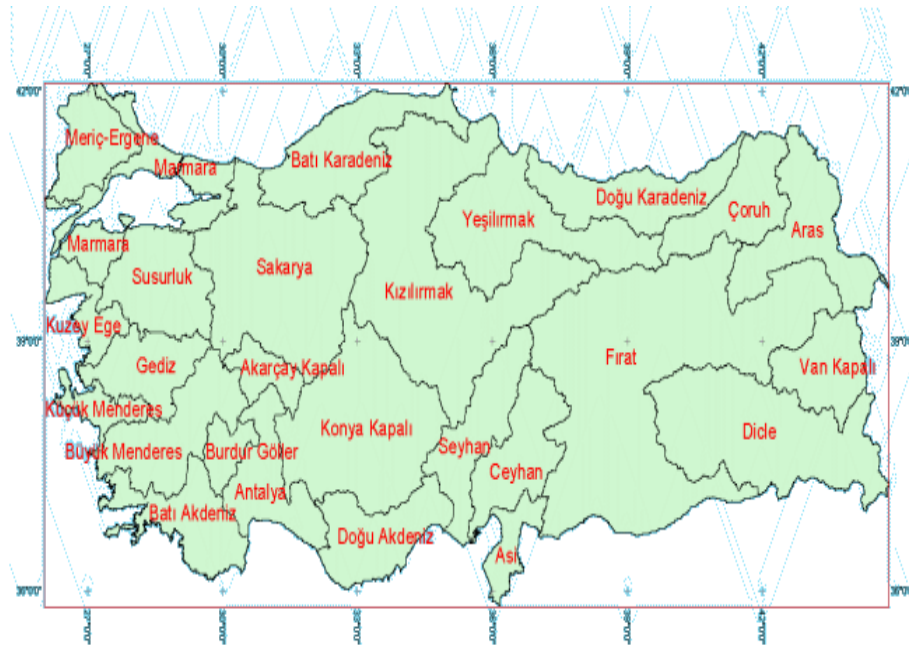
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Havza Kavramı

Su, havzalar içinde var olur. Küresel ölçekte yerkürenin kendisi en büyük havzadır. Bu havzanın su kaynağı okyanuslar, okyanusların havzaları da karalardır (Gönenç, 2006). Kendi içerisinde biyofizik ve sosyoekonomik karakteristikleri itibariyle benzerlik ve bütünlük gösteren, dolayısıyla diğer arazi parçalarından olan farklılıkları kendi içerisindeki benzerlikten daha büyük olan bir arazi parçası havza olarak tanımlanır. Ancak, su ayırım çizgisiyle ayrılma ve belli bir su akımını (nehir, dere, çay) besleme özelliği de, genellikle, aynı arazi parçalarını vermektedir (Halkman, 1991).

2.2. Ülkemizdeki Havzalar

Türkiye genel olarak 26 ana akarsu havzasına ayrılmıştır. Bu havzaların numaralarını, isimlerini, ortalama su potansiyellerini gösteren havza listesi ve havzalara ait harita bilgileri Şekil 2.1 ve Çizelge 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Havzaların harita üzerinde gösterimi

Çizelge 2.1. Türkiye’de havzalar (Cebe, 2007)

Havza Numarası	Havza İsmi	Ortalama Yıllık Akış (km ³)	Su Potansiyeli (%)
01	Meriç Havzası	1.33	0.7
02	Müteferrik Marmara Suları Havzası	8.33	4.5
03	Susurluk Havzası	5.43	2.9
04	Müteferrik Ege Suları Havzası	2.09	1.1
05	Gediz Havzası	1.95	1.1
06	Küçükenderes Havzası	1.19	0.6
07	Büyükenderes Havzası	3.03	1.6
08	Müteferrik Batı Akdeniz Suları Havzası	8.93	4.8
09	Müteferrik Orta Akdeniz Suları Havzası	11.06	5.9
10	Burdur Gölü Kapalı Havzası	0.50	0.3
11	Afyon Suları Kapalı Havzası	0.49	0.3
12	Sakarya Havzası	6.40	3.4
13	Müteferrik Batı Karadeniz Suları Havzası	9.93	5.3
14	Yeşilirmak Havzası	5.80	3.1
15	Kızılırmak Havzası	6.48	3.5
16	Konya (Orta Anadolu) Kapalı Havzası	4.52	2.4
17	Müteferrik Doğu Akdeniz Suları Havzası	11.07	6.0
18	Seyhan Havzası	8.01	4.3
19	Hatay Suları Havzası (Asi Havzası)	1.17	0.6
20	Ceyhan Havzası	7.18	3.9
21	Fırat Havzası	31.61	17.0
22	Müteferrik Doğu Karadeniz Suları Havzası	14.90	8.0
23	Çoruh Havzası	6.30	3.4
24	Aras Havzası	4.63	2.5
25	Van Gölü Kapalı Havzası	2.39	1.3
26	Dicle Havzası	21.33	11.5

Bu havzalardan 4 tanesi denize dökülmeyen kapalı havzalar (Burdur Gölü Havzası, Afyon Suları Havzası, Konya Kapalı Havzası ve Van Gölü Havzası), 6 tanesi müteferrik havza (Müteferrik Batı Akdeniz Havzası, Müteferrik Orta Akdeniz Havzası, Müteferrik Batı Karadeniz Havzası, Müteferrik Doğu Akdeniz Havzası, Müteferrik Marmara Havzası ve Müteferrik Doğu Karadeniz Havzası) ve 16 tanesi de nehir havzasıdır (Cebe, 2007).

2.2.1. Su havzalarındaki mevcut durum

Su kaynaklarının yeterliliği değerlendirilirken genellikle toplam su potansiyeli ile toplam nüfus dikkate alınmaktadır. Bu değerlendirmeye göre bir yılda kişi başına 1,700 m³ su miktarı periyodik su stresinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bu değer 1,000 m³'e düştüğünde şiddetli, 500 m³ değerinin altında ise kesin su stresinin olduğu kabul edilmektedir. Ülkemiz genelinde bu değer 2,900 m³ olmasına karşın 2025

yılında 2,200 m³ ve 2050 yılında ise kritik değere çok yaklaşacağı tahmin edilmektedir (Önder ve ark., 2002). Nüfusun Türkiye İstatistik Kurumu istatistiklerine göre 2030 yılında 100 milyona çıkması halinde Türkiye'nin su azlığı çeken bir ülke konumundan su fakiri ülke konumunda yer alması söz konusudur. Diğer taraftan Türkiye'de akışa geçen sular mevsimler ve yıllar içerisinde büyük değişimler göstermektedir (Anonim, 2004).

Türkiye'nin yıllık yağış ortalaması 670 mm'dir. Bu yağışlardan hareketle hesaplanan yıllık brüt su potansiyeli 501 milyar m³'dür. Toplam potansiyelin yaklaşık 166 m³/yıl'lık kısmı doğrudan akışa geçmekte, geriye kalan %68.1'lik kısım sızma, buharlaşma ve bitkisel terleme gibi sebeplerle yüzeysel akışa geçmemektedir. Akarsularımızın toplam debisi yeraltına sızan sularında katkısıyla yılda ortalama 186 milyar m³ seviyesine yükselmektedir (Anonim, 1999). Bu suyun kullanılabilir kısmı 95 milyar m³'tür. Yeraltı su kaynakları yönünden kullanılabilir toplam su miktarı ise 12.7 milyar m³'tür. Dolayısıyla toplam kullanılabilir su kaynakları 107.7 milyar m³'tür (Anonim, 2005).

Hidrolojik açıdan 26 akarsu havzasına sahip ülkemizde, bu akarsu havzalarından Çoruh, Aras, Meriç, Fırat, Asi ve Dicle nehirleri sınır oluşturan ve sınır değiştiren sular olduğundan uluslar arası öneme sahiptir. Fırat, Dicle ve Aras nehirleri ülkemizden doğup sınır değiştiren akarsularımızken, Aras ve Çoruh ülkemizden doğmakla birlikte Gürcistan ve Ermenistan ile sınırlarımızı oluşturmaktadır. Meriç ve Asi nehri ülkemiz sınırları dışında doğmakta ve sınırlarımız içerisinde denize dökülmektedir. Ayrıca Meriç Nehri Yunanistan ile ülkemiz sınırlarını da oluşturmaktadır. Nüfus yönünden en kalabalık havza Marmara olup bunu Fırat Havzası izlemektedir. Nüfusu en az havzalar ise Burdur Gölü ile Çoruh'tur. Türkiye'de bugüne kadar uluslararası kriterlere göre baraj niteliğinde olan 504 adet depolama tesisinin yapımı gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2005).

Ülkemizde kesin su sıkıntısı çeken bir havza bulunmamaktadır. Ancak, Küçük Menderes Havzası 603 m³/yıl.kişi ile eşik seviyeye çok yaklaşmıştır. Bunu izleyen Marmara ve Akarçay Havzaları da yakın bir zamanda 500 m³/yıl.kişi kritik değerinin altına düşme tehlikesindedir. Ülkemizin toplam yer altı su potansiyeli 12 milyar m³ olup bunun %70'ine yakın bir kısmı yeraltından çekilmektedir. Batı Akdeniz, Burdur Gölü, Akarçay, Konya Kapalı, Doğu Akdeniz ve Asi Havzalarında, emniyetle çekilebilir su miktarından daha fazla su çekilmektedir. Buna bağlı olarak en fazla su çekilen havza Konya Kapalı Havzası, en az çekilen su havzası ise Van Gölü Havzası'dır. Kullanılabilir yeraltı suyu rezervinin en fazla olduğu havzalar Fırat ve Sakarya havzaları

olarak belirtilmektedir. Yeraltından çekilen suların %45'i içme ve kullanma, %54.9'u sulamada tüketilmektedir. Sanayinin yoğun olduğu havzalarda çekilen yer altı suyunun büyük kısmının içme-kullanma ve sanayi amaçlı, tarımın yoğun olduğu havzalarda ise sulamada kullanıldığı bilinmektedir. Sulamada kullanılan suyun yaklaşık %70'nin yüzey suyu kaynaklarından karşılandığı bilinmektedir (Anonim, 1995).

2.3. Konya Kapalı Havzası

Türkiye'deki 26 su havzasından biri olan Konya Kapalı havzası aynı zamanda ülkenin en büyük kapalı havzası olma özelliğine de sahiptir. İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan havza Türkiye'nin toplam alanının yaklaşık %7'sine karşılık gelen 44,841 km²'lik bir alanda yer almaktadır. Havzada özel çevre koruma alanı olan Tuz Gölü, milli park alanı olan Beyşehir Gölü, 11 önemli sulak alan, 15 özel kuş alanı ve yüz binlerce hektarlık alanı kapsayan 6 önemli bitki alanı bulunmaktadır (Anonim, 2010). Su kaynakları açısından sıkıntı yaşayan havzanın mevcut su kaynaklarının kalitesinin belirlenmesi ve buna bağlı olarak baskı ve etkilerin analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır. Konya Kapalı Havzası özellikle son yıllarda birçok kirletici çevresel etmeden dolayı olumsuz etkilenmektedir. Küresel olarak tüm dünyayı etkileyen kuraklık bölgeyi de olumsuz etkilemektedir. Bölgeye düşen yağış miktarının az olmasının yanı sıra su kaynaklarının da yetersiz oluşu, sanayinin gelişmesiyle birlikte çevre sorunlarının artması, çevreye karşı duyarsızlık, arıtılmamış evsel ve sanayi kaynaklı atıksuların bilinçsizce deşarjı, yer altı sularındaki su rezervlerinin azalması, sulama kanallarının bilinçsizce kullanımı gibi pek çok sorun, Konya Kapalı Havzası'nın geleceğini tehdit etmektedir.



Şekil 2.2. Konya Kapalı Havzası

2.3.1. Konum

Konya Kapalı Havzası, Anadolu'nun ortasında yükselen eski bir nehir yatağının hava hareketlerine bağlı olarak oluşmuştur. Buzul Çağı'nın sonunda yaklaşık 10,000 yıl önce, buzullar erimiş, denizler yükselmiş ve tüm bunlar Anadolu'yu silip süpüren sellere ve büyük miktarlarda tortunun burada kalmasına neden olmuştur. İç Anadolu Platosu'nun ana bölümünü oluşturan havza, 900-1050 m arasında değişen yükseklikteki çoğunlukla ovalık bir morfolojiye sahiptir. Yetersiz drenajın bir sonucu olarak toprakları genellikle alüvyonlu ve tuzludur. Ova, kireç taşıyla ve volkanik dağlık alanlarla (3534 metreye varan yüksekliklerle) kaplıdır. Dağlar aynı zamanda denize drenajı da önler. Bu geniş alanda bir nehrin yokluğu, az miktarda yağış alması ve yüksek buharlaşma oranları, havzalarda nadir rastlanan olumlu bir su dengesi yaratmıştır. Bu alanda, %45'i kırsal alanlarda ve %55'i kentsel alanlarda olmak üzere yaklaşık 3 milyon kişi yaşamaktadır. Havza genelinde, kırsal alanlarda nüfus giderek azaldığı kentsel alanlardaysa arttığı gözlenmektedir. Havza'da Konya, Aksaray, Karaman, Isparta, Niğde, Ankara, Nevşehir, Antalya illerine bağlı 39 ilçe bulunmaktadır (Anonim, 2010).

2.3.2. Doğal yapısı

Konya Kapalı Havzası özellikle havzadaki sulak alanlar, Türkiye'nin en geniş, el değmemiş geniş tuzcul stepleri, flora ve fauna çeşitliliği ile Türkiye ve dünya için doğa koruma açısından çok büyük önem taşımaktadır. Ayrıca yüz binlerce hektarlık alanı kapsayan 8 Önemli Bitki Alanı da havza içindedir. Havza, İç Anadolu'nun eşsiz tuz gölleriyle ilişkilendirilen, mevsimsel olarak su basar çayırlar, tuzlu bozkırlar, hafif tuzlu Juncus sazlığı ve daha kuru Artemisia-Camphorosma bozkır otlaklarını da içine alan çok çeşitli bitki örtüsü türlerine sahiptir. Alanda aynı zamanda CITES ve Bern Sözleşmeleri'nin eklerinde listelenmiş olan kardelen, bazı orkide türleri ve Kilikya siklameninin de aralarında olduğu çeşitli ender türler bulunmaktadır. Havza'nın üst kısımlarında (Toros, Sultan ve Anamas dağlarının içinde bulunduğu) Anadolu yaban koyunu, kahverengi ayı, çakal, vaşak ve kurt gibi nesli tehlike altında birçok memeli türüne de ev sahipliği yapmaktadır. Ancak ne yazık ki, çevresel ve sosyal etkileri iyi hesaplamadan yapılan su altyapı yatırımları, sürdürülebilir olmayan tarımsal sulama uygulamaları ve aşırı yeraltı suyu çekimi gibi nedenlerle Konya Kapalı Havzası'ndaki

sulak alanların doğal yapısı değişmiştir. Havzada yer alan pek çok sulak alan habitatu; kurutma, doldurma ve su sistemlerine müdahaleler nedeniyle ekolojik ve ekonomik özelliklerini yitirmişlerdir. Çizelge 2.2’de Konya Kapalı Havzası’ndaki sulak alanlara ait bilgiler görölmektedir (Anonim, 2010).

Kültür Bakanlığı’nın 11 Önemli Kuş Alanından 9’una sit statüsü verdiği 1992 yılından beri Konya Havzası’nda korunan alanların sayısı fark edilir biçimde artmıştır. Buna ek olarak 5000 km²’lik bir alan, Özel Koruma Alanı yetkisi altında Özel Koruma Alanı ilan edilmiştir (Anonim, 2010).

Konya Kapalı Havzası’nın iklimsel koşullarının belirleyici rol oynayan sulak alanların durumu ise, gelecekte artacak olan kuraklık olaylarına karşı, bölgenin dayanıklılık derecesini belirleyecek en önemli etkenlerden biridir. Tarımsal sulama, balıkçılık, tuzculuk, saz kesimi, turizm gibi pek çok sektörün gelir kaynaklarının bağlı olduğu sulak alanlar yeraltı sularını besleyerek veya boşaltarak, taban suyunu dengeleyerek, sel sularını depolayarak, taşkınları kontrol ederek, kıyılarda deniz suyunun girişini önleyerek bölgenin su rejimini düzenlerler. Ayrıca buldukları yörede nem oranını yükselterek, başta yağış ve sıcaklık olmak üzere yerel iklim elemanları üzerinde olumlu etki yaparlar. Bu sebeple de iklim değişikliğinin kuraklık yönlü etkileriyle mücadelede büyük önem taşımaktadırlar (Anonim, 2010).

Çizelge 2.2. Konya Kapalı Havzası'nda sulak alanların durumu

Sulak Alanın Adı	Büyüküğü	Bugünkü Durumu	Koruma Statüsü
Güvenç Gölü	200 ha	Tamamen kurumuştur.	-
Yarma Bataklığı	10000 ha	Tamamen kurumuştur.	-
Arapçayı, Çumra Ovası	20000 ha	Tamamen kurumuştur.	-
Hotamış Sazlığı	16500 ha	Tamamen kurumuştur.	Sit (1992)
Eşmekaya Sazlıkları	11250 ha	Tamamen kurumuştur.	Sit (1992), Özel Koruma Alanı (4,500 ha)
Tuz Gölü	260000 ha	%50 oranında küçülmüş durumdadır. Bugünkü alanı yaklaşık 130000 ha civarındadır.	Sit (1992), Özel Koruma Alanı (5,000 km ²)
Ereğli Sazlıkları	21500 ha	%85 oranında kurumuş durumdadır. Bugünkü alanı yaklaşık 3000 ha civarındadır.	Sit (1992), Doğa Rezervi (6,787 ha)
Beyşehir Gölü	65000 ha	%75 oranında küçülmüş durumdadır. Bugünkü alanı yaklaşık 50000 ha civarındadır. Kuruma ve kirlenme tehdidiyle karşı karşıyadır.	Sit(1988/91), Beyşehir Milli Parkı (88,750 ha), Kızıldağ Milli Parkı (59,400 ha), İçme Suyu Rezervi
Meke Gölü	493 ha	Aşırı yer altı suyu çekimi nedeniyle kuruma tehdidi ile karşı karşıyadır.	Sit (1989)
Suğla Gölü	16500 ha	Doğal göl olma özelliğini tamamen yitirmiştir. DSİ tarafından depolama alanına dönüştürülmüştür.	-
Samsam Gölü	830 ha	%80 oranında küçülmüş durumdadır. Mevsimsel olarak su birikimi görülmektedir.	Sit (1992)
Kozanlı Gölü	650 ha	%90 oranında küçülmüş durumdadır. Mevsimsel olarak su birikimi görülmektedir.	Sit (1996)
Kulu Gölü	860 ha	%90 oranında küçülmüş durumdadır. Mevsimsel olarak su birikimi görülmektedir.	Sit (1992)
Tersakan Gölü	6400 ha	%90 oranında küçülmüş durumdadır. Mevsimsel olarak su birikimi görülmektedir.	Sit (1992)
Bolluk Gölü	1100 ha	%90 oranında küçülmüş durumdadır. Mevsimsel olarak su birikimi görülmektedir.	Sit (1992)

2.4. Ağır Metaller

Ağır metaller erozyonla taşınan kaya parçalarıyla, rüzgarın taşıdığı tozlarla, volkanik aktivitelerle, ormanların yanmasıyla ve bitki örtüsüyle sulara taşınır. Kimyasal kirleticiler atmosfer yoluyla da önemli ölçüde sucul ortama karışır. Çünkü atmosferde bulunan bu elementler zamanla rüzgar ve yağışlarla suya geçmekte ve sucul sistem üzerinde etkili olmaktadır (Tümen ve ark., 1992). Metaller, endüstri ve uygarlığın temelini oluştururlar. Taş devrinde bakır işlemeyi öğrenen insan giderek değişik metallerle uğraşmaya başlamıştır. Bir taraftan metalleri kendisi için faydalı şekilde kullanırken, diğer taraftan da çevresini kirlitmeye başlamıştır (Karadede, 1997).

Sulardaki ağır metal kirliliğinin sebeplerinin başında madencilik endüstrisi gelmektedir. Maden cevherlerinden metallerin kazanılması sırasında meydana gelen atıklar, çoğu kez tabii tutuldukları işlemlerle aktifleşip birer kirlilik kaynağı haline gelir (Tümen ve ark., 1992). Metal kaynaklı bu kirlilik daha sonra atmosferik etkilerle çözünerek yeryüzü ve yeraltı sularına geçmektedir (Salomans ve ark., 1987). Metaller sularda serbest iyonlar, organik ve inorganik bileşikler ve partikül maddelere adsorbe olmuş bir şekilde bulunurlar (Egemen, 1999). Adsorbe olarak çöken (sediment) ağır metal iyon ve bileşiklerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal olaylarla tekrar değişik yükseltgenme basamaklarına sahip iyonik formlara dönüşerek toksik etki yaptıkları ifade edilmektedir. Çoğu 1 ppm sınırında öldürücüdür (Engel ve ark., 1981).

Bruzzonitti ve ark. (2000), yaptıkları derlemede su analizlerindeki problemleri değerlendirerek, sularda mevcut olabilecek tüm kirlilik problemlerini gözden geçirmişlerdir. Su kirliliğine neden olan etmenlerin kaynakları, etkileri ve kimyasal yapıları çok değişken olduğu çalışmada belirtilmiştir. Su kirliliğine neden olan başlıca kirleticiler organik ve anorganik maddeler, tuzlar, mikroorganizmalar, deterjanlar, pestisitler, ağır metaller, askıda katı maddeler, radyoaktivite, yağlar, petrol ürünleri ve atık ısıdır (Ellis ve ark. 1989). Özellikle içme, kullanma ve tarımsal sulama gibi farklı amaçlarla kullanılan yüzeysel sular; atmosferden kaynaklanan alımların yanı sıra, endüstriyel atıklar, tarımsal atıklar ve kentsel atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı bölge olarak kullanıldığından, nitelik ve nicelik olarak zarar görmektedir (Burak ve ark. 1997).

Akarsular ve dereler belli bir seviyeye kadar olan kirliliği arıtma özelliğine sahiptir. Bu sınırlar aşıldığında suda aşırı kirlilik ve bozulma başlar. Doğal yapısı bozulan bir havzanın veya bir akarsuyun kendini yenileme süreci insan yaşamını ve

çevre şartlarını etkileyecek uzunluktadır. Bu yüzden havzaların ve akarsuların tabii yapılarını bozucu ve kirletici etkenlere karşı sürekli izlenmesi ve kirlilik derecelerinin belirlenmesi gereklidir (Dikmen ve Yörükoğulları, 2001).

Bahçeci (1993), Konya Ovası Ana Tahliye Kanalı suyunun kalitesini araştırmış ve kış aylarında kanal suyu kalitesinin yaz aylarındakinden daha iyi olduğunu, yüksek tuzluluk ile bor toksisitesinden dolayı toprakların sulanmasında sakınca doğuracağını açıklamışlardır. Gidirişlioğlu ve ark. (1996), Ergene Havzası'nda yapılan araştırmada ağır metallere Pb, Zn, Cu, Cd'nun Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nce belirlenen sınır değerlerin altında kaldığını, ancak Mn'in yıl boyunca sınır değerlerin üstüne çıktığını bildirmişlerdir.

Yıldız (2004), Konya Ana Tahliye Kanalı ağır metal konsantrasyonlarının tespit edilmesi amacıyla, kanal üzerinde tespit edilen noktalardan numuneler almış ve ağır metal konsantrasyonları belirlenmiştir. Alınan numunelerin analiz sonuçları incelendiğinde ağır metal konsantrasyonlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Cr, Se Aralık, Mart, Nisan aylarında yağışın çok olmasının da etkisiyle numunelerde bulunmazken, yaz aylarında bu ağır metaller numunelerde tespit edilmiştir. Yalçın (2005), Konya ve ilçelerinden toplanan 50 adet su numunesinde yapılan metal analizlerinde bazı kaynaklardan elde edilen Pb konsantrasyonu dışındaki metallerin (Ag, Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn) konsantrasyon değerlerini ilgili mevzuatlar tarafından izin verilen limit değerlerin altında tespit etmişler ve bu durum halk sağlığı açısından olumlu olarak yorumlanmıştır.

Tofan (2008), Konya Bölgesi'ndeki içme sularında metal tayini yapılabilmesi için Konya ve ilçelerinden toplam 11 adet su numunesi almış ve yapılan metal analizlerinde Kadınhanı'nda Ni, Cihanbeyli'de Cr insan sağlığı açısından tehdit oluştururken, metal düzeylerinin ilgili mevzuatlar tarafından izin verilen limit değerlerin altında olduğu görülmüştür. Fakat Nisan-Mayıs döneminde Cihanbeyli şebeke suyunda toplam alınan numune bazında en yüksek Cr ağır metali tespit edilmiş ve insan sağlığı açısından tehdit edici bir unsur olduğuna dikkat çekilmiştir.

Minareci ve ark. (2004), Temmuz 2001 – Nisan 2002 tarihleri arasında alınan Manisa Belediyesi Eysel Atık Su Arıtma Tesisinin Gediz Nehrine boşalttığı su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb) konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, su örneklerinde ortalama değerler; Cu 0.0161 ppm; Fe 0.0103 ppm; Mn 0.0075 ppm; Zn 1.0579 ppm; Cd 0.0036 ppm; Co 0.0063 ppm; Cr 0.1055 ppm; Ni 0.0796 ppm; Pb 0.2183 ppm olarak

bulunmuştur. Bu değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen, Sulara Boşaltılacak Atıklar İçin Deşarj Kriterleri ile karşılaştırılmış, atık sudaki ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olmadığı saptanmıştır.

Porsuk ve Enne baraj gölleri üzerinde yapılan tez çalışmasında Porsuk Baraj Gölü sedimentine bağlı ağır metal yükünün, genelde Enne Baraj Gölü sedimentine bağlı ağır metal yükünden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sedimente bağlı ağır metaller hem sucul ekosistemleri hem de besin zinciri yolu ile insan sağlığını ciddi şekilde tehdit ettiği belirtilmiş ve bu nedenle bölgede kirliliğe neden olabilecek kaynakların kurutulmasına yönelik çalışmaların yapılması ve arıtma tesislerinin sıkı bir şekilde denetlenmesi gerektiği işaret edilmiştir (Özden, 2008).

Kayar ve Çelik (2003), Ege Bölgesi'nin ikinci büyük akarsuyu olan Gediz Nehri'nin Manisa bölümünde Kasım 1998 ile Ekim 1999 arasında, seçilen beş ayrı istasyondan aylık alınan su örneklerinde yapılan bazı ağır metal (Pb, Cr, Cd, Mn, Zn, Ni, Fe, Cu, Al, Ba) iyonu konsantrasyonlarının tespit edildiği çalışmada; seçilen istasyonlarda ölçülen en yüksek metal konsantrasyonu Karaçay'da 1.0 mg/l Pb; Muradiye Köprüsü'nde 0.09 mg/l Cr, 2.70 mg/l Ba, 3.9 mg/l Al; İstanbul Köprüsü'nde 0.04 mg/l Cd, 0.39 mg/l Cu, Nif Çayı'nda 0.90 mg/l Ni; tüm istasyonlarda ortalama olarak 1.0 mg/l Fe ve 3.15 mg/l Zn olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler, su kalitesi indeksleriyle karşılaştırıldığında, nehir suyunun üçüncü sınıf bir sulama suyu kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ilgili çalışmada Gediz Nehri kirliliğini önlemek için alınması gerekli tedbirler önerilmiştir.

05.04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında yapılan çalışmada Kovada Gölü'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin birikiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Kovada Gölü'nün suyunda yapılan ağır metal analizinde Fe her mevsimde, Zn İlkbahar-2005 ve Kış-2006'da, Al sadece Yaz-2005'de ve Ni sadece İlkbahar-2005'de belirlenmiştir. Buna karşın Mn Kış-2006'da, Cd, Cr, Cu ve Pb tüm mevsimlerde analiz limitinin altında çıkmıştır. Suda en fazla bulunan metalin Fe olduğu tespit edilmiştir. Suda tespit edilen metallerin yaz ve ilkbahar aylarında arttığı saptanmıştır. Kovada Gölü'nün sedimentinde yapılan ağır metal analizinde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni tüm mevsimlerde belirlenirken Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-2005'de analiz limitinin altında kalmıştır. Sedimentte en fazla biriken metalin Al olduğu tespit edilmiştir. Metal birikiminin yaz aylarında en yüksek düzeye ulaştığı belirlenmiştir. Sonuç olarak Kovada Gölü'nün suyunda tespit edilen ağır metal miktarlarının Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın verdiği sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerlerine göre

Fe'in Yaz-2005, Zn'nun İlkbahar-2005 ve Kış-2006'daki miktarları dışında herhangi bir tehlikenin olmadığı belirtilmiştir (Kır ve ark., 2007).

20 farklı noktadan (10 kuyu suyu, 10 şehir şebeke suyu), 5 farklı dönemde (Aralık, Mart, Mayıs, Temmuz ve Eylül) alınan su numuneleri üzerinde yapılan çalışmada Konya Garnizonundaki Askeri Birliklerdeki kuyu ve şehir şebeke sularının, bazı ağır metaller yönünden (Al, As, Cu, Fe, Cd, Pb, Mn) karşılaştırması yapılarak incelenen parametreler yönünden WHO, USEPA ve Avrupa Birliği su kalite standartları ile ülkemizde geçerli olan TS 266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı ile T.C. Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliğinde sular için belirlenen değerlere uyduğu belirlendi. Bu araştırma ile gerek şehir şebeke gerekse kuyu sularının incelenen parametreler yönünden insan sağlığı açısından olumsuz bir durum oluşturmadığı sonucuna varılmıştır (Kahraman, 2007).

Ağır metal kirliliği kimyasal bir kirlilik olarak kabul edilir. Ağır metaller çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, çevre koşullarına dayanıklı olmaları ve kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeni ile diğer kimyasal kirleticiler arasında ilk sırada yer alır (Çalışkan, 2005).

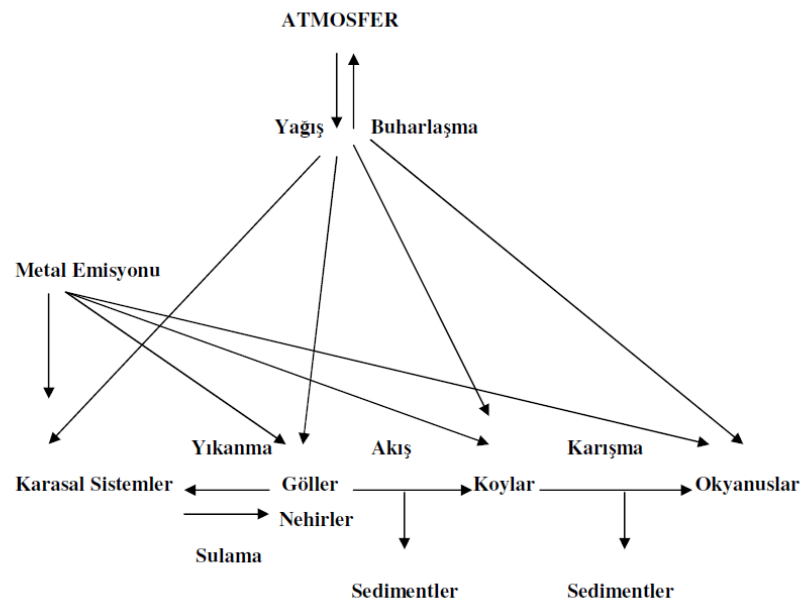
Çağımızda yaşam standartlarının yükselmesine paralel olarak, ağır metallerin kullanım alanları da giderek artmaktadır (Yarsan ve ark., 2000). Sulardaki ağır metal kirliliğinin sebeplerinin başında madencilik endüstrisi gelir. Maden cevherlerinin işlenmesi sırasında meydana gelen atıklar, çoğu kez tabii tutuldukları işlemlerle aktifleşip birer kirlilik kaynağı haline gelir (Aydın ve Yıldız, 2004).

Jeolojik olaylar, doğal su kaynaklarının sulama suyu ve elektrik enerjisi elde etmek için baraj ve göletlerde toplanması, kanalizasyonla sanayi atık sularının bu kaynaklara hiçbir arıtma işlemine tabii tutulmadan verilmesi, tarımsal mücadelede kullanılan ağır metal içeren kimyasal ilaçların (fungisitler v.b.) çeşitli yollarla bu sulara karışması ve araba eksozlarından salınması ve ayrıca endüstride pil ve plastiklerin içeriğinde kullanılması gibi işlemler de ağır metal kirliliğinin kaynağını oluştururlar (Karadede, 1997).

Ağır metallerin sucul ortamdaki en önemli etkisi asit yağmurları sonucu oluşur. Asit yağmurları, suların pH değerini düşürmekle birlikte, normal koşullar altında toprağa bağlı olan alüminyum, kadmiyum ve civa gibi zehirli metallerin topraktan süzülerek sucul ortama girmesine neden olurlar. Yüksek konsantrasyonda asidik göllerde toplanan civa, kadmiyum gibi ağır metaller su canlılarının sayısı ve çeşitliliğinin azalmasına neden olurlar (Özdemir, 2005). Çinko, bakır, kadmiyum gibi

ağır metallerin elektrik, kağıt, boya, plastik, metal kaplama ve cam sanayi gibi çeşitli endüstri alanlarında kullanımı ve tarımda verimi arttırmak amacı ile yaygın olarak kullanılan pestisit ve yapay gübrelerin bileşimine girmeleri, bu metallerin su ortamındaki derişimlerini artırmaktadır (Celiloğlu-Begenirbaş, 2002).

Ağır metaller, erozyonla, volkanik aktivitelerle, asit yağmurları ile göl, nehir ve denizlere doğru taşınır. Şekil 2.3’de çevre ortamlarında iz elementlerin taşınım yolları görülmektedir. Deniz ve göllerdeki metal birikimi, genelde nehirler vasıtası ile olur. Özellikle nehrin göl veya denizle birleştiği geniş kısımlarda ağır metallerin sedimentasyonu daha yoğundur (Karadede, 1997).



Şekil 2.3. Çevrede iz elementlerin taşınma yolları (Karadede, 1997)

2.4.1. Ağır metallerin genel özellikleri

Ağır metaller, atom ağırlığı 40’tan fazla olan ve eksenindeki elektron dağılımı benzerlik gösteren metalik elementler veya özgül ağırlığı 5 g/cm^3 ’ten fazla olan elementlerdir. Ağır metaller sık sık iz element olarak da adlandırılır (Bat ve ark., 1998; 1999). Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60’tan fazla metal dâhildir. Bu elementler doğaları gereği, genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür kararlı bileşikleri veya silikatlar içinde hapis olarak bulunmaktadır (Camelo ve ark., 1997).

2.4.2. Suda ağır metal kirliliği

Suyu kirleten metaller topraktan doğal olarak su kaynaklarına yansıyabileceği gibi endüstriyel, kentsel ve tarımsal atıklar aracılığı ile de suyu kirletebilmektedirler. Suyu kirleten ve topraktan suya geçen başlıca metaller; Na, K, Ca, Mg, Bi, Sb, Fe ve kısmen Al'dir. Endüstri ve evsel atıklar yoluyla suyu kirleten toksik metaller ise Al, Pb, Cd, Ni, Cu, Hg, As, Cr, Co, Mn ve Zn gibi metallerdir. En tehlikelileri Hg, Cd, Bi, Sb, Pb ve As'dir (Mutluay ve Demirak, 1996).

Metalik kirlenmenin çoğu sularda toplanır. Sularda toplanma, su içinde çözünme veya çözünmeden suların dibinde toplanma şeklinde olabilir. Toksik metal bileşikleri nehir, yağmur ve kar sularıyla yeryüzü sularına (deniz, göl, gölet, baraj vs.) ulaştırıldığı gibi topraktan sızarak eser miktarda da olsa yeraltı sularına da karışabilir. Bu nedenle bazen yeraltı suları da, çeşitli toksik metaller içerebilir. İçme suları bu kaynaklardan temin edildiğinden, toksik metaller içerebilir (Gündüz, 1994).

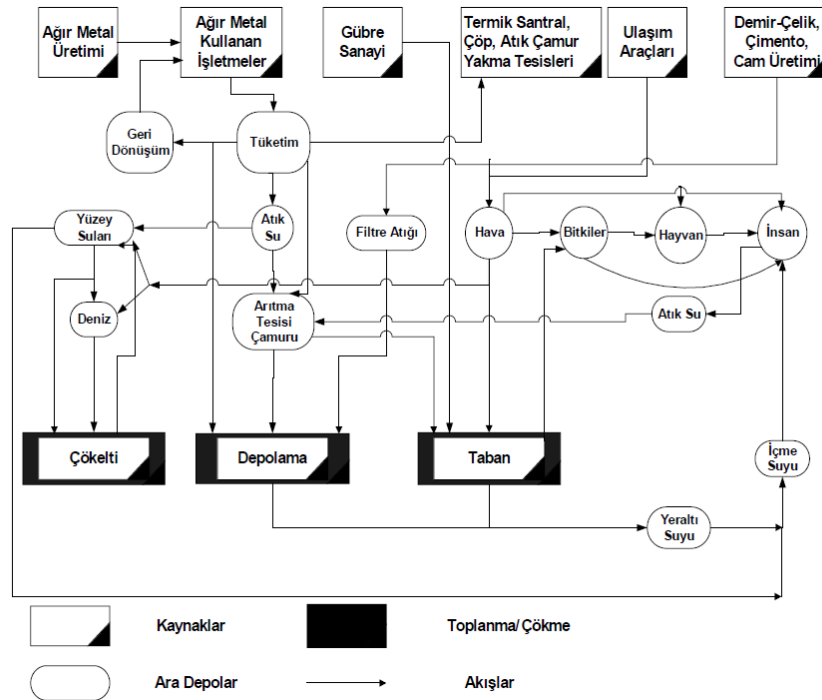
Ağır metaller, su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısı ile bileşiminde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla geçerler. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür olarak bileşik oluşturup su tabanına çöker ve bu bölgede zenginleşirler. Sediment tabakasının adsorpsiyon kapasitesinin sınırlı olmasından dolayı da suların ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak yükselir. Ülkemizde de başta tuz ihtiyacımızı karşıladığımız Tuz Gölü olmak üzere kapalı göllerimizde yeterli çevresel önlem almadığımız ve su havzalarında kontrolsüz sanayileşmeye izin verdiğimizden dolayı ağır metal konsantrasyonu sürekli yükselmektedir. Ağır metallerin ekolojik sistemde yayınımları dikkate alındığında doğal çevrimlerden daha çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle çevreye yayınıminin söz konusu olduğu görülmektedir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayınını önemli miktarlara ulaşabilmektedir. Yıllık olarak doğal çevrimler sonucu 7,600 ton Cd, 18,800 ton As, 3,600 ton Hg, 332,000 ton Pb atmosfere atılmakta iken insan faaliyetleri sonucu deşarj edilen miktarlar dikkate alındığında ise Se (19 kat), Cd (8 kat), Hg, Pb, Sn (6 kat), As, Ni ve Cr (3 kat) daha fazladır. Ağır metallerin çevreye yayılımında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Çizelge

2.3’de temel endüstrilerden çevre ortamlarına katılan metal türleri genel olarak gösterilmiştir (Kahvecioğlu ve ark., 2009).

Çizelge 2.3. Temel endüstrilerden kaynaklanan metal türleri (Kahvecioğlu ve ark., 2009).

Endüstri adı	Ağır metaller							
	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kağıt	-	X	X	X	X	X	-	-
Petrokimya	X	X	-	X	X	-	X	X
Klor- Alkali Üretimi	X	X	-	X	X	-	X	X
Gübre	X	X	X	X	X	X	-	X
Demir- Çelik	X	X	X	X	X	X	X	X
Enerji Üretimi (Termik)	X	X	X	X	X	X	X	X

Havaya atılan ağır metaller, sonuçta karaya ve buradan bitkiler ve besin zinciri yoluyla da 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. Ağır metallerin doğaya yayınımları dikkate alındığında çok çeşitli sektörlerden farklı işlem kademelerinden biyosfere ağır metal atılımı gerçekleştiği bilinmektedir. Şekil 2.4’de farklı sektörlerden biyosfere ağır metal yayınımları şematik olarak verilmiştir (Kahvecioğlu ve ark., 2009).



Şekil 2.4. Şematik olarak ağır metallerin doğaya yayınımları (Kahvecioğlu ve ark., 2009).

2.4.3. Ağır metallerin sağlığa etkileri

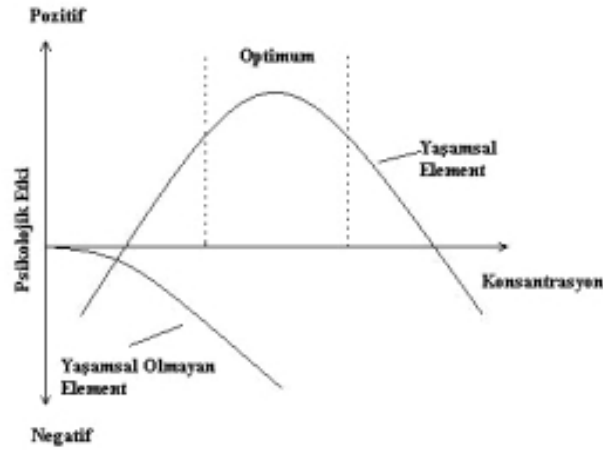
Ağır metallerin insan metabolizmasında oluşturdukları etki ve etkin oldukları aşamaları ana sistemler açısından değerlendirilirse, bunları;

- Kimyasal reaksiyonlara etki edenler,
- Fizyolojik ve taşınım sistemlerine etki edenler,
- Kanserojen ve mutajen olarak yapı taşlarına etki edenler,
- Alerjen olarak etki edenler,
- Spesifik etki edenler olarak sıralamak mümkündür (Kahvecioğlu ve ark., 2009).

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, Fe kansızlığı önler, Zn ise 100'den fazla enzim reaksiyonunda yer alır (Tofan, 2008). 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 civadır (Duffus ve Worth, 1996).

Metallerin normal olarak vücutta bulunma oranı çok düşüktür. Bu oran yükseldiği takdirde, vücutta toksik etki yapmaya başlarlar. Ağır metaller, yoğunlukları suyun yoğunluğunun en az 5 katı daha fazla olan metallerdir. Bunlar vücudumuz tarafından işlem göremez ve vücutta birikirler. Yaşadığımız ortama hava, su, yiyecekler, insanlar tarafından üretilen sayısız kimyasal maddeler ve ürünler vasıtasıyla karışan ağır metaller nefes alma, yutma, ciltten emilme yollarıyla vücudumuza girerler. Eğer ağır metallerin vücudumuza giriş hızı, vücudumuzun onları dışarı atma hızından düşükse, zaman içinde vücudumuzda birikim yaparlar (Tofan, 2008).

Bazı sistemlerde ağır metallerin etki mekanizması konsantrasyona bağlı olarak değişir. Bu tür organizmalarda metallerin konsantrasyonu dikkate alınmalıdır. Şekil 2.5'de ağır metallerin vücut sıvısındaki konsantrasyona bağlı olarak etkileri şematik olarak verilmiştir.



Şekil 2.5. Vücut sıvısındaki konsantrasyona bağlı olarak ağır metallerin etkileri (Kahvecioğlu ve ark., 2009).

Şekilden görüldüğü gibi ağır metaller konsantrasyon sınırını aştıkları zaman toksik olarak etki gösterirler. Bu genel gösterimin aksine ağır metaller canlı bünyelerde sadece konsantrasyonlarına bağlı olarak etki göstermezler, etki canlı türüne ve metal iyonunun yapısına bağlıdır (çözünürlük değeri, kimyasal yapısı, redoks ve kompleks oluşturma yeteneği, vücuda alınış şekline, çevrede bulunma sıklığına, lokal pH değeri vb.). Bu nedenle özellikle düzenli olarak tüketildiğinden dolayı içme sularının ve yiyeceklerin içerebileceği maksimum konsantrasyon limit değerleri sınırlandırılmıştır ve yasal kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmesi zorunludur (Kahvecioğlu ve ark., 2009).

Metallerin diğer toksik bileşiklerden farklı özellikleri vardır, insanlar tarafından kimyasal yöntemlerle sentezlenemez ve ortadan kaldırılamazlar. Metaller ilgi duydukları dokulardaki özel komponentlere bağlanarak vücutta birikirler. Örneğin Pb ve Ra kemikte, Hg böbrekte, Cu karaciğerde birikir (Burgaz, 2000).

Bazı metal, pestisit, halojenli aromatik hidrokarbon, plastik monomerleri, aromatik hidrokarbonlar, aromatik aminler, hava kaynaklı kirleticiler, fiziksel etmenler insan ve hayvanlarda immün sistem disfonksiyonuna neden olmaktadır. Bu etkilere neden olan metallerin başlıcaları Arsenik (As), Berilyum (Be), Kurşun (Pb), Civa (Hg), Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Selenyum (Se) ve Çinko (Zn)'dur. Arsenik (As), Bizmut (Bi), Bakır (Cu), Altın (Au), Mangan (Mn), Nikel (Ni), Vanadyum (V) gibi metaller gastrit, vasküler konjesyon ve bağırsak mukoza hücrelerinde tahribata neden olurlar. Bazı metaller ise öldürücü nitelikte zehirlenmelere yol açabilmektedir. Uluslar arası

Kanser Araştırmaları Örgütü'ne göre suda bulunan ve insanlarda kanserojen etkisi bulunan başlıca maddeler; arsenik ve arsenik bileşikleri, asbest, krom ve krom bileşikleri, benzen, bis (klorometil), eter, nikel ve nikel bileşikleri, vinil klorür'dür. Gıdalarda bulunan ve insanlar için kanserojen etkisi olabilen maddeler ise aflatoksinler, arsenik ve bazı arsenik bileşikleri, nikel ve belirli nikel içeren bileşikler olarak sıralanabilir (Güler ve Çobanoğlu, 1994).

Yapılan çalışmalar, ağır metallerin zihinsel ve nörolojik fonksiyonları, nörotransmitter üretimi ve kullanımını ile muhtelif hormonal faaliyetleri etkileyerek insan davranışlarını doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur. Toksik metallerin çalışmasını etkilediği sistemler, kan ve dolaşım sistemi, toksin atma sistemleri (bağırsaklar, karaciğer, böbrekler, cilt), hormonal sistem, enerji üretim sistemleri, enzimler, mide-bağırsak, bağışıklık, sinir ve üretim sistemleri, boşaltım sistemidir. Ağır metallerin çok az oranlarda dahi solunması çok ciddi sağlık problemlerine neden olmaktadır. Tüm insan ve hayvanların bağışıklık sistemleri ağır metal solunması ile baskılanır. Ağır metaller ayrıca, alerjik reaksiyonlara, genlerin değişime uğramasına, zararlı bakterilerin yanı sıra faydalı bakterilerin de ölümüne ve doku hasarına neden olur (Tofan, 2008).

Ağır metaller kanın asitlik oranını arttıırırlar. Vücut bozulan asitlik oranını düzeltebilmek için kemiklerden gereğinden fazla kalsiyum çeker. Bu da zaman içinde osteoporozu arttırır (Tofan, 2008). Çizelge 2.4'de insan tarafından alınan metallerin ortalama günlük alınan miktarları, zehirleyici miktarları, vücuttaki normal miktarları ve yarılanma ömürleri verilmiştir (Gündüz, 1994).

Endüstriyel ürünlerin üretiminde ağır metallerin yoğun bir biçimde kullanılması nedeniyle, insanların ağır metallere maruz kalma oranı son 50 yılda çok ciddi bir şekilde artmıştır. Cıvalı amalgam dolgular, boyalar ve musluk suyundaki kurşun, işlenmiş gıdalar, kozmetik ürünler, şampuan, saç ürünleri ve diş macunlarındaki kimyasal kalıntılar nedeniyle insanlar her an ağır metallerle iç içe yaşamaktadır. Günümüzün endüstriyel toplumunda bu durumdan kaçış imkanı ne yazık ki, yok gibi görünmektedir (Tofan, 2008).

Çizelge 2.4. İnsan tarafından besin, su ve hava ile alınan metaller (Gündüz, 1994).

Metal	Ortalama günlük alınan miktar		Zehirleyici miktar (mg)	Vücuttaki normal miktar (mg)	Yarılanma ömrü (gün)
	Besin ve su (mg)	Hava (mg/m ³)			
Antimon	0.100	0.0017	100	7.9	38
Bakır	1.325	0.0014	250-500	72	80
Baryum	0.735	0.030	200	22	65
Berilyum	0.012	0.00004	-	0.03	180
Bizmut	0.020	0.00076	-	0.23	5
Cıva	0.025	-	-	-	70
Çinko	14.50	0.0168	-	2,300	933
Demir	15.00	0.084	-	4,200	800
Gümüş	0.600	-	60	1	5
Kadmiyum	0.160	0.0074	3	50	200
Kalay	7.300	0.0006	2,000	17	35
Kobalt	0.390	0.00012	500	1.5	9.5
Kurşun	0.300	0.046	-	12	1,460
Krom	0.245	0.0011	200	1.8	616
Mangan	4.400	0.0288	-	12	17
Molibden	0.335	0.006	-	9.3	5
Nikel	0.600	0.00236	-	10	667
Titan	1.375	0.0014	-	9	320

2.5. Alüminyum (Al)

Alüminyum suya genellikle arıtma işlemleri sırasında geçer. Su arıtma işlemlerinde alüminyum tuzları koagülant olarak kullanılır. Özellikle alüminyum sülfat çok kullanılan bir koagülanttır. Bu tuz su içinde hidroliz olarak alüminyum hidroksit jeli halinde çöker. Ancak bir miktar alüminyum su içinde kalabilir. Toprağı oluşturan bütün kil minerallerinde alüminyum oksit vardır. Ancak alüminyum oksit suda çok az çözünür. Bu nedenle doğal sularda çok az miktarlarda alüminyum bulunur (WHO, 1998).

Alüminyum yer kabuğunda en çok bulunan elementlerden birisidir ve yer kabuğunun yaklaşık %8'ini oluşturmaktadır. Doğal toprak erozyonu, madencilik, volkanik püskürme, tarımsal aktiviteler ve kömür yanması havada bulunan alüminyumun başlıca kaynaklarıdır. Havadaki alüminyum seviyeleri 0.0005 µg/m³ ile 1 µg/m³ arasında değişebilmektedir. Alüminyum suda çok sayıda değişik formda bulunabilir. Alüminyum monomerik ve polimerik hidroksi türleri, kolloidal polimerik solüsyonlar ve jeller ile presipitatlar oluşturabilir. Ayrıca çeşitli organik (humik ve fulvik asit) ve inorganik (florid, klorid ve sülfat) asitlerle kompleksler oluşturabilir ve bunların bir çoğu suda çözünür. Doğal sulardaki alüminyum konsantrasyonu çeşitli

fizikokimyasal ve mineralojik faktörlere bağı olarak önemli düzeylerde değişebilir. Nötral pH değerine yakın sulardaki çözülmüş alüminyum konsantrasyonu genellikle 0.001-0.05 mg/l arasında değişmektedir. Fakat daha asidik sulara ya da organik madde açısından zengin sulara bu değer 0.5-1 mg/l'ye kadar çıkabilir. Yüksek düzeyde asitli sulara alüminyum konsantrasyonunun 90 mg/l'ye çıktığı belirlenmiştir (WHO, 1998).

Alüminyum yapı malzemesi olarak, otomotiv ve uçak endüstrisinde, yemek kaplarının yapımında, gıda paketlenmede, gıda katkı maddesi olarak, antasit ve terleme önleyici olarak kullanılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Ayrıca alüminyum tuzları, organik maddeler, renk, bulanıklık ve mikroorganizma seviyesinin düşürülmesinde koagülant olarak su arıtmada kullanılmaktadır (WHO, 1998).

Alüminyumun insanlardaki etkisi akut etkiden daha çok kronik olarak görülmektedir. Böbrek yetmezliği olan hastaların uzun süre alüminyumca zengin sulara maruz kalmasının ensefalopati ve/veya kemiklerde mineralizasyon zararlarına sebep olabileceği bildirilmiştir (Srinivasan ve ark., 1999). Alüminyum ile Alzheimer hastalığı arasında ilişki olduğuna dair görüşler bulunmaktadır. Bazı bilim adamları vücutta alüminyum birikiminin Alzheimer'ın bir yan etkisi olduğuna inanmakta iken artan sayıda araştırmacı hastalığın oluşumunda alüminyumun merkezi bir rol oynayabileceğini söylemektedir (WHO, 1998).

2.6. Arsenik (As)

Arsenik birçok yeraltı kayalarında ve toprakta bulunur. Arseniğin çevreye başlıca yayılma ve taşınma yolu sulardır. Arseniğin su aracılığıyla ekolojik sistemde dağılımı, canlı yapılarda birikimine neden olmaktadır. Yer kabuğunun içerdiği ortalama arsenik miktarı 1.5-2 mg/l ve kirlenmiş topraklarda ise 0.2-40 mg/l arasında değişmektedir. Arsenik yeryüzünde bol olarak bulunan 20 elementten biridir (Öztürk, 2008).

Arsenik, yeraltı kayalarında genel olarak gümüş, kurşun, bakır, antimon, kobalt ve demir cevheri ile birlikte arsenik sülfür minareli halinde bulunmaktadır. Toprakta ve diğer çevre ortamında arsenik eser miktarda bulunmaktadır Birleşmiş Milletlerin 2006 tarihli İnsani Gelişme Raporu'nda, Türkiye, sularındaki arsenik konsantrasyonu yüksek olan ülkeler arasında yer almaktadır. Yeraltı sularında arsenik problemi olan başlıca ülkeler arasında Türkiye'nin yanı sıra Arjantin, Bangladeş, Şili, Çin, Macaristan, Hindistan, Meksika, Tayvan, Vietnam gibi ülkeler de gösterilmektedir (Öztürk, 2008).

Arsenik bileşikleri sulara yüksek konsantrasyonlarda olsa dahi tat, koku ve görsel olarak tespit edilemez. Çoğu arsenik bileşiğinin özel bir tadı ve kokusu yoktur. İnorganik arsenik (su kaynaklarında bulunabilen bir formdur) insanlar için zehirli olup, organik arsenik (bitki ve hayvanlarda bulunur) daha az zararlıdır. Arsenik gastrointestinal sistem, solunum sistemi ve parantral yollardan absorbe olur. İnorganik arseniğin gastrointestinal absorpsiyon hızı çok yüksektir. Akut alımda en fazla dağılım karaciğer ve böbrekte olur, daha sonra beyindedir. Ağızdan alınan akut arsenikle zehirlenmenin başlıca belirtisi mide bulantısı, kusma, ağız ve boğazda yanma ve şiddetli karın ağrısıdır. Bunu izleyen dolaşım ve kalp yetmezliği birkaç saat içinde ölüme neden olabilmektedir. Kronik arsenik zehirlenmesi ise yavaş yavaş güçten düşme, ishal ya da kabızlık, ciltte tümör gelişimi gösterebilen pullanma ve renk değişikliği, felç ve bilinç bulanıklığı ile ortaya çıkan sinir sistemi bozukluğu, yağ dokusunda bozulma, kansızlık ve tırnaklarda tipik çizgiler belirmesiyle tanınabilir. Kronik arsenik zehirlenmesi, uzun süre içme suyu yoluyla arseniğe maruz kalma sonucu ortaya çıkmaktadır. Arseniğin sebep olduğu semptomlar ve etkiler farklı bireylerde, popülasyon gruplarında ve coğrafi bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda arsenikten kaynaklanan hastalığın uluslararası bir tanımı yapılamamaktadır (Calderon, 2000).

Arseniğin birçok bileşiği bulunmaktadır. Arsenik suda hem organik hem de inorganik bileşikler halinde +3 veya +5 değerlikli olarak bulunur. +3 değerlikli arsenik +5 değerlikli olandan daha fazla toksik etki gösterir. Suyu genellikle maden ocakları ve metalurjik işletmelerin atık sularından karışır. Tarımda herbisit olarak kullanılan bazı arsenikli ilaçlar da zamanla suya geçer (Öztürk, 2008).

Arsenik insan vücudu için olduğu kadar, bütün canlılar için de toksik bir elementtir. Sulara 100 µg/l'den fazla arsenik bulunması halinde su içinde yaşayan bütün canlılar için öldürücü etki yaratır. Ancak kaplıca sularında az miktarda bulunması cilt hastalıkları için tedavi edici bir rol oynar (Tofan, 2008).

2.7. Bakır (Cu)

Bakır toprağın doğal bir bileşeni ve organizmalar için temel bir elementtir. Atmosfer koşullarında metalik gri tonunda bulunmayan iki metalden biri olan bakır metalik durumda stabildir. Tek değerlikli ve çift değerlikli katyonlar oluşturur (WHO, 2004a).

Bakır yeraltı sularında, deniz suyunda, yüzey sularında ve içme sularında bulunur. Buralarda bulunma şekli kompleksler halinde veya partikül halindedir. İçme suyunun kaynağını oluşturan kaynaklarda bakır nadir olarak görülebilir. Bakır, içme sularında çözüldüğü zaman bazı durumlarda açık mavi ya da mavi yeşil bir renk, istenmeyen metalik acı bir tat ile tesisat üzerinde mavi-yeşil lekeler oluşturabilir (WHO, 2004a; Skipton ve ark., 2007).

Yüzey ve yeraltı sularında bakırın başlıca kaynakları endüstriyel kirlilik, evsel atıklar ve madencilik atıklarıdır. Bakır konsantrasyonu pH, sertlik ve su dağıtım sisteminde bakır bulunması gibi su karakteristiğindeki farklılıkların bir sonucu olarak oldukça geniş bir aralıkta olabilmektedir. Asidik ya da alkali pH'ya sahip yüksek karbonatlı sularda suyun dağıtım sırasında sudaki bakır konsantrasyonu çoğunlukla artmaktadır (WHO, 2004a; WHO, 2006).

Endüstride bakırın önemli rol oynamasının ve çeşitli alanlarda kullanılmasının nedeni çok farklı özelliklere sahip olmasıdır. Metalik bakır iyi bir termal ve elektrik iletkenidir. Boruların, valflerin bağlantı elemanlarının, yemek kaplarının ve yapı malzemelerinin yapılmasında kullanılır. Bronz alaşımlarda ve kaplama materyallerinin yapısında bulunmaktadır. Yine fungusitlerin, insektisitlerin, algisitlerin ve ahşap koruyucuların yapısında yer alır. Bakır bileşikleri hayvan yemlerine de ilave edilmektedir. Bakır ayrıca besin ögesi ve renk maddesi olarak gıda sanayinde de kullanılır. Bakır sülfat pentahidrat bazı durumlarda alglerin kontrolü için yüzey sularına ilave edilmektedir. Bakır sülfat önceleri kusturucu olarak kullanılmış ancak daha sonra bunun sağlık üzerine olumsuz etkileri nedeniyle kullanımından vazgeçilmiştir (WHO, 2004a).

Gıdalar, insanlara bakır bulaşması için temel bir kaynaktır. Karaciğer ve diğer organ etleri, su ürünleri, fındık ve tohumlar gıdalarla alınan bakırın temel kaynaklarıdır. Bakır doğada pek çok meyve ve sebze de bulunur (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Bakır esas itibarıyla suya bakır minerallerinden geçer. Ancak bakır boru ve bağlantı parçalarının korozyonu sonucu da bir miktar bakır suya geçebilir. Bakır iyonu dezenfektan bir maddedir. Havuzlardaki yosunlaşmayı önlemek üzere bakır sülfat çözeltisi kullanılır. Bakırın dezenfektan etkisi suyun pH derecesi ve alkalinite değerine bağlıdır. Ancak bakır zamanla hidroksit halinde çökerek etkisini kaybeder (Tofan, 2008).

Bakır bitkilerin yaşaması ve klorofil oluşumu başta olmak üzere birçok enzimin gelişimi için mutlaka eser miktarda bulunması gereken temel elementtir. Bakır,

hayvanların metabolizması ve kalpteki hemoglobinin içinde gerekli olan bir metaldir. Kanın oksijen taşıma mekanizması olayında da bakırın önemli rolü vardır. Biyolojik önemi demire yakındır (Belce, 2002).

Az miktarda bakır enzim etkisi yapar. Yetişkin bir insanda 100 mg'dan daha fazla bakır bulunur (Baysal, 1999). Besinler yardımıyla günde yaklaşık 5 mg bakır özümlemeye katılır. Bakır eksikliğinde demir hareketi azalacağından kan formülü bozulur ve kansızlık meydana gelir. Doğal sularda bulunan az miktardaki bakırın insana zararlı etkisi yoktur. Suda 1 mg/l'den fazla bakır bulunması tadında değişme yapar. Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği sınır 0.05-1.5 mg/l olup, bazı ülkelerde böyle bir sınırlama yoktur. Fazla miktarda bakır toksik etki yapar ve vücuttaki bazı enzimlerin etkinliğini engeller (Baysal, 2000; Soylak ve Doğan, 2000).

Bakır zehirlenmesi akut ve kronik olarak iki şekilde görülür. Akut bakır zehirlenmesi seyrek olarak gözlenir. Genelde yiyecek ve içeceklere kazayla bakır ihtiva eden maddelerin karışması ile veya kasten bakır tuzlarının yutulması sonucu zehirlenme oluşur. Akut bakır zehirlenmesinde gözlenen belirtiler tükürük salgılamasının artması, mide ağrıları, bulantı ve ishaldir. Ayrıca alınan doza bağlı olarak koma ve ölüm de görülebilir. Kronik bakır zehirlenmesi ise ender rastlanan bir durum olup genellikle uzun süre bakır ile temas halinde olan yiyecek ve içeceklerin ağız yolu ile alınması sonucu ortaya çıkabilir. Bakır zehirlenmesi sonucu karaciğerde leke oluşması ve siroz, sinir sisteminde bozukluk, böbrek fonksiyonlarında zayıflama görülür (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Vücutta gereğinden fazla bakır birikmesi "Wilson Hastalığı" olarak bilinmektedir. Bu hastalığın belirtileri arasında sinir sistemi bozuklukları, karaciğer sirozu, gözde renk halkası oluşması sayılabilir (Baysal, 1999).

2.8. Berilyum (Be)

Yüksek oranda ısı emebilme özelliği nedeniyle, hava ve uzay taşıtlarında, iletişim uydularında, nükleer santrallerde ve füze yapımında kullanılır. Ayrıca, hafif metal alaşımlarında, X-ışını tüplerinin pencerelerinde ve saat zembereklerinin yapımında da kullanılır. Yüksek bir erime noktasına sahip olması, hafifliği ve çelikten çok daha esnek bir metal olması nedeniyle, bilgisayar parçaları yapımında, jiroskoplarda ve inşaat sektöründe sık tercih edilen bir elementtir. Bu kadar çok kullanım alanı olmasına rağmen berilyum tek alternatif değildir ve kendisini ikame edecek başka metaller bulunabilir çünkü metalik berilyum insanlığın bildiği en zehirli maddelerden

bir tanesidir. Berilyumun bakır alaşımı da, kaynak yapımında, elektrik bağlantılarında ve elektrotlarda kullanılır. Zümrüt ve akuamarin, berilyumun değerli kristal formlarıdır. Berilyum ve tozları, zehirli olmalarının yanında, özellikle akciğerlerde kansere yol açabilmektedirler. Berilyum bileşikleri gerek canlılar gerekse ekosistem için tehlikeli ve zehirli etkileri olan kimyasallardır. Berilyumun canlılarda yarattığı en büyük tahribat “Beril Hastalığı” olarak tabir edilen akciğer hastalığıdır. Bu hastalık daha sonra akciğer kanserine ve kemik iliği kanserine dönüşebilir (Filiz, 2007).

Berilyum ve bileşikleri kanserojen etki gösterebilen kimyasallardır ve vücuttaki toplanma bölgesi temel olarak üst solunum yolu ve ciğerlerdir. Bunun yanında berilyuma maruz kalmış kişilerde göğüs ve eklem ağrıları sık olarak görülür. Temel olarak berilyum ve berilyum kimyasalları canlıların vücuduna soluma, oral yolla ve deri teması olmak üzere üç yolla girmektedir. Berilyum madenleri, berilyum ve berilyum alaşımları üretilen bölgeler, termik santraller ve endüstrinin berilyum kullanan diğer kollarının bulunduğu bölgelerden havaya ve suya karışan ve taşınan partiküller berilyum ve bileşiklerinin genelde soluma ile vücuda alınması sonucunu doğurmuştur ve çalışmalarda genelde havadaki partiküllerin, tozların etkileri üzerine yoğunlaşmıştır (Gündüz, 1999).

2.9. Çinko (Zn)

Çinko insan vücudu için mutlaka gerekli olan bir elementtir. Enzimlerin ve hormonların bileşenlerinden biridir. Protein sentezinde fonksiyonu bulunan çinko gen ekspresyonunda yapısal ve enzimatik rol oynamakta olup bağışıklık sistemindeki olaylarda da yer almaktadır (Belce, 2002). İnsanda çinko yetersizliğinde cücelik, cinsiyet organlarının gelişiminde gerilik, hastalıklara dirençsizlik ve yaraların iyileşmesinde gecikme gözlenir (Baysal, 2000).

Çinko bileşikleri suda az çözünür. Doğal sularda çinko konsantrasyonu genellikle 0.05 mg/l'den daha düşüktür. Çinko suya daha çok galvanizleme metalurji sanayi atık sularından geçer. Çinko özellikle, çelik çalışmaları, ipek ipliği, fiber üretimi, ve katot arıtımı uygulayan resirkülasyon soğutma sistemleri ile metal proses atıksularında bulunur. Ayrıca çinko mürekkeplerde, karbon kağıtlarında, kozmetikte, boya maddelerinde, silgi ve muşamba üretiminde de kullanılır (Yıldız, 2004). Kireç-soda yöntemiyle yapılan sertlik giderme işlemlerinde su içinde bulunan çinko konsantrasyonu 0.1 mg/l'ye kadar düşürülebilir (Tofan, 2008).

Çinko, zehirliliği fazla olan bir madde değildir. Yetişkin bir insan için günlük tavsiye edilen alım miktarı 12 mg'dır. Beslenmede çinko eksikliği sonucunda büyümenin yavaşlaması, iştahsızlık, zihinsel yorgunluk, deri değiştirme ve gece körlüğü oluşur. Çinkonun fazla miktarda alımı sakıncalıdır. Günlük 50 mg alındığında HDL kolesterolde düşüş gözlenmiştir. İnsanlarda yüksek miktarlarda çinko alınması sonucu mide bulanması, kusma, ishal, uyuşukluk, kas ve mide krampları oluşabilir (Baysal, 1999).

2.10. Kobalt (Co)

Kobalt insan organizmasının en etkili biyokatalizörü olan B-12 vitamininin ana yapı taşıdır. Bu nedenle insanlar ve bazı hayvan türleri için özel bir elementtir. Kobalt ve B-12 vitamini kan sistemini kuvvetlendirici etki yapar. Vücut metabolizmasında önemli rol oynar. Yetersizliği halinde kansızlığa sebep olur. Kobalt doğada bakır ve nikel mineralleri ile birlikte bulunur. Doğal sulardaki kobalt konsantrasyonu 0.01 mg/l'den daha düşüktür. İçme ve kullanma sularında kobalt için bir sınır değeri verilmemiştir. Sulama sularında 0.05 mg/l'den fazla kobalt bulunması istenmez (Tofan, 2008).

Kobalt toksikliği nadiren rastlanan bir durumdur. Fakat yüksek konsantrasyonlarda kobaltın bitkilere şiddetli toksik etki yapabildiği görülmüştür (Topbaş ve ark., 1998). Kobalt karaciğer, kalp ve kanda yüksek düzeylerde akümüle edilebilir (Yıldız, 2004).

2.11. Nikel (Ni)

Nikel özellikle metal proses endüstrileri, çelik dökümhaneleri, motorlu taşıt ve uçak endüstrileri, boya pigmentlerinde, kozmetikte, makine parçaları, batarya ve elektriksel kontakların üretiminde kullanılır (Topbaş ve ark. 1998).

Nikel hemen her türden canlıda yüksek düzeylerde alınma durumunda veya uzun süreli maruziyetlerde zehir etkisi gösterir. Etkilenen hayvanlarda ve insanlarda dermatitler ve solunum sistemi bozukluklarıyla kendini gösteren zehirlenmelere neden olur (Şanlı, 2002).

Doğal sulara nikel çok az rastlanır. Az miktardaki nikel, demirin canlılar tarafından daha iyi değerlendirilmesini sağlar. Nikelin yağ çevrimi ve hormonları da

etkilediği tahmin edilmektedir. Aşırı toksik etki yapar. Nikelin bitkilerde şiddetli zehir etkisi yaptığı ve özellikle çinkodan 8 kat daha zehirli olduğu bilinmektedir. Yiyecekler ve içme suyundan başka daha çok deri teması ve solunum yoluyla canlı bünyeye geçer. İnsanda fizyolojik bozukluklara yol açar (Tofan, 2008). Özellikle ağız yoluyla alınan nikel bileşikler insanda zehir etkisi yapmaktadır. En fazla akciğer ve beyinde yüksek konsantrasyonları tespit edilmiştir ve nikelin burun boşluğunda kansere yol açtığı bilinmektedir. Nikel içeren atıksular alıcı ortamlara karıştığında zararlılık sınırı balıklarda 1-5 mg/l iken balıklara yem olan küçük su canlıları için 3-4 mg/l olmaktadır (Yıldız, 2004).

2.12. Selenyum (Se)

Selenyumun temel kullanım alanı, elektronik ve elektrik endüstrisidir. Ayrıca boya ve kozmetik sanayisinde de kullanılmaktadır (Yıldız, 2004). Selenyum, bakır, çinko ve kurşun gibi metallerin üretimi sırasında yan ürün olarak 16 ton/yıl kapasite ile üretilir. Selenyum ana üretim kaynağını ise, bakır anot çamurlarıdır ve bu çamurların soda veya sülfürik asit ile kavrulması ile geri kazanılır. Kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı, başta fotoelektrik hücreler olmak üzere, elektronik, cam, metalurji, tarımsal ve biyolojik alanlarda endüstriyel uygulamaya sahiptir. Selenyum kirliliğinin en önemli nedeni selenyum içeren katı atık depolarıdır. Selenyumla kontamine olmuş bölgelerde yetişen tarım ürünleri ile besin zincirine girer ve insan vücuduna kadar ulaşır. Düşük konsantrasyonlarda vücut için önemli bir iz element olmakla beraber, yüksek konsantrasyonlarda zehirlidir. Selenyumun en zehirleyici bileşiği, maksimum değeri 0.05 ppm olan hidrojen selenürdür (Kahvecioğlu ve ark., 2009).

Yetişkin bir insanın vücudunda yaklaşık olarak 0.29 mg/kg selenyum bulunmaktadır. En yüksek selenyum konsantrasyonuna böbrek ve karaciğerlerde rastlanmıştır (Yıldız, 2004). Selenyum, pek çok vitamin ve sülfür içeren amino asitler ile etkileşim halindedir. Aynı zamanda civa, kadmiyum, kurşun, gümüş, bakır ve arsenik gibi birçok metalin toksik etkisini azaltır. Kanda düşük selenyum konsantrasyonu, kalp hastalıklarına yol açar. Ayrıca selenyum, tiroit hormonu olan triiodothyronine (T3) üretiminde kullanılan enzimin bir parçasıdır, dolayısıyla selenyum eksikliğine bağlı tiroit hormonun fonksiyonunda bozukluklar gözlenmektedir. Kronik yüksek selenyum alımını 5 mg/gün'den yüksek olduğunda; saç kaybı, tırnak

morfolojisinde değişim, ishal, merkezi sinir siteminde bozukluklar, böbrek ve karaciğer hasarları, iştahsızlık gibi belirtiler görölmektedir. Yüksek selenyum konsantrasyonu çalışanlar üzerinde baş ağrısı ve “selenyum nezlesine” neden olmaktadır (Gündüz, 1999).

Epidemiolojik çalışmalar neticesinde insanlarda selenyumun eksikliğinden kaynaklanan kalp rahatsızlıkları riski selenyum fazlalığından kaynaklanana oranla 2-3 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Çok az sayıdaki selenyum bileşigi ani ölümlere neden olmaktadır. Sindirim sistemindeki mukos mebranlarında tahrişe, karaciğer hasarına ve akciğerde toksik ödemlere neden olduğu gözlenmiştir. Değişik yiyeceklerde selenyum içeriği bölgedeki doğal selenyum içeriğine, insansal aktivitelere bağlı olarak çok geniş oranda değişmektedir. Selenyumun havadaki ve sudaki konsantrasyonu genelde düşük olup, havada 10 µg/m³'den az ve suda 10 µg/l'den daha da azdır (Gündüz, 1999).

2.13. Demir (Fe)

Demir insan vücudu için gerekli bir elementtir. Element halindeki demir doğada çok nadir bulunmaktır. İyon halindeki Fe⁺² ve Fe⁺³ oksijen ve sülfür içeren bileşiklerde kompleks oluşturma aktiviteleri yükseltir ve reaksiyon sonunda oksitler, hidroksitler, karbonatlar, sülfidler oluşabilmektedir. Demir doğada en çok oksitleri halinde bulunur. Demirin erime noktası 1535 °C, özgül ağırlığı 25 °C'de 7.86 g/cm³'tür (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Demir, hüresel oksidatif mekanizmalar ve dokulara oksijen taşınması gibi yaşamsal önemi olan birçok olayda yer almaktadır. Birçok enzim ve koenzim molekülünde demir, bir bileşen veya kofaktör olarak görev yapmaktadır. Krebs döngüsündeki enzimlerin yaklaşık yarısı için demir gereklidir. Dünyada milyonlarca kişinin yaşam kalitesini ve iş gücünü etkileyen demir eksikliği, insanlarda en yaygın görölen hastalıklardan biridir (Belce, 2002). Demir bitki ve hayvanlarda doğal olarak bulunan bir unsurdur. Karaciğer, böbrek, balık ve yeşil sebzeler 20-150 µg/kg demir içermekte iken kırmızı etler ve yumurta sarısı 10-20 µg/kg, pirinç 1-10 µg/kg demir içerir (WHO, 1996 a).

İçme ve kullanma sularında 0.3 mg/l'den fazla demir bulunması suyun tadını bozması ve çamaşır yıkamada renk oluşturmaya açısından istenilmez. Demirce zengin sular çay, kahve ve alkollü içeceklerle karıştırıldığında siyah, mürekkebpsi bir görünüş

ve tat oluşturabileceği bildirilmektedir. Demirce zengin sularla pişirilen sebzeler siyahlaşmakta ve renkleri bozulmaktadır (WHO, 1996 a).

Ağız yoluyla yüksek miktarda alınan demir bileşikleriyle akut zehirlenmelerin erken dönemlerinde bulantı, kusma, karın ağrısı, ağızda metalik tat ve bazı nörolojik bozukluklar ortaya çıkar. Vücudun çeşitli dokularında fazla miktarda demir birikmesi, karaciğer sirozu, pankreas bozuklukları ve bazı hormonal bozuklukları ortaya çıkarmaktadır. Yüksek düzeyde alınan demirin tümör oluşumuna neden olduğu da kaydedilmiştir (Aksoy, 2000).

Demir başlıca, içme suyu borularının yapı malzemesi olarak kullanılır. Demir oksitler, boya ve plastiklerde pigment olarak kullanılmaktadır. Diğer demir bileşikleri gıda boyaları ve insanlarda demir eksikliğinin tedavisinde kullanılmaktadır. Çok sayıda demir tuzu suyun işlenmesinde koagülant olarak kullanılmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

İçme suyu kaynaklarında demir (II) tuzları stabil değildir ve demir (III) hidroksit olarak çökmektedir. Demir (III) hidroksit suda pas rengi olarak kendini göstermektedir (WHO, 1996a). Ayrıca demir, su pompa istasyonunda ve dağıtım sisteminde istenmeyen bakteriyel gelişmeye (demir bakterileri) sebep olabilir. Demir korozyon ürünlerinin içme suyu dağıtım şebekelerinde bakteriyel aktiviteye sebep olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu durum suda süspanse olmuş bakteriler ve koliform bakterilerin bulunmasını arttırmaktadır. Demir aynı zamanda karbon, azot ve fosfor elementleri gibi bakteriyel gelişme için gerekli bir besin ögesi olarak değerlendirilmektedir. Demirin hem besin ögesi hem de elektron alıcısı olarak kullanılmasının içme sularındaki E. Coli'nin gelişmesi için bir avantaj sağladığı görülmüştür. Düşük konsantrasyonlarda demir içeren suya az miktarda demir sülfat ilavesinin E. Coli sayısının önemli derecede artmasına neden olduğu bildirilmiştir (Appenzeller ve ark. 2005).

Demirin insanlara bulaşmasındaki başlıca kaynak gıdalardır. Gıdalarla günlük olarak 10-14 mg demir alındığı bildirilmektedir. Demir insan beslenmesinde gerekli bir elementtir. Demir için minimum gereksinim yaş, cinsiyet, fizyolojik durum ve demirin biyoyararlılığına bağlı olarak 10-15 mg/gün aralığında değişmektedir. Demirin ortalama öldürücü dozu 200-250 mg/kg vücut ağırlığıdır. Fakat 40 mg/kg vücut ağırlığı ve üstü dozların ağızdan alınımında ölüm gerçekleşmektedir. Demir zehirlenmesi sonucu; kusma, karnın üst bölgesinde ağrı, solukluk, siyanoz, ishal, uyku hali ve şok gözlenir. Ayrıca bazı alerjik rahatsızlıklar ve siroz gibi hastalıklarda görülebilir. Demirin kronik

olarak vücuda alınmasının genetik bozukluklara neden olabildiği bildirilmiştir (WHO, 1996a).

2.14. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum kimyasal olarak çinko ile benzer özelliklere sahip olup sülfat cevherlerinde çinko, bakır ve kurşun ile birlikte doğal olarak bulunmaktadır. Asidik magmatik kayalarda çoğunlukla çinko sülfür mineralleri (özellikle sfalerit) ile birlikte bulunur. Doğadaki en önemli kadmiyum minerali grenokit (CdS)'dir (Rankama ve Sahama, 1964).

Kadmiyum, çinko üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiştir. 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 dayanıklı olması nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılır. Kadmiyum fosfatlı gübrelere, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliği ortaya çıkar.

İnsan yaşamını etkileyen önemli kadmiyum kaynakları; sigara dumanı, rafine edilmiş yiyecek maddeleri, su boruları, kahve, çay, kömür yakılması, kabuklu deniz ürünleri, tohumlama 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 kaynaklarda ve sprey boyalarda da kullanılmaktadır (Karataş, 2004).

Kadmiyum suda çözünebilme özelliğinden dolayı Cd^{+2} halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır. Kirlenmemiş doğal sulardaki kadmiyum konsantrasyonu genellikle $1\mu g/l$ 'nin altındadır. Kadmiyumun içme sularıyla alımı genellikle $2\mu g/gün$ 'den daha düşüktür. İçme sularında güvenli olarak değerlendirilen seviyeler (kısa süreli maruz kalmalarda) 1-10 gün süre ile günlük 1 litre su içen 10 kg'lık bir çocuk için 0.04 mg/l , 7 yaşından büyük çocuklar için daha uzun süreli kadmiyuma maruz kalma seviyesi 0.005 mg/l 'dir. 0.005 mg/l 'den yüksek konsantrasyonlarda uzun süre kadmiyuma maruz kalma böbrek, karaciğer, kemik ve

kanda bozukluklara neden olur. Kadmiyum seviyesi, düşük pH'lı yumuşak suların sağlandığı bölgelerde daha yüksek olabilir. Bu durum aynı zamanda koroziviteyi de artırmaktadır. İçme sularındaki kontaminasyonuna borularda çinko kirliliğinden dolayı kadmiyum bulunmasının bir sonucu olarak ya da bağlantı ekipmanları, su ısıtıcıları, soğutucuları ve musluklardaki kadmiyum içeren lehimler neden olmaktadır. Volkanik hareketlerle de kadmiyum yeraltı ve yerüstü sularına karışabilir (Brigano ve ark. 2004).

İnsan vücudundaki Cd seviyesi ilerleyen yaşla beraber artış gösterir ve genellikle 50'li yaşlarda maksimum seviyesine ulaştıktan sonra azalmaya başlar. Yeni doğmuş bebeklerde hiç kadmiyum bulunmaz ve kadmiyum, kurşun ve cıvanın aksine plasenta ya da kan yoluyla anne karnındaki bebeğe geçmemektedir. Normal olarak vücudumuzda 40 mg'a kadar kadmiyum bulunabilmektedir ve günlük olarak da 40 mg'a kadar kadmiyum vücuttan atılabilir. Bu seviyeler, kadmiyumun çoğunu topraktan yani yiyecekler yoluyla alması nedeniyle bölgelere göre değişiklik gösterebilmektedir. Yiyecekler yoluyla alınan kadmiyumun yanı sıra su boruları yoluyla, sigara dumanı ve endüstriyel metal üretimi sonucu çıkan fabrika atıkları da diğer önemli kadmiyum kaynaklarıdır. Endüstri bölgelerinde havadaki kadmiyum oranı kırsal alanlara oranla çok daha yüksektir (USEPA, 2008).

Kadmiyum vücutta %20'lik gibi bir oranla çok iyi absorbe edilemiyor olsa bile, bu diğer birçok metale kıyasla oldukça yüksek bir orandır. Kadmiyum içeriği 0.01 mg/m³ havanın 14 günden daha fazla solunması durumunda kronik akciğer rahatsızlıkları ve böbrek yetmezliği ortaya çıkar. Çünkü kadmiyum ve bileşikleri genellikle böbrekler ve karaciğerde birikirler ve ilerleyen yaşlarla böbreklerdeki birikim yüksek tansiyona da sebep olabilmektedir. Kısa süreli olarak 0.05 mg/kg kadmiyum alınımı mide rahatsızlıklarına neden olurken, uzun süreli (14 günden fazla) 0.005 mg/kg.gün dozu böbrek ve kemiklerde önemli problemlere neden olmaktadır (USEPA, 2008).

2.15. Krom (Cr)

Krom pek çok canlı organizmada yağ ve karbonhidrat metabolizması için gerekli olan elementlerden biridir. Krom doğal sularda +3 değerlikli halde bulunur. Bu iyon pH < 4 olduğu zaman kararlı haldedir. Daha yüksek pH değerlerinde hidrolize olur. +6 değerlikli krom endüstri atık suları ile suya karışabilir. Cr⁺⁶ çok yükseltgen bir maddedir. Cr⁺⁶'nın toksik etkisi Cr⁺³'ün yaklaşık yüz katı fazladır (Şanlı, 2002).

Vücutta insülin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkileyen krom, doğada her yerde bulunan bir metal olup havada $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'den daha yüksek konsantrasyonlarda ve kirlenmemiş suda ortalama $1 \mu\text{g}/\text{l}$ konsantrasyonunda bulunur. Pek çok toprakta az miktarda krom (2-60 mg/kg) bulunurken, kirlenmemiş bazı topraklarda bu değer $4 \text{ g}/\text{kg}$ 'a kadar çıkabilmektedir (Duffus, 1980).

Krom içeren minerallerin endüstriyel oksidasyonu ve fosil yakıtların, ağaç ve kağıt ürünlerin yanması neticesinde doğada altı (hexavalent) değerlikli krom oluşmaktadır. Okside krom havada ve saf suda nispeten kararlı iken ekosistemdeki organik yapılarda, toprakta ve suda üç değerliğe geri indirgenir. Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yılda yaklaşık olarak 6,700 ton krom bu çevrimden ayrılarak denize karışır ve okyanus tabanında çökerir.

Kromun başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır. Kromun damar sertliğine karşı koruyucu etkisi olduğu da bilinmektedir (Yensan, 1995).

Uluslararası Kanser Araştırmaları Örgütü Cr^{+6} 'yı Grup 1'de (insanlar için kanserojen) metalik krom ve Cr^{+3} 'ü Grup 3'de (insanlar için kanserojen olarak sınıflandırılmaz) olarak değerlendirmiştir. Kromun muhtemel kronik etkileri solunum yoluyla alındığında akciğerlerde tümör oluşturması ile dalak, kemikler, böbrek ve karaciğerde birikmesidir (Bradshaw ve Powell, 2000).

2.16. Mangan (Mn)

Mangana toprakta, sedimentlerde ve metamorfik kayalar içinde rastlanır. Yeraltı suları içinde $2-3 \text{ mg}/\text{l}$ Mn^{+2} bulunabilir. Oksijen içermeyen sulara Mn^{+2} iyonu halinde çözülmüş olarak bulunur. Oksijen içeren sulara kolaylıkla yükseltgenerek hidroksit halinde çökerir (Tofan, 2008).

Mangan, yer kabuğunda en yüksek oranda bulunan metallere birisidir ve genellikle demirle birlikte bulunmaktadır. Yüzün üzerinde mineralin bileşenidir fakat elemental halde doğal olarak bulunmaz. Birçok hücre enziminin fonksiyonunu yerine getirebilmesi için gerekli bir elementtir. Çevrede en çok bulunan ve biyolojik olarak önemli mangan bileşikleri Mn^{+2} , Mn^{+4} ve Mn^{+7} içermektedir (Güler ve Çobanoğlu 1997).

Mangan insan vücudu için mikro düzeyde gerekli elementlerden biridir. Başlıca bağ ve kemik doku oluşumu, büyüme ve üreme fonksiyonları, karbonhidrat ve lipid metabolizmasıyla ilişkilidir. Mangan bitkiler içinde önemli bir elementtir. Mangan eksikliğinde bitkilerde klorofilin tam oluşmadığı ve yaprakların sarardığı görülür. Mangan başta gelişmiş canlılar olmak üzere, pek çok canlı organizma için gerekli olan iz elementlerden biridir. Ancak, günlük gereksinmeden fazla miktarda alındığında veya uzun süreli maruz kalındığında yüksek düzeyde zehir etkisi göstererek şiddetli kramplar ve farklı derecede halüsinasyonlarla kendini gösteren zehirlenmelere neden olur (Şanlı, 2002).

Mangan, demir ve çelik alaşımlarının ve mangan bileşiklerinin üretiminde ve çeşitli ürünlerde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Mangan dioksit ve bazı mangan bileşikleri pillerin ve cam gibi ürünlerin yapımında, potasyum permanganat temizleme, ağartma ve dezenfeksiyon amacıyla bir oksidant olarak, diğer bazı mangan bileşikleri gübrelerde, fungusitlerde ve hayvan yemlerinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (WHO, 2004b, WHO, 2006).

Mangan bileşikleri endüstriyel emisyonlar, toprak erozyonu, volkanik emisyonlar ve metilsiklopentadienil mangan trikarbonil (MMT) içeren petrolün yanması sonucu atmosferde bulunabilir. Mangan doğal olarak bir çok yüzey suyunda ve yeraltı suyunda da bulunabilir. Yeraltı suları yüzey sularına göre daha sıklıkla mangan içermektedir. Deniz suyundaki mangan konsantrasyonu 0.4-10 µg/l olarak tespit edilmiş olup ortalama 2 µg/l'dir. Taze sulardaki seviyeler ise 1-200 µg/l'dir. İçme suları ile mangan alımı gıdalarla alıma oranla oldukça düşüktür. Mineral içme suları mangan miktarını önemli derecede artırabilir (WHO, 2004b).

Demiri fazla olan sularda, çok defa mangana rastlanır. Fakat miktarı çok az olup litrede 0.3 mg'ı geçmez. Yeraltı sularında bulunan mangan ortamda oksijen bulunmayışı nedeniyle iki değerliklidir. Mangan yüzeysel sularda, özellikle göl ve baraj gibi rezervuarların dip çökeltisi çamurları içerisinde bulunur ve indirgeyici ortamda çamurdan suya geçer (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Yüzey sularında pH, anyonların varlığı ve oksidasyon redüksiyon potansiyeline bağlı olarak mangan hem çözülmüş hem de süspanse halde bulunur (WHO, 2004b).

Manganın suda bulunmasının zararı, endüstri sularında hemen hemen demirin etkisinin aynısıdır. Bu da suda bazı bakterilerin çoğalmasına yardım ettiği gibi, boruların tıkanmasına neden olmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Suda fazla miktarda mangan bulunması suyun tadını bozduğu gibi çamaşırlarda aynen demir gibi

leke yapar. Özellikle tekstil endüstrisinde kullanılan sularda 0.01 mg/l'den fazla mangan bulunması istenmez (Tofan, 2008). 0.02 mg/l kadar düşük konsantrasyonlardaki mangan bakır borular üzerinde bir tabaka oluşturabilir, daha sonra bu siyah çöküntü olarak dökülür. Birçok ülkede mangan için standart değer 0.05 mg/l olarak belirlenmiştir (WHO, 2004b).

İnsanlar da dahil olmak üzere birçok organizma için mangan gerekli bir elementtir. Sağlık üzerine zararlı etkileri çok yüksek düzeylerde alındığı zaman ortaya çıkmaktadır. Manganın çok yüksek seviyelere çıkması sonucu ortaya çıkan sendrom manganizm olarak bilinmektedir ve parkinson benzeri bir sendrom olarak karakterize edilmektedir (WHO, 2004b; WHO, 2006).

2.17. Kurşun (Pb)

Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme önemli derecede zarar veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından (çalışma ortamında izin verilen sınır 0.1 mg/m³) çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir (Duffus, 1980).

Kurşun yer kabuğunda ve biyosferin hemen her yerinde doğal olarak bulunan bir elementtir. Yer kabuğunda 13 mg/kg düzeyinde bulunmaktadır. Kurşun çoğunlukla gümüş, bakır, çinko, antimon ve demir metalleri ile birleşmiş halde bulunur. Yumuşak bir metaldir ve erime noktası 327 °C'dir (WHO, 1996 b; Güler ve Çobanoğlu 1997).

Kurşun; su, toprak ve hava arasında doğal, kimyasal ve fiziksel yollarla çevrilmektedir. Tozda veya akarsularda birikerek yayılabilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Kurşun sulara çevre kirliliği nedeniyle karışır. Yanma olayları ve özellikle kurşunlu benzinin kullanılması sonucu atmosfere karışan kurşun çevreye dağılır ve yağış suları ile akarsulara ve yeraltı sularına karışır. Su içinde fazla miktarda kurşun bulunması, söz konusu suyun endüstriyel olarak kirlenmiş olduğunu gösterir (Tofan, 2008).

Doğal ve kirlenmiş sulardaki kurşun kayalardan, topraktan ve esas olarak insan aktivitelerinden kaynaklanır. Kurşunlu yakıtların kullanımı, kurşun cevherinin işlenmesi sırasında atmosfere ve sulara bir miktar kurşun yayılır. Bunun yanı sıra metalik kurşun ve bileşikleri akümülatör, boru, metal yağları, boya, fotoğraf malzemesi, patlayıcı üretiminde ve matbaacılıkta kullanılmaktadır (McNeely ve ark., 1979). Asidik

özelliğindeki veya tampon özelliği düşük olan sular su dağıtım şebekelerindeki kurşun borulardan önemli miktarda kurşun çözebilmektedirler (Hem, 1985).

Lehimli ambalajlardaki konserve, mama, diğer gıda ve içecekler, kurşunla kontamine olmuş su ve arazilerden elde edilen sebze ve meyveler, tütün mamulleri, ortamdan etkilenen balık, beyaz ve kırmızı et, sakatat türleri, süt ve süt ürünleri kurşunun başlıca bulaştığı gıdalardır. Günlük kurşun alımının yaklaşık %16'sı yiyeceklerden, %40'ı yemek hazırlarken yüzeylerde bulunan tozun bulaşmasından, %75'i ise toz şeklinde alınmaktadır. Kurşun içeren suyu içmek veya bu suyu kullanarak yemek pişirmek de kurşun alımına neden olmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997; Karataş, 2004).

Onlarca yıl önce kullanılan kurşun borulardan akan içme suyu şebekelerindeki suların, WHO tarafından belirlenen 0.01 mg/l limit değerinin çok üzerinde kurşun içerdiği tespit edilmiştir. 1960'lı yıllardan sonra kullanımı bırakılan bu borular yerine kullanılan bakır alaşımlı borularda ise, bağlantı noktalarındaki kurşun lehimler ve metal korozyonu nedeniyle, içme sularına kurşun bulaşması engellenememiştir (WHO, 1996b; Dündar ve Aslan, 2005; Skipton ve ark., 2006).

Kurşunun toksik etkileri akut ve kronik olarak ayrılrsa da bu iki kategori arasında keskin bir sınır yoktur. Kurşun zehirlenmesinin belirtileri erişkinlerde birkaç hafta, çocuklarda ise birkaç gün içinde ortaya çıkar. Düşük dozlarda kurşun alımında akut etkiler çoğunlukla hissedilmez. Bebekler, fetus, hamile kadınlar kurşunun etkilerinin görülmesi için hassas gruplardır. Akut kurşun zehirlenmesinde yorgunluk, halsizlik, karın ağrısı, hassasiyet, kansızlık ve çocuklarda davranış bozuklukları, böbrekte hasar, hafıza kaybı, ensefalopati gözlenebilir. Kronik kurşun zehirlenmesinde yorgunluk, uykusuzluk, baş ağrısı, eklem ağrısı ve mide-bağırsak semptomları gözlenebilir. Kurşun zehirlenmesi çocuklarda psikomotor gelişim ve zihinsel işlevleri etkileyen bir faktördür. Kurşun zehirlenmelerinde demir eksikliği anemileri de gözlenebilir. Kurşunun mutajen ve kanserojen etkisi de söz konusudur (WHO, 1996b; Güler ve Çobanoğlu, 1997; Karataş, 2004).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Suyun istenilen kullanım amacına uygunluğunun belirlenebilmesi için öncelikli olarak su kalitesinin belirlenmesi gerekir. Kalitenin belirlenebilmesi için ise standartlara bağlı olarak uygun numunelerin eldesi, analizlenmesi ve kirlilik seviyesinin yorumlanması gerekir. Ancak bu şekilde eldeki su kaynağının kalitesinden gerçek anlamda bahsedilebilir.

3.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

ICP-MS cihazında As, Fe, Cr, Be, Se, Cd, Zn, Cu, Pb, Al, Co, Ni, Mn metallerinin kalitatif ve kantitatif tayinleri için stok standart solüsyonlar ve HNO₃ Merck firmasından temin edilmiştir. ICP-MS cihazında kullanılan argon tüpü yüksek saflıkta Linde'den temin edilmiştir. Örneklerin hazırlanması ve analizleri esnasında ultra saf su kullanılmıştır.

3.2. Kullanılan Cihaz

Su örneklerindeki ağır metallerin analizlerinde Perkin Elmer marka ICP-MS (Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi) cihazı kullanılmıştır.

3.3. Su Numunelerinin Toplanması

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan DSİ 4. Bölge Müdürlüğü'nün 32 kalite gözlem noktasından su numuneleri alınmıştır. Çizelge 3.1'de DSİ 4. Bölge Müdürlüğü 2010 yılı çalışma programı örneği verilmiştir. Bu çalışmada Çizelge 3.1'de belirtilen her bir numune için örnek alım zamanları dikkate alınarak Şubat, Mart ve Temmuz (2010) zaman dilimlerinde yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki ayrı dönemde 32 farklı yüzeysel su kaynağından örnekler alınmıştır. Daha sonra bu numunelerin ağır metal konsantrasyonlarının belirlenebilmesi için ICP-MS cihazı yardımıyla ağır metal analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.1. DSİ 4. Bölge Müdürlüğü 2010 yılı çalışma programı örneği

Örnekleme yeri	Örnekleme sayısı ve zamanlama
Karaman, İbrala Deresi	Yılda 12 kez
Kırkgözler Kaynağı, İhlara	Yılda 12 kez
Başarakavak Çıkışı	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Tepeköy Çıkışı-Merem Çayı	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Mamasın Barajı (Aksaray)	Yılda 4 kez (Şubat, Haziran, Ekim, Aralık)
Bağbaşı Barajı -Derivasyon Tüneli Girişi	Yılda 12 kez
Bozkır Barajı - Gördürüp Köprüsü	Yılda 12 kez
Afşar Ilıcınar Deresi - Sazak Köprüsü	Yılda 12 kez
Altınapa Barajı	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Çavuşcu Gölü Çıkışı	Yılda 6 kez (Şubat, Mayıs, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)
Peçeneközü Deresi, Şereflikoçhisar	Yılda 3 kez (Şubat, Ekim, Aralık)
Beyşehir Göl Girişi - Soğuksu Yeşildağ Köprü	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Ekekik Deresi - Ulukışla (Aksaray)	Yılda 3 kez (Şubat, Ekim, Aralık)
Orhaniye Köprüsü (Ilgın) - Çavuşcu Gölü Çıkışı	Yılda 6 kez (Şubat, Mayıs, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)
BSA Kanalı, İncesu Seydişehir Girişi	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Zaferiye Köprüsü (Ilgın Şeker Fabrikası Çıkışı)	Yılda 6 kez (Şubat, Mayıs, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)
BSA Kanalı Suğla Çıkışı, Seydişehir	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Aksaray T1 Tahliye Kanalı - Fidanlık Yöresi	Yılda 4 kez (Şubat, Haziran, Ekim, Aralık)
Beyşehir Göl Girişi - Üstünler Köprüsü	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Apa Barajı (Çumra)	Yılda 3 kez (Şubat, Ekim, Aralık)
Beyşehir Göl Girişi - Çeltik Kanalı	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
1 Nolu Pompa Girişi - Apa Tahliye Kanalı	Yılda 3 kez (Şubat, Ekim, Aralık)
Beyşehir Gölü - Tarihi Köprü	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Beyşehir Göl Girişi - Ilısu	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Beyşehir Göl Girişi - Sarısu Eylikler	Yılda 4 kez (Şubat, Mayıs, Ağustos, Kasım)
Ereğli - Akgöl Girişi	Yılda 4 kez (Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim)
İvriz Barajı, Ereğli	Yılda 3 kez (Nisan, Temmuz, Ekim)
T1- T2 Karışım Öncesi	Yılda 4 kez (Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim)
Gölyam Cihanbeyli	Yılda 4 kez (Mart, Haziran, Eylül, Aralık)
Niğde - Akkaya Baraj Gölü	Yılda 4 kez (Mart, Haziran, Eylül, Aralık)
Niğde Çayı - Niğde Öncesi	Yılda 4 kez (Mart, Haziran, Eylül, Aralık)
Niğde Çayı - Niğde Sonrası	Yılda 4 kez (Mart, Haziran, Eylül, Aralık)

Numuneler öncelikli olarak su niceliklerine bağlı olarak numaralandırılmışlardır. Su numunelerin alındığı kaynaklar Çizelge 3.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Su numunelerinin alındığı kaynaklar

Numune Noktası	Numune Alınan Kaynak İsmi	Kaynağın Tipi	Kullanım Amacı
i1	Karaman, İbrala Deresi	Akarsu	İçme Suyu
i2	Kırkgözler Kaynağı, İhlara	Kaynak Suyu	İçme Suyu
i3	Başarakavak Çıkışı	Akarsu	İçme Suyu
i4	Tepeköy Çıkışı-Meram Çayı	Akarsu	İçme Suyu
i5	Mamasın Barajı (Aksaray)	Baraj Çıkışı	İçme Suyu
i6	Bağbaşı Barajı -Derivasyon Tüneli Girişi	Akarsu	İçme Suyu
i7	Bozkır Barajı - Gördürüp Köprüsü	Akarsu	İçme Suyu
i8	Afşar Ilıcıpınar Deresi - Sazak Köprüsü	Dere	İçme Suyu
i9	Altınapa Barajı	Baraj Çıkışı	İçme Suyu
s1	Çavuşcu Gölü Çıkışı	Sulama Kanalı	Sulama Suyu
s2	Peçeneközü Deresi, Şereflikoçhisar	Sulama Kanalı	Sulama Suyu
s3	Beyşehir Göl Girişi - Soğuksu Yeşildağ Köprü	Akarsu	Sulama Suyu
s4	Ekecik Deresi - Ulukışla (Aksaray)	Akarsu	Sulama Suyu
s5	Orhaniye Köprüsü (İlgın) - Çavuşcu Gölü Çıkışı	Sulama Kanalı	Sulama Suyu
s6	BSA Kanalı, İncesu Seydişehir Girişi	Sulama Kanalı	Sulama Suyu
s7	Zaferiye Köprüsü (İlgın Şeker Fabrikası Çıkışı)	Sulama Kanalı	Sulama Suyu
s8	BSA Kanalı Suğla Çıkışı, Seydişehir	Sulama Kanalı	Sulama Suyu
s9	Aksaray T1 Tahliye Kanalı - Fidanlık Yöresi	Drenaj Kanalı	Sulama Suyu
s10	Beyşehir Göl Girişi - Üstünler Köprüsü	Akarsu	Sulama Suyu
s11	Apa Barajı (Çumra)	Baraj	Sulama Suyu
s12	Beyşehir Göl Girişi - Çeltik Kanalı	Akarsu	Sulama Suyu
s13	1 Nolu Pompa Girişi - Apa Tahliye Kanalı	Drenaj Kanalı	Sulama Suyu
s14	Beyşehir Gölü - Tarihi Köprü	Akarsu	Sulama Suyu
s15	Beyşehir Göl Girişi - İlisu	Akarsu	Sulama Suyu
s16	Beyşehir Göl Girişi - Sarısu Eylıklar	Akarsu	Sulama Suyu
s17	Ereğli - Akgöl Girişi	Drenaj Kanalı	Sulama Suyu
s18	İvriz Barajı, Ereğli	Baraj Çıkışı	Sulama Suyu
s19	T1- T2 Karışım Öncesi	Drenaj Kanalı	Sulama Suyu
s20	Gölyam Cihanbeyli	Drenaj Kanalı	Sulama Suyu
s21	Niğde - Akkaya Baraj Gölü	Göl	Sulama Suyu
s22	Niğde Çayı - Niğde Öncesi	Akarsu	Sulama Suyu
s23	Niğde Çayı - Niğde Sonrası	Akarsu	Sulama Suyu

i: İçme suyu kaynağından alınan su numunesi

s: Sulama suyu kaynağından alınan su numunesi



Şekil 3.4. Başarakavak Çıkışı- Akarsu



Şekil 3.5. Mamasın Barajı- Baraj çıkışı



Şekil 3.6. Afşar Ilıcapınar Deresi- Sazak Köprüsü- Dere



Şekil 3.7. Orhaniye Köprüsü (Ilgın)- Çavuşçu Gölü Çıkışı- Sulama kanalı



Şekil 3.8. Beyşehir Göl Girişi- Üstünler Köprüsü- Akarsu



Şekil 3.9. Apa Barajı- Çumra- Baraj



Şekil 3.10. 1 Nolu Pompa Girişi- Apa Tahliye Kanalı- Drenaj Kanalı



Şekil 3.11. Niğde- Akkaya Baraj Gölü- Göl



Şekil 3.12. Niğde Çayı - Niğde Sonrası- Akarsu



Şekil 3.13. Beyşehir Göl Girişi- Çeltik Kanalı- Akarsu

3.4. Yöntem

Akarsu, göl, dere, kaynak suyu, drenaj kanalı, sulama kanalı, baraj çıkışı çeşitliliğinde olan numuneler Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği'nde belirtildiği şekilde alınmıştır.

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 yüzeysel su kaynağından su örnekleri 1 litrelik koyu renkli cam şişeler içerisine alınarak, Selçuk Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarına getirilmiştir. Su numunelerinin analizlerinden önce içerisindeki katı partiküllerin giderilmesi amacıyla su örnekleri filtrelenmiş ve nitrik asit ile pH değerleri 2'ye ayarlandıktan sonra ICP-MS cihazı ile analizleri gerçekleştirilmiştir.

Su örneklerinde analizleri gerçekleştirilecek As, Fe, Cr, Be, Se, Cd, Zn, Cu, Pb, Al, Co, Ni, Mn metaller için standart stok çözeltiler kullanılarak ölçüm aralığına uygun kalibrasyon standart çözeltileri hazırlanmıştır. Okutulan her bir metal için cihaz yardımıyla kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur. Numuneler ICP-MS cihazı analiz metotlarına uygun olarak analizlendikten sonra sonuçlar sayısal olarak ekranda görülmüştür.

ICP-MS cihazının analizi yapılan her bir ağır metal için dedeksiyon limit değerleri ve kalibrasyon eğrisi R^2 değerleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Ağır metallerle ait dedeksiyon limit değerleri

	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Co	Ni	Zn	Fe	Mn	Al	Be	Se
LOD ($\mu\text{g/l}$)	0.0246	0.0071	0.0286	0.0076	0.1880	0.0047	0.0093	0.0178	0.2210	0.0257	0.8290	0.0149	0.0431
R^2	0.9990	0.9994	0.9999	0.9999	0.9983	0.9995	0.9999	0.9993	0.9998	0.9995	0.9990	0.9999	0.9999

Çizelge 3.3 incelendiğinde ICP-MS cihazına ait LOD değerlerinin 0.0071 µg/l ile 0.8290 µg/l arasında değiştiği, kalibrasyon eğrilerine ait R² değerlerinin ise 0.9983 ile 0.9999 arasında değiştiği görülmektedir.

Kovada Gölü'nden alınan su ve sediment örneklerinin Perkin Elmer marka 5300 DV model ICP-OES cihazı kullanılarak ağır metal analizinin yapıldığı çalışmada su örnekleri için elementlerin dedeksiyon limitleri; Cd 0.0012 ppm, Cr 0.0027 ppm, Cu 0.0069 ppm, Fe 0.0381 ppm, Mn 0.001 ppm, Pb 0.0078 ppm, Zn 0.0015 ppm, Al 0.0057 ppm ve Ni 0.0048 ppm olarak tespit edilmiştir (Kır ve ark., 2007).

Konya Bölgesi'ndeki içme sularında Perkin Elmer-2000, ICP-OES cihazı kullanılarak metal tayininin yapıldığı çalışmada LOD değerleri Fe, Zn, Cu, Mn, P, B, Pb, Ni, Cr için 5 µg/l iken, Cd, Hg ve As için 1 µg/l olarak belirlenmiştir (Tofan, 2008).

Bu çalışmada ICP-MS cihazı ile analizleri yapılan metal bileşiklerine ait tespit edilen LOD değerleri diğer araştırmacılar tarafından tespit edilen LOD değerleri ile mukayese edildiğinde, bu çalışmaya ait LOD değerlerinin daha düşük olduğu, çalışma hassasiyetinin ise daha yüksek olduğu görülmektedir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı kalite gözlem noktasından yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki ayrı dönemde alınan su örneklerinde analiz edilen As, Fe, Cr, Be, Se, Cd, Zn, Cu, Pb, Al, Co, Ni, Mn metallerinin tespit edilen konsantrasyon değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ağır metal analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)’nde verilen kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri esas alınarak değerlendirilmiştir. Alınan su örnekleri içme suyu ve tarımsal amaçlı kullanımlar için tüketildiğinden, içme suyu kaynağı olarak kullanılan kaynaklardan alınan su örnekleri Türkiye ve dünyada içme sularında izin verilen kalite parametrelerine göre (TSE 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Dünya Sağlık Örgütü, Amerika Çevre Koruma Ajansı, Avrupa Birliği) sulama suyu olarak kullanılan sular ise Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’nde sulama sularında izin verilen maksimum ağır metal konsantrasyon verilerine göre incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.1. Su örneklerinin analiz sonuçları

Numune Noktaları	Parametreler (µg/l)													
	Be		Al		Cr		Mn		Fe		Co		Ni	
	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem
i1	0.161	<dl	<dl	1.598	15.547	3.164	0.227	0.826	165.533	266.140	0.471	0.119	2.296	2.476
i2	0.014	<dl	<dl	3.440	13.371	5.490	0.042	1.044	150.429	98.644	0.165	0.049	1.568	0.748
i3	<dl	<dl	<dl	4.498	19.733	2.361	0.248	1.778	193.315	298.765	0.194	0.202	1.860	3.428
i4	<dl	<dl	<dl	13.128	26.129	5.339	8.429	39.221	589.057	1,273.314	0.544	1.435	6.380	15.463
i5	<dl	<dl	<dl	<dl	33.766	<dl	0.653	<dl	165.411	<dl	0.232	<dl	2.307	<dl
i6	<dl	<dl	<dl	7.321	23.298	3.140	0.204	1.038	221.795	190.590	0.192	0.129	2.104	1.471
i7	<dl	<dl	<dl	7.084	16.571	2.661	0.106	1.188	157.820	141.278	0.123	0.052	1.258	1.107
i8	<dl	<dl	<dl	4.456	14.834	1.962	0.047	0.401	141.890	122.061	0.110	0.049	1.242	0.904
i9	<dl	<dl	<dl	15.568	29.01	2.801	0.291	5.008	296.596	422.692	0.248	0.285	4.017	5.759
s1	<dl	<dl	<dl	<dl	30.116	<dl	0.824	<dl	203.566	<dl	0.243	<dl	4.391	<dl
s2	<dl	<dl	<dl	<dl	43.553	<dl	1.312	<dl	209.749	<dl	0.392	<dl	7.040	<dl
s3	<dl	<dl	<dl	8.446	23.557	3.421	1.796	1.953	108.773	247.688	0.115	0.147	2.610	6.684
s4	<dl	<dl	<dl	<dl	66.765	<dl	1.037	<dl	161.161	<dl	0.352	<dl	4.586	<dl
s5	<dl	<dl	<dl	<dl	65.577	<dl	2.495	<dl	557.922	<dl	0.700	<dl	8.198	<dl
s6	<dl	<dl	<dl	13.603	28.147	4.133	0.435	1.357	220.730	205.124	0.240	0.118	3.919	2.605
s7	<dl	<dl	<dl	<dl	42.253	<dl	46.418	<dl	492.799	<dl	1.738	<dl	9.598	<dl
s8	<dl	<dl	<dl	<dl	25.791	<dl	0.236	<dl	241.480	<dl	0.279	<dl	3.922	<dl
s9	<dl	<dl	<dl	<dl	75.563	<dl	3.080	<dl	302.450	<dl	0.273	<dl	8.190	<dl
s10	<dl	<dl	0.903	2.396	23.794	3.904	1.876	3.585	222.515	252.765	0.241	0.145	4.502	2.397
s11	<dl	<dl	<dl	<dl	15.632	<dl	1.486	<dl	159.342	<dl	0.290	<dl	2.538	<dl
s12	<dl	<dl	<dl	5.491	36.027	3.340	1.549	6.387	234.339	268.460	0.301	0.263	5.880	4.527
s13	<dl	<dl	<dl	<dl	25.179	<dl	7.344	<dl	387.058	<dl	1.317	<dl	24.430	<dl
s14	<dl	<dl	<dl	23.798	26.438	3.963	0.276	6.656	184.526	631.591	0.128	0.314	3.578	6.606
s15	<dl	<dl	<dl	<dl	9.128	<dl	0.565	<dl	141.176	<dl	0.077	<dl	1.206	<dl
s16	<dl	<dl	<dl	1.949	22.696	1.301	1.776	1.584	350.431	244.415	0.282	0.127	4.685	2.361
s17	<dl	<dl	1.579	<dl	2.293	<dl	16.417	<dl	567.612	<dl	0.428	<dl	6.651	<dl
s18	<dl	<dl	14.509	<dl	1.589	<dl	0.745	<dl	125.589	<dl	0.047	<dl	1.342	<dl
s19	<dl	<dl	<dl	<dl	1.052	<dl	0.596	<dl	537.893	<dl	0.282	<dl	5.514	<dl
s20	<dl	<dl	10.344	<dl	5.464	<dl	1.246	<dl	657.535	<dl	0.462	<dl	8.219	<dl
s21	<dl	<dl	8.891	<dl	5.662	<dl	184.630	<dl	804.216	<dl	0.805	<dl	9.562	<dl
s22	<dl	<dl	3.989	<dl	2.487	<dl	179.814	<dl	1,044.444	<dl	0.816	<dl	4.702	<dl
s23	<dl	<dl	4.488	<dl	3.572	<dl	135.578	<dl	422.840	<dl	0.451	<dl	8.113	<dl

<dl: dedeksiyon limitinin altında

Çizelge 4.1 devamı. Su örneklerinin analiz sonuçları

Numune Noktaları	Parametreler (µg/l)											
	Cu		Zn		As		Se		Cd		Pb	
	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem	Yağışlı Dönem	Kurak Dönem
i1	0.810	0.703	3.667	<dl	1.833	1.021	2.106	1.606	0.170	<dl	<dl	<dl
i2	5.633	1.847	2.251	9.007	17.547	6.099	1.002	1.646	0.085	0.011	<dl	<dl
i3	0.890	2.191	<dl	<dl	4.728	8.373	0.789	1.338	<dl	0.009	<dl	<dl
i4	2.729	4.631	<dl	29.483	13.537	2.258	1.457	0.062	0.012	<dl	<dl	<dl
i5	3.623	<dl	<dl	<dl	91.112	<dl	1.683	<dl	0.016	<dl	<dl	<dl
i6	1.103	0.771	<dl	<dl	3.684	3.109	0.720	1.410	0.009	<dl	<dl	<dl
i7	0.745	0.803	<dl	<dl	2.606	0.959	0.469	1.009	<dl	<dl	<dl	<dl
i8	0.595	0.483	<dl	<dl	1.321	0.699	0.256	1.212	<dl	<dl	<dl	<dl
i9	3.766	7.587	<dl	65.859	11.179	14.774	0.688	1.794	0.015	0.026	<dl	<dl
s1	2.912	<dl	<dl	<dl	12.944	<dl	1.252	<dl	0.017	<dl	<dl	<dl
s2	4.517	<dl	<dl	<dl	32.370	<dl	7.580	<dl	0.032	<dl	<dl	<dl
s3	0.851	5.130	<dl	<dl	1.514	1.055	0.441	0.954	<dl	0.018	<dl	<dl
s4	6.880	<dl	<dl	<dl	68.747	<dl	44.739	<dl	0.088	<dl	<dl	<dl
s5	5.504	<dl	<dl	<dl	90.130	<dl	4.790	<dl	0.036	<dl	<dl	<dl
s6	2.513	1.986	<dl	18.535	7.600	3.361	0.690	1.727	0.027	0.021	<dl	<dl
s7	0.549	<dl	<dl	<dl	26.127	<dl	2.497	<dl	0.011	<dl	<dl	<dl
s8	2.289	<dl	<dl	<dl	11.446	<dl	0.590	<dl	0.043	<dl	<dl	<dl
s9	5.185	<dl	<dl	<dl	5.090	<dl	<dl	<dl	0.185	<dl	<dl	<dl
s10	2.206	0.612	<dl	<dl	1.975	0.542	0.401	1.231	<dl	<dl	<dl	<dl
s11	2.256	<dl	<dl	<dl	6.409	<dl	0.605	<dl	0.023	<dl	<dl	<dl
s12	2.280	6.745	<dl	<dl	4.012	2.067	0.846	0.746	0.009	<dl	<dl	<dl
s13	12.143	<dl	<dl	<dl	17.623	<dl	0.303	<dl	0.146	<dl	<dl	<dl
s14	1.664	5.284	<dl	153.017	5.088	5.189	0.598	1.445	0.032	0.042	<dl	<dl
s15	0.715	<dl	<dl	<dl	1.014	<dl	0.255	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
s16	1.558	0.716	<dl	<dl	11.478	2.978	0.834	1.107	0.013	<dl	<dl	<dl
s17	1.302	<dl	<dl	<dl	6.727	<dl	3.014	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
s18	4.704	<dl	<dl	<dl	0.665	<dl	1.180	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
s19	1.570	<dl	20.588	<dl	7.597	<dl	4.584	<dl	0.011	<dl	<dl	<dl
s20	7.649	<dl	36.863	<dl	17.907	<dl	12.259	<dl	0.124	<dl	<dl	<dl
s21	0.832	<dl	62.577	<dl	8.486	<dl	2.816	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl
s22	0.598	<dl	64.843	<dl	59.054	<dl	2.263	<dl	0.009	<dl	<dl	<dl
s23	0.145	<dl	<dl	<dl	6.078	<dl	1.505	<dl	<dl	<dl	<dl	<dl

<dl: dedeksiyon limitinin altında

4.1. Kıtaıçi Su Kaynakları Sınıflarına Göre Sonuçların Değerlendirilmesi

Çizelge 4.2’de SKKY’de analiz edilen metaller için kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine gösterilmektedir. Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerine ait ağır metal analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)’nde verilen kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri esas alınarak değerlendirilmiştir. Sadece Be elementi bahsi geçen yönetmeliğe ait kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri çizelgesinde yer almadığından değerlendirmeye alınmamıştır.

Çizelge 4.2. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)- Kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
İnorganik kirlenme parametreleri (µg/l)	Yüksek kaliteli su	Az kirlenmiş su	Kirli su	Çok kirli su
1) Arsenik (As)	20	50	100	> 100
2) Kadmiyum (Cd)	3	5	10	> 10
3) Alüminyum (Al)	300	300	1000	> 1000
4) Kobalt (Co)	10	20	200	> 200
5) Krom (toplam) (Cr)	20	50	200	> 200
6) Bakır (Cu)	20	50	200	> 200
7) Demir (Fe)	300	1000	5000	> 5000
8) Mangan (Mn)	100	500	3000	> 3000
9) Nikel (Ni)	20	50	200	> 200
10) Kurşun (Pb)	10	20	50	> 50
11) Selenyum (Se)	10	10	20	> 20
12) Çinko (Zn)	200	500	2000	> 2000

SKKY (2004)’e göre; yönetmelikte belirtilen kalite sınıflarına karşılık gelen suların, aşağıdaki su kullanım alanları için uygun olduğu kabul edilir:

- a) Sınıf I - Yüksek kaliteli su
 - 1) Yalnız dezenfeksiyon ile içme suyu temini
 - 2) Rekreatiyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil)
 - 3) Alabalık üretimi
 - 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı
 - 5) Diğer amaçlar

b) Sınıf II - Az kirlenmiş su

1) İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu temini

2) Rekreatiyonel amaçlar

3) Alabalık dışında balık üretimi

4) Teknik Usuller Tebliği'nde verilen olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak

5) Sınıf I dışındaki diğer bütün kullanımlar

c) Sınıf III - Kirlenmiş su

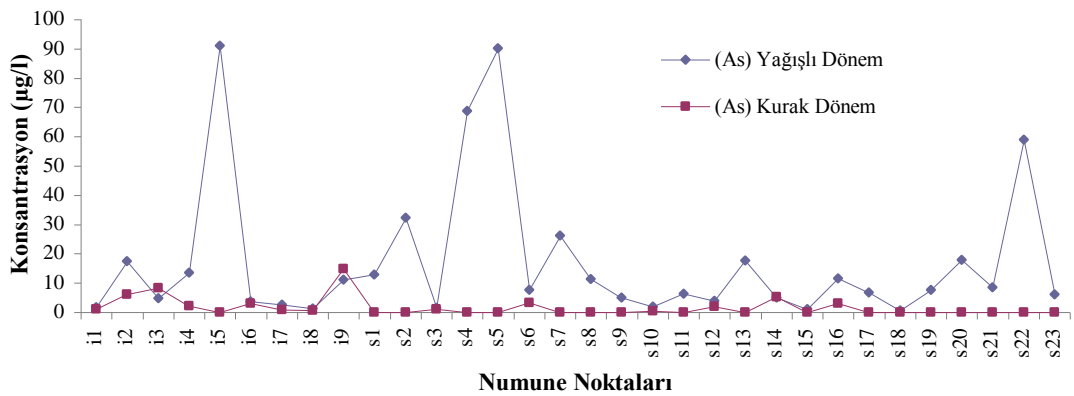
Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

d) Sınıf IV- Çok kirlenmiş su

Yukarıda I, II ve III sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzeysel suları ifade eder.

4.1.1. Arsenik (As)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen As değerleri Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen As konsantrasyonları

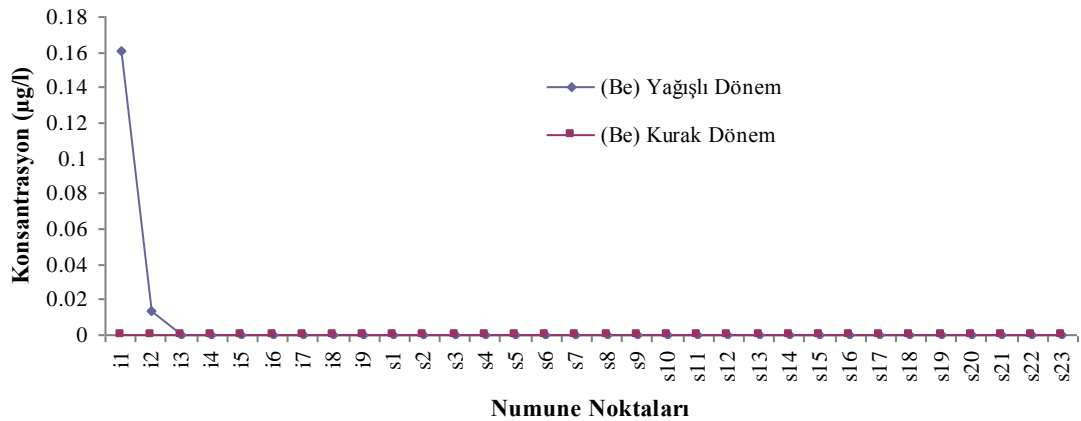
Yağışlı dönemde; en düşük As konsantrasyonu 0.665 µg/l değeri ile s18 numaralı numunede, en yüksek As konsantrasyonu ise 91.112 µg/l değeri ile i5 numaralı su numunesinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise en yüksek As

konsantrasyonu ise 14.774 $\mu\text{g/l}$ değeri ile i9 numaralı su numunesinde tespit edilmiştir. i5, s1, s2, s4, s5, s7, s8, s9, s11, s13, s15, s17, s18, s19, s20, s21, s22 ve s23 numaralı numunelerde As değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir.

Tespit edilen As konsantrasyon değerleri kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yağışlı dönemde alınan su numunelerinden i5, s4, s5 ve s22 numaralı su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 3. sınıf, s2 ve s7 numaralı su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 2. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise 20 $\mu\text{g As/l}$ konsantrasyonunu aşan numune olmadığı için 32 numunenin de 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2. Berilyum (Be)

Şekil 4.2’de numunelere ait Be değerleri görülmektedir. 32 farklı yüzeysel su kaynaklarından alınan su numunelerinden sadece yağışlı dönemde i1 ve i2 numaralı örneklerde Be konsantrasyonu tespit edilmiştir. Yağışlı dönemde geri kalan 30 numunede ve kurak dönemde ise 32 numunenin tamamında Be değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Yüzeysel su kaynaklarından yağışlı dönemde alınan numunelerden i1 numaralı numunede 0.161 $\mu\text{g/l}$ Be ve i2 numaralı numunede ise 0.014 $\mu\text{g/l}$ Be konsantrasyonu tespit edilmiştir.

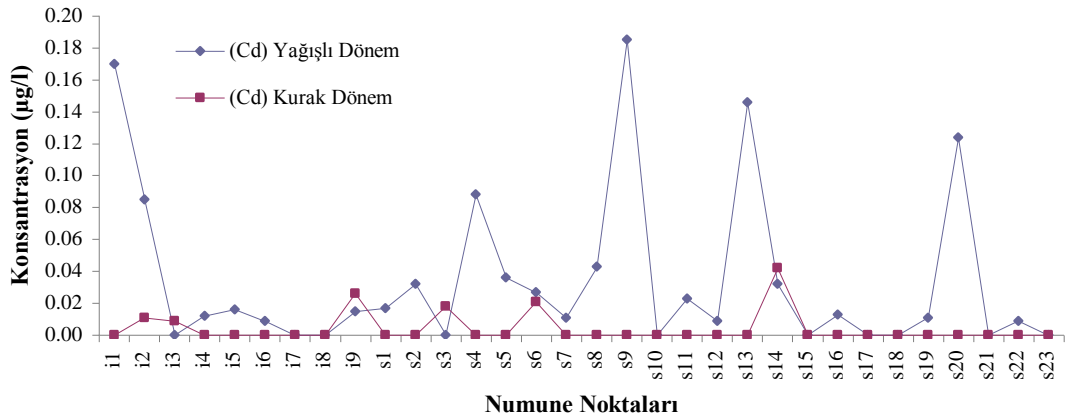


Şekil 4.2. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Be konsantrasyonları

Be elementi SKKY Kıtaıçı su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri tablosunda yer almadığı için numunelerin Be elementine göre kalite sınıflandırması yapılmamıştır.

4.1.3. Kadmiyum (Cd)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Cd değerleri Şekil 4.3’de verilmiştir.



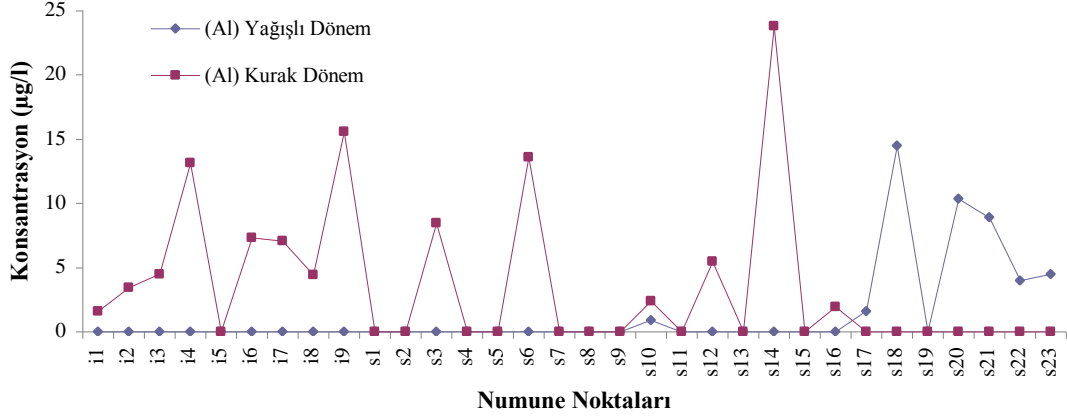
Şekil 4.3. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Cd konsantrasyonları

En yüksek Cd konsantrasyonu yağışlı dönemde 0.185 µg/l değeri ile s9 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilirken; i3, i7, i8, s3, s10, s15, s17, s18, s21 ve s23 numaralı numunelerde Cd değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde ise en yüksek Cd konsantrasyonu 0.042 µg/l değeri ile s14 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilirken; i2, i3, i9, s3, s6 ve s14 numaralı numuneler dışında kalan numunelerde Cd değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir.

Tespit edilen Cd konsantrasyon değerleri kıtaıçı su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yağışlı ve kurak dönemde alınan su numunelerinin Cd konsantrasyonu 3 µg/l değerinin altında olduğundan, 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.1.4. Alüminyum (Al)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Al değerleri Şekil 4.4'de verilmiştir.



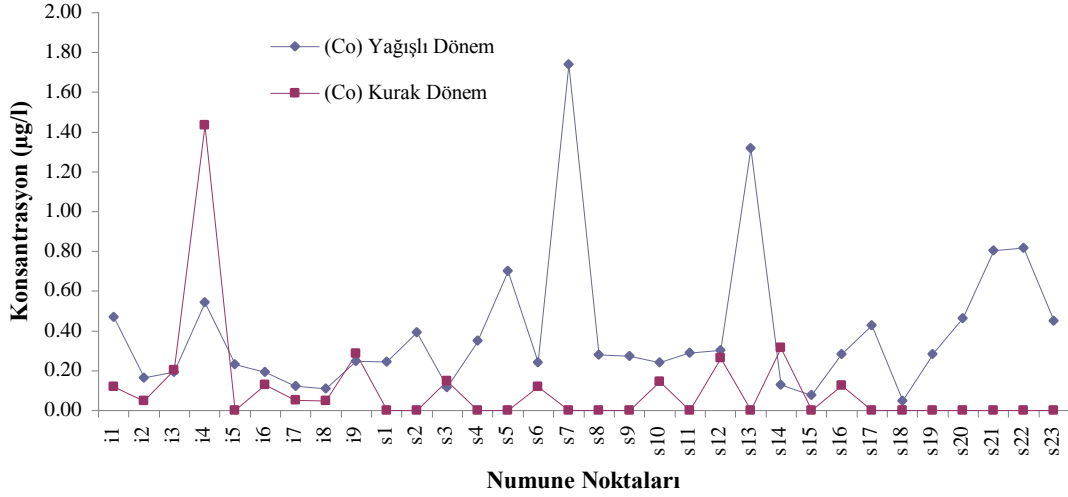
Şekil 4.4. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Al konsantrasyonları

Yağışlı dönemde en yüksek Al konsantrasyonu 14.509 µg/l değeri ile s18 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan numunede tespit edilirken, s10, s17, s18, s20, s21, s22 ve s23 numaralı numuneler dışında kalan su örneklerinde Al konsantrasyon değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde; en yüksek Al konsantrasyonu 23.798 µg/l değeri ile s14 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan numunede tespit edilirken, i5, s1, s2, s4, s5, s7, s8, s9, s11, s13, s15, s17, s18, s19, s20, s21, s22 ve s23 numaralı su örneklerinde Al konsantrasyon değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir.

Tespit edilen Al konsantrasyon değerleri Çizelge 4.2'de yer alan kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yağışlı ve kurak dönemde olmak üzere iki ayrı dönemde yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinin Al konsantrasyonu 300 µg/l daha az olduğu için 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir.

4.1.5. Kobalt (Co)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Co değerleri Şekil 4.5'de verilmiştir.



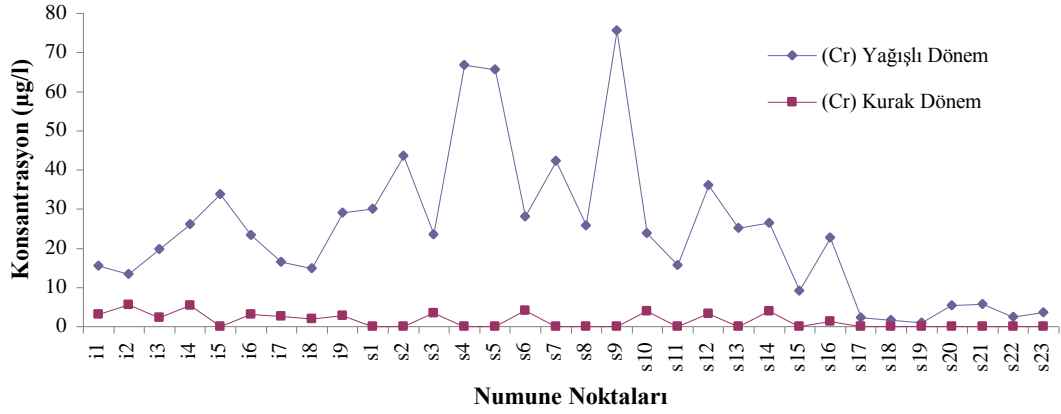
Şekil 4.5. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Co konsantrasyonları

Yağışlı dönemde en düşük Co konsantrasyonu 0.047 µg/l değeri ile s18 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilirken, en yüksek Co konsantrasyonu ise 1.738 µg/l değeri ile s7 numaralı su örneğinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde; en yüksek Co konsantrasyonu ise 1.435 µg/l değeri ile i4 numaralı su örneğinde tespit edilmiştir. s9 su numunesinde ise Co konsantrasyon değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir.

Tespit edilen Co konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde; iki ayrı dönemde 32 farklı su örnekleme noktasından alınan su numunelerinin 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir.

4.1.6. Krom (Cr)

Çalışmada kullanılan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Cr değerleri Şekil 4.6'da verilmiştir. Yağışlı dönemde en düşük Cr konsantrasyonu 1.052 µg/l değeri ile s19 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilirken, en yüksek Cr konsantrasyonu ise 75.563 µg/l değeri ile s9 numaralı su örneğinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde en yüksek Cr konsantrasyonu ise 5.490 µg/l değeri ile i2 numaralı su örneğinde tespit edilmiştir. 18 su numunesinde ise Cr konsantrasyon değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir.

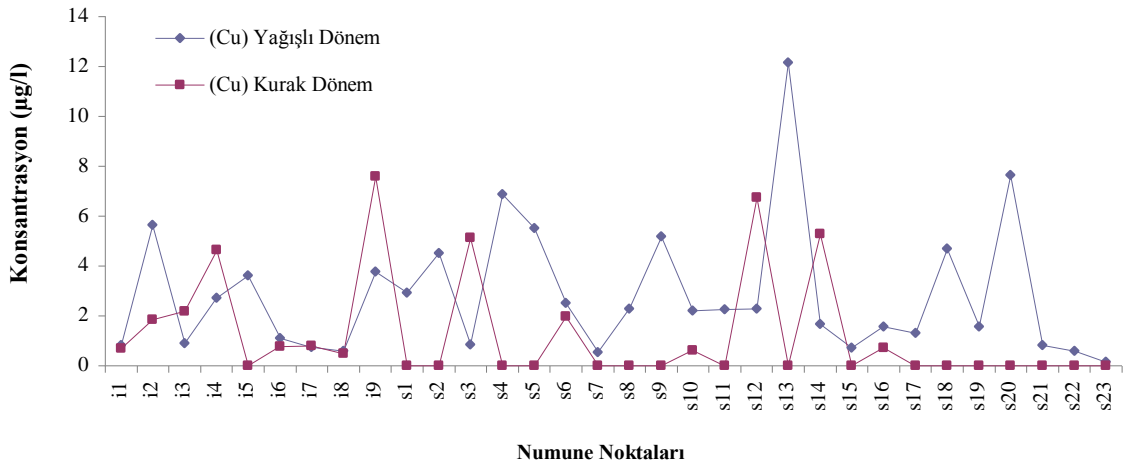


Şekil 4.6. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Cr konsantrasyonları

Tespit edilen Cr konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yağışlı dönemde alınan su numunelerinden s3, s5 ve s9 numaralı yüzeysel su örneklerinin 3. sınıf; i4, i5, i6, i9, s1, s2, s3, s6, s7, s8, s10, s12, s13, s14 ve s16 numaralı yüzeysel su örneklerinin 2. sınıf ve diğer yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir. Kurak dönemde ise 32 su numunesinin de 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir.

4.1.7. Bakır (Cu)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Cu değerleri Şekil 4.7’de verilmiştir.



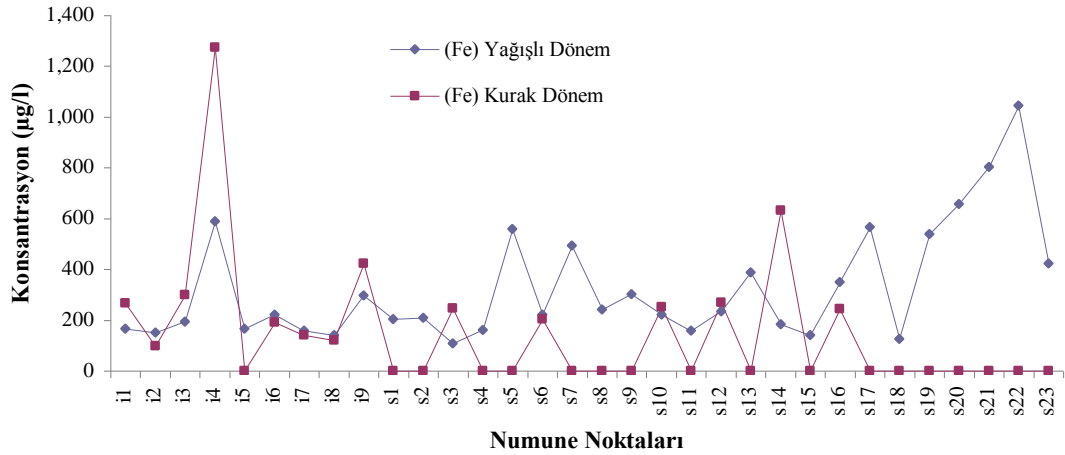
Şekil 4.7. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Cu konsantrasyonları

Yağışlı dönemde en düşük Cu konsantrasyonu 0,145 µg/l değeri ile s23 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan numunede tespit edilirken, en yüksek Cu konsantrasyonu ise 12,143 µg/l değeri ile s13 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan numunede tespit edilmiştir. Kurak dönemde en yüksek Cu konsantrasyonu 7.587 µg/l değeri ile i9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan numunede tespit edilmiştir. 18 su numunesinde ise Cu konsantrasyon değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir.

Tespit edilen Cu konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde 32 farklı örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 20 µg Cu/l sınır değerini aşmadığı ve 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir.

4.1.8. Demir (Fe)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Fe değerleri Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Fe konsantrasyonları

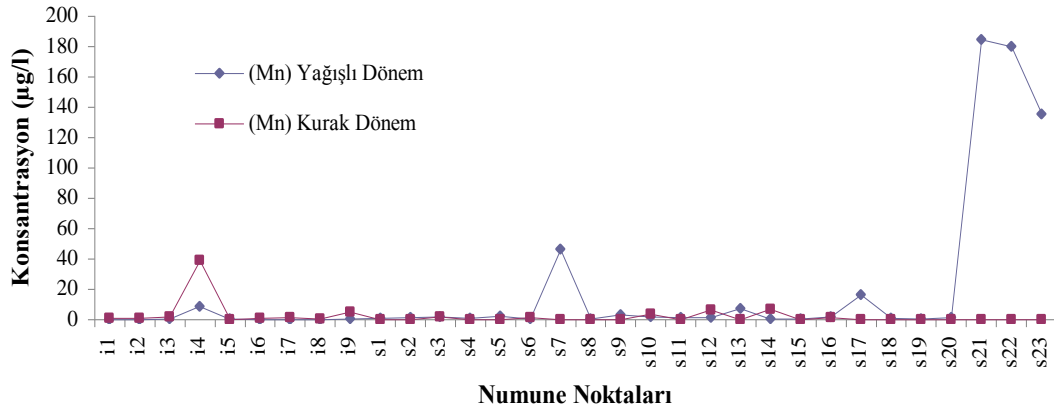
Yağışlı dönemde en düşük Fe konsantrasyonu 108.773 µg/l değeri ile s3 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilirken, en yüksek Fe konsantrasyonu ise 1,044 µg/l değeri ile s22 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde en yüksek Fe konsantrasyonu ise 1,273 µg/l değeri ile i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilirken,

18 su numunesinde Fe konsantrasyon değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir.

Tespit edilen Fe konsantrasyon değerleri kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yağışlı dönemde s22 numaralı su örnekleme noktasından alınan yüzeysel su örneğinin 3. sınıf; i4, s5, s7, s9, s13, s16, s17, s19, s20, s21 ve s23 numaralı su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 2. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurak dönemde alınan yüzeysel su numunelerinden i4 numaralı su örneği 3. sınıf, i9 ve s14 numaralı su örneği 2. sınıf ve kalan 29 numune ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahiptir.

4.1.9. Mangan (Mn)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Mn değerleri Şekil 4.9'da verilmiştir.



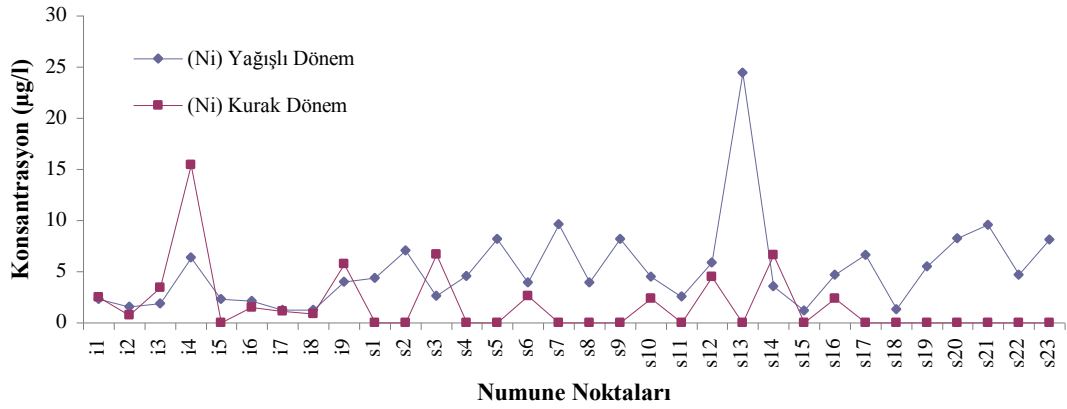
Şekil 4.9. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Mn konsantrasyonları

Yağışlı dönemde en düşük Mn konsantrasyonu 0.042 µg/l değeri ile i2 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilirken, en yüksek Mn konsantrasyonu ise 184.63 µg/l değeri ile s21 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise en yüksek Mn konsantrasyonu ise 39.221 µg/l değeri ile i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilirken; 18 su numunesinde Mn konsantrasyon değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir.

Yağışlı dönemde alınan su örneklerinde tespit edilen Mn konsantrasyon değerleri kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde s21, s22 ve s23 numaralı yüzeysel su örneklerinin 2. sınıf ve diğer yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurak dönemde 32 su örnekleme noktasından alınan numunelerin tamamının 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir

4.1.10. Nikel (Ni)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Ni değerleri Şekil 4.10'da verilmiştir.



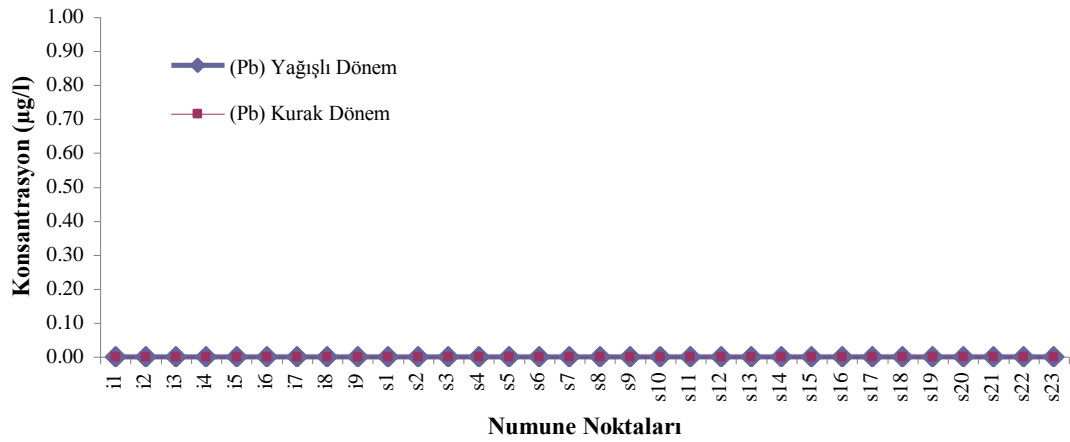
Şekil 4.10. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Ni konsantrasyonları

Yağışlı dönemde en düşük Ni konsantrasyonu 1.206 µg/l değeri ile s15 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilirken, en yüksek Ni konsantrasyonu ise 24,430 µg/l değeri ile s13 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilmiştir.

Yağışlı dönemde tespit edilen Ni konsantrasyon değerleri kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde s13 numaralı su örnekleme noktasından alınan yüzeysel su örneğinin 2. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise 32 su örnekleme noktasından alınan yüzeysel su örneklerinin 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.1.11. Kurşun (Pb)

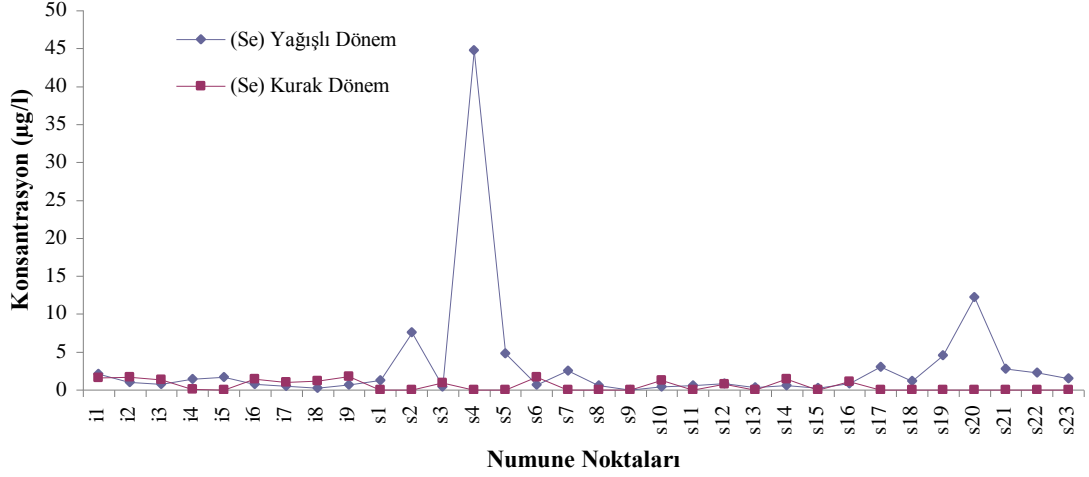
Şekil 4.11’de görüldüğü gibi Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde Pb konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir. Yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki ayrı dönemde 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde Pb içeriği dedeksiyon limitinin altında olduğu için numunelerin 1. sınıf kalite kriterine sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 4.11. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Pb konsantrasyonları

4.12. Selenyum (Se)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Se değerleri Şekil 4.12’de verilmiştir. Yağışlı dönemde en yüksek Se konsantrasyonu 44.739 µg/l değeri ile s4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilmiştir. s9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde ise dedeksiyon limitinin altında olduğu için Se konsantrasyonu tespit edilmemiştir. Kurak dönemde en yüksek Se konsantrasyonu 1.794 µg/l değeri ile i9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde tespit edilmiştir. 19 su numunesinde ise dedeksiyon limitinin altında olduğu için Se konsantrasyonu tespit edilmemiştir.

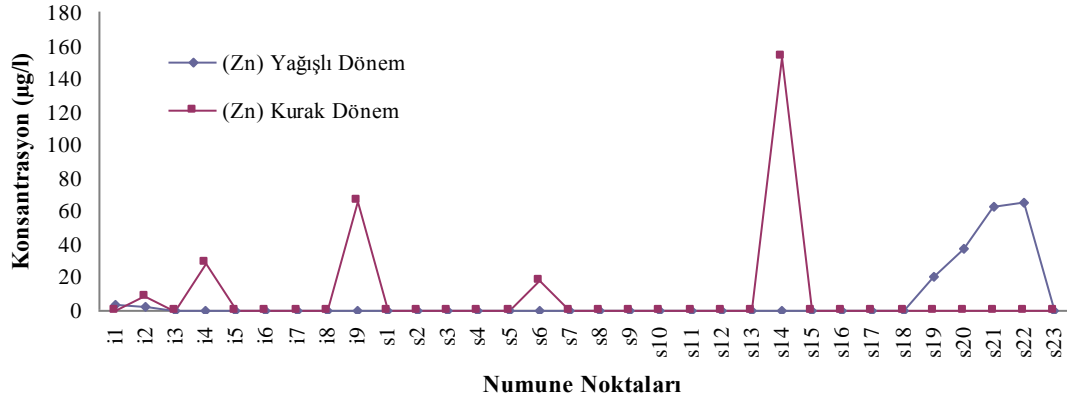


Şekil 4.12. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Se konsantrasyonları

Yağışlı dönemde tespit edilen Se konsantrasyon değerleri kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde; s4 numaralı su örnekleme noktası olarak adlandırılan Tuz Gölü'nü besleyen kaynaklardan biri olan Ekecik Deresi'nden alınan yüzeysel su numunesinin 4. sınıf, s20 numaralı numune olarak adlandırılan Gölyam Cihanbeyli'den alınan yüzeysel su numunesinin 3. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. ve 2. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurak Dönemde ise alınan 32 su numunesinin de 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu, sulama suyu olarak kullanımında sakınca olmadığı görülmektedir.

4.1.13. Çinko (Zn)

Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Zn değerleri Şekil 4.13'de verilmiştir. Yağışlı dönemde en yüksek Zn konsantrasyonu 64.843 µg/l değeri ile s22 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. i1, i2, s19, s20, s21 ve s22 numaralı numuneler dışında kalan numunelerde Zn konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde en yüksek Zn konsantrasyonu 153.017 µg/l değeri ile s14 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. 27 su örnekleme noktasından alınan su örneklerinde ise Zn konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir.



Şekil 4.13. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen Zn konsantrasyonları

Tespit edilen Zn konsantrasyon değerleri kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki ayrı dönemde 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinin 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.2. İçme Suyu Kaynağı Olarak Kullanılan Suların Değerlendirilmesi

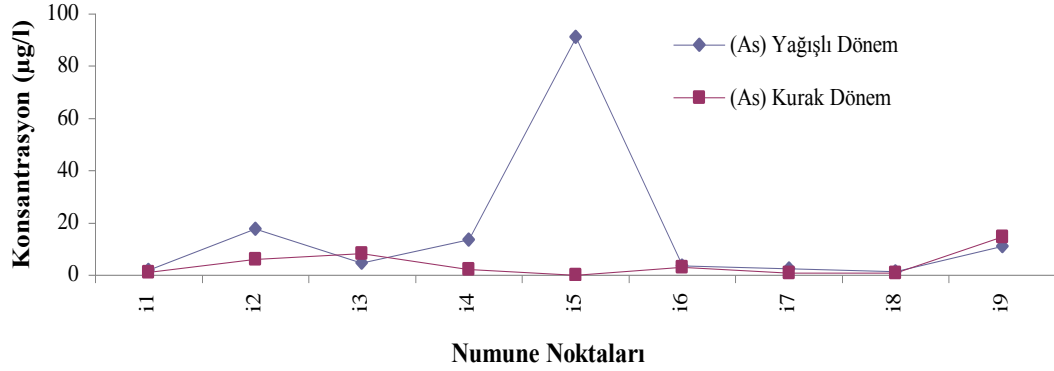
Çizelge 4.3’de Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanan İçilebilir Suların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin belirtildiği Türkiye için kabul edilen içme suyu standardı (TS 266), İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Amerika Çevre Koruma Ajansı (USEPA) ve Avrupa Birliği (AB) tarafından içme suyu standartlarında analiz edilen metaller için verilen limit değerler görülmektedir. Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan içme suyu kaynağı olarak kullanılan kaynaklardan alınan su örnekleri Türkiye ve dünyada içme sularında izin verilen kalite parametrelerine göre (TSE 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Dünya Sağlık Örgütü, Amerika Çevre Koruma Ajansı, Avrupa Birliği) incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Sadece kobalt elementi bahsi geçen kalite parametreleri çizelgesinde yer olmadığından değerlendirmeye alınmamıştır.

Çizelge 4.3. İçme suyu standartları

Su Kalite Parametreleri ($\mu\text{g/l}$)	TS 266	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik	WHO	USEPA	AB
Arsenik (As)	10	10	10	10	10
Berilyum (Be)	-	-	-	4	-
Kadmiyum (Cd)	5	5	3	5	5
Alüminyum (Al)	200	200	200	200	200
Krom (Cr)	50	50	50	10	50
Bakır (Cu)	50	50	50	10	50
Demir (Fe)	200	200	300	300	200
Mangan (Mn)	50	50	500	50	50
Nikel (Ni)	20	20	-	-	20
Kurşun (Pb)	10	10	10	15	10
Selenyum (Se)	10	10	10	50	10
Çinko (Zn)	5000	-	-	5000	-

4.2.1. Arsenik (As)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen As konsantrasyon değerleri Şekil 4.14'de görülmektedir.

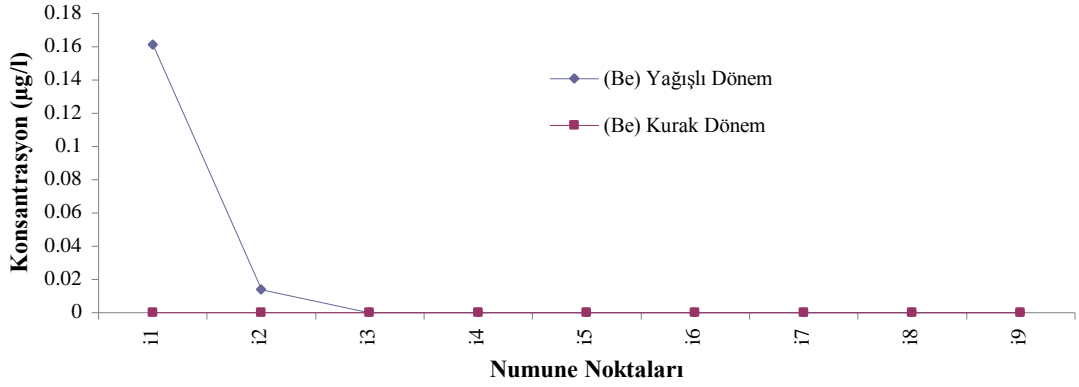


Şekil 4.14. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen As konsantrasyonları

Yağışlı dönemde i5 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 91,112 µg/l ile en yüksek arsenik konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük As konsantrasyonu 1,321 µg/l değeri ile i8 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. Kurak dönemde i9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 14,774 µg/l ile en yüksek arsenik konsantrasyonu tespit edilirken, i5 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde ise dedeksiyon limitinin altında olduğu için As konsantrasyonu tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de verilen TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, WHO, USEPA ve AB tarafından içme suyu standartlarında analiz edilen metaller için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen arsenik konsantrasyonları değerlendirildiğinde yağışlı dönemde i2, i4, i5 ve i9 numaralı yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinde, kurak dönemde ise i9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde As için verilen 10 µg/l konsantrasyon değerinin aşıldığı görülmektedir.

4.2.2. Berilyum (Be)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Be konsantrasyon değerleri Şekil 4.15’de görülmektedir.

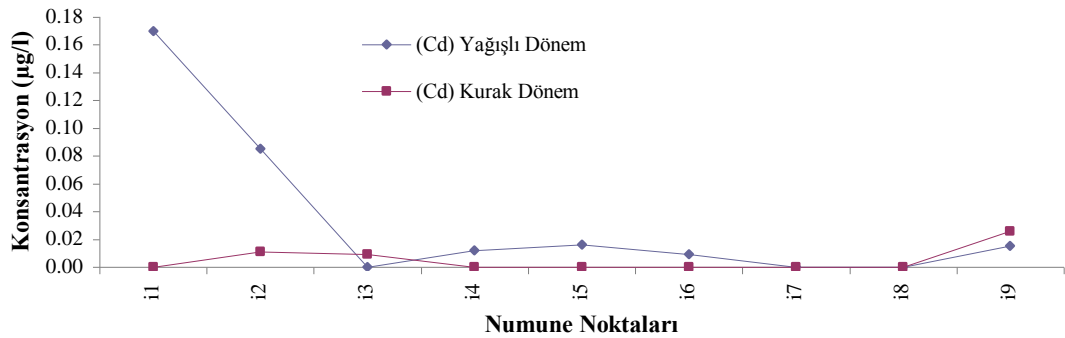


Şekil 4.15. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Be konsantrasyonu

TS 266, WHO, AB tarafından Be için limit değer verilmediğinden Çizelge 4.3'de gösterilen USEPA tarafından içme suyu standartlarında Be için verilen limit değer olan 4 µg/l'e göre Be içeren numuneler değerlendirildiğinde, yağışlı dönemde i1 numaralı yüzeysel su kaynağı 0.161 µg/l Be değeri ile ve i2 numaralı yüzeysel su kaynağı 0.014 µg/l Be değeri ile limit değeri aşmadığı görülmektedir. Kurak dönemde ise 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde de dedeksiyon limitinin altında olduğu için Be konsantrasyonu tespit edilmemiştir.

4.2.3. Kadmiyum (Cd)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Be konsantrasyon değerleri Şekil 4.16'da görülmektedir.



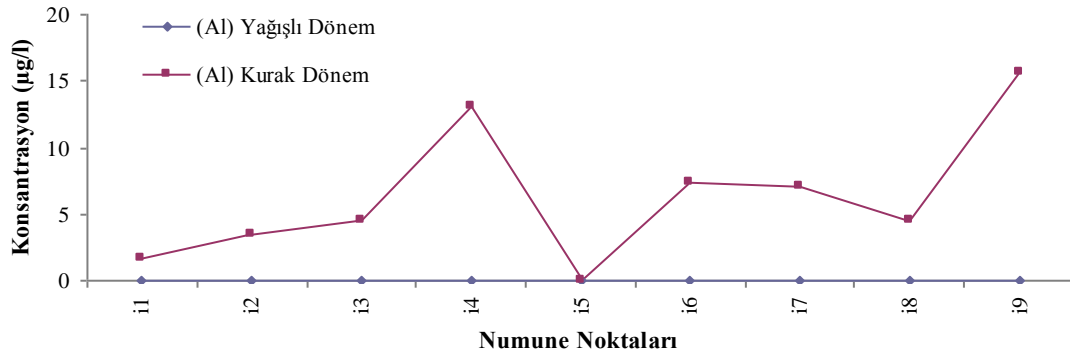
Şekil 4.16. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Cd konsantrasyonu

Yağışlı dönemde i1 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 0.170 µg/l ile en yüksek Cd konsantrasyonu tespit edilirken, i3, i7, i8 numaralı numunelerde Cd konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak

dönemde ise i9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 0.026 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Cd konsantrasyonu tespit edilirken, 6 numunede Cd konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de verilen TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, WHO, USEPA ve AB tarafından içme suyu standartlarında Cd için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen kadmiyum konsantrasyonları değerlendirildiğinde, yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinde Cd için verilen 5 $\mu\text{g/l}$ konsantrasyon değerinin aşılmadığı görülmektedir.

4.2.4. Alüminyum (Al)

Şekil 4.17’de görüldüğü gibi yağışlı dönemde içme suyu kaynağı olarak kullanılan ilk 9 numunede Al konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir.

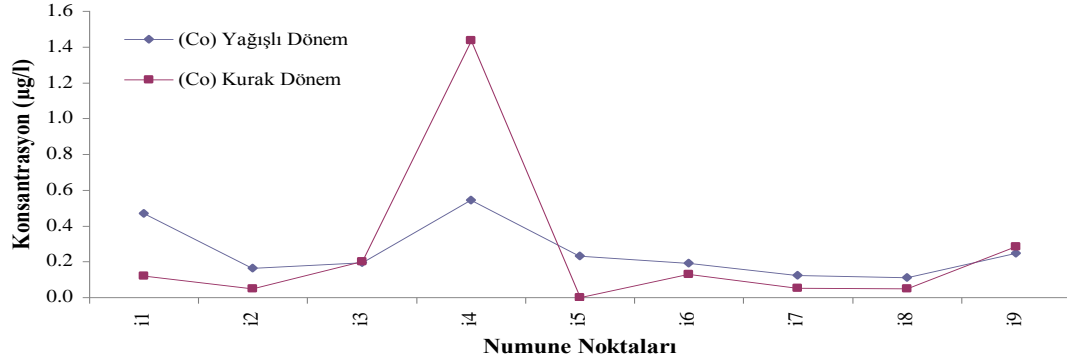


Şekil 4.17. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Al konsantrasyonu

Kurak dönemde i9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 15.568 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Al konsantrasyonu tespit edilirken, i5 numaralı numunede Al konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de içme suyunda Al için verilen limit değerler incelendiğinde TS 266, WHO, USEPA ve AB tarafından Al için öngörülen sınır değer 200 $\mu\text{g/l}$ olduğu görülmektedir. Bu durumda içme suyu olarak kullanılan kaynakların Al açısından bir sorun içermediği söylenebilir.

4.2.5. Kobalt (Co)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Co konsantrasyon değerleri Şekil 4.18’de görülmektedir.

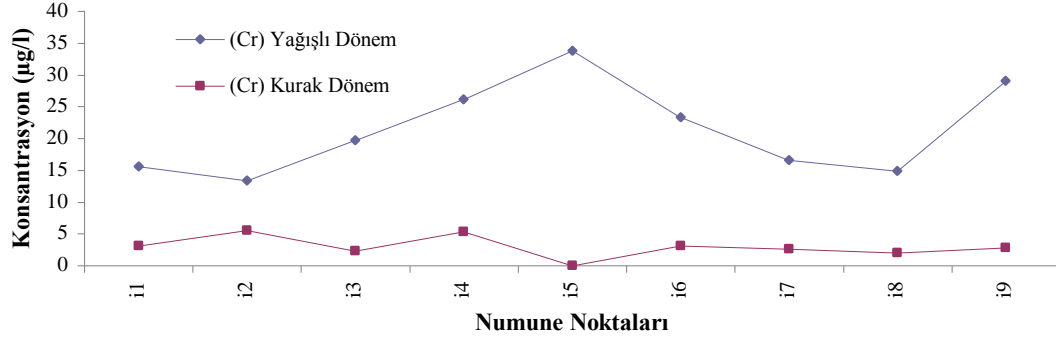


Şekil 4.18. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Co konsantrasyonu

Yağışlı dönemde i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 0.544 µg/l ile en yüksek Co konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük Co konsantrasyonu 0.11 µg/l değeri ile i8 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. Kurak dönemde de i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 1.435 µg/l ile en yüksek Co konsantrasyonu tespit edilirken, i5 numaralı numunede Co konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. İçme suyu kalite parametrelerinde (TS266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Amerika Çevre Koruma Ajansı (USEPA) ve Avrupa Birliği (AB)) kobalt elementi için herhangi bir sınırlayıcı limit konsantrasyon değeri yer almadığı için bu numunelerdeki kobalt konsantrasyonlarının su kalite parametrelerine göre karşılaştırması yapılmamıştır.

4.2.6. Krom (Cr)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Cr konsantrasyon değerleri Şekil 4.19’da görülmektedir.

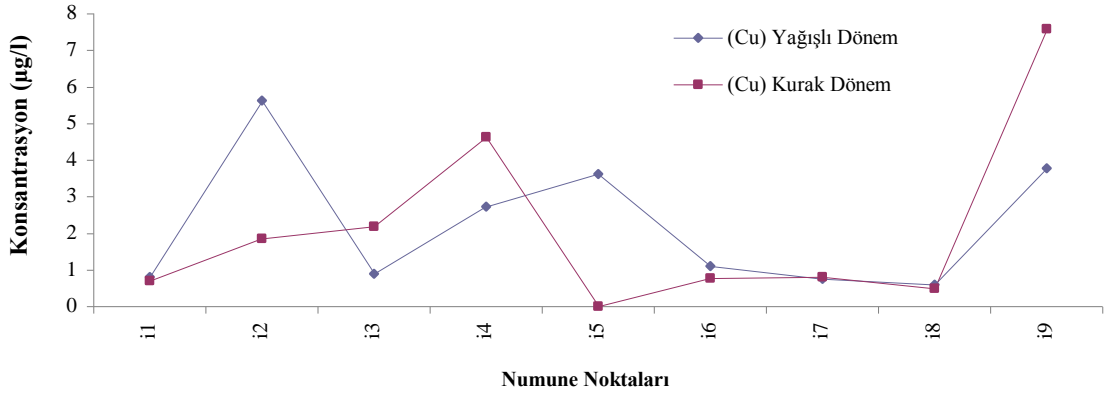


Şekil 4.19. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Cr konsantrasyonu

Yağışlı dönemde i5 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 33.766 µg/l ile en yüksek Cr konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük Cr konsantrasyonu 13.371 µg/l değeri ile i2 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. Kurak dönemde i2 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 5.490 µg/l ile en yüksek Cr konsantrasyonu tespit edilirken, i5 numaralı numunede Cr konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de verilen TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, WHO ve AB tarafından içme suyu standartlarında Cr için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen Cr konsantrasyonları değerlendirildiğinde yağışlı ve kurak dönemde alınan numunelerin Cr için verilen 50 µg/l limit konsantrasyon değerini aşmadığı görülmektedir. USEPA tarafından Cr için belirtilen 10 µg/l limit konsantrasyon değerine göre su örnekleri değerlendirildiğinde ise yağışlı dönemde içme suyu kaynağından alınan 9 su numunesinde de sınır konsantrasyon değerinin aşıldığı görülmektedir. Kurak dönemde alınan su örneklerinin ise 10 µg/l limit konsantrasyon değerini aşmadığı, sınır değerleri sağladığı görülmektedir.

4.2.7. Bakır (Cu)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Cr konsantrasyon değerleri Şekil 4.20’de görülmektedir.

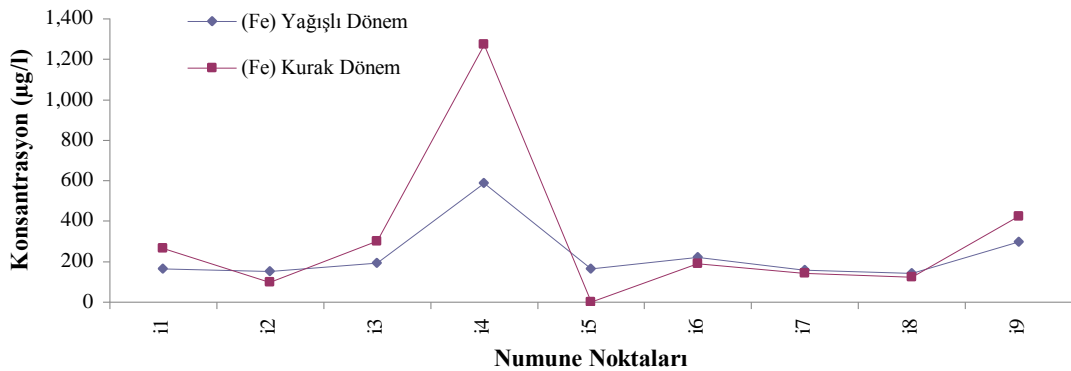


Şekil 4.20. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Cu konsantrasyonu

Yağışlı dönemde i2 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 5.633 µg/l ile en yüksek Cu konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük Cu konsantrasyonu 0.595 µg/l değeri ile i8 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. Kurak dönemde i9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 7.587 µg/l ile en yüksek Cu konsantrasyonu tespit edilirken, i5 numaralı numunede Cu konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de verilen TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, WHO, USEPA ve AB tarafından içme suyu standartlarında Cu için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen Cu konsantrasyonları değerlendirildiğinde bütün içme suyu kaynağından alınan su örneklerinin standartları sağladığı görülmektedir.

4.2.8. Demir (Fe)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Fe konsantrasyon değerleri Şekil 4.21’de görülmektedir.

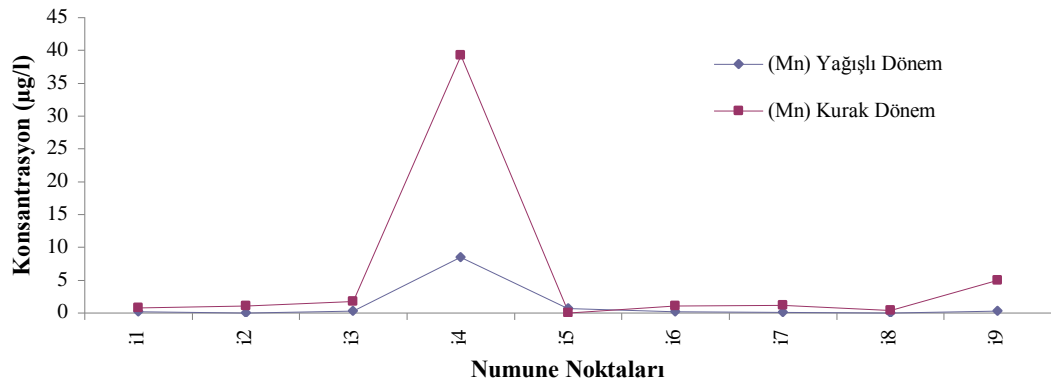


Şekil 4.21. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Fe konsantrasyonu

Yağışlı dönemde i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 589.057 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Fe konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük Fe konsantrasyonu 141.89 $\mu\text{g/l}$ değeri ile i8 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise yine i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 1,273.314 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Fe konsantrasyonu tespit edilmiştir. i5 numaralı numunede Fe konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de verilen TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve AB tarafından içme suyu standartlarında Fe için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen Fe konsantrasyonları değerlendirildiğinde yağışlı dönemde i4 ve i9 numaralı yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinde, kurak dönemde ise i1, i3, i4 ve i9 numaralı yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinde 200 $\mu\text{g/l}$ sınır konsantrasyon değerinin aşıldığı görülmektedir. Aynı çizelgede yer alan WHO ve USEPA tarafından içme suyu standartlarında Fe için verilen limit değerler baz alınarak su örneklerinde belirlenen Fe konsantrasyonları değerlendirildiğinde ise, yağışlı dönemde i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde, kurak dönemde ise i4 ve i9 numaralı yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinde 300 $\mu\text{g/l}$ sınır konsantrasyon değerinin aşıldığı görülmektedir.

4.2.9. Mangan (Mn)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Mn konsantrasyon değerleri Şekil 4.22’de görülmektedir.

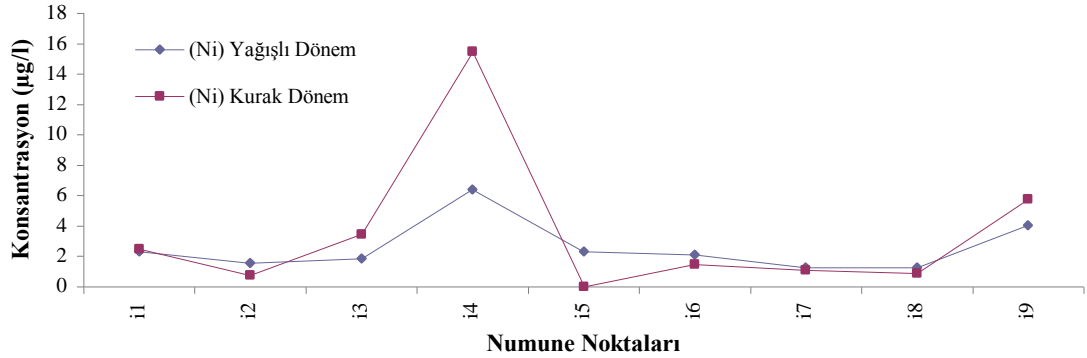


Şekil 4.22. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Mn konsantrasyonu

Yağışlı dönemde i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 8.429 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Mn konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük Mn konsantrasyonu 0.042 $\mu\text{g/l}$ değeri ile i2 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. Kurak dönemde i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 39.221 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Mn konsantrasyonu tespit edilirken, i5 numaralı numunede Mn konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de verilen TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, WHO, USEPA ve AB tarafından içme suyu standartlarında Mn için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen Mn konsantrasyonları değerlendirildiğinde içme suyu kaynağı olarak kullanılan tüm örneklerin sınır değerleri sağladığı görülmektedir.

4.2.10. Nikel (Ni)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Mn konsantrasyon değerleri Şekil 4.23’de görülmektedir.



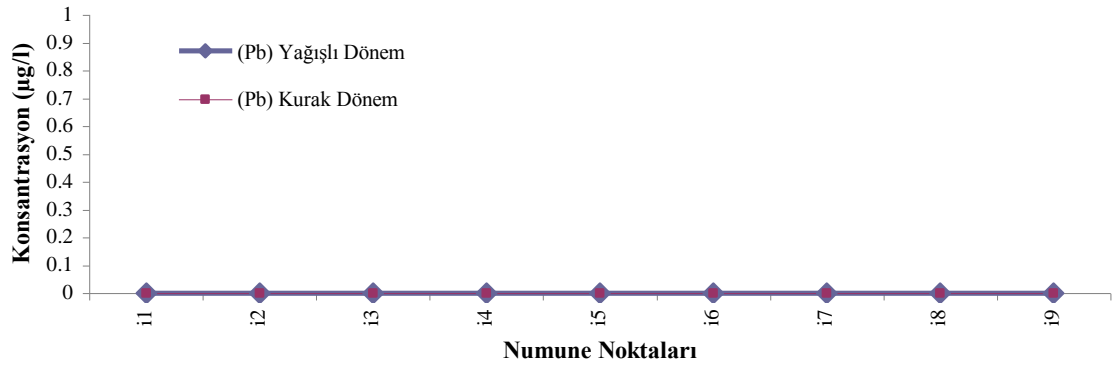
Şekil 4.23. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Ni konsantrasyonları

Yağışlı dönemde i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 6.38 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Ni konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük Ni konsantrasyonu 1.242 $\mu\text{g/l}$ değeri ile i8 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. Kurak dönemde i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 15.463 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Ni konsantrasyonu tespit edilirken, i5 numaralı numunede Ni konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de verilen TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve AB tarafından içme suyu standartlarında Ni için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen Ni

konsantrasyonları değerlendirildiğinde içme suyu kaynağı olarak kullanılan tüm örneklerin sınır değerleri sağladığı görülmektedir.

4.2.11. Kurşun (Pb)

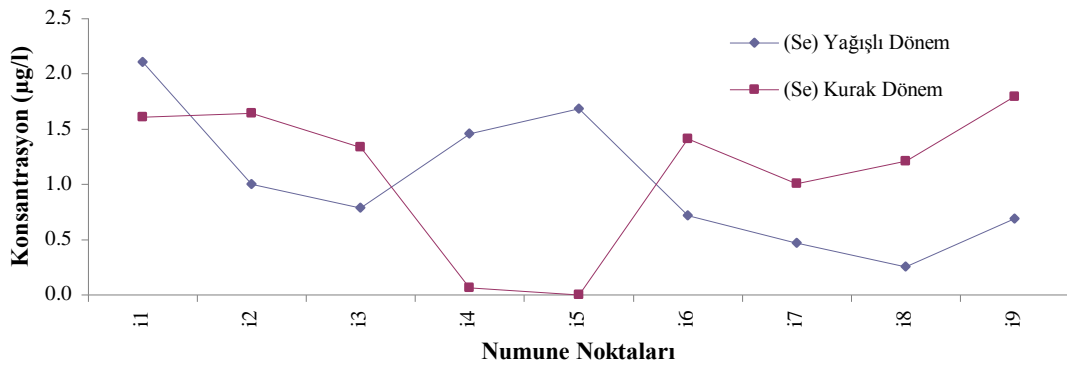
Şekil 4.24'de görüldüğü gibi yağışlı ve kurak dönemde alınan numunelerde kurşun içeriği dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Bu numuneler içme suyu kalite parametreleri açısından Çizelge 4.3'de yer alan Pb için verilen limit değerlerle kıyaslandığında tüm numunelerin sınır değerleri sağladığı söylenebilir.



Şekil 4.24. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Pb konsantrasyonları

4.2.12. Selenyum (Se)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Se konsantrasyon değerleri Şekil 4.25'de görülmektedir.

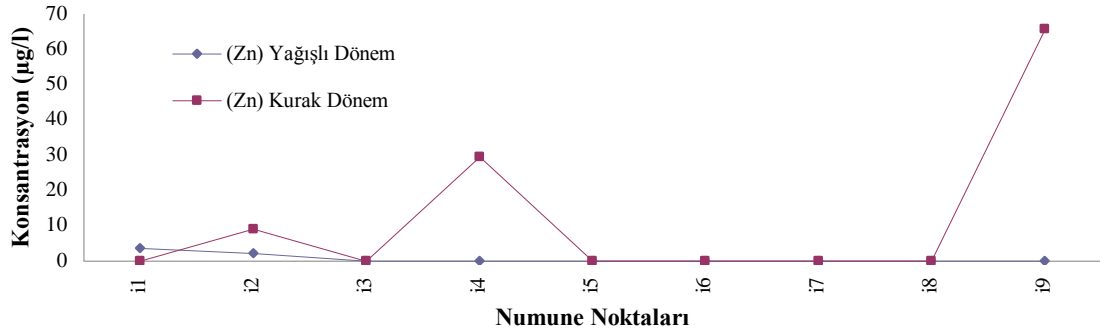


Şekil 4.25. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Se konsantrasyonları

Yağışlı dönemde i1 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 2.106 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Se konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük Se konsantrasyonu 0.256 $\mu\text{g/l}$ değeri ile i8 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilmiştir. Kurak dönemde i9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 1.794 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Se konsantrasyonu tespit edilirken, i5 numaralı numunede Se konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de verilen TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve AB tarafından içme suyu standartlarında Se için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen Se konsantrasyonları değerlendirildiğinde içme suyu kaynağı olarak kullanılan tüm örneklerin sınır değerleri sağladığı görülmektedir.

4.2.13. Çinko (Zn)

İçme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Zn konsantrasyon değerleri Şekil 4.26’da görülmektedir.



Şekil 4.26. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen Zn konsantrasyonları

Yağışlı dönemde i1 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 3.667 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Zn konsantrasyonu tespit edilirken; i3, i4, i5, i6, i7, i8 ve i9 numaralı numunelerde Zn değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde i9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 65.859 $\mu\text{g/l}$ ile en yüksek Zn konsantrasyonu tespit edilirken; i1, i3, i5, i6, i7 ve i8 numaralı numunelerde Zn değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.3’de verilen TS 266 ve USEPA tarafından içme suyu standartlarında Zn için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen Zn konsantrasyonları değerlendirildiğinde, yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinde Zn için verilen 5 mg/l konsantrasyon değerinin aşılmadığı görülmektedir.

4.3. Sulama Suyu Olarak Kullanılan Suların Değerlendirilmesi

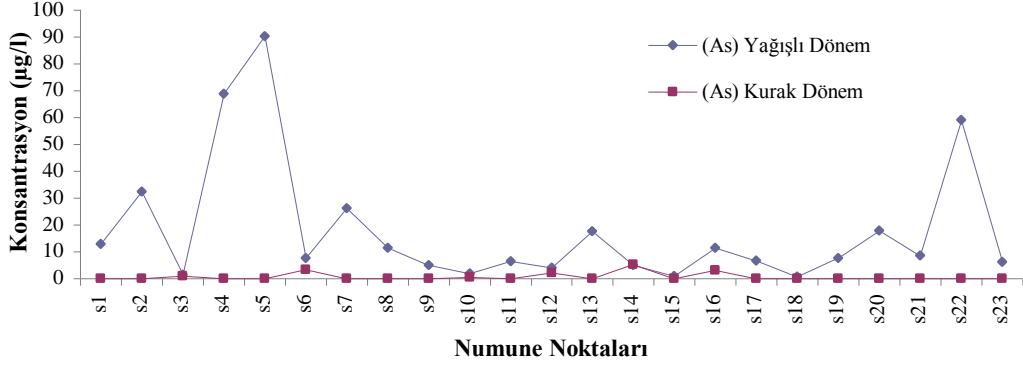
Çizelge 4.4’de sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyon değerleri görülmektedir. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’nde verilen Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları çizelgesinde ağır metal ve toksik elementler için birim alana verilebilecek maksimum toplam miktarlar, her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda ve pH değeri 6.0-8.5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında izin verilen maksimum konsantrasyon değerleri belirlenmiştir. Sulama suyu kaynaklarından alınan numuneler bu çizelgede yer alan her bir metal için sulama sularında izin verilen maksimum ağır metal konsantrasyon verilerine göre incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.4. Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları (Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, 2010)

Elementler	Birim alana verilebilecek maksimum toplam miktarlar, kg/ha	İzin verilen maksimum konsantrasyonlar	
		Her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değerler, µg/l	pH değeri 6.0-8.5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında, µg/l
Arsenik (As)	90	100	2000
Berilyum (Be)	90	100	500
Kadmiyum (Cd)	9	10	50
Alüminyum (Al)	4600	5000	20000
Kobalt (Co)	45	50	5000
Krom(Cr)	90	100	1000
Bakır (Cu)	190	200	5000
Demir (Fe)	4600	5000	20000
Mangan (Mn)	920	200	10000
Nikel (Ni)	920	200	2000
Kurşun (Pb)	4600	5000	10000
Selenyum (Se)	16	20	20
Çinko (Zn)	1840	2000	10000

4.3.1. Arsenik (As)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen As konsantrasyon değerleri Şekil 4.27’de verilmiştir.

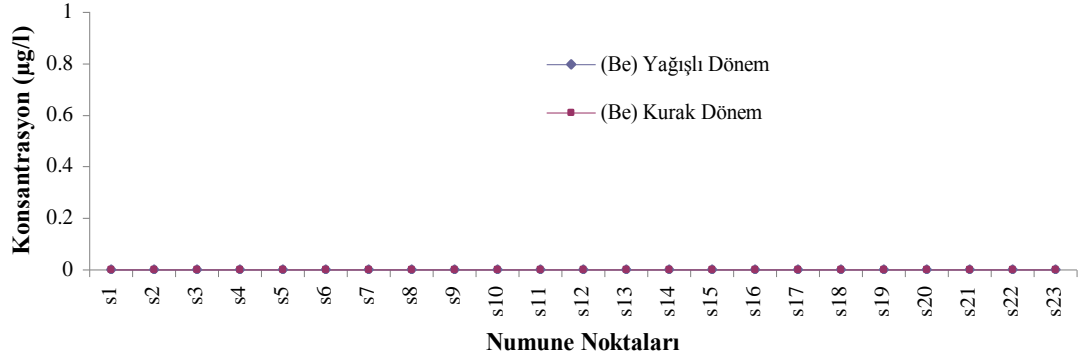


Şekil 4.27. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen As konsantrasyonu

Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en düşük As konsantrasyonu 0.665 µg/l değeri ile s18 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilirken, en yüksek As konsantrasyonu ise 90.13 µg/l değeri ile s5 numaralı su numunesinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde s14 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 5.189 µg/l ile en yüksek As konsantrasyonu tespit edilirken; 17 numunede As konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’nde sulama sularında As için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 100 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.

4.3.2. Berilyum (Be)

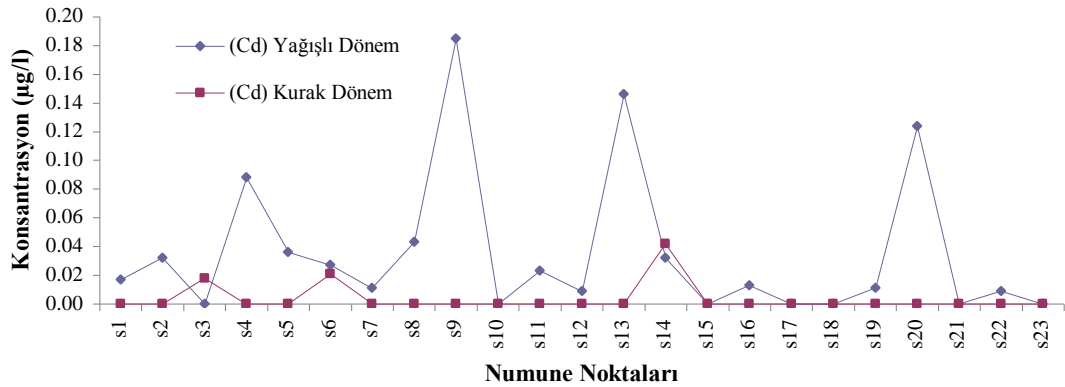
Şekil 4.28’de görüldüğü gibi yağışlı ve kurak dönemde alınan numunelerde Be konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Çizelge 4.4’de görüldüğü üzere sulama suları için Be elementi sınır değeri her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda 100 µg/l olup; sulama suyu kaynaklarından alınan su örneklerinin hepsinde Be konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altındadır.



Şekil 4.28. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Be konsantrasyonu

4.3.3. Kadmiyum (Cd)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Cd konsantrasyon değerleri Şekil 4.29'da verilmiştir.



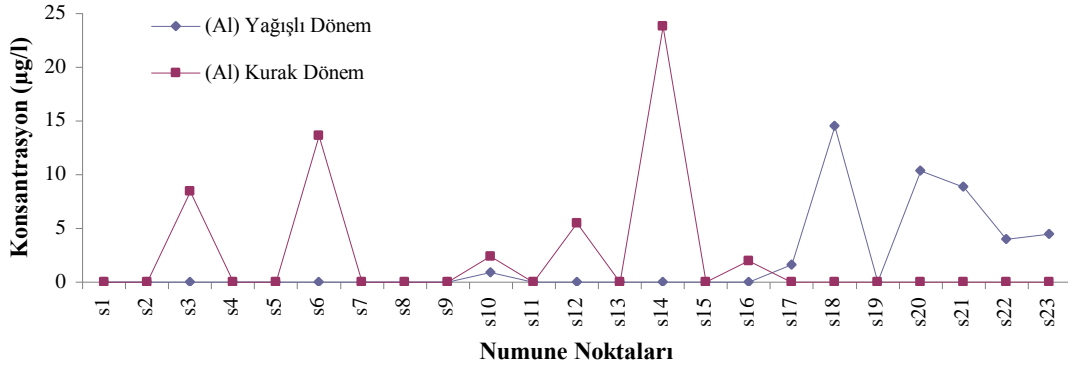
Şekil 4.29. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Cd konsantrasyonu

Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en yüksek Cd konsantrasyonu 0,18 µg/l değeri ile s9 numaralı su numunesinde tespit edilirken, s3, s10, s15, s17, s18, s21 ve s23 numaralı numunelerde Cd konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde s14 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 0.04 µg/l ile en yüksek Cd konsantrasyonu tespit edilirken; 20 numunede Cd konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Cd için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması

durumunda sınır değeri olan 10 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.

4.3.4. Alüminyum (Al)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Al konsantrasyon değerleri Şekil 4.30'da verilmiştir.

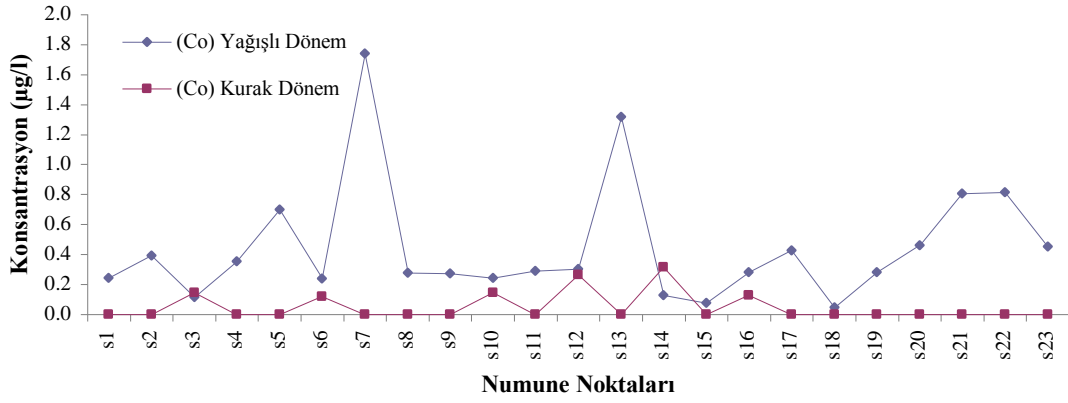


Şekil 4.30. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Al konsantrasyonu

Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en yüksek Al konsantrasyonu 14.509 µg/l değeri ile s18 numaralı su numunesinde tespit edilirken, s10, s17, s18, s20, s21, s22 ve s23 numaralı numuneler dışında kalan su örneklerinde Al konsantrasyon değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde s14 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 23.798 µg/l ile en yüksek Al konsantrasyonu tespit edilirken; 17 numunede Al konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Al için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değeri olan 5 mg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.

4.3.5. Kobalt (Co)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Co konsantrasyon değerleri Şekil 4.31'de verilmiştir.



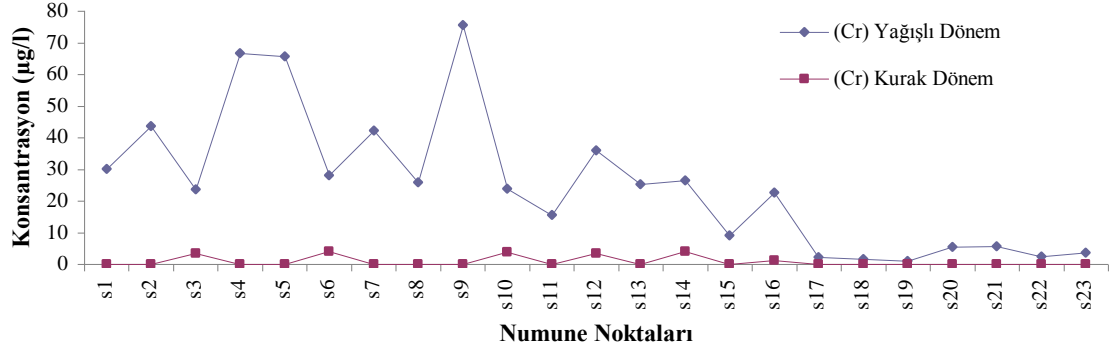
Şekil 4.31. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Co konsantrasyonu

Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en düşük Co konsantrasyonu 0.047 µg/l değeri ile s18 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilirken, en yüksek Co konsantrasyonu ise 1.738 µg/l değeri ile s7 numaralı su numunesinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde s14 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 0.314 µg/l ile en yüksek Co konsantrasyonu tespit edilirken; 17 numunede Co konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Co için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 50 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.

4.3.6. Krom(Cr)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Cr konsantrasyon değerleri Şekil 4.32'de verilmiştir. Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en düşük Cr konsantrasyonu 1.052 µg/l değeri ile s19 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilirken, en yüksek Cr konsantrasyonu ise 75.563 µg/l değeri ile s9 numaralı su numunesinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde s6 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 4.133 µg/l ile en yüksek Cr konsantrasyonu tespit edilirken; 17 numunede Cr konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Cr için izin verilen maksimum konsantrasyon

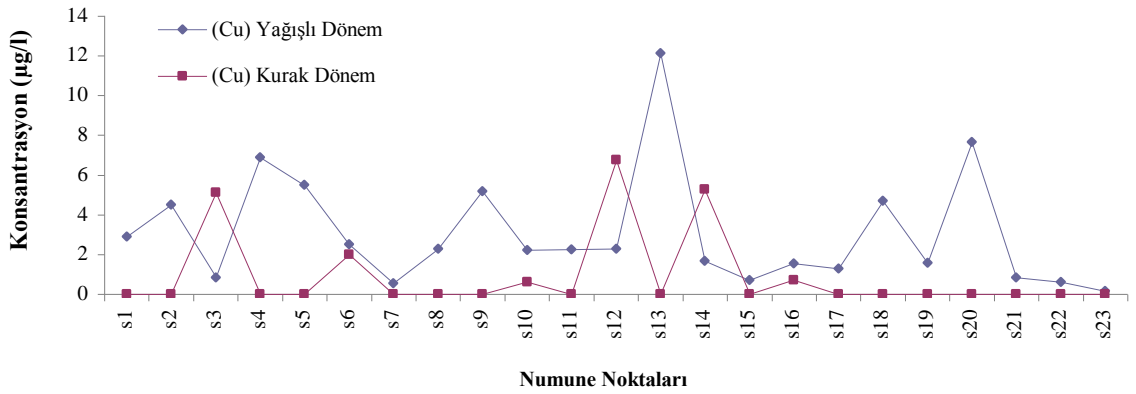
verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 100 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.32. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Cr konsantrasyonu

4.3.7. Bakır (Cu)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Cu konsantrasyon değerleri Şekil 4.33’de verilmiştir.



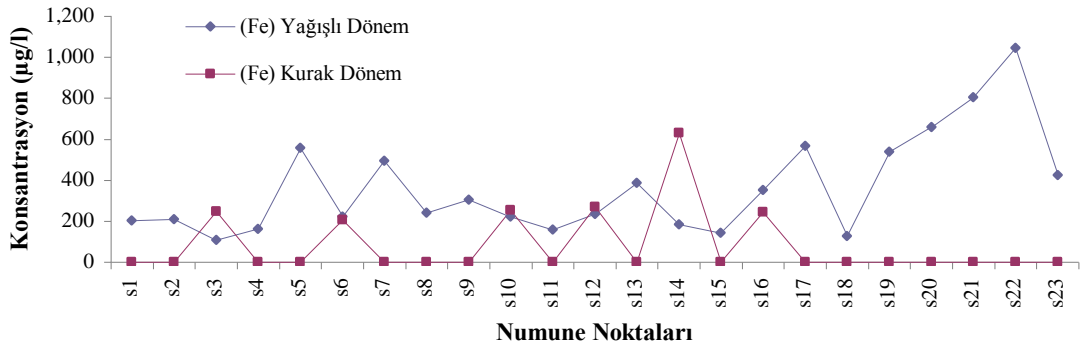
Şekil 4.33. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Cu konsantrasyonu

Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en düşük Cu konsantrasyonu 0.145 µg/l değeri ile s23 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilirken, en yüksek Cu konsantrasyonu ise 12.143 µg/l değeri ile s13 numaralı su numunesinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde s12 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 6.745 µg/l ile en yüksek Cu konsantrasyonu tespit edilirken; 17 numunede Cu konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik

Usuller Tebliği'nde sulama sularında Cu için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 200 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.

4.3.8. Demir (Fe)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Fe konsantrasyon değerleri Şekil 4.34'de verilmiştir.

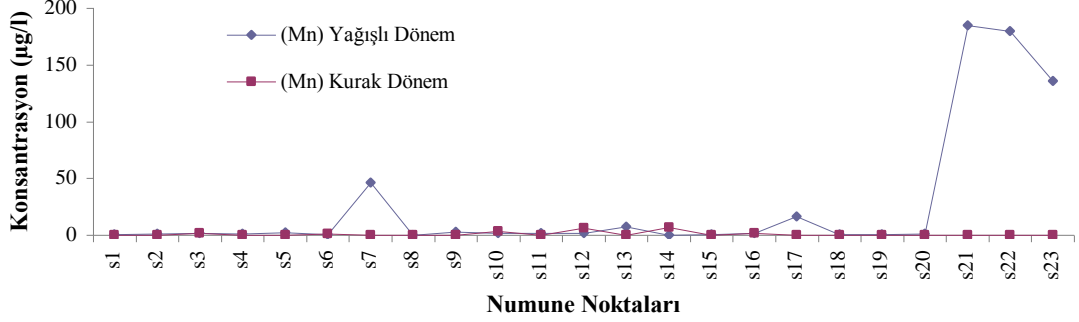


Şekil 4.34. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Fe konsantrasyonu

Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en düşük Fe konsantrasyonu 108.773 µg/l değeri ile s3 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan numunede tespit edilirken, en yüksek Fe konsantrasyonu ise 1,044 µg/l değeri ile s22 numaralı su numunesinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde s14 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 631.591 µg/l ile en yüksek Fe konsantrasyonu tespit edilirken; 17 numunede Fe konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Fe için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 5 mg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.

4.3.9. Mangan (Mn)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Mn konsantrasyon değerleri Şekil 4.35’de verilmiştir.



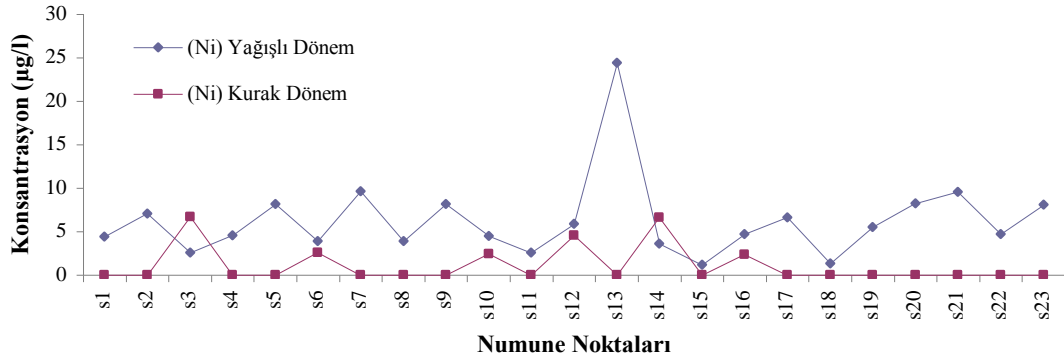
Şekil 4.35. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Mn konsantrasyonu

Sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en düşük Mn konsantrasyonu 0.236 µg/l değeri ile s8 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan numunede tespit edilirken, en yüksek Mn konsantrasyonu ise 184,63 µg/l değeri ile s21 numaralı su numunesinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde s14 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 6.656 µg/l ile en yüksek Mn konsantrasyonu tespit edilirken; 17 numunede Mn konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’nde sulama sularında Mn için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 200 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.

4.3.10. Nikel (Ni)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Ni konsantrasyon değerleri Şekil 4.36’da verilmiştir. Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en düşük Ni konsantrasyonu 1.206 µg/l değeri ile s15 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan numunede tespit edilirken, en yüksek Ni konsantrasyonu ise 24.43 µg/l değeri ile s13 numaralı su numunesinde tespit edilmiştir. Kurak dönemde s14 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 6.606 µg/l ile en yüksek Ni konsantrasyonu tespit edilirken; 17 numunede Ni konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan

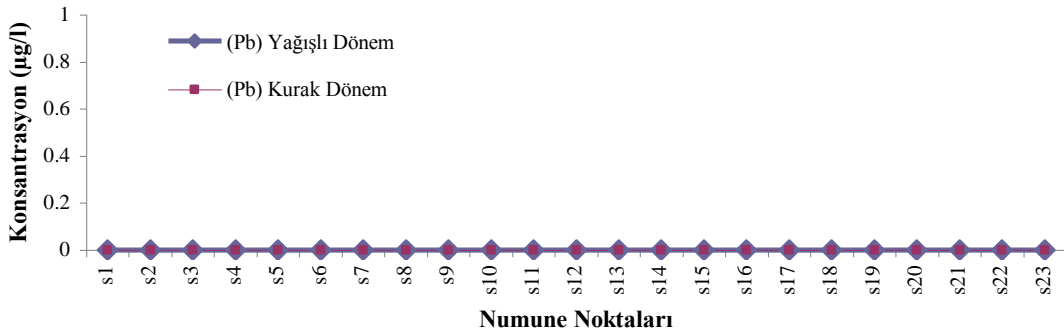
tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’nde sulama sularında Ni için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 200 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.36. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Ni konsantrasyonları

4.3.11. Kurşun (Pb)

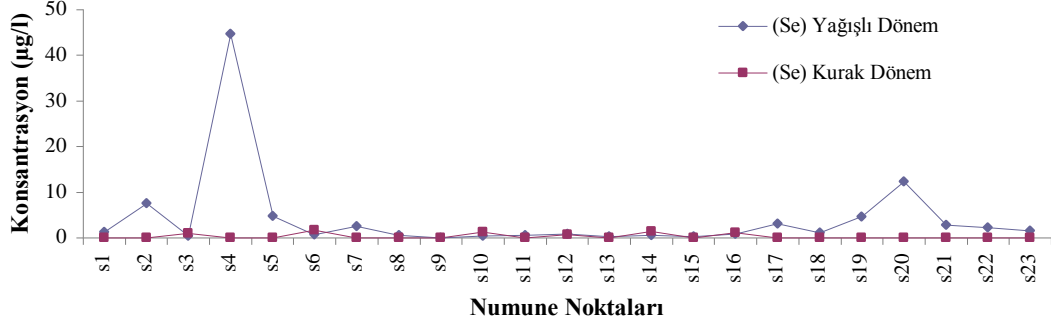
Konya Kapalı Havzası yüzeysel su kaynaklarından yağışlı ve kurak dönemde alınan su örneklerinde Pb içeriği dedeksiyon limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir. Bu durum Çizelge 4.4’de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’nde sulama sularında Pb için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 5 mg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı söylenebilir.



Şekil 4.37. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Pb konsantrasyonları

4.3.12. Selenyum (Se)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Se konsantrasyon değerleri Şekil 4.38’de verilmiştir.

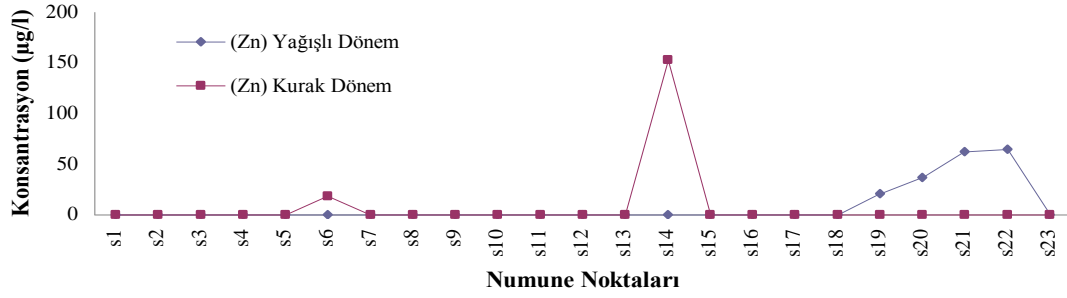


Şekil 4.38. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Se konsantrasyonları

Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en yüksek Se konsantrasyonu 44.739 µg/l değeri ile s4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan numunede tespit edilmiştir. s9 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde ise dedeksiyon limitinin altında olduğu için Se konsantrasyonu tespit edilmemiştir. Kurak dönemde s6 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 1.727 µg/l ile en yüksek Se konsantrasyonu tespit edilirken; 17 numunede Se konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği’nde sulama sularında Se için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde yağışlı dönemde s4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinin her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 20 µg/l değerini aştığı, diğer sulama suyu niteliğinde olan su numunelerinde ise sınır değerini aşmadığı tespit edilmiştir.

4.3.13. Çinko (Zn)

Sulama suyu kaynağı olarak kullanılan 23 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinde tespit edilen Se konsantrasyon değerleri Şekil 4.39’da verilmiştir.



4.39. Sulama suyu kaynaklarında tespit edilen Zn konsantrasyonları

Yağışlı dönemde sulama suyu niteliğinde olan numunelerden en yüksek Zn konsantrasyonu 64.843 µg/l değeri ile s22 numaralı yüzeysel su kaynağında tespit edilirken; s19, s20, s21 ve s22 numaralı numuneler dışında kalan 19 numunede ise Zn değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde s14 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su örneğinde 153.017 µg/l ile en yüksek Zn konsantrasyonu tespit edilirken; 21 numunede Zn konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'de Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Zn için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 2 mg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada Konya Kapalı Havzası'ndan 32 kalite gözlem noktasından yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki ayrı dönemde yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinde As, Fe, Cr, Be, Se, Cd, Zn, Cu, Pb, Al, Co, Ni ve Mn metal konsantrasyonları belirlenerek, su kalite parametreleri açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Analizler sonucunda elde edilen veriler parametre bazında ayrı ayrı değerlendirildiğinde;

Yüzeysel su örneklerinde arsenik konsantrasyonu yağışlı dönemde 0.665 µg/l ile 91.112 µg/l arasında tespit edilmiştir. 32 numune SKKY Kalite Sınıflarına göre değerlendirildiğinde i5, s4, s5 ve s22 numaralı su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 3. sınıf, s2 ve s7 numaralı su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 2. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise en yüksek arsenik konsantrasyonu 14.774 µg/l ile i9 numaralı numunede tespit edilmiştir. 18 numunede ise As değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilememiştir. Kurak dönemde alınan numuneler SKKY Kalite Sınıflarına göre değerlendirildiğinde 20 µg/l sınır değerini aşmadığı için 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir. Yağışlı dönemde içme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 numune içerisinde en yüksek As konsantrasyonu 91.112 µg/l ile Mamasın Baraj Çıkışı'ndan alınan su örneğinde tespit edilirken, kurak dönemde ise 14.774 µg/l ile Altınapa Barajı'ndan alınan su örneğinde tespit edilmiştir. Bulunan bu değerler içme suyu kalite parametrelerinde verilen 10 µg/l'lık sınır değeri aşmaktadır. Bu durumda bu suyun içme suyu olarak kullanımı suda bulunan arsenik içeriği bakımından sakıncalıdır. Havzanın yüzeysel su kalitesinin incelendiği çalışmalar da göz önüne alındığında bu kaynaklara yapılan atıksu deşarjlarının kirletici ana unsur olduğu düşünülmektedir (Aktaş ve ark., 2010). Arsenik konsantrasyon değeri kıyaslanan içme suyu standartlarına göre yüksek olan kaynaklar incelendiğinde, i2 numaralı yüzeysel su kaynağı olarak adlandırılan Kırkgözler Kaynağı'nın evsel ve endüstriyel nitelikli atıksular tarafından kirletildiği, Tepeköy Çıkışı, Meram Çayı kaynağından alınan i4 numaralı numune ile i9 numaralı numunenin alındığı kaynak olan Altınapa Barajı'nın çayın bir nevi açık kanal işlevi

görmesi nedeniyle Konya il merkezinden gelen kirli sular nedeniyle kirlendiği, Mamasın Barajı'nın ise baraj öncesinde Melendiz ve Karasu Çayları civarındaki yerleşim yerlerinin evsel atıksularının doğrudan deşarjı ile kirlendiği düşünülmektedir. Yağışlı dönemde sulama suyu olarak kullanılan 23 numunede içerisinde en yüksek As konsantrasyonu 90.13 µg/l ile Orhaniye Köprüsü (Ilgın) - Çavuşcu Gölü Çıkışı'ndan alınan suda tespit edilirken, kurak dönemde ise 5.189 µg/l ile Beyşehir Gölü- Tarihi Köprü'den alınan suda tespit edilmiştir. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında As için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre sulama suyu niteliğinde olan su örnekleri değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 100 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda bu suların sulama suyu olarak kullanılmasında As içeriği bakımından hiçbir sorun olmadığı söylenebilir. Öztürk (2009)'a göre, Hisarcık- Kütahya Bölgesi çeşme suyunda 380 µg/l As, kuyu suyunda 50 µg/l As, yüzeysel su kaynağında 510 µg/l As tespit edilirken, Bursa içme suyu kaynağında 0.051 µg/l ile 21 µg/l arasında As konsantrasyonu bulunmuş, Göksü- İzmir'de 59 µg/l As, Sarıkız'da 32 µg/l As ve Halkapınar'da ise 13 µg/l As tespit edilmiştir. Bu bölgelerde tespit edilen As konsantrasyonlarının yüksek olmasının nedeninin, bölgedeki yer altı kayalarında ve toprakta bulunan arsenik içeriğiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. İçme suyu kalite parametrelerinde verilen sınır değerler baz alındığında, ilgili çalışmada bahsi geçen yerlere ait yüksek arsenik konsantrasyonu içeren içme sularının seyreltikten veya arıtıldıktan sonra şebeke sistemlerine verilmesi gerekmektedir. Eldeki literatür çalışmaları incelendiğinde, yüksek As konsantrasyonu içeren suların yanı sıra, As konsantrasyonunun bulunmadığı ya da tespit edilemediği suların da bulunduğu görülmektedir. Konya Garnizonundaki Askeri Birliklerdeki 20 farklı noktadan (10 kuyu suyu, 10 şehir şebeke suyu), 5 farklı dönemde (Aralık, Mart, Mayıs, Temmuz ve Eylül) alınan su numunelerinin ağır metal konsantrasyonları incelendiğinde, hiçbir numunede As konsantrasyonu tespit edilememiştir (Kahraman, 2007). Konya Ana Tahliye Kanalı üzerinde belirlenen dört noktadan Aralık 2002, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos 2003 dönemlerinde alınan su numuneleri As değerleri bakımından incelendiğinde As konsantrasyonu tespit edilmemiştir (Yıldız, 2004). Konya Bölgesindeki içme sularında 2007-2008 yıllarında üç ayrı dönemde, seçilen 11 ayrı noktadan alınan su numunelerinin ağır metal analizi yapılmış, daha önce bahsedilen çalışmalarda olduğu gibi yine As konsantrasyonu tespit edilmemiştir (Tofan, 2008).

Berilyum miktarı, yapılan analizler sonucunda sadece yağışlı dönemde 2 numunede tespit edilmiştir. İçme suyu kaynağı olarak kullanılan bu 2 numuneden Karaman, İbrala Deresi'nden alınan numunede 0.161 µg/l Be bulunurken; Kırkgözler Kaynağı, İhlara'dan alınan numunede 0.014 µg/l Be konsantrasyonu tespit edilmiştir. Bu değerler içme suyu standartlarından olan USEPA tarafından verilen içme suyu kalite parametlerine göre kıyaslandığında 4 µg/l olan sınır değerini aşmadığı için numunelerde insan sağlığını tehdit edici herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir. Eldeki literatür çalışmaları incelendiğinde içme ve sulama suyu kaynağı olarak kullanılan sularda Be elementinin incelendiği ya da tespit edildiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Yüzeysel su örneklerinde en yüksek Cd konsantrasyonu yağışlı dönemde 0.185 µg/l değeri ile Aksaray T1 Tahliye Kanalı - Fidanlık Yöresi'nden alınan su örneğinde tespit edilirken, kurak dönemde 0.042 µg/l ile Beyşehir Gölü- Tarihi Köprü'den alınan su örneğinde tespit edilmiştir. Yağışlı dönemde i3, i7, i8, s3, s10, s15, s17, s18, s21 ve s23 numaralı numunelerde ise Cd değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde ise 26 numunede Cd konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir. 32 numune SKKY kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre kıyaslandığında bütün su numunelerinin sınır değer olan 3 µg/l Cd'm altında olduğu ve 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir. İçme suları arasında en yüksek Cd içeriğine yağışlı dönemde 0.170 µg/l ile Karaman, İbrala Deresi'nden alınan numunede rastlanırken, kurak dönemde 0.026 µg/l ile Altınapa Barajı'ndan alınan numunede en yüksek Cd konsantrasyonu tespit edilmiştir. Bu konsantrasyon değerleri içme suyu kalite parametreleriyle kıyaslandığında her iki dönemde de alınan su numunelerinin Cd konsantrasyonu açısından sınır değerleri aşmadığı görülmektedir. Sulama suları açısından Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Cd için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 10 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda bu suların sulamada kullanılmasında herhangi bir sakınca görülmediği söylenebilir. Kahraman (2007)'ye göre Konya Garnizonu'ndaki Askeri Birliklerdeki 20 farklı noktadan (10 kuyu suyu, 10 şehir şebeke suyu), 5 farklı dönemde (Aralık, Mart, Mayıs, Temmuz ve Eylül) alınan su numunelerinin ağır metal konsantrasyonları incelendiğinde, numunelerde As konsantrasyonunda olduğu gibi Cd konsantrasyonu tespit edilmemiştir. Tofan (2008)'e göre, Konya Bölgesindeki içme sularında 2007-2008 yıllarında üç ayrı dönemde seçilen 11 ayrı noktadan alınan su

numunelerinin ağır metal analizi yapılmış ve araştırma sonucunda Cd konsantrasyonu tespit edilmemiştir. Kır ve ark. (2007), Kovada Gölü suyunda 2005-2006 yıllarında dört ayrı dönemde yapılan ağır metal analizinde Cd konsantrasyonu tespit edememişlerdir. Konya bölgesi içme sularında ağır metal düzeylerinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise, 50 ayrı noktadan alınan su örneklerinde en yüksek 1.42 µg/l Cd konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük 0.25 µg/l Cd konsantrasyonu bulunmuştur (Yalçın, 2005). Bakırçay Nehri'nden alınan su örneklerinde minimum 0.001 mg/l, maksimum 0.007 mg/l ve ortalama 0.002 mg/l Cd konsantrasyonu bulunmuştur (Ortabük, 2007). Kayar ve Çelik (2003)'e göre, Gediz Nehri Havzası'nda yer alan endüstrilerden kaynaklandığı düşünülen ağır metal kirliliğinin araştırıldığı çalışmada Cd miktarı en yüksek 40 µg/l ile İstanbul Köprüsü'nde tespit edilmiştir. Konya Ana Tahliye Kanalı üzerinde belirlenen dört noktadan Aralık 2002, Mart, Nisan ve Ağustos 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde Cd içeriği bulunamazken, tahliye kanalında atıksu akışının yoğun olduğu Mayıs ve Haziran 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde 2 ile 9 µg/l arasında Cd konsantrasyonu tespit edilmiştir (Yıldız, 2004). Hindistan, Pariyej Gölü'nden alınan su örneğinde 0.74 mg/l Cd konsantrasyonu tespit edilmiş olup, bu değerle Cd metali çalışmada analizi yapılan Zn, Cu, Pb, Ni ve Co ağır metalleri içerisinde en düşük konsantrasyona sahip metal olarak adlandırılmıştır (Kumar ve ark., 2008). Temmuz 2001- Nisan 2002 tarihleri arasında Manisa Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin Gediz Nehrine boşalttığı su örneklerinde ortalama 3.6 µg/l Cd konsantrasyonu tespit edilmiş olup, SKKY'nde belirtilen Sulara Boşaltılacak Atıklar İçin Deşarj Kriterleri su kalite parametreleriyle kıyaslandığında ağır metal konsantrasyonlarının yüksek düzeyde olmadığı saptanmıştır (Minareci ve ark., 2004). Beyşehir Gölü Havzası sınırları içerisinde yer alan Çiğdem Deresi'nden alınan su örneğinde 1.13 µg/l Cd içeriği tespit edilirken, Büyükköprü Çayı'nda 0.24 µg/l ve 1.40 µg/l Cd, Soğuksu Deresi'nde 0.121 µg/l ve 1.87 µg/l Cd, İliirmak'da 0.179 µg/l ile 1.45 µg/l Cd, DSİ Santral Kanalı'ndan alınan su örneklerinde 0.40 µg/l ile 0.65 µg/l Cd, Değirmen Çayı'nda 1.46 µg/l ile 3.326 µg/l Cd, Armutlu Deresi'nde 1.23 µg/l ile 1.27 µg/l Cd, Karayakapınarı'ndan alınan su örneklerinde sırasıyla 0.09 µg/l, 0.632 µg/l ve 1.11 µg/l, Cd konsantrasyonu tespit edilmiştir. Çalışmada analizi yapılan sular SKKY kıtaçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre kıyaslanarak Cd içeriği bakımından 1. sınıf kalite kriterlerini sağlamaktadır denilmiştir (Hoşafcioğlu, 2007).

Yüzeysel su kaynaklarından alınan numunelerde en yüksek Al konsantrasyonu yağışlı dönemde 14.509 µg/l değeri ile İvriz Barajı, Ereğli'den alınan numunede tespit

edilirken, s10, s17, s18, s20, s21, s22 ve s23 numaralı numuneler dışında kalan su örneklerinde Al konsantrasyon değeri dedeksiyon limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir. Kurak dönemde ise 23.798 µg/l değeri ile Beyşehir Gölü- Tarihi Köprü'den alınan numunede en yüksek Al konsantrasyonu tespit edilirken, 18 numuneden Al konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir. Tespit edilen Al konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinin Al konsantrasyonu 300 µg/l daha az olduğu için 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir. Yağışlı dönemde çalışmada belirtilen içme suyu kaynaklarından alınan numunelerde alüminyum konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir. Kurak dönemde ise içme suyu kaynağı olarak kullanılan numuneler içerisinde en yüksek Al konsantrasyonu 15.568 µg/l değeri ile Altınapa Barajı'ndan alınan numunede tespit edilmiştir. İçme suyu kalite parametrelerine göre bu değer kıyaslandığında sınır değer olan 200 µg/l olan Al konsantrasyonunu aşmadığı için numunelerde insan sağlığını tehdit edici herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir. 32 farklı kaynaktan alınan numune içerisinde en yüksek Al konsantrasyonuna sahip yağışlı dönemde İvriz Barajı, Ereğli'den alınan numune ile kurak dönemde Beyşehir Gölü- Tarihi Köprü'den alınan numune aynı zamanda sulama suyu kaynağı olarak kullanılan numuneler içerisinde de en yüksek Al konsantrasyonuna sahip su örnekleridir. Tespit edilen Al konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinin Al konsantrasyonu 300 µg/l daha az olduğu için 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir. Hoşafcıoğlu (2007), çalışmasında kullandığı yüzeysel su kaynaklarından alınan numunelerin Al konsantrasyonu açısından genel itibarıyla SKKY kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre 1. sınıf kalite kriterlerini sağladığını belirtmiştir. Bu çalışmada, Beyşehir Gölü Havzası sınırları içerisinde yer alan Sülüklü Pınarı'ndan alınan su numunelerinde 165.69 µg/l ile 53.18 µg/l Al tespit edilirken, Sarısu Çayı'nda sırasıyla 42.88 µg/l, 1.40 µg/l, 27.45 µg/l ve 148.30 µg/l Al, Eflatun Deresi'nde 40.69 µg/l ile 47.78 µg/l Al, Koca Çay'dan alınan su numunelerinde sırasıyla 197.40 µg/l, 0.552 µg/l, 75.44 µg/l ve 167.31 µg/l Al, Karayakapınarı'ndan alınan su örneklerinde 162.86 µg/l, 1.514 µg/l, 296.79 µg/l ve 398.38 µg/l Al, Armutlu Deresi'nde 82.89 µg/l ve 2.00 µg/l Al ve Değirmen Çayı'ndan alınan su numunelerinde ise sırasıyla 262.58 µg/l, 216.11 µg/l ve 321.26 µg/l Al konsantrasyonları tespit edilmiştir. Konya bölgesi içme sularında ağır metal

düzeylerinin araştırıldığı çalışmada ise, 50 ayrı noktadan alınan su örneklerinde en yüksek 41.25 µg/l Al konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük 6.24 µg/l Al konsantrasyonu tespit edilmiştir (Yalçın, 2005). Gediz Nehri kirlilik parametrelerinin tayin edildiği çalışmada Al konsantrasyonu en yüksek 3.909 µg/l ile Muradiye Köprüsü'nde tespit edilmiştir. Çalışmacılar bu çalışmada nehrin kirlilik parametrelerini tayin etmenin yanı sıra, bu kirliliğin önlenmesi için tedbirler de sunmuşlardır. Sanayi ve evsel arıtmaların ciddi bir şekilde denetlenmesi, gereksiz gübreleme ve tarım ilaçlarından sakınılması, alternatif arıtma sistemlerinin geliştirilmesi bunlardan bir kaçıdır (Kayar ve Çelik, 2003).

Yüzeysel su örneklerinde Co konsantrasyonu yağışlı dönemde 0.047 µg/l ile 1.738 µg/l arasında tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise 1.435 µg/l ile en yüksek Co içeriği Tepeköy Çıkışı- Meram Çayı'ndan alınan numunede tespit edilirken, 18 numunede Co konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. 32 numune SKKY Kalite Sınıflarına göre değerlendirildiğinde tespit edilen Co konsantrasyonu açısından su numunelerinin 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir. Yağışlı ve kurak dönemde içme suyu kaynağı olarak kullanılan 9 farklı kaynaktan alınan numuneler incelendiğinde; Tepeköy Çıkışı-Meram Çayı'ndan alınan numunelerin en yüksek Co içerikli içme suyu numuneleri olduğu görülmektedir. Yağışlı dönemde sulama suyu olarak kullanılan 23 farklı kaynaktan alınan numunelerden Zaferiye Köprüsü (Ilgın Şeker Fabrikası Çıkışı)'den alınan numunede 1.738 µg/l ile en yüksek Co konsantrasyonu tespit edilirken, kurak dönemde 0.314 µg/l ile en yüksek Co konsantrasyonu Beyşehir Gölü- Tarihi Köprü'den alınan su numunesinde tespit edilmiştir. Sulama kaynağı olarak kullanılan numuneler Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Co için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 50 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda bu suların sulama suyu olarak kullanılmasında Co içeriği bakımından hiçbir sorun olmadığı söylenebilir. Köse (2007) çalışmasında Enne Baraj Gölü'nden alınan su örneğinde ağır metal analizi yaparak 5 µg/l konsantrasyonunda Co tespit etmiştir. SKKY Kalite Sınıflarına göre bu Co konsantrasyonu kıyaslandığında barajdan alınan su örneğinin 1. sınıf kalite kriterine sahip olduğu söylenebilir. Konya Ana Tahliye Kanalı üzerinde belirlenen dört noktadan Aralık 2002, Mart, Nisan, Haziran ve Ağustos 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde ağır metal analizinin yapıldığı çalışmada, Co içeriği bulunamazken, Mayıs

2003 döneminde alınan su örneklerinde 1 ile 3 µg/l arasında Cd konsantrasyonu tespit edilmiştir (Yıldız, 2004). Hindistan, Pariyej Gölü'nden alınan su örneğinde 1.76 mg/l Co konsantrasyonu tespit edilmiştir. Bu çalışmada araştırmacılar göldeki Cd miktarının toksisite açısından sınır değere çok yakın olduğunu vurgulamışlardır (Kumar ve ark., 2008). Gediz Nehrinin ağır metal konsantrasyonuna Manisa Belediyesi Eysel Atıksu Arıtma Tesisinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ise nehirden alınan su örneğinde 6.3 µg/l Co konsantrasyonu tespit edilmiştir. Çalışmada bu değer hem daha önce bu bölgede yapılan analiz sonuçlarıyla hem de SKKY'nde belirtilen, Sulara Boşaltılacak Atıklar İçin Deşarj Kriterleri ile karşılaştırılmış ve sonuç olarak sudaki ağır metal konsantrasyonunun yüksek düzeyde olmadığını saptanmıştır (Minareci ve ark., 2004).

Yüzeysel su örneklerinde Cr konsantrasyonu yağışlı dönemde 1.052 µg/l ile 75.563 µg/l arasında tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise 5.490 µg/l ile Kırkgözler Kaynağı, Ihlara'dan alınan numuneden en yüksek Cr konsantrasyonu tespit edilirken, 18 numunede dedeksiyon limitinin altında olduğu için Cr konsantrasyonu tespit edilmemiştir. Tespit edilen Cr konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yağışlı dönemde s4, s5 ve s9 numaralı su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 3. sınıf; i4, i5, i6, i9, s1, s2, s3, s6, s7, s8, s10, s12, s13, s14 ve s16 numaralı su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 2. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf; kurak dönemde alınan tüm su numunelerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir. Bölgede tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıksular, evsel nitelikli ve sanayi kuruluşlarının faaliyetleri sonucu oluşan atıksu deşarjları havzayı besleyen su kaynaklarını olumsuz etkilemektedir. Yağışlı dönemde alınan içme suyu kalitesinde olan 9 numuneden en yüksek Cr konsantrasyonu 33.766 µg/l ile Mamasın Barajı'ndan alınan örnekte tespit edilirken, en düşük Cr konsantrasyonu ise 13.371 µg/l ile Kırkgözler Kaynağı, Ihlara'dan alınan numunede bulunmuştur. Mamasın Barajı'na yapılan evsel atıksu deşarjlarının yanı sıra, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıksular da bu kirliliğin oluşmasında etkilidir. İçme suyu standartlarından olan USEPA'ya göre 13.371 µg/l ile 33.766 µg/l arasında Cr konsantrasyonu içeren 9 içme suyu kaynağı 10 µg/l'lık sınır değeri aşmaktadır. Fakat aynı içme suyu numuneleri TS 266, WHO ve AB su kalite parametrelerine göre değerlendirildiğinde ise 50 µg/l olan sınır değeri aşmadığı için sağlık açısından herhangi bir sorun teşkil etmemektedir. Kurak dönemde ise en yüksek Cr içeriğine sahip içme suyu numunesi olan Kırkgözler Kaynağı, Ihlara'dan alınan su örneği 5.490 µg/l Cr

içeriğiyle içme suyu kalite parametrelerinde belirtilen sınır değerleri sağlamaktadır. Sulama suyu olarak kullanılan 23 farklı su kaynağından yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki ayrı dönemde alınan su numuneleri Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Cr için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 100 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle bu suların sulamada kullanılmasında sakınca bulunmamaktadır. Yalçın (2005)'e göre Konya bölgesi içme sularında ağır metal düzeylerinin araştırıldığı çalışmada, 50 ayrı noktadan alınan su örneklerinde en yüksek 20.71 µg/l Cr konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük 0.76 µg/l Cr konsantrasyonu tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada Bakırçay Nehri'nden alınan su örneklerinde 1 µg/l ile 3 µg/l arasında değişen konsantrasyonlarda Cr metali tespit edilmiştir (Ortabük, 2007). Gediz Nehri kirlilik parametrelerinin tayin edildiği çalışmada Cr konsantrasyonu en yüksek 90 µg/l ile Muradiye Köprüsü'nde tespit edilmiştir (Kayar ve Çelik, 2003). Beyşehir Gölü Havzası sınırları içerisinde yer alan Eflatun Deresi'nden alınan su örneklerinde 2.98 µg/l, 5.34 µg/l ve 0.08 µg/l Cr, Koca Çay'dan alınan su numunelerinde sırasıyla 3.76 µg/l, 4.232 µg/l, 28.85 µg/l ve 0.05 µg/l Cr, Karayakapınarı'ndan alınan su örneklerinde 3.10 µg/l, 4.139 µg/l, 61.08 µg/l ve 0.07 µg/l Cr ve Değirmen Çayı'ndan alınan su numunelerinde ise sırasıyla 16.78 µg/l, 3.499 µg/l, 123.83 µg/l ve 0.07 µg/l Cr konsantrasyonları tespit edilmiştir (Hoşafcioğlu, 2007).

Yüzeysel su örneklerinde Cu konsantrasyonu yağışlı dönemde 0.145 µg/l ile 12.143 µg/l arasında tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise 7.587 µg/l konsantrasyonu ile Altınapa Barajı'ndan alınan numunede en yüksek Cu konsantrasyonu tespit edilirken, 18 numunede Cu konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir. Tespit edilen Cu konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde 32 farklı örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 20 µg Cu/l sınır değerini aşmadığı ve 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir. İçme suyu olarak kullanılan kaynaklardan alınan numuneler içinde en yüksek bakır konsantrasyonu yağışlı dönemde 5,633 µg/l Cu ile Kırkgözler Kaynağı, Ihlara kaynak suyundan alınan örnekte tespit edilirken; kurak dönemde 7.587 µg/l Cu ile Altınapa Barajı'ndan alınan numunede tespit edilmiştir. TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, WHO, USEPA ve AB tarafından içme suyu standartlarında Cu için verilen limit değerlere göre su örneklerinde tespit edilen Cu konsantrasyonları değerlendirildiğinde bütün içme suyu

kaynağından alınan su örneklerinin standartları sağladığı görülmektedir. Sulama suları içerisinde en yüksek Cu konsantrasyonu yağışlı dönemde 12.143 µg/l ile 1 Nolu Pompa Girişi - Apa Tahliye Kanalı'ndan alınan numunede tespit edilirken; kurak dönemde ise 6.745 µg/l ile Beyşehir Göl Girişi- Çeltik Kanalı'ndan alınan su örneğinde en yüksek Cu konsantrasyonu tespit edilmiştir. Sulama suyu noktalarından alınan numuneler Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Cu için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 200 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir. Konya bölgesi içme sularında ağır metal düzeylerinin araştırıldığı çalışmada, 50 ayrı noktadan alınan su örneklerinde en yüksek 7.94 µg/l Cu konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük 0.29 µg/l Cu konsantrasyonu tespit edilmiştir (Yalçın, 2005). Konya Garnizonundaki Askeri Birliklerdeki 20 farklı noktadan (10 kuyu suyu, 10 şehir şebeke suyu), 5 farklı dönemde (Aralık, Mart, Mayıs, Temmuz ve Eylül) alınan su numunelerinin ağır metal konsantrasyonları incelendiğinde, kuyu sularında maksimum 90 µg/l Cu ve şebeke suyunda ise maksimum 140 µg/l Cu konsantrasyonu tespit edilmiştir (Kahraman, 2007). Enne Baraj Gölü'nden alınan su örneğinde yapılan ağır metal analizi sonucunda 3 µg/l Cu konsantrasyonu tespit edilmiştir (Köse, 2007). Bakırçay Nehri'nden alınan 50 adet su örneğinden sadece bir tanesinde 3 µg/l konsantrasyonunda Cu metali bulunmuştur (Ortabük, 2007). Gediz Nehri kirlilik parametrelerinin tayin edildiği çalışmada Cu konsantrasyonu en yüksek 390 µg/l ile İstanbul Köprüsü'nde tespit edilmiştir (Kayar ve Çelik, 2003). Konya Ana Tahliye Kanalı üzerinde belirlenen dört noktadan Aralık 2002, Mart, Nisan ve Mayıs 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde Cu içeriği bulunamazken, Haziran 2003 döneminde alınan su örneklerinde sırasıyla 120 µg/l, 5 µg/l, 8 µg/l, 57 µg/l Cu ve Ağustos 2003 döneminde 70 µg/l ve 50 µg/l Cu konsantrasyonları tespit edilmiştir (Yıldız, 2004). Avşar Barajı İstasyon 1'den alınan su örneklerinde minimum 10 µg/l Cu ve maksimum 13.4 µg/l Cu konsantrasyonu tespit edilirken, aynı barajın 2 Nolu İstasyonu'ndan alınan su örneklerinde minimum 10.5 µg/l ve maksimum 16.6 µg/l Cu konsantrasyonu tespit edilmiştir. Demirköprü Barajı İstasyon 1'den alınan numunelerde ise minimum 4 µg/l Cu ve maksimum 15.2 µg/l Cu tespit edilirken, Demirköprü Barajı İstasyon 2'den alınan su numunelerinde minimum 4.8 µg/l Cu ve maksimum 15.4 µg/l Cu konsantrasyonu tespit edilmiştir (Özözen, 2005).

Yüzeysel su örneklerinde Fe konsantrasyonu yağışlı dönemde 125.589 µg/l ile 1,044 µg/l arasında tespit edilmiştir. Tespit edilen Fe konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yağışlı dönemde s22 numaralı su örnekleme noktasından alınan yüzeysel su örneğinin 3. sınıf, i4, s5, s7, s9, s13, s16, s17, s19, s20, s21 ve s23 numaralı su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 2. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurak dönemde en yüksek Fe konsantrasyonu 1,273 µg/l ile Tepeköy Çıkışı- Meram Çayı'ndan alınan numunede tespit edilirken, 18 su numunesinde Fe konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde alınan su numunelerinde tespit edilen Fe konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde; i4 numaralı su örnekleme noktasından alınan yüzeysel su örneğinin 3. sınıf, i9 ve s14 numaralı su örnekleme noktasından alınan yüzeysel su örneklerinin 2. sınıf, diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yağışlı dönemde içme suyu kaynağı olarak kullanılan yüzeysel su kaynaklarından alınan 9 numuneden, Tepeköy Çıkışı-Meram Çayı, Bağbaşı Barajı - Derivasyon Tüneli Girişi ve Altınapa Barajı'ndan alınan 3 numunede bulunan Fe konsantrasyonunun TS266 ve AB su kalite parametreleri tarafından kabul edilen 200 µg/l sınır değeri aştığı görülmüştür. Bu durumda belirtilen su kalite parametrelerine göre bu numunelerin içme suyu olarak kullanımında çevre sağlığı açısından sakıncalıdır. Fakat aynı numuneler WHO ve USEPA tarafından belirlenen 300 µg/l Fe limit konsantrasyonuyla kıyaslandığında sadece Tepeköy Çıkışı-Meram Çayı'ndan alınan suyun sınır değeri aştığı görülmüştür. Bu durumda WHO ve USEPA su kalite parametreleri baz alındığında Fe konsantrasyonu bakımından Meram Çayı'ndan alınan numunenin içme suyu olarak kullanımı sakıncalıdır denilebilir. Bu noktalarda görülen kirliliğin Konya il merkezinden kaynaklanan evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuların içme suyu kaynağı olarak kullanılan yüzeysel sulara karışması sonucu oluştuğu düşünülmektedir. i9 numaralı numune olarak adlandırılan Altınapa Barajı'nın Meram Çayı'ndan beslendiği bilinmektedir ve i4 numaralı numune olarak adlandırılan Tepeköy Çıkışı, Meram Çayı'nın açık kanal olarak kullanılması sonucu kirlendiği ve bu kirliliğin birbirini etkilediği aşıkardır. Kurak dönemde içme suyu kaynağı olarak kullanılan yüzeysel su kaynaklarından alınan 9 numuneden, Altınapa Barajı, Tepeköy Çıkışı- Meram Çayı, Karaman, İbrala Deresi ve Başarakavak Çıkışı Barajı'ndan alınan

4 numunede bulunan Fe konsantrasyonunun TS266 ve AB su kalite parametreleri tarafından kabul edilen 200 µg/l sınır değeri aştığı görülmüştür. 9 numune WHO ve USEPA tarafından belirlenen 300 µg/l Fe limit konsantrasyonuyla kıyaslandığında ise Altınapa Barajı, Tepeköy Çıkışı- Meram Çayı'ndan alınan numunelerin sınır değeri aştığı görülmüştür. Sulama suyu noktalarından alınan numuneler Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Fe için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 5 mg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, sulama suları niteliğindeki su numunelerinin sulamada kullanımında herhangi bir sakınca olduğu düşünülmemektedir. Hoşafcioğlu (2007) çalışmasında Beyşehir Gölü Havzası sınırları içerisinde yer alan Sülüklü Pınarı'ndan su numuneleri alarak 221.87 µg/l, 149.40 µg/l ile 75.54 µg/l Fe tespit ederken, Sarısu Çayı'nda sırasıyla 72.81 µg/l, 76.95 µg/l, 28.23 µg/l ve 140.14 µg/l Fe, Eflatun Deresi'nde 41.68 µg/l, 25.03 µg/l, 5.20 µg/l ile 36.60 µg/l Fe, Koca Çay'dan alınan su numunelerinde sırasıyla 212.64 µg/l, 217.4 µg/l, 84.44 µg/l ve 113.94 µg/l Fe konsantrasyonları tespit etmiştir. Bu numuneler bu tez çalışmasında yapıldığı gibi WHO ve USEPA tarafından belirlenen 500 µg/l Fe limit konsantrasyonuyla kıyaslandığında sınır değeri aşan numune olmadığı söylenebilir. Özözen (2005), Avşar Barajı İstasyon 1'den alınan su örneklerinde minimum 564.3 µg/l Fe ve maksimum 1,556.8 µg/l Fe konsantrasyonu tespit edilirken, aynı barajın 2 Nolu İstasyonu'ndan alınan su örneklerinde minimum 281.4 µg/l ve maksimum 2,385 µg/l Fe konsantrasyonu tespit edilmiştir. Demirköprü Barajı İstasyon 1'den alınan numunelerde ise minimum 190.4 µg/l Fe ve maksimum 807.7 µg/l Fe tespit edilirken, Demirköprü Barajı İstasyon 2'den alınan su numunelerinde minimum 81.7 µg/l Fe ve maksimum 674.4 µg/l Fe konsantrasyonu tespit edilmiştir. Kovada Gölü'nden 2005- 2006 yılları arasında dört ayrı mevsimsel dönemde alınan su örnekleri üzerinde yapılan ağır metal analizi sonucunda, suda Fe konsantrasyonu her mevsimde tespit edilmiş olup, belirlenen Fe konsantrasyonu 200-790 µg/l arasında tespit edilmiştir. (Kır ve ark., 2007).

32 farklı noktadan alınan yüzeysel su örneklerinde Mn konsantrasyonu yağışlı dönemde 0.042 µg/l ile 184.63 µg/l arasında tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise en yüksek Mn konsantrasyonu 39.221 µg/l ile i4 numaralı yüzeysel su kaynağından alınan su numunesinde tespit edilirken, 18 su numunesinde Mn konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Tespit edilen Mn konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre

değerlendirildiğinde yağışlı dönemde s21, s22 ve s23 numaralı su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin 2. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu; kurak dönemde ise 32 su numunesinin de 1. sınıf kalite kriterlerini sağladığı tespit edilmiştir. İçme suyu niteliğinde olan numune örneklerinde Mn konsantrasyonları TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, WHO, USEPA ve AB tarafından içme suyu standartlarında Mn için verilen limit değerlere göre kıyaslandığında tüm örneklerin sınır değerleri sağladığı görülmektedir. Bu suların Mn içeriği bakımından içme suyu olarak kullanımı insan sağlığı açısından bir sorun teşkil etmemektedir. Sulama suyu noktalarından alınan numuneler Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Mn için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 200 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir, bu durumda bu suların sulamada kullanımında bir sakınca olmadığı söylenebilir. Konya bölgesi içme sularında ağır metal düzeylerinin araştırıldığı çalışmada, 50 ayrı noktadan alınan su örneklerinde Mn konsantrasyonu 0.82- 23.81 µg/l arasında tespit edilmiştir (Yalçın, 2005). Enne Baraj Gölü'nden alınan su örneğinde yapılan ağır metal analizi sonucunda 1 µg/l Mn konsantrasyonu tespit edilmiştir (Köse, 2007). Bakırçay Nehri'nden alınan 50 adet su örneğinde Mn konsantrasyonu 1-453 µg/l arasında bulunmuştur (Ortabük, 2007). Kovada Gölü'nden 2005- 2006 yılları arasında dört ayrı mevsimsel dönemde alınan su örnekleri üzerinde yapılan ağır metal analizi sonucunda, suda Mn konsantrasyonu sırasıyla 150, 3, 37 µg/l tespit edilmiştir. Kış 2006 döneminde gölden alınan numunede Mn konsantrasyonu analiz limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir (Kır ve ark., 2007).

Yüzeysel su örneklerinde Ni konsantrasyonu yağışlı dönemde 1.206 µg/l ile 24.430 µg/l arasında tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise en yüksek Ni konsantrasyonu 15.463µg/l ile Tepeköy Çıkışı- Meram Çayı'ndan alınan numunede tespit edilirken, 18 numuneden Ni konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Tespit edilen Ni konsantrasyon değerleri kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde yağışlı dönemde 1 Nolu Pompa Girişi - Apa Tahliye Kanalı'ndan alınan yüzeysel su örneğinin 2. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurak dönemde 32 farklı kalite gözlem noktasından alınan su örnekleri Ni konsantrasyon değerleri bakımından kıtaiçi su kaynaklarının

sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde tüm numunelerin 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu görülmektedir. İçme suyu niteliğinde olan numune örneklerinde TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve AB tarafından içme suyu standartlarında Ni için verilen limit değerlere göre kıyaslandığında tüm örneklerin sınır değerleri sağladığı görülmektedir. Sulama suyu noktalarından alınan numuneler Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Ni için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 200 µg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda; içme suyu niteliğinde olan suların içme suyu kaynağı olarak kullanımında ve sulama suyu niteliğinde olan suların sulama suyu olarak kullanımında hiçbir sakınca bulunmadığı söylenebilir. Beyşehir Gölü Havzası sınırları içerisinde yer alan Çiğdem Deresi'nden alınan su örneklerinde 5.26 µg/l ve 3.09 µg/l Ni içeriği tespit edilirken, Büyükköprü Çayı'nda 7.21 µg/l Ni, Soğuksu Deresi'nde 0.58 µg/l ve 4.868 µg/l Ni, İliirmak'da 32.62 µg/l, 3.064 µg/l ile 4.01 µg/l Ni, DSİ Santral Kanalı'ndan alınan su örneklerinde 4.29 µg/l ile 2.65 µg/l Ni, Değirmen Çayı'nda sırasıyla 40.97 µg/l, 13.55 µg/l, 21.43 µg/l ile 25.07 µg/l Ni konsantrasyonu tespit edilmiştir (Hoşafcioğlu, 2007). Konya Ana Tahliye Kanalı üzerinde belirlenen dört noktadan Aralık 2002, Mart, Nisan ve Ağustos 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde Ni içeriği bulunmamıştır. Mayıs 2003 döneminde alınan su örneklerinde ise sırasıyla 2 µg/l, 1 µg/l, 7 µg/l ve 5 µg/l Ni konsantrasyonu tespit edilirken, Haziran 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde sırasıyla 80 µg/l, 70 µg/l, 80 µg/l ve 58 µg/l Ni konsantrasyonu tespit edilmiştir (Yıldız, 2004). Konya bölgesi içme sularında ağır metal düzeylerinin araştırıldığı çalışmada, 50 ayrı noktadan alınan su örneklerinde en yüksek 15.20 µg/l Ni konsantrasyonu tespit edilirken, 28 numunede Ni konsantrasyonu bulunmamıştır (Yalçın, 2005). Gediz Nehri kirlilik parametrelerinin tayin edildiği çalışmada Ni miktarı en yüksek 900 µg/l ile Nif Çayı'nda tespit edilmiştir (Kayar ve Çelik, 2003).

Konya Kapalı Havzası'ndan yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki ayrı dönemde 32 farklı su kaynağından alınan su örneklerinde Pb konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğu için tespit edilmemiştir. Bu durumda söylenebilir ki 32 kalite gözlem noktasından alınan su örnekleri SKKY'nin Su Kalite Sınıflarına göre 1. sınıf kalite sınıfında yer almaktadır. İçme suyu olarak kullanılan 9 farklı kaynaktan alınan su örnekleri su kalite parametrelerine göre sınır değerleri sağlarken; benzer şekilde sulama suyu kaynağı olan 23 farklı kaynaktan alınan su numuneleri de sulama

sularında izin verilen sınır değerleri sağlamaktadır. Özetle denilebilir ki bu numunelerden içme suyu niteliğinde olanların içme suyu kaynağı olarak, sulama suyu niteliğinde olanların sulama suyu olarak kullanımında sağlık açısından herhangi bir sakınca görülmemektedir. Konya bölgesi içme sularında ağır metal düzeylerinin araştırıldığı çalışmada, 50 ayrı noktadan alınan su örneklerinde en yüksek 25.24 µg/l Pb konsantrasyonu tespit edilirken, en düşük 3.07 µg/l Pb konsantrasyonu tespit edilmiştir (Yalçın, 2005). Enne Baraj Gölü'nden alınan su örneğinde yapılan ağır metal analizi sonucunda Pb konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğu için tanımlanamamıştır (Köse, 2007). Benzer şekilde Kovada Gölü'nden 2005-2006 yılları arasında dört ayrı mevsimsel dönemde alınan su örnekleri üzerinde yapılan ağır metal analizi sonucunda, suda Pb konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğu için tanımlanamamıştır (Kır ve ark., 2007). Gediz Nehri kirlilik parametrelerinin tayin edildiği çalışmada Pb miktarı en yüksek 1000 µg/l ile Karaçay'da tespit edilmiştir (Kayar ve Çelik, 2003). Konya Ana Tahliye Kanalı üzerinde belirlenen dört noktadan Aralık 2002, Mart, Nisan ve Ağustos 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde Pb içeriği bulunmamıştır. Mayıs 2003 döneminde alınan su örneklerinde ise sırasıyla 7 µg/l, 10 µg/l, 7 µg/l ve 32 µg/l Pb konsantrasyonu tespit edilirken, Haziran 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde sırasıyla 30 µg/l, 30 µg/l, 30 µg/l ve 25 µg/l Pb konsantrasyonu tespit edilmiştir (Yıldız, 2004). Demirköprü Barajı İstasyon 1'den alınan numunelerde minimum 2,520 µg/l Pb ve maksimum 10,570 µg/l Pb tespit edilirken, Demirköprü Barajı İstasyon 2'den alınan su numunelerinde minimum 370 µg/l Pb ve maksimum 6,160 µg/l Pb konsantrasyonu tespit edilmiştir. Avşar Barajı İstasyon 1'den alınan su örneklerinde ise minimum 640 µg/l Pb ve maksimum 5,360 µg/l Pb konsantrasyonu tespit edilirken, aynı barajın 2 Nolu İstasyonu'ndan alınan su örneklerinde minimum 1,500 µg/l ve maksimum 6,350 µg/l Pb konsantrasyonu tespit edilmiştir (Özözen, 2005).

Yüzeysel su örneklerinde en yüksek Se konsantrasyonu yağışlı dönemde 44.739 µg/l ile Ekecik Deresi-Ulukışla (Aksaray)'dan alınan numunede tespit edilmiştir. Tespit edilen Se konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde s4 numaralı su örnekleme noktasından alınan yüzeysel su numunesinin 4. sınıf, s20 numaralı su örnekleme noktasından alınan yüzeysel su numunesinin 3. sınıf ve diğer su örnekleme noktalarından alınan yüzeysel su örneklerinin ise 1. ve 2. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kurak dönemde ise en yüksek Se konsantrasyonuna 1.794 µg/l ile Altınapa Barajı'ndan alınan

numunede rastlanılmıştır. Kurak dönemde 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örnekleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde, 32 numunenin de 1. ve 2. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. İçme suyu niteliğinde olan numune örneklerinde TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve AB tarafından içme suyu standartlarında Se için verilen limit değerlere göre Se konsantrasyonları değerlendirildiğinde tüm örneklerin sınır değerleri sağladığı görülmektedir. Sulama suyu noktalarından alınan numuneler Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Se için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde, yalnızca yağışlı dönemde Ekecik Deresi-Ulukışla (Aksaray)'dan alınan su örneğindeki Se konsantrasyonunun her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 200 µg/l değerini aştığı, diğer sulama suyu niteliğinde olan su numunelerinin ise sınır değeri sağladığı tespit edilmiştir. Ekecik Deresi-Ulukışla (Aksaray)'dan kurak dönemde alınan su örneğinde ise Se konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Bu durumda Se içeriği yağışlı dönemde sınır değeri aşan s4 numaralı numunenin alındığı Ekecik Deresi-Ulukışla (Aksaray) kaynağının yağışlı dönemde alınan su örneği baz alınarak Se konsantrasyonu açısından sulama suyu olarak kullanımının sakıncalı olduğu söylenebilir. Havzadaki Se kirliliğine evsel, endüstriyel nitelikli atıksu deşarjlarının yanı sıra, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıksuların neden olduğu düşünülmektedir. Konya Ana Tahliye Kanalı üzerinde belirlenen dört noktadan Aralık 2002, Mart, Nisan, Mayıs ve Ağustos 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde Se içeriği tespit edilememiştir. Bu numunelerde Se içeriği sadece Haziran 2003 dönemlerinde alınan su örneklerinde bulunmuştur. Analizi yapılan örneklerde sırasıyla 10 µg/l, 12 µg/l, 3 µg/l ve 15 µg/l Se konsantrasyonu tespit edilmiştir (Yıldız, 2004). Şanlıurfa ve çevresindeki derinliği 50 ile 300 m arasında değişen 23 kuyu suyunda Se konsantrasyonu 1 ile 9 µg/l arasında tespit edilirken, 14 kuyu suyunda Se konsantrasyonu 10 ile 19 µg/l arasında bulunmuştur. 8 kuyu suyunda Se konsantrasyonu 20 ile 49 µg/l ve 5 kuyu suyunda ise 50 µg/l'den büyük konsantrasyonda Se miktarı tespit edilmiştir (Temamoğulları ve Dinçoğlu, 2010).

Yüzeysel su örneklerinde en yüksek Zn konsantrasyonu yağışlı dönemde 64.843 µg/l değeri ile Niğde Çayı-Niğde Öncesi'nden alınan numunede tespit edilmiştir. i1, i2, s19, s20, s21 ve s22 numaralı numuneler dışında kalan numunelerde Zn değeri dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Kurak dönemde en yüksek

Zn konsantrasyonu 153.017 $\mu\text{g/l}$ ile Beyşehir Gölü-Tarihi Köprü'den alınan numunede tespit edilirken, 27 numunede Zn konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında olduğundan tespit edilmemiştir. Tespit edilen Zn konsantrasyon değerleri kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan numuneler değerlendirildiğinde su örneklerinin 1. sınıf kalite kriterlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. İçme suyu niteliğinde olan numune örneklerinde TS 266 ve USEPA tarafından içme suyu standartlarında Zn için verilen limit değerlere göre Zn konsantrasyonları değerlendirildiğinde tüm örneklerin sınır değerleri sağladığı görülmektedir. Sulama suyu noktalarından alınan numuneler Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde sulama sularında Zn için izin verilen maksimum konsantrasyon verilerine göre değerlendirildiğinde her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değer olan 2 mg/l değerinin hiçbir örnekleme noktasında aşılmadığı tespit edilmiştir. Enne Baraj Gölü'nden alınan su örneğinde yapılan ağır metal analizi sonucunda 22 $\mu\text{g/l}$ Zn konsantrasyonu tespit edilmiştir (Köse, 2007). Bakırçay Nehri'nden alınan 50 adet su örneğinde Zn konsantrasyonu 1-173 $\mu\text{g/l}$ arasında bulunmuştur (Ortabük, 2007). Kovada Gölü'nden 2005- 2006 yılları arasında dört ayrı mevsimsel dönemde alınan su örnekleri üzerinde yapılan ağır metal analizi sonucunda, suda Zn konsantrasyonu İlkbahar 2005'de 27 $\mu\text{g/l}$ ve Kış 2006'da 12 $\mu\text{g/l}$ tespit edilirken, Yaz ve Sonbahar 2005 dönemlerinde gölden alınan numunelerde Zn konsantrasyonu analiz limitinin altında olduğundan tanımlanamamıştır (Kır ve ark., 2007). Beyşehir Gölü Havzası sınırları içerisinde yer alan Büyükköprü Çayı'ndan alınan su örneklerinde 94.17 $\mu\text{g/l}$ ile 1.80 $\mu\text{g/l}$ Zn tespit edilirken, Soğuksu Deresi'nde 32.10 $\mu\text{g/l}$, 0.076 $\mu\text{g/l}$ ve 4.37 $\mu\text{g/l}$ Zn, İlirmak'da 116.27 $\mu\text{g/l}$, 0.494 $\mu\text{g/l}$, 100 $\mu\text{g/l}$ ile 17.83 $\mu\text{g/l}$ Zn, DSİ Santral Kanalı'ndan alınan su örneklerinde 14.99 $\mu\text{g/l}$ ile 1.90 $\mu\text{g/l}$ Zn, Değirmen Çayı'nda sırasıyla 25.04 $\mu\text{g/l}$, 64.3 $\mu\text{g/l}$, 38.29 $\mu\text{g/l}$ ile 11.55 $\mu\text{g/l}$ Zn ve Armutlu Deresi'nden alınan su numunesinde 28.84 $\mu\text{g/l}$ Zn konsantrasyonu tespit edilmiştir (Hoşafcıoğlu, 2007).

Bu çalışmayla Konya Kapalı Havzası sınırlarında yer alan 32 farklı su kaynağından yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki ayrı dönemde alınan su numuneleri 13 ağır metal parametresi bakımından analiz edilmiştir. Bu su numunelerinin alındığı yüzeysel su kaynaklarının 9'u içme suyu niteliğindedir, 23'ü sulama suyu niteliğindedir. İçme suyu niteliğinde olan suların; demir, arsenik ve krom miktarlarında sınır değerleri aşan bazı numuneler olduğu belirlenirken, sulama sularında sadece yağışlı dönemde alınan numunelerden selenyum içeriği bakımından sınır

değerleri aşan numunelerin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yağışlı ve kurak dönemde 32 farklı kaynaktan alınan su numunelerinin hiçbirinde kurşun elementine rastlanmamıştır.

32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su numuneleri ağır metaller açısından genel olarak değerlendirildiğinde; bölgeden kaynaklanan evsel, endüstriyel nitelikli atıksu deşarjlarının yanı sıra, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıksuların kirletici unsur olarak belirlenebileceği, Niğde Çayı Öncesi, Niğde Çayı Sonrası, Tepeköy Meram Çayı, Altınapa Barajı ve Ekecik Deresi gibi bir başka kaynağı beslediği bilinen yüzeysel su kaynaklarının birbirlerinin kirlenme potansiyellerini etkilediği düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

Konya Kapalı Havzası'ndan yağışlı ve kurak dönem olmak üzere iki ayrı dönemde su örneklerinin alındığı 32 farklı yüzeysel su kaynağından 9'u içme suyu kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu numunelerden; Tepeköy Çıkışı-Meram Çayı, Bağbaşı Barajı -Derivasyon Tüneli Girişi ve Altınapa Barajı'ndan alınan numunelerde hem demir hem de krom konsantrasyonu içme suyu standartlarına göre yüksek çıkmıştır. Mamasın Barajı'ndan alınan numunelerde hem arsenik hem de krom konsantrasyonu yüksek bulunmuştur. Karaman - İbrala Deresi, Kırkgözler Kaynağı - Ihlara, Başarakavak Çıkışı, Bozkır Barajı - Gördürüp Köprüsü, Afşar Ilıcapınar Deresi - Sazak Köprüsü'nden alınan numunelerde ise sadece krom seviyeleri standartlara göre yüksek bulunmuştur. Bu bölgelerde evsel ve endüstriyel nitelikli atıksular ile tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıksuların içmesuyu kaynağı olarak nitelendirilen akarsulara karışması ile birlikte su kaynaklarının bir nevi açık kanal gibi kullanılarak kirlendiği görülmektedir. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde, bahsi geçen numune noktalarından alınan sulara, bahsi geçen ağır metaller açısından içme sularının standartlara uygun hale getirilmesi için uygun içme suyu arıtma sistemlerinin oluşturulması, içme suyu olarak kullanılan numunelerin standart parametrelere göre ilgili birimlerce rutin analizlerinin yapılması, kontrol ve denetiminin sağlanması, halkın sağlığa zararlı olabilecek kirlilikte suyu tüketmesinin engellenmesi ve halkın bu yönde bilinçlendirilmesi gerektiği söylenebilir. Ayrıca evsel nitelikli atıksuların geri kazanımda kullanımının önemi yadsınmadan, bu suların kentsel, endüstriyel, tarımsal, yer altı suyu beslemesi gibi alanlarda kullanımı için geri kazanımı düşünülerek, içme suyu kaynakları üzerindeki kirletici unsurların etkisinin azaltılması sağlanabilir.

Havzadan alınan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinden sulama suyu niteliğinde olan 23 farklı kaynaktan alınan su numuneleri ağır metal kirliliği yönünden değerlendirildiğinde; genel olarak bu suların sulamada kullanılmasında sakınca olmadığı görülmektedir. Yalnız, Ekecik Deresi-Ulukışla (Aksaray)'dan yağışlı dönemde alınan sulama suyunda selenyum konsantrasyonunun yüksek olduğu belirlenmiştir ve 32 kaynak içerisinde sadece bu numunenin alındığı kaynak olan Ekecik Deresi-Ulukışla (Aksaray)'ın yağışlı dönemde alınan numune baz alınarak selenyum içeriği açısından sulamada kullanımı sakıncalı olduğu söylenebilir. Bu numunenin, mevcut selenyum konsantrasyonu sulama suyu standartlarını sağlayacak uygun arıtma sistemlerinden geçirildikten sonra sulamada kullanımı daha uygundur. Tuz Gölü'nü besleyen kaynaklardan biri olduğu bilinen bu yüzeysel su kaynağının evsel, endüstriyel nitelikli atıksu deşarjlarının yanısıra tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıksular tarafından kirletildiği düşünülmektedir.

SKKY, Kıtaçi Su Kaynak Sınıflarına göre değerlendirildiğinde 32 kalite gözlem noktasından alınan numuneler içerisinde çok kirlenmiş su kalitesinde (IV. Sınıf) sadece selenyum elementi açısından numune olduğu görülmektedir. Genel olarak sular yüksek kaliteli su (I. Sınıf) ile az kirlenmiş su (II. Sınıf) kalite sınıfı arasında yer almaktadır. As, Cr, Fe metalleri açısından 1., 2. ve 3. sınıf kalite sınıfında; Mn ve Ni metalleri açısından 1. ve 2. sınıf kalite sınıfında; Cd, Al, Co, Cu ve Pb metalleri açısından 1. sınıf kalite sınıfında yer alan numuneler bulunurken, Se metali açısından 1., 2., 3. ve 4. sınıf kalite sınıfından numuneler yer almaktadır. Havzadan alınan 32 farklı yüzeysel su kaynağından alınan su örneklerinin ağır metal kirliliği açısından incelenmesi sonucunda bu sulardaki kirlenici kaynağın evsel ve endüstriyel nitelikli atıksu deşarjları ile tarımsal faaliyetler sonucu oluşan sular olduğu düşünülmektedir. Havzadaki sular, kıta içi su sınıflarına göre değerlendirildiğinde suların mevcut kalite durumlarının korunması, hatta 3. ve 4. sınıf kalite sınıfında yer alan suların 1. ve 2. sınıf kalite sınıfında yer alması için uygun arıtma koşullarının sağlanması ve SKKY'ne göre koruma alanlarının oluşturulması önerilebilir.

Su kirliliğinin önlenmesi için genel olarak sıralanan önlemler havzadaki su kalitesinin korunması için de önerilebilir. Bunlardan bazıları; su kaynaklarının geçtiği yerlerin yakınında bulunan yerleşim bölgelerinde uygun kanalizasyon sistemlerinin oluşturulması, atık suların uygun arıtma sistemlerinden geçirildikten sonra alıcı ortama deşarj edilmesi, ekolojik, iklimsel ve çevresel vb. etmenlerden kaynaklanarak suyu çekilen baraj, göl, gölet gibi su kaynaklarında tarım yapılmasının, bu bölgelerde

sanayileşmenin önlenmesi, gübre ve ilaç kullanımı konusunda çiftçilerin bilinçlendirilmesi, sulama teknikleri ve su tasarrufu açısından çiftçilerin eğitilmesi gibi vb. çözüm önerileri sıralanabilir.

KAYNAKLAR

- Akın M., Akın G., 2007, Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Dergisi*, 47(2), 105-118.
- Aksoy, M., 2000, Beslenme Biyokimyası, *Hatipoğlu Yayınevi*, Ankara, 554-561.
- Aktaş, Ö., Gürpınar, H.A., Ayaz, S.Ç., Dağlı, S., Akyol, O., Aydöner, C., Tırıs, M. ve Akça, L., 2010, Konya Kapalı Havzası’nda yüzeysel su kalitesi, *Uluslararası Sürdürülebilir Su ve Atıksu Yönetimi Sempozyumu*, Konya, 455-461.
- Anonim, 1995, Türkiye havzalarında mevcut durum, Havza istatistikleri, DİE, Ankara, 120.
- Anonim, 1999, Türkiye’nin çevre sorunları, Türkiye Çevre Vakfı, Ankara, 43-54.
- Anonim, 2004, Genel enerji kaynakları, Dünya Enerji Konseyi Milli Komitesi Yayını, Ankara, 2.1-2.29.
- Anonim, 2005, Türkiye çevre istatistikleri, DİE, Ankara, 19-25.
- Anonim, 2010, Türkiye’nin yarınları projesi sonuç raporu, WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), 8-15.
- Appenzeller B.M.R., Yanez C. ve Jorand Fand Block J.C., 2005, Advantage provided by iron for escherichiacoli growth and cultivability in drinking water, *Applied and Enviromental Microbiology*, 71(9), 5621-5623.
- Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, 2010, 27527 sayı ve 20.03.2010 tarihli Resmi Gazete.
- Aydın, M.E. ve Yıldız, S., 2004, Konya Ana Tahliye Kanalı’nda ağır metal kirliliğinin ICP-AES tekniği ile incelenmesi, *I. Ulusal Çevre Kongresi*, Sivas, 259-265.
- Bahçeci, İ., 1993, Konya Ovası ana tahliye kanalı suyunun kalitesi ve sulamada kullanılma olanakları, *Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 159 (132), Konya, 4.
- Bat, L., Gündoğdu, A. ve Öztürk, M., 1998;1999, Ağır metaller, *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6, 166-175.
- Baysal, A., 1999, Beslenme, *Hatipoğlu Yayınevi*, Ankara, 131-147.
- Baysal, A., 2000, Genel Beslenme, *Hatipoğlu Yayınevi*, Ankara, 45-50.
- Belce, A., 2002, Mineraller, İnsan biyokimyası, *Palme Yayıncılık*, Ankara, 529-537.
- Bradshaw, M.H. ve Powell, G.M., 2000, Understanding your water test report, *Kansas State University*, Manhattan, 7.

- Brigano, F.A., Gottlieb, M., Harrison, J.F., Petty, B.L., Trickle, G., Verstrat, S.J. ve Yoder, R., 2004, Cadmium, *Technical Application Bulletin*, 1-4.
- Bruzzoniti, M.C., Sarzanini, C. ve Mentasti, E., 2000, Preconcentration of contaminants in wateranalysis, journal of chromatography, Department of Analytical Chemistry, University of Turin, *Elsevier*, A 902, Turin-Italy, 289-309.
- Burak, S., Duranyıldız, İ. ve Yetiş, Ü., 1997, Ulusal Çevre Eylem Planı: Su kaynaklarının yönetimi, *DSİ*, Ankara, 7-8.
- Burgaz, S., 2000, Ağır metal zehirlenmeleri ve kullanılan antidotlar, Farmakoloji Ders Kitabı, *Gazi Kitabevi*, Ankara, 105.
- Calderon, R.L., 2000, The epidemiology of chemical contaminants of drinking water, Food and Chemical Toxicology, *Elsevier*, 38 (1), UK, 13-20.
- Camelo, L.G.L., Miguez, S.R. ve Marban, L., 1997, Heavy metals input with phosphate fertilizers used in Argentina, Journal of The Science of the Total Environment, *Elsevier*, 204, UK, 245-250.
- Cebe, E.N., 2007, Türkiye akarsularında mevsimsel trend analizi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 4-5.
- Celiloğlu-Begenirbaş, A.S., 2002, Porsuk Çayı (Kütahya Bölümü)'ndeki Tatlısu Midyesi (*Unio sp.*)'nde bazı ağır metallerin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 47.
- Çalışkan, E., 2005, Asi Nehri'nde su, sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)'ta ağır metal birikiminin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Hatay, 64.
- Dikmen, S. ve Yörükoğulları, E., 2001, Bigadiç (Balıkesir) yöresi doğal zeolit ve modifiye formlarının N₂ adsorpsiyonu, *10. Ulusal Kil Sempozyumu*, Konya.
- Duffus, J.H., 1980, Environmental toxicology, *John Wiley & Sons Inc.*, New York, 101-102.
- Duffus J.H. ve Worth H.G.J., 1996, Fundamental toxicology for chemists, *Royal Society of Chemistry Information Services*, Cambridge-UK, 327.
- Dündar, Y. ve Aslan, R., 2005, Yaşamı kuşatan ağır metal kurşunun etkileri, *Kocatepe Tıp Dergisi*, Afyon, 6, 1-5.
- Egemen, Ö., 1999, Çevre ve su kirliliği, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, 42, İzmir, 120.
- Ellis, K.V., White, G. ve Warn, A.E., 1989, Surface water pollution and its control, *Antony Rome Ltd.*, Chippenham, Wiltshire, 382.

- Engel, D.W., Sundu, W.G. ve Fowler, B.A., 1981, Factors affecting trace metal uptake and toxicity to estuarine organisms, Academic Press, London.
- Filiz, E., 2007, Doğal kaynaklardan elde edilen adsorbanlarla sulardan ağır metal giderimi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 123.
- Gidirişlioğlu, A., Çakır, R., Tok, H., Ekinci, H. ve Yüksel, O., 1996, Ergene Nehri ve kollarının evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmesi ve toprak üzerine etkileri, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, *T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, APK Dairesi Başkanlığı*, 102, Ankara, 308-321.
- Gönenç, İ.E., 2006, Sürdürülebilir havza yönetimi : Cilt 1- Havzalarda doğal ve sosyoekonomik sistemin özellikleri, *İGEM*, İstanbul, 8.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1994, Çevresel etkilere bağlı olarak ortaya çıkan hastalıklar, Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Müdürlüğü, Ankara, 22-31.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1997, Kimyasallar ve çevre, *Sağlık Bakanlığı Temel Kaynak Dizisi*, 50, Ankara.
- Gündüz, T., 1994, Çevre Sorunları, *Bilge Yayıncılık*, Ankara.
- Gündüz, T., 1999, Kantitatif analiz laboratuvar kitabı, *Gazi Yayınları*, Ankara.
- Halkman, A.K., 1991, Tarım mikrobiyolojisi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 1214, Ankara, 82.
- Hem, J.D., 1985, Study and interpretation of the chemical characteristic of natural water: U. S. Geological Survey Water-Supply, 2254, USA, 263.
- Hoşafcioğlu, S., 2007, Beyşehir Gölü Havzası'nda noktasal ve noktasal olmayan kirlenici kaynakların değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 67-103.
- Kahraman, Ü.C., 2007, Konya Garnizon Birliklerindeki kuyu suları ile şehir şebeke sularının su kalitesi ve ağır metaller yönünden karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 37-38.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal G, Güven, A. ve Timur S, 2009, Metallerin Çevresel Etkileri-I, İTÜ, http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf (Ziyaret Tarihi : 12 Mart 2011)
- Karadede, H., 1997, Atatürk Baraj Gölü'nde su, sediment ve balık türlerinde ağır metal birikiminin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır, 10-72.
- Karataş, M., 2004, Konya Ana Tahliye Kanalında ağır metallerin incelenmesi bitki ve topraktaki birikiminin tespiti, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-58.

- Kayar, V.N. ve Çelik A., 2003, Gediz Nehri kimi kirlilik parametrelerinin tayini ve su kalitesinin belirlenmesi, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 12 (47), İzmir, 17.
- Kır, İ., Özcan, S.T. ve Tuncay, Y., 2007, Kovada Gölü'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24 (1-2), İzmir, 155.
- Köse, E., 2007, Enne Barajı'nda yaşayan balıklarda ağır metal birikiminin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya, 26-27.
- Kumar, J.I.N, Soni, H., Kumar, R.N. ve Bhatt I., 2008, Macrophytes in phytoremediation of heavy metal contaminated water and sediments in Pariyej Community Reserve, Gujarat, India, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8: 193-200.
- McNeely, R.N., Neimanis, V. P. ve Dwyer, L., 1979, Water quality sorcebook- Aguide to water quality parameters : Inland Waters Directorate, *Water Quality Branch*, Ottawa-Canada, 88.
- Minareci, O., Öztürk, M. ve Minareci, E., 2004, Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinin, Gediz Nehrinin ağır metal kirliliğine olan etkilerinin belirlenmesi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (2), Edirne, 135.
- Mutluay, H. ve Demirak, A., 1996, Su Kimyası, *Beta Basım A.Ş.*, 624, İstanbul, 73-74.
- Ortabük, F., 2007, Bakırçay Nehri'nin ağır metal ve radyoaktif element konsantrasyonları belirlenerek, nedenlerinin faktör analiz yöntemleriyle irdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 114-116.
- Önder, S., Gümüş Z. ve Önder, D., 2002, Türkiye su kaynaklarının havzalar düzeyinde değerlendirilmesi, *Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi*, Hatay, 203-209.
- Özdemir, O., 2005, Görünmeyen tehlike: Asit yağışları, *Sağlık ve Toplum Dergisi*, 15(1), Ankara, 5-6.
- Özden, Y., 2008, Enne ve Porsuk Barajı sedimentine bağlı ağır metallerin *Cprinus Carpio*'nun değişik dokularına biyoakümüülasyonunun araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya, 25-35.
- Özözen, G., 2005, Demirköprü ve Avşar Barajları'ndan alınan balık, su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, 18-27.
- Öztürk, M., 2008, İçme suyunda arsenik miktarı ve sağlık üzerine etkileri, Ankara, <http://www.mozturk.net/Upload//arsenik.pdf> , [Ziyaret Tarihi: 2 Nisan 2011].

- Öztürk, M., 2009, İçme suyu kaynaklarında arsenik arıtımı, Ankara, <http://www.mozturk.net/Upload//arsenik%283%29.pdf>, [Ziyaret Tarihi: 12 Mayıs 2011].
- Rankama, K. ve Sahama, T.G., 1964, Geochemistry, *The University Of Chicago Pres.*, Chicago and London, 912.
- Salomans, W., Rooij, N.M, Kerdiijk, H., ve Bril., J., 1987, Sediments as a source for contaminants, *hydrobiologia*, Haren- Netherland, 149, 13-30.
- SKKY, 2004, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 25687 sayı ve 31.12.2004 tarihli Resmi Gazete.
- Skipton, S., Dvorak, B., Woldt, W. ve Drda, S., 2006, Drinking water: Lead, *Neb Guide UNL Extension Publication*, Nebraska.
- Skipton, S., Dvorak, B., Woldt, W. ve Drda, S., 2007, Drinking water: Copper, *Neb Guide UNL Extension Publication*, Nebraska.
- Soylak, M. ve Doğan, M., 2000, Su kimyası, *Erciyes Üniversitesi Yayınları*, 120, Kayseri, 79-83.
- Srinivasan, P.T., Viraraghavan, T. ve Subramanian, K.S., 1999, Aluminium in drinking water: An Overwiev, *Water SA*, 25 (1), Ontario-Canada.
- Şanlı, Y., 2002, Veteriner Klinik Toksikoloji, Medipres, Güngör Matbaacılık, 2. Baskı, Ankara.
- T.C. Sağlık Bakanlığı, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, 2005, 25730 sayı ve 17.02.2005 tarihli Resmi Gazete.
- Temamoğulları, F. ve Dinçoğlu, A.H., 2010, Şanlıurfa ve çevresindeki kuyu sularında çinko ve selenyum düzeyleri, *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 16(2), Kars, 199-203.
- Tofan, S., 2008, Konya bölgesindeki içme sularında metal tayini, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 51-70.
- Topbaş, M.T., Brohi A. ve Karaman, R., 1998, Çevre kirliliği, *Çevre Bakanlığı Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 5, Ankara
- Tümen, F., Bildik, M., Baybay, M., Cici, M., ve Solmaz, B., 1992, Pollution potential of Ergani copper smelter's rigid wastes, *Doğa Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 16, TÜBİTAK, 43-53.
- USEPA- United States Environmental Protection Agency, 2008, Cadmium, America, <http://www.epa.gov/wastes/hazard/wastemin/minimize/factshts/cadmium.pdf>, [Ziyaret Tarihi : 21 Mayıs 2011].

- WHO-World Health Organization, 1996a, Iron in Drinking Water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, 2, Health Criteria and Other Supporting Information, Geneva.
- WHO-World Health Organization, 1996b, Lead in Drinking Water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking Water Quality, 2, Health Criteria and Other Supporting Information, Geneva.
- WHO-World Health Organization, 1998, Aluminium in Drinking Water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, 2, World Health Organization, Geneva.
- WHO-World Health Organization, 2004a, Copper in Drinking Water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, World Health Organization, Geneva.
- WHO-World Health Organization, 2004b, Manganese in drinking water, Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, World Health Organization, Geneva.
- WHO-World Health Organization, 2006, Chemical Fact Sheets, Guidelines for Drinking - Water Quality, First Addendum to Third Edition Volume1, 296-460, World Health Organization, Geneva.
- Yalçın, M., 2005, Konya Bölgesi içme sularındaki ağır metal düzeylerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 42-43.
- Yarsan, E., Bilgili, A. ve Türel, İ., 2000, Van Gölü'nden toplanan midye (*Unio stevenianus Krynicky*) örneklerindeki ağır metal düzeyleri, *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 24, İstanbul, 93-96.
- Yensan, M., 1995, İnsan Biyokimyası, *Güneş Kitabevi*, Ankara, 644-646.
- Yıldız, S., 2004, Konya Ana Tahliye Kanalında ağır metal kirliliğinin ICP- AES tekniği ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 23.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Şeyma Uçar
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya / 15.10.1986
Telefon : 0 538 343 81 86
e-mail : seyma_ucar_@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	Süleyman Demirel Anadolu Lisesi, Sincan, Ankara	2004
Üniversite	Selçuk Üniversitesi, Konya	2008

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
Ekim 2010- Nisan 2011	Konya Karatay Belediyesi, Zabıta Müdürlüğü İdari Büro	Çevre Mühendisi
Temmuz 2011- devam ediyor	T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü	Çevre ve Şehircilik Uzman Yardımcısı

YAYINLAR

Bu çalışmadan elde edilen veriler kullanılarak “Aydın, M.E., Ozcan, S., Ucar, S.” tarafından, “Heavy Metal Pollution of Surface Water Sources of Konya Basin” isimli yayın hazırlanmış ve çalışmanın 13-15 Ekim 2010 tarihinde Kristianstad, İsveç’te yapılan Cost Action 637, 4. Uluslararası Konferansı’nda Sayın Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN tarafından sözlü olarak sunulmuştur.