



**TEKİRDAĞ ÇERKEZKÖY-ÇORLU GÜZERGAHINDAN GEÇEN ÇORLU DERESİ
SUYUNDA VE YAKIN ÇEVRESİ TOPRAKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Zafer VAROL

Yüksek Lisans Tezi

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TEKİRDAĞ ÇERKEZKÖY-ÇORLU GÜZERGAHINDAN GEÇEN
ÇORLU DERESİ SUYUNDA VE YAKIN ÇEVRESİ TOPRAKLARINDA
AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Zafer VAROL

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM danışmanlığında, Zafer VAROL tarafından hazırlanan “Tekirdağ Çerkezköy-Çorlu Güzergahından Geçen Çorlu Deresi Suyunda ve Yakın Çevresi Topraklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Toprak ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY

İmza :

Üye: Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM

İmza :

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SARI

İmza :

(Faint signature watermark)

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEKİRDAĞ ÇERKEZKÖY-ÇORLU GÜZERGAHINDAN GEÇEN ÇORLU DERESİ SUYUNDA VE YAKIN ÇEVRESİ TOPRAKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Zafer VAROL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM

Bu araştırmada, Ergene Havzasına dökülen akarsu sisteminin önemli bir kolu olan Çorlu Deresi hattı boyunca su örnekleri için 15 istasyon ve toprak örnekleri için 20 istasyon belirlenmiş ve her istasyondan 3 örnek alınarak bazı fizikokimyasal ve ağır metal analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile geçmiş yıllarda yapılan çalışmalar karşılaştırılarak kirlilik düzeyi ve son yıllarda yapılan ıslah çalışmalarının etkisinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Su örneklerinde yapılan bazı fizikokimyasal (pH, EC, % Na⁺, Ca⁺² + Mg⁺², K⁺, CO₃⁻² - HCO₃⁻, RSC, ESP, SAR ve Sulama Suyu Sınıfı) analiz sonuçları değerlendirildiğinde Na⁺ (mg/L) değerinin IV. sınıf su olduğu saptanmış olup sulama suyu sınıfı açısından değerlendirildiğinde ise 5. 6. 7. 8. 9. ve 10. İstasyonların C3-S1 sınıfında olduğu görülmüştür. Ağır metal analiz sonuçları açısından değerlendirildiğinde ise; Zn, Cu, Cr, As, Cd, Pb, Ni sonuçlarında herhangi bir sorun gözlenmemiştir. Ayrıca geçmiş yıllardaki analiz sonuçlarına göre bazı parametrelerde iyileşme olduğu görülmüştür. Fe ve Mn elementlerinin analiz sonuçlarına ilişkin değerler sırayla; 587-8969,7; 120,5-329,7 µg/L olarak tespit edilmiş olup Fe elementinde 9. ve 10. istasyonlarında, Mn elementinde ise 2. 5. 6. 7. 8. 9. 10. istasyonların izin verilen sınır değerlerini aştığı saptanmıştır. Toprak örneklerinde ise fizikokimyasal ve ağır metal analizleri yapılmıştır. Fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre ciddi bir sorun saptanmamış olup ağır metal analiz sonuçlarına göre; Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Cd, Ni, Hg, Sn, Co ve As sonuçları izin verilen sınır değerlerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Ba elementi analiz sonuçları ise 135.5-389.7 mg/kg olarak ölçülmüş ve izin verilen sınır değerlerinin üstünde sonuç verdiği görülmüştür.

Ergene havzasının iyi nitelikli ve verimli topraklarının ve bu havzayı besleyen su kaynaklarının çevre kirliliğine maruz kalmaması için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne uygun hareket edilmesi gerekmektedir. Ayrıca ıslah çalışmalarının aksamadan devam edilmesi ve gerekli kontrollerin yapılması için özen gösterilmelidir.

Anahtar kelimeler: Çorlu Deresi, Ağır Metal, Su Kirliliği, Toprak Kirliliği

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN NEAR SURROUNDING SOILS AND IN WATER ÇORLU STREAM BETWEEN ÇERKEZKÖY AND ÇORLU, TEKİRDAĞ

Zafer VAROL

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM

In this study, 15 stations for water samples and 20 stations for soil samples were determined along Çorlu Stream which is an important branch of the Ergene Basin. In this study, 3 samples were taken from each station and some physicochemical and heavy metal analyzes were performed. It was aimed to measure the pollution level and the effect of the improvement studies in recent years by comparing the results obtained with previous years. When the results of some physicochemical (pH, EC, Na, $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$, K^{+} , $\text{CO}_3^{-2} - \text{HCO}_3^{-}$, RSC, ESP, SAR and Irrigation Water Class) analysis were evaluated in the water samples, Class IV for Na^{+} (mg / L) value of and Class C3S1 on the 5, 6, 7, 8,9 and 10th stations of the irrigation water class was found . In terms of the results of heavy metal analysis; no problems were observed in the results of Zn, Cu, Cr, As, Cd, Pb, Ni. In addition, it has been observed that there has been improvement according to the results of analysis in the past years. The values of the analysis results of Fe and Mn elements are; 587 to 8969.7; 120,5-329,7 $\mu\text{g} / \text{L}$. It is seen that the 9th and 10th stations have exceeded the permissible limit values in the 9th and 10th stations in the Fe element and the 2nd 5th 6th 7th 8th in the Mn element.

In the soil samples, physicochemical and heavy metal analyzes were performed and no serious problem was found in the results of physicochemical analysis. According to the results of heavy metal analysis; the results of Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Cd, Ni, Hg, Sn, Co and As are below the permissible limit values. The results of the Ba element analysis were measured as 135.5-389.7 mg / kg and the results were above the permitted limit values. Water and the Soil Pollution Control Regulations should be followed in order to ensure that the well-qualified and fertile soils of the Ergene basin and the water resources that feed this basin are not exposed to environmental pollution. In addition, care should be taken to ensure that breeding activities continue without interruption and necessary checks are carried out.

Key words: Çorlu Stream, Heavy Metal, Water Pollution, Soil Pollution

2019, 101 sayfa

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	iv
ŞEKİL DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR.....	viii
ÖNSÖZ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
3 MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1 Materyal.....	13
3.1.1 Numunenin Alındığı Bölgenin Coğrafi Konumu.....	13
3.1.2 Bölgede Bulunan Organize Sanayi Kuruluşları.....	15
3.2 Metot.....	21
3.2.1 Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	21
3.2.2 Su Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	22
4 BULGULAR VE TARTIŞMA.....	23
4.1 Su Örneklerinin Sulama Suyu Kriterleri Açısından Yapılan Bazı Analizler.....	23
4.2 Su Örneklerinin Ağır Metal İçeriği Açısından Yapılan Analizler.....	41
4.3 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	67
4.4 Toprakta Ekstrakte Edilebilir Bazı Metallerin Kirlilik Parametreleri İçerikleri.....	74
5 SONUÇ ve ÖNERİLER.....	91
6 KAYNAKÇA.....	94
ÖZGEÇMİŞ.....	101

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1 Toprak Numunelerinin Alındığı Yer.....	18
Çizelge 3.2 Su Numunelerinin Alındığı Yer.....	19
Çizelge 4.1 Sulama suyu sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kriterleri (Anonim 2004).....	24
Çizelge 4.2 Sulama Suyu Sınıflandırılmasında Esas Alınan Bazı Sulama Suyu Kriterleri Analiz Sonuçları.....	25
Çizelge 4.3 Bazı Sulama Suyu Kriterleri Analiz Sonuçları Tanımlayıcı İstatistik Değerleri.....	26
Çizelge 4.4 ESP Sınır Değeri, Richards (1954).....	35
Çizelge 4.5 USA sınıflamasına göre RSC, me/L.....	36
Çizelge 4.6 Korelasyon katsayısı(r)'nin sınıflandırılması (Cohen, 1988).....	37
Çizelge 4.7 Bazı Sulama Suyu Kriterleri Analiz Sonuçları Korelasyon Değerleri.....	39
Çizelge 4.8 Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları (Anonim 2004).....	41
Çizelge 4.9 Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriteri (Anonim 2015).....	43
Çizelge 4.10 Su Örneklerin de Kirliliğe Sebep Olabilecek Bazı İnorganik Kirlenme Parametrelerin Analizlerinin Ortalama Sonuçları, (µg/L).....	45
Çizelge 4.11 Su Örneklerinde Kirliliğe Sebep Olabilecek Bazı İnorganik Kirlenme Parametrelerinin Tamamlayıcı İstatistik Değerleri.....	46
Çizelge 4.12 Su Örneklerinin İnorganik Kirlenme Parametreleri Korelasyon Değerleri....	65
Çizelge 4.13 Toprak Örneklerine Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizlerin Tamamlayıcı İstatistik Değerleri.....	67
Çizelge 4.14 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	68
Çizelge 4.15 Toprakların pH değerlerine göre sınıflandırılması (Alparslan ve ark. 1988)..	69
Çizelge 4.16 Toprakların EC değerlerine göre sınıflandırılması, (mmhos.cm ⁻¹) (Anonim 2005a).....	70
Çizelge 4.17 Toprakların Kireç İçeriklerine Göre Sınıflandırılması, (%) (Alparslan ve ark 1988).....	71
Çizelge 4.18 Toprak Numunelerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçlarının Korelasyon Değerleri.....	72
Çizelge 4.19 Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri (Anonim 2005b).....	74
Çizelge 4.20 Kirlenmiş Toprakta Arıtma Sonucu Uyulması Gereken Sınır Değerleri	

(Anonim 2005b).....	75
Çizelge 4.21 Toprak Örneklerinin Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal İçerikleri	
Ortalama Değerleri, (mg/kg).....	76
Çizelge 4.22 Toprak Örneklerinin Bazı Ekstrakte Edilebilir Kirletici Metallerin	
Ortalama Değerleri, (mg/kg).....	77
Çizelge 4.23 Toprak Örneklerinin Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal ve Kirletici	
Metallerin Tamamlayıcı İstatistik Değerleri.....	78
Çizelge 4.24 Toprak Örneklerinin Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal ve Kirletici	
Metallerin Korelasyon Değerleri.....	88



ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1 Sanayilerin Sektörlere Göre Bölgedeki Dağılımı (Anonim 2010a).....	16
Şekil 3.2 Su ve Toprak Örneklerinin Toplandığı Noktaları Google Earth Görüntüsü.....	20
Şekil 4.1 Su Örneklerinin pH İçeriği.....	27
Şekil 4.2 pH Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu.....	27
Şekil 4.3 Su Örneklerinin EC Değerleri İçeriği, $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$	28
Şekil 4.4 Elektriksel İletkenlik Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu, $\mu\text{mhos/cm}$...	29
Şekil 4.5 Su Örneklerinin SAR Değerleri İçeriği, %.....	30
Şekil 4.6 SAR Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu.....	31
Şekil 4.7 Su Örneklerinin Na^+ Değerleri İçeriği, %.....	32
Şekil 4.8 Na^+ Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu, %.....	33
Şekil 4.9 Su Örneklerinin Na^+ Değerleri İçeriği, mg/L	33
Şekil 4.10 Na^+ Değerlerinin Değişim Yıllara Göre Durumu, mg/L	34
Şekil 4.11 Su Örneklerinin ESP Değerleri İçeriği, %.....	35
Şekil 4.12 ESP Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu.....	36
Şekil 4.13 Bazı Sulama Suyu Analiz Sonuçları Arasındaki İlişki.....	40
Şekil 4.14 Su Örneklerinin Fe Değerleri İçeriği, $\mu\text{g/L}$	47
Şekil 4.15 Fe Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması.....	48
Şekil 4.16 Su Örneklerinin Mn Değerleri İçeriği, $\mu\text{g/L}$	49
Şekil 4.17 Mn Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması.....	50
Şekil 4.18 Su Örneklerinin Zn Değerleri İçeriği, $\mu\text{g/L}$	51
Şekil 4.19 Zn Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması.....	52
Şekil 4.20 Su Örneklerinin Cu Değerleri İçeriği, $\mu\text{g/L}$	53
Şekil 4.21 Cu Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması.....	54
Şekil 4.22 Su Örneklerinin Cr Değerleri İçeriği, $\mu\text{g/L}$	55
Şekil 4.23 Cr Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması.....	55
Şekil 4.24 Su Örneklerinin As Değerleri İçeriği, $\mu\text{g/L}$	56
Şekil 4.25 As Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması.....	57
Şekil 4.26 Su Örneklerinin Cd Değerleri İçeriği, $\mu\text{g/L}$	57
Şekil 4.27 Cd Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması.....	58
Şekil 4.28 Su Örneklerinin Pb Değerleri İçeriği, $\mu\text{g/L}$	59
Şekil 4.29 Pb Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması.....	60
Şekil 4.30 Su Örneklerinin Hg Değerleri İçeriği, $\mu\text{g/L}$	60

Şekil 4.31 Su Örneklerinin Ni Değerleri İçeriği, µg/L.....	61
Şekil 4.32 Su Örneklerinin Co Değerleri İçeriği, µg/L.....	62
Şekil 4.33 Su Örneklerinin Ba Değerleri İçeriği, µg/L.....	63
Şekil 4.34 Su Örneklerinin Sn Değerleri İçeriği, µg/L.....	63
Şekil 4.35 Su Örneklerinde Yapılan İnorganik Kirlenme Parametre Analizlerinin İstasyonlar Açısından Karşılaştırılması.....	66
Şekil 4.36 Toprak Örneklerinin pH İçeriği.....	69
Şekil 4.37 Toprak Örneklerinin EC İçeriği, µmhos.cm ⁻¹	70
Şekil 4.38 Toprak Örneklerinin Kireç İçeriği, %.....	71
Şekil 4.39 Tekstür Üçgeni (Soil Survey Staff,1993).....	72
Şekil 4.40 Toprakta Bazı Fizikokimyasal Analiz Sonuçlarının Birlikte Gösterimi.....	73
Şekil 4.41 Toprak Örneklerinin Zn İçeriği, mg/kg.....	79
Şekil 4.42 Toprak Örneklerinin Cu İçeriği, mg/kg.....	80
Şekil 4.43 Toprak Örneklerinin Cr İçeriği, mg/kg.....	80
Şekil 4.44 Toprak Örneklerinin Pb İçeriği, mg/kg.....	81
Şekil 4.45 Toprak Örneklerinin Cd İçeriği, mg/kg.....	82
Şekil 4.46 Toprak Örneklerinin Ni İçeriği, mg/kg.....	83
Şekil 4.47Toprak Örneklerinin Hg İçeriği, mg/kg.....	84
Şekil 4.48 Toprak Örneklerinin Ba İçeriği, mg/kg.....	84
Şekil 4.49 Toprak Örneklerinin Sn İçeriği, mg/kg.....	85
Şekil 4.50 Toprak Örneklerinin Co İçeriği, mg/kg.....	86
Şekil 4.51 Toprak Örneklerinin As İçeriği, mg/kg.....	86
Şekil 4.52 Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metallerin Birlikte Gösterimi, mg/kg.....	89
Şekil 4.53 Ekstrakte Edilebilir Bazı Kirletici Metallerin Birlikte Gösterimi, mg/kg.....	90

KISALTMALAR

mm :	Milimetre
cm :	Santimetre
μ l :	Mikrolitre
μ g :	Mikrogram
mg :	Miligram
m ² :	Metrekare
% :	Yüzde
Da :	Dekar
Kg :	Kilogram
Kg.da ⁻¹ :	Kilogram/dekar
mg/L:	Miligram/Litre
mg/kg:	Miligram/Kilogram
Ca :	Kalsiyum
Mg :	Magnezyum
K :	Potasyum
Na :	Sodyum
Fe :	Demir
Mn :	Mangan
Cu :	Bakır
Zn :	Çinko
Pb :	Kurşun
Cd :	Kadmiyum
Ni:	Nikel
Cr :	Krom
As :	Arsenik
Hg :	Civa
Sn :	Kalay
Co :	Kobalt
Ba :	Baryum
r :	Korelasyon

EC :	Elektriksel İletkenlik
RSC :	Kalıcı Sodyum Karbonat
ESP :	Değişebilir Sodyum Değeri
SAR:	Sodyum Adsorbsiyon Oranı
OSB:	Organize Sanayi Bölgeleri
DSİ :	Devlet Su İşleri
WHO :	World Health Organization
TSE :	Türk Standartları Enstitüsü
EPA :	United States Environmental Protection Agency
İSO :	International Organization for Standardization
SKKY:	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
YSKYY:	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
TKKY:	Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
GPS :	Global Positioning System

LEJANT

	Su Örneklerinde (Anonim2004) İzin Verilen En Büyük Tolerans Değeri ve Toprak Örneklerinde İzin Verilen En Büyük Tolerans Değeri
	Su Örneklerinde (Anonim 2015) İzin Verilen En Büyük Tolerans Değeri ve Toprak Örneklerinde İzin Verilen En Küçük Tolerans Değeri

ÖNSÖZ

Araştırma konumun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Duygu BOYRAZ ERDEM' e, araştırmamın örnek alma ve ön hazırlık aşamasında yardımlarını esirgemeyen Kim. Müh. Sıtkı USTA' ya ve desteğini her an yanımda hissettiğim eşim Ayşe VAROL' a teşekkür ederim.

Mayıs 2019

Zafer VAROL
Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

Endüstriyel ve evsel atıklar sadece su kaynaklarında değil aynı zamanda çevreye ve ekosisteme zarar veren kirleticilerdir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda tarımsal alanların ağır metal kontaminasyonunda artış olduğu görülmekte olup, bu ağır metallerin bitki hücrelerinde oluşturduğu zararlı etkiler ile ilgili çalışmaları artırmıştır. Çinko ve bakır gibi bazı ağır metallerin enzimlerin ve proteinlerin katalitik ve yapısal bileşenleri olarak, normal bitki büyüme ve gelişmesi için gerekli olduğu bilinmektedir. Fakat bu mikro besinler ile kurşun, kadmiyum ve nikel gibi bazı ağır metallerin fazlalığı bitkilerde toksik etki yapmaktadır (Vural 1993).

Steffens (1991), yaptığı araştırmada bitkilerin evsel ve sanayi atıklarından, pestisitlerden, gübrelerden toprağa bulaşmış olan ağır metalleri bünyesinde biriktirme eğiliminde olduğunu tespit etmiştir.

Son yıllarda hızla artan ve büyük problemler oluşturan su kaynaklarının ve toprakların ağır metal açısından kirlenmesi istenilen boyutta incelenmemiştir. Çağımızda doğayı, ekosistemi, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli tehlikelerin başında çevre kirliliği gelmektedir. Dünya nüfusunun hızla artması, hızla gelişen endüstrilerin ve daha medeni yaşama düzeyi sağlama amacı ile gösterilen çabaların istenmeyen sonucu olarak ortaya çıkmakta ve günümüzde de giderek artan boyutlarda önemini korumaktadır (Baş ve ark.1992).

Trakya bölgesi Türkiye'nin önemli tarım bölgelerinden birisidir. Bölgenin iklim ve toprak yapısına uygun olan ayçiçeği, çeltik ve buğday önemli tarım ürünleridir. Ancak son yıllarda sanayileşme ve buna bağlı nüfus artışında yaşanan gelişmeler Ergene havzasında çeşitli çevresel sorunları da beraberinde getirmiş ve bu nedenle bu bölgenin ekolojik yaşam bozulmuştur. Bu sorunların başında su, toprak ve hava kirliliği gelmektedir. Ergene havzasında yetiştirilen ve hem bölge hem de Ülke ekonomisi açısından büyük öneme sahip başlıca ürünler; buğday, ayçiçeği ve çeltiktir. Özellikle ayçiçeği açısından ülke üretiminde önemli bir paya sahiptir bununla birlikte ciddi oranda çeltik ekimi de yapılmaktadır.

Ülkemizin en büyük sanayi merkezleri olan İstanbul ve Kocaeli illerinde yer kalmaması ve bu bölgelerin yükü kaldıramaması sebebiyle 1973 yılında alınan karar ile Çorlu-Çerkezköy'de yeni OSB'nin kurulmasına başlanmıştır. Fakat bu Organize Sanayi Bölgelerindeki sanayi kuruluşları proses sularını yakın zamana kadar Ergene Nehri'nin bir kolu olan Çorlu Deresi'ne bırakmışlardır.

Ülkemizde hem sulama suyu kaynağı hem de verimli tarım arazisi açısından zengin olan Trakya Bölgesi hızla kirlenmekte özellikle Çorlu deresinin Çerkezköy ve Çorlu güzergâhında

kalan kısmın sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu bölgeler olması nedeni bu kirlenmeden daha fazla etkilenmektedir. Buna rağmen bu konuda yapılan ıslah çalışmalarının yetersizliğı nedeni ile önlem alınamamaktadır.

Çorlu Deresinin, Çerkezköy ve Marmaracık arasında bulunan kısım kirlenmenin en çok görüldüğü bölgelerdir. Bu nedenle özellikle bu bölgede sulama suyu ve toprakta oluşan ağır metal kirlenmesinin belirlenmesi gerekmektedir. Ergene Havzasında yapılmış olan birçok araştırma da ağır metal kirliliğinin boyutları gözler önüne serilmiş, bilim adamlarına ve çeşitli kuruluşlara gerekli olan bilimsel verileri sunmuştur.

Bu çalışma ile OSB'nin, küçük sanayi kuruluşlarının bıraktığı atıkların ve diğer ağır metal kaynaklarının Çorlu Deresi'nde ve bölge toprağında meydana getirdiğı ağır metal kirlenmesinin boyutunu ve yapılan ıslah çalışmalarının ne kadar başarılı olduğunun ortaya konmasını, elde edilen sonuçlara göre ağır metal kirliliğinin insan ve çevre üzerine olan olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla yapılacak çalışmalara kaynak oluşturması amaçlanmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Güneş ve ark (2001) ta rafından Ergene Nehri'ni oluşturan en önemli kollardan biri olan Çorlu Deresi üzerinde seçilen 8 örnekleme noktasından su örnekleri alınmış ve Zn, Pb, Fe ve Cu analizleri yapılmıştır. Araştırmacılar söz konusu bu elementlere ilişkin değerleri sırayla; 0.169-0.349; 0.096- 0.352; 0.896-3.68 ve 0.244-1.63 mg/L arasında belirlemişlerdir. Bu araştırma sonucunda Çorlu Deresi suyunda önemli ölçüde Pb ve Fe kirliliğinin olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Anonim (2003) Meriç Nehri'nde yapılan bir araştırmaya göre, nehirde önemli miktarlarda ağır metaller tespit edilmiştir. Meriç Nehrinin Kapıkule istasyonundan alınan su numunelerinde Pb ve Cu'nun değerlerinin izin verilebilir sınır değerlerin çok üzerinde olduğu görülmüştür. Bu araştırma sonucunda Meriç Nehri'nin su kalite sınıfı Pb ve Cu açısından IV. sınıf olarak tespit edilmiştir.

Başka bir araştırmada, Ergene Nehri Uzunköprü istasyonunda alınan su örneklerinde ağır metal kirliliği incelenmiş, Cd konsantrasyonu bakımından ise III. sınıf, Pb ve Cu konsantrasyonu bakımından ise IV. sınıf bir sulama suyu olduğu belirlenmiştir. Ergene nehrindeki bu denli yüksek ağır metal kirliliğinin sebebi olarak Çorlu ve Çerkezköy bölgesinde yoğunlaşan organize sanayi bölgelerinin artması, evsel ve endüstriyel atık suların hiçbir ön arıtmaya tabi tutulmadan Ergene Nehri'ne boşaltılması gösterilmiştir (Anonim 2003).

Trakya Bölgesi'nin Edirne ili Uzunköprü ve Meriç ilçeleri çeltik tarlalarında yapılan bir araştırmada, bitkilerin köklerinde Pb, Zn ve Ni'nin toksik düzeylerde olduğu toprak üstü aksamalarında ise Fe ve Mn toksisitesinin olduğunu belirlenmiştir. Bu kirliliğin Ergene Nehri'nden kaynaklandığını, nehirdeki ağır metal kirliliğinin çeltik bitkisine doğrudan yansıdığını ve ağır metal kirliliğinin daneye kadar ulaştığını belirlemişlerdir (Tok ve ark. 2005).

Ergene havzasında belirlenen 17 kuyudan alınan yeraltı sularında aylık periyotlar ile Fe, Zn, Mn, Cr, Cd, Pb analizleri yapılmış ve kirlilik durumu ortaya çıkarılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda inceleme alanının Çorlu- Vakıflar (GB) kesiminde yeraltı sularındaki Cr, Cd ve Pb konsantrasyonlarının yıllık ortalamalarının sırasıyla 0,65 mg/L- 0,04 mg/L ve 0,23 mg/L olduğu ve bu değerlerin WHO, EPA ve TSE nin sınır değerlerini aştığı görülmüştür. Bu ağır metallerin değerlerdeki artışın muhtemel nedeni olarak çalışma alanında yer alan deri, tekstil ve diğer sanayi kuruluşlarının ağır metal içerikli proses sularının akifere karışması olarak gösterilmektedir (Arkoç 2012).

Kocaman ve ark.(2011) Ergene Nehri'nden yaptıkları başka bir çalışmaya göre sulama suyu açısından uygun olmaya sular ile yapılan sulamadan dolayı kaliteli toprakların kirlendiği

bu şekilde giderse çok kısa sürede Ergene Nehri kenarındaki tarım arazilerinin çölleşeceği belirlenmiştir. Bu durum hem ekolojik hem de bölge halkında ekonomik ve sosyolojik sorunları ortaya çıkarmıştır.

Gidirişlioğlu ve ark. (1996) yaptığı araştırmada ağır metallerden Pb, Zn, Cu, Cd'nin su kirliliği kontrol yönetmeliğince belirlenen sınır değerlerin içinde kaldığını, ancak Mn'nın yıl boyunca sınır değerlerinin üstüne çıktığını tespit etmiştir. Ayrıca Ergene Nehrinin suyunun hiçbir şekilde tarımda sulama suyu amaçlı kullanılmaması gerektiğini, sulama suyu olarak kullanılması halinde toprakta tuzluluk ve alkalilik problemi oluşacağını ve yetiştirilen bitkilerin gelişimini engellemesinin olası olduğunu bildirmişlerdir.

Nüfus ve trafiğin çok yoğun olduğu İstanbul ve Tekirdağ illeri ile yakın çevrelerinde analizi yapılan Zn, Cd, Cu ve Pb elementlerinin Trakya Bölgesindeki dağılımının karayosunu ve liken örnekleri kullanılarak belirlendiği başka bir çalışmada, en yüksek konsantrasyonlar bölgede endüstrileşmenin fazla olduğu gözlenmiş olup ayrıca bölgede yağışın en fazla olduğu kuzey kesimi ile tarımsal aktivitenin yüksek olduğu iç bölgelerde de bu elementlerin konsantrasyonları yüksek bulunmuştur (Çayır 2005, Üstbaş ve ark. 2009).

Menemen Ovasında yapılan bir çalışmada, ovadaki sulama suyu kaynaklarının Cu, Cr, Cd ve Pb içeriklerini sırayla 4-30; 2-17; 3- 5 ve 10- 50 mg/L arasında saptanmıştır. Bu değerler (Anonim 1988)'e göre değerlendirildiğinde sulama suları Cr için I. Sınıf, Cu ve Cd için II. Sınıf ve Pb için III. Sınıf bir sulama suyu sınıfında olduğunu, Pb düzeyinin sulama uygulamalarında şu an için sorun oluşturmadığını fakat dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuşlardır (Bakaç ve Kumru 2000).

Elazığ'daki Hazar Gölü'nün sedimentlerinde yapılan diğer bir çalışmada, ağır metal konsantrasyonları araştırılmıştır. Bu değerler elde edilen en yüksek konsantrasyonların, 24 m derinlikte $48 \pm 2,4$ mg/kg Co, $79 \pm 9,1$ mg/kg Cr, $30\ 000 \pm 988$ mg/kg Fe ve 625 ± 22 mg/kg Mn, 64 m derinlikte ise 210 ± 13 mg/kg Zn, 130 ± 21 mg/kg Ni ve 64 ± 11 mg/kg Cu olduğu belirlenmiştir. Sedimentteki ortalama ağır metal konsantrasyonlarının, örnek alınan bölgelere ve derinliklere göre değiştiği anlaşılmıştır. Sedimentlerdeki Fe, Cu, Mn ve Zn konsantrasyonlarının, Atatürk Baraj Gölü'ndeki sedimentlerdeki değerlerden yüksek çıktığı belirlenmiştir. Bu ağır metallerin ana kaynakları, endüstriyel ve evsel atıkların deşarjlarıdır. Bu sonuçlara göre Hazar Gölü'nün şehir içi bölgesindeki sedimentlerinde ağır metal kirliliğinin olduğu anlaşılmıştır (Özmen ve ark. 2004).

Toprak, temas halinde olduğu su ve hava ortamlarında bulunan kirletici maddeler için nihai depolama yeridir. Diğer taraftan toprak, karasal ekosistemin taşıyıcı bir bileşeni olup, kalitesindeki değişim, gerek doğal ve gerekse tarım ekosisteminin verimliliğini doğrudan

etkiler. Bu nedenle, toprağın hangi kaynaklar tarafından ve hangi bileşenler (özellikle hangi kimyasallar) ile kirletilebileceğinin bilinmesi, alınacak tedbirlere karar verilmesi noktasında önem taşımaktadır (Toröz 2009).

Toprak kirlenmesine neden olabilecek kaynaklar arasında yer altı depolama tanklarından sızmalar, pestisit uygulamaları, kirlenmiş suların yer altı tabakalarına sızması, petrol ve yakıt dökülmeleri, düzenli depolama tesislerinin sızıntı suları, endüstriyel atıkların doğrudan toprağa atılması sayılabilir.

Bunların yanı sıra, tarım arazilerinin yakınından geçen karayollarından dolayı egzoz gazları, yerleşim yerlerinden çıkan atıkların kontrolsüz şekilde araziye atılmaları, tarımsal sahalarda bilinçsiz gübre kullanımı bulunmaktadır.

Ağır metallerin ekolojik sistemdeki yayılmalarının nedenleri doğal süreçlerden daha çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle olmaktadır. Ayrıca kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayılımı önemli miktarlara ulaşabilmektedir. Yıllık olarak doğal çevrimler sonucu 3600 ton civa, 18800 ton arsenik, 7600 ton Kadmiyum ve 332000 ton kurşun atmosfere salınmaktadır. İnsan aktivitelerinin katkısıyla bu miktarlar selenyum için 19 kat; kalay için 6 kat; kadmiyum için 8 kat; civa, kurşun ve arsenik, nikel ve krom için 3 kat artmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Co ve bazı şartlarda da Ni bitkiler için mutlak gerekli elementlerdendir. Fakat bu elementler yüksek konsantrasyonlarda bitkilere toksik etki gösterirler. Hg, Cd, Cr, ve Pb gibi diğer bazı ağır metaller ise endüstriyel faaliyetler sonucu olarak atık ürünlerde ve atık sularla artarak tarımsal ekosistemlere dâhil olmaktadır. Bu nedenle çevre kirlenmesine sebep olarak zararlı etki göstermektedir (Dağdeviren 2007).

Araştırmaya konu teşkil eden ağır metaller ve bu metallerle ilgili çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Fe eksikliği sık ve yaygın olarak görülmesinin nedeni, topraklarda toplam Fe miktarı çoğu zaman yüksek olmasına rağmen değişik etmenler nedeniyle bitkilerin yararlanamaması veya yarayırlı Fe miktarının az olması nedeniyle olmaktadır. Toprakta toplam Fe miktarı oranı ana materyalin özelliğine göre % 0.02 ile % 10 arasında değişmekle birlikte ortalama % 3.8 civarındadır (Kaçar ve Katkat 2007).

Toprakta ekstrakte edilebilir Fe miktarı > 4.5 mg/kg ise yüksek, 0.2- 4.5 mg/kg arasında ise orta ve < 0.2 mg/kg ise azdır. 5 mg/kg' nin üstündeki değerler bitkiler için zararlı ve toksik etki gösterir (Lindsay ve Norwell 1978).

Eyüpoğlu ve ark. (1996), tarafından Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplam 1511 toprak örneği alınmış ve araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırma sonuçlarına göre Türkiye

topraklarının yaklaşık % 27'sinde yarıyışlı Fe miktarı orta düzeyde ve % 73'ünde ise yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmiştir.

Demir elementinin bitkinin yaşlı aksamından genç aksamına taşınamaması nedeniyle demir eksikliği önce bitkinin genç aksamında görülür. Bunun belirtisi olarak demir eksikliğinde yapraklarda damarlar arasında sararmalar görülür. Bitkilerde Fe fazlalığı sonucu oluşan toksisite belirtileri ise koyu yeşil yapraklar ve bazı bitkilerde mor ile koyu kahverengi arasında değişen yaprak rengi ile kök ve gövdede bodurlaşma şeklinde görülmektedir (Kaçar ve İnal 2008).

Yapılan araştırmada bitkilerde bulunan Fe genellikle 10–1000 mg/kg arasında değiştiği, 50–250 mg/kg arasında ise yeterli düzeylerde olduğu, < 50 mg/kg ise bitkilerde demir eksikliği belirtilerinin görüldüğü tespit edilmiştir (Kaçar ve Katkat 2007).

Cu değerleri topraklarda toplam >100 mg/kg, ekstrakte edilebilir Cu > 0.2 mg/kg, bitki kuru maddesinde ise > 30 mg/kg ise toksik etkiye sebep olabilmektedir. Bakır toksisitesi genellikle bitki kök sistemlerinde ortaya çıkar ve özellikle bitki bünyesinde fotosentez, solunum, protein sentezi, hücre membran stabilitesi ve iyon alımı gibi bazı fizyolojik olayların bozulmasına neden olmaktadır (Asri ve Sönmez 2006).

Bakır miktarı fazla olan topraklarda Fe ile antagonist etki yaptığı görülmektedir. Bu durumda bitkilerde Fe noksanlığına bağlı belirtiler görülmektedir. Bitkilerde Cu ihtiyacı oldukça düşüktür. Eğer topraklarda yarıyışlı Cu içeriği yüksek olması nedeniyle bu toprakta yetiştirilen bitkilerde bakır toksitesine neden olabilmektedir (Sommer 1945).

Topraktan ve yapraktan artan miktarlarda Cu uygulamasının domates bitkisinin ürün miktarı ve kalitesi üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, topraktan uygulanan artan Cu dozlarının meyve sayısı, kök kuru ağırlığı, toplam verim ve bitki boyunun azalmasına neden olduğu ortaya konmuştur. Yaprak ve topraktan yapılan Cu uygulamalarının sadece toprak veya sadece yapraktan uygulamalara göre daha tehlikeli olduğu ortaya çıkarılmıştır (Sönmez ve ark. 2006).

Sawyer ve Mc Carty (1978) yapmış oldukları bir araştırmada yüzeysel sularda bakır konsantrasyonlarında 1 mg/L'nin altında olduğu durumda bile su bitkilerine toksik etkide bulunabileceği ortaya konmuştur.

Canlılar üzerine yapılan bir araştırmada yüksek dozda bakır içerek ürünler tüketildiğinde karaciğerde bakır konsantrasyonunun artmasına neden olduğu, bunun sonucunda kanda serbest bakır miktarında artış gözlemlendiği ve bu durumun eritrositlerin hemolize olmasına nedeniyle sarılığa sebep olduğu tespit edilmiştir. Koyunlarda kronik bakır zehirlenmesi diğer hayvan türlerine oranla daha fazla kayıplara sebebiyet verdiği görülmektedir (Kılıç 1984).

Çinko eksikliği Dünya’da ve Türkiye de en sık gözlenen mineral element eksikliklerinden birisidir. Topraklarımızın % 49,83’ü alt değer olan 0,5 mg/kg’dan az, % 32,76’sı ise 0,5-1,0 mg/kg arasındadır. Ülkemizdeki tarım topraklarında yaygın Zn eksikliği söz konusudur. Dünya’da ise Zn eksikliği yaklaşık % 33 civarında olup ülkemize oranla daha iyi durumdadır (Eyüpoğlu 2002).

Zn toksitesi de Cu ve Ni’de olduğu gibi büyük ölçüde pH ile ilgisi bulunmaktadır. Toprak asidikleştikçe çinko toksitesi artar. Aynı düzeydeki Zn’nin toksitesi, düşük pH düzeylerinde daha fazla olmaktadır. Çinko sadece yüksek konsantrasyonlarda toksik etki göstermektedir (Tok 1997).

Çinkonun gübre olarak uygulanması 1932 yılında başlamıştır. Tahıllarda dane ve samanda bulunan çinko miktarları arasında ise belli bir oranda ilişki bulunmaktadır. Baklagil bitkileri çinko bakımından zengin, meyveler ise yoksuldur (Kaçar ve İnal 2008).

Çinko toksitesi belirtilerinde köklerde incelme, genç yapraklar kıvrılma ve bitkilerde kloroz, bitkilerin kök ve sürgün büyümesinde azalma görülmektedir. Ayrıca bitki klorofil sentezi azalır, hücre büyümesi ve uzaması engellenir ve hücre organelleri parçalanır (Rout ve Das 2003, Asri ve Sönmez 2006).

Toprakta yaygın Mn miktarı 1 mg/kg olduğunda durumlarda bitkiler için yeterli olarak kabul edilmektedir. Toplam Mn ile yaygın Mn arasında genellikle bir ilişki bulunmamaktadır (Topbaş ve ark. 1998, Kaçar 1995).

Kaçar ve İnal (2008) yapmış olduğu çalışmada mangan eksikliğinde manganın klorofilin bileşiminde yer almamasına karşın noksanlığında klorofil oluşumu önemli oranda azaldığını tespit etmişlerdir. Bu nedenle bitkilerde yeterince klorofil oluşturulamaması sonucu görülen sararma Mn eksikliğinde ilgili olduğunu ortaya çıkmaktadır.

Mangan toksitesi bitki türlerine göre değişmektedir. Kuru madde esasına göre 100 mg.kg⁻¹’dan daha fazla Mn içeren bitkilerde Mn toksitesi görülmeye başlamaktadır. Toksitinin en belirgin özelliği olgun yapraklarda kahverengi lekeler şeklinde ortaya çıkar ve zamanla lekelerin bulunduğu alanlar mantarlaşır. Mn toksitesi diğer belirtileri damarlar arasındaki kloritik ve nekrotik alanlarda görülür. Fasulye ve pamuk gibi özellikle çift çenekli bitkilerde ise bu belirtilerin genç yapraklarında şekil bozulmalarına neden olduğunu tespit etmişlerdir (Kaçar ve Katkat 2007).

Kurşun tüm topraklarda doğal form olarak bulunur. Topraklarda toplam Pb 1–200 mg/kg arasında değişir ve ortalama miktar ise 15 mg/kg’ dır (Swaine 1955).

Tarım alanlarındaki toplam Pb konsantrasyonu 100 mg/kg ve ekstrakte edilebilir Pb

miktarı ise 4 mg/kg aşmadığı sürece bitki ve insan sağlığı bakımından herhangi bir zarar oluşmaz. Fakat bu sınır değerleri aşıldığında insan sağlığı açısından tehlikeli sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Chapman 1971, Durust ve ark. 2004).

Topraklarda kurşun kirlenmesi değişik yollardan oluşabilmektedir. Bunlar, katı ve sıvı fosil yakıtların yakılmasından, madenlerin işlenmesi ve arıtılması sırasında çıkan baca gazlarından, kurşun içeren yakıtları kullanan araçların egzoz gazlarından verilmesi ve kurşun arsenat içeren insektisit ve pestisitlerin püskürtülerek uygulanması şeklinde sıralanabilir (Brams 1977).

Kurşun elementi sınır değerleri aştığı durumlarda toksik etki gözlenmekte ve bitkinin kök gelişimini olumsuz etkileyerek bitkilerin katyonik ve anyonik besin elementlerini almasını engellemektedir. Bu durum stoma hareketlerini düşürerek yaprak alanını azalmakta ve böylece bitkinin su alımının azalmasına neden olmakta, hücre duvarı stabilitesini olumsuz olarak etkileyerek turgora sebebiyet vermekte. Bu nedenle özellikle otoyolların yakınında yetiştirilen kültür bitkileri ile çayır mera alanları kurşun toksisitesi bakımından büyük risk altındadırlar (Asri ve Sönmez 2006).

Araç trafiğinin çok az olduğu tarımsal topraklarda bir dekarda 3,75 kg, kent tozlarında ise 250 kg kurşun tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak büyük ölçüde egzozla atılan kurşun bileşikleriyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Günay 1993).

Kurşunun vücuda düşük doz alımlarında genellikle toksik etkisi fark edilememektedir. Fakat yüksek doz alımlarında, solunum durması, koma, ağızda metalik tat, kusmadan başlayan sinir sistemi hasarına bağlı intoksikasyon, mide ağrısı hatta ölümle sonuçlanabilecek semptomlar oluşturabilir (Anonymous 1992).

WHO sınıflandırmasına göre kurşun 2. sınıf kanserojen gruptadır. Canlılar üzerinde gösterdiği etki genellikle kemiklerde depolanmasına rağmen buradan beyne, cenine ve anne sütüne de geçebilmektedir. Normalde kurşun oranı bebekler ve çocuklarda düşüktür. Fakat ilerleyen yıllar içinde kurşuna maruz kalma ile beraber artış göstermektedir. Kandaki kurşun seviyesi > 40 mg/L olduğu durumda tansiyon artırıcı etki görülebilir. Ayrıca kurşun alımını ile canlılarda sperm sayısı düşer ve morfolojisinde bozulur. (Anonymous 2002).

Kadmiyum doğada bulunan ağır metaller içerisinde en toksik kirleticilerden biridir. Düşük konsantrasyonlarda bile canlılar üzerine toksik etki yapmaktadır. Özellikle su canlıları için son derece zararlı etkilere sahiptir (Katalay ve Parlak 2004).

Cvetkovic ve ark. (2006) yapmış oldukları araştırmada kadmiyumun az kirlenmiş topraklarda 0.2–0.6 mg/kg arasında olduğunu, aşırı kirlenmiş topraklarda ise 800 mg/kg'a kadar ulaşabildiğini tespit etmişlerdir.

Kadmiyum tarım topraklarının hemen hepsinde çok az miktarlarda da olsa bulunur. Toprakta tolere edilebilir toplam Cd miktarı 3 mg/kg olarak belirlenmiştir (Topbaş ve ark. 1998).

Alloway (1995), toprakta ekstrakte edilebilir Cd'nin tolere edilebilir miktarının 0.2 mg.kg⁻¹ olduğunu belirlemişlerdir.

Kadmiyum canlılar üzerinde karsinogenik ve teratojenik (doğuştan gelen bozukluklar ya da kusurlar) etkileri olan toksik bir ağır metal olarak kabul edilmektedir (Bebiano ve Machado, 1997).

İnsan yaşamını etkileyen kadmiyum kömür yakılması, endüstriyel üretim aşamalarında oluşan baca gazlar, su boruları, tohum aşamasında kullanılan gübreler, rafine edilmiş yiyecek maddeleri, sigara dumanı, kabuklu deniz ürünleri, çay ve kahve gibi birçok kaynaktan kullanılabilmektedir. Endüstriyel olarak kadmiyum zehirlenmesi kadmiyum içeren boyalar, elektrokimyasal kaplamalar, kaynak yapımı esnasında kullanılan alaşım bileşimler, gümüş kaynaklarda ve sprey boyalarda ve kadmiyumlu pillerde kullanılmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Kadmiyum bitkiler için mutlak gerekli olmayan elementlerdendir. Kadmiyumun doğaya karışma yöntemleri; enerji santralleri, metalurji sanayi, artıma çamurları, ısıtma sistemleri, fosforlu gübre endüstrisi, trafik gibi değişik yollarla toprağa karışmakta ve kirlilik yaratmaktadır. Bu toprakta yetişen bitkiler olumsuz etkilemektedir (Garrido ve ark. 1998, Benavides ve ark. 2005).

Bowen (1966) yaptığı araştırmada kromun topraklardaki miktarının ana materyale göre değiştiğini ve krom yönünden zengin toprakların serpantin ana maddesinden oluşan topraklar olduğunu ve ortalama 7- 750 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmiştir. Krom içerikleri bakımından tekstürlerine göre yapılan değerlendirmede kumlu topraklarda 30 mg/kg, killi topraklarda 40 mg/kg ve kireç taşından oluşmuş topraklarda ise 83 mg/kg bulunduğunu tespit etmiştir.

Krom elementi de nikel gibi serpantinli topraklarda fazla miktarda bulunmaktadır. (Hossner ve ark. 1998).

Sarı (2009) Edirne ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki yaptığı çalışmada tarım alanlarındaki Cr kirliliğinin henüz mevcut olmadığını, ekstrakte edilebilir Cr miktarının 0,044-0,182 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Cr miktarı 5 - 30 mg/kg arasındaki değerlerinin birçok kültür bitkisi için toksik seviyede olduğu kabul edilmektedir (Kabata ve Pendias 1992).

Wallace ve ark. (1976) yaptıkları araştırmada bünyelerinde Cr biriktiren bazı bitkilerde Cr miktarının yüksek olduğunu saptamışlardır. Ayrıca yaptıkları araştırmada Cr değerlerinin bitki yapraklarında 1-4 mg/kg arasında değiştiği, bitki köklerinde ise bu değerın üstünde olduğunu belirlemişlerdir. Bunun sonucunda Cr toksitesine sebep olduğunu tespit etmişlerdir.

Birçok bitkide kromun kuru madde esasına göre 0,03 - 14 mg/kg arasında değişen düzeylerde bulunduğu tespit edilmiştir. Cr' un uygun sınır değerlerindeki düzeyinin bitki, insan ve hayvan beslenmesi için gerekli olduğu saptanmış olup bitki gelişimi için mutlak gerekli element olup olmadığı henüz belirlenememiştir (Pratt 1966, Mertz 1969).

İnsanlar için günlük krom alım miktarı 30–200 µg'dır. Bu oranda alınan krom miktarı toksik etki göstermez. Cr vücutta insülin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkilemektedir. Kirlenmemiş suda ortalama Cr değeri 1 µg/L olarak bulunur. Bir çok toprakta az miktarda krom (2–60 mg/kg) bulunurken, bazı topraklarda bu değeri 4 g/kg kadar çıkmaktadır (Mertz 1987).

Krom Cr⁺⁶ formunda canlılar açısından kanserojendir. Bununla birlikte vücutta farklı birçok etkiye sahiptir. Bu etkiler deri, sindirim sistemi ve akciğerler de tahriş edicidir. Kroma uzun süre maruz kalan kişilerde krom kan dolaşım sistemi, sinir sistemi, böbrekler ve karaciğerde tahrip edici etki etmektedir. Krom daha çok sulu ortamlarda birikir. Bu nedenle Cr seviyesinin yüksek olduğu sulardaki balıkları yemek tehlikelidir (Kahvecioğlu ve ark 2004).

Toprakların toplam Co içeriği 1 - 400 mg/kg iken ekstrakte edilebilir Co içeriği ise 0,03 -0,09 mg/kg arasında değişmektedir. Ekstrakte edilebilir kobaltın toprakta izin verilebilir tolerans değeri 0,09 mg/kg'dır (Carrigan ve Erwin 1951).

Kobalt kültür bitkileri için mutlak gerekli besin elementi değildir. 1948 yılında B12 vitamininin yapı maddesi olduğu, 1935 yılından ise geviş getiren hayvanların hazım işlevlerindeki yararının belirlenmesinden sonra kobaltın önemini daha da arttırmıştır. (Rickes ve ark.1948).

Gerendas ve ark. (1999) yapmış oldukları bir araştırmada toprakta bulunan Nikelin ekstrakte edilebilir değerini 10 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Nikel ile ilgili yapılan bir araştırmada trafiğin yoğun olduğu yerlerde yol kenarlarından uzaklaştıkça topraktaki Ni miktarı da azaldığı ve bu durumun Ni içeren yakıtların kullanılması ve daha sonra toprağa teması ile ilgili olduğunu belirlemişlerdir (Tok 1997).

Nikel bitkiler için büyük önem taşımaktadır. Özellikle üreaz ve birçok hidrogenaz enzimlerinin metal yapı maddesidir. Bu nedenle Ni içerikleri az olan bitkiler üre şeklinde uygulanan azotlu gübrelerden yararlanamamaktadır. Bunun sonucu olarak bu bitkilere toksik

etki de yapmaktadır. Nikelin bu önemine karşın henüz bitkiler için mutlak gerekli bir element olduğu tam olarak kanıtlanmamıştır (Kacar ve Katkat 2007).

Bitkide Ni toksitesinde özellikle yağ metabolizması ve klorofil sentezi üzerine olumsuz etki yapmakta olup bitki köklerinde diğer bazı besin elementleri eksikliklerinin ve beslenme bozukluklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Zengin ve Munzuroğlu 2005).

Savru (2003) yılında yaptığı bir çalışmada, arseniğin yerkürenin kabuğunda çok az bulunduğunu ve geniş olarak yayıldığını tespit etmiştir. Ayrıca killerin ve fosfat kayaların arsenik bakımından zengin olduğunu belirtmiştir.

Arsenik elementinin özellikle bazı tarımsal ilaçların yapısında bulunması ve kereste muhafazasında kullanılması nedeniyle çevre kirliliğine neden olmaktadır (Anonymous 1996, Anonymous 2000).

Arseniğin besin maddelerinde bulunma formu yüksek oranda emilim şekline bağlı olmakta birlikte yaklaşık % 25'i inorganiktir. İnsan vücuduna besin maddeleri yoluyla alınan günlük toplam arsenik 20-300 µg civarındadır. Arseniğin akciğerlere etkisi sigara kullanmayanlarda 1 µg iken, sigara içenlerde yaklaşık günlük 10 µg olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç sigara dumanı yoluyla ne kadar fazla arseniğin insan vücuduna alındığını göstermektedir (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Yetişkinler için günlük ≤ 20 µg arseniğin insan vücudu için gerekli bir mineraldir. Fakat arseniğin kronik olarak artışı kromozom ve genler üzerinde olumsuz değişimlere neden olduğu saptanmıştır (Anonymous 1996).

Kapalı denizler ve iç sular, kirlenmeyi kolaylaştıran organik maddeler yönünden daha zengin, pH değerleri bakımından daha uygun, kirliliklerin arınma imkânlarından yoksun kaldıkları için özellikle civa ile kirlenme bakımından açık denizlere oranla daha büyük bir kirlenmeyle karşı karşıyadırlar. Ayrıca endüstriyel kuruluşların büyük bir kısmı bu tip denizlerin çevresinde toplanmakta ve kirlenmenin zararlı etkileri esas bulaşma bölgesinden diğer kesimlere ulaşabilmektedir (Şanlı 1979).

Ağrı ilinden yapılan çalışmada buğday ve un örnekleri alınmış ve civa analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre izin verilen tolerans sınırlarının 45 katı daha fazla kirlilik tespit edilmiştir (Şanlı ve Kaya 1982).

Baryum doğada baritin ve witherit $BaCO_3$ mineralleri şeklinde bulunur. Bunun dışında azda olsa doğada birçok taşta bulunabilir. Baryum tuzları özellikle boya, dericilik, patlayıcı madde üretimi ve bazı sanayii kuruluşunda kullanılmaktadır (Dumiu 1975).

Baryumun $BaSO_4$ gibi formları suda erimeyen formları güçlükle absorbe olur. Bu nedenle çok az toksitesi vardır. Baryumun suda eriyebilen tuzları ise kolay emilirler ve bu

şekilde % 50 den fazla miktarı vücuda girer. Gıdalarda çok az miktarda baryum absorbe olur. Absorbe olan baryumun büyük kısmı kemiklerde toplanmakla birlikte kalpte, karaciğer ve böbrekte de saptanmıştır (Dumiu 1975).



3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

15 Haziran 2014 tarihinde Çorlu Deresinin Çerkezköy-Çorlu istikametinden geçmekte olan yaklaşık 34,5 km'lik hat üzerinden su örnekleri için 15 istasyon, toprak örnekleri için 20 istasyon belirlenmiştir. Her bir istasyondan su ve toprak örneklerinden 3 adet örnek olmak üzere toplam 45 adet su örneği ve 60 adet toprak örneği alınarak analiz edilmiştir.

Örneklerin alınmasına Çerkezköy-Çorlu istikametine göre başlanmıştır. Seçilen istasyonların ilk 6 istasyon Çerkezköy, geriye kalan 9 istasyon ise Çorlu sınırları içinde yer almaktadır. Su ve toprak örneklerinin alındığı noktaların koordinatları ise GPS yardımıyla belirlenmiştir.

Bu istasyonların belirlenmesinde özellikle sanayi kuruluşlarının yoğun bulunduğu yerlerin seçilmesine özen gösterilmeye çalışılmıştır. Böylece her istasyon sonunda elementlerin analiz sonuçlarındaki değişim gözlemlenebilecek ve sanayi kuruluşlarının etkisinin net bir şekilde belirlenmesi sağlanacaktır. Ayrıca toprak numuneleri için 11. istasyondan sonra dere yatağında uzak arazilerden de numune alınarak değişimin gözlenmesi amaçlanmıştır. Su ve toprak numuneleri için her istasyondan numuneler 3 paralel olacak şekilde alınmış ve çalışılmıştır. Toprak numuneleri, numune alma talimatına uygun şekilde 0-30 cm derinliğinden alınırken, su numuneleri ise her istasyonda 2-3 m aralıklarla farklı yerlerden alınmıştır.

Toprak ve su numunelerinin alındığı yerlere ait bağlı bulunduğu mevki adı, koordinat bilgileri ve Çorlu Deresi güzergahı boyunca alınan numunelerin başlangıç noktasına olan uzaklığı su numuneleri için Çizelge 3.1'de, toprak numuneleri Çizelge 3.2'te ayrıntılı olarak verilmiştir. Ayrıca su ve toprak örneklerinin tüm noktaların Google Earth görüntüsü Şekil 3.2'te verilmektedir.

3.1.1 Numunenin Alındığı Bölgenin Coğrafi Konumu

Çorlu Deresi Çerkezköy'ün doğusunda bulunan Işıranca Dağlarından doğar. Paşa deresini de içine alarak kuzeydoğu-güneybatı yönünde akar. Çorlu Deresi Çorlu ilçe merkezinin 5 km kuzeyinden geçtikten sonra, Marmaracık ve Kütüklü Derelerini alır. Muratlı ilçesinin kuzeyinde Ergene Nehri'ne karışır. Sanayinin yoğun olduğu Çerkezköy'de 200'den fazla fabrikanın % 65'ini oluşturan tekstil fabrikalarının boya atıkları Kayak Dereye, oradan da Çorlu Deresi ile birleşerek Ergene Nehrine ulaşmaktadır. Ergene Nehri ise İpsala yakınlarında Meriç Nehri ile birleşerek Saroz körfezinden Ege Denizine akmaktadır (Tan 2006).

Çorlu Deresi, Çerkezköy'ün doğusundan doğarak Boyacıçatağı, Lefka ve Paşaderesi ile birleşip Çerkezköy'e ulaşır. Çorlu'nun kuzeyinden geçtikten sonra Marmaracık ve Kütüklü derelerini alır ve Muratlı'nın kuzeyinden Ergene'ye karışır. Su toplama havzası 1.319 km², uzunluğu 62 km'dir.

Çerkezköy ilçesi Tekirdağ iline bağlıdır. Coğrafi olarak 41°17'06" kuzey enlem ve 28°00'01" doğu boylamında olup, denizden yüksekliği 160 metredir. Çerkezköy, doğu ve güneyde İstanbul ilinin Çatalca ve Silivri ilçeleri ile güneybatıda Çorlu ilçesi, batıda Kırklareli'nin Lüleburgaz ve kuzeyde Saray ilçeleri ile çevrilidir. Yüzölçümü 326 km² 'dir. Tekirdağ il merkezine 56 km, İstanbul'a ise 110 km. uzaklıktadır. İlçe toprakları, Ergene havzasındaki hafif engebeli düzlüklerden oluşur.

Tekirdağ'ın doğu kesiminde bulunan Çerkezköy yöresinde Istranca Dağları'nın uzantıları ile arazi engebelidir. Bu kesimlerde yükselti batıya göre daha düşüktür. Yöre topografyası, Büyükyoncalı-Bahçeagıl ve Çerkezköy-Velimeşe doğrultusunda uzanan 50- 150 m, iki vadi tabanı dışında ise ortalama 150-200 m ve yer yer daha fazla yükseltilerle belirlenmektedir. Tüm yerleşiminin, 150-200 m altındaki katlarda yer aldığı ve yüksekçe yerlerinde orman, tarım ve mera alanı olarak kullanıldığı görülmektedir.

Çerkezköy yöresinde, arazi eğimleri %5–20 oranında değişmektedir. Çerkezköy'de, Ergene ırmağının başlıca kollarından olan Çorlu Deresi yer almaktadır. Çorlu Deresi ve diğer dereler boyunca uzanan %5'ten daha düşük eğimli vadi tabanları yanı sıra, demiryolunun güneyinde %20 eğim sınırını aşan yamaçlar da bulunmaktadır. Çerkezköy alanı, genellikle kalkersiz, kahverengi toprak türlerinden oluşmaktadır. Çorlu deresi vadisi boyunca uzanan topraklar, alüvyal topraklardır. Kalkersiz kahverengi orman toprakları, yörenin kuzey ve doğusunda ormanlarla kaplanmıştır. Diğer kahverengi toprakların, çoklukla kuru tarım ve yer yer mera olarak kullanıldığı görülmektedir.

Çerkezköy ilçesinde, Çorlu deresinin güneyinde yer alan Kızılpınar ve Veliköy yerleşmesinin toprakları alüvyal topraklar olup, bölge her türlü bitkiyi yetiştirmeye elverişli, drenajı iyi olan kolay işlenebilir niteliktedir.

Çerkezköy ilçesi, Trakya ikliminin belirgin özelliklerinin etkisi altındadır. Genel olarak yazlar sıcak, kışlar ılık geçmektedir. Yörede zaman zaman soğuk kuzey rüzgârları ısının düşmesine yol açmaktadır. Sıcaklık, yaz aylarında (25 ° C)- (35° C), kış aylarında (+10° C)- (-8° C) arasında değişmektedir. Rüzgârlar, genellikle poyraz ve yıldız şeklindeyken lodos da görülmektedir. www.cerkezkoy.bel.tr (erişim tarihi, 10.07.2014).

Tekirdağ ili' ne 38 km uzaklıkta olan Çorlu, Marmara Denizi'nin yaklaşık 20 km kadar kuzeyinde, Trakya'nın merkezinde sayılabilecek bir konumda olan Ergene Havzası'nın plato

yüzeyini oluşturan düzlükte yer almaktadır. Doğusunda Silivri, Muratlı ve Ergene ilçeleri ile çevrilidir. Güneyinde ise Marmara Denizi ve Marmara Ereğlisi bulunmaktadır. Yüzölçümü yaklaşık 409 km² ye yakındır.

Çorlu, Ankara ve İstanbul'u doğrudan Avrupa'ya bağlayan Trans Avrupa Otoyolu'nun (TEM) yakınında yer almaktadır. Yıldız Dağları'nın altındaki plato üzerinde bulunan konumu ile doğal topografyası, eski zamanlarda iyi bir savunma olanağı ve açık bir görüş alanı sağlamıştır. Çorlu Deresi de, ilçede yaşayanlar için sürekli bir su kaynağı olmuştur.

Çorlu'nun denizden yüksekliği 150–180 m arasında değişmektedir. Yıldız (Istranca) Dağları'nın uzantısı halinde sokulan sırtlar, Çorlu'nun en yüksek kesimlerini oluşturmaktadır. Çorlu arazisinin büyük bir bölümü Ergene Havzası içerisinde yer alır. Çorlu, Yıldız dağlarından aşınan ve akarsulardan sürüklenen tortuların depolandığı bir dolgu bölgesidir. Ayrıca, bu bölge Ergene Havzası ile Marmara Kıyı Şeridi arasındaki su bölümünün de ayrım sınırındadır. İlçe'nin sahip olduğu toprakların büyük bir kısmı işlenebilen arazi niteliğindedir.

Çorlu ilçesi, iç kesimde yer alması nedeni ile Trakya' da en az yağış alan bölgedir. Hâkim rüzgârın yönü kuzey-kuzey doğudur ve rüzgârın hızı 3,6 m/sn kadar yükselir. Bu rüzgârlar fazla yağış getirmezler. Nemli hava kütlelerini getiren ve yağışa neden olan rüzgârlar güney-güneybatı yönlü lodos ve kıbledir. Kışın kendini hissettiren karayel ise soğuk hava dalgasını getirerek kar yağışına sebep olur.

Çorlu, Karadeniz ve Akdeniz arasında yer aldığı için bu iklim bölgelerinin etkileri altında kalır. Kuzeyden gelen soğuk hava kütleleri ile güneyden, Akdeniz ve Ege' den gelen hava akımları bölgenin iklimini belirler.

3.1.2 Bölgede Bulunan Organize Sanayi Kuruluşları

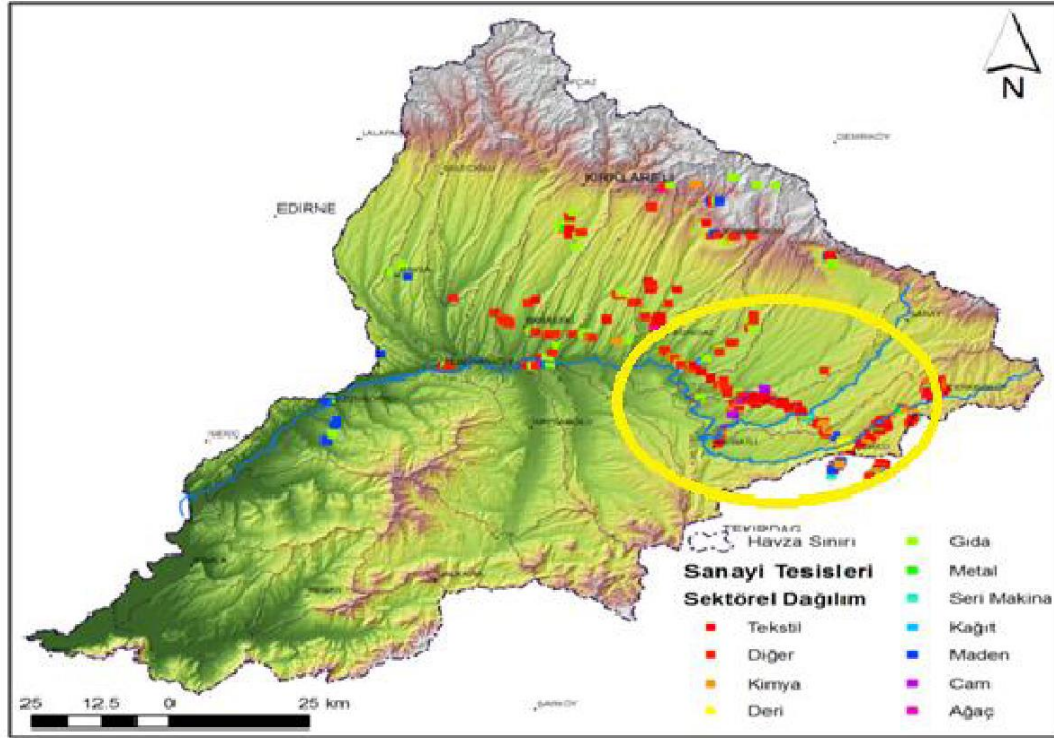
İstanbul ve Kocaeli illerinde yer kalmaması ve bu bölgelerin yükü kaldıramaması nedeniyle 1973 yılında alınan karar ile Çorlu-Çerkezköy'de yeni Organize Sanayi Bölgeleri (OSB)'nin kurulmasına başlanmıştır. Fakat bu Organize Sanayi Bölgelerindeki sanayi kuruluşları proses sularını yakın zamana kadar Ergene Nehri'nin bir kolu olan Çorlu Deresi'ne bırakmışlardır.

Sanayi tesisleri, Trakya Alt Bölgesi'ndeki bazı yerleşim yerlerine o bölgenin kaynaklarını kullanmak üzere münferit olarak yayılmış ise de, genellikle birkaç aks üzerinde yoğunlaşmıştır. Şekil 3.1'te görüldüğü gibi bu aksların en yoğun olanları bu şekildedir (Anonim 2010a).

- Çorlu - Velimeşe - Veliköy - Çerkezköy
- Çorlu - Marmaracık - Ulaş – Vakıflar - Misinli - Büyükkarıştıran - Lüleburgaz

- Çorlu - Türkgücü Köyü (Ergene Havzası dışındadır)
- Çorlu - Tekirdağ Yolu
- D-100 karayolu - Evrensekiz –Ahmetbey
- Büyükkarıştıran – Muratlı arası
- Uzunköprü – Keşan

Sanayi tesislerinin önemli bir kısmının, Ergene Nehri'nin başlangıcında yer alan Çorlu-Çerkezköy alt havzasında yoğunlaşması kirliliğin bu bölgeden itibaren başlamasına neden olmuştur. Havzada toplam altı adet OSB ve bir adet serbest bölge yer almaktadır. Ancak bu OSB'lerden Çerkezköy OSB ve Çorlu Deri OSB Endüstriyel faaliyet bakımından yoğun olup, diğer OSB'lerde henüz yeterli doluluk oranı sağlanamamıştır (Anonim 2010a).



Şekil 3.1 Sanayilerin Sektörlere Göre Bölgedeki Dağılımı (Anonim 2010a)

Bu bölgede bulunan bazı Organize Sanayi Kuruluşları ve faaliyet alanları şunlardır;

Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi, Çerkezköy ve Kapaklı ilçeleri olmak üzere iki belediye sınırı içerisinde kalan yaklaşık 1234 hektar alanı ile Türkiye'nin en büyük ve en köklü sanayi bölgelerinden biridir. İstanbul'a yakınlığı ve geniş ulaşım olanakları nedeniyle Bölgemiz, İstanbul sanayisinin gelişme alanı olma özelliği taşımaktadır.

Bölge dâhilinde toplam 321 büyük sanayi parseli bulunmakta olup, bu parsellerden 284'ü üretim, inşaat ve proje aşamasındadır. Bu tesislerden 29'u yabancı yatırımcılara aittir. Bunun dışında küçük sanayi sitesinde 39 adet küçük (3.000 m² altında) parsel bulunmakta olup, bu parsellerden 23'ü üretim, inşaat ve proje aşamasındadır. <http://www.cosb.org.tr> (erişim tarihi, 10.07.2014).

Velimeşe Organize Sanayi Bölgesi, Çorlu Belediyesi mücavir alanında kalan yulaflı köyü sanayi imar planına sahip bölge ile Velimeşe Belediyesi sanayi imar planına sahip bölgenin büyük bir kısmını içine alan Velimeşe Islah Organize Sanayi Bölgesi sınırı, toplamda 988,10 hektarlık alana sahiptir. Bölge içerisindeki 182 adet işletme genel olarak, tekstil, maden endüstrisi, enerji üretimi, lojistik ve depolama, akaryakıt gibi sanayi kollarında faaliyet göstermekte olup yeni düzenleme neticesinde OSB'miz bütünü ile Ergene ilçesi sınırlarında kalacaktır. <http://www.velimeseosb.org.tr/index.php?id=160> (erişim tarihi, 10.07.2014).

Çorlu Organize Sanayi Bölgesinin Kara, Deniz ve Havayolları ile Ulaşımaya uygunluğu nedeniyle Çorlu, Türk Sanayisinin dinamik bir merkezi konumundadır. Çorlu Deri Sanayicileri ise bu merkezde 1960'lı yıllardan beri faaliyetlerini sürdürmekte ve 1997 yılı Nisan ayından itibaren de Deri OSB olarak ülke ekonomisine hizmet etmektedirler. Bugün 130 hektar alana kurulmuş bulunan Çorlu Deri Organize Sanayi Bölgesi, 118 adet Deri Fabrikası, yıllık 25.000.000 küçükbaş, 50.000 ton büyükbaş hayvan derisi işleme kapasitesiyle Türkiye'deki deri üretiminin %37 sini gerçekleştirerek, 10.000 çalışanı ile ülke ekonomisine istihdam yaratan, dünyanın dört bir yanına ihraç eden çok önemli bir sanayi merkezi olmuştur. <http://www.corluderiosb.org.tr/> (erişim tarihi, 10.07.2014).

Veliköy Organize Sanayi Bölgesinde toplam 66 adet sanayi kuruluşu bulunmaktadır. Diğer sanayi kuruluşlarına oranla küçüktür. <http://www.vosb.org.tr/index.php?id=59> (erişim tarihi, 10.07.2014).

Türkiye'nin en büyük özel serbest bölgelerinden biri olan Avrupa Serbest Bölgesi (ASB), sanayi merkezi Tekirdağ'ın Çorlu İlçesi'nde, 2.000.000 m²'lik bir alan üzerinde, 1999 yılında faaliyetlerine başlamıştır. İstanbul'a ve diğer Avrupa metropollerine yakınlığı nedeniyle başta tekstil olmak üzere tüm yeni yatırımların odak noktası haline gelmiştir. İçerisinde faaliyette olan toplam 144 firma bulunan Avrupa Serbest Bölgesi'nde, en çok tekstil sektörüne ait firmalar yer almaktadır. www.asb.com.tr (erişim tarihi, 10.04.2014).

Çizelge 3.1 Toprak Numunelerinin Alındığı Yer

İstasyon	Kordinatlar		Mevki	Uzaklık
	N	E		
1.	41° 16' 46.1"	27° 59' 44.2"	Velimeşe-Çerkezköy yolu üzeri Fevzipaşa cad. Fevzipaşa mah.Çerkezköy.	Başlangıç Noktası
2.	41° 16' 33.8"	27° 59' 11.9"	Velimeşe-Çerkezköy yolu üzeri Fevzipaşa cad. Fevzipaşa mah.Çerkezköy Köprü altı. Çerkezköy.	1,01 km
3.	41° 16' 19.9"	27° 57' 51.1"	Velimeşe-Çerkezköy yolu üzeri Cumhuriyet mah.TCCD İstasyon Köprü. Çerkezköy.	3,06 km
4.	41° 15' 56.9"	27° 56' 27.8"	Veliköy-Karaağaç. Çerkezköy.	5,67 km
5.	41° 15' 35.8"	27° 54' 30.4"	Çerkezköy.	9,48 km
6.	41° 14' 43.4"	27° 52' 57.5"	Velimeşe yolu.Velimeşe Bld. Velimeşe köprü. Velimeşe.	13,1 km
7.	41° 14' 15.3"	27° 52' 44.2"	Çorlu.	15,2 km
8.	41° 13' 55.4"	27° 51' 22.5"	Atatürk cad.Çorlu.	16,7 km
9.	41° 12' 37.6"	27° 49' 59.4"	Çorlu cad.Yulaflı köyü. Çorlu.	21,7 km
10.	41° 12' 6.1"	27° 49' 14.8"	Atatürk cad.Yulaflı köyü. Çorlu.	23,3 km
11.	41° 11' 02"	27° 47' 09.4"	Çorlu Organize Sanayi Bölgesi. Küme evleri. Yeşiltepe Mah.59850 Marmaracık. Çorlu	27,9 km
12.	41° 10' 50.6"	27° 46' 37.8"	Çorlu Organize Sanayi Bölgesi. Yeşiltepe Mah. Tabakhaneler cd. Marmaracık.Çorlu	28,95 km
13.	41° 10' 35.4"	27° 46' 06"	Marmaracık. Çorlu	30,05 km
14.	41° 10' 20.5"	27° 44' 39.4"	Sağlık mah.Edirne cad.5.sok.Çorlu	32,19 km
15.	41° 10' 21.1"	27° 43' 20.5"	Sağlık mah-Sarı evler yolu üzeri. Çorlu	34,5 km
16.	41° 11' 4.7"	27° 47' 07.8"	Çorlu Organize Sanayi Bölgesi. Küme evleri. Yeşiltepe Mah.59850 Marmaracık. Çorlu	11.İstasyona 97 m
17.	41° 10' 52"	27° 46' 33.6"	Çorlu Organize Sanayi Bölgesi. Yeşiltepe Mah. Tabakhaneler cd. Marmaracık. Çorlu	12.İstasyona 110 m
18.	41° 10' 36.5"	27° 46' 5.8"	Marmaracık. Çorlu	13.İstasyona 38 m
19.	41° 10' 23.9"	27° 44' 38.1"	Sağlık mah.Edirne cad.5.sok.Çorlu	14.İstasyona 124 m
20.	41° 10' 23.1"	27° 43' 22.9"	Sağlık mah-Sarı evler yolu üzeri. Çorlu	15.İstasyona 91m

Çizelge 3.2 Su Numunelerinin Alındığı Yer

İstasyon	Kordinatlar		Mevki	Uzaklık
	N	E		
1.	41° 16' 46.1"	27° 59' 44.2"	Velimeşe-Çerkezköy yolu üzeri Fevzipaşa cad. Fevzipaşa mah.Çerkezköy.	Başlangıç Noktası
2.	41° 16' 33.8"	27° 59' 11.9"	Velimeşe-Çerkezköy yolu üzeri Fevzipaşa cad. Fevzipaşa mah.Çerkezköy Köprü altı. Çerkezköy.	1,01 km
3.	41° 16' 19.9"	27° 57' 51.1"	Velimeşe-Çerkezköy yolu üzeri Cumhuriyet mah.TCCD İstasyon Köprü. Çerkezköy.	3,06 km
4.	41° 15' 56.9"	27° 56' 27.8"	Veliköy-Karaağaç. Çerkezköy.	5,67 km
5.	41° 15' 35.8"	27° 54' 30.4"	Çerkezköy.	9,48 km
6.	41° 14' 43.4"	27° 52' 57.5"	Velimeşe yolu. Velimeşe köprü. Velimeşe. Velimeşe Bld.	13,1 km
7.	41° 14' 15.3"	27° 52' 44.2"	Çorlu.	15,2 km
8.	41° 13' 55.4"	27° 51' 22.5"	Atatürk cad.Çorlu.	16,7 km
9.	41° 12' 37.6"	27° 49' 59.4"	Çorlu cad.Yulaflı köyü. Çorlu.	21,7 km
10.	41° 12' 6.1"	27° 49' 14.8"	Atatürk cad.Yulaflı köyü. Çorlu.	23,3 km
11.	41° 11' 02"	27° 47' 09.4"	Çorlu Organize Sanayi Bölgesi. Küme evleri. Yeşiltepe Mah.59850 Marmaracık. Çorlu	27,9 km
12.	41° 10' 50.6"	27° 46' 37.8"	Çorlu Organize Sanayi Bölgesi. Yeşiltepe Mah. Tabakhaneler cd. Marmaracık. Çorlu	28,95 km
13.	41° 10' 35.4"	27° 46' 06"	Marmaracık. Çorlu	30,05 km
14.	41° 10' 20.5"	27° 44' 39.4"	Sağlık mah.Edirne cad.5.sok.Çorlu	32,19 km
15.	41° 10' 21.1"	27° 43' 20.5"	Sağlık mah-Sarı evler yolu üzeri. Çorlu	34,5 km



Şekil 3.2 Su ve Toprak Örneklerinin Toplandığı Noktaları Google Earth Görüntüsü

3.2 Metot

3.2.1 Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Toprak reaksiyonu analizi, 1:2,5 oranında toprağın sulandırılarak, cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Sağlam 2008).

Kireç analizi, TS 8335 ISO 10693:1996/Kalsimetrik, Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir.

EC analizi, TS 8334:1990/ TS ISO 11265; 1996/ Sature ortamda belirtildiği şekilde saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlik, elektrikli kondaktivitimetre aleti ile ($k=1$) ölçülerek toplam eriyebilir tuz içeriği belirlenmiştir.

Tekstür Tayini, Bouyoucos Hidrometre Yöntemi kullanılarak toprak kum, kil ve silt fraksiyonlarının yüzdeleri ile tespit edilerek bünye sınıfları belirlenmiştir (Tüzüner 1990).

Bazı ağır metal ve kirletici elementlerin analizleri, Toplam Sn, Pb, Cd, Hg, As, Ni, Cr, Co ve Ba analizleri TS ISO 14869-1 Ocak 2004 standardına uygun ICP -MS cihazında belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin basınç altında parçalanması, tartımı yapılan toprak örneklerinin TS EN 13805 Mart 2008 standardına uygun olarak kapalı sistem cihazlar kullanılarak basınç altında yapılmıştır.

İstatistik hesaplanması, Toprak numunelerinde tamamlayıcı istatistik değerlerinin ve karakterler arası korelasyon katsayılarının hesaplanmasında IBM SPSS Statistics 23 paket programı kullanılmıştır.

3.2.2 Su Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler

pH analizi, TS EN ISO 10523 standardına uygun şekilde pH metre aleti ile belirlenmiştir.

EC analizi, TS 9748 EN 27888 / Kondüktivimetrik standardına uygun şekilde elektrikli kondaktivitimetre aleti ile belirlenmiştir.

CO₃-HCO₃ Belirlenmesi, Su örneklerinin H₂SO₄ ile titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir (Sağlam 2008).

Suda Toplam Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Zn, Sn, Pb, Cd, Hg, As, Ni, Cr, Mn, Co ve Ba analizleri, Protection Agency Office of Water (EPA) 200.8 Standardına uygun olarak çalışılmış ve ICP-MS cihazında belirlenmiştir.

Suda Sodyum Adsorbsiyon Oranının (SAR) Belirlenmesi, TS-7739 standardına uygun olarak örneklerin ICP-MS cihazı ile yapılan analiz sonucunda elde edilen Na⁺, Ca⁺² ve Mg⁺² iyonlarının me/L cinsinden hesaplanıp değerlendirilmesi ile hesaplanmıştır.

Değişebilir Sodyum Değerinin (ESP) belirlenmesi, SAR değerinden yararlanılarak formüle edilmesi ile hesaplanmıştır (Richards,1954).

Suda Kalıcı Sodyum Karbonatın (RSC) belirlenmesi, (CO₃⁻²+HCO₃⁻¹) değerlerinden (Ca⁺²+Mg⁺²) iyonları farkının belirlenmesi ile hesaplamaktadır (Eaton 1950).

Sulama Suyu Sınıfının Belirlenmesi, TS-7739 standardına uygun olarak tuzluluk ve SAR değerlerini kullanılarak oluşturulan ABD Tuzluluk Sınıflandırmasında kullanılan ve CnSn olarak sembolize edilen sınıflandırma sistemine uygun olarak hesaplanmıştır.

İstatistik hesaplanması, Su numunelerinde tamamlayıcı istatistik değerlerinin ve karakterler arası korelasyon katsayılarının hesaplanmasında IBM SPSS Statistics 23 paket programı kullanılmıştır.

4 BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprak ve su örneklerinde bazı fizikokimyasal analizler, inorganik kirletici metaller, ekstrakte edilebilir ağır metaller ve ekstrakte edilebilir kirletici metallerin analizleri yapılmıştır. Bu analiz sonuçları ulusal ve uluslararası bazı tebliğ ve yönetmeliklere göre değerlendirilmiştir. Ayrıca elde edilen analiz sonuçları geçmiş yıllarda yapılan bazı çalışmalar ile kıyaslanmış olup son yıllarda yapılan ıslah çalışmalarının ne kadar etkili olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Özellikle su örneklerinin alınma dönemi, yağış miktarı, suyun debisi, sanayi kuruluşlarının atıklarını ne zaman akifere bıraktığı gibi bazı etkenler bu kıyaslanma sonuçlarını etkileyen faktörlerdir. Bu nedenle bu kıyaslanmanın anlamlı olabilmesi için örneklerin alınma zamanını geçmiş yıllarda yapılan çalışmalar ile aynı dönemde olmasına özen gösterilmeye çalışılmıştır. Böylece birçok etkenin benzer özellikte olduğu düşünülerek geçmiş dönemler yapılan çalışmalar ile kıyaslama yapılmıştır.

4.1 Su Örneklerinin Sulama Suyu Kriterleri Açısından Yapılan Bazı Analizler

Çorlu deresinden alınan su örneklerinin analiz sonuçları Anonim (2004)'de belirtildiği üzere sulama suyu sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kriterlerine göre aşağıda değerlendirilecektir. Sulama suyu sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kriterleri Çizelge 4.1'de, Çorlu Deresi sulama suyu kriterleri açısından yapılan analiz sonuçları ise Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Sulama Suyu Sınıflandırılmasında Esas Alınan Sulama Suyu Kriterleri (Anonim 2004).

	Sulama suyu sınıfı				
Kalite kriterleri	I. Sınıf su (çok iyi)	II. Sınıf su (iyi)	III. Sınıf su (kullanılabilir)	IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı)	V. sınıf su (zararlı) uygun değil
EC ₂₅ x10 ⁶	0-250	250-750	750-2000	2000-3000	> 3000
pH	6.5-8,5	6.5-8,5	6.5-8,5	6-9	<6 veya>9
Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na)	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Sodyum (mg Na ⁺ /l)	125	125	250	> 250	> 250
Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR)	< 10	10-18	18-26	> 26	
Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) meq/l mg/l	<1.25 < 66	1.25-2.5 66-133	> 2.5 > 133		
Klorür (Cl ⁻), meq/l mg/l	0-4 0-142	4-7 142-249	7-12 249-426	12-20 426-710	> 20 > 710
Sülfat (SO ₄ ⁻) meq/l mg/l	0-4 0-192	4-7 192-336	7-12 336-575	12-20 575-960	> 20 > 960
Toplam tuz konsantrasyonu (mg/l)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	> 2100
Bor konsantrasyonu (mg/l)	0-0.5	0.5-1.12	1.12-2.0	> 2.0	-
Sulama suyu sınıfı*	C ₁ S ₁	C ₁ S ₂ , C ₂ S ₂ , C ₂ S ₁	C ₁ S ₃ , C ₂ S ₃ , C ₃ S ₃ , C ₃ S ₂ , C ₃ S ₁	C ₁ S ₄ , C ₂ S ₄ , C ₃ S ₄ , C ₄ S ₄ , C ₄ S ₃ , C ₄ S ₂ , C ₄ S ₁	-
NO ₃ ⁻ veya NH ₄ ⁺ mg/l	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50

Çizelge 4.2 Sulama suyu sınıflandırılmasında esas alınan bazı sulama suyu analiz sonuçları

İstasyonlar	pH	EC ($\mu\text{mhos.cm}^{-1}$)	Na ⁺ (mg/L)	Na ⁺ (me/L)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (me/L)	K ⁺ (me/L)	Na ⁺ (%)	CO ₃ ²⁻ (me/L)	HCO ₃ ⁻ (me/L)	RSC (me/L)	ESP	SAR	Sulama Sınıfı
1.	7,7	161	55	2,4	4,0	0,2	36	0,0	3,0	< 0,0	1,2	1,7	C1-S1
2.	7,3	147	52	2,2	3,9	0,2	35	0,0	4,1	0,2	1,1	1,6	C1-S1
3.	7,1	736	384	16,7	19,6	0,2	46	0,0	4,5	< 0,0	6,1	5,3	C2-S1
4.	7,1	320	133	5,8	8,9	0,2	39	0,0	5,5	< 0,0	2,6	2,7	C2-S1
5.	7,3	787	532	23,7	26,4	0,4	47	0,8	9,4	< 0,0	7,6	6,5	C3-S1
6.	7,7	800	530	22,8	25,6	0,4	47	0,8	10,1	< 0,0	7,4	6,4	C3-S1
7.	7,5	944	499	21,1	23,7	0,4	47	0,8	9,2	< 0,0	7,1	6,1	C3-S1
8.	7,8	802	481	21,2	24,0	0,4	46	1,6	8,4	< 0,0	7,1	6,1	C3-S1
9.	7,6	801	499	21,5	24,8	0,5	46	1,6	8,2	< 0,0	7,0	6,1	C3-S1
10.	7,8	772	487	19,2	22,4	0,5	46	1,9	7,9	< 0,0	6,6	5,7	C3-S1
11.	7,9	701	366	16,7	18,9	0,3	47	1,6	8,4	< 0,0	6,2	5,4	C2-S1
12.	7,9	686	400	17,1	20,0	0,3	46	1,6	8,9	< 0,0	6,2	5,4	C2-S1
13.	7,8	648	369	15,8	18,2	0,3	46	1,6	8,6	< 0,0	6,0	5,2	C2-S1
14.	7,8	715	370	15,8	18,4	0,3	46	1,6	9,1	< 0,0	5,9	5,2	C2-S1
15.	7,9	658	359	15,5	17,9	0,3	46	1,6	8,6	< 0,0	5,9	5,2	C2-S1
Maksimum	7,9	944	532	23,7	26,4	0,5	47	1,9	10,1	0,2	7,6	6,5	
Minimum	7,1	147	52	2,2	3,9	0,2	35	0	3	< 0,0	1,1	1,6	
Ortalama	7,6	645,2	367,7	15,8	18,4	0,3	44,4	1,0	7,6	0,2	5,6	5,0	

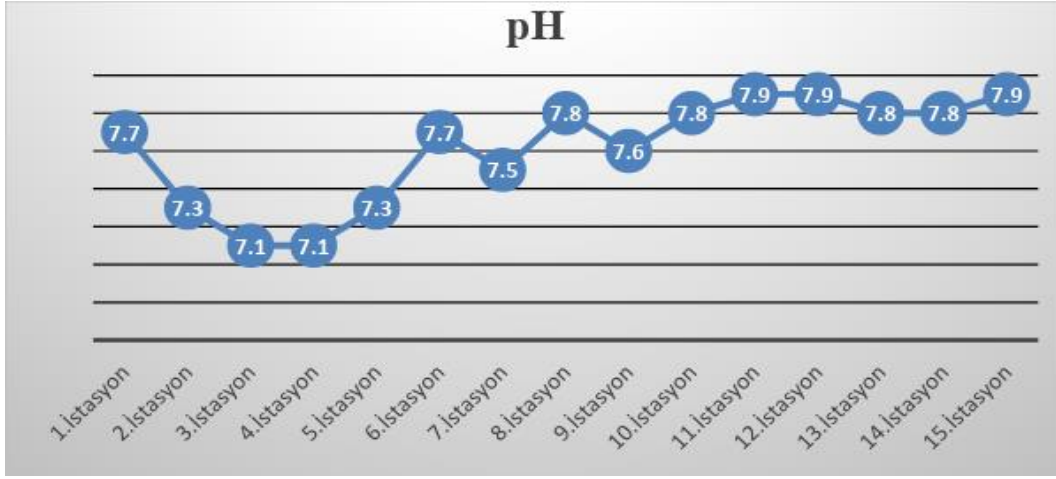
Ayrıca sulama suyu sınıflandırılmasında esas alınan bazı sulama suyu kriterleri analiz sonuçları ile ilgili tamamlayıcı istatistik değerleri hesaplanmış olup sonuçların gösterildiği tablo Çizelge 4.3’te verilmektedir.

Çizelge 4.3 Bazı Sulama Suyu Kriterleri Analiz Sonuçları Tanımlayıcı İstatistik Değerleri

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sap	
	İstatistic	İstatistic	İstatistic	İstatistic	Std. Hata	İstatistic
pH	15	7.1	7.9	7.613	.0736	.2850
EC ($\mu\text{mhos.cm}^{-1}$)	15	147	944	645.20	61.905	239.756
Na⁺ (mg/L)	15	52	532	367.73	41.908	162.307
Na⁺ (me/L)	15	2.2	23.7	15.833	1.8003	6.9725
(Ca⁺⁺) + (Mg⁺⁺)	15	4	26	18.45	1.883	7.293
K⁺	15	.2	.5	.327	.0267	.1033
Na⁺ (%)	15	35	47	44.40	1.059	4.102
CO₃⁻	15	0	2	1.03	.188	.729
HCO₃⁻	15	3	10	7.59	.565	2.190
RSC	15	0	0	.01	.013	.052
ESP	15	1.1	7.6	5.600	.5547	2.1484
SAR	15	1.6	6.5	4.973	.4174	1.6166
Valid N (listwise)	15					

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan pH analizleri değerleri 7,1 ile 7,9 arasında değiştiği ortalama sonucun 7,6 olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.1’e göre yapılan değerlendirmeye göre I. II ve III. sınıf su olduğu belirlenmiştir. pH açısından herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir. Su örneklerinin pH içeriklerini gösteren grafik Şekil 4.1’de gösterilmektedir.



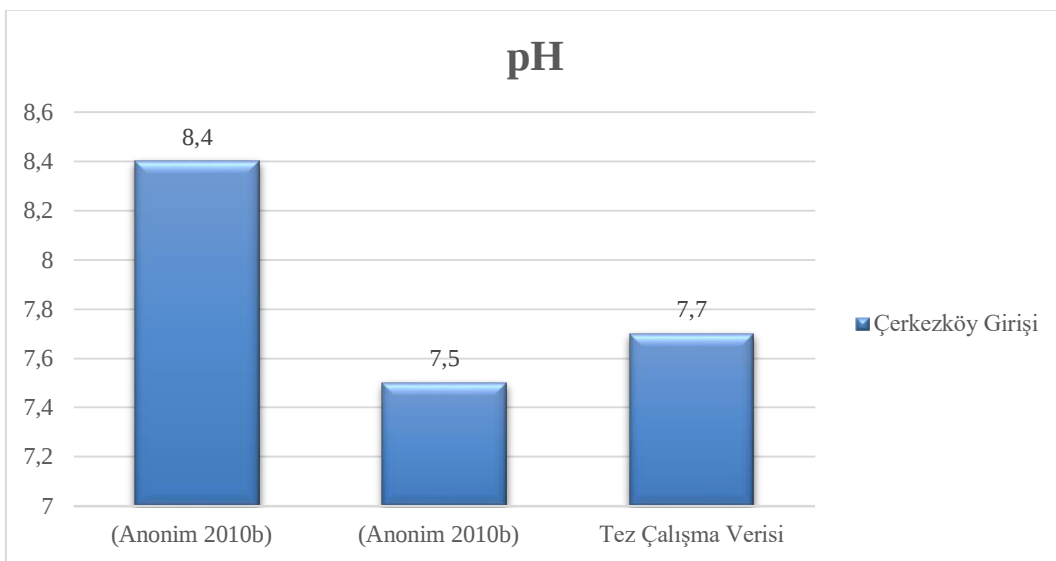
Şekil 4.1 Su Örneklerinin pH İçeriği

Bu araştırmada Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin pH sonuçları 7,7 olarak ölçülmüştür. Çorlu güzergâhına yaklaşıldıkça değerlerin çok az arttığı gözlenmiştir.

Ergene Havzasındaki dere ve nehirlerde yapılan bir araştırmada kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde pH sonuçları 1978 yılında 8,4 iken 2009 yılında 7,5 olarak ölçülmüştür (Anonim 2010b).

Bu sonuçlara göre Çorlu Deresinin Çerkezköy girişinden 2009 yılından günümüze çok büyük değişiklikler gözlenmemiştir.

(Anonim 2010b), 1978-2009 yıllarında yaptığı pH analiz sonuçları ile bu araştırmada Çerkezköy girişinde elde edilen pH analiz sonucunun karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.2' de aşağıda verilmiştir.

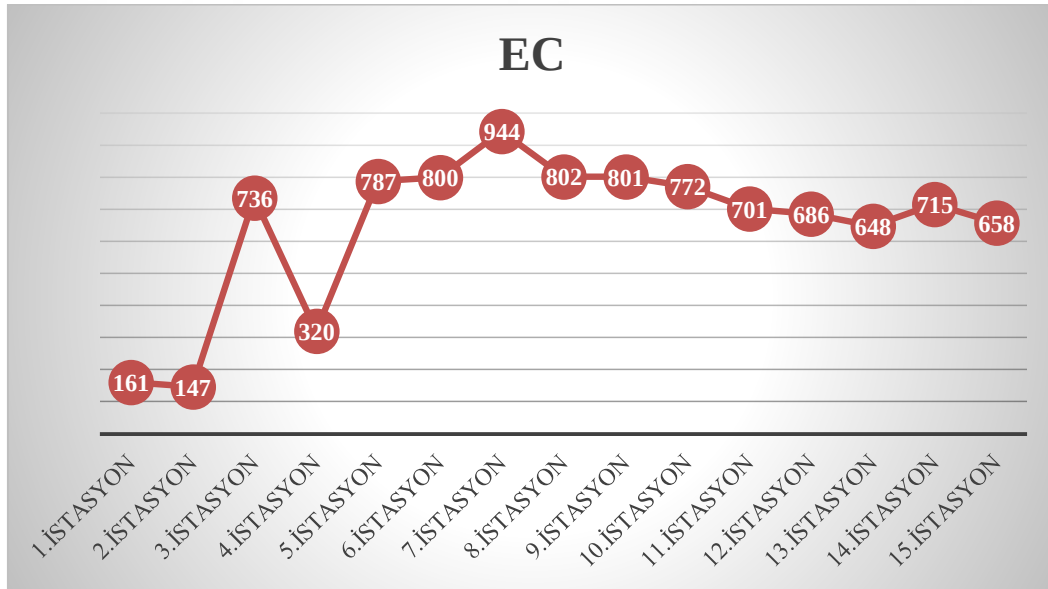


Şekil 4.2 pH Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan elektriksel iletkenlik analiz değerleri 147-944 $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$ arasında değiştiği ortalama sonucun 645 $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$ olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.1’de elektriksel iletkenlik açısından yapılan değerlendirmeye göre 1.ve 2. istasyonlar I. sınıf su, 3. 4. 11. 12. 13. 14. 15. istasyonların II. sınıf su, 5. 6. 7. 8. 9. 10.istasyonların III. sınıf su sınıf su, olduğu belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik açısından sulama suyu olarak kullanılmasında herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir. Fakat elektriksel iletkenlik açısından en düşük değer olan 2. istasyon ile en yüksek değer olan 7. istasyon arasındaki artış yaklaşık olarak 6,5 katı kadardır.

Su örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.3’te gösterilmektedir.



Şekil 4.3 Su Örneklerinin EC Değerleri İçeriği, $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$

Ordu (2005), yılında yapmış olduğu çalışma sonuçlarına göre Ergene Nehri kaynakta I. sınıf su kalite kriterlerini sağlamaktadır, fakat özellikle Çorlu Deresi ile birleştikten sonra bu suyun taşıdığı aşırı kirlilik yükü sebebi ile su kalitesinin bozulduğu gösterilmiştir.

1981 yılı verilerine göre elektriksel iletkenlik parametresi tüm noktalarda II. sınıf (iyi) su kalitesinde, 1990 yılı verilerine göre EC parametresi Çorlu Köprüsü (Ergene Deresi) dışında tüm noktalarda III. sınıf (kullanılabilir) su kalitesine düşmüştür.

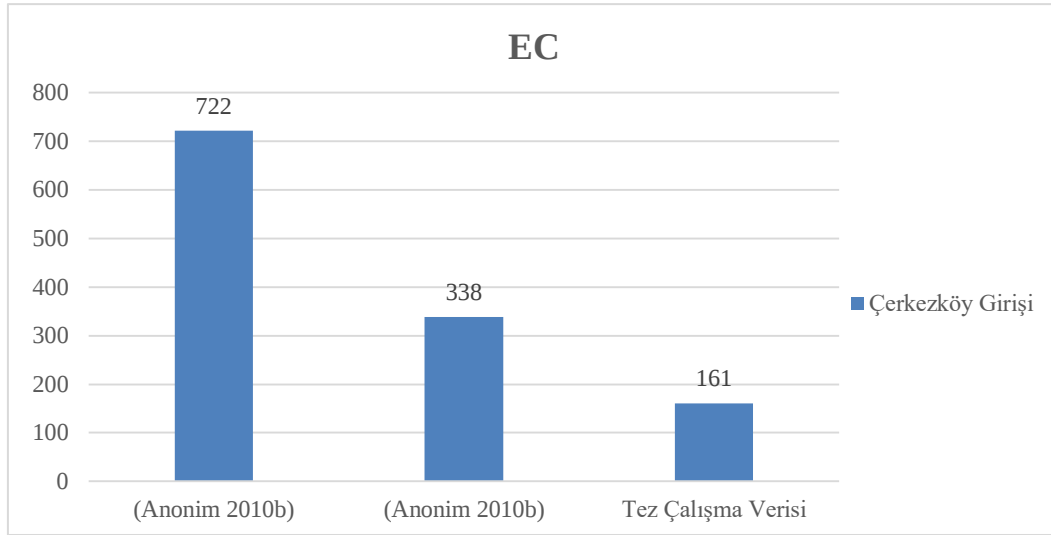
1996 ve 2002 yılı verilerine göre EC parametresi memba noktası dışında III.- IV. - V. sınıf su kalitesine düşmüştür.

(Anonim 2010b), Ergene havzasındaki dere ve nehirlerde yaptığı kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi’nin Çerkezköy girişinde elektriksel iletkenlik sonuçları 1978

yılında 722 $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$ iken 2009 yılında 338 $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$ olarak ölçülmüş olup düşüş gözlenmektedir.

Bu araştırmada Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin elektriksel iletkenlik sonuçları 161 $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$ iken Çorlu güzergahına yaklaşıldıkça değerlerin artış olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre Çorlu Deresinin Çerkezköy girişinden başlayarak sanayileşmenin çok olduğu Çorlu bölgesine yaklaştıkça Elektriksel İletkenlik açısından ileriki yıllarda problem olabileceği görülmektedir.

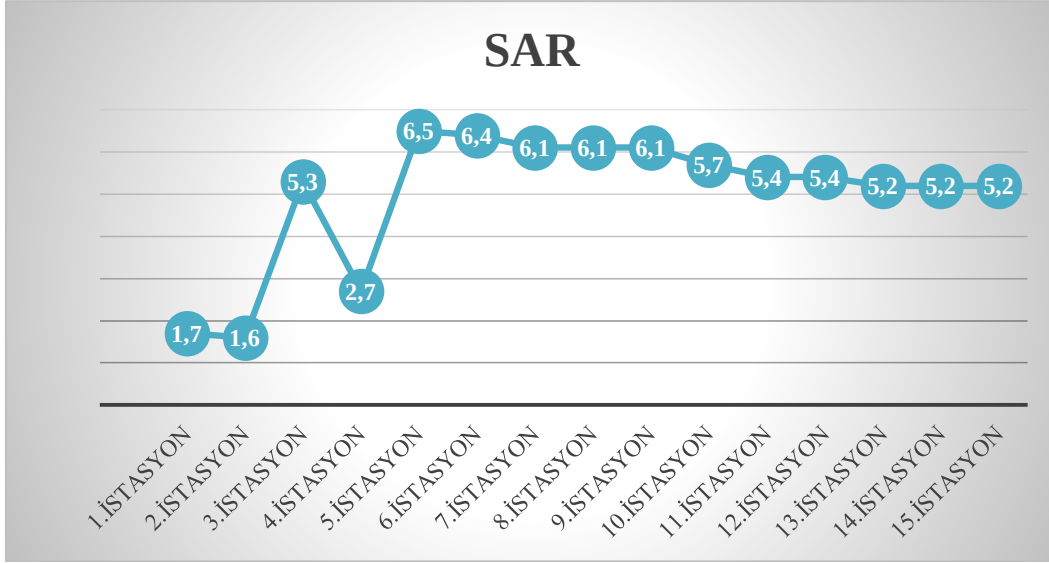
Şekil 4.4' te (Anonim 2010b), 1978-2009 yıllarında yaptığı elektriksel iletkenlik sonuçları ile bu araştırmada Çerkezköy girişinde elde edilen elektriksel iletkenlik analiz sonucunun karşılaştırıldığı grafik aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.4 EC Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu, $\mu\text{mhos.cm}^{-1}$

15 istasyonda yapılan su örneklerinin SAR analizleri değerleri 1,6 ile 6,5 arasında değiştiği ortalama sonucun 5,0 olduğu görülmüştür. Çizelge 4.1'e göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlar I. sınıf su olduğu belirlenmiştir. SAR açısından herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir.

Su örneklerinin SAR değerleri içeriğini gösteren grafik şekil 4.5'de gösterilmektedir.

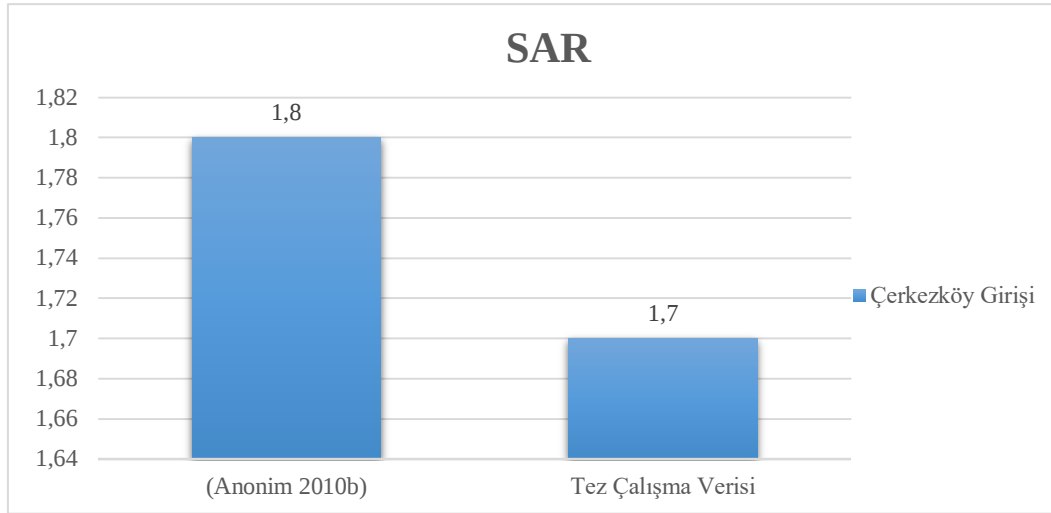


Şekil 4.5 Su Örneklerinin SAR Değerleri İçeriği

Bu araştırma sonucunda Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin SAR değeri 1,7 olarak ölçülmüş olup Ergene Havzasındaki dere ve nehirlerde Anonim (2010b)' nin yaptığı kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde SAR sonuçları 2009 yılında 1,8 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara incelendiğinde geçmiş yıllardaki sonuçlar ile ciddi bir değişiklik gözlenmemiştir.

Çorlu güzergâhına yaklaşıldıkça değerlerin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinden başlayarak sanayileşmenin çok olduğu Çorlu bölgesine yaklaştıkça SAR açısından çok ciddi bir artış gözlenmiş olup önlem alınmadığı takdirde problem olabileceği görülmektedir.

(Anonim 2010b), 2009 yılında yaptığı SAR analiz sonuçları ile bu araştırmada Çerkezköy girişinde elde edilen SAR analiz sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 4.6' da verilmektedir.



Şekil 4.6 SAR Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan SAR analizleri değerleri ve elektriksel iletkenlik analizleri değerleri göz önüne alınarak sınıflandırma yapılmıştır. Çizelge 4.1'e göre yapılan değerlendirmeye göre 1. ve 2. istasyonların I. sınıf su, 3. 4. 11. 12. 13. 14. ve 15. istasyonların II. sınıf su ve 6. 7. 8. 9. ve 10. istasyonların III. sınıf su olduğu belirlenmiştir. Sulama Suyu Sınıfı açısından kullanılmasında herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir.

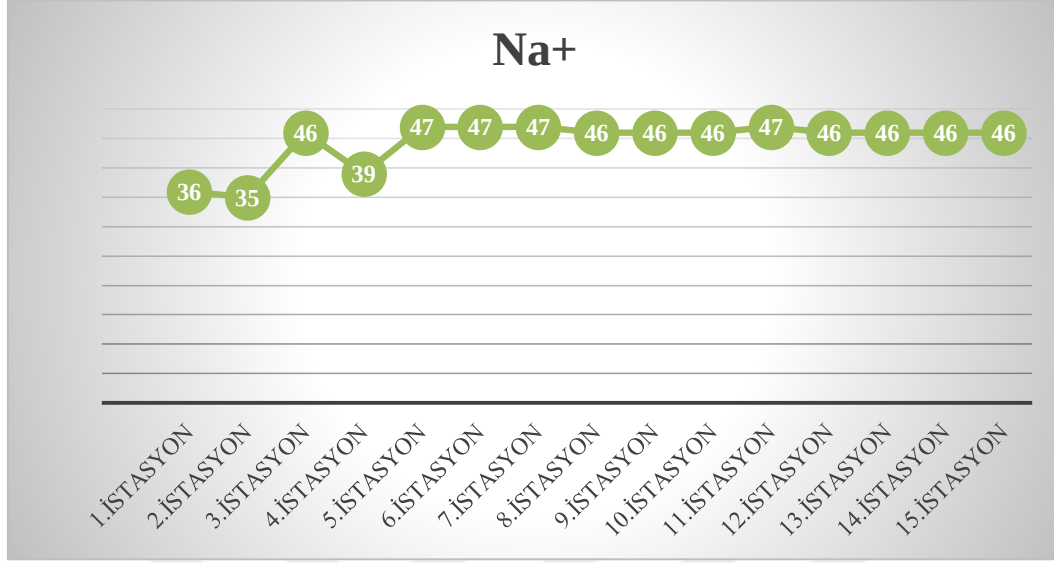
Ordu (2005), yapmış olduğu çalışma sonuçlarına göre Ergene Nehri kaynakta I. sınıf su kalite kriterlerini sağlamaktadır, fakat özellikle Çorlu Deresi ile birleştikten sonra bu suyun taşıdığı aşırı kirlilik yükü sebebi ile su kalitesinin bozulduğu gösterilmiştir. 1981 yılı verilerine göre Cl^- parametresi I. Sınıf (çok iyi) su kalitesinde, 1990 yılı verilerine göre Cl^- parametresi derelerin memba kısmında I. sınıf niteliğini korurken diğer noktalarda II.- III. sınıf ve hatta Çerkezköy çıkışında IV. sınıf su kalitesine düşmüş, 1996 ve 2002 yılı verilerine göre Cl^- parametresi III. -IV. sınıf su kalitesine düştüğü görülmüştür.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlara göre Çerkezköy girişinde su sınıfı açısından I. sınıf, Çorlu'ya yaklaşıldığında III. sınıf su kalitesinde, Çorlu bölgesinden uzaklaşıldığın su kalitesinin biraz iyileştiği ve II. sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir. Bu durumda geçmiş yıllara göre sulama suyu sınıfı açısından bir iyileşme olduğu göze çarpmaktadır.

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan % Na^+ analizleri değerleri % 35,5 ile % 46,9 arasında değiştiği ortalama sonucun % 44,3 olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.1'e göre yapılan değerlendirmeye göre 1. 2. ve 4. istasyonların I. sınıf su, diğer istasyonların II. sınıf su olduğu belirlenmiştir. % Na^+ açısından sulama suyu olarak kullanılmasında herhangi bir sorun olmadığı ve istasyonlar arasındaki dalgalanmanın fazla

olmadığı görülmektedir. Su örneklerinin % Na⁺ değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.7’de gösterilmektedir.

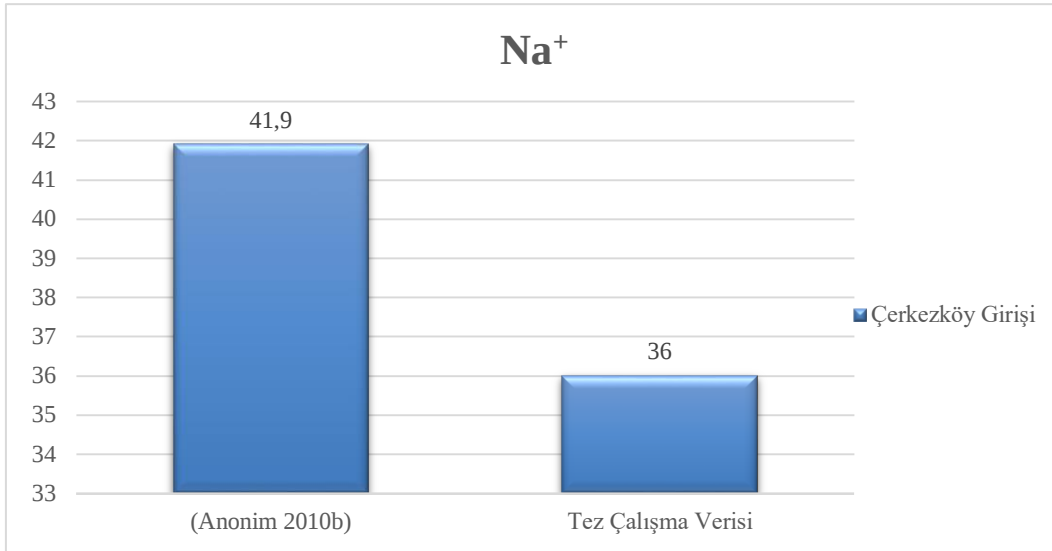


Şekil 4.7 Su Örneklerinin Na⁺ Değerleri İçeriği, %

Bu araştırmada elde edilen sonuçlara göre Çorlu Deresi’nin Çerkezköy girişinin % Na⁺ değeri % 36 olarak ölçülmüş olup Çorlu güzergâhına yaklaşıldıkça değerlerin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre Çorlu Deresinin Çerkezköy girişinden başlayarak sanayileşmenin çok olduğu Çorlu bölgesine yaklaştıkça % Na⁺ açısından ileriki yıllarda problem olabileceği görülmektedir.

Ergene havzasındaki dere ve nehirlerde yapılan kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi’nin Çerkezköy girişinde % Na⁺ sonuçları 2009 yılında %41,6 olarak ölçülmüştür (Anonim 2010b). 2009 yılında yapılan analiz sonucuna göre bir düşüş olduğu gözlenmektedir.

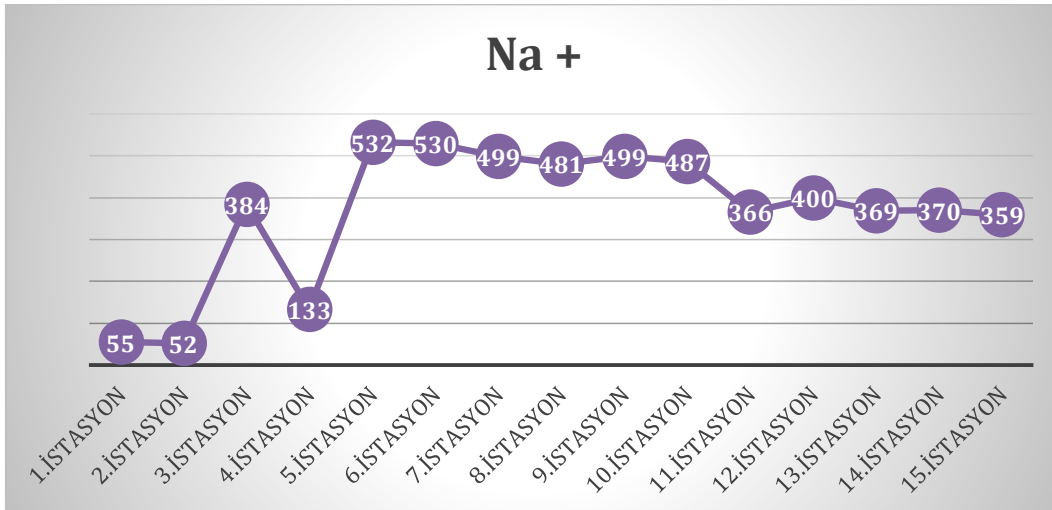
(Anonim 2010b), 2009 yılında yaptığı % Na analiz sonuçları ile bu araştırmada Çerkezköy girişinde elde edilen % Na analiz sonuçlarının karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.8’ de verilmiştir.



Şekil 4.8 Na⁺ Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu, %

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan Na⁺ analizleri değerleri 52 mg/L ile 532 mg/L arasında değiştiği ortalama sonucun 368 mg/L olduğu görülmüştür. Çizelge 4.6'ya göre yapılan değerlendirmeye göre 1. ve 2.istasyonların I. sınıf su, 4. istasyonun II. sınıf su, diğer istasyonların IV. sınıf su olduğu belirlenmiştir. Na⁺ açısından sulama suyu olarak kullanılmasının uygun olmadığı görülmektedir. Na⁺ açısından en düşük değer olan 1.istasyon ile en yüksek değer olan 5. istasyon arasında yaklaşık olarak 10 katı kadar arttığı ve bu durumun çok sıkıntılı sonuçlar oluşturacağı görülmektedir.

Su örneklerinin Na⁺ değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4. 9'de gösterilmektedir.



Şekil 4.9 Su Örneklerinin Na⁺ Değerleri İçeriği, mg/L

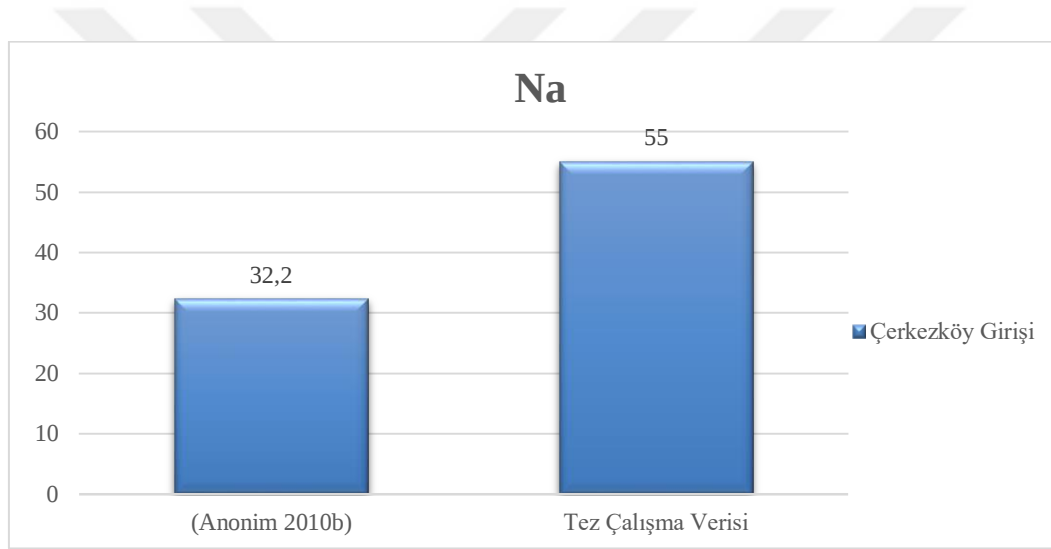
Bu çalışma sonucunda Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin Na⁺ değeri 55 mg/L olarak ölçülmüştür. Çorlu güzergâhına yaklaşıldıkça değerlerin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlara

göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinden başlayarak sanayileşmenin çok olduğu Çorlu bölgesine yaklaştıkça Na^+ açısından çok ciddi bir artış gözlenmiş olup ileriki yıllarda daha büyük problem olabileceği görülmektedir.

Ergene havzasındaki dere ve nehirlerde yaptığı kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde Na^+ sonuçları 2009 yılında 32,2 mg/L olarak ölçülmüştür

Anonim (2010b)' nin elde ettiği analiz sonucu ile bu aştırma sonucunda elde edilen değerler kıyaslandığında 55 mg/L'ye artış olduğu saptanmıştır. Bu durumda Na^+ açısından dikkat edilmesi gerekmektedir.

Şekil 4.10' de (Anonim 2010b)' nin 2009 yılında yaptığı Na^+ analiz sonuçları ile bu araştırmada Çerkezköy girişinde elde edilen Na^+ analiz sonuçlarının karşılaştırıldığı grafik aşağıda verilmiştir.



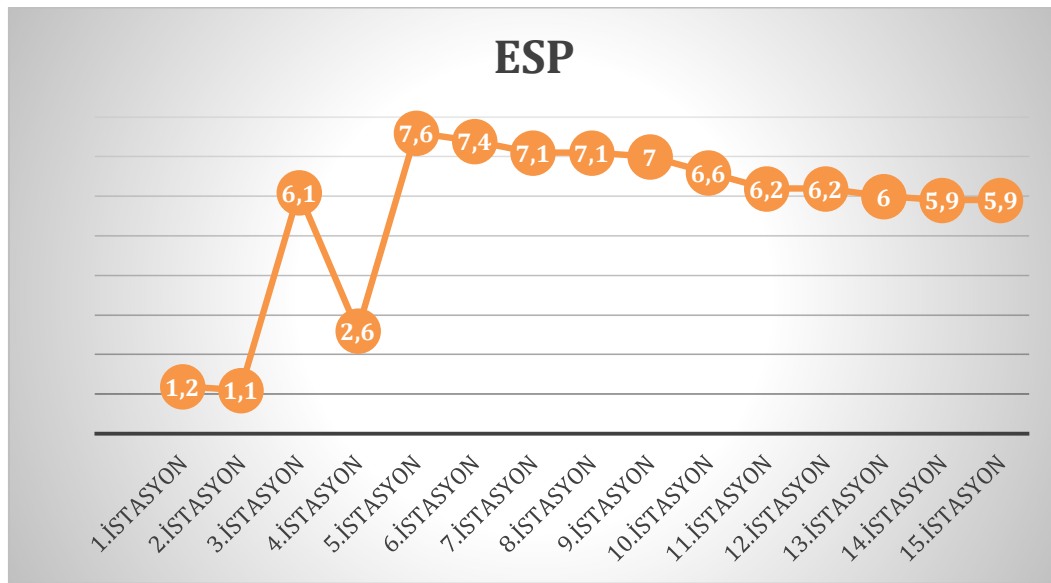
Şekil 4.10 Na^+ Değerlerinin Değişim Yıllara Göre Durumu, mg/L

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan ESP analizleri değerleri % 1,1 ile % 7,6 arasında değiştiği ortalama sonucun % 5,6 olduğu görülmüştür. Çizelge 4.4'e göre yapılan değerlendirmeye göre kullanım açısından herhangi bir sorun olmadığı belirlenmiştir. Fakat en büyük değeri ile en küçük değeri arasında yaklaşık 7 katı kadar artış görülmektedir.

Çizelge 4.4 ESP Sınır Değeri, Richards (1954)

Sınır Aralığı	Değerlendirme
< % 15	Uygun
≥ % 15	Uygun Değil

Su örneklerinin ESP değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.11’de gösterilmektedir.

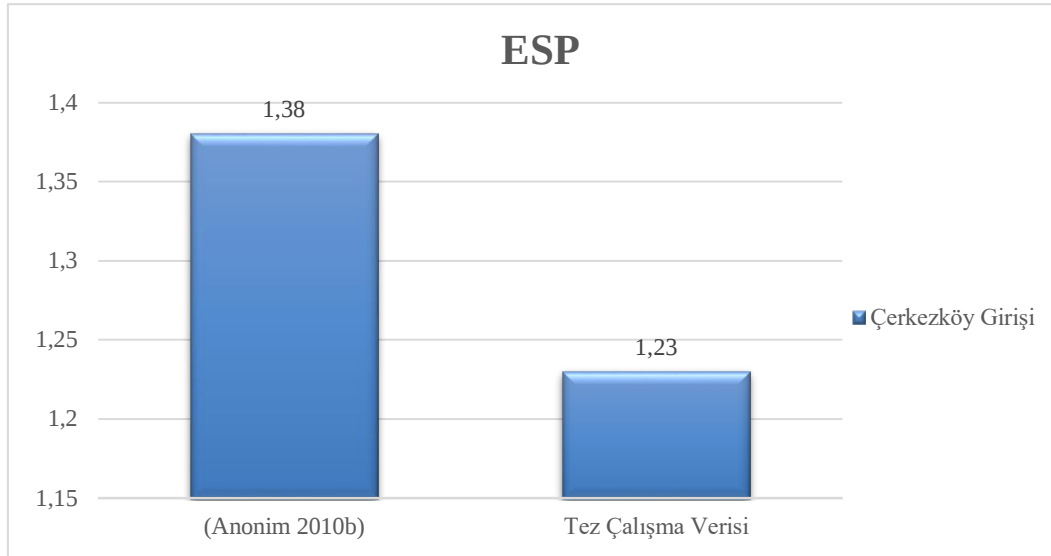


Şekil 4.11 Su Örneklerinin ESP Değerleri İçeriği, %

Çorlu Deresi’nin Çerkezköy girişinde ESP sonuçları 2009 yılında 1,38 olarak ölçülmüştür (Anonim 2010b). Bu araştırma sonucunda ise Çorlu Deresi’nin Çerkezköy girişinin ESP değeri 1,23 olarak ölçülmüş olup ciddi bir değişiklik gözlenmemiştir.

Çorlu güzergâhına yaklaşıldıkça değerlerin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre Çorlu Deresi’nin Çerkezköy girişinden başlayarak sanayileşmenin çok olduğu Çorlu bölgesine yaklaştıkça ESP açısından çok ciddi bir artış gözlenmiş olup önlem alınmadığı takdirde problem olabileceği görülmektedir.

Şekil 4.12’te (Anonim 2010b)’nin 2009 yılında yaptığı ESP analiz sonuçları ile bu araştırma sonucunda Çerkezköy girişinde elde edilen ESP analiz sonuçlarının karşılaştırıldığı grafik aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.12 ESP Değerlerinin Yıllara Göre Değişim Durumu, %

Sulama suyunda bulunan ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) değeri ($\text{CO}_3^{-2} + \text{HCO}_3^{-}$) değerinden fazla olduğundan dolayı RSC değeri hesaplanmamıştır. Su örneklerinde bulunan CO_3^{-} ve HCO_3^{-} sodyumla birleşerek Na_2CO_3 meydana getirecek, bu sebeple karbonat (CO_3^{-}) ve bikarbonat (HCO_3^{-}) değerleri bulunmayacak dolayısıyla zararlı etki yapmayacaklardır.

2. istasyonda RSC değeri 0,2 me/L olarak bulunmuştur. Bu değer Çizelge 4.5'te verilen USA sınıflamasına göre $< 1,25$ me/L olduğundan kullanımı açısından emniyetli olup I. sınıf su olduğu belirlenmiştir. RSC açısından kullanılmasında herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.5 USA sınıflamasına göre RSC, me/L

Sınıf Düzeyi	Sınır Aralığı	Değerlendirme
1.Sınıf Su	$< 1,25$	İyi
2.Sınıf Su	1,25-2,50	Orta
3.Sınıf Su	$> 2,5$	Uygun Değil

Analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi daha iyi anlayabilmek için korelasyon analizi yapılması gerekmektedir.

Korelasyon analizi, numerik olan iki değişken arasındaki (lineer) ilişkinin gücünü ve anlamlılığını ortaya koyan bir analizdir. Pearson korelasyon katsayısı “r” olup, çalışılan iki değişken arasındaki etkileşimin derecesini ölçer. Bu katsayı, (-1) ile (+1) arasında bir değer alır. r'nin herhangi bir birimi yoktur. r'nin -1'e yakın olması, bu değişkenler arasında güçlü bir

negatif ilişki olduğunu, +1'e yakın olması da güçlü pozitif ilişki olduğunu işaret eder. Korelasyon katsayısı 0 ise söz konusu değişkenler arasında doğrusal bir ilişki yoktur. r'nin değeri sadece örneklemedeki değişkenlerin en az ve en çok değerleri arasında geçerlidir. Çalışmalarda sıfır hipotezi test edilirken örnekleme sayısı 10 veya üstünde olması nedeni ile Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Değişkenler arasında doğrusal olmayan bir ilişki olması durumunda veya çok uç değerleri barındırması durumunda r'yi hesaplamak yanıltıcı olabilir. Örneklemedekinden daha küçük veya büyük değerler için bir yorum yapılamaz. Değişkenlerin yerlerinin değişmesi korelasyon katsayısını yönünü ve şiddetini değiştirmez çift yönlüdür. Çalışmamızda korelasyon katsayısını (r) yorumlamak için kullanılacak aralıklar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Korelasyon katsayısı (r)'nin sınıflandırılması (Cohen, 1988).

Korelasyon	Negatif	Pozitif
Düşük	-0,29 ile -0,10	0,10 ile 0,29
Orta derecede	-0,49 ile -0,30	0,30 ile 0,49
Yüksek	-0,50 ile -1,00	0,50 ile 1,00

Ayrıca korelasyon testinin yorumlanması için p değerinin hangi aralıklarda anlamlı hangi aralıklarda anlamsız olduğunu bilmemiz gerekli. Bu nedenle p değerinin yorumlanması için aşağıdaki bilgilerden yararlanacağız.

$0.01 \leq p < 0.05$ → İstatiksel anlamlılık

$0.001 \leq p < 0.01$ → Yüksek düzeyde istatiksel anlamlılık

$p < 0.001$ → Çok yüksek düzeyde istatiksel anlamlılık

$0.05 \leq p < 0.1$ → Anlamlılık eğilimi (sınırdan anlamlılık)

$p < 0.1$ → Fark Tesadüften ileri gelmiştir.

IBM SPSS Statistics 23 paket programı yardımı ile yapılan korelasyon testinde bazı sonuçlar ** $p = 0.01$ (%99 güven aralığı) anlamlılık düzeyinde, bazı sonuçlar ise * $p = 0.05$ (%95 güven aralığı) anlamlılık düzeyinde sonuç vermiştir. Korelasyon değerinin 1'e yakın olması parametreler arasındaki ilişkinin gücünü gösterir.

Bu sonuçlara göre eğer pozitif bir korelasyon var ise iki değişkenin de istasyonlar arasında doğru orantılı olarak arttığı yani bir değişken arttığında diğesinin de arttığı, negatif bir

korelasyon mevcut ise istasyonlar arasında bir değişken artarken diğer değişkenin azaldığı anlaşılmaktadır.

Su örneklerinde yapılan bazı sulama suyu kriterleri analiz sonuçları arasındaki ilişki konusunda yorum yapabilmek için korelasyon katsayısının hesaplanması yapılmış ve değerler Çizelge 4.7 'de verilmiştir. Bu çizelge incelendiğinde bazı analiz sonuçları arasında yüksek pozitif ilişki olduğu görülmektedir.

pH ve CO_3^{-2} sonuçları kendi aralarında 0.01 anlamlılık düzeyinde önemli bulunduğu, diğer analiz parametreleri ile anlamlı herhangi bir korelasyon vermediği görülmektedir.

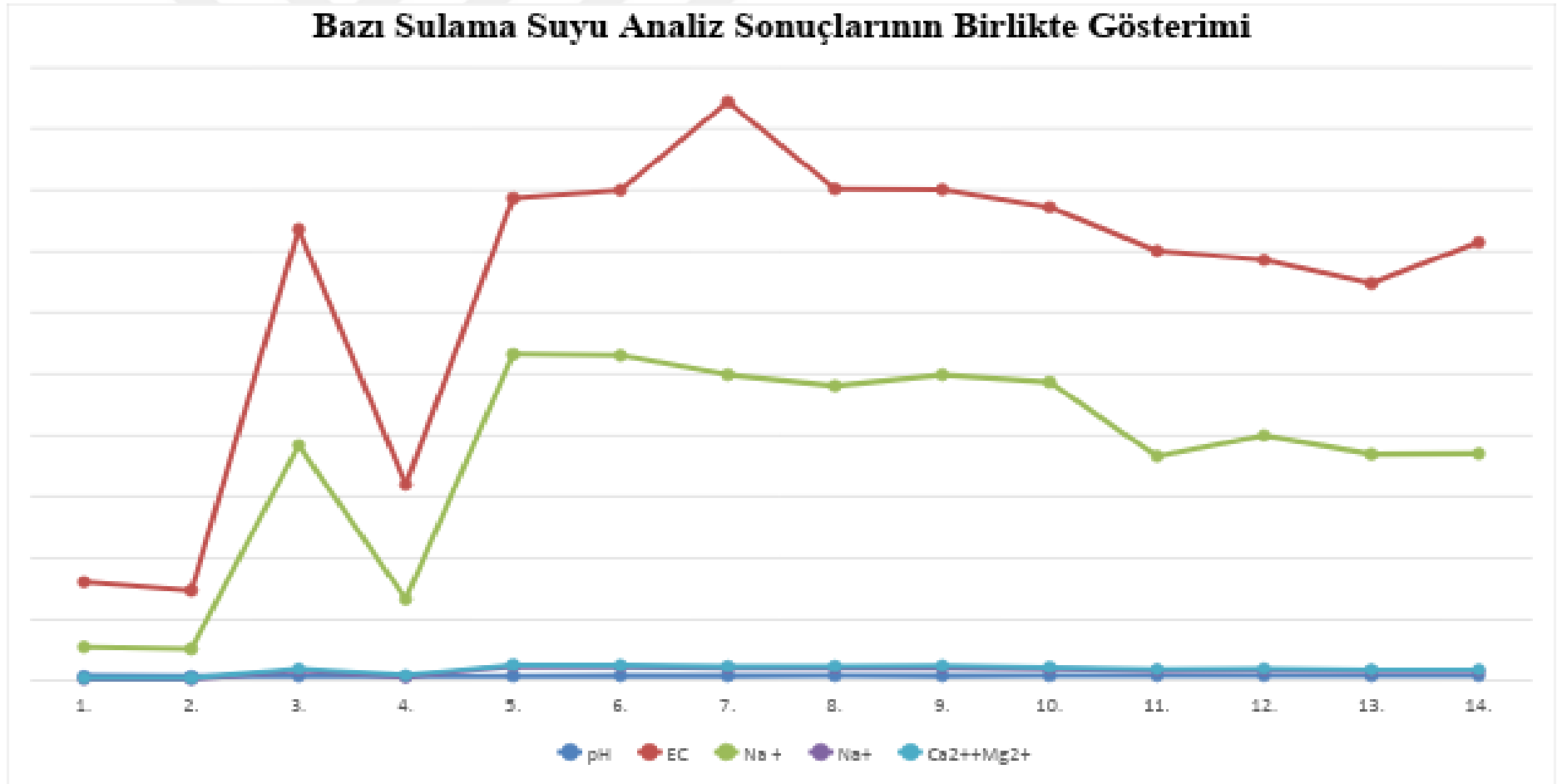
EC ($\mu\text{mhos.cm}^{-1}$) , Na^+ (mg/L) , Na^+ (me/L) , $(\text{Ca}^{2+}) + (\text{Mg}^{2+})$, K^+ , $\text{Na}^+(\%)$, HCO_3 , ESP, SAR değerleri kendi aralarında 0.01 anlamlılık düzeyinde, CO_3^{-2} ile 0.05 anlamlılık düzeyinde, RSC ile de negatif 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

İstasyonlar arasında bütün analiz parametrelerinin nasıl bir değişiklik gösterdiğini ve birbiri ile olan ilişkilerini daha iyi anlatabilmek için analiz sonuçlarının birlikte gösterildiği bazı grafikler verilmektedir. Bu grafiklerin verilme amacı istasyonlar arasındaki ilişkilerin görsel olarak belirlemektir. Bu nedenle bütün parametreler aynı birimde hesaplanmamıştır.

Ayrıca aralarındaki ilişki bakımından yüksek pozitif ilişki bulunan bazı parametrelerin birlikte gösterildiği grafik Şekil 4.13'te sunulmuştur. Bu grafik incelendiğinde analiz sonuçlarının istasyonlar arasındaki göstermiş olduğu değişim büyük ölçüde benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.7 Bazı Sulama Suyu Kriterleri Analiz Sonuçları Korelasyon Değerleri

		pH	EC ($\mu\text{hos.cm}^{-1}$)	Na ⁺ (mg/L)	Na ⁺ (me/L)	(Ca ²⁺) + (Mg ²⁺)	K ⁺	Na ⁺ (%)	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	RSC	ESP	SAR
pH	Pearson Correlation	1	.277	.278	.266	.247	.351	.374	.802(**)	.502	-.304	.313	.312
EC ($\mu\text{hos.cm}^{-1}$)	Pearson Correlation		1	.971(**)	.968(**)	.968(**)	.731(**)	.962(**)	.617(*)	.812(**)	-.575(*)	.980(**)	.979(**)
Na ⁺ (mg/L)	Pearson Correlation			1	.996(**)	.997(**)	.818(**)	.933(**)	.619(*)	.832(**)	-.538(*)	.987(**)	.989(**)
Na ⁺ (me/L)	Pearson Correlation				1	.999(**)	.791(**)	.938(**)	.603(*)	.835(**)	-.541(*)	.990(**)	.993(**)
(Ca ²⁺) + (Mg ²⁺)	Pearson Correlation					1	.796(**)	.936(**)	.601(*)	.829(**)	-.552(*)	.989(**)	.992(**)
K ⁺	Pearson Correlation						1	.631(*)	.652(**)	.689(**)	-.339	.740(**)	.749(**)
Na ⁺ (%)	Pearson Correlation							1	.688(**)	.841(**)	-.634(*)	.976(**)	.972(**)
CO ₃ ²⁻	Pearson Correlation								1	.743(**)	-.392	.652(**)	.649(**)
HCO ₃ ⁻	Pearson Correlation									1	-.441	.850(**)	.852(**)
RSC	Pearson Correlation										1	-.579(*)	-.577(*)
ESP	Pearson Correlation											1	1.000(**)
SAR	Pearson Correlation												1



Şekil 4.13 Bazı Sulama Suyu Analiz Sonuçları Arasındaki İlişki

4.2 Su Örneklerinin Ağır Metal İçeriği Açısından Yapılan Analizler

Çorlu deresinden alınan su örneklerinin ağır metal içerikleri çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir. Çorlu deresinden alınan su örneklerinin ağır metal analizlerinin ortalama sonuçları Anonim (2004)'de belirtilen Çizelge 4.8 'Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları' na göre değerlendirilecektir.

Çizelge 4.8 Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları (Anonim 2004).

İzin Verilen Maksimum Konsantrasyonlar			
Elementler	Her türlü zeminde		
	Birim alana verilebilecek maksimum toplam miktarlar (kg/ha)	sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değerler (mg/kg)	pH değeri 6,0-8,5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında (mg/l)
Alüminyum (Al)	4600	5	20
Arsenik (As)	90	0,1	2
Berilyum(Be)	90	0,1	0,5
Bor (B)	680	-	2
Kadmiyum (Cd)	9	0,01	0,05
Krom (Cr)	90	0,1	1
Kobalt (Co)	45	0,05	5
Bakır (Cu)	190	0,2	5
Florür (F)	920	1	15
Demir (Fe)	4600	5	20
Kurşun (Pb)	4600	5	10
Lityum (Li)	-	2,5	2,5
Manganez (Mn)	920	0,2	10
Molibden (Mo)	9	0,01	0,05 ²
Nikel (Ni)	920	0,2	2
Selenyum (Se)	16	0,02	0,02
Vanadyum (V)	-	0,1	1
Çinko (Zn)	1840	2	10

Anonim (2015)' de belirtilen kriterlere göre yüzeysel suları, kalitelerine göre yüksek kaliteli sular (I. Sınıf), az kirlenmiş sular (II. Sınıf), kirlenmiş sular: (III. Sınıf), çok kirlenmiş sular (IV. Sınıf) olarak sınıflara ayrılmaktadır.

Yüksek Kaliteli Sular (I. Sınıf)

- Yanlız dezenfeksiyon ile içme suyu olarak,
- Rekreatsyonal amaçlar için,(yüzme gibi vücut teması gerektirenler)
- Alabalık üretimi için,
- Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılan sulardır.

Az Kirlenmiş Sular (II. Sınıf)

- İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu olarak,
- Rekreatsyonal amaçlar için,
- Balık üretimi için, (Alabalık hariç),
- Sulama suyu olarak,
- Birinci sınıf sular dışında kalan diğer kullanımlar için kullanılan sulardır.

Kirlenmiş Sular: (III. Sınıf) Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren sanayiler hariç, uygun bir arıtmadan sonra sanayide kullanılan sulardır.

Çok Kirlenmiş Sular: (IV. Sınıf) Yukarıda açıklanan sular dışında kalan kalite olarak düşük kalitedeki sulardır.

Su numuneleri Anonim (2015)'de belirtilen kriterler göz önüne alınarak Çizelge 4.9 'Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriteri'ne göre değerlendirilecektir.

Çizelge 4.9 Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriteri (Anonim 2015)

KİTAİÇİ SU KAYNAKLARININ SINIFLARINA GÖRE KALİTE KRİTERLERİ				
SU KALİTE SINIFLARI				
Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV
İnorganik kirlenme parametreleri ^d				
Alüminyum (Al) (mg/L)	≤ 0,3	≤ 0,3	1	> 1
Arsenik (As) (µg/L)	≤ 20	50	100	> 100
Bakır (Cu) (µg/L)	≤ 20	50	200	> 200
Baryum (Ba) (µg/L)	≤ 1000	2000	2000	> 2000
Bor (B) (µg/L)	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000	> 1000
Civa (Hg) (µg/L)	≤ 0,1	0,5	2	> 2
Çinko (Zn) (µg/L)	≤ 200	500	2000	> 2000
Demir (Fe) (µg/L)	≤ 300	1000	5000	> 5000
Florür (F ⁻) (µg/L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Kadmiyum (Cd) (µg/L)	≤ 2	5	7	> 7
Kobalt (Co) (µg/L)	≤ 10	20	200	> 200
Krom (Cr ⁺⁶) (µg/L)	Ölçülemeyecek kadar az	20	50	> 50
Krom (toplam Cr) (µg/L)	≤ 20	50	200	> 200
Kurşun (Pb) (µg/L)	≤ 10	20	50	> 50
Mangan (Mn) (µg/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Nikel (Ni) (µg/L)	≤ 20	50	200	> 200
Selenyum (Se) (µg/L)	≤ 10	≤ 10	20	> 20
Serbest klor (Cl ²)(µg/L)	≤ 10	≤ 10	50	> 50
Siyanür (toplam CN) (µg/L)	≤ 10	50	100	> 100
Sülfür (S) (µg/L)	≤ 2	≤ 2	10	> 10

(d) Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

(e) Bor' a karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir.

Su örneklerin de kirliliğe sebep olabilecek bazı inorganik kirlenme parametrelerin analiz sonuçları ortalama değerleri Çizelge 4.10'da verilmiş olup bu sonuçlar ile ilgili tamamlayıcı istatistik değerleri ise Çizelge 4.11' de verilmektedir.



Çizelge 4.10 Su Örneklerinde Kirliliğe Sebep Olabilecek Bazı İnorganik Kirlenme Parametrelerin Analizlerinin Ortalama Sonuçları, (µg/L)

İstasyonlar	Fe	Mn	Zn	Ba	Cu	Cr	Ni	Co	Sn	As	Pb	Cd	Hg
1.	587	124	83,8	43,2	17,7	6,5	9,3	0,6	0,9	1,2	0,5	0,1	0,2
2.	1062,1	217,7	65,7	37,1	18,4	12,8	10,7	1,2	0,8	2,1	1,1	0,2	0,1
3.	703,6	147,1	80,6	87,3	21,5	37,4	12,7	7,1	1,1	2	0,3	0,1	0,1
4.	972	199,9	121,9	53,4	30,2	29,1	24,4	2,5	0,7	2,2	1,5	0,1	0,1
5.	1854,2	231,5	122,3	95,7	46,5	15,1	13,1	3,3	1	5	2,1	0,1	< 0,0
6.	2941	255,5	188,7	120,6	125,7	32,6	18	4	0,9	5,4	3,8	0,2	< 0,0
7.	1938,4	219,2	171	83	121,6	16,7	24,1	3,4	2,6	5,5	2,8	0,3	< 0,0
8.	4615,6	245,5	194,4	117,5	64,8	28,6	36,5	5,9	0,9	13,4	3,4	0,1	< 0,0
9.	8969,7	329,7	198,8	203,8	78,2	49,9	57	11,2	1,2	22,3	8,4	0,2	< 0,0
10.	5795,4	260,1	157	171,7	66,9	43,1	41,4	7	3,8	18,9	7,1	0,1	< 0,0
11.	2220,6	139,8	75,1	56,4	34,2	26,7	23	3,1	3,7	10,6	2,2	0,2	< 0,0
12.	1585,3	144	106,8	58,5	17,5	27,9	28	3,1	0,5	15,7	1,8	0,1	< 0,0
13.	1733	132,9	80,5	58	0,6	36,1	32,2	3,1	0,1	13,3	2,1	0,3	< 0,0
14.	2786,1	120,5	96,6	133,8	14	55,2	36,4	3,1	1,5	9,8	1,9	0,1	< 0,0
15.	3770,8	171,8	71	101	2,7	69,4	46,6	4	0,7	11	2,5	0,1	< 0,0
Ortalama	2769	195,9	120,9	94,7	44	32,5	27,6	4,2	1,4	9,2	2,8	0,2	< 0,0
Maximum	8969,7	329,7	198,8	203,8	125,7	69,4	57	11,2	3,8	22,3	8,4	0,3	0,2
Minimum	587	120,5	65,7	37,1	0,6	6,5	9,3	0,6	0,1	1,2	0,3	0,1	< 0,0

Çizelge 4.11 Su Örneklerinde Kirliliğe Sebep Olabilecek Bazı İnorganik Kirlenme Parametrelerinin Tamamlayıcı İstatistik Değerleri

	N	Minimum	Maximum	Ortalama		Std. sapma
	İstatistic	İstatistic	İstatistic	İstatistic	Std. Hata	İstatistic
Fe	15	587	8970	2768.99	583.597	2260.260
Mn	15	121	330	195.95	16.030	62.086
Zn	15	65.7	198.8	120.947	12.5243	48.5065
Ba	15	37.1	203.8	94.733	12.4563	48.2431
Cu	15	.6	125.7	44.033	10.2727	39.7859
Cr	15	6.5	69.4	32.473	4.3791	16.9601
Ni	15	9.3	57.0	27.560	3.6399	14.0974
Co	15	.6	11.2	4.173	.6878	2.6639
Sn	15	.1	3.8	1.360	.2875	1.1134
As	15	1.2	22.3	9.227	1.7029	6.5953
Pb	15	.3	8.4	2.767	.5796	2.2449
Cd	15	.1	.3	.153	.0192	.0743
Hg	15	.0	.2	.033	.0159	.0617

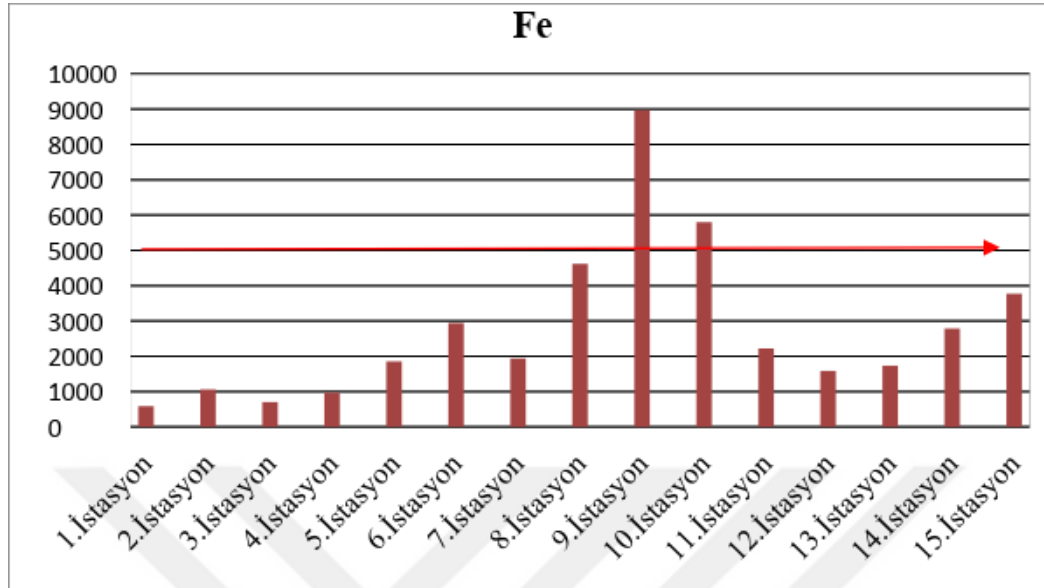
15 istasyonda yapılan su örneklerinin Fe analiz değerleri 587,0 µg/L ile 8969,7 µg/L arasında değiştiği ve ortalama sonucun 2769,0 µg/L olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.8'e göre yapılan değerlendirmeye göre 9. ve 10.istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan 5000 µg/L'nin üzerinde sonuç verdiği diğer istasyonlarda ise sorun olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de Fe içeriği açısından 1. 3. 4. istasyonların II. sınıf su, 2. 5. 6. 7. 8. 11. 12. 14. ve 15.istasyonların III. sınıf su, 9. ve 10.istasyonların IV. sınıf su olduğu gözlenmiştir.

Aşağıda Şekil 4.14'te verilen grafik incelendiğinde Fe konsantrasyonların da 9. ve 10. istasyonlara kadar bir artış gözlenmiş olup bu istasyonlardan sonra azalmaya başlamıştır. Fe konsantrasyonu açısından en büyük değer görüldüğü 9.istasyon ile en düşük değerin bulunduğu 1. istasyon arasında 15 kat gibi ciddi bir artış gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak

özellikle bu istasyonların bulunduğu bölgedeki sanayi kuruluşları incelenmeli ve sorunun kaynağı belirlenmelidir.



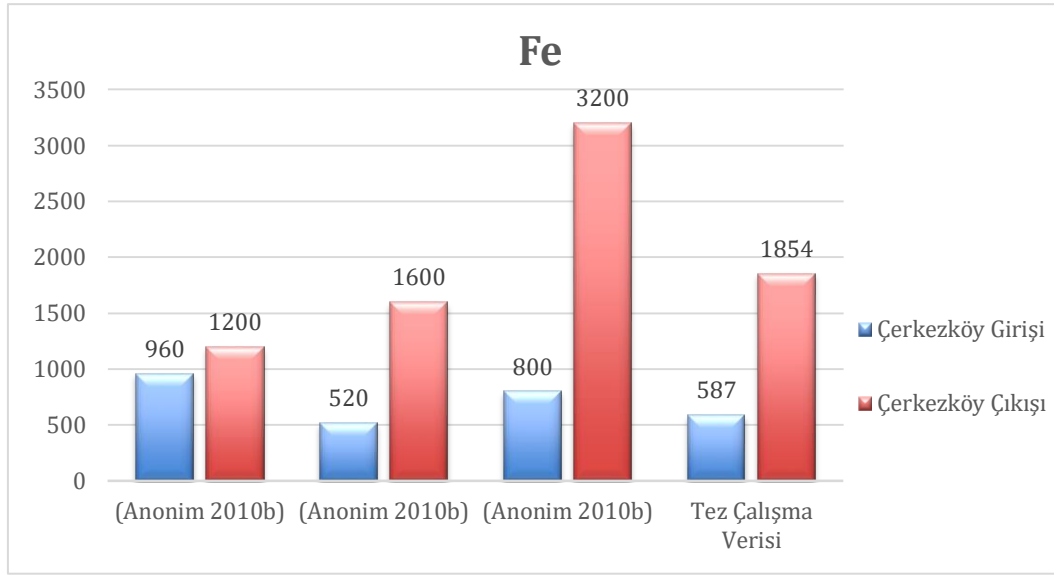
Şekil 4.14 Su Örneklerinin Fe Değerleri İçeriği, µg/L

(Anonim 2010b)' nin Ergene havzasındaki dere ve nehirlerde yaptığı kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde ve Çerkezköy çıkışında 2004-2005-2006 yılları Temmuz ayında yaptığı Fe analizi sonuçları sırası ile 960-1200; 520-1600; 800-3200 µg/L olarak ölçülmüştür.

Bu sonuçlar incelendiğinde Çerkezköy girişi analiz sonuçları, Çerkezköy çıkışı analiz sonuçlarının çok altında kaldığı görülmektedir. Bunun nedeni ise sanayi kuruluşlarının Çerkezköy çıkışında artışı gösterilebilir.

Bu araştırma sonucuna göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin Fe değeri 587 µg/L, Çerkezköy çıkışı (5.İstasyon) 1854 µg/L olarak ölçülmüş olup 2006 yılına göre azalma gözlenmemiştir. Çorlu güzergâhına yaklaşıldıkça değerlerin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinden başlayarak sanayileşmenin çok olduğu Çorlu bölgesine yaklaştıkça Fe değeri açısından çok ciddi bir artış gözlenmiş olup ileriki yıllarda problem olabileceği görülmektedir.

(Anonim 2010b)'nin 2004-2005-2006 yılı Temmuz ayında yapmış olduğu Fe analiz sonucunu ile bu çalışma sonucunda elde edilen analiz sonucunun karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.15'te verilmiştir.



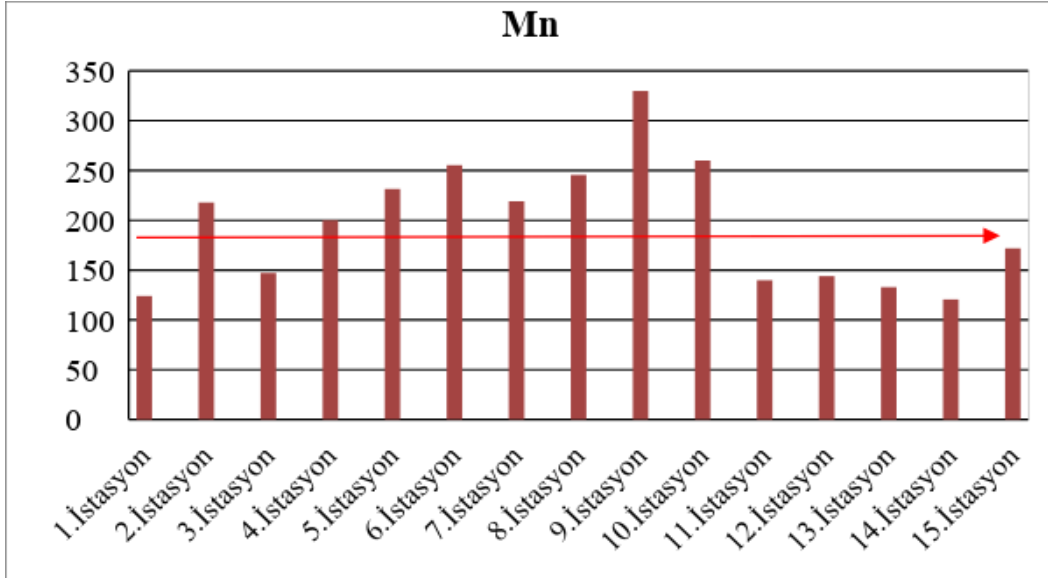
Şekil 4.15 Fe Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması, µg/L

Çorlu dersinden alınan su örneklerinin Mn analiz değerleri 120,5 µg/L ile 329,7 µg/L arasında değiştiği ortalama sonucun 195,9 µg/L olduğu görülmüştür.

Çizelge 4,8'e göre yapılan değerlendirmeye göre 2. 5. 6. 7. 8. 9 ve 10. istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan 200 µg/L'nin üzerinde sonuç verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de bütün istasyonların Mn içeriği açısından II. sınıf su olduğu gözlenmiştir.

Aşağıda Şekil 4.16'da verilen grafik incelendiğinde Mn konsantrasyonların da 5.istasyondan sonra 10. istasyonlara kadar sürekli bir artış gözlenmiş olup bu istasyonlardan sonra azalmaya başlamıştır. Mn değerindeki durum Fe de olduğu gibi görülmektedir, Mn için de en büyük değer 9. istasyon olduğu dikkatleri çekmektedir.

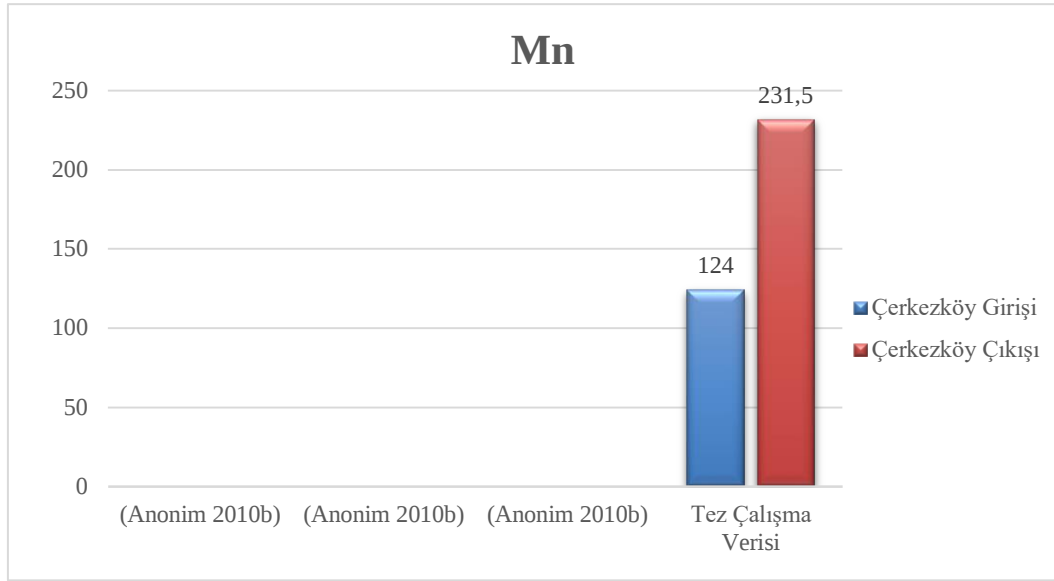


Şekil 4.16 Su Örneklerinin Mn Değerleri İçeriği, µg/L

Ergene Havzasındaki dere ve nehirlerde yaptığı kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde ve Çerkezköy çıkışında 2004-2005-2006 yılları Temmuz ayında yaptığı analiz sonucunda mangan tespit edilmemiştir (Anonim 2010b).

Bu araştırma sonucuna göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin Mn değeri 124 µg/L, Çerkezköy çıkışı (5.İstasyon) 231,5 µg/L olarak ölçülmüş olup yıllara bağlı olarak ciddi bir artış gözlenmiştir. Çorlu güzergâhına yaklaşıldıkça değerlerin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinden başlayarak sanayileşmenin çok olduğu Çorlu bölgesine yaklaştıkça Mn değeri açısından bir artış gözlenmiş olup ileriki yıllarda problem olabileceği görülmektedir.

Mn analiz sonucunu değerlendirmede (Anonim 2010b)'nin 2004-2005-2006 yılı Temmuz ayında yapmış olduğu analiz sonucu ile bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçların karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.17' de verilmiştir.



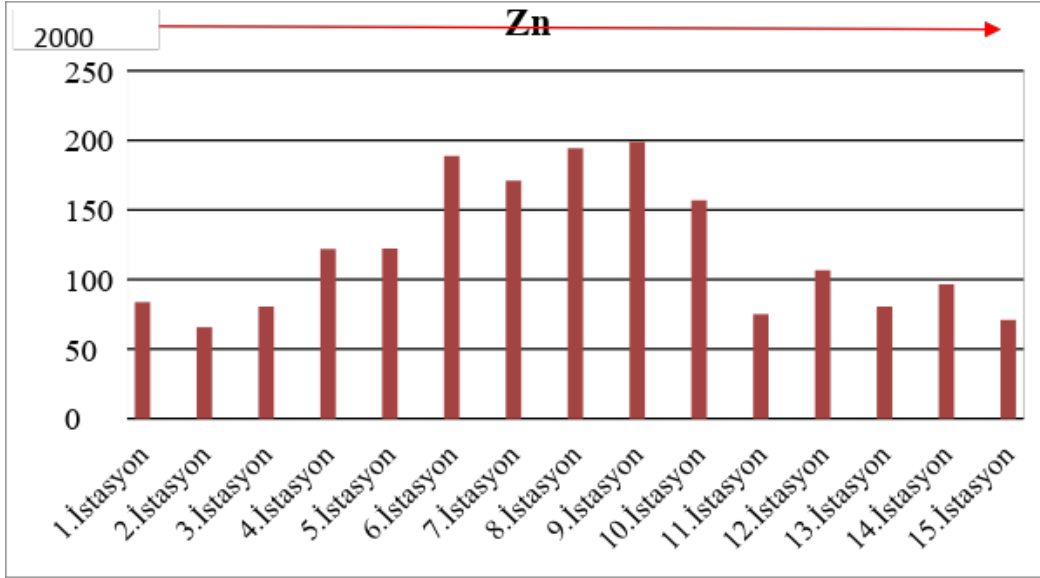
Şekil 4.17 Mn Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması, µg/L

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan Zn analizleri değerleri 65,7 µg/L ile 198,8 µg/L arasında değiştiği ve ortalama sonucun 120,9 µg/L olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8'e göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan 2000 µg/L'nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4,9'a göre yapılan değerlendirme de ise bütün istasyonların Zn içeriği açısından I. sınıf su gözlenmiştir.

Aşağıda Şekil 4.18'de gösterilen grafikte Zn konsantrasyonları verilmiş olup herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir. Bu değerlere rağmen en yüksek konsantrasyona sahip istasyon ile en düşük konsantrasyona sahip istasyon arasında 3 kat artış olduğu gözden kaçırılmaması gerekmektedir. Zn açısından da Fe ve Mn da olduğu gibi en yüksek değerlerin 9. istasyonda elde edilmiştir.



Şekil 4.18 Su Örneklerinin Zn Değerleri İçeriği, µg/L

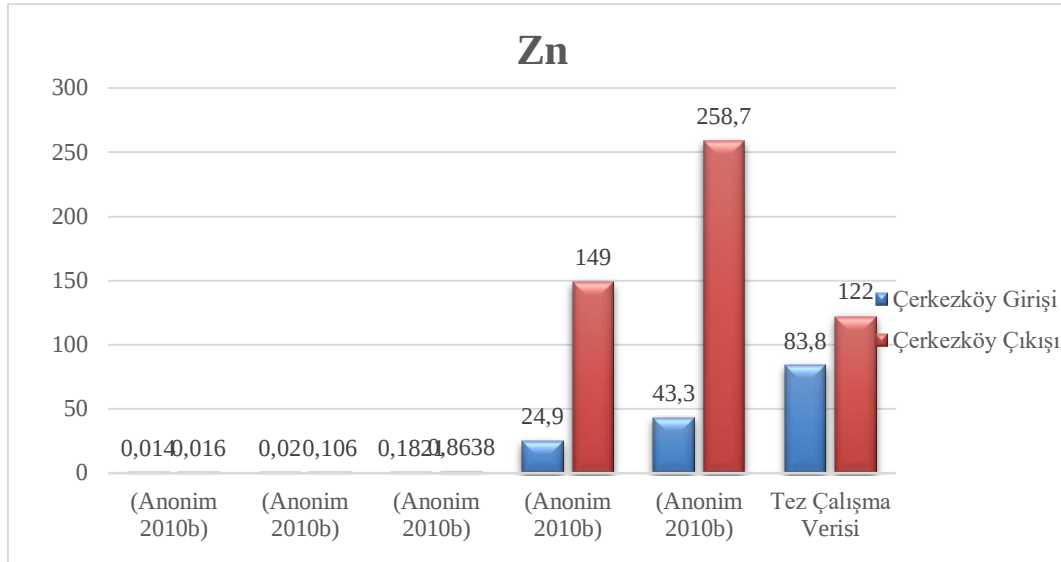
Bu araştırma sonucuna göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin Zn değeri 83,8 µg/L, Çerkezköy çıkışının (5.İstasyon) Zn değeri ise 122 µg/L olarak ölçülmüştür.

Anonim (2010b)'nin Ergene Havzasındaki dere ve nehirlerde yaptığı kalite ölçüm sonuçlarına göre ise 2003-2004-2005-2006-2007 yılları Temmuz ayında Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde ve Çerkezköy çıkışında yaptığı Zn analizi sonuçları sırası ile 0,014-0,160; 0,020-0,106; 0,1821-0,8638; 24,9-149; 43,3-258,7 olarak ölçülmüştür. 2006 yılından itibaren ciddi artışın başladığı görülmektedir.

Bu sonuçlar incelendiğinde Zn açısından yıl içinde Çerkezköy çıkışından elde edilen sonuçların Çerkez girişinden elde edilen sonuçlara oranla çok yüksek olduğu yıllar göz önüne alınarak yapılan değerlendirmede ilerleyen yıllarda büyük artışların olduğu görülmektedir.

Çorlu güzergâhına yaklaşıldıkça değerlerin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinden başlayarak sanayileşmenin çok olduğu Çorlu bölgesine yaklaştıkça Zn değeri açısından bir artış gözlenmiş olup ileriki yıllarda problem olabileceği görülmektedir.

Zn analiz sonucunu değerlendirmede (Anonim 2010b)'nin 2004-2005-2006 yılları Temmuz ayında yapmış olduğu analiz sonuçları ile bu çalışmada elde edilen analiz sonucunun karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.19 Zn Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması, µg/L

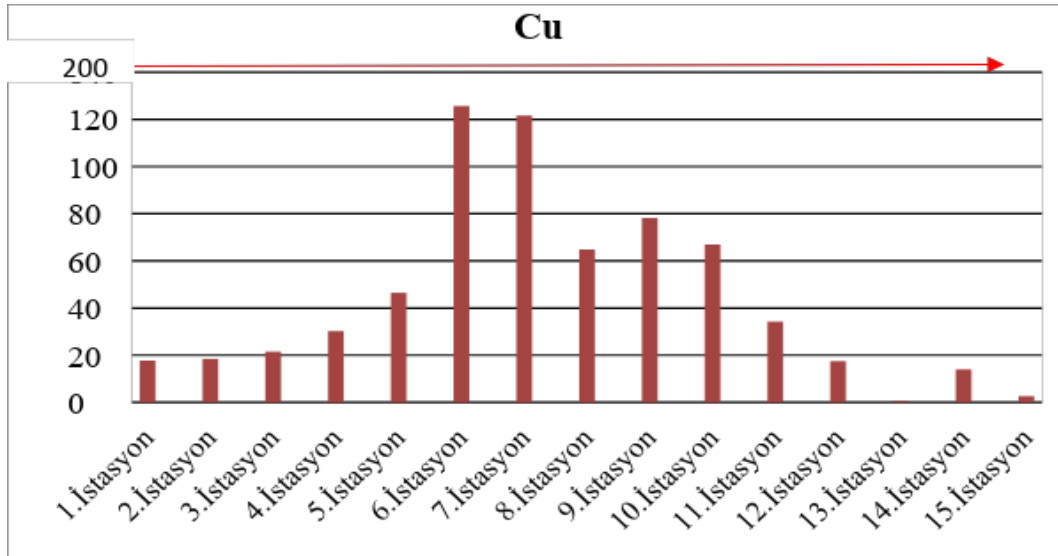
Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan Cu analizleri değerleri 0,6 µg/L ile 125,7 µg/L arasında, ortalama sonucun 44,0 µg/L olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8'e göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan 200 µg/L' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de ise Cu içeriği açısından 1. 2. 12. 13. 14. ve 15.istasyonların I. sınıf su, 3. 4. 5. ve 11.istasyonların II. sınıf su, 6. 7. 8. 9. ve 10.istasyonların III. sınıf su olduğu belirlenmiştir.

Cu açısından en büyük değer 6. ve 7. istasyonlarda elde edilmiş olup en düşük değerin tespit edildiği 13.istasyondan yaklaşık 200 kat, ortalama değerden ise 3 kat fazla sonuç elde edildiği görülmektedir.

Aşağıda Şekil 4.20'de gösterilen grafikte Cu konsantrasyonları verilmiş olup herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir.

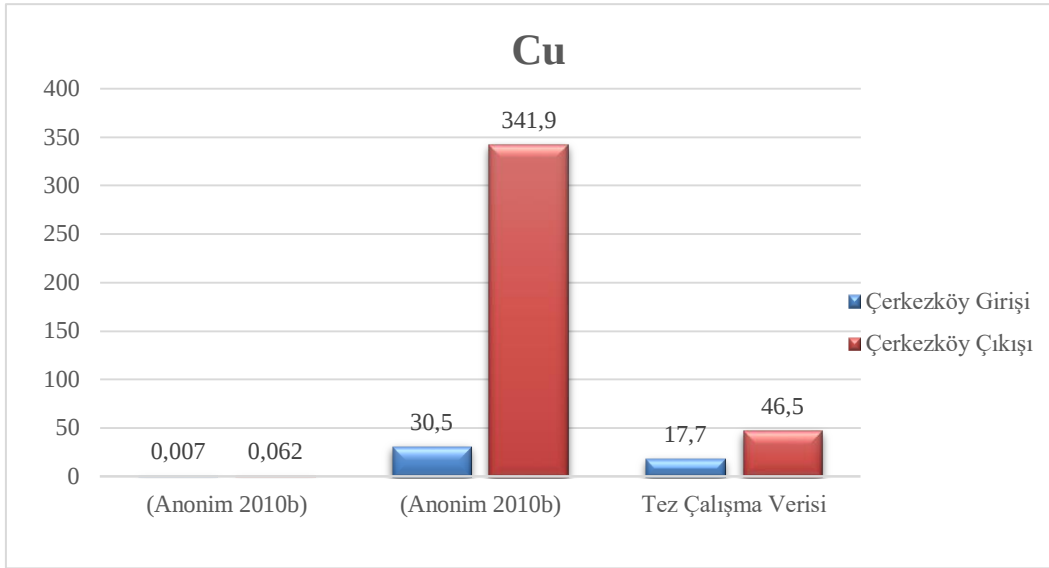


Şekil 4.20 Su Örneklerinin Cu Değerleri İçeriği, µg/L

(Anonim 2010b)'nin 2003-2007 yıllarında Temmuz ayında Ergene Havzasındaki dere ve nehirlerde yaptığı kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde ve Çerkezköy çıkışında yaptığı Cu analizi sonuçları sırası ile 0,007-0,062; 30,5-341,9 µg/L olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde Zn açısından yıl içinde Çerkezköy çıkışından elde edilen sonuçların Çerkez girişinden elde edilen sonuçlara oranla çok yüksek olduğu, yıllar göz önüne alınarak yapılan değerlendirmede analiz yapılan yıllarda büyük artışların olduğu görülmektedir.

Bu araştırma sonuçlarına göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin Cu değeri 17,7 µg/L, Çerkezköy çıkışının (5.İstasyon) Cu değeri ise 46,5 µg/L olarak ölçülmüş olup 2007 yılına göre azalma gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinden başlayarak sanayileşmenin çok olduğu Çorlu bölgesine yaklaştıkça Cu değeri açısından bir artış gözlenmiştir.

Cu analiz sonucunu değerlendirmede (Anonim 2010b)'nin 2004-2005-2006 yılı Temmuz ayında yapmış olduğu analiz sonuçları ile bu çalışmada elde edilen analiz sonuçlarının karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.21'de verilmiştir.



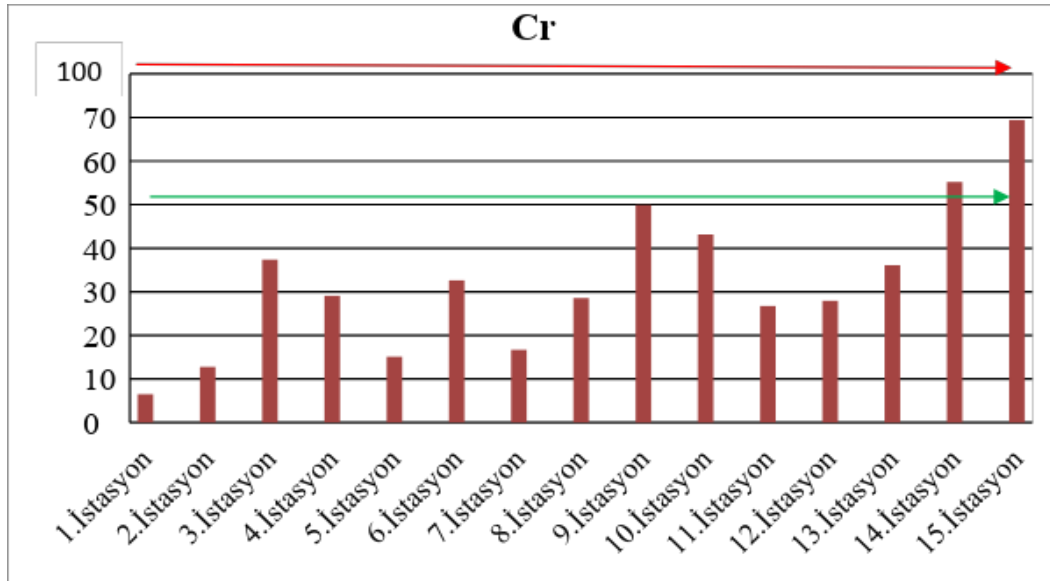
Şekil 4.21 Cu Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması, µg/L

15 istasyonda yapılan su örneklerinin Cr analizleri değerleri 6,5 µg/L ile 69,4 µg/L arasında değiştiği ve ortalama sonucun 32,5 µg/L olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8'e göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan 100 µg/L' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de Cr içeriği açısından 1. 2. 5. ve 7. istasyonların I. sınıf su, 3. 4. 6. 8. 9. 10. 11. 12. ve 13.istasyonların II. sınıf su, 14. ve 15.istasyonların III. sınıf su olduğu gözlenmiştir. Cu analiz sonucuna göre en fazla değer artışı diğer ağır metallerin aksine 15. istasyonda gözlenmiştir.

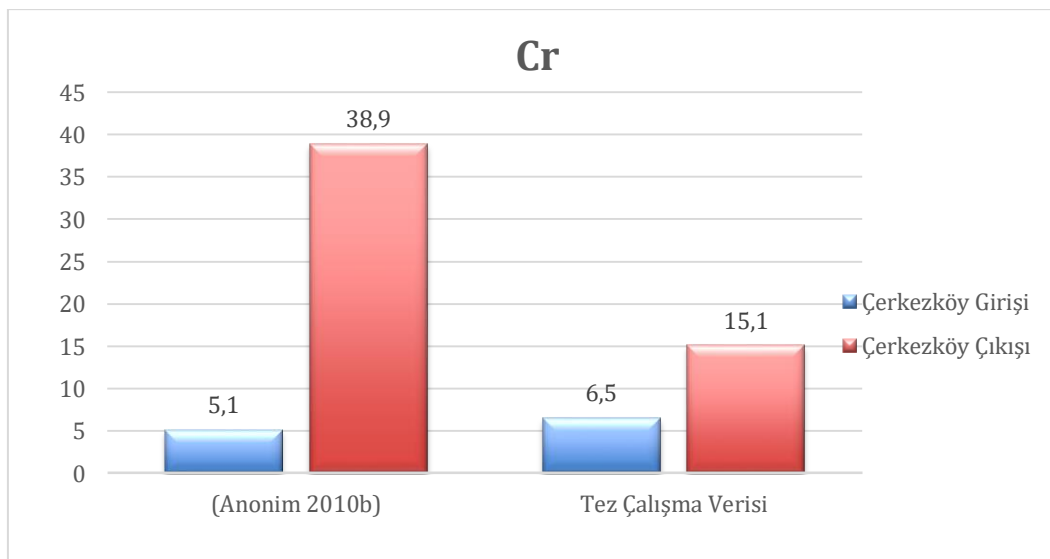
Aşağıda Şekil 4.22'de gösterilen grafikte Cr konsantrasyonları verilmiş olup kullanımı açısından herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir.



Şekil 4.22 Su Örneklerinin Cr Değerleri İçeriği, µg/L

(Anonim 2010b)'nin 2007 yılı Temmuz ayında Ergene Havzasındaki dere ve nehirlerde yaptığı kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde ve Çerkezköy çıkışında Cr analizi sonuçları sırası ile 5,1-38,9 µg/L olarak bulunmuştur. Bu araştırma sonucuna göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin Cr değeri 6,5 µg/L, Çerkezköy çıkışının (5.İstasyon) Cr 15,1 µg/L olarak ölçülmüş olup 2007 yılına göre azalma gözlenmiştir.

Cu analiz sonucunu değerlendirmede (Anonim 2010b)'nin 2004-2005-2006 yılı Temmuz ayında yapmış olduğu analiz sonuçları ile bu çalışmada elde edilen analiz sonucunun karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.23'de verilmiştir.



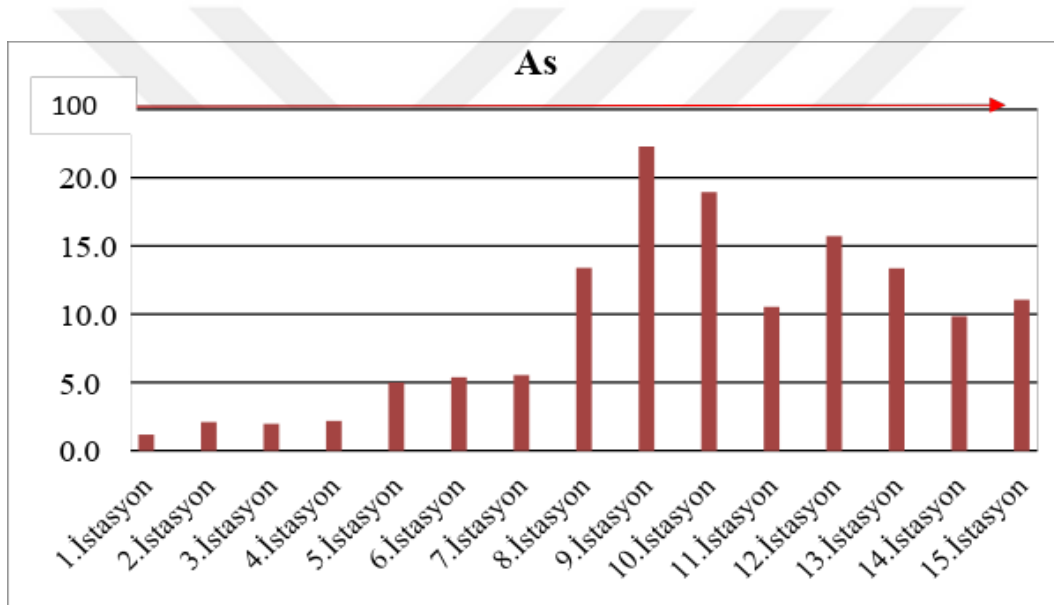
Şekil 4.23 Cr Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması, µg/L

Çorlu Deresi'nden alınan su örneklerinin 15 istasyonda yapılan As analizleri değerleri 1,2 µg/L ile 22,3 µg/L arasında değiştiği ortalama sonucun 9,2 µg/L olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8'e göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan 100 µg/L' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de As içeriği açısından 9. istasyonun II. sınıf su, diğer istasyonların ise I. sınıf su olduğu gözlenmiştir. As açısından da en yüksek değerin 9. istasyonda olduğu ve en düşük değerin olduğu 1. istasyona olan oranı yaklaşık olarak 18,5 katı kadar yükseldiği gözlenmiştir.

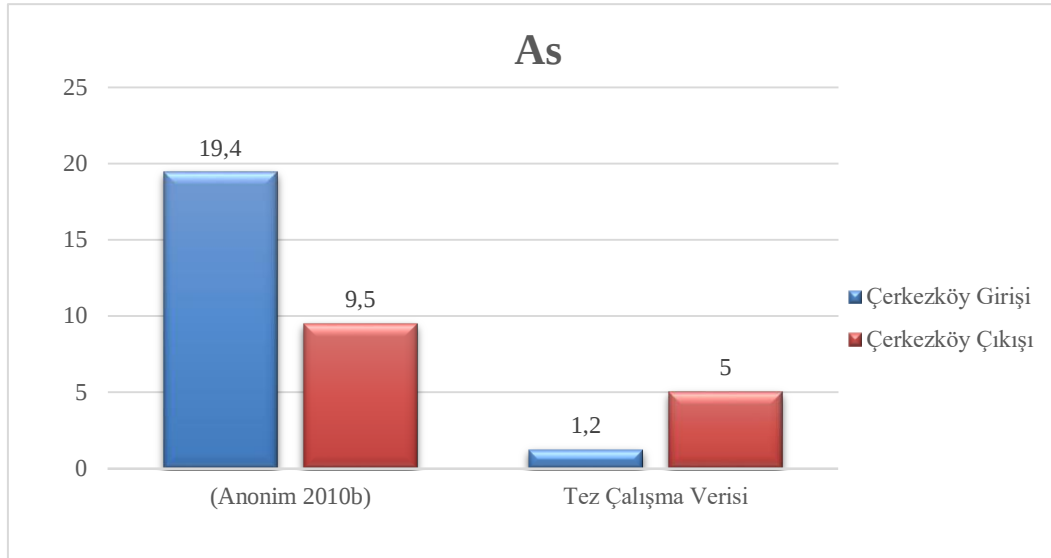
Aşağıda Şekil 4.24'de gösterilen grafikte As konsantrasyonları verilmiş olup herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir.



Şekil 4.24 Su Örneklerinin As Değerleri İçeriği, µg/L

(Anonim 2010b)'nin 2007 yılı Temmuz ayında yaptığı As analiz sonuçları Çerkezköy girişi 19,4 µg/L iken Çerkezköy çıkışı 9,5 µg/L olarak tespit edilmiştir. Bu araştırma sonucuna göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin ve Çerkezköy çıkışının (5.İstasyon) As analiz değeri sırası ile 1,2-5 µg/L aralığında ölçülmüş olup 2007 yılı verilerine göre azalma gözlenmiştir.

Şekil 4.25'de yapılan As analiz sonucunu değerlendirmede (Anonim 2010b)'nin 2007 yılı Temmuz ayında yapmış olduğu analiz sonucu ile bu çalışmada elde edilen analiz sonucunun karşılaştırıldığı grafik verilmiştir.



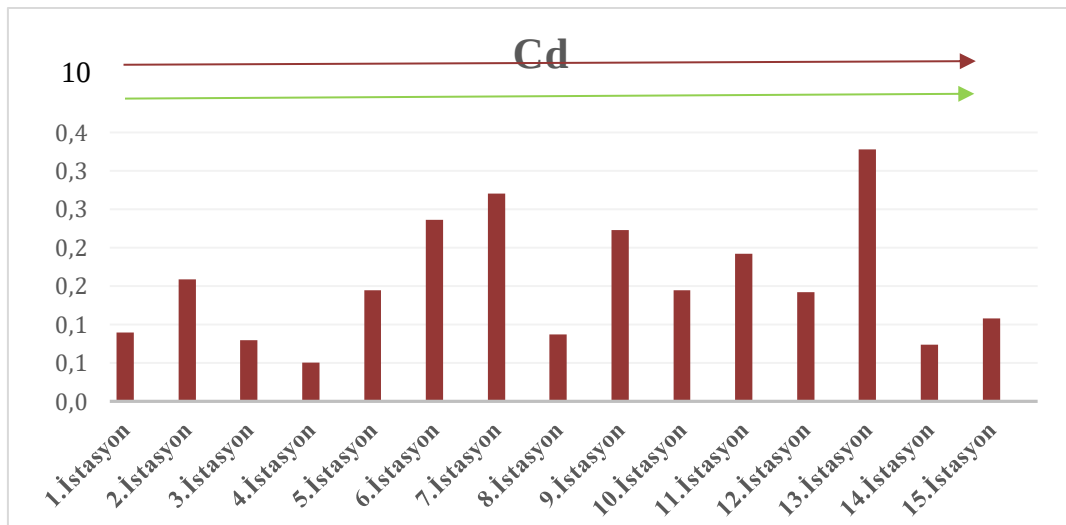
Şekil 4.25 As Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması, µg/L

Çorlu Deresi'nden alınan su örneklerinin 15 istasyonda yapılan Cd analizleri değerleri 0,1 µg/L ile 0,3 µg/L arasında değiştiği, ortalama sonucun 0,2 µg/L olduğu görülmüştür.

Çizelge 4,8'e göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan 10 µg/L' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4,9'a göre yapılan değerlendirme de Cd içeriği açısından bütün istasyonların I. sınıf su olduğu gözlenmiştir.

Aşağıda Şekil 4.26'de gösterilen grafikte Cd konsantrasyonları verilmiş olup herhangi bir sorun olmadığı ve istasyonlar arası değerlerde fazla bir değişim görülmektedir.

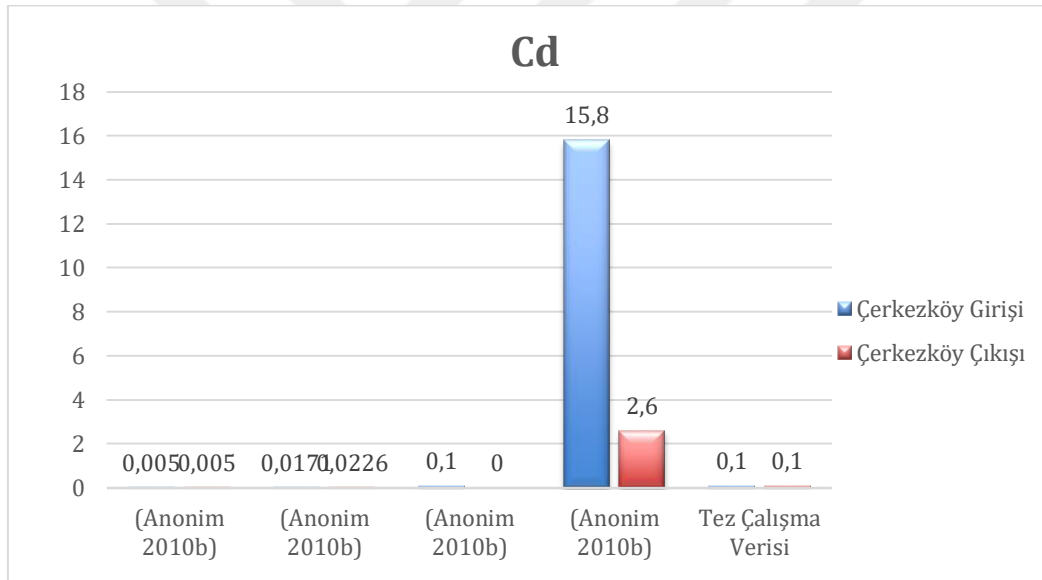


Şekil 4.26 Su Örneklerinin Cd Değerleri İçeriği, µg/L

(Anonim 2010b)'nin Ergene Havzasındaki dere ve nehirlerde 2003-2004-2005-2006 yılları Temmuz ayında yaptığı kalite ölçüm sonuçlarına göre Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde ve Çerkezköy çıkışında elde edilen Cd analizi sonuçları sırası ile $< 0,005$; $0,0171-0,0226$; $0,1- < 0,005$ $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür.

Bu araştırmada elde edilen analiz sonuçlarına göre ise Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinin Cd değeri $0,1 \mu\text{g/L}$, Çerkezköy çıkışının (5.İstasyon) Cd $0,1 \mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiş olup geçmiş yıllarda yapılan çalışmalara göre azalma gözlenmiştir. Sanayinin yoğun olduğu Çorlu bölgesinde de Cd açısından herhangi bir artış gözlenmemiştir.

Cd analiz sonucunu değerlendirmede (Anonim 2010b)'nin 2004-2005-2006 yılı Temmuz ayında yapmış analiz sonuçları ile bu çalışmada elde edilen analiz sonucunun karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.27' de yapılan verilmiştir.



Şekil 4.27 Cd Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması $\mu\text{g/L}$

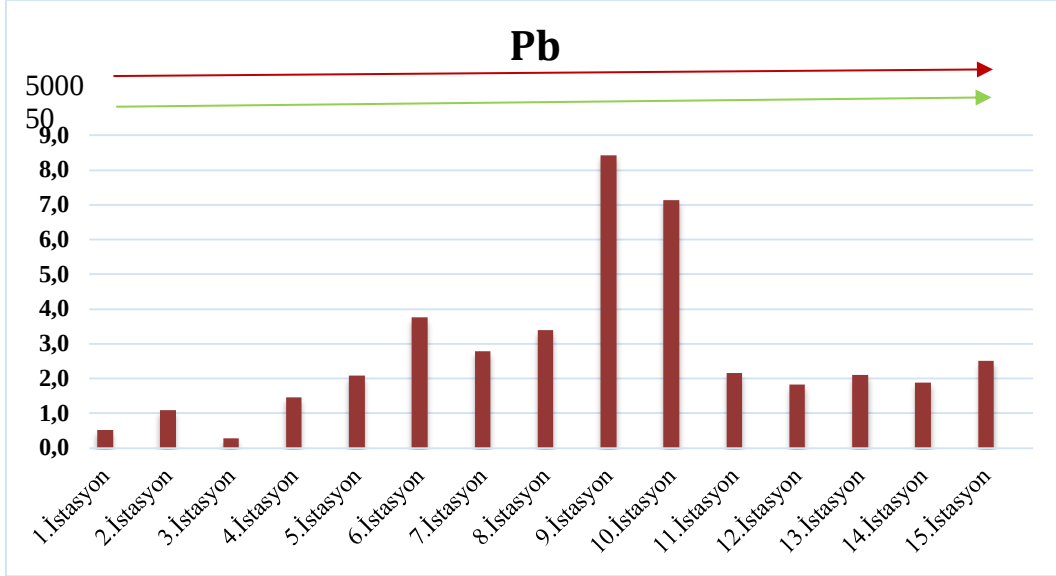
15 istasyonda yapılan su örneklerinin Pb analizleri değerleri $0,3 \mu\text{g/L}$ ile $8,4 \mu\text{g/L}$ arasında değiştiği ve ortalama sonucun $2,8 \mu\text{g/L}$ olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8'e göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan $5000 \mu\text{g/L}$ 'nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de Pb içeriği açısından bütün istasyonların I. sınıf su olduğu gözlenmiştir. Bu durumda herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir. Fakat en

büyük değerin belirlendiği 9.istasyon ile en küçük değerin belirlendiği 3.istasyon arasında 28 katı kadar artış gözlenmiş olup bu durumun nedeni ve kirlenme kaynağı araştırılmalıdır.

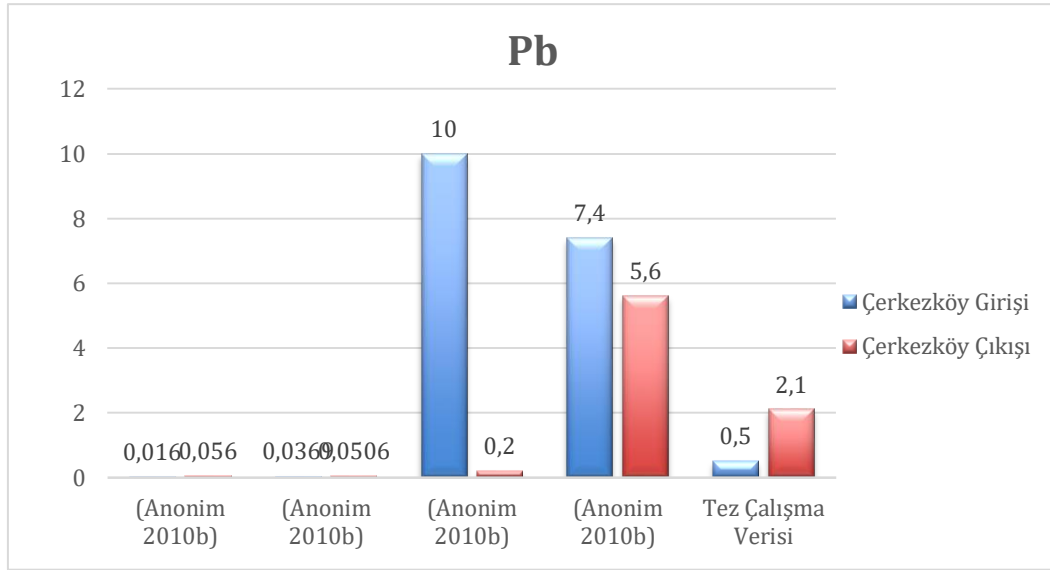
Aşağıda Şekil 4.28’de gösterilen grafikte Pb konsantrasyonları verilmiştir.



Şekil 4.28 Su Örneklerinin Pb Değerleri İçeriği, µg/L

Ergene Havzasındaki dere ve nehirlerde Çorlu Deresi’nin Çerkezköy girişinde ve Çerkezköy çıkışında 2004-2005-2006 ve 2007 yılı Temmuz ayında yapılan kalite ölçüm sonuçlarına göre Pb analiz sonuçları sırası ile 0,016-0,056; 0,0369-0,0506; 10-0,2; 7,4-5,6 µg/L olarak ölçülmüştür (Anonim 2010b). Bu araştırma sonucunda ise Çorlu Deresi’nin Çerkezköy girişinin Pb değeri 0,5 µg/L, Çerkezköy çıkışının (5.İstasyon) Pb 2,1 µg/L olarak ölçülmüş olup geçmiş yıllarda yapılan çalışmalara göre azalma gözlenmiştir. Sanayinin yoğun olduğu Çorlu bölgesinde de Cd açısından herhangi bir artış gözlenmemiştir.

(Anonim 2010b)’ nin 2004-2005-2006 yılı Temmuz ayında yapmış olduğu Pb analiz sonuçları ile bu çalışmada elde edilen analiz sonucunun karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.29’ da verilmiştir.



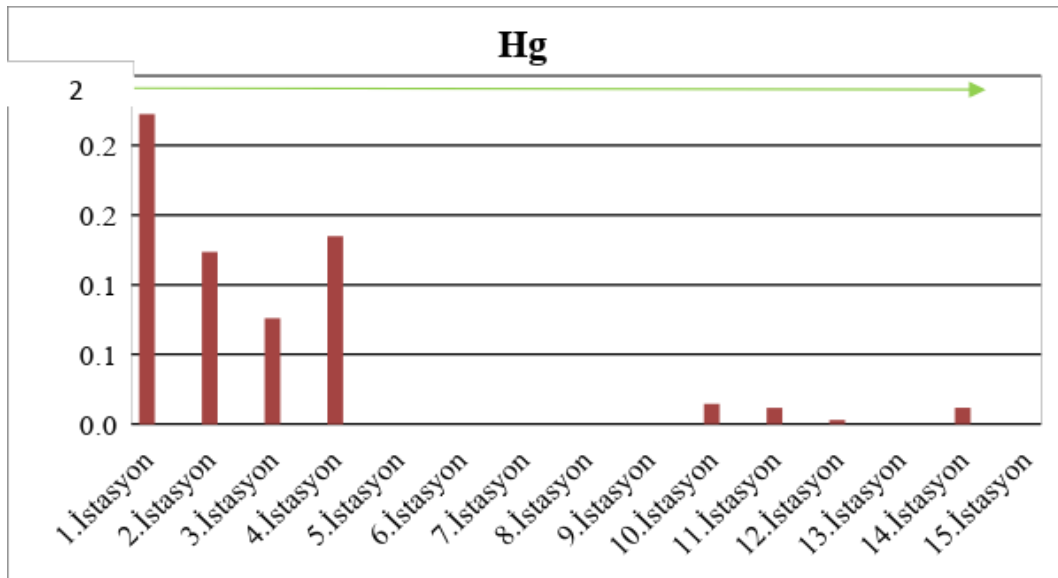
Şekil 4.29 Pb Değerlerinin Yıllara Göre Değişiminin Karşılaştırılması, µg/L

15 istasyonda yapılan su örneklerinin Hg analizleri değerleri $< 0,0 \mu\text{g/L}$ ile $0,2 \mu\text{g/L}$ arasında değiştiği saptanmış olup sadece 1. 2. 3. ve 4. istasyonlarda teşhis limitinin üstünde sonuç elde edilmiştir.

Çizelge 4.8'e göre Hg ile ilgili herhangi bir kriter olmadığı için değerlendirilememiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de ise Hg içeriği açısından bütün istasyonların I. sınıf su olduğu gözlenmiştir.

Aşağıda Şekil 4.30'da gösterilen grafikte Hg konsantrasyonları verilmiş olup herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir.



Şekil 4.30 Su Örneklerinin Hg Değerleri İçeriği, µg/L

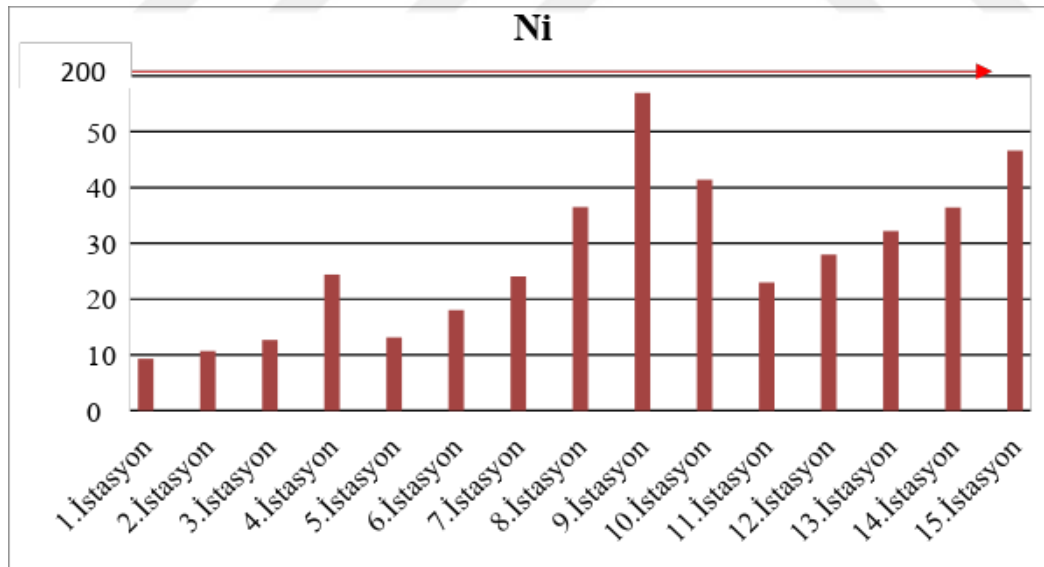
Bu araştırma sonucunda Çorlu Deresi'nin Çerkezköy girişinde ve Çerkezköy çıkışının (5.İstasyon) Hg değeri sırası ile 0,2-0,0 µg/L olarak ölçülmüş olup (Anonim 2010b) tarafından 2003-2004-2005 ve 2007 yılı Temmuz ayında aynı istasyonlarda yapış olduğu kalite ölçüm sonuçlarına göre ise Hg analizi sonuçları < 0,0005 olarak ölçülmüştür. Geçmiş yıllara göre ciddi bir değişiklik gözlenmemiştir. Ayrıca sanayinin yoğun olduğu Çorlu bölgesinde de Hg açısından herhangi bir artış saptanmamıştır.

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan Ni analizleri değerleri 9,3 µg/L ile 57,0 µg/L arasında değiştiği ortalama 27,6 µg/L sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 4.8'e göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan 200 µg/L' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de Ni içeriği açısından 1. 2. 3. 5. ve 6. istasyonların I. sınıf su, 4. 7. 8. 10. 11. 12. 13. 14 ve 15.istasyonların II. sınıf su, 9.istasyonun III. sınıf su olduğu gözlenmiştir. En büyük değerin belirlendiği 9.istasyon ile en düşük değerin belirlendiği 1.istasyon arasında yaklaşık olarak 6 katı kadar artış gözlenmiştir.

Aşağıda Şekil 4.31'da gösterilen grafikte Ni konsantrasyonları verilmiş olup ciddi bir sorun olmadığı görülmektedir.



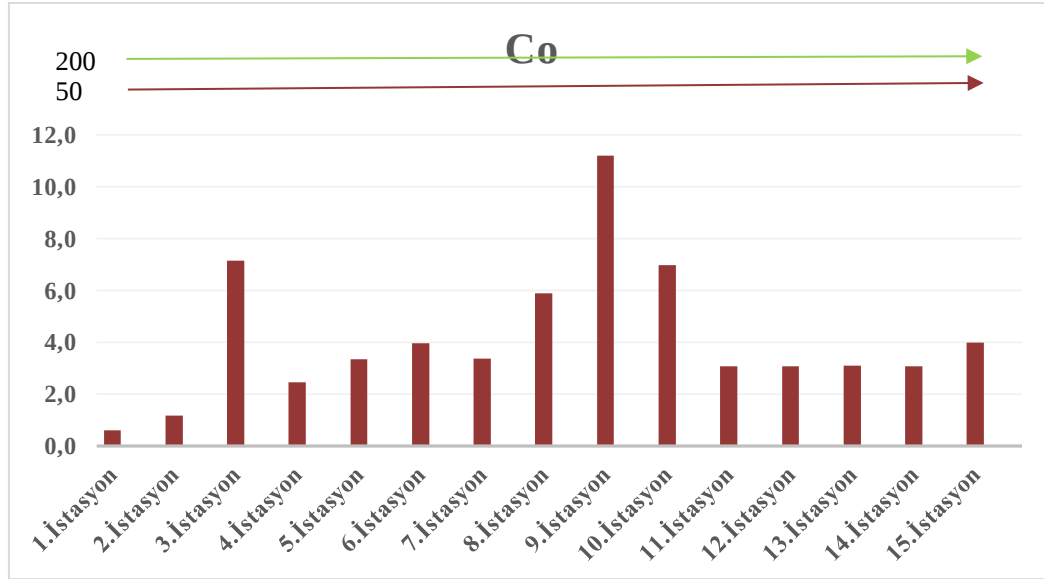
Şekil 4.31 Su Örneklerinin Ni Değerleri İçeriği, µg/L

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan Co analiz değerleri 0,6 µg/L ile 11,2 µg/L arasında değiştiği, ortalama sonucun 4,2 µg/L olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8'e göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda ortalama değerlerin her türlü zeminde sürekli sulama yapıldığı durumda sınır değeri olan 50 µg/L' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de Co içeriği açısından 9. istasyonun II. sınıf su, diğer istasyonların ise I. sınıf su olduğu gözlenmiştir.

Aşağıda Şekil 4.32'de gösterilen grafik incelendiğinde Co konsantrasyonları verilmiş olup herhangi bir sorun olmadığı, en büyük değerin 9.istasyonda, en küçük değerin 1.istasyonda olduğu görülmektedir.



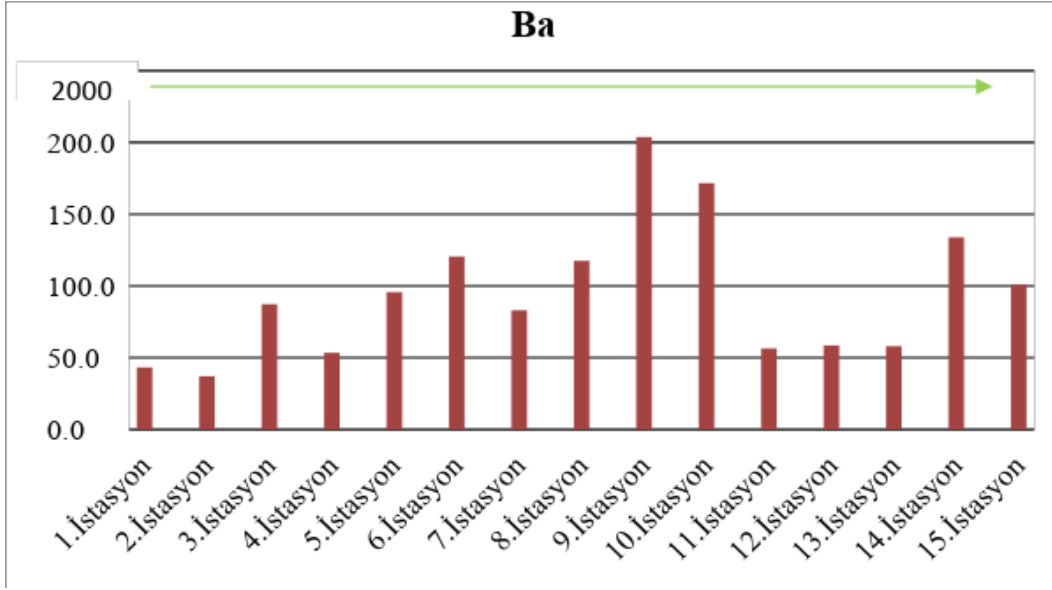
Şekil 4.32 Su Örneklerinin Co Değerleri İçeriği, µg/L

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan Ba analiz değerleri 37,1-203,8 µg/L arasında değiştiği ve ortalama sonucun 94,7 µg/L olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8'e göre Ba ile ilgili herhangi bir kriter olmadığı için değerlendirilememiştir.

Çizelge 4.9'a göre yapılan değerlendirme de ise Ba içeriği açısından bütün istasyonların I. sınıf su olduğu gözlenmiştir.

Aşağıda Şekil 4.33'da gösterilen grafikte Ba konsantrasyonları verilmiş olup herhangi bir sorun olmadığı görülmektedir. Ba açısından grafik incelendiğinde diğer inorganik kirlenme parametrelerinde olduğu gibi en büyük değer 9. istasyonda olduğu dikkatten kaçmamaktadır.

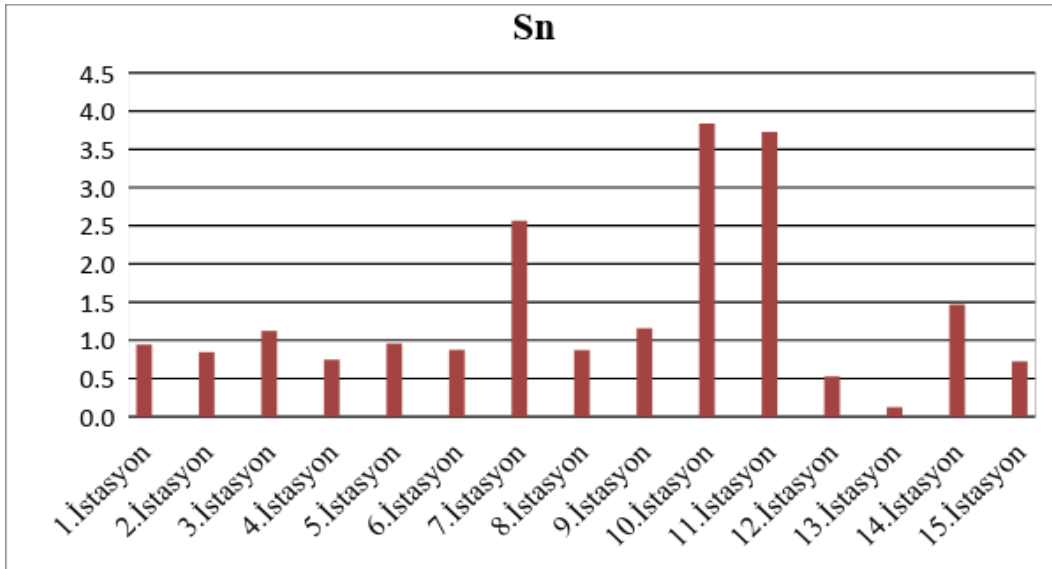


Şekil 4.33 Su Örneklerinin Ba Değerleri İçeriği, µg/L

Su örneklerinin 15 istasyonda yapılan Sn analiz değerleri 0,1 µg/L ile 3,8 µg/L arasında değiştiği, ortalama sonucun 1,4 µg/L olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8'e ve Çizelge 4.9'a göre herhangi bir sınır değeri olmadığından değerlendirilememiştir.

Aşağıda Şekil 4.34'de gösterilen grafikte Sn konsantrasyonları verilmiştir.



Şekil 4.34 Su Örneklerinin Sn Değerleri İçeriği, µg/L

Çorlu Deresi'nde de analizi yapılan inorganik kirlenme parametrelerinin istasyonlar arasında göstermiş olduğu ilişki korelasyon katsayıları hesaplanarak belirlenmeye çalışılmış olup birçok elementin kendi arasında yüksek oranda pozitif ilişki gösterdiği belirlenmiştir. Bu

durum bize Çorlu Deresi'ne atık bırakan sanayi kuruluşlarının birçok elementi birlikte verdiğini göstermektedir. İnorganik kirlenme parametrelerinin korelasyon değerleri Çizelge 4.12'de verilmektedir.

Su örneklerinin 15 istasyonda inorganik kirlenme parametreleri açısından yapılan analiz sonuçlarının istasyonlarda görülen değişimlerinin daha rahat anlaşılabilmesi için bütün analizi yapılan elementlerin sonuçları grafik halinde Şekil 4.35' da verilmektedir.

Şekil 4.36 incelendiğinde inorganik kirlenme parametrelerinin büyük çoğunluğunun 1. istasyondan itibaren yükselmeye başladığı ve özellikle 9. istasyonda en yüksek değerler ulaştığı gözlemlenmiş olup daha sonraki istasyonlarda ise değerlerin düşmeye başladığı görülmektedir. Özellikle 8. 9. ve 10. İstasyonların bazı inorganik kirlenme parametreleri açısından çok bariz olarak yükseldiği bu bölgenin koordinatlarına bakıldığında Çorlu ve Yulaflı bölgesinin dikkat çektiği görülmektedir. Bu bölgede bulunan sanayi kuruluşlarının inorganik kirlenme parametreleri açısından diğer bölgelere oranla çok fazla atık maddeyi Çorlu Deresi'ne verdiği anlaşılmaktadır.

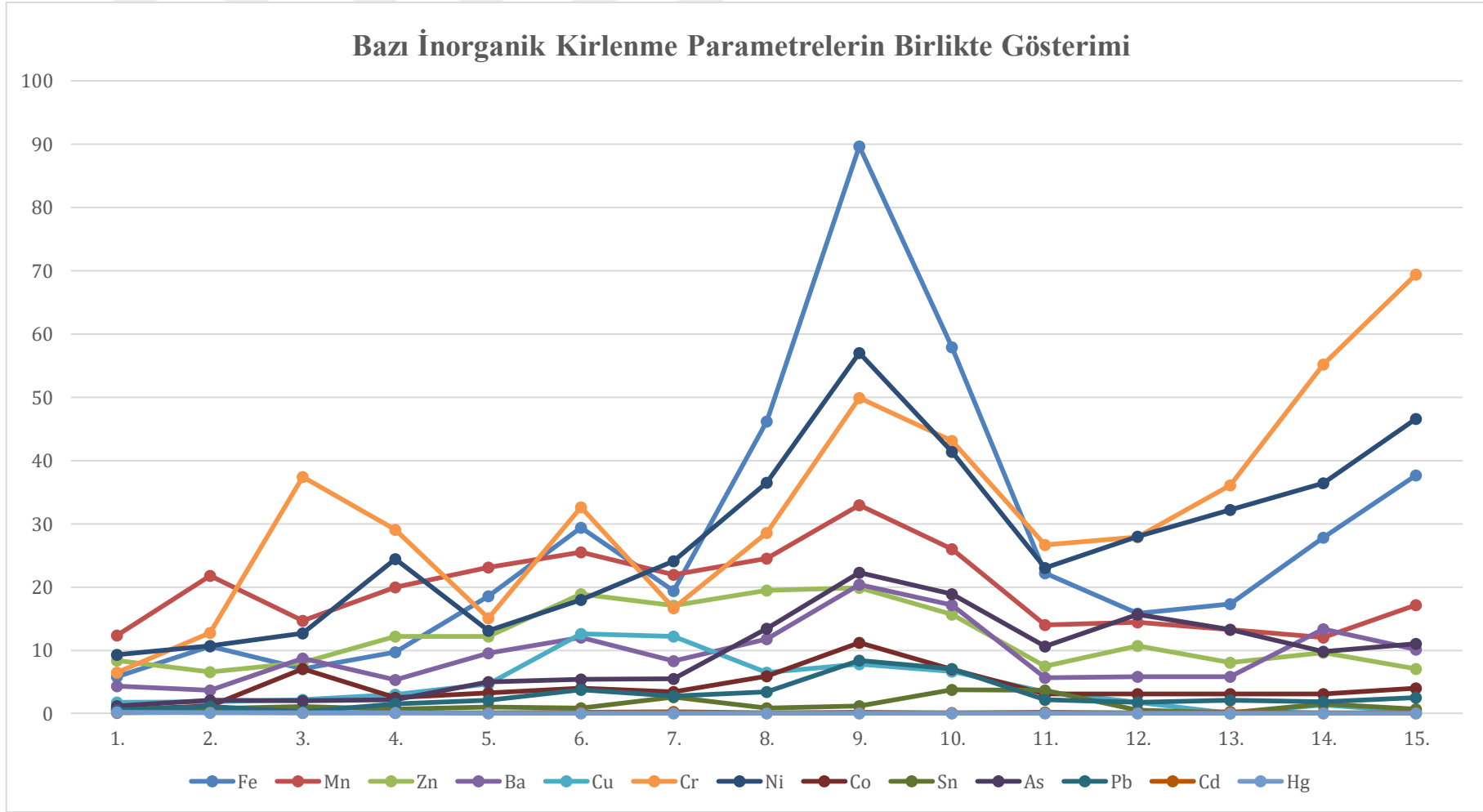
Çizelge 4.12 te verilen su örneklerinin inorganik kirlenme parametreleri korelasyon değerleri incelendiğinde, bir çok istasyonda Fe, Mn, Zn, Cu, Ba, Ni, Co, Cr, Cd, Sn, As, Ba ve Pb analiz parametreleri arasında ilişki 0.01 ve 0.05 pozitif anlamlılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Sadece Hg elementinin As ile negatif 0.01 anlamlılık düzeyinde ilişki varken Ni ise negatif 0.05 düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12 Su Örneklerinin İnorganik Kirlenme Parametreleri Korelasyon Değerleri

		Fe	Mn	Zn	Ba	Cu	Cr	Ni	Co	Sn	As	Pb	Cd	Hg
Fe	Pearson Correlation	1	.722(**)	.643(**)	.900(**)	.381	.541(*)	.845(**)	.823(**)	.251	.818(**)	.943(**)	.016	-.509
Mn	Pearson Correlation		1	.805(**)	.664(**)	.698(**)	.051	.374	.630(*)	.134	.367	.789(**)	.123	-.311
Zn	Pearson Correlation			1	.670(**)	.855(**)	.025	.383	.577(*)	.153	.397	.714(**)	.126	-.403
Ba	Pearson Correlation				1	.455	.589(*)	.721(**)	.837(**)	.276	.667(**)	.869(**)	-.115	-.502
Cu	Pearson Correlation					1	-.165	.063	.348	.351	.094	.530(*)	.359	-.334
Cr	Pearson Correlation						1	.782(**)	.507	.001	.536(*)	.399	-.182	-.478
Ni	Pearson Correlation							1	.651(**)	.118	.858(**)	.739(**)	.006	-.586(*)
Co	Pearson Correlation								1	.188	.652(**)	.772(**)	-.032	-.385
Sn	Pearson Correlation									1	.232	.373	.097	-.249
As	Pearson Correlation										1	.786(**)	.061	-.657(**)
Pb	Pearson Correlation											1	.136	-.512
Cd	Pearson Correlation												1	-.260
Hg	Pearson Correlation													1

** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı.



Şekil 4.35 Su Örneklerinin de Kirliliğe Sebep Olabilecek Bazı İnorganik Kirlenme Parametrelerinin Birlikte Gösterimi

4.3 Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çorlu Deresi'nden alınan su örneklerinin yanı sıra yakın arazilerden toprak örnekleri de alınmıştır. Toprak örneklerini özellikle dereye meydana gelen kirliliğin toprak üzerindeki etkisini belirlemek açısından su örneklerinin alındığı istasyonlara yakın alanlardan alınmasına dikkat edilmiştir. Toprak örnekleri alınırken bölge özelliklerini yansıtmaması açısından 20 istasyon seçilmiş ve toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Bu analiz sonuçları Çizelge 4.14'de, tamamlayıcı istatistik sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Bu toprak örneklerinin yapılan analiz sonuçları aşağıda ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.13 Toprak Örneklerine Ait Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizlerin Tamamlayıcı İstatistik Değerleri

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sap
	İstatistik	İstatistik	İstatistik	İstatistik	İstatistik
pH	20	6.6	8.4	7.910	.3932
EC ($\mu\text{mhos.cm}^{-1}$)	20	.1	119.3	44.605	38.7039
Na ⁺ (%)	20	8.7	40.1	32.365	8.1117
Kireç (%)	20	1.2	11.3	2.940	2.1515
Valid N (listwise)	20				

Çizelge 4.14. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

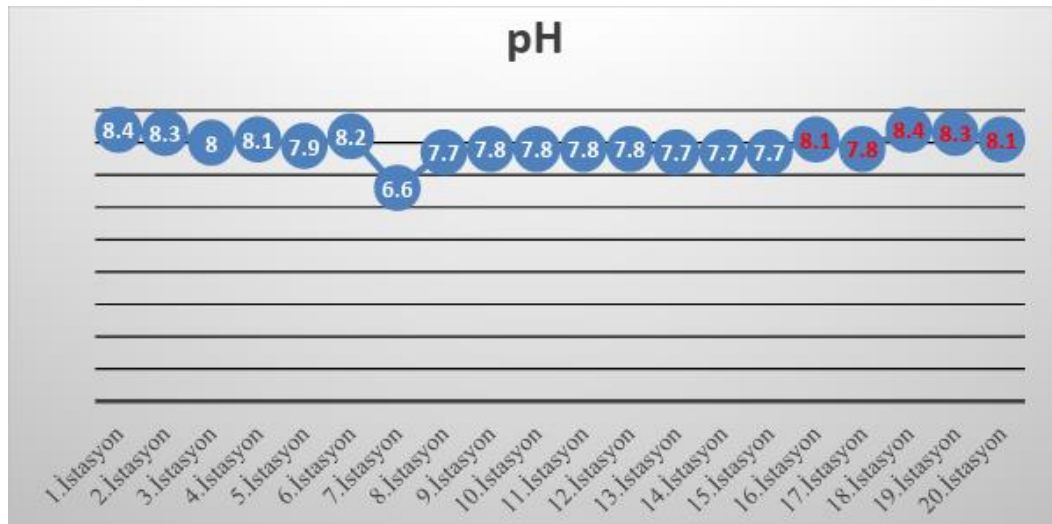
İstasyonlar	pH (1/2.5 Su)	EC (mmhos.cm ⁻¹)	Kireç (%)	Tekstür (%)			Tekstür Sınıfı
				Kum	Silt	Kil	
1.	8,4	1,624	2,3	62,0	22,5	15,5	Kumlu Tın
2.	8,3	1,921	3,5	48,0	26,5	25,5	Kumlu Kil Tın
3.	8,0	0,015	11,3	35,5	33,5	31,0	Kil Tın
4.	8,1	4,598	4,9	29,0	34,5	36,5	Kil Tın
5.	7,9	8,997	2,3	44,5	26,0	29,5	Kil Tın
6.	8,2	1,517	2,0	26,5	32,5	41,0	Kil
7.	6,6	1,642	2,3	44,0	32,5	23,5	Tın
8.	7,7	2,622	2,0	45,0	31,0	24,0	Tın
9.	7,8	5,37	2,5	27,0	38,5	34,5	Kil Tın
10.	7,8	6,333	3,1	31,5	31,0	37,5	Kil Tın
11.	7,8	11,935	3,0	48,0	21,5	30,5	Kil Tın
12.	7,8	9	2,8	43,0	24,5	32,5	Kil Tın
13.	7,7	10,715	3,0	38,5	20,5	41,0	Kil
14.	7,7	9,572	2,0	38,5	31,0	30,5	Kil Tın
15.	7,7	7,103	1,8	51,0	25,5	23,5	Tın
16.	8,1	2,351	1,3	47,0	20,5	32,5	Kil Tın
17.	7,8	2,012	3,2	37,0	28,5	34,5	Kil Tın
18.	8,4	0,018	1,3	33,0	20,5	46,5	Kil
19.	8,3	0,008	1,2	26,5	31,0	42,5	Kil
20.	8,1	1,869	3,0	19,5	39,5	41,0	Kil
Ortalama	7,9	4,461	2,9				
Maksimum	8,4	11,935	11,3				
Minimum	6,6	0,008	1,2				

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan pH analiz değerleri 6,6 ile 8,4 arasında değiştiği ortalama sonucun 7,9 olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.15'e göre yapılan değerlendirmede 7. istasyonun nötr pH sınıfına, diğer istasyonların hafif alkali pH sınıfında olduğu görülmektedir. pH açısından istasyonlarda ciddi bir dalgalanma gözlenmemektedir. Bu değerler bölgede üretimi yapılan bitkiler (buğday, ayçiçeği vb.) açısından herhangi bir sorun oluşturmamaktadır. Şekil 4.36'de toprak örneklerinin pH içerikleri grafik olarak gösterilmektedir.

Çizelge 4.15 Toprakların pH değerlerine göre sınıflandırılması (Alparslan ve ark. 1988)

Sınır Aralığı	Değerlendirme
< 4,5	Kuvvetli Asit
4,5 – 5,5	Orta Asit
5,5 – 6,5	Hafif Asit
6,5 – 7,5	Nötr
7,5 – 8,5	Hafif Alkali
> 8,5	Alkali



Şekil 4.36 Toprak Örneklerinin pH İçeriği

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan EC analizleri değerleri 0,008-11,935 mmhos.cm⁻¹ arasında değiştiği, ortalama sonucun 4,46 mmhos.cm⁻¹ olduğu görülmüştür.

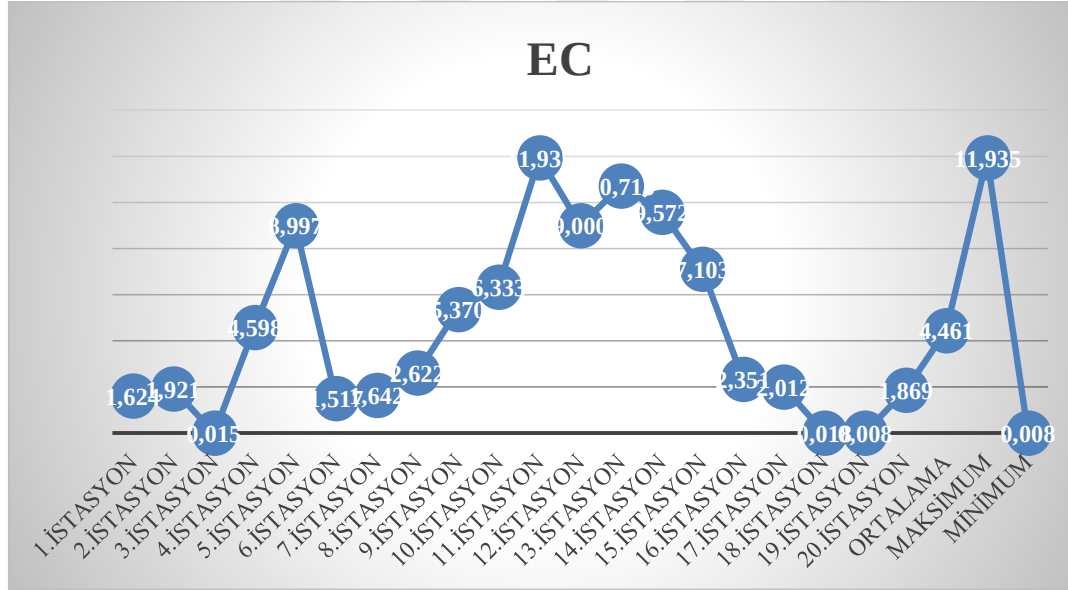
Çizelge 4.16'ya göre yapılan değerlendirmede 1. 2. 3. 6. 7. 8. 16. 17. 18. 19. 20. istasyonlar tuzsuz, 4. 9. 10. ve 15.istasyonlar hafif tuzlu, 5. 11. 14. istasyonlar orta tuzlu olduğu

tespit edilmiştir. En yüksek değerin 11.istasyonda, en düşük değerin 3. ve 19.istasyonlarda olduğu görülmektedir.

Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.37’ de gösterilmektedir.

Çizelge 4.16 Toprakların EC değerlerine göre sınıflandırılması, Anonim (2005a)

Eriyebilir Tuz		mmhos.cm ⁻¹
1	Tuzsuz	0-4
2	Hafif tuzlu	4-8
3	Orta tuzlu	8-16
4	Çok tuzlu	> 16



Şekil 4.37 Toprak Örneklerinin EC İçeriği, (mmhos.cm⁻¹)

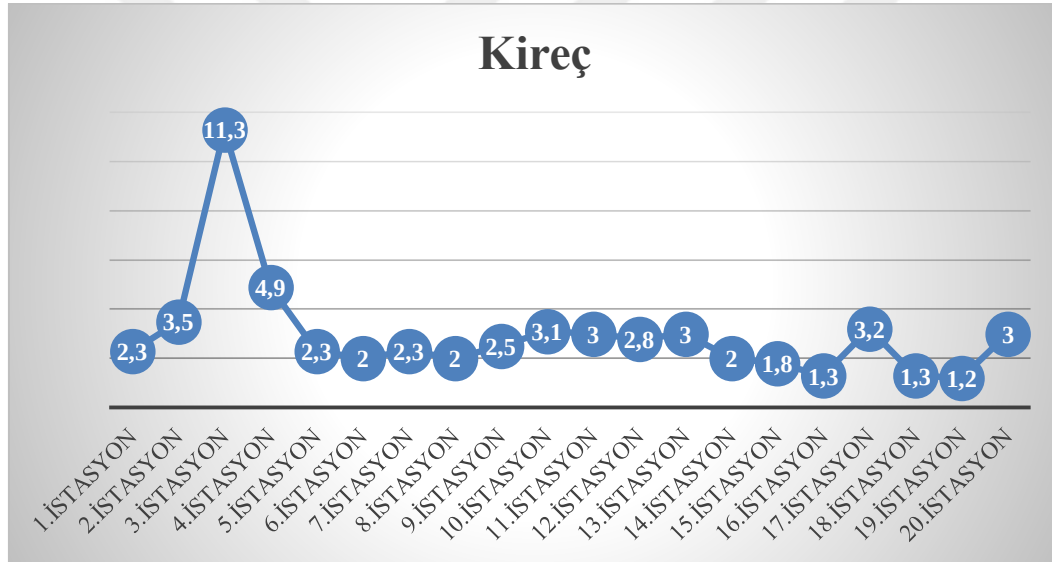
Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan kireç analizleri değerleri %1,2 ile %11,3 arasında değiştiği ve ortalama sonucun % 2,9 olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.17’ye göre yapılan değerlendirmede 3. istasyonun kireçli, diğer istasyonların orta kireçli sınıfta olduğu görülmektedir. Bu değerler bölgede üretimi yapılan bitkiler (buğday, ayçiçeği vb.) açısından herhangi bir sorun oluşturmamaktadır.

Çizelge 4.17 Toprakların Kireç İçeriklerine Göre Sınıflandırılması, (%) (Alparslan ve ark 1988)

Sınır Aralığı	Değerlendirme
< 1	Az Kireçli
1 – 5	Orta Kireçli
5 – 15	Kireçli
15 – 25	Fazla Kireçli
> 25	Çok Fazla Kireçli

Toprak örneklerinin kireç değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.38’de gösterilmektedir.



Şekil 4.38 Toprak Örneklerinin Kireç İçeriği, %

Alınan toprak örneklerinin % 50’si “Kil Tın”, % 25’u “Kil”, % 15’si “Tın”, % 5’si “Kumlu Tın” ve % 5’si “Kumlu Kil Tın”, tekstür sınıfında yer almaktadır. Bu sonuçlar göz önüne alındığında bu bölgede bulunan toprakların kil oranı Trakya Bölge’si ile yaklaşık olarak aynı sonuçları verdiği ve bölge toprağının ağır bünyeli toprak olduğu görülmüştür.

Alınan toprak örneklerinin tekstür sınıfı Şekil 4.39’de tekstür üçgenine göre değerlendirilmiştir.



Şekil 4.39 Tekstür Üçgeni (Soil Survey Staff,1993)

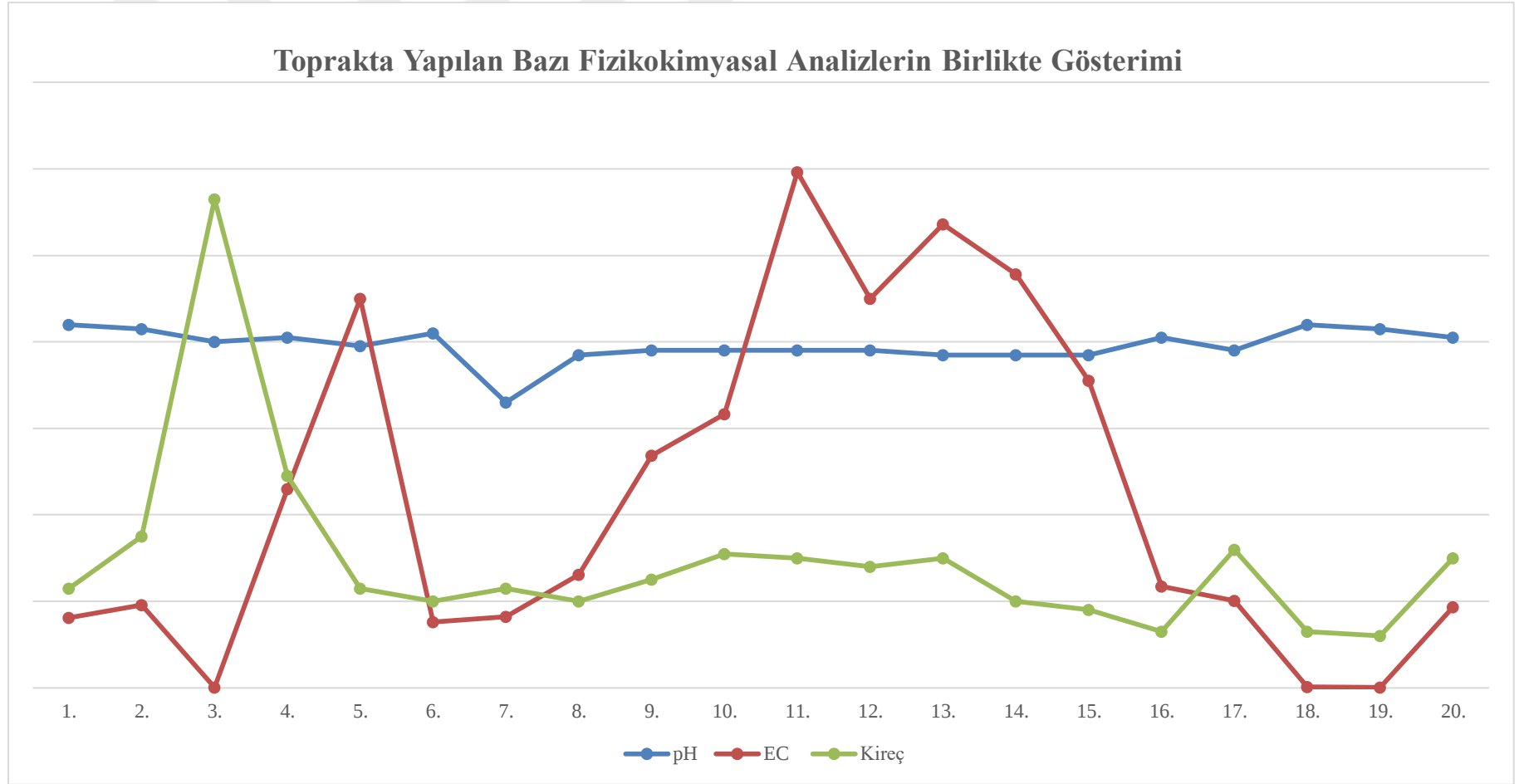
Toprak numunelerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının istasyonlar arasında göstermiş olduğu ilişkiyi daha net ortaya konabilmesi için korelasyon değerleri hesaplanmış olup Çizelge 4.18’de verilmektedir. Bu grafik incelendiğinde özellikle Na^+ (mg/kg) ve % Kireç sonuçlarının birbiri ile $p=0.01$ anlamlılık düzeyinde korelasyon gösterdiği görülmektedir. Ayrıca analiz sonuçlarının istasyonlar arasındaki durumunu belirlemek için Şekil 4.40’de grafik halinde gösterilmektedir.

Çizelge 4.18 Toprak Numunelerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçlarının Korelasyon Değerleri.

		pH	EC (mmhos.cm^{-1})	Na^+	Kireç
pH	Pearson Correlation	1	-.300	-.180	.028
EC(mmhos.cm^{-1})	Pearson Correlation		1	.385	-.146
Na^+ (mg/kg)	Pearson Correlation			1	-.764(**)
% Kireç	Pearson Correlation				1

** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı.



Şekil 4.40 Toprakta Bazı Fizikokimyasal Analiz Sonuçlarının Birlikte Gösterimi.

4.4 Toprakta Ekstrakte Edilebilir Bazı Metallerin Kirlilik Parametreleri İçerikleri

Çorlu deresi yakınlarından alınan toprak örneklerinin ağır metal içerikleri çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir. Alınan toprak örneklerinin bazı ekstrakte edilebilir metallerin analizlerinin ortalama sonuçları Anonim (2005b)'de belirtilen Çizelge 4.19'de 'Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri' ve Çizelge 4.20'de 'Kirlenmiş Toprakta Arıtma Sonucu Uyulması Gereken Sınır Değerleri' konsantrasyonlarına göre değerlendirilecektir. Yönetmelikte yer almayan ağır metaller kendi içinde değerlendirilecektir.

Toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir bazı ağır metal içerikleri ortalama değerleri Çizelge 4.21'de, kirlетici metallerin ortalama değerleri ise Çizelge 4.22'te verilmektedir.

Çizelge 4.19 Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri (Anonim 2005b)

Ağır Metal (Toplam)	PH 5- 6	pH > 6
	Fırın Kuru Toprak mg/kg	Fırın Kuru Toprak mg/kg
Kurşun	50 **	300 **
Kadmiyum	1 **	3 **
Krom	100 **	100 **
Bakır*	50 **	140 **
Nikel*	30 **	75 **
Çinko *	150 **	300 **
Cıva	1 **	1,5 **

*pH değeri 7'den büyük ise çevre ve insan sağlığına özellikle yeraltı suyuna zararlı olmadığı durumlarda Bakanlık sınır değerleri % 50'ye kadar artırabilir.

** Yem bitkileri yetiştirilen alanlarda çevre ve insan sağlığına zararlı olmadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlandığı durumlarda, bu sınır değerlerin aşılmasına izin verilebilir.

Çizelge 4.20 Kirlenmiş Toprakta Arıtma Sonucu Uyulması Gereken Sınır Değerleri
(Anonim 2005b)

Kirlilik Parametreleri	Sınır Değerleri
Sodyum (mg/kg)	125
Kobalt (mg/kg Fırın Kuru Toprak)	20
Arsenik	20
Molibden	10
Kalay	20
Baryum	200

Çizelge 4.21 Toprak Örneklerinin Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal İçerikleri Ortalama Değerleri, (mg/kg)

İstasyonlar	Zn	Cu	Cr	Ni	Pb	Cd	Hg
1.	8	3	9	4,5	16,3	0	0,1
2.	24	8	24	9,3	18,8	0,1	0,2
3.	42	20	40,1	28,8	14,8	0,1	0,2
4.	31	9	25,1	10,8	17,8	0,1	0,2
5.	26	7	16,1	5,7	19,6	0,1	0,2
6.	21	6	21,8	7,5	20	0,1	0,2
7.	14	5	15,6	4,8	22,4	0,1	0,2
8.	34	10	14,6	5,4	21,2	0,1	0,2
9.	28	9	19,4	7,7	18	0,1	0,2
10.	46	14	37,9	14,3	24,4	0,1	0,2
11.	44	11	28,1	10,3	21,6	0,1	0,2
12.	53	15	37,3	15,1	20,9	0,1	0,3
13.	44	12	38,4	10,5	21,6	0,1	0,3
14.	26	8	47,9	7,9	17,8	0,1	0,1
15.	17	4	200,9	4,1	18,3	0	0,1
16.	9	3	16,7	4,9	20,7	0	0,1
17.	8	3	15,3	4,1	20,2	0	0,1
18.	7	3	14,7	4,1	16,5	0	0,1
19.	8	3	13,9	4,1	23,2	0	0,1
20.	18	7	45,6	19	15,1	0,1	0,1
Ortalama	25	8	34,1	9,1	19,5	0,1	0,2
Maximum	53	20	200,9	28,8	24,4	0,1	0,3
Minimum	7	3	9	4,1	14,8	0	0,1

Çizelge 4.22 Toprak Örneklerinin Bazı Ekstrakte Edilebilir Kirlетici Metallerin Ortalama Değerleri, (mg/kg)

İstasyonlar	Ba	Co	Sn	As
1.	241,3	2,4	0,3	0,7
2.	270,4	3,7	0,7	2,1
3.	201	8,1	1,2	2
4.	232,3	4,6	1	1,7
5.	289,1	2,7	1	1,1
6.	281,9	3,1	0,7	1,1
7.	289,1	3,4	0,7	1,4
8.	306,4	2,2	1	1,1
9.	247,5	2,5	0,9	1,2
10.	355	5,4	2,5	3
11.	310,7	4,1	1,6	2,3
12.	283,3	5,7	2	2,7
13.	273	4,3	1,8	2,3
14.	294	2,7	1,1	1,1
15.	332,6	1,8	0,7	0,7
16.	318,9	2,6	0,4	1,1
17.	272,6	2,5	0,4	0,9
18.	250,7	2,4	0,3	0,8
19.	389,7	2,3	0,5	1
20.	135,5	5,8	0,5	1,9
Ortalama	278,75	3,615	0,965	1,51
Maximum	389,7	8,1	2,5	3
Minimum	135,5	1,8	0,3	0,7

Toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir bazı ağır metal ve kirletici metallerin tamamlayıcı istatistik değerleri Çizelge 4.23’de verilmektedir.

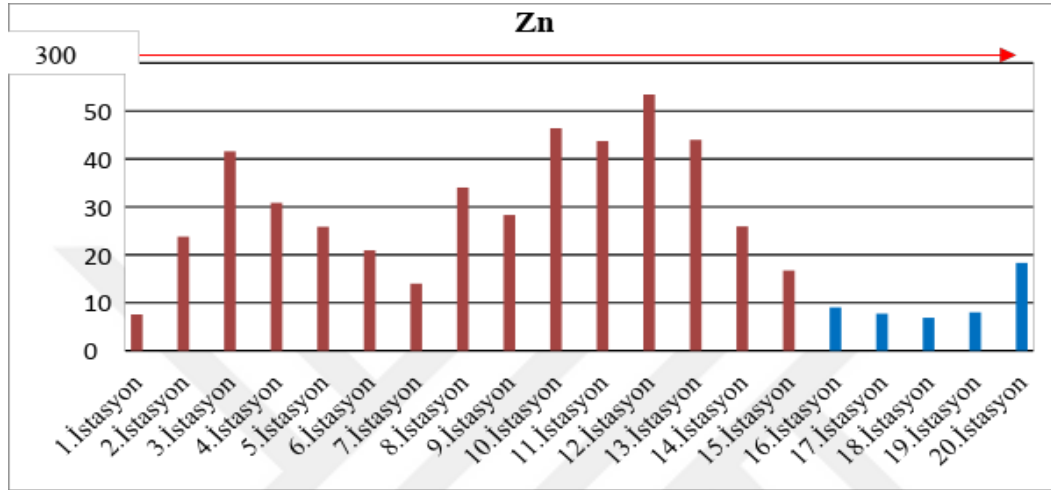
Çizelge 4.23 Toprak Örneklerinin Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal ve Kirletici Metallerin Tamamlayıcı İstatistik Değerleri

	N	Minimum	Maximum	Ortalama		Std. Sap
	İstatistic	İstatistic	İstatistic	İstatistic	Std. Hata	İstatistic
Mn	20	86	387	186,20	18,242	81,583
Zn	20	7,0	53,0	25,400	3,2682	14,6158
Ba	20	135,5	389,7	278,750	12,2397	54,7378
Cu	20	3,0	20,0	8,000	1,0463	4,6792
Cr	20	9,0	200,9	34,120	9,1662	40,9927
Ni	20	4,1	28,8	9,145	1,3992	6,2573
Co	20	1,8	8,1	3,615	,3612	1,6155
Sn	20	,3	2,5	,965	,1342	,6002
As	20	,7	3,0	1,510	,1544	,6905
Pb	20	14,8	24,4	19,460	,5907	2,6417
Cd	20	,0	,1	,070	,0105	,0470
Hg	20	,1	,3	,70	,0147	,0657

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan Zn analiz değerleri 7 mg/kg ile 53 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama sonucun 25 mg/kg olduğu görülmüştür.

Zn elementinin Çizelge 4.19'a göre yapılan değerlendirmede bütün istasyonlar sınır değer olan 300 mg/kg 'ın altında sonuç verdiği görülmektedir.

Toprak örneklerinin Zn değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.41'de gösterilmektedir.

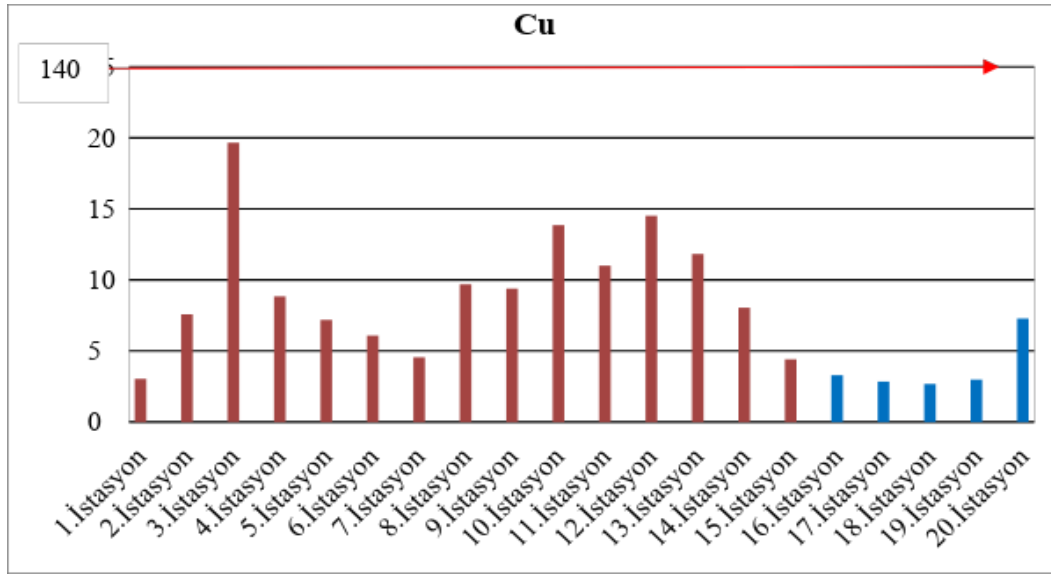


Şekil 4.41 Toprak Örneklerinin Zn İçeriği, mg/kg

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan Cu analizleri değerleri 3 mg/kg ile 20 mg/kg arasında değiştiği, ortalama sonucun 8 mg/kg olduğu görülmüştür.

Cu elementinin Çizelge 4.19'a göre yapılan değerlendirmede bütün istasyonlar sınır değer olan 140 mg/kg'ın altında sonuç verdiği görülmektedir.

Toprak örneklerinin Cu değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.42'de gösterilmektedir.

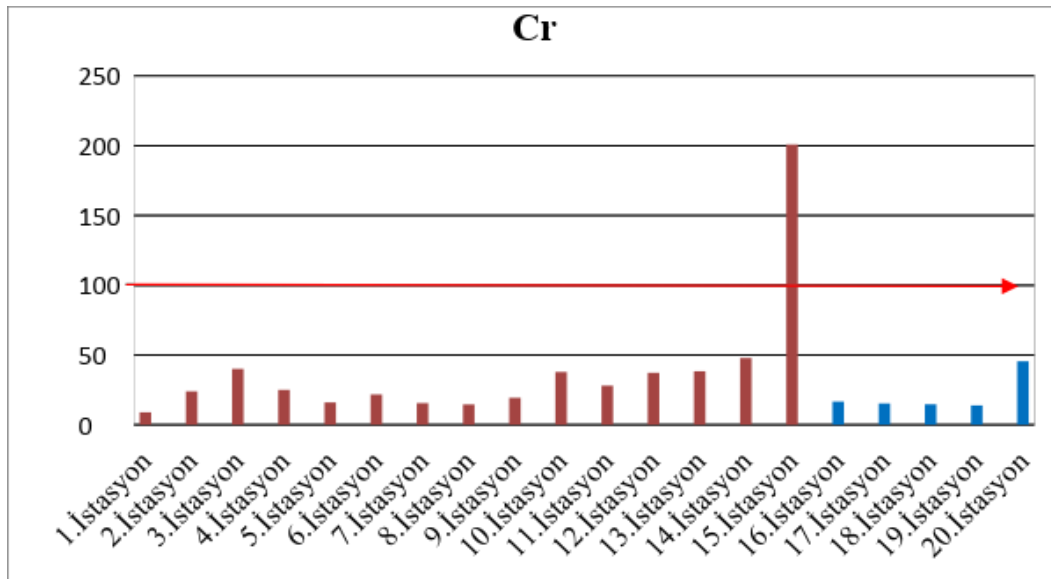


Şekil 4.42 Toprak Örneklerinin Cu İçeriği, mg/kg

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan Cr analizleri değerleri 9,0 mg/kg ile 200,9 mg/kg arasında değiştiği, ortalama sonucun 34,1 mg/kg olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.19'a göre yapılan değerlendirmeye göre sadece 15. istasyonda sınır değeri olan 100 mg/kg' ın üstünde sonuç verdiği gözlenmiştir. Diğer istasyonlarda krom açısından bir sorun görülmemektedir.

Toprak örneklerinin Cr değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.43'de gösterilmektedir.



Şekil 4.43 Toprak Örneklerinin Cr İçeriği, mg/kg

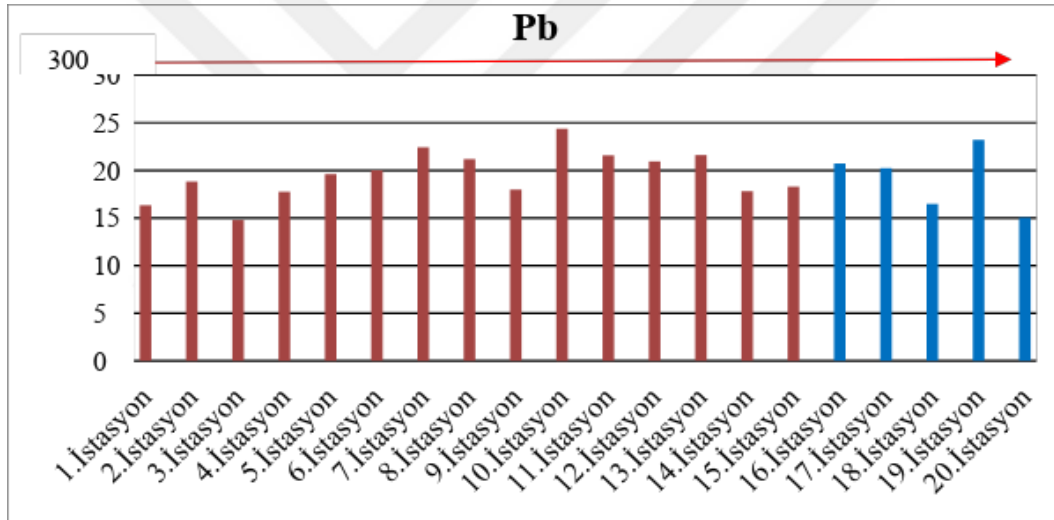
Çorlu ve civarında ağır metal konsantrasyonlarını belirlemek için yapılan bir çalışmada Cr sonuçları 10,13-150,1 mg/kg arasında ölçülmüştür (Dağdeviren 2007).

Bu çalışma sonucunda elde edilen Cr sonuçları göz önüne alınarak yapılan değerlendirmeye göre fazla bir artış gözlenmemiştir. Toprak örneklerinde genel olarak risk yaratacak kadar Cr kirliliği saptanmamıştır.

20 istasyonda toprak örneklerinde yapılan Pb analizleri değerleri 14,8 mg/kg ile 24,4 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama sonucun 19,5 mg/kg olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.19'a göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonların sınır değeri olan 300 mg/kg' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir. İstasyonlarda kurşun açısından bir sorun görülmemektedir.

Toprak örneklerinin Pb değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.44'de gösterilmektedir.



Şekil 4.44 Toprak Örneklerinin Pb İçeriği, mg/kg

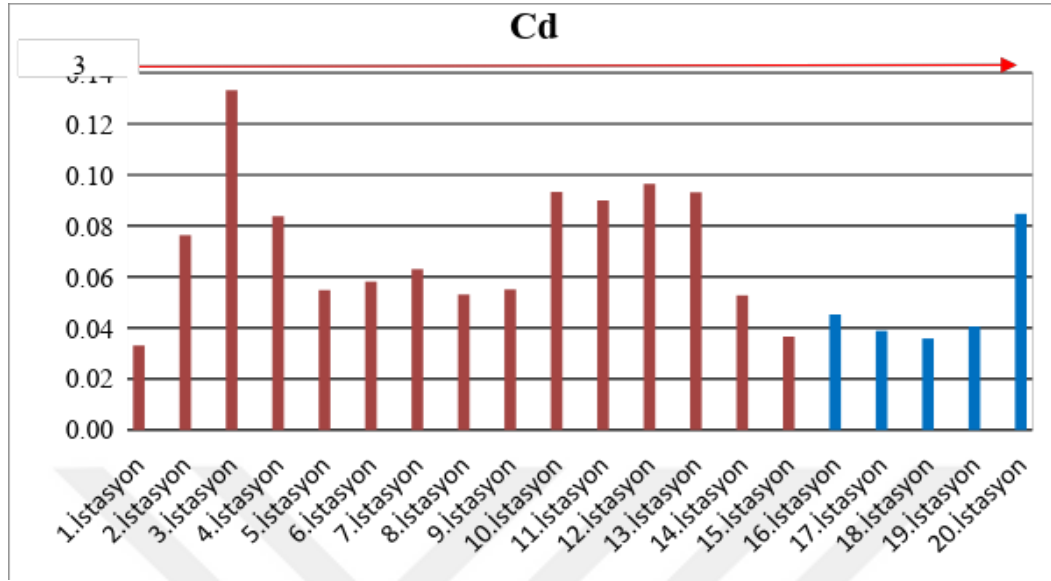
Dağdeviren (2007) tarafından Çorlu ve civarında ağır metal konsantrasyonlarını belirlemek için yaptığı çalışmada Pb sonuçları 12,15-181,5 mg/kg arasında sonuç vermiştir.

Bu araştırma sonucunda elde edilen Pb sonuçları ile Dağdeviren (2007) tarafından yapılan çalışma kıyaslandığında değerlerin düştüğü saptanmıştır. Toprak örneklerinde genel olarak risk yaratacak kadar Pb kirliliği gözlenmemiştir.

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan analizlerinde Cd değerleri 0,0 mg/kg ile 0,1 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama sonucun 0,1 mg/kg olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.19'a göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonların sınır değeri olan 3 mg/kg' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir. İstasyonlarda kadmiyum açısından bir sorun görülmemektedir.

Toprak örneklerinin Cd değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.45'te gösterilmektedir.



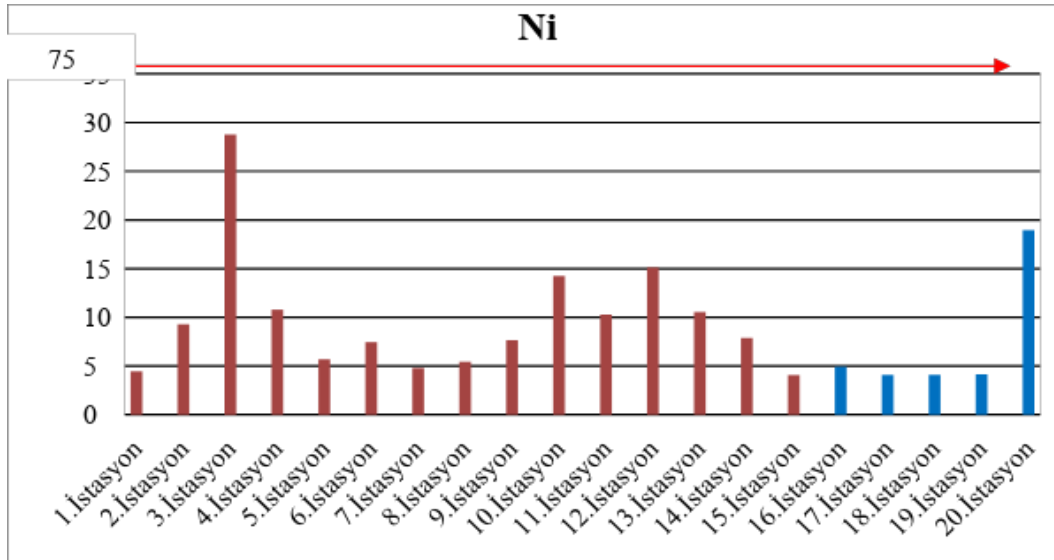
Şekil 4.45 Toprak Örneklerinin Cd İçeriği, mg/kg

Dağdeviren (2007) tarafından Çorlu ve civarında ağır metal konsantrasyonlarını belirlemek için yapılan bir çalışmada Cd değerleri 0,0-2,44 mg/kg arasında sonuç verdiği saptanmış olup bu araştırmada elde edilen Cd analiz sonuçları ile yapılan kıyaslamada 2007 yılına oranla düşüş olduğu görülmektedir. Toprak örneklerinde genel olarak risk yaratacak kadar Cd kirliliği gözlenmemiştir.

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan Ni analizleri değerleri 4,1 mg/kg ile 28,8 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama sonucun 9,1 mg/kg olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.19'a göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonların sınır değeri olan 75 mg/kg' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir. İstasyonlarda Nikel açısından bir sorun görülmemektedir.

Toprak örneklerinin Ni değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.46'da gösterilmektedir.



Şekil 4.46 Toprak Örneklerinin Ni İçeriği, mg/kg

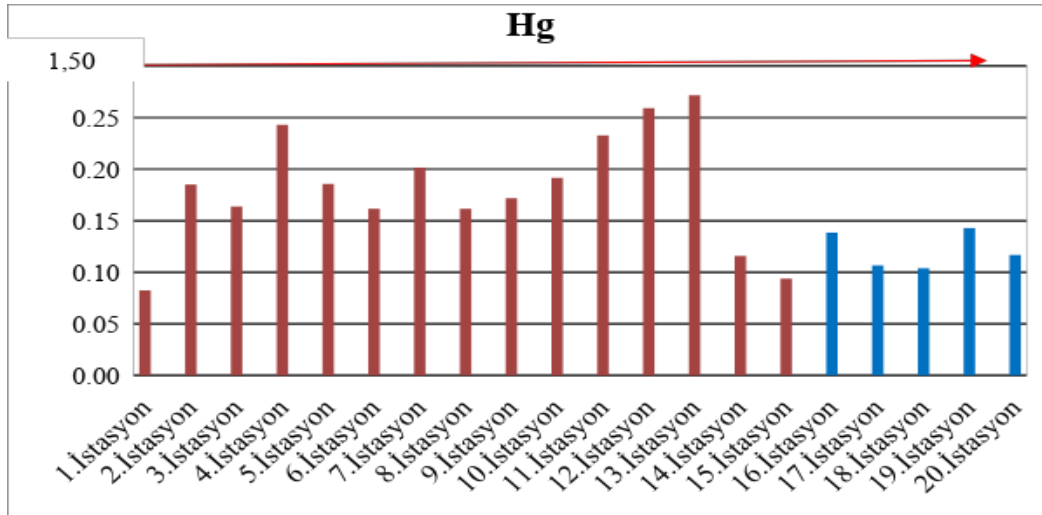
Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan Hg analizleri değerleri 0,1 mg/kg ile 0,3 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama sonucun 0,2 mg/kg olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.19'a göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonların sınır değeri olan 1,5 mg/kg' ın altında sonuç verdiği gözlenmiştir. İstasyonlarda cıva açısından bir sorun görülmemektedir.

Toprak örneklerinde izin verilen sınır değerlerin çok altında sonuç vermesine rağmen Hg varlığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak bölge sanayi kuruluşlarından Hg kaynaklı işletmeler olduğu düşünülmektedir. Hg kaynakları genellikle modern teknolojide cıva ve bileşenleri, boya, termik santrallerin atmosfere bıraktığı gazlar, kâğıt, tarım ilaçları ve diğer sanayi kollarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Pehlivan ve ark. 1993).

Toprak örneklerinde Hg varlığı ile ilgili olarak başka bir çalışma sonucuna göre Kütahya ili Altıntaş Ovası tarım alanlarından alınan 15 toprak örneği analiz edilmiş ve Hg değerleri 0.02-0.56 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Özkul ve ark 2018). Bu sonuçlar incelendiğinde toprak örneklerinde az oranda bile olsa Hg kirliliği olabileceği ve bununla ilgili gerekli tedbirlerin alınması gerektiği konusunu dikkate alınmalıdır.

Toprak örneklerinin Hg değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.47'de gösterilmektedir.

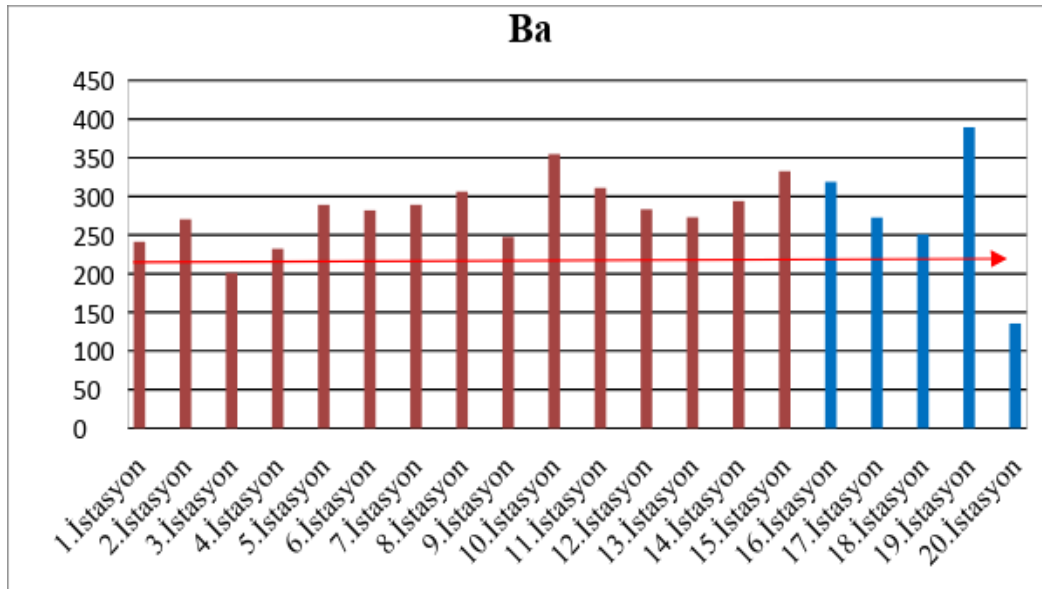


Şekil 4.47 Toprak Örneklerinin Hg İçeriği, mg/kg

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan Ba analizleri değerleri 135,5 mg/kg ile 389,7 mg/kg arasında değiştiği ortalama sonucun 278,8 mg/kg olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.20'ye göre yapılan değerlendirmeye göre sadece 20. istasyonda sınır değeri olan 200 mg/kg' ın altında sonuç verdiği, diğer istasyonların tümünde sınır değerlerinin üstünde sonuç verdiği görülmektedir.

Toprak örneklerinin Ba değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.48'de gösterilmektedir.

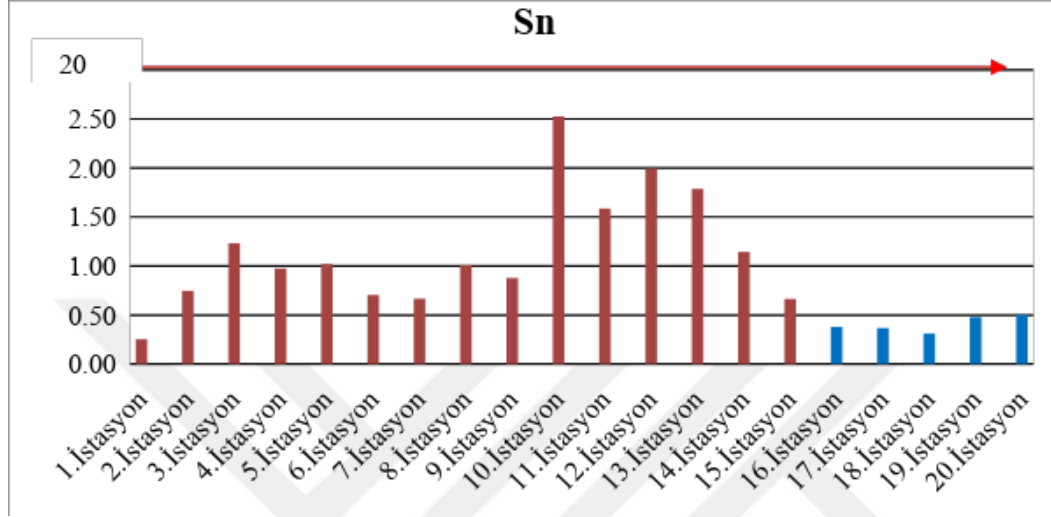


Şekil 4.48 Toprak Örneklerinin Ba İçeriği, mg/kg

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan Sn analizleri değerleri 0,3 mg/kg ile 2,5 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama sonucun 1,0 mg/kg olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.20'ye göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda sınır değeri olan 20 mg/kg' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir. Kalay ile ilgili herhangi bir sorun gözlenmemektedir.

Toprak örneklerinin Sn değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.49'da gösterilmektedir.

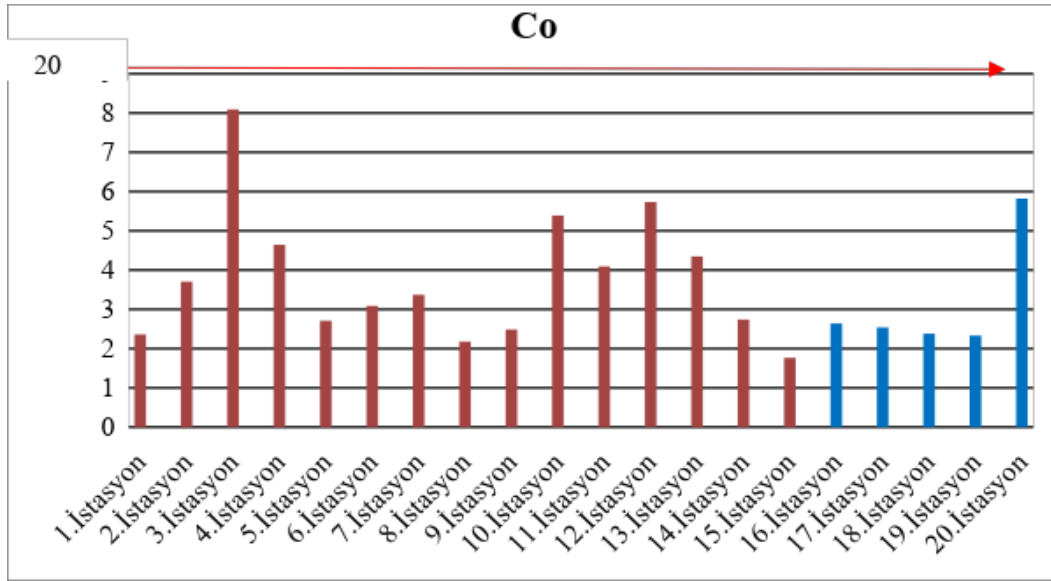


Şekil 4.49 Toprak Örneklerinin Sn İçeriği, mg/kg

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan Co analizleri değerleri 1,8 mg/kg ile 8,1 mg/kg arasında değiştiği ve ortalama sonucun 3,6 mg/kg olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.20'ye göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda sınır değeri olan 20 mg/kg' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir. Kobalt ile ilgili herhangi bir sorun gözlenmemektedir

Toprak örneklerinin Co değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.50'de gösterilmektedir.

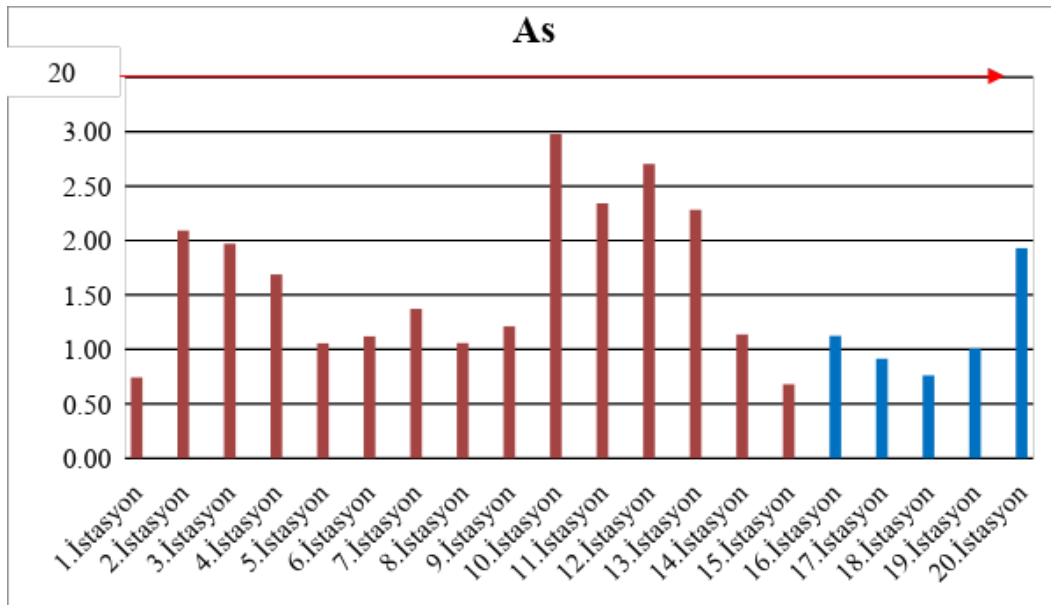


Şekil 4.50 Toprak Örneklerinin Co İçeriği, mg/kg

Toprak örneklerinin 20 istasyonda yapılan As analizleri değerleri 0,7 mg/kg ile 3,0 mg/kg arasında değiştiği, ortalama sonucun 1,5 mg/kg olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.20'ye göre yapılan değerlendirmeye göre bütün istasyonlarda sınır değeri olan 20 mg/kg' nin altında sonuç verdiği gözlenmiştir. Arsenik ile ilgili herhangi bir sorun gözlenmemektedir.

Toprak örneklerinin As değerleri içeriğini gösteren grafik Şekil 4.51'de gösterilmektedir.



Şekil 4.51 Toprak Örneklerinin As İçeriği, mg/kg

Toprak örneklerinin ekstrakte edilebilir bazı ağır metal ve kirletici metallerin korelasyon değerleri Çizelge 4.24’da verilmektedir. Bu çizelge incelendiğinde Fe, Zn, Sn, Hg, Pb ve As elementleri kendi aralarında 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeyinde ilişki görülürken Cu, Zn, Ni, Co, Sn, As, Cd ve Hg analiz parametreleri arasında ise 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ba elementi incelendiğinde sadece Fe ve Pb analiz parametreleri ile 0.01 düzeyinde pozitif ilişki varken Ni ve Co ile negatif 0.05 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Cd elementinin hiçbir analiz parametresi ile anlamlı bir korelasyonu yoktur.

Ayrıca toprak örneklerinde yapılan ekstrakte edilebilir bazı metallerin kirlilik parametrelerin içerikleri sonuçlarının istasyonlar arasında göstermiş olduğu değişikliklerin daha net ortaya konabilmesi için ağır metaller Şekil 4.52’de ve diğer kirletici metallerin ayrı grafiklerde Şekil 4.53’de gösterilmiştir.



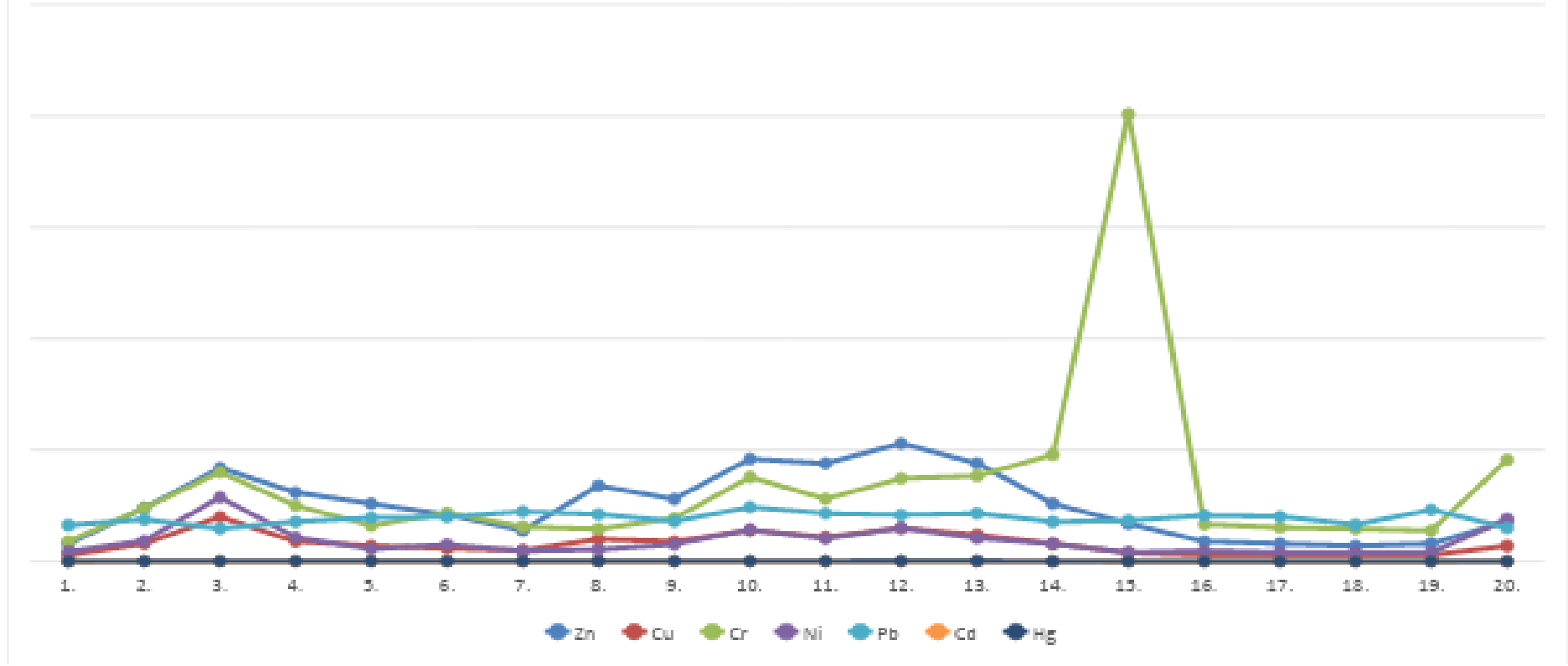
Çizelge 4.24 Toprak Örneklerinin Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metal ve Kirletici Metallerin Korelasyon Değerleri

		Fe	Mn	Zn	Ba	Cu	Cr	Ni	Co	Sn	As	Pb	Cd	Hg
Fe	Pearson Correlation	1	-0.065	.610(**)	.592(**)	.414	-.090	-.012	.116	.682(**)	.500(*)	.702(**)	.310	.712(**)
Mn	Pearson Correlation		1	.267	-.266	.364	-.120	.640(**)	.729(**)	.339	.665(**)	.100	.216	.096
Zn	Pearson Correlation			1	-.001	.916(**)	.046	.609(**)	.637(**)	.918(**)	.818(**)	.222	.731(**)	.813(**)
Ba	Pearson Correlation				1	-.187	.137	-.521(*)	-.465(*)	.235	-.063	.804(**)	-.273	-.010
Cu	Pearson Correlation					1	-.006	.827(**)	.817(**)	.787(**)	.772(**)	.000	.694(**)	.702(**)
Cr	Pearson Correlation						1	.028	-.055	.069	-.080	-.147	-.180	-.163
Ni	Pearson Correlation							1	.963(**)	.457(*)	.664(**)	-.340	.520(*)	.356
Co	Pearson Correlation								1	.532(*)	.771(**)	-.192	.533(*)	.456(*)
Sn	Pearson Correlation									1	.835(**)	.458(*)	.595(**)	.719(**)
As	Pearson Correlation										1	.298	.626(**)	.680(**)
Pb	Pearson Correlation											1	.066	.338
Cd	Pearson Correlation												1	.716(**)
Hg	Pearson Correlation													1

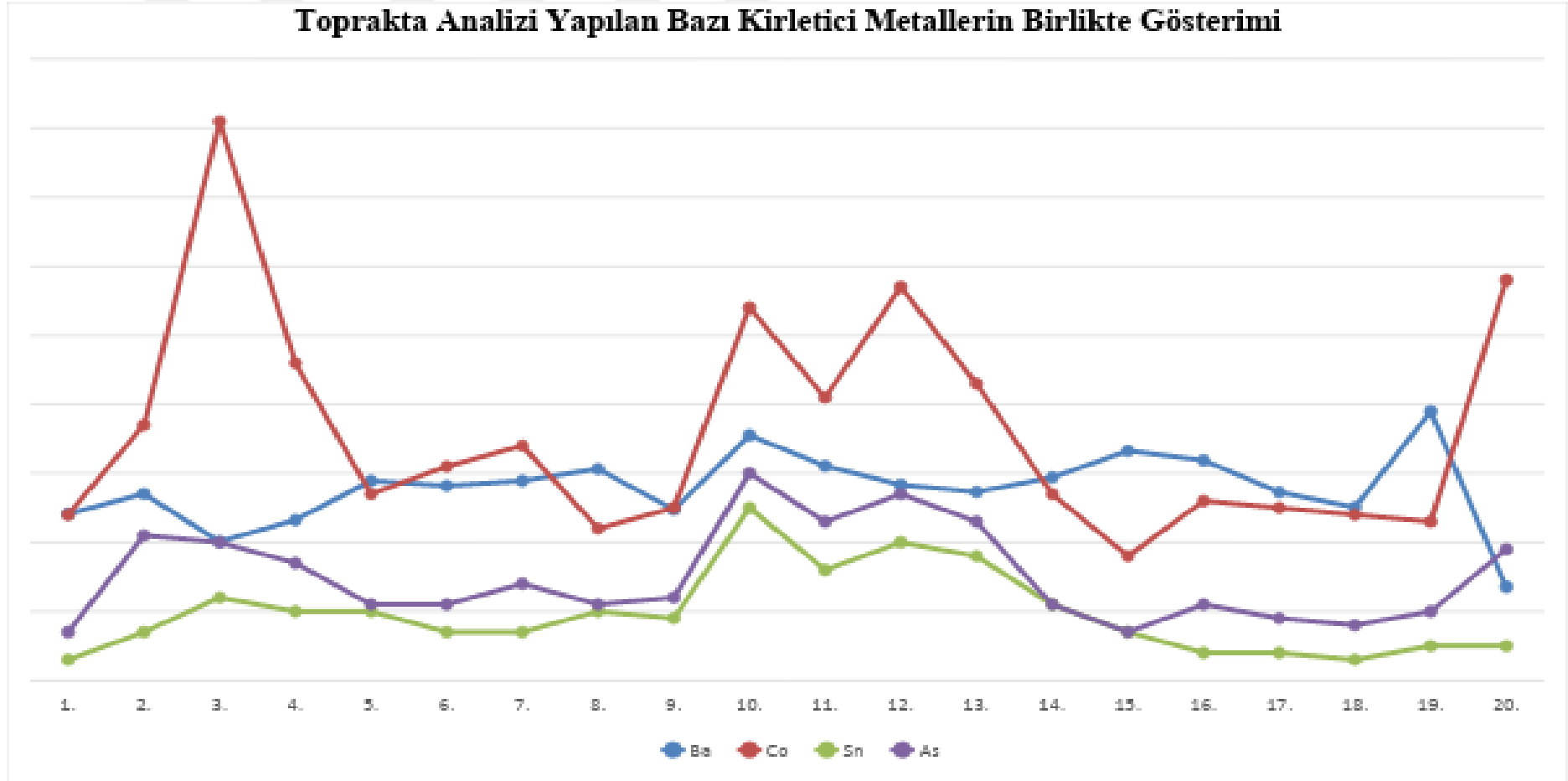
** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı

Toprakta Analizi Yapılan Bazı Ağır Metallerin Birlikte Gösterimi



Şekil 4.52 Ekstrakte Edilebilir Bazı Ağır Metallerin Birlikte Gösterimi,



Şekil 4.53 Ekstrakte Edilebilir Bazı Kirletici Metallerin Birlikte Gösterimi

5 SONUÇ ve ÖNERİLER

Son yıllarda Marmara Bölgesinde artan nüfus ve özellikle OSB giderek artması nedeniyle başta İstanbul olmak üzere birçok il bu yükü daha fazla taşıyamamıştır. Bu nedenle bu yükün başta Trakya Bölgesi olmak üzere birçok bölgeye taşınması gereklilikleri ortaya çıkmış, özellikle Ergene Nehri'nin önemli bir kolu olan Çorlu Deresi'nin Çerkezköy-Çorlu güzergâhında bu sanayi kuruluşları kurulmuştur. Ancak gerek yasal mevzuattaki boşluklar ve gerekse yeterli denetlemenin yapılmaması nedeniyle bu sanayi kuruluşlarının atıklarını uygun arıtma yapılmadan Çorlu Deresi'ne bırakması nedeniyle bu bölgede doğal yaşam bitme noktasına gelmiştir.

Son yıllarda özellikle medyanın da etkisi ile dikkatleri bu bölgeye çekmeyi başarmış olup kirliliğin ortaya konması için önemli araştırmalar yapılmıştır. Arıtma tesisleri ile dere suyu arıtılmaya başlanmış ve bununla beraber ciddi denetimler sonucunda birçok kirlilik parametrelerinde geçmiş yıllara oranla düşüşler olduğu gözlenmektedir.

Bu çalışmada değişik kirlilik parametrelerinin Çorlu Deresinde ve bölge topraklarında meydana getirdiği kirlilik düzeyinin ortaya konması amacıyla su ve toprak örnekleri alınmış ve analiz edilmiştir. Özellikle sanayi kuruluşlarının bulunduğu bölgelerin etkisinin daha net ortaya konması için örnek alınan istasyonlar bu bölgelere yakın bölgelerden seçilmiştir.

Çorlu Deresi'nde 15 istasyondan alınan su örneklerinden yapılan ve sulama suyu sınıflandırılmasında esas alınan bazı analizler yapılmış olup sonuçları uygun kriterlere göre değerlendirilmiştir.

Bu kriterlere göre pH, EC, % Na^+ , $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$, K^+ , $\text{CO}_3^{2-} - \text{HCO}_3^-$, RSC, ESP ve SAR değerlerinde sulama suyu kullanımı açısından herhangi bir sorun olmadığı ve geçmiş yıllarda yapılan analiz sonuçlarına göre düşüş olduğu görülmektedir. Fakat Na^+ (mg/L) açısından istasyonların büyük bir bölümü IV. sınıf su olduğu ve geçmiş yıllara oranla artış gösterdiği belirlenmiştir.

Sulama suyu sınıfı olarak sanayi bölgesinin nispeten az olduğu 1. ve 2. istasyonda C1-S1, 3. ve 4. istasyonda C2-S1 olduğu, daha sonra sanayileşmenin artması ile sulama sınıfının 5. 6. 7. 8. 9. ve 10. istasyonların C3-S1, daha sonra 11. istasyondan sonra sanayi bölgelerinden uzaklaştıkça tekrar C2-S1 sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Sulama suyu sınıfı olarak yapılan değerlendirmede C3-S1 sınıfında bulunan istasyonların III. sınıf su kategorisinde olduğu ve sulama suyu olarak kullanılırken ihtiyatlı olunması gerektiği görülmektedir.

Ayrıca bu analizlerin korelasyon testleri yapılmış ve pH değerinin sadece CO_3^{2-} değeri ile $r \leq 0,01$ pozitif anlamlılık düzeyinde ilişkisi olduğu, RSC' nin pH ve CO_3^{2-} ile $r \leq 0,01$

negatif anlamlılık düzeyinde ilişki düzeyinde olduğu, diğer analiz parametrelerinin ise birbiri ile $r \leq 0,01$ ve $r \leq 0,05$ pozitif anlamlılık düzeyinde sonuç verdiği görülmektedir. Bu sonuçların birlikte gösterildiği grafik incelendiğinde bu analiz parametrelerin istasyonlarda benzer dalgalanmalar gösterdiği görülmektedir.

Su örneklerinden ayrıca bazı ağır metal analizleri de yapılmıştır. Bu sonuçlar Anonim (2004)'de belirtilen 'Sulama Sularında İzin Verilebilen Maksimum Ağır Metal ve Toksik Elementlerin Konsantrasyonları' ve Anonim (2015)'de belirtilen 'Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriteri' ne göre değerlendirilmiştir.

Bu kriterlere göre Zn, Cu, Cr, As, Cd, Pb, Ni açısından herhangi bir sorun gözlenmemiş ve geçmiş yıllardaki analiz sonuçlarına göre iyileşme olduğu görülmektedir.

Fe ve Mn elementleri incelendiğinde her iki elementinde bazı istasyonlarında Anonim (2004)'de belirtilen sınır değerini aştığı, Anonim (2015)'de göre ise sadece Fe elementinde iki istasyonun kullanılabilir limitlerin üstünde sonuç verdiği saptanmıştır.

Hg ve Ba açısından Anonim (2004)'de herhangi bir kriter bulunmadığından değerlendirilmemiş olup Anonim (2015)'de göre yapılan değerlendirmede ise bir sorun olmadığı görülmüştür.

Su örneklerinde yapılan ve kirlilik oluşturabilecek elementlerin analiz sonuçlarının korelasyon testi yapılmış ve birçok elementin $r \leq 0,01$ ve $r \leq 0,05$ anlamlılık düzeyinde pozitif sonuç verdiği görülmüş olup elementlerin birlikte gösterildiği grafik incelendiğinde ise birçok elementin istasyonlarda birbiriyle benzer dalgalanmalar gösterdiği anlaşılmaktadır.

Su örneklerinde analizi yapılan birçok parametrenin ulusal veya uluslararası kriterlere uygun olmasına rağmen maksimum ve minimum sonuçların görüldüğü istasyonlar arasında çok yüksek oranlar olduğu görülmektedir. Özellikle birçok elementin maksimum değerlere 9. ve 10. İstasyonlarda ulaştığı ve bu bölgenin koordinatları incelendiğinde Çorlu-Yulaflı bölgesinde olduğu görülmekte olup bu bölgelerin sanayi kuruluşu bakımından kirliliğe sebebiyet verecek olan tesislerin kontrol edilmesi gerekmektedir.

Toprak örneklerinde 20 istasyonda yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde pH 6,6-8,4 arasında olduğu ve bölge topraklarının genelde hafif alkali, EC değerinin ise 0,008-11,935 mmhos.cm⁻¹ arasında ölçüldüğü ve 5. 11. 14. istasyonların orta tuzlu olduğu tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin kireç içerikleri açısından yapılan değerlendirmesinde ise sonuçların %1,2-11,3 değeri arasında değiştiği tespit edilmiş olup istasyonların genelinde orta kireçli olduğu saptanmıştır. Tekstür sınıfının ise kil tın olduğu görülmektedir.

Toprak örneklerinde ayrıca ekstrakte edilebilir bazı metallerin kirlilik parametrelerinin içerikleri belirlemek için bazı elementlerin analizleri yapılmıştır. Bu elementlerin analiz sonuçları Anonim (2005b)'te belirtilen 'Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri' ve 'Kirlenmiş Toprakta Arıtma Sonucu Uyulması Gereken Sınır Değerleri' kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Cd, Ni, Hg, Sn, Co ve As sonuçları izin verilen sınır değerlerinin altında, Ba ise izin verilen sınır değerinin üstünde sonuç vermiştir.

Topraktaki baryumun kaynağının en önemli sebebi barit ($BaSO_4$) cevheri olabileceği gibi baryumun özellikle $BaCO_3$ formunda cam ve seramik sanayisinde parlatma, beyazlatma ve kusmayı önleme ajanı olarak yüksek tonaj değerlerinde kullanılmakta ve elektronik endüstrisinde ise seramik kapasitör üretimlerinde ham madde olarak kullanıldığı bilinmektedir (Sümer 2005). Bu nedenle topraktaki baryum kirliliğinin nedeninin araştırılması, ilgili sanayi kuruluşlarının araştırılması ve gerekli yasal tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Bu elementlerden Pb, Cd ve Cr sonuçları geçmiş yıllarda yapılan sonuçlara göre düşük değerler elde edilmiştir. Ayrıca bu elementlerin korelasyon testi yapılmış ve birçok elementin $r \leq 0,01$ ve $r \leq 0,05$ anlamlılık düzeyinde pozitif sonuç verdiği görülmüştür.

Sonuç olarak Çorlu Deresinden alınan su örnekleri analiz sonuçlarına göre dere suyunda yapılan kirlilik oluşturabilecek elementlerden Fe ve Mn dışında diğer elementlerin izin verilen değerlerin altında sonuç verdiği, fakat sanayi bölgelerinin yoğun olduğu istasyonlarda değerlerin çok ciddi arttığı tespit edilmiştir. Geçmiş yıllarda yapılan analiz sonuçlarına göre yapılan değerlendirmede ise örneklerin alındığı dönemlerin yakın olması nedeniyle analiz sonuçlarını etkileyen diğer etkenlerin benzer olduğu varsayılarak yapılan değerlendirmede birçok analiz parametresinin düşük sonuçlar verdiği görülmüştür. Fakat, yasal mevzuatlarda belirtilen limitlere ulaşılabilmesi için uygun atık yönetimi prosedürü uygulanmalıdır.

Toprak örneklerinde ise Baryum dışında diğer elementler izin verilen sınırların altında sonuç vermiştir. Böylece sanayi kuruluşlarının civar bölge topraklarında kirlilik oluşturmadığı ortaya çıkmaktadır.

Çorlu Deresi'nde meydana gelen ağır metal kirliliği son yıllarda yasal düzenlemeler ve çevreye duyarlı kültürel önlemlerin uygulanması sayesinde iyileşme gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Ergene havzasının iyi nitelikli ve verimli topraklarının ve bu havzayı besleyen su kaynaklarının çevre kirliliğine maruz kalmaması için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne uygun hareket edilmesi gerekmektedir. Ayrıca ıslah çalışmalarının aksamadan devam edilmesi ve gerekli kontrollerin yapılması için özen gösterilmelidir.

6 KAYNAKÇA

Alloway BJ (1995). Heavy Metals İn Soils. Blackie, London.

Alparslan M, Gunes A Ve İnal A (1988). Deneme Tekniği. A.U. Ziraat Fakóltesi Yayın No:1501, Ankara.

Anonim (2003). Meriç Deltası Sulak Alanının İyileştirilmesi (Rehabilitasyonu) Üzerinde Araştırmalar. DSİ, Edirne.

Anonim (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), Resmi Gazete Tarihi: 31.12.2004, Resmi Gazete Sayı:25867 (Değişik: RG-13.02.2008-26786). T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı.

Anonim (2005a). Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu Uygulama Yönetmeliği, Toprak Ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı. Resmi Gazete Tarihi: 15.12.2005, Resmi Gazete Sayısı: 26024. T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı.

Anonim (2005b). Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 08.06.2010 Resmi Gazete Sayısı: 27605. T.C Çevre Ve Orman Bakanlığından.

Anonim (2008a). Ergene Havzası Çevre Yönetimi Master Planı. Çevre Ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Anonim (2008b) Edirne Tarım İl Müdürlüğü Çalışma Raporu (2008).

Anonim (2009). Trakya Alt Bölgesi Ergene Havzası Revizyon Çevre Düzeni Planı (1/100.000). T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Anonim (2010a). Meriç-Ergene Havzası Endüstriyel Atıksu Yönetimi Ana Plan Çalışması Final Raporu. T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Anonim (2010b). DSİ XI. Bölge Müdürlüğü.1965-1990 Arasında Lüleburgaz İstasyonunda AÖlçülen Aylık Toplam Akımlar Ve Ortalama Değerler. DSİ XI. Bölge Müdürlüğü.

Anonim (2015). Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi:15.04.2015, Resmi Gazete Sayı:29327. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığından, Ankara.

Anonymous (1992). Major Poisoning Episposes From Enviromental Chemicals. WHO.3-15, Geneva.

Anonymous (1996). Trace Elements İn Human Nutrition And Healt. World Health Organization, Geneva.

Anonymous (2000). Toxicological Profile For Arsenic. Agency For Toxic Substances And

- Anonymous (2002). Heavy Metals İn Waste. European Commission. Danimarka. Disease Registry (ATSDR), Georgia.
- Arkoç O (2012). Ergene Havzası Çorlu–Çerkezköy Kesiminde Yeraltısularındaki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. 65.Türkiye Jeoloji Kurultayı, 151s, Kırklareli Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Kırıkkale.
- Arslan F (2012). Ergene Havzası Koruma Eylem Planı. T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Tekirdağ İl Müdürlüğü.
- Asri FO ve Sonmez S (2006). Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Uzerine Etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Enstitusu Dergisi, 23 (2): 36- 45.
- Bakaç M. Ve Kumru MN (2000). Menemen Ovası Su Ve Topraklarında Radyoaktivite Araştırması ve Ağır Metal Kirliliği. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Fizik Bölümü, İzmir, Cilt: 9 Sayı: 35 26-30.
- Baş L ve Demet Ö (1992). Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. S.Ü. Vet. Fak. Formakoloji-Taksikoloji, 5. Sayı, ABD.
- Bebiano M.J., M. Machado (1997). Concentrations Of Metals And Metallothioneins İn Mytilus Galloprovincialis Along The South Coast Of Portugal, Marine Pollution Of Bulletin, 34(8):666-670.
- Benavides MP, Gellego SM And Tomaro ML (2005). Cadmium Toxicity İn Plants. Braz. J. Plant Physiol. 17:21-34.
- Bouyoucos G. S. (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method For Making Mechanical Analysis of Soils. Argon. J. 43:434-438.
- Bowen HJM (1966). Trace Element İn Biochemistry. Academic Press,173-210s, London.
- Brams E (1977). Relationships Of Soil Cadmium And Lead To The Enviroment Peripheral To İndustrial Cities. International Seminar Or Soil Environments And Fertility Management İn Intensive Agricultural (SEFMIA), Soc. Of The Science Of Soil And Manure, 369-382, Tokyo.
- Carrigan R. A. And Erwin T C (1951). Cobalt Determination İn Soils By Spectrographic Analysis Following Chemical Preconcentration. Proceedings-Soil Science Society Of America. Soil Science Society Of America,15: 145- 149s.
- Chapman HD (1971). Proc. Intern. Symp. Soil Fert. Evaln. New Delhi, 1:927-947.
- Cohen J (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Second edition, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.
- Cvetkovic J, Arpadjan S, Karadjova I And Stafilov T (2006). Determination Of Cadmium İn Wine By Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry. Acta Pharm 56:69-77.

- Çayır A (2005). Havadan Gelen Ağır Metallerin Trakya'daki Dağılımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dağdeviren S (2007). Corlu Ve Civarındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi Ve Sonuçların Yapay Sinir Ağları İle Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, T.U. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Edirne.
- Dumiu G (1975). Kirli Su El Kitabı. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Durust N, Durust Y, Tuğrul D And Zengin M (2004). Heavy Metal Contents Of Pinus Radiata Trees Of İzmit (Turkey). Asian Journal Of Chemistry, 16 (2): 1129- 1134.
- Eaton F.M (1950). Significance of Carbonates in Irrigation Waters. Soil Sci. 69: 123-133
- EPA 200.8:1994. Determination Of Trace Elements In Waters And Wastes By Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry. Revision 5.4 EMMC Version.
- Ergen C (1988). Deterjanların Çevreye Etkileri. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı İstanbul İl Müdürlüğü Yayınları. 46
- Eyupoğlu F, Kurucu N, Talaz S (1996). Türkiye Topraklarının Bitkiye Yararlı Bazı Mikroelement (Fe, Cu, Zn, Mn) Bakımından Genel Durumu. Toprak Ve Gübre Arast. Enst. Gen. Mud. Yayın No. 217, Ankara.
- Eyupoğlu F (2002). Türkiye Gübre Gereksinimi, Tüketimi ve Geleceği. Köy Hizm. Gen. Müd. Genel Yay. No: 2, Ankara.
- Garrido ML, Munoz-Olivas R and Camara C (1998). Interference removal for cadmium determination in waste water and sewage sludge by flow injection cold vapour generation atomic absorption spectrometry. J. Anal. Atomic Spectrom. 13: 1145-1149.
- Gerendas JJ, C. Polacco C, Freyermuth SK And Sattelmacher B (1999). Significance Of Nickel For Plant Growth And Metabolism. Journal Of Plant Nutrition And Soil Science, Germany, 162: 241-256.
- Güneş Y, Ekmekyapar F, Yasavul E, Ordu Ş ve Karakaya N (2001). Çorlu Deresi'ne Deşaj Olan Endüstriyel Atıkların Meydana Getirdiği Kirliliğin Belirlenmesi. Ulusal Sanayi Çevre Sempozyumu ve Sergisi, 844- 847, Çevre Müh. Bölümü Mersin.
- Gidirişlioğlu A Ve Çakır R (1996). Ergene Nehri Ve Kollarının Evsel Ve Endüstriyel Atıklarla Kirlenmesinin Tespiti ve Toprak Üzerine Etkileri. Köy Hizm. Gen. Müd. Atatürk Arş. Enst. Müd. APK- 102, 70s, Kırklareli.
- Günay K (1993). Bitkisel Üretimde Besin Ürün Dengesi. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Yayınları, 2. Baskı, 48-49s, Ankara.
- Hossner LR, Loppert RH And Newton RJ (1998). Phytoaccumulation Of Chromium, Uranium And Plutonium In Plant Systems. Amarillo National Resource Center For Plutonium, 3:15-20s.

- Kabata- Pendias A, Pendias H (1992). Trace Elements İn Soils And Plants. CRC Press 4nd Edition, London.
- Kacar B (1995). Bitki Ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Toprak Analizleri. A.U. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 3, Ankara.
- Kacar B Ve Katkat AV (2007). Gubreler Ve Gubreleme Tekniği. Nobel Yayınları No. 1119, 576s, İstanbul.
- Kacar B ve İnal A (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayınları No: 1241, 912s, Ankara.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A Ve Timur S (2004). Metallerin Çevresel Etkileri 1-II ve III. İTÜ Metalurji Ve Malzeme Mühendisliği Bölümü. Metalurji Dergisi, 136:47-53.
- Karaman M.R, Brohi A.R, Müftüoğlu N.M, Öztaş T, Zengin M (2007). Sürdürülebilir Toprak Verimliliği. Koyunhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları No:1, Ankara, 212s.
- Katalay S, Parlak H (2004). Kadmiyum'un *Gobius niger* L. 1758 (Pisces: Gobiidae)'in Eritrosit Yapısı Üzerine Etkileri, Su Ürünleri Dergisi, 21(1).
- Kocaman H, Akın Y, Oğuzhan A (2011).Trakya'da Ergene Nehri Kirliliğinin Tarım Üretimine Olan Etkisi Edirne Örneği. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2:104-105.
- Kılıç A (1984). Mineral Yemler. Yem Sanayi Türk A.Ş. Genel Müdürlüğü Yayın No:1, Ankara.
- Lindsay WL And Norvell WA (1978). Development Of A DTPA Soil Test For Zinc, Iron, Manganase And Copper. Soil Science. Soc.Am.J. 42:421- 428.
- Wallace A, Soufi SM, Cha JW And Romney EM (1976). Some Effects Of Chromium Toxicity On Bush Bean Plants Grown İn Soil. Plant And Soil, 44: 471-473.
- Mertz W (1969). Chromium. Chromium Occurrence And Function İn Biological Systems. Physiol. United States, 49:163-239.
- Metz W (1987). Chromium. Trace Elements İn Human And Animal. Academic Pres, Richard Anderson, Maryland, Volume 1:258-260s.
- Ordu Ş (2005). Ergene Havzasında Yüzeysel Su Kirlenmesinin Çevre Bilgi Sistemi Yardımıyla İzlenmesi Ve Kontrol Yöntemlerinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Ozmen H, Külahci F, Cukurovali A, & Doğru M (2004). Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere*, 55(3): 401-408p.
- Özkul C, Acar R.U, Köprübaşı N, Er A.E, Kızılkaya H.İ, Metin M ve Şenel M (2018). Altıntaş (Kütahya-Türkiye) Ovası Tarım Topraklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Öncel Çalışma. Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi Cilt: 17, No: 1, 2018 (13-26).

- Pehlivan M, Pehlivan E, Özler M.A (1993). İnsan sağlığı üzerine cıva ve cıva bileşiklerinin etkisi. Çevre Dergisi, Sayı 8: 33-35.
- Pratt PF (1966). Chromium. Diagnostic Criteria For Plants And Soils, H. D. Chapman. University Of California Division Of Agricultural Sciences, Berkeley, USA, 136-141.
- Richards L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USD A Handbook No: 60.
- Rickes EL, Brink NG, Koniuszy FR, Wood TR And K. Folkers (1948). Crystalline Vitamin B12, American Association For The Advancement Of Science, 107: 396-397s.
- Rout GR And Das P (2003). Effect Of Metal Toxicity On Plant Growth And Metabolism: I. Zinc. Agronomie, 23: 3- 11.
- Sağlam MT (2008). Toprak Ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi, Yayın No: 2, Tekirdağ.
- Sarı T (2009). Edirne İli Ve Çevresinde Otoban Kenarlarındaki Topraklarda Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, NKU Fen Bil. Enst. Toprak Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Savru H (2003). Türkiye'deki Fabrikalarda Üretilen Gübrelerin Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sawyer, C. N, & McCarty, P. L. (1978). Chemistry for environmental engineers. Mc Graw - Hill Book Company, New York.
- Soil Survey Division Staff (1993). Soil Survey Manual by Soil Survey Division Staff. United States Department of Agriculture Handbook No:18, USDA, Washington, USA.
- Sommer AL (1945). Copper And Plant Growth. Soil Science. 60: 71-80.
- Sonmez S, Kaplan M, Sonmez NK, Kaya H And Uz İ (2006). High Level Of Copper Application To Soil And Leaves Reduce The Growth And Yield Of Tomato Plants. Scientia Agricola, 63(3):213-218.
- Steffens J. C. (1990). The Heavy Metal-Binding Peptides Of Plants. Annual Review Of Plant Biology, 41(1):553-575.
- Sümer G. (2005), Seramik hammaddeleri, Sayfa 198-217, ISBN 975-97620-4-8
- Swaine DJ (1955). The Trace Element Content Of Soils. Soil Science, 48:151.
- Şanlı Y. (1979). Türkiye'nin Akdeniz Sahillerinde Avlanan, Kıyılarıımıza Bağımlı Ekonomik Bazı Balık Türleri İle Karideslerde Total Cıva Ve Organik Cıva Rezidülerinin Araştırılması. A.Ü. Vet. Fak. Dergisi, 26 (3-4): 151-176s.
- Şanlı Y Ve Kaya S (1982). Ekmeklik Buğday Ve Un Örneklerinde Cıva Kalıntıları. A. Ü.

Vet. Fak. Der, 29 (3-4): 458-472s.

Tan A (2006). Atık Sularda Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans, T.C. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Anorganik Kimya Anabilim Dalı, Edirne.
TS 8335 ISO 10693:1996.Toprak Kalitesi-Karbonat Muhtevası Tayini-Volümetrik Metot. Çevre İhtisas Grubu.

TS 8334:1990/ TS ISO 11265: 1996 Topraklar-Toplam Tuz Miktarı Tayini. Ziraat İhtisas Grubu.

TS ISO 14869-1 Ocak 2004. Soil Quality – Dissolution For The Determination Of Total Element Content - Part 1: Dissolution With Hydrofluoric And Perchloric Acids.

TS EN 13805 Mart 2008. Eser Elementlerin Tayini-Basınç Altında Parçalama.

TS EN ISO 10523:2013. Su Kalitesi-pH Tayini. Çevre Teknik Komitesi.

TS 9748 EN 27888:1996. Su Kalitesi-Elektriksel İletkenlik Tayini. Alıcı Ortam Özel Daimi Komitesi.

TS-7739:2009 Sulama Suyu. Ziraat İhtisas Grubu.

Tok HH (1997). Çevre Kirliliği. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.

Tok HH, Adiloğlu A, Öner N, Gönülsüz E And Adiloğlu S (2005). Heavy Metal Concentrations İn Irrigation Waters And Rice Crops İn The Central Trakya Region. Journal Of Environmental Protection And Ecology, Thessaloniki Greece, 6(3):550- 562.

Topbas MT, Brohi AR ve Karaman MR (1998). Çevre Kirliliği. T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Toröz İ (2009). Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Eğitimi Ders Notları.

Tüzüner A (1990). Toprak ve Su Analiz Laboratuvarı El Kitabı. Mülga KHGM Yayınları, Ankara.

Üstbaş Y, Taşan M, Geçgel Ü (2009). Trakya Bölgesinde Üretilen Ayçiçeği Tohumu (Helianthus Annus L.) Yağlarında Bakır, Demir, Kadmiyum Ve Kurşun İçeriklerinin Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 6 (1).

Vural H (1993). Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu Kirlilikler. Ekoloji. 8: 3-8s.

Zengin KF Ve Munzuroğlu O (2005). Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus Vulgaris L. Strike*) Klorofil ve Karotenoid Miktarı Uzerine Bazı Ağır Metallerin (Ni², Co², Cr³, Zn²) Etkileri. F.U. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(1): 164-172.

www.cerkezkoy.bel.tr (erişim tarihi, 10.04.2014).

<http://www.cosb.org.tr/> (erişim tarihi, 10.04.2014).

<http://www.velimeseosb.org.tr/index.php?id=160> (erişim tarihi, 10.04.2014).

<http://www.corluderiosb.org.tr/> (erişim tarihi, 10.04.2014).

<http://www.vosb.org.tr/index.php?id=59> (erişim tarihi, 10.04.2014).

www.asb.com.tr (erişim tarihi, 10.04.2014).



ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Van ili Erciş ilçesinde doğdu. İlköğretimi Erciş Yatılı İlköğretim Bölge Okulu, liseyi Erzincan Laborant Meslek Lisesinden mezun oldu.

2000 yılında A.D.Ü SHMYO Tıbbi Laboratuvar Bölümünden, 2007 yılı A.Ü Açıköğretim Fakültesi Tarım Önlisans Programından, 2011 yılında A.Ü Açıköğretim Fakültesi İşletme Bölümünden ve 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünden mezun oldu.

2001-2016 yılları arasında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İstanbul Gıda Kontrol Müdürlüğünde çalıştı. 2016 yılından itibaren Lotus Analiz Gıda Laboratuvarı Hizmetleri A.Ş. Katkı-Mikotoksin Analiz Laboratuvarında Birim Sorumlusu olarak çalışmaktadır.