



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKÇE VE SOSYAL BİLİMLER ANABİLİM DALI
COĞRAFYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**UMURBEY OVASI'NIN EKOLOJİK RİSK ANALİZİ VE
COĞRAFYA ÖĞRETMENLERİNİN EKOLOJİK RİSKLER
KONUSUNDA GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZENDER BAY

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TÜRKÇE VE SOSYAL BİLİMLER ANABİLİM DALI
COĞRAFYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

**UMURBEY OVASI'NIN EKOLOJİK RİSK ANALİZİ VE COĞRAFYA
ÖĞRETMENLERİNİN EKOLOJİK RİSKLER KONUSUNDA GÖRÜŞLERİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZENDER BAY

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon kurumu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 3451

ÇANAKKALE – 2022



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Özender BAY tarafından Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL yönetiminde hazırlanan ve **26/08/2022** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Umurbey Ovası’nın Ekolojik Risk Analizi ve Coğrafya Öğretmenlerinin Ekolojik Riskler Konusunda Görüşlerinin İncelenmesi” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

.....

(Danışman)

Doç. Dr. Alptürk AKÇÖLTEKİN

.....

Doç. Dr. Musa ULUDAĞ

.....

Tez No :

Tez Savunma Tarihi : 26/08/2022

.....
Doç. Dr. Yener PAZARCIK

Enstitü Müdürü

.././20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarımı kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Özender BAY

26/08/2022

TEŞEKKÜR

Günümüzde gerçekleşen yoğun antropojenik faaliyetler ekosistemde çevre kirliliğine neden olmaktadır. Ağır metal kirliliği, son yıllarda yapılan çalışmalarda çevre kirliliğinin bir çeşidi olarak belirlenmiştir. Ağır metal kirliliğinin somut delilleri olmamasından dolayı diğer çevre kirliliği çeşitleri içerisinde en tehlikeliler olarak yer almaktadır ve günümüzde önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir. Bu çevre sorununu ortadan kaldırmak veya etkilerini azaltmak ancak bireylere verilecek çevre eğitimi ile mümkündür. Bu eğitimde ise çevreyi konu edinmiş Coğrafya öğretmenlerine büyük sorumluluk düşmektedir. Ancak Coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller konusunda bilgi seviyeleri verilecek eğitim yönünden oldukça önemlidir. Bu nedenle Coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller konusunda bilgi seviyelerinin araştırılması ve görev yaptıkları bölgelerin ağır metal seviyelerinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Çalışmanın her aşamasında beni destekleyen ve bilimsel ufkumu açan danışmanım Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL'a sonsuz teşekkürler ederim. Yüksek lisans tez çalışmamızı destekleyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Komisyonu'na teşekkür ederim. Lisans ve Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan ve laboratuvar çalışmalarımda desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Serkan KÜKRER'e teşekkürlerimi sunarım. Her zaman bilimsel açıdan beni destekleyen ve yüksek motivasyonuyla yanımda bulunan Dr. Şeyda KARTUM'a teşekkür ederim. Tez çalışmam kapsamında eğitim ile ilgili bilimsel ufkumu açan ve tezime önemli katkılar sağlayan Doç. Dr. Alptürk AKÇÖLTEKİN'e teşekkür ederim. Çalışmamda üstün CBS bilgisiyle katkı sağlayan Mahsum BOZDOĞAN kardeşime çok teşekkür ederim. Arazi çalışmamda bana destek veren Güntekin USLU ve Deniz Meriç ÇETİN'e teşekkür ederim.

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve beni bugünlere getiren annem ve babama sonsuz teşekkürlerimi bildiririm.

Özender BAY
Çanakkale, Ağustos 2022

ÖZET

UMURBEY OVASI'NIN EKOLOJİK RİSK ANALİZİ VE COĞRAFYA ÖĞRETMENLERİNİN EKOLOJİK RİSKLER KONUSUNDA GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

Özender BAY

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Türkçe ve Sosyal Bilimler Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

26/08/2022,162

Bu çalışma Umurbey Ovası'nın ekolojik risk analizi ve Çanakkale ilinde görev yapmakta olan Coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler konusunda görüşlerinin incelenmesini amaçlamıştır. Umurbey Ovası'nın ekolojik risk seviyelerini belirlemek için Umurbey Ovası tarım topraklarından (13) toprak numunesi, Umurbey Çayı (7), Umurbey Lagün Gölü (12)'nden sediment numunesi ve Umurbey havzasından (4) ana kaya örnekleri toplanmıştır. Çanakkale ilinde görev yapan Coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler konusunda görüşlerinin belirlenmesi için nitel araştırma yöntemlerinden yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Umurbey Ovasında antropojenik etki belirlenebilmesi için Zenginleşme Faktörü (EF), Kontaminasyon Faktörü (CF), Jeokümülyasyon İndeksi (Igeo), Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (PER), Spearman Korelasyon Analizi, Temel Bileşenler Analizi ve Cluster analizi yapılmıştır.

Umurbey Ovası'nın ekolojik risk analizi sonucunda bölgenin metal seviyelerinin yüksek seviyede ve toksik olduğu saptanmıştır. Umurbey ovasının ekolojik risk analizi

sonucunda Umurbey ayı sedimentlerinin Cd, Cu, Zn ve Hg metalleri ile kirlendiği ve Cd ve Hg metallerinin önemli potansiyel ekolojik risk seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Umurbey Lagün gölü sedimentlerinin Cu, Cd, Ni, Cr metalleri ile kirlendiği ve Cd metalinin yüksek ekolojik risk seviyesinde olduğu bulunmuştur. Umurbey Ovası tarım topraklarının Cu, Ni ve Cr metalleri ile kirlendiği ve Cu ve Cd metallerinin önemli potansiyel ekolojik risk seviyesinde olduğu saptanmıştır. Coğrafya ğretmenlerinin ekolojik riskler konusunda görüşleri incelendiğinde; Coğrafya ğretmenlerinin ağır metaller konusunda görüşlerinin yeterli düzeyde olmadığı, orta ğretim coğrafya ders kitaplarının ağır metal kirliliği konusunda yetersiz olduğu, ders süreci içerisinde ağır metal kirliliğine kısmen değinebildikleri ve niversite eğitimleri boyunca evre kirliliği konusunda yeterli eğitimi almadıkları saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Umurbey, Ekolojik Risk, evre Kirliliği, Coğrafya eğitimi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ECOLOGICAL RISK ANALYSIS OF UMURBEY PLAIN AND GEOGRAPHY TEACHERS' VIEWS ON ECOLOGICAL RISKS

Özender BAY

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Sciences Social and Turkish

(Supervisor)

Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

26/08/2022,162

In this study, it is aimed to analyze the ecological risk analysis of Umurbey plain and the views of Geography teachers working in Çanakkale on ecological risks. The agricultural soil sample from the Umurbey Plain (13), sediments of the Umurbey Stream (7), the Umurbey Lagoon Lake (12) were collected in order to determine the ecological risk of Umurbey plain. One of the qualitative study approaches used to determine the views of geography teachers working in Çanakkale on ecological concerns was applied structured interview form. Enrichment Factor (EF), Contamination Factor (CF), Geoaccumulation Index (Igeo), Potential Ecological Risk Index (PER), Spearman Correlation Analysis, Principal Component Analysis, and Cluster analysis were used to determine the anthropogenic effect in the Umurbey plain.

Umurbey Plain's metal levels were determined to be high and harmful in as a result of the region's ecological risk analysis. As a consequence of the ecological risk analysis of

the Umurbey plain, it was determined that the sediments of the Umurbey Stream were polluted with Cd, Cu, Zn and Hg metals and that the Cd and Hg metals were at a significant potential ecological risk level. In Umurbey lagoon sediments, metal pollution was caused by cd, cu, zn and hg and Cd was found at a high ecological risk level. Of agricultural soils of the Umurbey Plain was polluted with Cu, Ni and Cr metals and Cu and Cd metals are at an important potential ecological risk level. When the views of geography teachers on ecological risks are examined; level of opinion of geography teachers on heavy metals was determined to be insufficient, intermediate education geography class books on heavy metal pollution were insufficient. They only mentioned heavy metal pollution in passing during the course process, and they did not receive adequate environmental pollution training during their university education.

Keywords: Heavy metals, Umurbey, Ecological Risk, Environmental Pollution, Geography education

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	iii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu	3
1.2. Araştırmanın Amacı	6
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	9
1.5. Varsayımlar	9
1.6. Tanımlar	10

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Ağır Metaller	13
2.2. Bazı Elementlerin Genel Özellikleri	15
2.2.1. Alüminyum (Al).....	15
2.2.2. Bakır (Cu)	16

2.2.3. Talyum (Tl).....	17
2.2.4. Civa (Hg).....	17
2.2.5. Çinko (Zn).....	18
2.2.6. Vanadyum (V).....	19
2.2.7. Kadmiyum (Cd)	20
2.2.8. Kobalt (Co)	21
2.2.9. Krom (Cr).....	22
2.2.10. Kurşun (Pb).....	23
2.2.11. Mangan (Mn)	24
2.2.12. Nikel (Ni).....	24
2.3. Önceki Çalışmalar	25
2.4. Çevre Eğitimi ve İz Elementlerin Çevre Eğitimi Açısından Önemi	39
2.5. Umurbey Ovasını Genel Coğrafi Özellikleri.....	43
2.5.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikleri.....	43
2.5.2. İklimsel Özellikler.....	47
2.5.3. Toprak ve Bitki Özellikleri	49
2.5.4. Nüfus ve Yerleşme Özellikleri.....	51

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 .Araştırmanın Modeli	54
3.2. Evren ve Örneklem.....	56

3.3. Ekolojik Risk Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi	57
3.4. Coğrafya Öğretmenlerinin Ekolojik Riskler Hakkından Görüşlerine Dair Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi	61
3.5. Verilerin Analizi ve Yorumu.....	62
3.5.1. Laboratuvar Analizleri	62
Toprak Reaksiyon Tayini (pH)	62
Karbonat Tayini.....	63
Organik Madde Tayini.	65
Klorofil bozunma ürünleri.....	69
3.5.2. Sedimentlerin Ağır Metal ve Azot Tayini.....	71
3.5.3. Ekolojik Risk İndeksleri.....	72
Kontaminasyon Faktörü.	72
Zenginleşme Faktörü.....	72
Jeo-Akümülyasyon Faktörü.	73
Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi.	74
3.5.4. Yapılandırılmış Görüşme Formu	75

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Veriler	76
4.1.1. Ağır Metal Seviyelerine İlişkin Bulgular	76
4.1.2. Organik Karbonun Lokasyonlara Göre Dağılımı.....	79
4.1.3. Klorofil Bozunma Ürünleri'nin Lokasyonlara Göre Dağılımı.....	81

4.1.4. CaCO ₃ Seviyelerinin İstasyonlara Göre Dağılımı	83
4.1.5. pH Seviyelerinin Lokasyonlara Göre Dağılımı.....	85
4.1.6. Azot Tayini	88
4.1.7. Zenginleşme Faktörü.....	90
4.1.8. Kontaminasyon Faktörü.....	94
4.1.9. Jeo-Akümülyasyon İndeksi.....	98
4.1.10. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi	101
4.1.11. İstatistiksel Analizler.....	107
Spearman Korelasyon Analizi.....	107
Temel Bileşenler Analizi.....	111
Kümelenme (Cluster) Analizi.....	117
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Veriler.....	120
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Veriler.....	122
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Veriler.....	123
4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Veriler.....	126
4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Veriler.....	127

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ/ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma.....	131
5.2. Sonuç.....	136
5.3. Öneriler	142



SİMGELER VE KISALTMALAR

As	Arsenik
Cu	Bakır
Hg	Cıva
Cd	Kadmiyum
Cr	Krom
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Tl	Talyum
V	Vanadyum
Pb	Kurşun
Fe	Demir
Zn	Çinko
Co	Kobalt
Ni	Nikel
P	Fosfor
K	Potasyum
TN	Toplam Azot
CaCO₃	Kalsiyum Karbonat

°C	Santigrad Derece
Na	Sodyum
İst	İstasyon
CF	Kontaminasyon Faktörü
K₂Cr₂O₇	Potasyum Dikromat
PER	Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi
I_{geo}	Jeo – Akümülayon İndeksi
EF	Zenginleşme Faktörü
H₂SO₄	Sülfürik Asit
F	Frekans
H₃PO₄	Ortofosforik Asit
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
CDP	Klorofil Bozunma Ürünleri
PPM	Milyonda Bir
ICP-MS	Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi
CÖ	Coğrafya Öğretmeni
mm	Milimetre

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1.	Dünya Sağlık Örgütü Ağır Metallerin İzin Verilebilir Sınır Limitleri	14
Tablo 2.	Çanakkale İli Ortalama Sıcaklık ve Buharlaşma Verileri	49
Tablo 3.	Umurbey Ovası 2018 Yılı Nüfus Verileri	52
Tablo 4.	Araştırmaya Katılan Coğrafya Öğretmenlerine Ait Demografik Değişkenler	57
Tablo 5.	ICP-MS Analizi Sonuçlarına Göre Umurbey Lagün Gölü Ham Metal Dağılımları	77
Tablo 6.	ICP-MS Analizi Sonuçlarına Göre Umurbey Çayı Ham Metal Dağılımları	78
Tablo 7.	ICP-MS Analizi Sonuçlarına Göre Umurbey Ovası Tarım Toprakları Ham Metal Dağılımları	79
Tablo 8.	Toprakların pH Seviyelerine Göre Sınıflandırılması	88
Tablo 9.	Umurbey Lagün Gölü Lokasyonlara Göre Toplam Azot Seviyeleri	88
Tablo 10.	Umurbey Ovası Tarım Toprakları İstasyonlara Göre Toplam Azot Seviyeleri	89
Tablo 11.	Umurbey Çayı Lokasyonlara Göre Toplam Azot Seviyeleri	89
Tablo 12.	Umurbey Çayı Principal Compenant Analizi	113
Tablo 13.	Umurbey Lagün Gölü Principal Compenant Analizi	116
Tablo 14.	Umurbey Ovası Tarım Toprakları Principal Compenant Analizi	117
Tablo 15.	İkinci Alt Probleme İlişkin İstatistikler	121
Tablo 16.	Üçüncü Alt Probleme İlişkin İstatistikler	122
Tablo 17.	Dördüncü Alt Probleme Ait İstatistikler	123
Tablo 18.	Dördüncü Alt Probleme Ait İstatistikler	125
Tablo 19.	Beşinci Alt Probleme İlişkin İstatistikler	126
Tablo 20.	Altıncı Alt Probleme İlişkin İstatistikler	127
Tablo 21.	Altıncı Alt Probleme İlişkin İstatistikler	129

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1.	Çalışma alanı lokasyon haritası	43
Şekil 2.	Umurbey ovası jeoloji haritası	44
Şekil 3.	Umurbey ovası yükselti basamakları haritası	46
Şekil 4.	Umurbey çayı ve anakaya örneklem noktaları	58
Şekil 5.	Umurbey lagün gölü örneklem noktası	59
Şekil 6.	Umurbey ovası tarım toprakları örneklem haritası	60
Şekil 7.	Toprak ve sediment örneklerinin pH metre ile pH ölçümü	62
Şekil 8.	Schibler kalsimetre aleti ile örneklerin CaCO ₃ seviyelerinin ölçülmesi	63
Şekil 9.	Numunelerin etüve yerleştirilmesi ve 60°C'de 24 saat kurutma işlemi	65
Şekil 10.	Numuneleri havanda dövülerek inceltilmesi ve elekte elenmesi	66
Şekil 11.	Erlenlere numunelerin dökülmesi	67
Şekil 12.	Erlenlere potasyum dikromat dökülmesi	67
Şekil 13.	Titration işleminin yapılması	68
Şekil 14.	Polietilen bardaklar içerisinde bulunan yaş sedimentler üzerine aseton dökülmesi	70
Şekil 15.	Polietilen bardakların üzerleri kapatılarak beklemeye alınması	71
Şekil 16.	Unicon Marka S-1205 model spektrofotometre cihazı	71
Şekil 17.	Umurbey lagün gölü element bazlı box and whisker grafiği	90
Şekil 18.	Umurbey ovası tarım toprakları element bazlı box and whisker grafiği	91
Şekil 19.	Umurbey çayı element bazlı box and whisker grafiği	92
Şekil 20.	Umurbey çayı element bazlı box and whisker grafiği (Cd hariç)	94
Şekil 21.	Umurbey lagün gölü element bazlı box and whisker grafiği	95
Şekil 22.	Umurbey ovası tarım toprakları element bazlı box and whisker grafiği	96
Şekil 23.	Umurbey çayı element bazlı box and whisker grafiği	97
Şekil 24.	Umurbey çayı element bazlı box and whisker grafiği	98
Şekil 25.	Umurbey lagün gölü jeo-akümülyasyon indeksi element bazlı box and whisker grafiği	99

Şekil 26. Umurbey ovası tarım toprakları jeo-akümülyasyon indeksi element bazlı box and whisker grafiği	100
Şekil 27. Umurbey çayı jeo-akümülyasyon indeksi element bazlı box and whisker grafiği	101
Şekil 28. Umurbey lagün gölü element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği	102
Şekil 29. Umurbey lagün gölü element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği (Cd hariç)	103
Şekil 30. Umurbey ovası tarım toprakları element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği	104
Şekil 31. Umurbey ovası tarım toprakları element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği (Cd hariç)	104
Şekil 32. Umurbey çayı element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği	106
Şekil 33. Umurbey çayı element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği (Cd hariç)	106
Şekil 34. Umurbey çayı sedimentlerinin değişkenler arası spearman korelasyonu	109
Şekil 35. Umurbey lagün Gölü sedimentlerinin değişkenler arası spearman korelasyonu	110
Şekil 36. Umurbey ovası tarım topraklarının değişkenler arası spearman korelasyonu.	111
Şekil 37. Umurbey çayı cluster analiz grafiği	118
Şekil 38. Umurbey lagün gölü cluster analiz grafiği	119
Şekil 39. Umurbey ovası tarım toprakları cluster analiz grafiği	120

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik No	Grafik Adı	Sayfa No
Grafik 1.	Çanakkale meteoroloji istasyonu yağış verileri (2020)	48
Grafik 2.	Umurbey lagün gölü organik karbon seviyesinin istasyonlara göre dağılımı	79
Grafik 3.	Umurbey ovası tarım toprakları organik karbon seviyesinin istasyonlara göre dağılımı	83
Grafik 4.	Umurbey çayı organik karbon seviyelerinin istasyonlara göre dağılımı	81
Grafik 5.	Umurbey lagün gölü klorofil bozunma ürünleri seviyelerinin istasyonlara göre dağılımı	84
Grafik 6.	Umurbey çayı klorofil bozunma ürünleri seviyelerinin istasyonlara göre dağılımı	82
Grafik 7.	Umurbey lagün gölü CaCO ₃ içeriğinin istasyonlara göre dağılımı	83
Grafik 8.	Umurbey tarım toprakları CaCO ₃ içeriğinin istasyonlara göre dağılımı	84
Grafik 9.	Umurbey çayı sedimentlerinin CaCO ₃ içeriğinin istasyonlara göre dağılımı	85
Grafik 10.	Umurbey lagün gölü pH seviyelerinin istasyonlara göre dağılımı	86
Grafik 11.	Umurbey tarım toprakları pH seviyelerinin lokasyonlara göre dağılımı	86
Grafik 12.	Umurbey çayı pH seviyelerinin lokasyonlara göre dağılımı	87
Grafik 13.	Umurbey lagün gölü istasyon bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi	102
Grafik 14.	Umurbey tarım toprakları istasyon bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi	105
Grafik 15.	Umurbey çayı istasyon bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi	107

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

İnsanlar, yeryüzüne ilk ortaya çıktığı dönemlerde (2.500.000 yıl önce) mağaralara yerleşerek (150.000 yıl önce) avcılık ve toplayıcılık yapmış ve ekosisteme zarar vermeden yaşamışlardır (Loon, 2003). Bu faaliyetler ile doğa ve insan arasında ilk etkileşim başlamıştır. Neolitik dönemde (M.Ö. 10.000) tarımsal faaliyetlere başlayan insanlar, özellikle sulak alanlar çevresinde yer alan ova ve deltalara yerleşip yerleşik hayata geçmiş ve tarımsal faaliyetler gerçekleştirerek doğal kaynakları tüketmeye başlamışlardır (Loon, 2013). 18. yüzyıla gelindiğinde sanayi devrimi ile birlikte seri üretim başlamış ve çok büyük bir iş gücü açığını ortaya çıkarmıştır. Bu iş gücü açığını kapatmak için insanlar köyden kente göç etmeye başlamış, teknolojik gelişmeler ile birlikte hızlı nüfus artışı meydana gelmiş ve dünya nüfusu artmıştır. Sanayi devrimi sonrasında gelişmekte olan ülkeler endüstriyel ve teknolojik gelişmeler sayesinde artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tarımsal üretim arttırmış ve sulak alanları deşarj alanı olarak kullanılması ile birlikte ağır metal birikimlerinden dolayı çevre sorunları ortaya çıkmaya başlamıştır. Sanayi devriminden günümüze kadar fosil yakıtların yakılması, suni gübreler, pestisitler, evsel ve endüstriyel kanalizasyon atıkları, nükleer santrallerden çıkan katı atıklar ve egzost dumanları gibi yapılan yoğun antropojenik faaliyetler sonucunda kirleticiler çeşitlenerek sulak alanlar, tarım toprakları ve havanın ağır metallerce (Pb, Ni, Hg, Cd, Cu, Hg, Tl, Al, Zn, Mn, Fe, As, V, Co) zenginleşmesine, bitki ve hayvanları biyolojik aktivitelerini olumsuz yönde etkileyecek seviyeye gelmesine ve besin zinciri yoluyla insanlara kadar ulaşarak çeşitli hastalıklara sebep olmaya başlamıştır (Sarı, 2019; Akça vd., 2015). Bu süreç ikinci dünya savaşından itibaren günümüze kadar daha da hızlanarak devam etmiştir.

Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan toplumların en önemli sorunlardan birisi çevre kirliliğidir. Çevre kirliliği yaygın olarak hava, toprak ve su kirliliği olarak bilinirken, son dönemlerde yoğun antropojenik faaliyetler sonucu ortaya çıkan ağır metal kirliliği çevre kirliliği arasında en önemlisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ağır metal kirliliğinin kaynakları ve taşınımı birden çok faktöre bağlılık göstermektedir. Bu faktörler; yüzeysel akış, infiltrasyon, organik madde, organik karbon yağış miktarı, toprak çeşidi, arazi kullanımı, morfoloji, kentleşme olarak özetlenebilir. Bu süreç ve durumlar doğada ppm (parts per million/milyonda bir) düzeyde bulunan ağır metal seviyelerini yükseltmesinden dolayı biyobirikime neden olarak toksik olabilmektedirler. Sulamalı tarım yapılan topraklar ve sulak alanların diplerinde bulunan sedimentler, ağır metallerce doygun hale geldiklerinde, yapısında var olan ağır metalleri dışarıya vererek kirletici bir kaynak haline gelmektedir. Tüm bu süreçler yaşadığımız çevrenin kirlenmesine, ekosistemin bozulmasına, biyoçeşitliliğin yok olmasına ve gelecek nesiller için yaşanabilir bir dünya bırakılmasını engellemektedir (Selçuk, 2019).

Ağır metal kirliliğinin olumsuz sonuçlarını önlemek ve engellemek, günümüz ve gelecek nesiller için hayati önem teşkil etmektedir. Bu durumun gerçekleşmesi için en önemli adım eğitimden geçmektedir. Eğitim ile halkın bilinçlenmesi ve bireylerin çevreye karşı duyarlılığının artırılması sağlanmaktadır. Bu süreçlerin gerçekleşmesi çevre eğitime bağlı olduğu kaçınılmazdır. Ağır metal ve çevre bilincinin oluşması ve kalıcı çözümler için en büyük görev orta öğretim Coğrafya ders kitaplarında çevreyi konu alan coğrafya öğretmenlerine düşmektedir. Çünkü ortaöğretim coğrafya ders kitaplarında çevre konuları büyük bir yer kaplamaktadır. Bu yönde nitelikli bir eğitimin gerçekleşmesi için coğrafya öğretmenlerinin çevre ve ağır metal kirliliği hakkında alan bilgisi ve bölgesel etmenlerden

bakımından yeterli olması gerekmektedir. Shulman (1987) öğretmen bilgisinin iyi araştırılması gerektiğini ve 7 çeşit öğretmen bilgisinin olduğunu öne sürmüştür. Bunlar; alan bilgisi, öğrenci bilgisi, bağlam bilgisi, eğitsel bilgi, pedagojik bilgi amaç ve değerler bilgisidir. Burada öğretmenin yetkinlik kazanması alan bilgisi alanında yeterli olması gerektiğinden dolayı en önemlileri arasında yer almaktadır. Göz ardı edilmemesi gereken bir diğer husus ise bağlam bilgisidir. Bağlam bilgisi, bir öğretmenin okul, toplum ve yaşadığı çevre hakkında bilgili olması anlamına gelmektedir. Ayrıca 1994 tarihinde Amerikan Ulusal Coğrafya Eğitimi Kurulu (National Council for Geographic Education) tarafından coğrafya eğitiminin 5 temel bileşimi açıklanmıştır. Bu kurula göre coğrafya eğitiminin temel bileşenleri; konum, yer ve hareket, insan, bölge ve çevredir. Bu durumda hem Shulman tarafından yapılan araştırma hem de Amerikan Ulusal Coğrafya Eğitim Kurulunun coğrafya eğitiminin temellerine göre öğretmenlerin yaşadıkları çevre hakkında bilgi sahibi olmaları aynı zamanda alan bilgisi yönünden yeterli olmaları nitelikli bir eğitim açısından kaçınılmaz olduğu anlaşılmıştır. Alan ve bağlam bilgisinden hareketle Umurbey Ovasının tarıma elverişli toprakları, Umurbey Çayı ve Umurbey lagün gölü sedimentlerinden metal seviyeleri tespit edilecek, elde edilen bulgular insan sağlığı ve ekolojik açıdan değerlendirilerek elementlerin muhtemel kaynakları belirlenecek ve Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller ve ekolojik risk indeksleri hakkında izlenimleri incelenecektir.

1.1. Problem Durumu

18. yy'da sanayi devriminin gerçekleşmesi ve devamında hızlı nüfus artışının yaşanması beraberinde birçok olumsuz durumları meydana getirmiştir. Fosil yakıtlar, nükleer santrallerin katı atıkları, ticari gübreler, matbaacılık, pestisitler, dericilik, otomotiv,

evsel ve endüstriyel atıklar hava, su ve toprakların ağır metallerce kirlenmesine neden olmuştur. Bu kirlenici faktörler çevrede bulunan sulak alan ve toprakların bünyesinde yer alan Pb, Hg, Co, Fe, Tl, As, Cu, Cd, Cr, Zn ve V gibi ağır metallerin seviyelerini yükseltmektedir. Ayrıca göl ve ırmaklarda meydana gelen değişimler sediment partiküllerinin suda bulunan elementleri çekmesi ve suyun içinde metalleri bünyesinde barındıran organik ve inorganik maddelerin dibe çökmesinden dolayı sediment de kolayca takip edilmektedir (Selvi, 2012). İnsanlar tarafından yapılan tüm bu uygulamalar doğanın dengesini bozarak çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Çevre kirliliğinin ulusal ve uluslararası alanda birden çok tanımı yapılmıştır (Aydoğdu, 2014; Singer, 1966; Appannagari, 2017; Kaypak, 2012; Topbaş vd., 1998). En genel tanımı ile çevre kirliliği “Çevre’de bulunan bütün öğeleri olumsuz yönde etkileyen ve niteliğini bozan zararlı maddelerin stabil çevresel süreçleri olumsuz yönde etkilemesi” olarak tanımlanmıştır. Çevre’ye yapılan bu olumsuz etki hava, su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır, son yıllarda endüstriyel ve teknolojik gelişmeler ağır metal kirliliğini ortaya çıkarmıştır (Akça vd., 2015). Bu kirlilik çeşitleri canlıların yaşadığı doğal çevreyi bozarak çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Çevre sorunları, insanların bilinçsiz bir şekilde çevreye müdahale etmesi ve ekolojik dengenin bozulmasından kaynaklanmaktadır. Ancak 1982 Anayasa’sında belirtildiği gibi herkes sağlıklı ve dengeli bir yerde yaşama hakkına sahiptir (Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 1982;56). Günümüz ve gelecek nesiller için çevremizi korumak büyük önem arz etmektedir. İnsanların çevre konusunda bilinçli davranarak, duyarlı ve eleştiriler bakış açısına sahip olması ancak çevre eğitimi ile mümkün olmaktadır (Selçuk, 2019). Etkin bir çevre eğitiminin verilebilmesi ise ancak çevre bilinci yüksek coğrafya öğretmenlerinin yetiştirilmesi ile mümkün olabilir.

Coğrafya öğretmenlerinin ve öğrenimleri devam eden coğrafya öğretmen adaylarının birden çok temel sorumlulukları bulunmaktadır. Bu temel sorumluluklar arasında en önemlisi mekânsal ilişkileri yorumlayarak mekâna yönelik çözümler yapmalarıdır. Bunun kanıtını ortaöğretim coğrafya ders kitaplarının tarihsel süreçte değişen coğrafi yaklaşımlarında görmek mümkündür. 2005 yılından itibaren eğitim sistemimizde gerçekleşen köklü değişikliklerle ortaöğretim coğrafya ders kitapları günümüze kadar sürekli güncellenmiştir. Bu güncellemelerin ana temelinde mekânsal sorunlara detaylıca yaklaşarak sorunların temel sebeplerini araştıran bir yaklaşım benimsenmiştir (Sağdıç ve İnce, 2020). Mekânsal yaklaşım temeline dayanılarak coğrafya öğretmenleri öğrencilere bir bölgede var olan sorunları ve bu sorunlara neden olan sebepleri ortaya çıkarılmasını öğretmeli bir başka deyişle öğrencilerde “*coğrafi bir bilinç*” oluşturmalıdır. Çevre sorunlarının kalıcı olarak ortadan kaldırılması için coğrafya öğretmenlerinin öğrencilerinde oluşturacakları coğrafi bilinç son derece önem arz etmektedir. Öğrencilerde coğrafi bir bilinç oluşturmak isteyen coğrafya öğretmenlerinin ise bölge kavramı bilişsel düzeylerinin yüksek olması gerekmektedir. Bu çalışmanın problem durumunu Umurbey Ovasının ekolojik risk analizi ve coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler konusunda görüşleri oluşturmaktadır. Alt problemler ise;

1. Umurbey Ovası'nın ekolojik risk seviyesi hangi düzeydedir?
2. Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler ve ağır metaller hakkında görüşleri nelerdir?
3. Ağır metallerin insan sağlığına yarar ve zararları konusunda coğrafya öğretmenlerinin görüşleri hangi düzeydedir?
4. Coğrafya öğretmenleri orta öğretim ders kitaplarında yer alan çevre konularını

ekolojik risk ve ağır metaller yönünden yeterli bulmakta mı? Ders sürecinde yeterince bu konulara değinebiliyorlar mı?

5. Coğrafya öğretmenleri üniversite eğitimleri boyunca ekolojik risk ve ağır metaller hakkında yeterli bir eğitim almış mıdır?

6. Coğrafya öğretmenlerinin ağır metallerin muhtemel kaynaklarını belirleme ve ağır metal kirliliğini önlemeye yönelik düşünceleri nelerdir?

1.2. Araştırmanın Amacı

Çanakkale ilinin doğu kıyılarını oluşturan Umurbey Ovasında yapılan yaş meyve ve sebze üretimi bölgesel ölçekte önem teşkil etmektedir. Ayrıca Umurbey Ovasının kıyı kesiminde turizm potansiyeli bulunmakta ve ikincil konut sayısı ve yoğunluğu artmaktadır. Bölge sahip olduğu fonksiyonel özelliklerinden dolayı büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak üreticilerin ekosistem sağlığını korumak ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak konusunda sorumlulukları vardır. Bölgede var olan potansiyelin kullanılabilmesi, ilerleyen yıllarda bölgede yaşayan insanlarda sağlık problemlerinin yaşanmaması ve ekosistemin sürekliliğinin sağlanması gereklidir. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak/minimum seviyelere indirmek ancak, çevre ve coğrafi bilinç seviyeleri yüksek bireyler yetiştirmek ile mümkün hale gelecektir. Çevre kirliliği ile ilgili çözümlerin ortaya konulması ve bireylere çevre bilinci oluşturulması tüm branşlarda öğretmenlerin sorumluluğu olarak görülmektedir. Fakat ortaöğretim seviyesinde bulunan bireyler için çevre bilincinin oluşturulmasında coğrafya öğretmenlerine büyük bir sorumluluk düşmektedir. Çünkü bilişsel boyut açısından çevre eğitiminde alınabilecek en verimli dönem olarak bildirilmektedir (Ünal ve Dımışkı, 1999). Bundan dolayı ortaöğretim

kurumlarında görev yapan coğrafya öğretmenlerinin çevre ile ilgili bilgi birikim seviyelerinin artması büyük önem arz etmektedir.

Bu araştırmanın temel amacı; Umurbey Ovasının ekolojik risk analizi ve coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler konusunda görüşleri oluşturmaktadır. Bu temel amaç doğrultusunda alt amaçlar ise;

1. Umurbey Ovası tarım toprakları, Umurbey Çayı ve Umurbey Lagün gölü sedimentlerinin metal seviyelerinin belirlenmesi,

2. Bölgede metal seviyelerinin yükselmesinde etkili olan etmenlerin belirlenmesi,

3. Ölçülen metal seviyelerinin belirlenen indeksler ile ekolojik risk değerlendirilmesinin yapılması,

4. Ölçülen metal seviyelerinin belirlenen indeksler ile insan sağlığı açısından değerlendirilmesi,

5. Umurbey Çayı sedimentlerinin metal seviyeleri ile Umurbey Ovası tarım topraklarının metal seviyeleri arasında ki ilişkinin belirlenmesi,

6. Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler hakkında görüşlerinin incelenmesi,

7. Coğrafya öğretmenlerinin orta öğretim coğrafya ders kitaplarını yeterli bulup/bulmadığı konusundaki düşüncelerinin belirlenmesi,

8. Coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller konusunda yeterli eğitim alıp/almadığının ortaya konulması,

9. Coğrafya öğretmenlerinin ağır metal bilgi düzeyleri ile bölgenin ağır metal

seviyeleri arasında ilişkinin belirlenmesi şeklinde belirtilebilir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Günümüzde çok sayıda insanlar da görülen metabolik ve kronik hastalıkların temel nedenini ağır metaller oluşturmaktadır (Özbolat ve Tuli, 2016). Metaller, yer kabuğunu oluşturan kayalarda farklı oranlarda mevcuttur ve kayaların ayrışması yoluyla topraklara, akarsulara, göllere ve denizlere taşınırlar. Ancak günümüzde doğal süreçlerle taşınan ve belli ortamlarda biriken metallere antropojenik girdilerden kaynaklanan metaller de eklenmiştir. Çanakkale ilinin doğu kıyısında bulunan Umurbey beldesinde tarımsal üretimi ve devamlığı arttırmak amacıyla topraklara verilen azot, fosfat ve potasyumlu gübreler, zararlılarla mücadele amaçlı olarak kullanılan tarım ilaçları/pestisitler, maden depolama sahaları, ikincil konut atıkları, boğaz trafiği, deri, kimya, evsel ve endüstriyel atıklar gibi pek çok kirleticiler Umurbey Lagün Gölü, Umurbey Çayı ve Umurbey Ovası tarım topraklarını kirleterek beraberinde ağır metal seviyelerini yükseltmektedir. Yaşadığımız çevrenin bize emanet olduğu sorumluluğu ile hareket etmemiz gerektiği bilincine sahip bireyler yetiştirmenin tek yolu çevre eğitimden geçmektedir. Bu eğitimde ise coğrafya öğretmenleri büyük sorumluluk düşmektedir. Bu nedenle bir bölgede ağır metallerin seviyelerini ve kaynaklarını belirlemek ve bireylerde çevre kirliliğine yönelik çevre bilinci oluşturmak son derece önem teşkil etmektedir. Bu çalışma Umurbey Ovasının ekolojik risk analizi ve Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller hakkında izlenimleri belirlenmiştir. Bu açıdan pilot bir çalışma olduğu kaydedilebilir.

Yukarıda belirlenen amaçlar doğrultusunda bu çalışmanın önemi (1) Umurbey Çayı ve Umurbey Lagün Gölü sedimentleri ile Umurbey Ovası tarım toprakları iz element

seviyelerinin belirlenmesi, (2) Umurbey Çayı sedimentleri ile Umurbey Ovası tarım topraklarında ölçülecek iz element seviyeleri arasındaki ilişkinin ortaya konulması, (3) bölgede toksik etkiye sahip iz elementlerin çevre eğitimi açısından öneminin saptanması, (4) belirlenen indeksler ile bölgenin ekolojik riskinin belirlenmesi ve insan sağlığı açısından değerlendirilmesi, (5) numunelerin iz element seviyeleri ile fiziko kimyasal özellikleri arasında ilişkinin belirlenecek olması, (6) Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerinin iz elementler hakkında izlenimlerinin belirlenmesi ve (7) bundan sonra yapılacak olan çalışmalara kaynak teşkil etmesinden kaynaklanmaktadır.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma;

1. Araştırmada hesaplanan ekolojik risk analizleri; Umurbey Ovasından toplanan toprak numuneleri, Umurbey Çayı ve Umurbey lagün gölünden toplanan yüzey sedimentleri ve havzadan toplanan ana kaya örneklerinin analizleri ile sınırlıdır.

2. Elde edilen bulguların değerlendirilmesinde uygulanan ölçme araçlarının analizi ile sınırlıdır.

3. Çanakkale ilinde görev yapmakta olan Coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler hakkında görüşlerinin belirlenmesi, görüşme formunda elde edilen görüşler ile sınırlıdır.

4. Muhtemel ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde, kullanılan ekolojik indekslerin güvenilirliği ile sınırlıdır.

1.5. Varsayımlar

Araştırmanın temel varsayımları şunlardır;

1. Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının araştırmayı ayrıntılı bir Şekilde lebileceği,

2. Araştırmanın örneklemini oluşturan Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya ğretmenlerinin evreni temsil ettiği,

3. Araştırmada ağır metal kirliliğinin belirlemek için kullanılan ekolojik indekslerin ağır metal kirliliği seviyelerini belirleyeceği,

4. Araştırmanın örneklemini oluşturan öğretmenlerin görüşme formunda yer alan sorulara içtenlikle cevaplar verecekleri varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Coğrafya, ‘*geo*’ ve ‘*graphein*’ kelimelerinin birleşmesinden oluşmuş ve ilk M.Ö. 3. yüzyılda Erastosthenes isimli yunan bir düşünür tarafından kullanılmıştır. Yunanca bir terim olan ‘*geo*’ yer ve ‘*graphein*’ tanımlamak veya yazmak anlamına gelmektedir. İzbırak (1964) “Bütün eşitlikleriyle yeryüzüne bağlı olayları anlatan ve bunları açıklayan bilim dalı” olarak tanımlarken, Erinç (1999) ise “ *Yeryüzünü ve onun farklı karakterdeki bölgelerini, insanların yaşam alanı olarak inceleyen ve tanıtan bilim dalı*” olarak tanımlamaktadır.

Eğitim, geçmişten günümüze birden çok tanımlaması yapılmıştır. Bunlardan bazıları: Sönmez (1991) ‘evre ayarlaması yoluyla kişinin davranışlarını istendik yönde değiştirme ve değerlendirme süreci’ olarak tanımlarken, Ertürk (1972) ‘Bireyin davranışlarında kendi yaşantısı yoluyla ve kasıtlı olarak istendik değişim meydan getirme

süreci' olarak tanımlanmış ve Mırık (2017) ise '*Bireyin yaşadığı dünyayı kavratmak ve kendine yeterli olması için yapılan etkinlikler bütünü*' olarak tanımlamıştır.

Coğrafya Eğitimi, dünya üzerindeki çeşitli fiziki olayları ve bu olayları insan hayatına etkisini inceleyip nedenlerini ortaya çıkarmada coğrafi bir bilinç oluşturmayı amaçlayan bir eğitimidir (Akınoğlu, 2005; Mırık, 2017).

Çevre, tüm canlı ve cansız varlıkların içinde yaşadığı ve onların yaşamını ve gelişimini etkileyen dış ortam olarak tanımlanmaktadır (Çevre Kanunu, 1983, 2/3).

Çevre Eğitimi, yaşanılan çevreyi benimseyip çevreyi korumaya yönelik bilgi ve becerilerin oluşmasını sağlayan ve çevresel etmenleri belirleyerek çevre bilinci yüksek çevre dostu bireylerin yetiştirilmesini yönelik bir eğitim sürecidir (Özbuğutu ve Karahan, 2014; Erten, 2006).

Ekosistem, yunanca bir terim olan ve yaşanılan yer anlamına gelen '*oikos*' kelimesinden türetilmiştir. Sistem bir bütünü oluşturan parçaların birleşimi veya toplamı olarak tanımlanılmaktadır. Ekosistem ise ilk olarak Tansley tarafından tanımlanmıştır. Tansley (1935) '*Canlı ve cansız varlıkların bir arada oluşturduğu bir bütün*' olarak tanımlarken, Rowe (1961) '*Dünya yüzeyinin belirli bir kısmındaki toprak, hava ve organik bileşenleri içeren bir topoğrafik ünite*' olarak tanımlamıştır.

Ekolojik Risk İndeksi, istenmeyen olayların sonuçlarının değerlendirilmesi ve meydana gelişinin tahmin edilmesi olarak bilinir. Risk, istenmeyen bir olayın meydana

gelme olasılığıdır. Çevre üzerinde doğal ve insan kaynaklı rahatsızlıkları ekolojik kaynaklar üzerinde değerlendirerek karakteriz edilmektedir (Hakanson, 1980).



İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Ağır Metaller

Metaller, ısı ve elektriği iyi iletmekte olup, oda sıcaklığında cıva (Hg) hariç tamamı katı olan alkali metallere başlayarak ağır metallere kadar farklı özellikler taşıyan ve sudan daha yoğun olan elementlerdir. Metaller veya ağır metaller, günümüze kadar tam olarak tanımlanmış olmasa da atom numarası 40'tan fazla olan inorganik kimyasal bir tehlike grubudur. Yeryüzünde 80 kadar metalik element bulunmaktayken, son 200 yılda sanayi ve teknoloji alanında en çok Alüminyum (Al), Bakır (Cu), Talyum (Tl), Cıva (Hg), Çinko (Zn), Vanadyum (V), Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Kurşun (Pb), Manganez (Mn) ve Nikel (Ni) metaller kullanılanlar arasındadır. Doğada'da eser miktarda (ppm veya ppb düzeyinde) buldukları için iz element olarak da bilinmektedirler. Doğal olarak oluşan bütün ağır metaller, magmatik kayaların soğuma aşamasının son bölümü olan hidrotermal sıvıların kayalar ile tepkimeye girmesi sonucunda oluşmaktadır. Yüksek toksisiteye sahip ağır metaller; Be, Co, Ni, Zn, Cu, As, Se, Te, Pb, Cd, Pb, Au, Hg, Te ve Sb olarak belirtilmiştir (Wood, 1974; Gheorghe vd., 2017).

Günümüzde ağır metaller doğaya katı, sıvı ve gaz halinde salınarak sulak alanlarda, topraklarda ve havada kirliliğe yol açmaktadır. Çevre kirliliğine neden olan ağır metallerin doğal ve antropojenik olmak üzere iki kaynağı vardır. Antropojenik kaynaklar; evsel ve endüstriyel atıklar, tarım ilaçları, çimento, demir çelik, madencilik, dökümhane, metal korozyonu, kömür ve petrol yakma, ulaşım faaliyetleri, plastik, tekstil, ahşap koruma ve kâğıt üretim tesisleridir. Doğal kaynaklar ise; volkanik patlamalar, mineraller, orman

yangınları ve ayrışma süreçleri oluşturur. Ayrıca tarımda verimliliği arttırmak için yapılan sulama yöntemleri tarım topraklarının ağır metal seviyelerini etkileyebilir ve süzülme yoluyla yer altı sularını ulaştırarak yer altı sularının ağır metalle zenginleşmesine neden olabilmektedir. Ağır metaller en iyi depolanma sahaları su, toprak ve sedimentlerdir. Bu ortamlarda ağır metaller kabul edilebilir seviyeyi geçtikten sonra tekrardan ortama bırakılmaktadırlar. Ayrıca ortamın pH derecesi, kimyasal yapısı ve tekstürü (kum, kil ve silt) ağır metallerin etkinlik seviyesini belirlemektedir (Zhang vd., 2018).

Tablo 1

Dünya sağlık örgütü ağır metallerin izin verilebilir sınır limitleri

Elementler	Sınır Değerler (ppm)
Cr	100
Cu	100
Fe	50000
Cd	3
Co	50
As	20
Pb	100
Ni	50
Mn	2000
Zn	300

(Chiroma vd., 2014).

Ağır metaller, çevreye verilen antropojenik zararın belirlenmesi için güçlü bir proksi olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler ağır metallerin kullanımını arttırmış, çevresel bir kirliliğe neden olarak ekosisteme zararlı etkileri olmuştur. Ağır metaller yutma, soluma ve temas yoluyla alınabilirler fakat renksiz ve kokusuz olmalarından dolayı bu durumların anlaşılması oldukça zordur. Canlıların yapısında enzimatik faktörler için gerekli olan ağır metaller, canlı yapısına alınma

durumuna göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olmak üzere 2 grubu ayrılmaktadırlar. Yaşamsal ağır metaller, canlı yapısında enzimatik faktörlerin gerçekleşmesinde ko-faktör rol oynayan ve alınması gerekenler elementlerdir. Yaşamsal olmayan ağır metaller ise, düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki göstererek sağlık problemlerine yol açmaktadırlar (Bakar ve Baba, 2009). Canlı yapısına alınan ağır metaller genellikle karaciğer, yağ ve kemik dokularında birikir ve dışarı atılması oldukça zordur. Her metal kendi içinde oldukça farklı özellikler sahip olmakla birlikte canlılar üzerindeki toksik etkileri de oldukça farklıdır. Aşağıda her bir metalin toksik özellikleri tek tek ele alınacaktır.

2.2. Bazı Elementlerin Genel Özellikleri

2.2.1. Alüminyum (Al)

Al, atom numarası 13, kaynama noktası 2519°C ve özgül ağırlığı 2.7 g/cm³ olan bir elementtir. Yerkabuğunu oluşturan temel bir elementtir. Doğada tek başına bulunmadığı için boksit yataklarından elektrolitik indirgeme yöntemi ile elde edilmektedir. Çok iyi bir iletken olması, hafiflik ve kolay şekil alması gibi özelliklerinden dolayı birçok endüstri alanında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Eroğlu ve Şahiner, 2018). İnsanlarda en çok kemik ve akciğer de depolanmaktadır. Teneffüs, ağız ve temas yoluyla yoğun miktarda alüminyum alımı sonucunda çeşitli solunum problemleri (öksürük ve astım), sinir sistemi düzensizlikleri ve kemik problemlerine neden olduğu bildirilmiştir. Alüminyum, tarım topraklarında pH seviyesine göre toksik etki yaratmaktadır. Tarım topraklarında pH seviyesi 5,5 (asidik) altından ise bitkiler için alüminyum toksik olmaktadır.

2.2.2. Bakır (Cu)

Cu, atom numarası 29, kaynama noktası 2300°C ve özgül ağırlığı 8,9 g/m³ ve geçmişten günümüze en çok kullanılan bir elementtir. İlk M.Ö 5000'li yıllarda mısırlı topluluklar tarafından kullanılmış ve ismini ilk bulunan yer olan Kıbrıs'ın (Cyprium) latincesinden gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Bakır'ın aşınmaya karşı dirençli olması, iyi bir iletken olması, kolay şekil alması ve tarımda insektisit olarak kullanılmasından dolayı tarım ve endüstri alanında oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Genellikle bakır; otomotiv, tarım, kaplama ve işleme endüstrisi, elektrik ve elektronik ürünlerde kullanılmaktadır. Öte yandan evsel ve endüstriyel atıklar, deşarj alanları ve orman yangınları gibi süreçlerde doğaya bakır salınmaktadır. Salınan bakır elementi atmosferi ve atmosferik kökenli birikim sonucu sulak alanları ve toprakları kirletmektedir. Bakır fiziksel bakımdan daha büyük olan canlılara olumlu etki yaparken, daha küçük olan canlılara ise toksik etki yapmaktadır. Bundan dolayı tarımsal üretim sürecinde insektisit olarak kullanılmaktadır (Seven, 2018; Ünal vd., 2016). Ayrıca bitkilerde klorofil oluşmasını sağlamak ve dolayısıyla bitkilerin gelişimine etki etmektedir.

Ağız, deri ve solunum yoluyla vücuda alınan bakır mide, akciğer, beyin ve böbrekte birikmektedir. Bakır metabolik süreçlerin gerçekleşmesi için ko-faktör rol oynayan ve demir elementinin işlevlerini yerine getirmesinde katalizör etki yaratmaktadır. Vücutta bakır seviyesi farklılığının olumlu ve olumsuz durumları bulunmaktadır. Vücutta bakır seviyesinin düşük olduğu durumlarda; büyüme geriliği, saç ve deride renk kaybı ve kemik erimesi görülmektedir. Vücutta aşırı bakır elementi alım sonucunda ise; böbrek ve beyinde hasar, bulantı, mide ağrıları, kusma, siroz, Wilson hastalığı, diyare ve nörolojik bozukluklar görülmektedir (Aydın vd., 1992; Türkmen, 2003). Ayrıca bakır elementinin

antiseptik özelliğinden dolayı temasın yoğun olduğu sağlık kuruluşlarında bakır alaşımli malzemeler kullanılmaktadır (Kartal, 2004).

2.2.3. Talyum (Tl)

Tl, atom numarası 81, kaynama noktası 1451°C, özgül ağırlığı 11.85 g/cm³ olan toprak içerisinde hareketli olan bir elementtir. 1861 yılında Sir William Crookes adında bir İngiliz tarafından keşfedilmiştir. İnsan vücudu için gerekli olmayan talyum elementi yer kabuğunda en çok bulunan 58. elementtir. Doğada saf halde bulunmayan bu metal çinko metalinin cevherlerinden yan ürün olarak elde edilmektedir. Talyum metali havai fişek, güneş gözlüğü, çeşitli elektronik aletler, termometre, tarım ilaçları (İnsektisit), optik camlar, boya sanayisi, optik lensler ve mantar hastalıklarına karşı kullanılmaktadır. İnsanlar talyum metalini temas, sindirim ve solunum yoluyla almaktadır. Vücuda alınan talyum metali böbrek, bağırsak ve tükürük bezlerinde birikmekte ve birçok metalden (Pb, Cu Cd, Hg) daha çok zehirli etki yaratmaktadır. Çeşitli yollar ile vücuda giren talyum elementi, baş ağrısı, saç ve tırnak dökülmesi, karın ağrısı, felç, el ve ayaklarda kalıcı titreme, davranış bozukluğu, erkeklerde iktidarsızlık ve kadınlarda adet bozukluğu gibi çeşitli hastalık ve sorunlara neden olmaktadır (Dündar ve Altundağ, 2007).

2.2.4. Civa (Hg)

Hg, atom numarası 80, kaynama noktası 356°C, özgül ağırlığı 13.6 g/cm³ ve oda sıcaklığında buharlaşan, buharlaştığı ortamda toksik etki yaratan tek elementtir. Civa elementine latince sıvı gümüş anlamına gelen hydrargyrum sözcüğünün baş harfleri olan Hg sembolü verilmiştir. Sanayi devriminin ardından birçok endüstri alanında kullanılmaya başlanan civa, genellikle; diş protezleri, elektrik ve elektronik aksamlar, fosil yakıt, atık

pilller, termometre, deşarj alanları, pestisit, fungusit, çimento, kâğıt ve boya endüstrilerinde yoğun bir şekilde kullanılmakta ve bunun sonucunda doğaya yayılmaktadır. Ayrıca saf altın çıkarılma proseslerinde civa havuzlarının kullanılması ve daha sonra civa'nın uzaklaştırılması çevreye yayılımını daha da arttırmaktadır. Doğa'da organik, inorganik ve metalik civa olmak toplam da 3 çeşidi bulunmaktadır (Clarkson, 1998). Bu çeşitler mikroorganizmalar ve bakteriler tarafından ayrıştırılması sonucunda insanlar için toksik olan metil civaya dönüştürülmektedir. Ayrıca civa besin zinciri içerisinde birikerek büyüyen tek element olma özelliği taşımaktadır. Vücuda alınan civa kan, saç ve idrar yollarında birikim göstermekte ve çeşitli rahatsızlıklara neden olmaktadır. Bu rahatsızlıklar; aşırı tükürük salgılama, kusma, kas ereksiyonu, nörolojik bozukluklar, ishal, akciğer kanseri ve çeşitli böbrek hastalıkları (Filiz, 2007; Seven vd., 2018).

Toprakların pH seviyeleri toprağın kimyasal özelliklerini ve Hg mobilitesini etkilemektedir. Toprağın pH 5-7 arasında ise toprakta Hg mobilitesi artmakta ve bitkiler tarafından alımı kolaylaşmaktadır. Böylece besin zinciri yoluyla rahatça insanlara kadar ulaşmaktadır. Doğrudan ya da dolaylı olarak civa ile etkileşimde bulunulması sonucu gerçekleşen civa zehirlenmesinin tedavisi olmadığı bildirilmiştir (Sarı, 2019). Tarihsel perspektifte en büyük Hg zehirlenmesi Irak'ta gerçekleşmiştir. Irak'ta, metil civayla işlenmiş tahıl ithal etmiş ve bu tahılları ekmek yapımında kullanılması sonucunda 500 kişi hayatını kaybetmiştir (Başkan, 2010).

2.2.5. Çinko (Zn)

Zn, atom numarası 30, erime noktası 419,5°C, özgül ağırlığı 7,2 gr/cm³ ve doğada bolca bulunan bir elementtir. Latince adı zinkum olan çinko, ilk üretim Milattan önce

1000'li yıllarda Çinliler tarafından yapıldığı bildirilmektedir. Endüstri alanında Al ve Cu sonrası en çok kullanılan element olduğu söylenmiştir. Endüstri alanında diğer metallere kolayca etkileşime girmesi, elektronegatif olmasından dolayı korazyona karşı dirençli ve kimyasal yönden aktif olmasından dolayı çokça kullanılmaktadır. En çok kullanılan endüstri alanları sırasıyla; otomobil, boya, cam, batarya, kozmetik, kauçuk, kırtasiye ürünleri, mutfak eşyaları gübre ve insektisit. Bu kullanımlar sonucunda atmosfer, toprak ve sulak alanlara çinko elementi yayılmaktadır. Topraklarda çinko adsorbsiyonunu pH ve kireç içeriği etkilemektedir. pH ve kalsiyum karbonat seviyesi yüksek olan topraklarda çinko adsorbsiyonu azalmaktadır.

İnsan vücudunun doku ve hücrelerinde bulunan temel bir elementtir. Vücutta metabolik süreçler için ko-enzim rol oynamaktadır. Ayrıca protein sentezi, A vitaminin hücrelere taşınması, öğrenmede kolaylık ve insülinin etkinliği gibi metabolik süreçlerde de etkilidirler. İnsan vücudunda demir elementinden sonra en fazla bulunan element olduğu söylenmiştir. Vücutta en çok karaciğer, kas ve prostat bezleri bölümünde depolanmaktadır. Çinko elementinin vücutta bulunduğu seviyeye göre olumlu veya olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Yetersiz çinko seviyesi sonucunda bağışıklık sisteminin zayıflamasına, çocuklarda büyüme geriliğinin görülmesine ve alzheimer hastalığına neden olmakta iken yüksek çinko seviyesi sonucunda ise kolesterol, iştahsızlık ve yaraların geç iyileşmesi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır.

2.2.6. Vanadyum (V)

V, atom numarası 23, kaynama noktası 3207°C ve özgül ağırlığı 6 g/cm³ olan bir elementtir. Yerkabuğunda yoğunluk bakımından 21. sırada yer almaktadır. Nils Gabriel

Sefström tarafından 1831 yılında keşfedilmiş ve İskandinavya bereket tanrıçası olan Vanadis'in adı verilmiştir (Çevik, 2014). Genellikle vanadyum; boya maddesi, çelik alaşımlarda ve fosfatlı gübre endüstrilerinde kullanılmaktadır (Çevik, 2014). Ayrıca petrol ürünlerinin yanması sonucunda çevreye vanadyum yayılmaktadır. Yüksek seviyede vanadyumla temas edilmesi ve vücuda alınması sonucunda öksürük, burun akıntısı, nefes darlığı, astım ve göz tahribatına neden olmaktadır (Filiz, 2007). Tundra, podzol ve killi topraklarda vanadyum seviyesinin yüksek olduğu bildirilmiştir (Çevik, 2014).

2.2.7. Kadmiyum (Cd)

Cd, atom numarası 48, kaynama noktası 767°C, özgül ağırlığı 8,69 g/cm³ ve rengi gümüş beyazlığında olan bir elementtir. Yeryüzünde ortalama seviyesi 0,1- 0,5 mg/kg'dır. Kadmiyum yeryüzünde tek başına bulunmayan, çinko ve kurşun elementlerinin üretiminde meydana gelen bir yan üründür (Türkmen, 2003). Yıllık ortalama 25.000-30.000 ton arası kadmiyumun yeryüzüne yayıldığı ve bu miktarın 4.000-13.000 tonunu antropojenik süreçler sonucunda yayıldığı bildirilmiştir. Kadmiyum, boya, pil, metal kaplama endüstrisi, fotoğraf malzemeleri, atık ürünler ve fosil yakıtların yanması ile doğaya salınmaktadır. Bu etkenler sonucunda ortaya çıkan kadmiyum, sulak alanlara ulaşarak, suda çok çabuk çözünüp hızla yayılım göstermektedir. Kadmiyum elementinin suda seviyesinin fazla olması larvaların gelişme ve yaşama oranlarını düşürmektedir. Yüksek seviyede kadmiyum içeren sedimentlerde, kabuklu deniz canlıları, plankton ve yumuşakçalara çok hızlı bir şekilde geçtiği söylenmiştir (Serafim vd., 2002). Topraklarda verimliliği arttırmak ve bitkiyi zararlılardan korumak için kullanılan pestisit, insektisit ve gübre topraklarda kadmiyum seviyesini arttırmaktadır. Kadmiyum insanlar için karsinojen etki yaratan toksik bir metaldir. Kadmiyum seviyesi yüksek olan topraklarda yetişen ve temel besin öğeleri

olan patates, pirinç, buğday ve köklü sebzeler yüksek seviyede kadmiyum içermektedir. Günlük hayatta insanlar sebze, tahıl ürünleri, kahve, çay, şebeke suyunun taşımacılığında kullanılan su boruları ve kabuklu deniz canlılarından kadmiyum elementi almaktadır.

İnsan yaşamı için gerekli olmayan kadmiyum, vücutta yüksek seviyede alınması ve birikmesi sonucu çeşitli rahatsızlıklara neden olmaktadır. Bunlar; akciğer hastalığı, demir eksikliği, nörolojik hastalıklar, beyin ve böbrek hastalıkları (Bernard ve Lawers, 1986). Ayrıca yoğun bir şekilde kadmiyuma maruz kalınması sonucunda erkek sperm kalitesinin düştüğü ve hormonları olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Güner ve Kavlak, 2017).

2.2.8. Kobalt (Co)

Kobalt, atom numarası 27, özgül ağırlığı 8.9 g/cm^3 ve kaynama noktası 2927°C olan ve 1742 yılında İsveçli bilim adamı Brant tarafından tanımlanmış bir elementtir. Yerkabuğunun %0,001'ini oluşturan kobalt yeryüzünde en az sıklıkta bulunan bir elementtir. Nikel, gümüş, altın ve çinko cevherlerinden elde edilen bir yan üründür. Yüksek basınç ortamından çıkarılmasından dolayı çıkış sıcaklığı 1121°C 'dir ve manyetik özellik ihtiyacı duyulan malzemelerde kullanılmaktadır. Genellikle kobalt; batarya, mürekkep, boya, roket, renkli cam ve metal sanayi dallarında kullanılmaktadır. Ayrıca petrol, kömür ve kobalt alaşımli ürünlerin yakılmasıyla doğaya kobalt salınmaktadır. Ağız ve solunum yolları ile vücuda alınan kobalt karaciğer, deri ve bağırsaklarda birikim göstermektedir. İnsan sağlığı açısından hem faydalı hem de zararlı olabilmektedir. Kobalt B12 vitamininin bir parçası olduğundan vücutta sinir sistemlerinin düzenlenmesi, kan hücrelerinin yenilenmesi, sindirim kolaylığı, yorgunluk ve kas sorunlarının giderilmesini sağlamaktadır (Kartal, 2004). Öte yandan vücutta çok yüksek seviyelerde bulunması ise

bronşit, kanser ve kobalt içeren implantların takıldığı bölgelerde tümör oluştuğu bildirilmiştir (Seven vd., 2018). Avrupa birliğinin başlattığı temini riskli ve ekonomik önemi yüksek hammaddelerin sürdürülebilirliği sağlanması çalışmasında kritik hammadde listesinde yer almıştır (Yaylalı, 2019).

2.2.9. Krom (Cr)

Cr, atom numarası 24, özgül ağırlığı 4,1-4,9 g/cm³ ve kaynama noktası 2671°C olan bir elementtir. Organik ve inorganik maddelerin kökeninde yer alan krom elementi, ilk olarak 1789'da L.N. Vauquelin tarafından keşfedilmiştir. Ergime seviyesinin yüksek olmasından dolayı alaşım endüstrisinde sıkça kullanılmaktadır. Krom elementinin yoğun olarak kullanıldığı başlıca endüstri dalları şunlardır; nükleer araştırmalar, kimya, kâğıt, tekstil, cam, deri tabaklama, seramik, krom kaplama ve metal döküm endüstrileri. Bu endüstri kuruluşlarında gün geçtikçe daha fazla krom elementi kullanılması ve ayrıca fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan krom elementinin atmosferik depozisyon sonucu toprağa ve sulak alanlara ulaşarak tolere edilebilir seviyeleri geçmesiyle birlikte bitkiler için toksik etki yaratmaktadır. Yapraklarda küçük yanık lekeler, kök gelişiminin olmaması ve bitki gelişiminin yavaşlaması başlıca krom elementinin toksik etkileri arasındadır (Seven vd., 2018). Günlük krom elementi süt ve süt ürünleri, bakliyat, hububat, meyve, sebze ve teneffüs yoluyla insan bünyesine alınmaktadır (Yazılan, 2010). Cr elementi insan bünyesinde tolere edilebilir seviyeleri geçmesiyle birlikte çeşitli hastalıklara neden olmaktadır. Karaciğer hastalıkları, burun akması, mide ülseri, kaşıntı ve astım gibi rahatsızlıkları bunların başında gelmektedir (Türkmen, 2003). Bununla birlikte insan bünyesinde krom elementi seviyesinin düşük olmasından dolayı şeker hastalığı meydana geldiği bildirilmiştir (Geyikli ve Bayıl, 2008).

2.2.10. Kurşun (Pb)

Pb, atom numarası 82, özgül ağırlığı 11.3 g/cm^3 ve kaynama noktası 1740°C olan ve insan faaliyetleri sonucunda doğaya ilk zarar veren element özelliği taşımaktadır. Yaklaşık olarak 3000 yıldır kullanılan kurşun elementi sanayileşmiş toplumlarda ekosistemi ve insanları tehdit eden toksik bir elementtir. Antropojenik faaliyetler sonucunda kurşun birden çok sanayi dallarında kullanılmaktadır. Bunlar; endüstriyel atıklar, pirinç imalathaneleri, metal endüstrisi, tıbbi ekipmanlar, bilimsel ve optik aletler, batarya ve cephanelerdir (Kahvecioğlu vd., 2003). Kullanım alanı çok çeşitli olmasından dolayı çevreye hızlıca dağılmaktadır. Öte yandan sediment ve toprak partikülleri tarafından çok yüksek absorbe edilmesinden dolayı besin zinciri yoluyla insanlara kadar ulaşmaktadır. Kurşun vücuda solunum, ağız ve deri teması şeklinde alınmaktadır. Genellikle kurşun vücutta karaciğer, kemik, dalak, iskelet sistemi ve böbrekte birirmektedir. Vücutta kurşun seviyesinin düşük veya yüksek olmasının olumlu veya olumsuz sonuçları olmaktadır. Aşırı kurşun elementine maruz kalınması ve vücutta kurşun seviyesinin yüksek olması sonucunda sağlık açısından olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Bunlar; gelişimsel ve nörolojik problemler, diyare, karın ağrısı, solunum düşmesi, felç, karın ağrısı, kadınlarda ölü doğum ve erkeklerde sperm kalitesini olumsuz etkilenmesi (Türkmen, 2003). Vücutta kurşun seviyesinin düşük olduğu durumlara ise; beynin büyüme ve gelişiminin engellenmesi, işitme azlığı ve davranış bozukluklarıdır. Ayrıca kadınlarda hamilelik döneminde kurşun harekete geçerek fetüse kolaylıkla geçebilir ve bu durumun anne karnında ki bebek için olumsuz sonuçlara yol açabileceği söylenmiştir (Örün ve Yalçın, 2011).

2.2.11. Mangan (Mn)

Mn, atom numarası 25, özgül ağırlığı 7.42 g/cm^3 ve kaynama noktası 2150°C olan ve yer kabuğunda demir, alüminyum ve bakır elementlerinden sonra en fazla bulunan bir elementtir. İlk olarak paleolitik dönemde yaşayan insanlar tarafından mağara duvarlarına çizilen resimleri renklendirmede kullanıldığı söylenmiştir (Eroğlu ve Şahiner, 2019). Genellikle Mn; cam, seramik, zirai ilaç, çimento, demir-çelik ve güç santrallerinin üretilmesinde kullanılmaktadır. Bu antropojenik faaliyetler sonucu ekosisteme verilen mangan elementi birikmesiyle toksik olmaktadır. Bunlar dışında insanlar çay ve hububat ürünleri tüketmesiyle birlikte günlük alım yapmaktadır. Vücutta böbrek ve pankreasta biriken mangan elementi tolere edilebilir seviyeleri geçmesiyle solunum, zayıflık, uykusuzluk, yavaş vücut hareketler ve zihinsel ve duygusal rahatsızlıklar meydana gelmektedir. Yetişkinlerde günlük mangan ihtiyacı 2-5 mg arasında olduğu bildirilmiştir (Zaloğlu, 2001).

2.2.12. Nikel (Ni)

Ni 1751 yılında İsveçli bilim adamı Baron Axel Cronstedt tarafından bulunmuş ve atom numarası 28, kaynama noktası 2913°C ve özgül ağırlığı 8.9 g/cm^3 olan bir elementtir. Yer kabuğunda saf halde bulunmayan nikel, demir silikat, sülfür, kobalt ve oksitlere bağlı olarak bulunmaktadır. Nikel bünyesine girdiği nesnelere kazandırdığı özellikler ve sanayi alanında aşınmaya karşı dirençli çelik üretiminde kullanılmasından dolayı önem teşkil eden bir elementtir. Bu sebeplerle nikel; miknatıs, makine parçaları, madeni para, tıbbi cihazlar, döküm ürünleri ve alkali pillerin üretilmesinde kullanılmaktadır (Sezer, 2015). Temel kaynağı volkanlar olan nikel ayrıca kanalizasyon çamurlarının toprağa karışması, madencilik ve kentsel atıkların yakılması süreçleri sonucunda da atmosfere ve toprağa

karişmaktadır. Dünya metal nikel rezervinin toplam 78 milyon ton olduğu ve yıllık nikel üretiminin 500.000 ton olduğu bildirilmiştir (Eroğlu ve Akgök, 2018). Üretilen bu nikel miktarının yaklaşık %66'sı paslanmaz çelik üretiminde kullanıldığı belirtilmiştir. Solunum ve cilt yoluyla nikel alımı akut ve kronik rahatsızlıklara neden olmaktadır. Bu rahatsızlıklar; astım, burun ve gırtlak kanseridir (Seven, 2018). Ayrıca kadınların nikel alaşımli takılar takmasından dolayı deri alerjileri rahatsızlıkları ortaya çıkmıştır. Bu sebeple Danimarka ve Almanya nikel alaşımli kadın takılarının satışını yasaklamıştır (Kartal, 2004). Toprak ve sedimentte demir ve mangana bağlı olarak bulunan nikel, baklagil familyasının büyüme ve gelişmesinde olumlu etki yapan bir elementtir (Türkmen, 2003).

2.3. Önceki Çalışmalar

Ağır metalleri kaynak, insan ve ekolojik açıdan değerlendirerek birikimine etki eden süreçleri belirleyebilmek izlenebilirlik açısından önem teşkil etmektedir. Ulusal ve uluslararası literatürde toprak, göl ve akarsu sedimentlerinin ağır metal seviyelerinin ölçülmesi ve yorumlanması üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermektedir. Bu durum küresel çapta bir kirlilik olduğunu ve araştırma gereksinimi olduğunu göstermektedir. Literatür çalışmamızın ilk aşamasını toprak, göl ve akarsu sedimentlerinin ağır metal seviyeleri, sediment ve toprağın fiziko-kimyasal özellikleri ile ağır metal seviyeleri arasında ki ilişkiyi belirleyen, kirlilik ve ekolojik açıdan yorumlayan çalışmalar oluşturmaktadır. Bu çalışmaların başlıcaları şunlardır;

Adiloğlu ve Sağlam (2015) “*Tekirdağ İli Topraklarının Krom ve Nikel İerikleriyle Bazı Fiziko-Kimyasal zellikleri Arasındaki İstatistiksel İlişkiler*” adlı çalışmada Tekirdağ sınırları içerisindeki otoban kenarlarının 2 tarafında yer alan tarımsal arazilerden 0-20 cm derinlikten 50 adet örnek alarak ağır metaller ile toprağın fiziko-kimyasal özellikleri arasında ilişkiyi istatikselsel olarak belirlemeye çalışmışlardır. Elde edilen verilere göre toprağın tekstür, CaCO₃ ve pH özellikleri ile ağır metal seviyeleri arasında istatikselsel olarak %5 önemli bulmuşlardır.

Chuan vd. (2020) “*Assessment of the Environmental Significance of Heavy Metals Pollution in Surficial Sediments of South Brittany Waters*” adlı çalışmada İngiltere’nin güneyinde bulunan Morhiban Körfezi ile Quiberon Koyu civarında gerçekleşen deniz trafiğinin etkilerinin belirleyebilmek için aldıkları yüzey sedimentleri ve bentik organizmalardan iz element seviyeleri ve ekolojik risk değerlendirmesi yapmışlardır. Elde edilen verilere göre bütün sahalarda iz element kirliliği düşük iken bentik organizmalarda ağır metallerin önemli etkisi olduğu bildirilmiştir.

Akyıldız ve Karataş (2018) “*Adana şehir Merkezindeki Topraklarda Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması*” adlı çalışmada Adana şehir merkezi farklı lokasyonları ve 0-15 cm derinlikten 38 adet toprak rneği ve Seyhan nehrinin farklı lokasyonlarından 14 adet sediment rneği alarak toplamda 52 adet örnek toplamışlardır. Örneklerin ağır metal seviyeleri Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) ile belirlemişlerdir. Adana şehir merkezinin kirlilik derecesini ortaya koyabilmek için elde edilen verilerden zenginleşme faktörü ve kirlilik faktörü hesaplanmıştır. Sonuç olarak şehir merkezi toprakları Ni ve Zn elementleri bakımından orta derece de kirlenmiş bulunurken sedimentlerde de ise Cr elementinin kirlilik oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Mazurek vd. (2016) “*Assessment Of Heavy Metals Contamination in Surface Layers of Roztocze National Park Forest Soils (SE Poland) By Indices of Pollution*” adlı çalışmada Polonya’nın güneydoğusunda bulunan Roztocze Milli Park’ından aldıkları toprak numunelerinin iz element ve fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Elde edilen veriler ile Zenginleşme Faktörü (EF), Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (PER), Jeo-Akümülyasyon (Igeo) İndeksi, Nemerow Kirlilik İndeksi ve Biojeoakümülyasyon İndeksi hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda Pb, Zn, Cu ve Mn elementlerinin yüksek çıktığı bildirilmiştir. Bu metallerin muhtemel kaynakları olarak çevrede bulunan endüstri kuruluşları ve parkın içerisinde geçen demiryolu olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Pb ve Zn metallerinin toprağın üst kesiminde yüksek seviyede çıkması, organik maddeden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Kükre vd. (2019) “*Historical Record of Metals in Lake Küçükçekmece and Lake Terkos (Istanbul, Turkey) Based on Anthropogenic Impacts and Ecological Risk Assessment*” adlı çalışmada İstanbul’un farklı bölgelerinde yer alan Küçükçekmece ve Terkos lagünlerinde metallerin geçmişten günümüze seviyelerini belirlemek amacıyla, Küçükçekmece lagününden 96 cm ve Terkos Lagününden ise 82 cm uzunluğunda karot alınmıştır. Alınan karotlar 0-2 cm aralıklar ile kesilmiş ve ağır metal, organik karbon, klorofil bozunma ürünleri ve CaCO₃ seviyeleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler ile kirlilik seviyesi ve ekolojik risk analizi için ise zenginleşme faktörü, kirlilik yük indeksi ve potansiyel ekolojik risk indeksi hesaplanırken, elementlerin muhtemel kaynaklarını belirlemek için istatistiksel analizler yapılmıştır. Sonuç olarak Küçükçekmece lagününde Cu, Zn, As, Cd ve Hg elementleri 20-40 cm seviyelerde zenginleşme olduğu günümüzde

zenginleşmenin azaldığı belirlenmiş ve Cd ve Hg elementleri için önemli potansiyel ekolojik risk seviyesinde olduğu bildirilmiştir. Terkos lagününde ise Mn ve As elementlerinin kontaminasyonu yüksek çıkmış ve bu durumun nedeni olarak göl çevresinde bulunan tarım alanlarında kullanılan gübrelere kaynaklandığı bildirilmiştir.

Yan vd. (2020) “*Assessment of As, Cd, Zn, Cu and Pb Pollution and Toxicity in River Wetland Sediments and Artificial Wetland Soils Affected by Urbanization in a Chinese Delta*” adlı çalışmada Çin’in İnci Nehri deltasında yer alan şehirsel, kırsal ve yapay sulak alanlarından örnekler alınmıştır. Sonuç olarak Şehirsel ve kırsal sulak alanlarda toplam organik karbon ve fosfor seviyeleri ile As, Cd, Zn, Cu ve Pb metal seviyelerinin yüksek çıktığı bildirilmiştir. Böylece organik karbon ile ağır metaller arasında kuvvetli bir korelasyon olduğu ortaya konulmuştur.

Şener ve Şener (2015) “*Kovada Gölü (Isparta) Dip Sedimanlarında Ağır Metal Dağılımı ve Kirliliğinin Değerlendirilmesi*” adlı çalışmada Isparta ilinde yer alan Kovada gölünden 11 farklı lokasyondan sediment örnekleri alınmıştır. Alınan sediment örneklerinin ağır metal seviyeleri Endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) yöntemiyle belirlenmiş ve antropojenik katkıyı ortaya koyabilmek için Zenginleşme faktörü hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre göle giriş yapan Kovada kanalı bölgesinde Cu, Mn ve As metallerinin değerleri oldukça yüksek çıktığı bildirilmiş ve bu durumun nedeni olarak bölgede kullanılan Zirai ilaçları olduğunu belirtilmiştir.

Ozbay vd. (2013) “*Berdan Çayı (Tarsus - Mersin) Sedimentinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması*” adlı çalışmada Mersin ilinin Tarsus ilçesi sınırları içerisinde

yer alan Berdan çayından Aralık 2008 ve Kasım 2009 tarihleri arasında sediment örnekleri almışlardır. Örneklerin iz element seviyeleri ICP-MS yöntemi ve organik madde içerikleri ise 550°C yakılarak tayin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre elementlerin ortalama birikim düzeyleri Fe>Al>Mn>Ni>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd şeklinde sıralanmıştır. Genel olarak metallerin seviyeleri yaz mevsiminde düşük iken kış mevsiminde yüksek çıktığı belirtilmiştir. Ayrıca boya, yağ, makine ve tekstil gibi üretim yapan endüstriyel kuruluşların bulunduğu bölgeden alınan örneklerde Fe, Cr, Cu, Zn ve Pb elementleri en yüksek seviyede bulunmuştur.

Fural vd. (2020) “*Geographical Information Systems Based Ecological Risk Analysis of Metal Accumulation in Sediments of İkizcetepeler Dam Lake (Turkey)*” adlı çalışmada Balıkesir ilinin içme su kaynağı olan İkizcetepeler Baraj Gölü sedimentlerinin olası metal içeriği, kirlilik derecesi ve coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla metallerin yoğunluk dağılımını belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Van Veen Grab yardımıyla 31 lokasyondan yüzey sediment örneği ve 1 lokasyondan 60 cm karot alınmış ve örneklerin ağır metal içerikleri ICP-MS, organik karbon seviyeleri Walkley Black Titrasyon, CaCO₃ içeriği kalsimetre ve Klorofil Bozunma Ürünleri ise Spektrofotometri yöntemi ile belirlenmiştir. Elde edilen verilerden baraj gölünün kirlilik derecesini ortaya koyabilmek amacıyla Ekolojik Risk İndeksleri hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Hg, Cd, As ve Ni elementleri baraj gölü için ekolojik risk oluşturabilecek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Uygulanan istatistiksel analizler sonucunda Hg ve As elementlerinin litofil elementler, Cd ve Ni elementlerinin ise antropojenik elementler olduğu bildirilmiştir. Ayrıca Cd ve Ni elementlerinin kaynağı olarak Koca Dere civarından yer alana maden ocağı ve tarımda kullanılan gübreler olduğunu savunulmuştur.

Literatür analizinin son aşamasını çalışma alanını teşkil eden Çanakkale ili Umurbey Ovası ve çevresinde yapılan çalışmalar ile Coğrafya eğitiminde ekolojik risk konusu üzerine yapılmış çalışmalar oluşturmaktadır. Çalışma alanında daha önce proje konusu ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamış olup mevcut çalışmaların literatür özeti aşağıda verilmiştir.

Eren (2017) “*Umurbey Çayı (Çanakkale) Sedimentlerinde Ağır Metal Durumunun Sıralı Ekstraksiyon Yöntemi Kullanarak Belirlenmesi*” adlı çalışmada Umurbey Çayı sedimentlerinin ağır metal seviyeleri ve elementlerin muhtemel kaynaklarını belirlemek amacıyla Umurbey Çayının kaynaktan ağız kısmına kadar farklı lokasyonlardan 8 adet sediment örneği almışlardır. Alınan sediment örneklerinin organik madde, pH, EC, tekstür ve ağır metal seviyeleri belirlenmiştir. Sedimentlerin ağır metal seviyeleri sıralı ekstraksiyon yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntemde ağır metallerin bağlı oldukları minerallere göre 4 (F1+F2+F3+F4) ayrı fraksiyona ayırmıştır ve metallerin bağlı bulunduğu F1+F2+F3 toplamı yüksek çıkması dâhilinde antropojenik kaynaklı kirlilik olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan ölçümler sonucunda Umurbey Çayı sedimentlerinde Cd, Pb ve Zn elementlerinin seviyeleri yüksek çıktığını ve antropojenik kaynaklı kirlilik olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Cd, Ni, Zn ve Pb elementlerinin çevresel risk oluşturabileceği bildirilmiştir.

Selvi (2012) “*Umurbey Çayı ve Barajı'nda (Çanakkale) Suda, Sedimentte, Bazı Makro Omurgasız Canlılarda Ağır Metal Birikimi ve Toksisitesi*” adlı çalışmada Umurbey Çayı ve Umurbey Barajı'nda ağır metal seviyelerini belirlemek amacıyla sediment, su ve makro omurgasız canlı örnekleri toplamışlardır. Toplanan örneklerin ağır metal seviyeleri

ICP-OES cihazı ile tespit edilmiştir. Ölçülen ağır metal seviyeleri Dünya Sağlık Organizasyonu (2008) ve Türk Gıda Kodeksi (2010)'ne göre izin verilen değerler ile yorumlanmıştır. Ölçülen metaller içerisinde Zn elementi izin verilen sınır değerler üzerinde çıktığı bildirilmiştir. Ayrıca ölçülen metal seviyeleri yaz mevsiminde düşük çıkarken kış mevsiminde yüksek çıktığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak bölgede yer alan maden ocağının kış mevsiminde çalışmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Sungur vd. (2017) "*Determination of Heavy Metal Mobility in The Soils of Apple Gardens in Umurbey Plain (Çanakkale)*" adlı çalışmada Umurbey Ovası'nda yer alan elma bahçelerinin ağır metal kirliliğini belirlemek için 3 elma bahçesinden 0-20 cm derinlikten toprak örnekleri almışlardır. Alınan örneklerin ağır metal seviyeleri AAS ile belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre Umurbey Ovasında yer alan elma bahçelerinde Cd, Pb, Cu ve Zn seviyelerinin yüksek çıktığını bildirmişlerdir. Bunun nedeni olarak bölgede elma yetiştiriciliğinde kullanılan pestisit ve gübre kullanımından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Ilgar (2000) "*Çanakkale Boğazı ve Çevresi Ekosisteminin Coğrafi Açından İncelenmesi*" adlı doktora çalışmasında Çanakkale boğazının çevresel durumu için ağır metal seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Çanakkale boğazına dökülen 13 dereden sediment örnekleri alınmıştır. Sedimentlerin ağır metal seviyeleri çeşitli kimyasal süreçlerin ardından atomik absorpsiyon aletiyle ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda araştırmada değinilen diğer çalışmalara görece derelerde Mangan, Kurşun ve Çinko metallerinin yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Yiğini vd. (2008) “*Umurbey Ovası Topraklarının Yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn İçerikleri*” adlı çalışmada Umurbey Ovasında yer alan tarım topraklarından 43 noktadan toprak numunesi örnekleri alınmış ve bu örneklerin yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri belirlenmek istenmiştir. Alınan örneklerin element içeriği ICP-AES cihazı ile belirlenmiştir. Sonuç olarak Umurbey Ovası tarım topraklarında ekstrakte edilebilir mikro element seviyelerinde eksiklik saptanmadığı bildirilmiştir.

Ilgar (2015) “*Heavy Metal Concentrations on Umurbey River Sediment, West Anatolia*” adlı çalışmada Umurbey Çayı sedimentlerinin ağır metal seviyelerini belirlemek amacıyla Umurbey Çayından sediment örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin ağır metal seviyeleri ICP-AAS cihazı ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar kapsamında Umurbey Çayı sedimentlerinde Pb, Mn ve Zn seviyelerinin yüksek çıktığı bildirilmiştir. Umurbey Ovası tarım toprakları Umurbey Çayı suları ile sulanması devam etmesi sonucunda seviyesi yüksek çıkan elementlerin besin zinciri yoluyla insanlara kadar geçebileceği belirtilmiştir.

Çavuş ve Uysal (2018) “*Çanakkale’de Kentsel Gelişim, Yayılma ve Kırsal Alanlarla Etkileşim*” adlı çalışmada Çanakkale ilinin mekânsal gelişimini analiz etmişlerdir. Bu kapsamda ilin gelişimini 4 ayrı döneme ayırmışlardır. Sonuç olarak Çanakkale il nüfusunun 30 yıl içerisinde 3 katı artacağını ve il merkezi ile Umurbey ve Biga arasının imar riski ile karşılaşacağını ve konut yapımına açılacağını bildirmişlerdir.

Ilgar (2015) “*Determination of the Amount of Heavy Metal on Peaches Grown in Umurbey, West Anatolia*” adlı çalışmada Umurbey Ovasında yetiştirilen şeftali meyvesinin

ağır metal seviyeleri belirlemek amacıyla Şeftali örneklere toplandıştır. Alınan Şeftali örneklere ağır metal seviyeleri AAS ile belirlenmiştir. Elde edilen ağır metal seviyeleri kabul edilebilir metal sınır seviyelerine göre yorumlanmıştır. Sonuçlar kapsamında Pb, Cu, Ni, Mn ve Zn elementleri sınır değerlerinin altında kaldığını ve sadece Cd elementinin sınır değerlere çok yakın olduğu bildirilmiştir.

Akarsu (2020) “Çanakkale Kentsel Gelişim Alanı Boyunca Sarıçay’ın Ekolojik Risk Analizi ve Coğrafya ğretmeni Adaylarının Görüşleri” adlı yüksek lisans çalışmasında Çanakkale ilinde yer alan Sarıçay’ın ekolojik risk analizi ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü Coğrafya Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda eğitim görmekte olan 96 Coğrafya ğretmeni adaylarının evre sorunları ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sarıçay’ın ekolojik risk analizini belirlemek amacıyla Sarıçay’ın kaynaktan ağız kısmına kadar 26 lokasyondan Van Veen Grab yardımıyla dip sediment örneklere, su ve 5 adet ana kaya örneklere toplanmış ve ICP-MS metodu ile llmştir. Coğrafya ğretmeni adaylarının evre sorunları ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi için ise 20 maddelik bir ölçek kullanılmıştır. Sarıçay’dan elde edilen verilerden Kontaminasyon Faktörü (CF), Zenginleşme Faktörü (EF), Jeo-Akmlasyon İndeksi (Igeo), Kirlilik Yük İndeksi (PRI), Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (PER), Korelasyon Analizi ve Kümelenme Analizi, Coğrafya ğretmen adaylarından elde edilen verilere One Way Anavo, Independent samples T test, Frequencies Test ve Tukey Test uygulanmıştır. Hesaplamalar ve analizler sonucunda Sarıçay sedimentlerinde Cd, Cr, Pb, Ni, Au, Ag, Ba, Bi ve Tl elementlerinin çok yüksek kontaminasyon, Zenginleşme Faktörü ve Igeo İndeksine göre ise Cd elementi için çok yüksek Zenginleşme ve Aşırı kirlenme olduğu bildirilmiştir. Kirlilik Yük İndeksi değerine

göre bütün istasyonların kirlendiği ve Potansiyel Yük İndeksi değerine göre ise Cd elementi için çok yüksek potansiyel ekolojik risk mevcut olduğu bildirilmiştir. Sarıçay'ın su ve sedimentlerinde metal kirliliğinin sebebi kentsel ve endüstriyel atıklar, tarımsal ilaç ve gübre kullanımı, fosil yakıt kullanımı ve madencilik faaliyetlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca Cd, Cr, Pb ve Ni elementlerinde Çanakkale boğazına doğru artış görülmesi, gemi bakım-onarım işlerinin yapıldığı yer olmasından kaynaklandığı savunulmuştur. Coğrafya Öğretmeni adaylarının görüşleri ile ilgili hesaplamalar sonucunda sınıf düzeyi ve çevre dersi alma değişkenlerine göre coğrafya öğretmeni adaylarının görüşleri arasında anlamlı farklılaşma olduğu bildirilmiştir.

İşler vd. (2018) "*Özbek Ovası (Çanakkale) Tarım Topraklarında Ağır Metal Mobilitesinin Bir Ardışık Ekstraksiyon Yöntemiyle Değerlendirilmesi*" adlı çalışmada Özbek Ovası tarım topraklarının 0-20 cm derinliğinden toplamda 12 adet toprak numunesi alınarak, tarım topraklarının fiziko-kimyasal (pH, CaCO₃, tekstür ve elektriksel iletkenlik) özellikleri ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toprak numunelerinin ağır metal içerikler Ardışık Ekstraksiyon Yöntemi, tekstür içeriği hidrometri metodu, CaCO₃ seviyeleri ise kalsimetre ile belirlenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda Pb ve Cd elementleri ve kısmende Cu elementi bakımından antropojenik kirlilik olduğunu savunmuşlardır.

Parlak vd. (2021) "*Uluköy ve Alemşah Sulama Göletleri (Çanakkale-Türkiye) Sedimentlerinin Ağır Metal Kirliliği Bakımından İncelenmesi*" adlı çalışmada Uluköy ve Alemşah sulama göletlerinden sırasıyla 8 ve 4 adet sediment numunesi alınarak numunelerin fiziko-kimyasal özellikleri ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesi

amaçlanmıştır. Numunelerin ağır metal içerikleri ICP-OES, CaCO₃ seviyeleri ise kalsimetre, tane boyu analizi hidrometri metodu ve organik karbon içerikleri Walkley Black titrasyon metodu ile belirlenmiştir. Elde edilen verilerden ağır metallerin kirlilik derecesini belirlemek amacıyla Zenginleşme Faktörü, Jeo-Akümülyasyon indeksi ve Kirlilik yük indeksleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bütün istasyonlarda ham ağır metal değerleri bakımından kirlilik olmadığı, hesaplanan kirlilik indeksleri bakımından ise kirlenmemiş ile yoğun kirlenmiş aralıklarda olduğu bildirilmiştir.

Kükrer vd. (2020) “*Ecological Risk Assessment of Surface Sediments of Çardak Lagoon along a Human Disturbance Gradient*” adlı çalışmada Çanakkale ilinde yer alan Çardak lagünün dip sedimentlerinde metallerin yüzeysel dağılımını incelemek ve taşınım mekanizmasını belirlemek amacıyla 9 adet yüzey sediment örneği ve 2 adet karot örneği alınmıştır. Alınan sediment örneklerinin ağır metal içerikleri ICP-MS, organik karbon içeriği Walkley Black Titrasyon ve klorofil bozunma ürünleri ise Aseton ekstraksiyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. İz element kirliliğinin derecesini belirlemek amacıyla elde edilen verilerden Zenginleşme faktörü, Modifiye edilmiş risk indeksi ve Potansiyel ekolojik risk indeksi hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda Au, Hg ve Cd elementlerince zenginleşme olduğu bildirilmiştir. Bunun sebebi olarak çevrede var olan Altın madeni ve tarımsal üretimden kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca 1 ve 2 numaralı istasyonlarda önemli potansiyel ekolojik risk olduğu ortaya çıkmıştır.

Oran (2022) “*Kilitbahir Limanı'nın (Çanakkale Boğazı) Ekolojik Risk Analizi ve Coğrafya Öğretmeni Adaylarının Çevre Sorunlarına Yönelik Görüşleri*” adlı yüksek lisans tezinde Kilitbahir limanında ki ağır metal kirliliğini tespit ederek bu kirliliğin yarattığı

ekolojik risklerin ortaya çıkarılması ve coğrafya öğretmen adaylarının ekolojik risk ve ağır metaller konularında görüşlerini almak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 10 adet yüzey sediment örneği alınmış ve görüşme formu hazırlanmıştır. Alınan sediment örneklerinin ham metal seviyeleri ICP-MS ile tayin edilmiştir. Antropojenik etkinin varlığını tespit etmek için ekolojik risk indeksleri (Zenginleşme Faktörü, Jeoakümülyasyon Faktörü, Modifiye Edilmiş Risk İndeksi, Toksik Risk İndeksi) hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular; Mo, Cu, Zn metallerinin orta derecede zenginleştiği ve coğrafya öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarda birinci sınıf düzeyindeki coğrafya öğretmen adaylarının cevapları ile dördüncü sınıf düzeyindeki coğrafya öğretmen adaylarının cevaplarında farklılıklar olduğu bildirilmiştir.

Tartışılan literatür özetinde görüldüğü üzere coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler hakkında görüşlerini inceleyen herhangi bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. Ekolojik risk konusunu kapsayan çevre eğitimi üzerine araştırmaları ise mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları ise;

Özdemir ve Yapıcı (2010) “*Öğretmen Adaylarının Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalık ve İlgil Düzeylerinin Karşılaştırılması*” adlı makalede farklı anabilim dallarından (Sınıf, Fen ve Teknoloji, Türk Dili ve Edebiyatı, Fizik ve Coğrafya) 240 öğrenciye çevre sorunlarına farkındalık ve akademik alana göre doğaya yakınlık seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarına çevre sorunlarına yönelik ilgi ve farkındalık ölçeği uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda Coğrafya ve Resim öğretmenleri adaylarının diğer öğretmen adaylarına göre çevre sorunlarına daha ilgili olduğu saptanmıştır.

Omaç (2019) “*Öğretmen Adaylarının Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalıklarının Sosyo Demografik Faktörler Bakımından İncelenmesi*” adlı yüksek lisans tez çalışmasında Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Eğitim Fakültesinde öğrenim gören 387 öğretmen adayının çevre sorunlarına farkındalığının sosyo demografik açıdan incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarına çevre sorunlarına yönelik ölçek kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda çevre sorunlarına yönelik kadın öğretmen adaylarının erkek öğretmen adaylara göre daha duyarlı ve farkında oldukları, öğretmen adaylarının aile maddi durumları ve yaşadıkları semtlere göre bir farkındalık görülmemiştir.

Erdoğan (2018) “*Coğrafya Öğretmenlerinin Çevre Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi*” adlı yüksek lisan tez çalışmasında Ankara ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerinin çevre bilgi düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çevre bilgi ölçeği kullanılarak veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 22.0 yazılımı kullanılarak istatistiksel analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda coğrafya öğretmenlerinin çevre bilgi düzeylerine yaş ve cinsiyetin etki etmediği, mezun oldukları okulların etkilediği ve Ankara ilinde görev yapan coğrafya öğretmenlerinin orta düzeyli çevre bilgisine sahip oldukları belirlenmiştir.

Koç ve Karatekin (2018) “*Coğrafya Öğretmen Adaylarının Çevre Okuryazarlık Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi*” isimli makalede coğrafya öğretmen adaylarını çevre okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi ve çevre okuryazarlığı üzerinde ki değişkenlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 5 farklı üniversitenin coğrafya öğretmenliği bölümlerinden toplamda 352 coğrafya öğretmen

adayına çevre okuryazarlık anketi uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda coğrafya öğretmen adaylarının çevre okuryazarlığına yaş ve cinsiyetin etki etmediği, çevre eğitimi dersi alma, çevresel kuruluşlara üyelik ve ebeveynlerinin çevre duyarlılıkları çevre okuryazarlığına etki ettiği saptanmıştır.

Kaya ve Gündoğdu (2007) “*Coğrafya Öğretmenlerinin Çevre Bilinci Oluşturma ve Gelişimindeki Rolü; Diyarbakır Örneği*” adlı makalede Diyarbakır il merkezinde görev yapmakta olan Coğrafya öğretmenlerinin çevre konusunda bilgi ve duyarlılık seviyeleri tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Diyarbakır ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerine anket uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda Diyarbakır ilinde görev yapmakta görev yapan coğrafya öğretmenlerinin çevre konusunda yeterli seviyede bilgiye sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

Akçay ve Pekel (2017) “*Öğretmen Adaylarının Çevre Bilinci ve Çevresel Duyarlılıklarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi*” adlı makalede farklı branşlardan (Biyoloji, Fizik, Kimya, Sosyoloji, Coğrafya, Tarih, Fen Bilgisi) öğretmen adaylarına çevre bilinci ve çevresel duyarlılıkları belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 242 öğretmen adayına çevre bilincine yönelik ölçek kullanılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda Biyoloji öğretmen adaylarının çevre bilinç düzeyleri yüksek seviyede çıkarken, Coğrafya öğretmen adaylarının çevre bilinç düzeyleri Biyoloji öğretmen adaylarının çevre bilinç düzeylerine yakın düzeyde çıkmıştır. Bunun nedeni olarak günümüzde coğrafya disiplinin çevre konuları giderek daha çok yer vermesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Öztürk ve Öztürk (2015) “*Öğretmen Adaylarının Çevre ve Çevre Eğitimi İle İlgili Görüşleri*” adlı makalede öğretmen adaylarının çevre sorunlarına yönelik tutumları ve çözümlerine yönelik görüşleri belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Ordu Üniversitesi eğitim fakültesinde toplamda 134 öğretmen adayına anket uygulanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda öğretmen adaylarının en önemli çevre sorununun aşırı doğal kaynak tüketimi ve çevre sorunlarının çözümünde en etkili çevre kuruluşları olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bireylerin çevre konusunda bilinçlendirilmesinde kitle iletişim araçlarının etkili olacağı bildirilmiştir.

Kaya (2021) “*Çanakkale’de Yaşayanların Çevre Bilgisi, Çevresel Tutum ve Davranışlarının İncelenmesi*” adlı yüksek lisans tezinde Çanakkale ilinde yaşayan bireylerin çevre bilgisi, çevresel tutum ve davranışlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Çanakkale ilinde yaşayan 374 bireye çevresel bilinç, çevresel tutum ve çevresel davranış ölçekleri uygulanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda Çanakkale ilinde yaşayan bireylerin çevresel bilgileri “orta”, çevresel tutumları “oldukça yüksek” ve çevresel davranış ölçeği “orta” seviyesinde olduğu bildirilmiştir.

2.4. Çevre Eğitimi ve İz Elementlerin Çevre Eğitimi Açısından Önemi

Son dönemde gerçekleşen teknoloji ve endüstriyel dönüşüm, insan yaşamını kolaylaştırmış olmasına karşın bu duruma paralel olacak şekilde tüm dünya insanını ilgilendiren ve ayrıca küresel bir sorun olarak da tanımlanan çevre kirliliği sorunu ortaya çıkarmıştır. 19. yüzyıldan sonra gerçekleşen hızlı nüfus artışı beraberinde doğal kaynakları hızla tüketmiş ve günümüzde çevresel felaketleri meydana getirmiştir. Çevre kirliliği, çevrede meydana gelen ve canlıların sağlığını, değerleri ve ekolojik dengesini bozabilecek

her türlü olumsuz etki olarak tanımlanmıştır (Çevre Kanunu, 1983, 2/3). Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak amacıyla küresel anlamda ilk adım, 1972’de Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı olarak bilinen Stockholm konferansında ‘Büyümenin Sınırları Raporu’ yayınlanmasıyla atılmıştır. Bu konferans, çevre sorunlarının ilk kez dile getirmesi ve 1975 yılında ki toplantısında çevre eğitimi kavramının ortaya çıkmasından dolayı oldukça önem teşkil etmektedir (Ünal ve Dımışkı, 1999). Stockholm Konferansı sonucunda UNESCO 136 üye ülkenin çevre eğitimi durumlarını belirlemek amacıyla “Çevre Eğitimi İçin Kaynakların Değerlendirilmesi Üye Devletlerin Gereksinimleri ve Öncelikleri” adlı anket uygulamış ve bu anket sonuçlarına göre üye ülkelerin çevre eğitim programlarının yetersiz seviyede olduğunu saptamıştır. Bu olumsuz sonucu ortadan kaldırmak amacıyla 1977 yılında toplumun yaklaşık 200 kurumunun katılımıyla Tiflis Konferansı gerçekleştirilmiştir. Tiflis konferansı sonucunda yayımlanan Tiflis Bildirisiyle çevre eğitiminin, eğitim sürecinde yer alması gerektiğini ve amaç, önem ve esasları belirlenmiştir (Kocalar, 2012). Stockholm konferansının çevre korunmasına yönelik küresel anlamda yeterli etki yaratmaması ve aradan geçen süreci değerlendirmek üzere 1992’de Rio konferansı toplanmıştır. Rio konferansına büyük bir katılım sağlanmış ve çevre ve kalkınma stratejileri detaylandırılmıştır. Rio konferansı sonucu 21. yüzyılın sorunları (Gündem 21) belirlenmiş ve Çölleşmeyle Mücadele, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi imzalamıştır. Ülkemizde 1982 Anayasası ile çevre eğitimi kavramı ilk defa gündeme gelmiştir. Çevre eğitimi formal eğitim sürecinin her seviyesine 1991 yılında girmeye başlamıştır. Talim Terbiye Kurulu 1992’de çevre eğitimini ilk öğretim seviyesinde Fen Bilgisi Dersi Öğretim Programları’na kabul etmiştir. Son olarak 1998 yılında ilk ve orta öğretim seviyesinde çeşitli ders ve konular içerisinde çevre eğitimine yer vermiştir (Karaca, 2018).

Çevre kirliliğinin hava, su, toprak ve gürültü kirliliği çeşitleri bulunmaktayken, günümüzde ağır metal ve radyoaktif kirlilik çeşitleri de eklenmiştir (Kara ve Kara, 2018; Sönmez vd., 2012). Tüm bu süreçler ekosistemin bozulmasına ve canlıların zarar görmesine sebep olmuştur. Ağır metal kirliliği, çevre kirliliği çeşitleri arasında canlılar üzerinde en fazla olumsuz etkiye sahip çevre kirliliğidir. Ağır metal kirliliğinin çevreye verdiği olumsuz etkilerin azaltılması, çevre planlamasının yapılması ve insanların bu kirliliği tehlikeli bir durum olarak algılayarak çevre sorunlarına yönelik bilinçlenmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu etkenler göz önünde tutularak bireylerin çevreye zarar vermemesi, doğal kaynakları etkili bir şekilde kullanması ve çevreyi korumaya yönelik olgu ve davranışların oluşabilmesi için okul öncesi dönemde başlayarak toplumun her yaştan bireyelerine çevre eğitimi verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çevre eğitimi ile bireylerin çevrelerini daha iyi tanımasını, korumak için daha iyi bilgilendirilmelerini ve sağlıklı yaşamak için bilinç seviyelerinin yükseltilmesini amaçlayarak çevreye yönelik bilgi ve becerilerin uygulamaya dönüşmesi amaçlanmaktadır. Çevre eğitimi bireylerde bilgilendirme, uyarılma, geliştirme, dengeleme ve koruma öğelerinin geliştirilmesi temellerini kapsayan bir süreçtir. Ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığı'nın çevre eğitimine yönelik okul öncesi, ilköğretim ve ortaöğretim de uyguladığı ders programlarına bakıldığında her seviyede amaç, kazanımlar ve kavramlar farklılık göstermektedir. Bireylerin en verimli olduğu dönem olan okul öncesi dönemde verilen ders programı içeriğinde yer alan çevre eğitimi bireylere çevrenin tanıtılması ve korunmasına yönelik amaç ve kazanımlar yer almaktadır. İlköğretim dönemi verilen ders programı içeriğinde çevre eğitimi olarak okul öncesi dönemde öğrenmiş oldukları çevre bilgisini davranışa dönüştürülmesi amaçlanmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2013). Orta öğretim ders programında verilen çevre eğitiminde ise, yakın çevreyi tanıma, afetler, nüfus

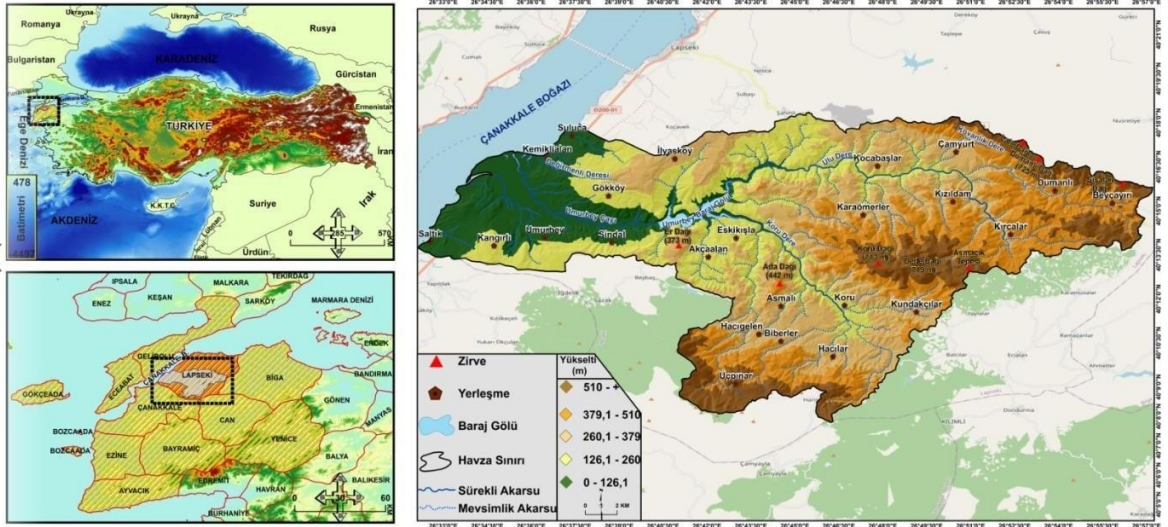
hareketleri, sağlık ve evre olayları üzerine bilgi seviyelerinin yükseltilmesi amaçlanmaktadır. Eğitimin son aşaması olan yükseköğretimde niversiteler programlarını kendileri düzenlemesinden dolayı belirli bir evre programları bulunmamaktadır ancak çevreye yönelik araştırmalar, evre bilimci ve evre mühendisleri yetiştirmektedirler (Demir ve Yalçın, 2014; olakoğlu, 2010). Bireylere okul öncesi dönemden ortağretim dneimine kadar şitli dersler aracılığıyla (Hayat Bilgisi, Fen ve Teknoloji, Sosyal Bilgiler, Coğrafya, Biyoloji, Kimya) verilen evre eğitimi sayesinde ağır metallerin kullanımında bilinçlenerek çevreye salınan ağır metal miktarları azalacak ve ekosistem daha az kirlenerek ağır metallere kaynaklı sağlık sorunları azalacaktır. Böylelikle bireylere verilecek evre eğitimi ağır metallere kaynaklı yaşanılan sorunların önlenmesi amacı yönünden oldukça önem arz etmektedir. Farklı branşlardan her seviyede bireye verilecek olan evre eğitiminin kalitesi ğretmelerin yükseköğrenimleri sırasında almış oldukları eğitimin kapsamına bağlı olmaktadır.

Öğretmenler yükseköğrenimleri sırasında evre ile ilgili yeterli derecede eğitim alması, evre bilinci yüksek öğrenciler yetiştirmesine katkı sağlayacaktır. Coğrafya dersi ğretim programının çatısını evre ve toplum nitesi oluşturması ve coğrafya biliminin çevreyi bir konu olarak ele alması diğer branşların evre eğitimi programlarından daha ön plana çıkmaktadır ve önemli hale gelmektedir. Bu doğrultuda coğrafya ğretmenlerinin eğitim fakültelerinde almış oldukları ders içerikleri ile evre bilinci yüksek ğrenci yetiştirmeleri arasında paralel bir ilişki bulunmaktadır. Bu sebeple öğretmenlerin evre bilif düzeylerinin yüksek olması evre bilinci yüksek öğrenciler yetiştirmesi arasında paralel bir ilişki bulunmasından dolayı oldukça önem arz etmektedir.

2.5. Umurbey Ovasını Genel Coğrafi Özellikleri

Çalışma alanı Marmara Bölgesi'nin güneyinde bulunan Biga Yarımadası'nın kuzeybatısında yer almaktadır. İdari açıdan Çanakkale ilinin 15 km kuzeybatısında Umurbey beldesine sınırları içerisindedir. Umurbey Ovası 40° 20' kuzey enlemleri ile 26° 42' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Umurbey beldesinin kuzeyinde Çanakkale boğazı, güneyinde Çan ilçesi, batısında Çanakkale ili ve doğusunda Lapseki ilçesi yer almaktadır. Arazinin kıyı kesimini paleozoik granitoidler ve metamorfik kayalar oluştururken üst kesimlerinde Kuvarterner yaşlı alüvyal çökeller oluşturmaktadır.

Ova'nın kuzey ve güney kesiminde yer alan alçak sahalar ise Miosen ve Pliyosen'de meydana gelmiş kireçtaşlarından oluşmaktadır (Erdal, 2019).

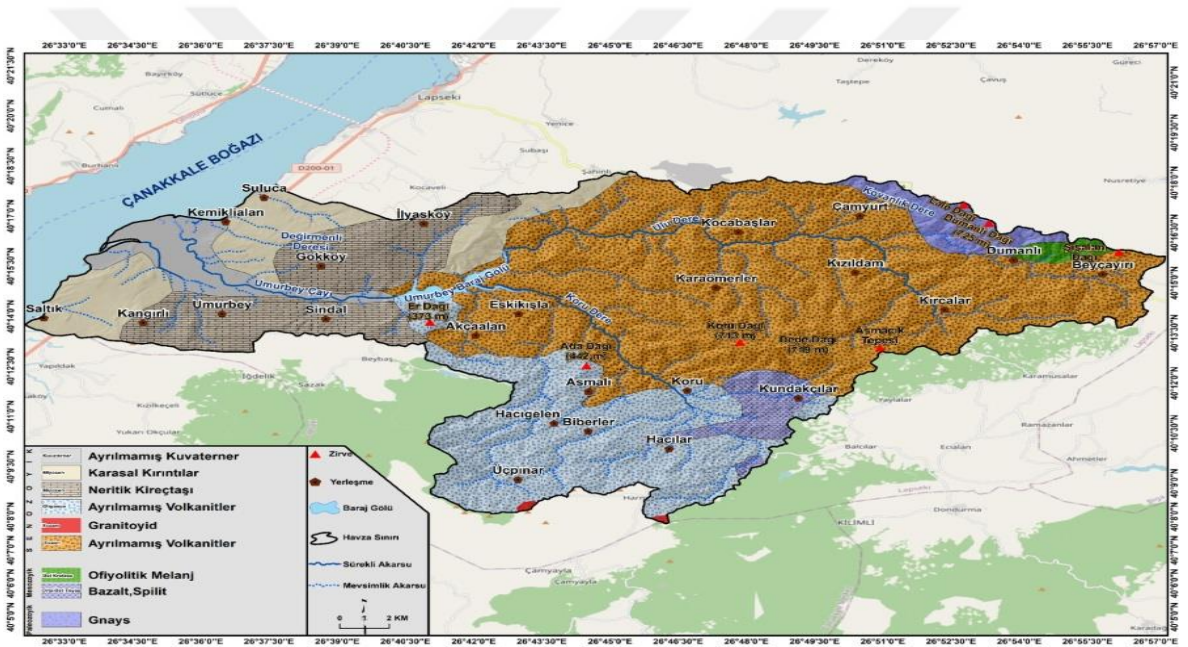


Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

2.5.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikleri

Biga yarımadasının temelini Kazdağı metamorfikleri oluşturmaktadır ve havzada Tersiyer döneminde çökelmiş denizel tortullarda bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fay hattının Çanakkale havzasına doğru uzanması bölgenin jeomorfolojisine etkiye

bulunmuştur. Bölge Eosen döneminde denizel süreçlerin etkisi altındayken, Oligosen döneminin sonlarına doğru Biga yarımadası önemli bir yükselme ve aşındırma aktiviteleri yaşamış ve karasallaşma egemen olmuştur. Bu gelişmeden sonra Miyosen döneminde bölgede var olan akarsular yataklarını derinleştirmeye başlamıştır. Pliyosen döneminde bölgede durağan bir dönem yaşanmış Çardak ve Gelibolu dolaylarında gölssel havzalar oluşmuştur. Pliyosen döneminden sonra Çanakkale Boğazı vadi şeklini almış ve Biga yarımadası günümüzde ki şeklini kısmende olsa kazanmıştır (Erol, 1992; Erdal, 2019; Dönmez vd., 2005)



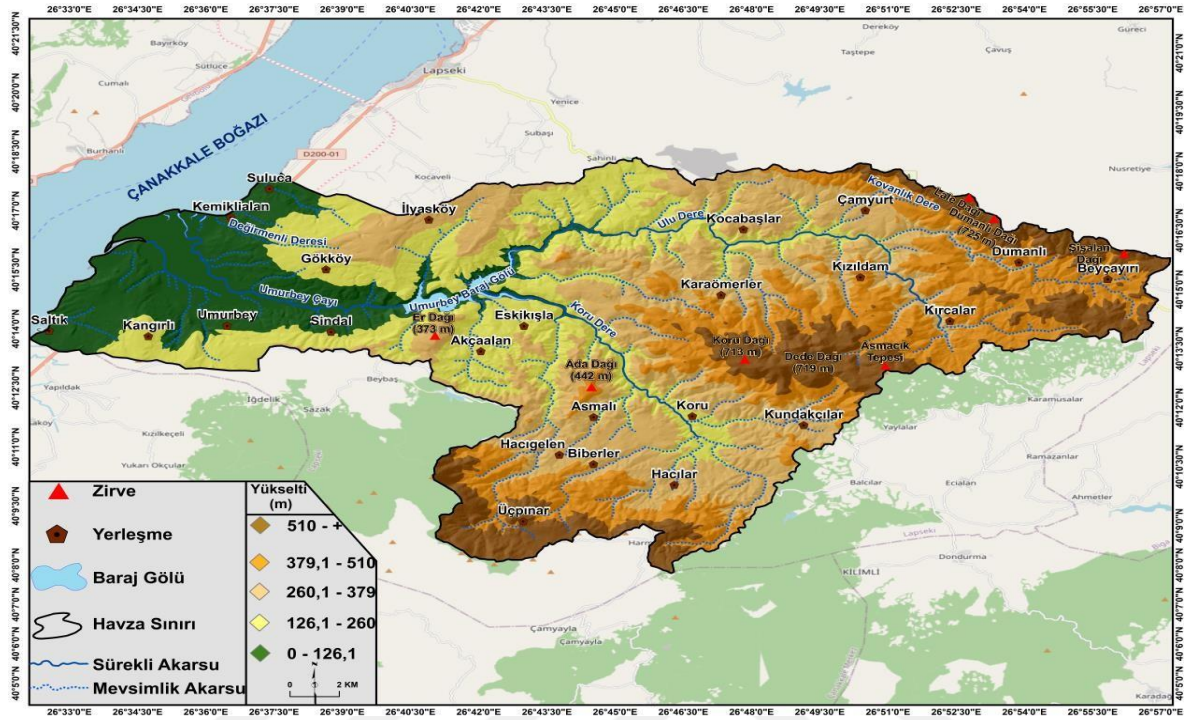
Şekil 2. Umurbey Ovası jeoloji haritası

Umurbey kasabası ile Lapseki ilçesinin güney kesimi arasında yer alan marn, kiltası ve kumtaşından oluşan birimler bulunmaktadır. Neojen’de meydana gelen aşırı yükselme hareketleri akarsuların aşındırma hızını arttırmış ve farklı dönemlerde meydana gelen bu hareketler Umurbey Ovası’nın iç kesimlerinde yükseltisi çok fazla olmayan Kızıllalan, Kurtdere ve Basmakçı tepelik alanlar ortaya çıkarmıştır. Zamanla akarsu ve tektonik güçler etken olmasıyla bu tepelik alanlar sekiler şeklinde aşınmıştır. Umurbey Ovası arazileri

yapısal olarak incelendiğinde dağlık ve engebeli bir görünüme sahip olduğu görülmüştür. Çalışma alanının iç kesimleri kıyı kesimlere göre biraz fazla yükseltiye sahiptir ve bir kısmı akarsular tarafından yarılmış vadilerin yer aldığı engebeli alanlarla kaplıdır. Umurbey Ovası'nın doğusunda Dumanlı, Sisanlı ve Lale dağları, güneyinde, Apdal Dağı, Şap Dağı, Yılanlı Dağı ve Ağı Dağı ve güneydoğusunda Asmacık, Kuru ve Dede dağları yer almaktadır. Umurbey Ovası çevresinde yer alan bu dağlar arasında en yüksek Şap Dağı (767 m) olarak bildirilmiştir. Umurbey Ovasında Kuru ve Asmacık dağları, Karaömerler köyü Dumanlı obası civarında başlayarak, doğu istikametine doğru uzanmaktadır. Bu dağların en yüksek yeri ise Asmacık tepesidir ve yüksekliği 750 m civarında olduğu bildirilmiştir (Erdal, 2019). Umurbey yöresinde bulunan dağlar genellikle Çanakkale boğazına paralel uzanmaktadır. Umurbey Çayı havzasının yukarı kesimini Paleosen-Eosen yaşlı volkanitler oluştururken, aşağı kesimlerini Pliyosen çökelleri oluşturmaktadır.

Umurbey deltasını oluşturan Umurbey Çayı 57 km uzunluğundadır. Dumanlı dağından kaynaklarını alan Kovanlık Dere, Kayabaşlı Dere ve Çamurlu Deresi'nin birleşerek Ulu Dere'yi oluşturmaktadır. Ulu Dere ve Aptal Dereleri ile Şap Dağları eteklerinden çıkan Harmancık ve Ağılcapınar dereleri birleşerek Kuru deresini oluşturmaktadır. Ulu dere ile Kuru nehri Kara Ömerler köyü dolaylarında birleşerek batı istikametine doğru akmaktadır. Ömerli köyünde birleşen bu dereler Umurbey bucağı civarında Umurbey Çayı adını almaktadır. Umurbey Çayı Sindal köyü kuzeydoğusunda akış hızının azalmasıyla menderesli akarsu özelliği göstererek akarsu yatağında kum adaları meydana gelmektedir. Umurbey Çayı mevsimlik bir akarsu olup, yaz akış rejimine sahiptir. Umurbey Çayı Çanakkale Boğazına dökülerek kıyıda Umurbey delta ovasını

oluşturmuştur. Umurbey Ovası'nın oluşumunda farklı jeolojik devirlerde meydana gelen östatik ve tektonik hareketler etkili olmuştur.



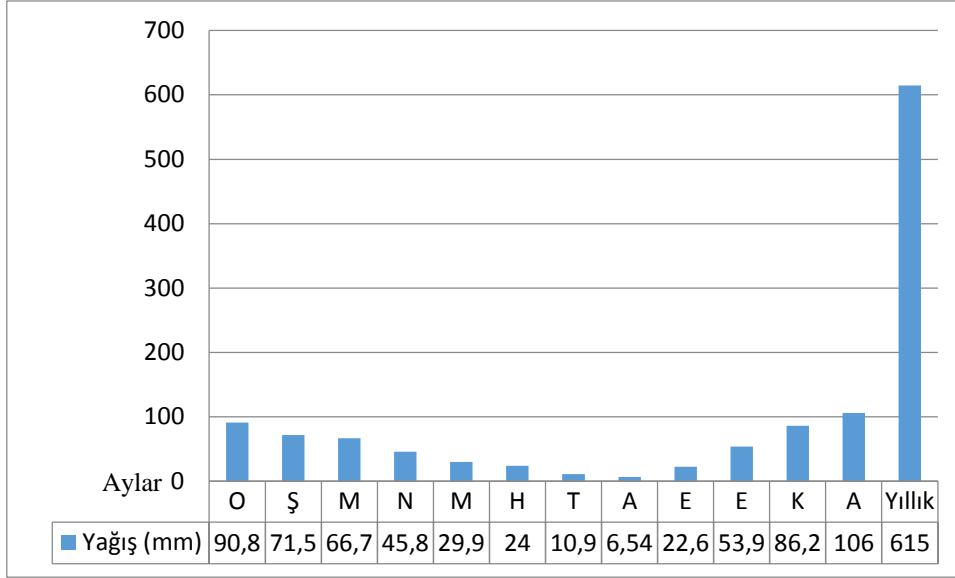
Şekil 3. Umurbey Ovası yükselti basamakları haritası

Belde dağlık ve engebeli bir arazi yapısına sahip olmasından dolayı ovalar geniş yer kaplamamaktadır. Umurbey Ovası'nın kıyı kesiminden iç kesimlere doğru yükselti artmakta ve ovanın kuzey ve güney kesimleri ise dağlık ve engebelidir. Umurbey Çayı üzerine 2009 yılında Umurbey Barajı inşa edilmiştir. Bu baraj Umurbey'in 6 km güneydoğusunda Umurbey Çayı üzerinde kurulmuş ve Umurbey Ovası ile Lapseki ovalarında bulunan toplam 3661 ha tarım alanının sulanması amaçlanmıştır. Bölgede bulunan Beybaş Göleti ise Umurbey Beldesi Beybaş Köyü'nün 2 km güneydoğusunda bulunmaktadır.

2.5.2. İklimsel Özellikler

Çalışma alanı 40.20° Kuzey enlemi ile 26.42° Doğu boylamı arasındadır ve Marmara Bölgesi'nin güney kesiminde yer almaktadır. 1900 yılında Alman bilim adamı Wladimir Köppen tarafından hazırlanan ilk iklim sınıflandırılmasına göre Çanakkale ili kışları ılık yazları çok sıcak ve kurak iklim gurubuna dahil edilmiştir. Türkeş'e (2010) göre ise Çanakkale ili Akdeniz iklimi ve Karadeniz iklimi arasında geçiş iklim özelliği gösterir. Çalışma alanında kuzeyden esen rüzgârlar sıcaklıkları düşürmekte iken güneyden esen rüzgârlar bölgeye yağış getirmektedir. Çanakkale Meteoroloji İstasyonundan 1926-2019 yılları arasında ölçümler sonucunda elde edilen iklim elemanları (ortalama sıcaklık, ortalama yağış, en yüksek sıcaklık, en düşük sıcaklık, buharlaşma, ortalama en düşük sıcaklık, ortalama en yüksek sıcaklık) verileri (Tablo 3 ve Grafik 1) aşağıda açıklanmıştır.

Ortalama yağış verilerine göre; en yüksek toplam yağış miktarı 106 mm ile aralık ayında ölçülmüşken en düşük yağış miktarı 6,54 mm ile Ağustos ayında ölçülmüştür. Yıllık ortalama yağış miktarı 615 mm'dir. Yağışlar en çok kış aylarında düştüğü saptanmıştır.



Grafik 1. Çanakkale meteoroloji istasyonu yağış verileri (2020)

Çanakkale ilinde ölçülen ortalama sıcaklık verilerine baktığımızda; kış mevsiminde en düşük sıcaklık $6,21^{\circ}\text{C}$ ile ocak ayı iken yaz mevsiminde en yüksek sıcaklık ise 25°C ile temmuz ayında olduğu saptanmıştır. Ortalama en düşük ve en yüksek sıcaklık ise; kış mevsiminde $3,09^{\circ}\text{C}$ ile ocak ayı, yaz mevsiminde ise $30,66^{\circ}\text{C}$ ile temmuz ayında gerçekleşmiştir. Ekstrem sıcaklık koşullarına baktığımızda; en yüksek sıcaklık kış mevsiminde 20°C ile aralık ayında iken yaz mevsiminde ise 39°C ile temmuz ayında ölçülmüştür. En düşük sıcaklık ise kış mevsiminde $-11,5^{\circ}\text{C}$ ile şubat ayında, yaz mevsiminde ise $6,6^{\circ}\text{C}$ ile haziran ayında ölçülmüştür. En az buharlaşma miktarı $34,1\text{ mm}$ ile aralık ayında gerçekleşmekte iken en çok buharlaşma miktarı $257,6\text{ mm}$ ile temmuz ayında gerçekleşmiştir. Elde edilen veriler kapsamında denizellik ve farklı hava kütleleri etkisi sonucunda aylara göre ortalama sıcaklıkların ve buharlaşma miktarının kış mevsiminde düştüğü ve ters doğrultuda yağış miktarının arttığı görülmüştür.

Tablo 2

Çanakkale ili ortalama sıcaklık ve buharlaşma verileri

Çanakkale İstasyonu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ortalama Sıcaklık	6,21	6,6	8,32	12,5	17,52	22,23	25	24,92	20,9	16,03	11,87	8,33	15
Ortalama En Düşük Sıcaklık	3,09	3,29	4,56	8,15	12,55	16,48	19,17	19,38	15,76	11,98	8,38	5,06	10,7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık	9,56	10,16	12,39	17,27	22,7	27,69	30,66	30,56	26,2	20,8	16	11,68	19,6
En Yüksek Sıcaklık	20	21,3	27,3	30,8	34,4	36,8	39	38,7	35,9	31,7	26,2	22,9	39
En Düşük Sıcaklık	-11	-11,5	-8,5	-1,6	1,4	6,6	11,2	9,4	5,9	0,4	-7	-10,5	-11,5
Buharlaşma	37,05	44,9	65,4	105,9	105,4	161,7	257,6	239	165,8	101,2	53,1	34,1	1,371

2.5.3. Toprak ve Bitki Özellikleri

Çalışma alanının toplam tarım arazi miktarı 368.650 dekadır ve bu miktar Çanakkale ilinin toplam toprak miktarının %28 oluşturmaktadır. Toprak varlığı içerisinde eski toprak sınıflandırmasına göre Umurbey beldesinin yüksek kesimlerinde 245.536 dekar alanda kireçsiz kahverengi topraklar, 73.263 dekar alanda kahverengi bozkır toprağı, Umurbey Irmağı çevresinde 14.199 dekar alanda alüvyal topraklar ve kangırlı yerleşim yerinde Çanakkale Boğazı'na doğru 6.356 dekar alanda vertisol topraklar yer almaktadır. Yiğini (2006)'nin yapmış olduğu çalışmada yeni ABD toprak taksonomisine göre ise en geniş alan kaplayan toprak türünün entisoller olduğu ve devamında inceptisol, alfisol ve vertisol gibi toprak türlerinin geldiği bildirilmiştir.

Umurbey Ovası topraklarının arazi kullanım galibiyeti sınıflamasında I. Sınıf araziler 9.326 dekar alanı, II. sınıf araziler 2.402 dekar alanı ve III. Sınıf araziler 2.933 dekar alanı kaplamaktadır. Geriye kalan topraklar yüksek eğim değerlerine sahip ve toprak

koruma çalışmaları gerektiren topraklardır. Parlak vd. (2021) Umurbey Ovası'nın toprak erozyonu duyarlılığı belirlemek için yaptıkları çalışmada Umurbey Ovası'nın topraklarının fazla aşınabilen topraklar olduğu ve aşınmayı önlemek için ekim nöbeti, örtü bitkisi yetiştirme ve organik madde ilavesi yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Kıyı kesiminde bulunan topraklarda tarımsal faaliyetler ya çok kısıtlıdır ya da hiç yapılamamaktadır. Özellikle tuz konsantrasyonunun yüksekliği ve taban suyunun tüm mevsimlerde yüzeye çok yakın olmasından dolayı tarımsal faaliyet yapılmamaktadır. Burada ki hâkim bitki örtüsü tuzcul bitkilerdir. Bu bölgeye dâhil alanlar yüksek taban suyu ve alüvyal yapısına rağmen yazlık konut bölgesi olarak kullanılmaktadır.

Umurbey Ovası'nın 81.549 dekar alanda tarım yapılmaktadır. Bu alanın 15.547 dekar alanında sulu tarım, 65.096 dekar alanında kuru tarım ve 906 dekar alanda nadaslı kuru tarım yapılmaktadır. En çok sulu tarım Umurbey, Sindal, Kemiklialan ve Gökköy yerleşmelerinde gerçekleşmektedir. Alüvyon topraklarının su tutma kapasitesinin yüksek olmasından dolayı Umurbey Ovası'nda elma ve şeftali tarımı yoğun bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Yapılan tarımsal faaliyetlerden yıllık 42.401 ton meyve, 10.143 ton sebze ve 34.126 ton yağlık tohum, hububat ve baklagiller yetiştirilmektedir. Umurbey Ovasında toprak özellikleri ve iklim faktörü dikkate alınarak sulama yapılması Umurbey Ovasında tarımsal verimi daha da yükseltmesi öngörülmektedir (Erdal, 2019).

Bir bölgenin bitki örtüsü toprak, iklim, yer şekilleri ve beşeri faktörlere (tarım ve yerleşim amaçlı alanlar açmak, orman yangınları ve aşırı otlatma) bağlıdır. Umurbey Ovası Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında geçiş iklimi özelliği göstermektedir. Ayrıca ovanın en yüksek kesimi 767 m olmakla birlikte çok yüksek bir rakıma sahip değildir. Bu

faktörlere bağılı olarak bölge Akdeniz fitocoğrafya bölgesi içerisinde yer almaktadır. Biga Yarımadası'nda Çanakkale Boğazı'ndan doğuya doğru yükseklik artmaktadır. Bu sebeple bölgenin yüksek kesimlerinde kızılçam görülmektedir. Bölgenin aşağı kesimlerinde antropojenik etkinin varlığı görülmektedir. Aşağı kesimlerde tahrip edilen bitkilerin yerini maki türünden bitkiler almıştır. Bu bitkiler: menengiç, süpürge, zeytin, sakız, palamut meşesi, keçiboynuzu, erguvan, katırtırnağı ve kermez meşesidir (İlgar, 2000; Kantarcı, 1997). Kıyı kesiminde denizel etkiden dolayı sadece tuzcul bitkiler görülmektedir.

2.5.4. Nüfus ve Yerleşme Özellikleri

Umurbey kasabasının idari sınırları içerisinde 1 kasaba, 6 mahalle ve 17 köy bulunur. Bu yerleşmeler: Umurbey kasabası, Eskikışla, Kuru, Kundakçılar, Saltık, Hacılar ve Biberler (mahalle), İlyasköy, Kızıldam, Kırcalar, Karaömerler, Suluca, Harmancık, Kırcalar, Üçpınar, Kangırlı, Hacıgelen, Akçaalan, Dumanlı, Kocabaşlar, Çamyurt Beyçayırı, Sindal ve Gökköy. Bu yerleşmeler daima yerleşme statüsünde iken ekonomik geçim kaynağı ve deniz turizminden dolayı Umurbey Ovası'nın kıyı bölgelerinde geçici yerleşmeler olarak adlandırılan ağıl ve ikincil konutlar bulunmaktadır. Umurbey Ovası'nın doğu kesimi engebeli ve dağlıktır. Ova'nın %62,9 ormanlarla kaplıdır. Bölgenin topoğrafik koşulları, yerleşmeler ve ekonomik faaliyetleri etkilemektedir. Harmancık, Kocabaşlar, Kundakçı, Dumanlı, Hacılar, Beyçayırı, Kırcalar, Gökköy, Hacıgelen, Kızıldam, Kangırlı, Üçpınar, Kuru, Eskikışla, Biberler, Akçaalan, İlyasköy ve Karaömerler yerleşmeleri genellikle engebeli ve ormanlık alanların etrafında kurulmuştur. Bu durumun temel sebebi temel geçim kaynağı hayvancılık olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca tarihsel süreçte deniz yoluyla gelen istilalar ve kıyı kesiminde yapılan yoğun tarımsal faaliyetler yerleşmelerin iç kesimlerde bir başka deyişle engebeli alanlarda kurulmasını sebep

olmuştur. Tüm bu sebepler Umurbey kasabası, mahalle ve köylerin seçim yerleri için doğru bir karar olmuştur (Erdal, 2019; Doğaner, 1996). 2018 yılı adrese dayalı nüfus sayımı verilerine göre Çanakkale ilinin toplam nüfusu 542.157 kişidir. Bu nüfusun 328.736'sı il ve ilçe merkezlerinde, 213. 421'i belde ve köylerde yaşamaktadır. Bu beldeler arasında yer alan Umurbey kasabası ve köylerinde 2018 verilerine göre toplam nüfus 5116 kişidir. Toplam nüfusu 2500'ü kadın 2616'sı ise erkeklerden oluşmaktadır.

Tablo 3
Umurbey Ovası 2018 yılı nüfus verileri

Yerleşmeler	2018
Harmancık	107
Gökköy	291
Kangırlı	272
Kemiklialan	138
Kocabaşlar	110
Suluca	289
Akçaalan	28
Karaömerler	139
Kırcalar	154
Beyçayırı	155
Kızıldam	180
Dumanlı	177
İlyasköy	250
Üçpınar	50
Sindal	73
Hacıgelen	106
Çamyurt	100
Umurbey	2497
Toplam	5116

(TÜİK 2018 verileri kullanılmıştır.)

2018 verilerine göre en kalabalık yerleşme alanı 2497 kişi ile Umurbey kasabası olmuştur (Tablo 3). Umurbey kasabasını Gökköy, Kangırlı, İlyasköy ve Suluca yerleşmeleri takip ettiği görülmüştür. 2018 verilerine göre en az nüfus Umurbey Ovası'nın doğu kesiminde yer alan Harmancık, Üçpınar ve Akçaalan yerleşmeleri olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Yükselti ve engebenin arttığı yerlerde (Harmancık, Üçpınar ve Akçaalan) nüfus azalmaktayken, yükselti ve engebenin azaldığı yerlerde (Gökköy, Kangırlı, İlyasköy ve Suluca) ise nüfusun arttığı görülmüştür. Bu durum temel sebebi ise; yükselti ve engebenin arttığı yerlerde temel ekonomik geçim kaynağının hayvancılık olması, yükselti ve engebenin azaldığı yerlerde ise yoğun tarımsal faaliyetler ve ikincil konutların bulunmasıdır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 .Araştırmanın Modeli

Bu araştırma sürecinde hem nitel hem de nicel veriler kullanılmasından dolayı araştırma modeli olarak karma araştırma modeli ve araştırmada sıralı dönüşümsel desen kullanılmıştır. Karma araştırma modeli, çeşitli yöntemler ile elde edilen verilerin bir arada kullanılarak araştırmada ki bütün faktörleri bir arada toplanıp analiz edilmesiyle açıklanması anlamına gelmektedir (Creswell, 2003). Bu araştırma modeli ile hem sözel veriler hem de sayısal veriler bir arada bulunması büyük bir veri zenginliği sağlamasından dolayı araştırmayı güçlü ve güvenilir bir hale getirmektedir. Son yıllarda eğitim araştırmalarında sıkça kullanılmaktadır.

Karma araştırma yöntemi gerekçeleri;

- Üçgenleme (olayları farklı yol ve yöntemler ile sınyarak aynı sonuçları elde edilmesi),
- Gelişim (araştırmada aşamalı olarak iki yöntemin kullanılmasıyla araştırmanın gelişimini sağlamak) ,
- Tamamlayıcılık (elde edilen bulguların detaylandırılması ile araştırmanın güvenilirliğinin artırılması),
- Genişletme (araştırmada birbirinden ayrı olgular incelenerek araştırmanın sınırlarını genişletmek),
- Başlangıç (araştırmada kullanılacak farklı iki yöntem yeni hipotezlerin üretilmesi) olarak beş başlık altında toplanmaktadır (Greene vd., 1989).

Karma araştırma yöntemleri kullanan araştırmalar yukarıda verilen gerekçelerin en az birine sahip olması gerekmektedir. Bu araştırmada iki farklı olgunun incelenmesinden dolayı karma araştırma yöntemi seçilmesinin sebebi olarak genişletme olarak belirlenmiştir. Bütün araştırma yöntemlerinde olduğu gibi karma araştırma yönteminin de avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Karma araştırma yöntemlerinin, araştırma kapsamında seçilen yöntemlerin zayıf yönleri bir başka yöntem kullanılarak kapatılabilmesi, araştırmada farklı yöntemlerin kullanılmasıyla farklı anlayışların ortaya çıkarılması ve araştırmanın sınırlarının genişletilmesi, araştırmada farklı yöntemler kullanılmasıyla elde edilen sonuçların güvenilirliğinin kesin olması gibi durumları avantajlar arasında yer almaktadır. Zayıf yönleri ise hem nitel hem de nicel yöntemlerin bir arada kullanılması araştırmacıyı zorlayabilir ve birden çok veri olmasından dolayı zaman kaybı olabilmektedir (Baki ve Gökçek, 2012).

Araştırmacı, karma araştırma yönteminin desenini belirlerken, nitel ve nicel araştırmalar arasında ki ilişkiyi ve bu ilişki içerisinde hangisinin önemli olduğu, bu süreçleri gerçekleştirmede kullanacağı zamanı ve elde edilen verileri nasıl bütünleştireceği karar vermelidir. Karma yöntem araştırma desenini Creswell (2003) '*Sıralı araştırmacı desen, Sıralı dönüşümsel desen, Sıralı açıklayıcı desen, Eşzamanlı iç içe geçmiş desen, Eşzamanlı dönüşümsel desen ve Eşzamanlı üçgenleme deseni*' olmak üzere altı çeşide ayırmıştır. Bu araştırmada sıralı dönüşümsel desen kullanılmıştır. Dolayısıyla bu desen detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Sıralı dönüşümsel desen nitel veya nicel verilerin amaç ve kullanım zamanına göre toplanmasında farklılık göstererek toplanan verilerin araştırmanın sonuç ve tartışma bölümünde detaylı bir şekilde birleştirilmesidir. Böylelikle araştırma sınırlarını genişletmekte ve araştırma problemlerini derinlemesine çözümünü sağlamaktadır. Araştırmanın nicel boyutunu nicel araştırma yöntemlerinde tarama (survey)

modeli kullanılmıştır. Tarama modeli var olan bir durumun olduğu gibi derinlemesine araştırılıp açıklamayı amaçlamaktadır (Karasar, 2016). Tarama modeli ile Umurbey Ovası'nın ağır metal seviyeleri, ağır metal seviyelerinin birbirleriyle olan ilişkisi, ağır metallerin muhtemel kaynakları ve ekolojik riskleri belirlenmiştir. Araştırmanın nitel boyutunu durum çalışması modeli oluşturmaktadır. Durum çalışması ise bir sistem veya durumu, çoklu veri toplama kullanılarak derinlemesine incelenmesi ve açıklanması olarak tanımlanmaktadır (Merriam, 2013; Yin, 1984). Nitel araştırma yöntemlerinde durum çalışması çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu verilerin ardından durum çalışması ile Çanakkale ilinde görev yapmakta olan Coğrafya öğretmenleri ile ekolojik riskler konusu üzerine yarı yapılandırılmış bir görüşme formu uygulanarak konu bütüncül bir şekilde ele alınmış ve bulguların geçerlilik ve güvenilirliği arttırılmaya çalışılmıştır.

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evreni Çanakkale ili Lapseki ilçesinde yer alan ve birçok kirlilik faktörünün bulunduğu Umurbey Ovası ve coğrafya öğretmenleri oluşturmaktadır. Araştırmanın birinci bölümünün örneklemini Umurbey Ovası'nda yer alan Umurbey Ovası tarım toprakları (13), Umurbey Çayı (7) ve Umurbey Lagün Gölü'nden (12) alınmış toplamda 32 sediment örneği ile Umurbey havzasından alınmış 4 adet anakaya örneği oluşturmaktadır. Araştırmanın ikinci bölümünün örneklemini ise Çanakkale ilinde çalışmakta olan coğrafya öğretmenleri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ölçüt örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Ölçüt örneklemini ile araştırmacı hangi olay veya durum ile çalışacağını belirli kriterler belirleyerek karar vermektedir (Marshall ve Rossman, 2014). Bu çalışmanın ölçütünü Çanakkale ilinde görev yapan coğrafya öğretmenleri oluşturmaktadır.

Tablo 4

Araştırmaya katılan coğrafya öğretmenlerine ait demografik değişkenler

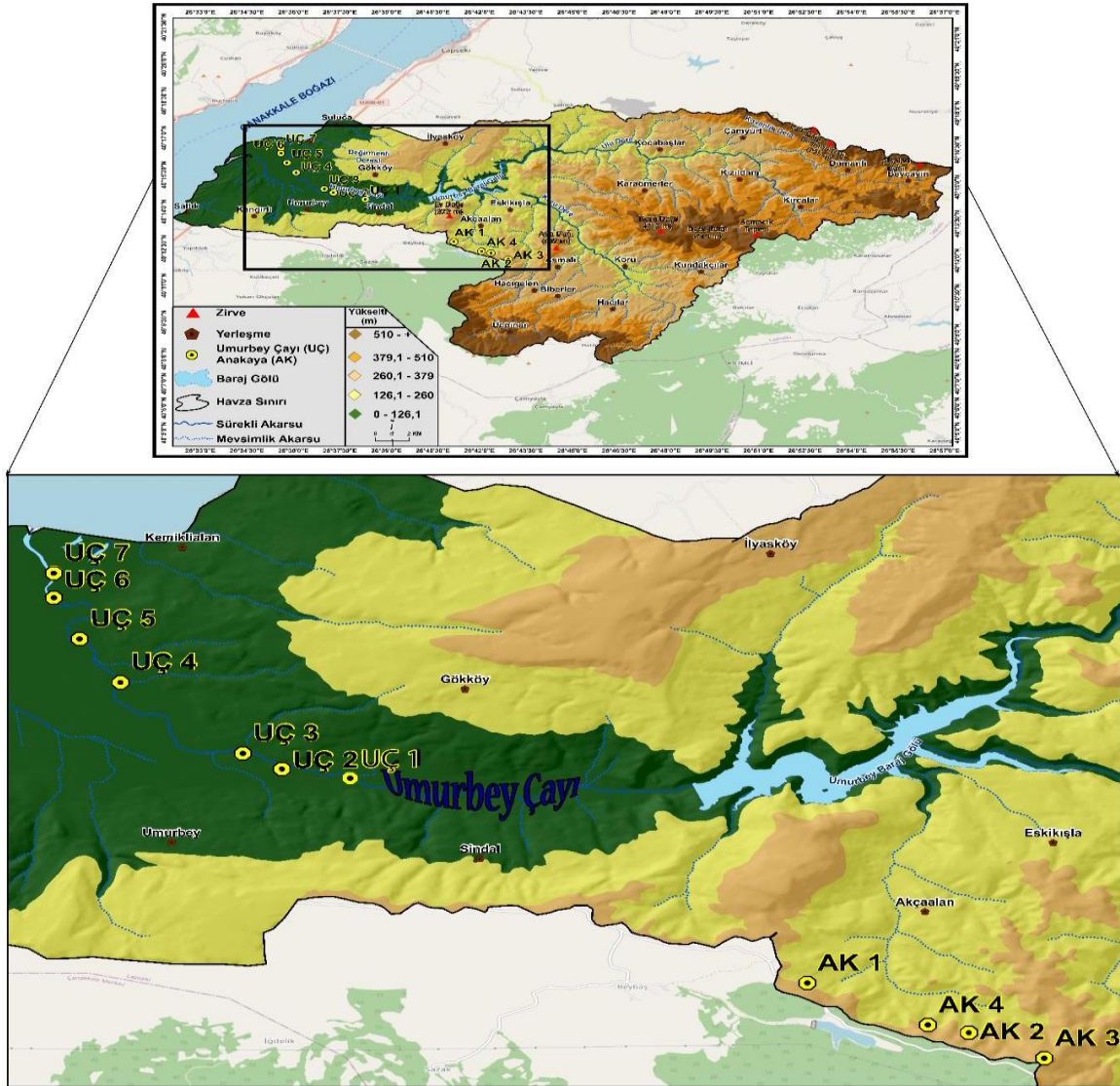
Değişkenler		Frekans(f)	Yüzde(%)
Cinsiyet	Kadın	6	66,6
	Erkek	3	33,3
	Toplam	9	100
Hizmet Süresi	10-25 Yıl	6	66,6
	26-45 Yıl	3	33,3
	Toplam	9	100
Çalıştıkları kurum	Devlet K.	8	88,8
	Özel Eğitim K.	1	11,1
	Toplam	9	100

Araştırmaya katılan coğrafya öğretmenlerinin %66,6 (6) kadın ve 10-25 yıllık mesleki deneyime sahipken, %33,3'ü (3) erkek ve 26-45 yıllık öğretmenlerden oluşmaktadır. Ayrıca coğrafya öğretmenlerinin %88,88'i (8) devlet kurumlarında çalıştığı, %11,11'inin (1) ise özel eğitim kurumlarında çalıştığı belirlenmiştir (Tablo 4).

3.3. Ekolojik Risk Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi

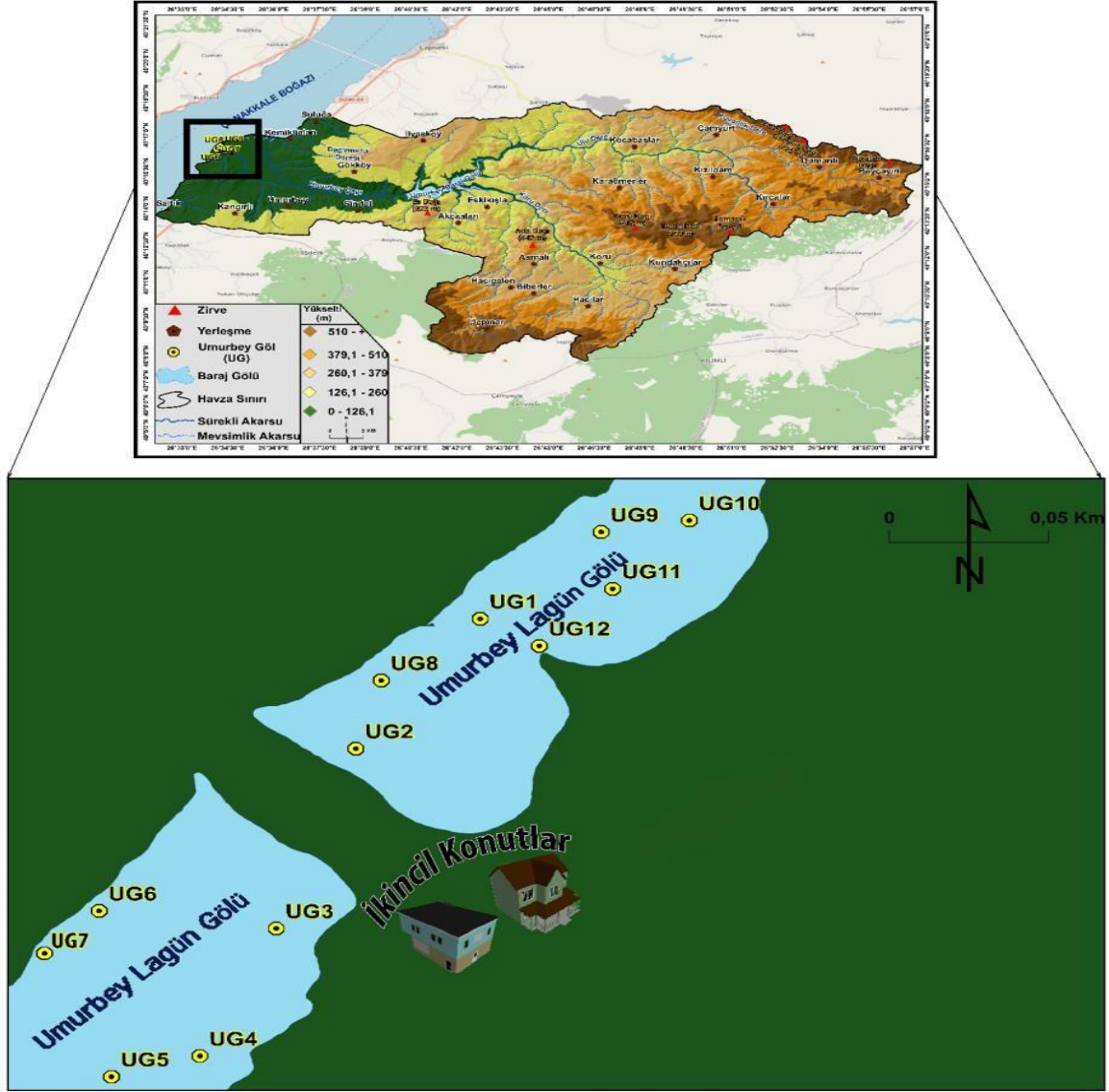
Umurbey Ovası tarım toprakları, Umurbey Lagün Gölü ve Umurbey Çayı'ndan alınan toprak ve yüzey sedimentleri ve ana kaya örneklerinin toplanması için toplamda farklı günlerde 4 sefer ayrı arazi çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu arazi çalışmalarından 21.03.2021 tarihinde gerçekleştirilen arazi çalışmasında Umurbey Çayı'ndan yüzey sediment örnekleri alınmıştır. Umurbey Çayı yüzey sediment örnekleri Umurbey sulama barajı su tutma kapaklarının olduğu yerden başlanarak Van Veen Grab yüzey sediment

örnekleyici yardımıyla Umurbey Çayı'nın Çanakkale Boğazı ile birleştiği noktaya kadar bir hat boyunca toplamda 7 adet yüzey sediment örnekleri alınmıştır.



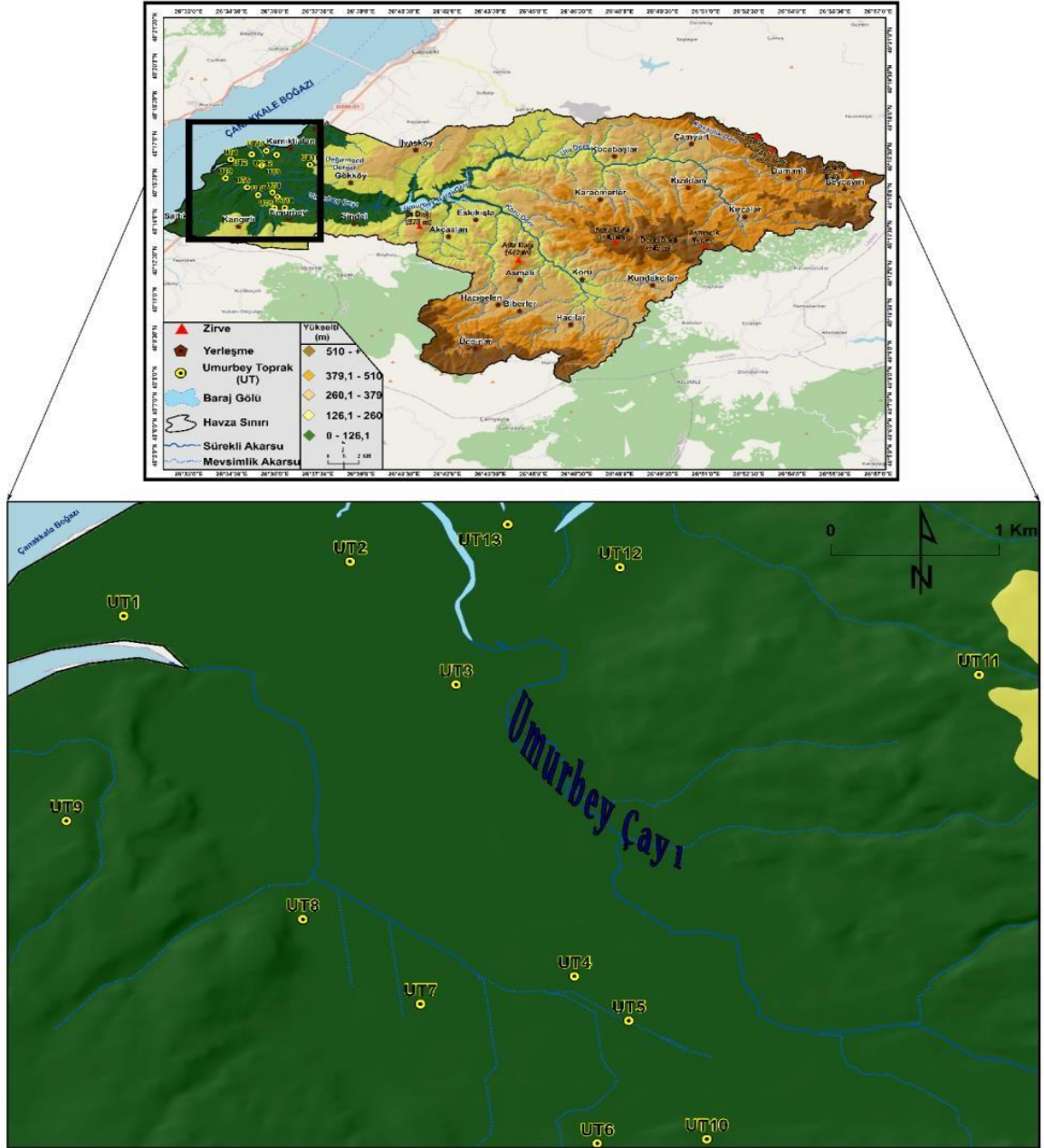
Şekil 4. Umurbey çayı ve anakaya örneklem noktaları

Bir sonraki gün 22.03.2021 tarihinde Umurbey Lagün Gölü'nden güncel kirliliği belirlemek amacıyla yüzey sediment örnekleri alınmıştır. Umurbey Lagün Gölü'nden Van Venn Grab yüzey sediment örnekleyici yardımıyla Umurbey Lagün Gölü'nü homojen temsil edecek şekilde toplamda 12 adet yüzey sediment örneği alınmıştır.



Şekil 5 Umurbey lagün gölü örneklem noktası

23.03.2021 tarihinde gerçekleşen arazi çalışmasında Umurbey Ovası tarım topraklarından toprak örnekleri alınmıştır. Umurbey Ovası işlenen tarım topraklarından 0-30 cm derinlikten toplamda 13 adet örnek alınarak lokasyon bilgileri yazılmış polietilen poşetlere konulmuştur. Ardaalan (Background) değerlerini belirlemek amacıyla 24.03.2021 tarihinde gerçekleşen arazi çalışmasında çalışma alanını temsil edecek şekilde Umurbey yerleşim yerinin doğu kesiminde yer alan açık mostra alanlarında toplamda 4 adet ana kaya örnekleri alınarak polietilen poşetlere konulmuştur.



Şekil 6. Umurbey ovası tarım toprakları örneklem haritası

Toplanan örnekler paketlenmiş +4°C muhafaza edilerek kimyasal analizler için Ardahan Üniversitesi, İnsani Bilimler ve Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Sedimentoloji ve Hidroloji Laboratuvarına gönderilmiştir. Toplanan toprak, sediment ve ana kaya örneklerinin metal seviyesi ölçümleri ACME (Brueau Veritas Commodities Canada) laboratuvarına gönderilerek ICP-MS cihazı ile belirlenmiştir. Elde edilen veriler

Microsoft Office Excel programı ve Statgraphics programları kullanılarak düzenlenmiş ve ekolojik risk indeksleri hesaplanarak tablo ve grafikleri yapılmıştır.

3.4. Coğrafya Öğretmenlerinin Ekolojik Riskler Hakkında Görüşlerine Dair Verilerin Toplanması ve Düzenlenmesi

Çalışmada, Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler hakkında görüşlerinin incelenmesi amacıyla görüşme tekniği uygulanmıştır. İlgili literatür taranarak araştırmacı tarafından 7 maddelik bir görüşme formu oluşturulmuştur. Görüşme formu Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesinden öğretim görevlisine ve coğrafya bilim dalı öğretim görevlisine sunularak uzman görüşü alınmıştır. Gerekli düzeltmeler sonrasında Çanakkale İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden 02/04/2022 tarihinde uygulama izni alınarak Çanakkale ilinde görev yapmakta olan Coğrafya öğretmenlerine uygulanmaya başlanmıştır (EK 1).

Oluşturulan görüşme formu iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde coğrafya öğretmenlerinin; adı ve soyadı, cinsiyet, yaş, mesleki deneyim ve görevli bulunduğu okul sorgulanmıştır. Görüşme formunun ikinci bölümü ise 7 maddeden oluşturulmuş ve Coğrafya öğretmenlerinin metaller hakkında bilgileri, metallerin insan sağlığına yararlı veya zararlı olup olmadığı, metallerin muhtemel kaynaklarının neler olabileceği, derslerinde yeterince metaller konusunda değinebildiği, coğrafya ders kitaplarının metaller konusunda yeterli olup olmadığı, eğitimleri boyunca metaller konusunda yeterli bir eğitim alıp almadıkları ve metal kirliliğine önlemeye yönelik neler yapılabileceği hakkında görüşleri alınmıştır. Görüşme sırasında cevapların açık ve net bir biçimde olmasına özen gösterilmiştir. Görüşme sonrası elde edilen bilgiler bilgisayar ortamında düzenlenmiştir.

3.5. Verilerin Analizi ve Yorumu

3.5.1. Laboratuvar Analizleri

Toprak Reaksiyon Tayini (pH).

Sediment ve tarım topraklarında pH seviyesi düştükçe metal seviyeleri yükselmektedir. Bu sebeple sediment ve toprakların pH seviyelerinin belirlenmesi oldukça



Şekil 7. Toprak ve sediment örneklerinin pH metre ile pH ölçümü

önem teşkil etmektedir. Umurbey Ovası tarım toprakları, Umurbey Çayı ve Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin pH seviyeleri Thermo Scientific Orion markalı bir elektrottan oluşan pH metre ile ölçülmüştür. Toprak ve sediment örneklerinden hassas terazi yardımıyla 1 gr tartılarak, tüplere dökülmüş ve üzerine 2,5 ml saf su ilave edilmiştir. Tüplerin kapağı kapatılarak 1 dk boyunca çalkalanmıştır (Thomas, 1996). Daha sonra pH metre saf su ile kalibre edilmiştir. Ardından tüplerin içerisine pH metre elektrotu daldırılmış ve pH değerleri not edilmiştir.

Karbonat Tayini.

Karbonat seviyesi, metallerin sulak alanlara taşınma sürecinde önemli etkisi bulunmaktadır. Ayrıca toprak ve sedimentlerin pH seviyeleri kalsiyum karbonattan



Şekil 8. Schibler kalsimetre aleti ile örneklerin CaCO_3 seviyelerinin ölçülmesi

etkilenmektedir. Metallerin taşınma süreçleri ve muhtemel kaynakların belirlenmesinde önem arz etmektedir. Umurbey Ovası tarım toprakları, Umurbey Çayı ve Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin CaCO_3 seviyeleri Schibler Kalsimetresi ile tayin edilmiştir. Önceden kurutulmuş ve inceltmiş toprak ve sediment örneklerinden hassas terazi yardımıyla önceden darası alınmış kaplara 0,5 gr tartılmıştır. Tartılan sediment ve toprak örnekleri Schibler Kalsimetresinin tepkime şişesini dökülmüştür. Kalsimetre tüpüne 5 ml %10'luk hidroklorik asit (HCl) çözeltisi konarak bu tüp pens yardımıyla ve örnek üzerine dökmeden kalsimetre şişesine yerleştirilmiştir. Tepkime şişesinin kapağı kapatıldıktan sonra kalsimetre cihazının vanası açılarak U borusundaki su seviyesi sıfıra eşitlenmiş ve vana

kapatılmıştır. Tepkime şişesi çalkalanarak asit ile örneğin birbirine teması sağlanmıştır. Kalsimetre cihazında gaz çıkışı bitine kadar çalkalama işlemine devam edilmiştir. Gaz çıkışı bittikten sonra kalsimetre cihazının yan kısmında bulunan kol yardımıyla U borusunda bulunan su seviyeleri birbirine eşitlenmiştir. Daha sonra U borusu üzerinde yer alan scaladan karbondioksit (CO₂) hacmi ve ortamın basınç ve sıcaklık değerleri not edilmiştir.

Bütün bu veriler kullanılarak aşağıda yer alan formül yardımıyla örneklerde bulunan CaCO₃ seviyesi belirlenmiştir.

$$V_0 = \frac{V_t \times (b-e) \times 273}{760 \times (273 + t)} \quad (3.1a)$$

b: Sıcaklığa göre düzeltilmiş barometre basıncı

e: Ölçüm yapılan sıcaklıktaki suyun buhar basıncı

V_t: Kalsimetrede okunan karbondioksit gaz hacmi

t: Ortam sıcaklığı (°C)

760: Deniz seviyesindeki barometre basınç değeri

273: °C'yi Kelvin değerine dönüştürme değeri

$$\% \text{Kireç}(\text{CaCO}_3) = \frac{V_0 \times 0,44}{A} \quad (3.1b)$$

A: Numune miktarı

V₀: Normal koşullara dönüştürülmüş gaz hacmi

0,4464: Katsayı

Organik Madde Tayini.

Sulak alanların kirlilik derecesini belirlemede kullanılan önemli bir parametredir. Dış kısmı eksi yüklerle çevrelenmiş olan organik madde ve çeşitli killer, iz metallerin taşınma ve tutunma süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Umurbey Ovası tarım toprakları, Umurbey Çayı ve Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin organik madde seviyelerinin belirlenmesi için Walkley Black titrasyon metodu kullanılmıştır (Gaudette vd., 1974). Organik karbon analizi için Umurbey Ovası tarım toprakları, Umurbey Çayı ve Umurbey Lagün Gölü'nün yaş sediment numuneleri petri kaplarına konularak 60°C sıcaklıkta 24 saat boyunca etüve bekletilmiştir.

Sürecin tamamlanmasının ardından etüvden çıkartılan toprak ve sediment örnekleri porselen havanlarda dövülerek inceltilmiş ve 10 mesh elekten geçirilmiştir.



Şekil 9. Numunelerin etüve yerleştirilmesi ve 60°C'de 24 saat kurutma işlemi

Daha sonra Walkley Black titrasyon yönteminde kullanılacak kimyasallar hazırlanmıştır. İlk olarak hassas terazi aracılığıyla 196,1 gr $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Demir amonyum sülfat) tartılarak 1 litrelik balon jöje içerisine dökülmüş ve 20 ml H_2SO_4 800 ml saf suda çözülerek 1 litreye tamamlanmıştır.



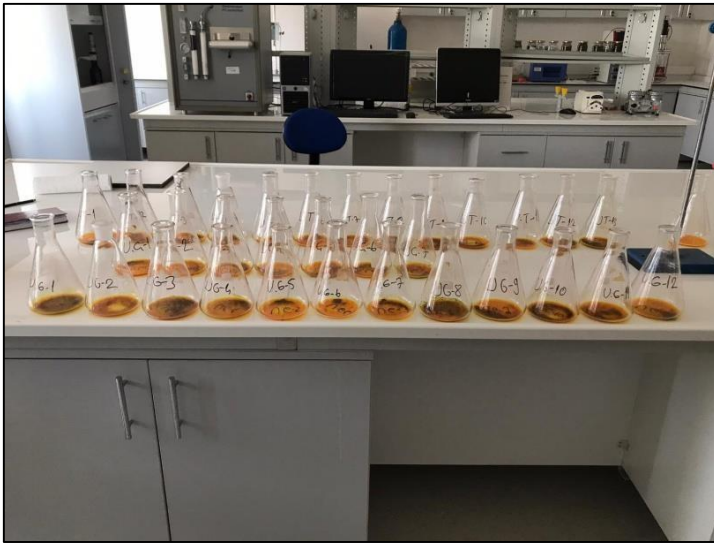
Şekil 10. Numuneleri havanda dövülerek inceltilmesi ve elekte elenmesi

Sonra 49,4 gr $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (Potasyum dikromat) tartılarak 1 litrelik balon jöje içerisine dökülmüş ve saf suda çözülerek 1 litreye tamamlanmıştır. Difenilamin için 0,5 gr difenilamin tartılmış 20 ml saf su ve 100 ml H_2SO_4 çözülmüştür. Son olarak darası alınmış kaplara 0,2 gr sodyum florür (NAF) tartılarak analiz için kimyasal hazırlıklar tamamlanmıştır.



Şekil 11. Erlenlere numunelerin dökülmesi

İnceltelen toprak ve sediment örneklerinden hassas terazi yardımı ile 0,1 -0,5 gr tartılarak not edilmiş ve 500 ml'lik erlenlere dökülmüştür. Yöntem sırasında kimyasal veya örneklerden meydana gelebilecek hataları belirlemek için içerisine toprak veya sediment örneği koyulmadan 1 adet blank numune hazırlanmıştır. Başlangıçta otomatik pipet yardımıyla bütün erlenlere 10 ml $K_2Cr_2O_7$ (potasyum dikromat) çözeltisi ilave edilerek yavaşça çalkalanmıştır.



Şekil 12. Erlenlere potasyum dikromat eklenmesi

Ardından 20 ml H₂SO₄ (sülfürik asit) eklenmiş ve 30 dakika bekletilmiştir. Elde edilen çözelti saf su ile 200 ml'ye seyreltilmiş üzerine 10 ml %85'lik H₃PO₄ (fosforik asit), 0,2 gr NaF ve 15 damla difenilamin ilave edilmiştir. Titrasyon aşamasına hazır hale gelen karışım büret altına yerleştirilmiştir. 50 ml ölçekli büret içerisine demir amonyum sülfat dökülmüştür. Büret'in alt kısmında yer alan erlen içerisine büret vanası açılarak demir amonyum sülfat damıtılarak karıştırılmaya başlanmıştır. Erlen içerisinde bulunan siyah karışımın rengi brillant yeşile dönene kadar demir amonyum sülfat verilmiş ve döndüğü an büretten akan demir amonyum sülfat miktarı istasyon numarasına göre not edilmiştir.



Şekil 13. Titrasyon işleminin yapılması

Elde edilen sarfiyat aşağıda yer alan formül kullanılarak toprak ve sedimentlerde ki organik madde seviyesi bulunmuştur.

$$\% \text{ organik karbon} = 10(1 - T/S) (1.0 N(0003)(100/W)) \quad (3.2)$$

T: sarfiyat

S: Blank için sarfiyat

T/S faktörü demir çözeltilisinin normalitesinin etkisini yok edecektir.

Klorofil bozunma ürünleri.

Klorofil, bitkilerin bünyesinde bulunan ve bitkilerde fotosentez süreçleri için gerekli olan pigmenttir. Sulak alanlara besleyici elementlerce zengin atık suların girişi, birincil üretim olarak adlandırılan plankton üretimini arttırmaktadır. Dönemsel gerçekleşen bu durum, planktonlar öldükten sonra ayrıştırıcılar tarafından ayrıştırılarak sulak alanların dip sedimanlarında depolanmaktadır. Bu nedenle klorofil bozunma ürünleri sulak alanların kirliliği ve çevre araştırmalarında kullanılan bir indikatördür. Literatürde birçok klorofil analiz yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar; maksimum dalga boylarında absorpsiyondan faydalanarak yapılan spektrofotometrik yöntem ve aseton ile ekstraksiyonun ardından ayırma hunisi kullanılarak yapılan AOAC yöntemi (Ergün, 2003). Araştırma kapsamında klorofil bozunma ürünleri için spektrofotometrik yöntem seçilmiştir. Spektrofotometrik yöntemde analizler yaş sediment numuneleri üzerinden yapılmaktadır. İlk önce polietilen bardakların üzerine istasyon numaraları yazılmış ve hassas terazi kullanılarak darası alınmıştır. Darası alınan polietilen bardaklar içerisine 2 gr ve daha az olacak şekilde yaş sediment örnekler konulmuştur. Polietilen bardaklar içerisinde yer alan yaş sediment numuneleri üzerine otomatik pipet aracılığıyla 25'er ml %90 saflıkta aseton dökülmüş ve üzeri hava almayacak şekilde alüminyum folyo ile kapatılmıştır.



Şekil 14. Polietilen bardaklar içerisinde bulunan yaş sedimentler üzerine aseton dökülmesi

Aseton'un gerekli reaksiyonları gerçekleştirmesi için karanlık bir ortamda 24 saat bekletilmiştir. İşlemin tamamlanmasının ardından üst kısımda yeşil renkte bulunan aseton, dip kısımda bulunan sedimentle karıştırılmadan otomatik pipet aracılığıyla çekilerek polietilen bardakların üzerinde yazılı olan istasyon numarası ile aynı istasyon numaralı tüplere yerleştirilmiştir. Ardından Unicon marka S-1205 model spektrofotometre %90 saflıkta aseton okutularak sıfırlanmıştır. Daha sonra tüplere yerleştirilmiş olan örnekler spektrofotometrinin kuvvetlerine otomatik pipet aracılığıyla yerleştirilerek ilk 667 nanometre (nm) dalga boyunda, daha sonra 750 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Elde edilen veriler sonucunda klorofil bozunma ürünleri aşağıda yer alan formülle belirlenmiştir (Lorenzen, 1971).



Şekil 15. Polietilen bardakların üzerleri kapatılarak bekleme alınması

$$\text{Klorofil bozunma ürünleri} = 18,7 \cdot (\text{ABS}_{667} - \text{ABS}_{750}) \cdot V / g \cdot l \quad (3.3)$$

V: aseton hacmi

g: sediment ağırlığı

l: ışık yolu



Şekil 16. Unicon Marka S-1205 model spektrofotometre cihazı

3.5.2. Sedimentlerin Ağır Metal ve Azot Tayini

Önceden inceltilmiş olan sediment ve toprak numuneleri BUREAU VERITAS laboratuvarına gönderilerek ICP-MS cihazıyla metal seviyeleri belirlenmiştir. Sediment ve

topraklarda antropojenik etkinin etkinlik seviyesi gösteren bir diğer yöntem olan azot seviyeleri Dumas yöntemi ile Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde ölçülmüştür.

3.5.3. Ekolojik Risk İndeksleri

Kontaminasyon Faktörü.

Kontaminasyon faktörü antropojenik kirliliği çevreye bulaşma derecesini belirlemektedir. Kontaminasyon faktörü çalışılan elementin seviye miktarını ardalan miktarına bölünmesi ile elde edilmektedir. Elde edilen sonuçlar Hakanson (1980) 'a göre; $CF < 1$ ise düşük kontaminasyon, $CF = 1-3$ arasında ise orta düzeyli kontaminasyon, $CF = 3-6$ arasında ise yüksek kontaminasyon, $CF > 6$ ise çok yüksek kontaminasyon şeklinde yorumlanmaktadır.

Zenginleşme Faktörü.

Sediment ve tarım topraklarında antropojenik kaynaklı kirliliği belirleyebilmek için sıklıkla kullanılan bir indistir. Zenginleşme faktörü ölçülen metal/referans element oranının Ardalan metal/referans element oranına bölünmesiyle elde edilmektedir (Abraham ve Parker, 2006; Barbieri, 2016; Loska vd., 2005). Sediment ve tarım topraklarında yapılan ağır metal çalışmalarından genellikle litojenik kaynaklı, diğer elementlerle kimyasal reaksiyona girme durumu düşük ve konservatif elementler olan Mn, Al, Fe, Ti ve Ca elementleri referans element olarak kullanılmaktadır. Ayrıca referans element olarak seçilecek element, varyasyon değerine bakılarak belirlenir. Bu çalışmada yeryüzünde en

çok bulunan Al elementi kullanılmıştır. Elementlerin Ardalan değerleri için çalışma alanında toplamda 4 adet ana kaya örneği toplanmıştır.

$$EF = G(\text{Metal/Al})/A(\text{Metal/Al}) \quad (3.4)$$

Formülde G : Güncel element seviyelerini, A : Ardalan element seviyelerini ifade etmektedir. Elde edilen değerler Sutherland (2000)' e göre değerlendirilmiştir. Buna göre $EF < 2$ zenginleşme yok / minimal zenginleşmeyi, $EF = 2-5$ orta düzeyli zenginleşmeyi, $EF = 5-20$ önemli zenginleşmeyi, $EF = 20-40$ çok yüksek zenginleşmeyi, $EF > 40$ aşırı derecede yüksek zenginleşmeyi ifade etmektedir.

Jeo-Akümülyasyon Faktörü.

İndeks 1969 yılından Müller (1969) tarafından önerilmiştir. Toprak ve sedimentlerde antropojenik kaynaklı kirliliğin belirlenmesi amacıyla kullanılan bir başka yöntemdir. Jeo-Akümülyasyon indeksi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır;

$$I_{geo} = \text{Log}(C_n / (1,5 * B_n); 2) \quad (3.5)$$

Formülde C_n : Güncel element seviyesini, B_n : Ardalan element seviyesini ifade etmektedir. Buna göre $I_{geo} < 0$ ise kirlenmemiş, $I_{geo} = 0-1$ Kirlenmemiş veya Orta dereceli kirlenmiş, $I_{geo} = 1-2$ Orta dereceli kirlenmiş, $I_{geo} = 2-3$ Orta-Çok kirlenmiş, $I_{geo} = 3-4$ Çok kirlenmiş, $I_{geo} = 4-5$ Çok-Aşırı kirlenmiş, $I_{geo} > 5$ Aşırı kirlenmeyi ifade etmektedir.

Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi.

Metallerin ekosisteme yapabileceği etkileri belirleyebilmek amacıyla Hakanson (1980) tarafından geliştirilen Potansiyel ekolojik risk indeksi (PERI) hesaplanmıştır. Her bir element için ayrı ayrı hesaplanan modifiye risk faktörü (Eri) aşağıda yer alan formül ile hesaplanmaktadır. Zenginleşme faktörü değerleri ile toksik sorumluluk katsayısı çarpılıp çıkan sonuçların toplanması ile elde edilir.

$$mEri = E_f * T_f \quad (3.6)$$

Formül'de 'mEri' Her bir metal için ayrı ayrı hesaplanan bir indis iken, E_f: Zenginleşme Faktörünü T_f: Hedef element için toksik sorumluluk katsayısı ifade etmektedir. Her bir metal için ayrı ayrı (mEri) hesaplandığı gibi tüm metalleri içerecek şekilde bütünleşik olarak da hesaplanan risk faktörleri (PER) şu şekilde değerlendirilmektedir: E_fⁱ < 40 düşük potansiyel ekolojik risk, 40 ≤ mEri < 80 orta düzeyli potansiyel ekolojik risk, 80 ≤ mEri < 160 önemli potansiyel ekolojik risk, 160 ≤ mEri < 320 yüksek potansiyel ekolojik risk, mEri ≥ 320 çok yüksek potansiyel ekolojik risk şeklinde tanımlanmaktadır.

İstasyon bazında ekolojik risk değerlendirmesi, elementlerin potansiyel ekolojik risk indeks seviyeleri toplanarak yapılmaktadır.

$$PERI = \sum MRI \quad (3.7)$$

Bu formülde 'PERI' istasyon bazında ekolojik risk değerlendirmesini ve 'MRI' ise her bir metal için yapılan hesaplamayı temsil etmektedir. Buradan çıkan sonuçlara göre

PERI < 150 düşük ekolojik risk, $150 \leq$ PERI < 300 orta düzeyli ekolojik risk, $300 \leq$ PERI < 600 önemli ekolojik risk, PERI \geq 600 çok yüksek ekolojik risk. Burada Eri ölçülen element için belirlenen ekolojik riski PERI ise hesaplanan bütünleşik ekolojik riski ifade etmektedir.

3.5.4. Yapılandırılmış Görüşme Formu

Görüşme sonucunda görüşme formuna işlenmiş olan veriler dikkatle incelenerek çözümlenmiştir. Elde edilen cevaplar içerisinde alt problemlere yönelik sıklık değerlerini belirleyebilmek için cevaplar içerisinde en çok geçen kelimeler belirlenerek gruplandırılmış ve kategorilere ayrılmıştır. Daha sonra araştırmaya katılan öğretmenlerin görüşme formunda yer alan sorulara verdikleri cevaplar tablolar haline getirilerek yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu araştırmada görüşme formunda yer alan ve alt problemlere karşılık gelen cevaplar tablolar haline getirilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Veriler

4.1.1. Ağır Metal Seviyelerine İlişkin Bulgular

Umurbey Lagün Gölü dip sedimanlarından alınan sediment numunelerinin ham metal ortalamaları Mn>V>Zn>Pb>Cu>Ni>Cr>Co>As>Fe>Al>Cd>Tl>Hg şeklinde sıralanmıştır. Metallerin dağılımları; Mn 475-1214 ppm, V 67-382 ppm, Zn 70,6-177,2 ppm, Pb 50,52-85,67 ppm, Cu 26,14-67,38 ppm, Ni 19-36,2 ppm, Cr 18,6-35,8 ppm, Co 11,8-20,4 ppm, As 7,1-14,1 ppm, Fe 2,5-7,6%, Al 1,9-3,1%, Cd 0,23-0,87 ppm, Hg 0,2-0,7 ppm ve Tl 0,11-0,27 aralığında olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).Cu, Zn, Ni, Co, Cr ve Al elementleri için minimum değerler ist12'de tespit edilirken, As elementi ist12 ve ist4'de, Tl elementi ist12 ve ist2'de ve Hg elementi ist12 ve ist6'da, Fe ve V elementleri ist4'de, Pb elementi ist6'da, Mn elementi ist7'de ve Cd elementi ise ist5'te tespit edilmiştir. Cu, Pb, Ni, Tl ve Al elementleri için maksimum değerler ist10'da tespit edilirken, Zn, Co, Fe, V ve Cr elementleri ist2'de, Hg ve Cd elementleri ist3'te, Mn elementi ist9'da ve As elementi ist1'de tespit edilmiştir. Umurbey Ovası'nın su toplama havzası sınırları içerisinde toplanan ana kaya örneklerinden elde edilen ardalın değerleri çalışılan elementlerin ortalama değerleri ile karşılaştırıldığında, Zn ve Mn elementleri hariç bütün elementlerin ortalamaları ardalın değerlerinin üzerinde çıktığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda antropojenik etkinin varlığını daha iyi tespit edebilmek için ekolojik indekslerden yararlanılacaktır.

Tablo 5

ICP-MS Analizi Sonuçlarına Göre Umurbey Lagün Gölü Ham Metal Dağılımları

İ.No	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Mn	Fe(%)	As	Cd	V	Cr	Tl	Al	Hg
İst1	45,64	74,97	167,1	29,1	18,0	1153	5,6	14,1	0,77	267	34,6	0,19	2,02	0,05
İst2	35,75	54,63	177,2	27,6	20,4	1008	7,6	11,3	0,33	382	35,8	0,11	2,07	0,03
İst3	62,53	74,99	144,2	34,1	14,6	1030	2,9	10,9	0,87	82	24,8	0,23	2,41	0,07
İst4	38,12	54,87	87,8	24,0	13,0	1148	2,5	7,1	0,42	67	20,5	0,18	2,13	0,03
İst5	31,30	74,36	76,9	23,1	13,4	1131	2,7	9,3	0,23	79	21,2	0,13	2,21	0,03
İst6	43,92	50,52	84,2	25,9	15,2	781	2,9	11,2	0,36	90	21,0	0,15	2,22	0,02
İst7	45,21	58,02	94,4	27,8	13,6	475	2,8	12,2	0,31	90	25,0	0,17	2,55	0,04
İst8	58,06	60,81	114,5	31,0	13,0	1189	2,6	10,4	0,78	70	24,1	0,23	2,13	0,05
İst9	45,65	78,97	120,7	30,5	16,5	1214	3,4	13,4	0,48	99	27,1	0,17	2,53	0,03
İst10	67,38	85,67	162,0	36,2	16,8	793	3,5	10,7	0,44	90	32,6	0,27	3,13	0,05
İst11	54,80	83,42	148,4	34,4	16,2	923	3,3	10,0	0,39	86	30,9	0,20	2,92	0,04
İst12	26,14	63,16	70,6	19,0	11,8	974	2,6	7,1	0,25	92	18,6	0,11	1,96	0,02
Ortalama	46,21	67,87	120,67	28,56	15,21	984,92	3,5	10,64	0,47	124,50	26,35	0,18	2,35	0,04
Ortanca	45,43	68,76	117,60	28,45	14,90	1019	2,9	10,80	0,41	90,00	24,90	0,18	2,21	0,04
Minimum	26,14	50,52	70,60	19,00	11,80	475,00	2,5	7,10	0,23	67,00	18,60	0,11	1,96	0,02
Maksimum	67,38	85,67	177,20	36,20	20,40	1214,00	7,6	14,10	0,87	382,00	35,80	0,27	3,13	0,07
Sapma	12,56	12,21	38,07	5,08	2,48	216,43	1,5	2,14	0,22	97,01	5,85	0,05	3,66	0,02
Ardalan D.	3,54	53,01	128,15	4,08	10,40	1165,25	2,9	4,53	0,06	56	3,30	0,07	1,60	0,02

Umurbey Çayı sedimentlerinden ölçülen ham metal değerleri Tablo 6'da gösterilmiştir. Umurbey Çayı sedimentlerinin ham metal ortalamaları sırasıyla Mn> Zn> Pb> V> Cu> Ni> As > Cr> Cd > Co > Fe> Al> Tl> Hg şeklinde sıralanmıştır. Mn 1142 -3634 ppm, Zn 345 - 4091 ppm, Pb 74,5 - 533,7 ppm, V 39 - 104 ppm, Cu 29,7 - 85,3 ppm, Ni 19,1 - 71,1 ppm, As 23,3 - 35,4 ppm, Cr 16,6 - 44,2 ppm, Cd 2,3 - 25,1 ppm, Co 11,9 - 15,2 ppm, Fe 2,2 - 3,6 %, Al 1,4 - 2,1 %, Tl 0,12 - 0,23 ppm, Hg 0,02 - 0,07 ppm aralığında olduğu belirlenmiştir (Tablo 6). Cu, Pb, Zn, Mn, Fe, Cd, Hg ve V elementleri için minimum değerler ist4'te tespit edilirken, Ni ve Tl elementi ist1'de, Co elementi ist7'de, As elementi ist3'te ve Cr ve Al elementi ist2'de tespit edilmiştir. Cu, Co, Fe, V ve Al elementleri için maksimum değerler ist1'de tespit edilirken, Pb, Zn, Mn, Cd ve Hg elementleri ist2'de, Ni, As ve Cr elementleri ist4'te ve Tl elementi ist5'te tespit edilmiştir. Umurbey Çayından alınan sediment örneklerinde Fe elementi hariç tamamı ardalan değerlerinin üzerinde çıkmıştır. Umurbey Ovası işlenen tarım topraklarının 0-30 cm derinliğinden alınan toprak numunelerinin ham metal değerleri Tablo 7'de gösterilmiştir. Umurbey Ovası tarım topraklarının ham metal ortalamaları sırasıyla Mn> Cu> Zn> V> Ni> Pb> Cr> As> Co> Fe> Al> Cd> Tl> Hg şeklinde

sıralanmıştır. Mn 743-1302 ppm, Cu 29,7-85,3 ppm, Zn 32,1-111 ppm, V 24-118 ppm, Ni 24,5-74,4 ppm, Pb 12,5-43,8 ppm, Cr 21,6-50,8 ppm, As 12,3-41,3 ppm, Co 9,1-18,3 ppm, Fe 1,6-3,5 %, Al 1,2-2,8 %, Cd 0,1- 0,6 ppm, Tl 0,1-0,3 ppm ve Hg 0,01-0,05 ppm aralığında olduğu tespiti edilmiştir. Pb, Zn, Co, Mn, Fe, Cd, V, Tl, Hg ve Al elementleri için minimum değerler ist11’de tespit edilirken, Ni ve Cr elementleri ist1’de, Cu ist10’da ve As elementi ist8’de tespit edilmiştir.

Tablo 6

ICP-MS Analizi Sonuçlarına Göre Umurbey Çayı Ham Metal Dağılımları

<u>I.No</u>	<u>Cu</u>	<u>Pb</u>	<u>Zn</u>	<u>Ni</u>	<u>Co</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe(%)</u>	<u>As</u>	<u>Cd</u>	<u>V</u>	<u>Cr</u>	<u>Tl</u>	<u>Al(%)</u>	<u>Hg</u>
UÇ1	85,39	499,49	2521,7	19,10	15,20	3241	3,6	23,70	13,55	104	18,90	0,12	2,13	0,063
UÇ2	78,75	533,73	4093,3	19,60	12,20	3634	2,8	25,20	25,13	99	16,60	0,17	1,48	0,071
UÇ3	63,12	408,07	2767,6	20,60	12,80	3479	2,7	23,30	17,62	94	18,00	0,17	1,67	0,065
UÇ4	29,74	74,95	345	71,70	15,00	1142	2,2	35,40	2,34	39	44,20	0,2	1,84	0,024
UÇ5	50,28	185,97	1295,4	59,30	13,80	1420	2,3	32,50	10,87	45	40,40	0,23	1,97	0,044
UÇ6	64,7	449,68	2586	35,20	12,30	2875	2,5	27,40	21,17	66	26,20	0,17	1,61	0,069
UÇ7	53,39	249,35	1580,4	53,30	11,90	1525	2,5	34,80	12,38	48	37,50	0,2	2,00	0,066
<u>Ortalama</u>	60,77	343,03	2169,91	39,83	13,31	2473,71	2,7	28,90	14,72	70,71	28,83	0,18	1,81	0,06
<u>Ortaanca</u>	63,12	408,07	2521,70	35,20	12,80	2875,00	2,5	27,40	13,55	66,00	26,20	0,17	1,84	0,07
<u>Minimum</u>	29,74	74,95	345,00	19,10	11,90	1142,00	2,2	23,30	2,34	39,00	16,60	0,12	1,48	0,02
<u>Maksimum</u>	85,39	533,73	4093,30	71,70	15,20	3634,00	3,6	35,40	25,13	104,00	44,20	0,23	2,13	0,07
<u>Sıranma</u>	18,61	174,05	1210,79	21,63	1,36	1071,64	4,4	5,23	7,45	27,86	11,67	0,03	2,35	0,02
<u>Ardalan D.</u>	3,54	53,01	128,15	4,08	10,40	1165,25	2,9	4,53	0,06	56	3,30	0,07	1,60	0,02

Zn, Co, Mn ve Cd elementleri için maksimum değerler ist13’te tespit edilirken, Ni, Cr ve Al elementleri ist9’da, Pb ve Hg elementler ist5’te, Cu elementi ist6’da, Fe elementi ist2’de, As elementi ist11’de, V elementi ist1’de ve Tl elementi ist7’de tespit edilmiştir. Umurbey Ovasın’dan alınan toprak numunelerinin Pb, Zn, Mn ve Fe element seviyesi ardalan seviyesinin altında ve Hg sınır değer teşkil ederken, diğer tüm element seviyeleri ardalan seviyesinin üzerinde olduğu saptanmıştır. Dünya Sağlık Örgütü izin verilebilir ağır metal seviyesine göre (Tablo 1) sadece As metalinin sınır değerler üzerinde olduğu görülmüştür.

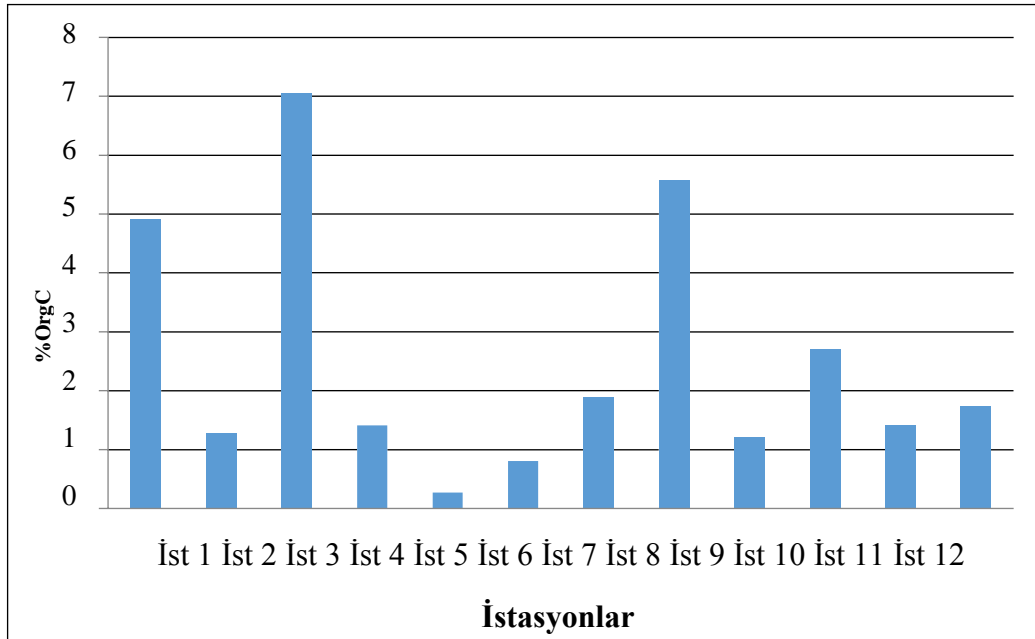
Tablo 7

ICP-MS Analizi Sonuçlarına Göre Umurbey Ovası Tarım Toprakları Ham Metal Dağılımları

İ.No	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Mn	Fe(%)	As	Cd	V	Cr	Tl	Al(%)	Hg
UT1	57,33	34,88	79,2	24,50	16,10	1019	3,4	13,70	0,33	118	21,60	0,17	2,21	0,017
UT2	72,24	43,56	103,5	29,90	17,90	1295	3,5	15,50	0,5	112	22,90	0,2	2,51	0,026
UT3	99,86	39,39	100,2	31,70	17,50	1213	3,4	15,70	0,5	106	25,10	0,21	2,49	0,023
UT4	222,14	32,58	78,7	52,7	16,50	1051	2,7	23,20	0,38	68	33,40	0,28	2,14	0,017
UT5	77,07	43,87	99,2	34,1	15,10	1125	2,9	21,80	0,38	79	25,80	0,2	2,49	0,046
UT6	228,99	28,41	62,1	51,2	11,30	1016	1,9	32,80	0,22	34	35,30	0,18	1,78	0,026
UT7	33,73	30,72	63	72,9	15,10	861	2,6	28,40	0,3	50	50,30	0,39	2,40	0,02
UT8	45,43	36,42	90,2	44,8	13,70	840	2,7	12,30	0,24	68	33,40	0,21	2,42	0,017
UT9	30,74	32,76	77,4	75,4	17,80	951	3,2	19,10	0,3	70	50,80	0,25	2,86	0,018
UT10	20,96	30,34	46,6	39,9	9,60	915	1,7	30,10	0,19	29	28,20	0,16	1,47	0,02
UT11	35,78	12,54	32,1	53,9	9,10	743	1,6	41,30	0,15	24	32,30	0,14	1,27	0,012
UT12	71,36	36,75	89,7	34,9	16,70	1149	3,3	15,90	0,45	99	25,10	0,19	2,61	0,017
UT13	87,28	42,42	111	34,1	18,30	1302	3,3	15,80	0,66	98	24,90	0,2	2,69	0,02
Ortalama	83,30	34,20	79,45	44,62	14,98	1036,92	2,8	21,97	0,35	73,46	31,47	0,21	2,25	0,02
Ortanca	71,36	34,88	79,20	39,90	16,10	1019,00	2,9	19,10	0,33	70,00	28,20	0,20	2,42	0,02
Minimum	20,96	12,54	32,10	24,50	9,10	743,00	1,6	12,30	0,15	24,00	21,60	0,14	1,27	0,01
Maksimum	228,99	43,87	111,00	75,40	18,30	1302,00	3,5	41,30	0,66	118,00	50,80	0,39	2,86	0,05
S.sayma	67,43	8,28	23,30	15,99	3,15	175,00	6,7	8,79	0,15	32,17	9,53	0,06	4,77	0,01
Ardalan D.	3,54	53,01	128,15	4,08	10,40	1165,25	2,9	4,53	0,06	56	3,30	0,07	1,60	0,02

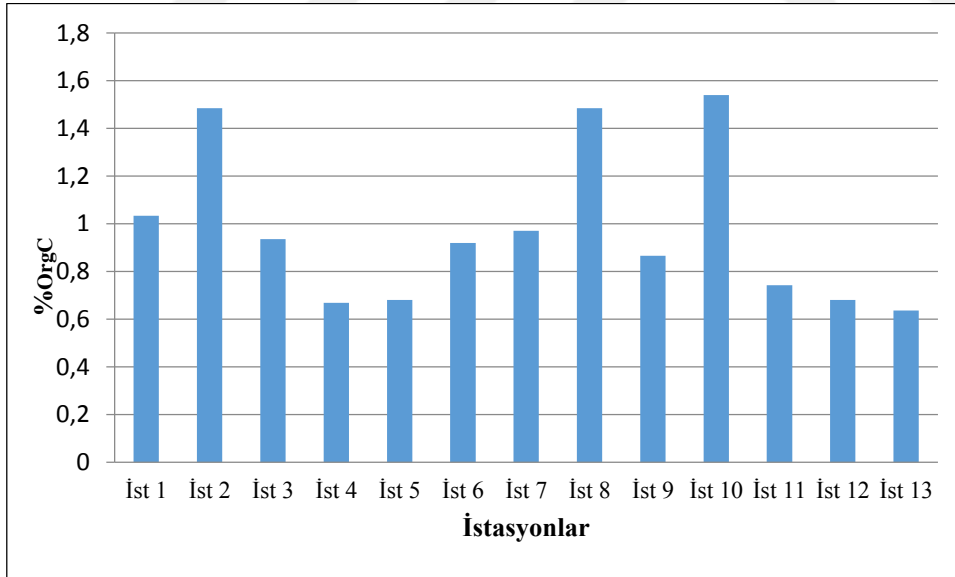
4.1.2. Organik Karbonun Lokasyonlara Göre Dağılımı

Yapılan analizler sonucunda Umurbey Lagün Gölünün organik karbon seviyeleri %0,27 - 7,05 arasında değişiklik göstermiştir (Grafik 2). Alınan örnekler içerisinde en düşük organik karbon seviyesi %0,27 ile İst5'te görülürken, en yüksek organik karbon seviyesi %7,05 ile İst3'te görülmüştür.



Grafik 2. Umurbey Lagün Gölü organik karbon seviyesinin istasyonlara göre dağılımı

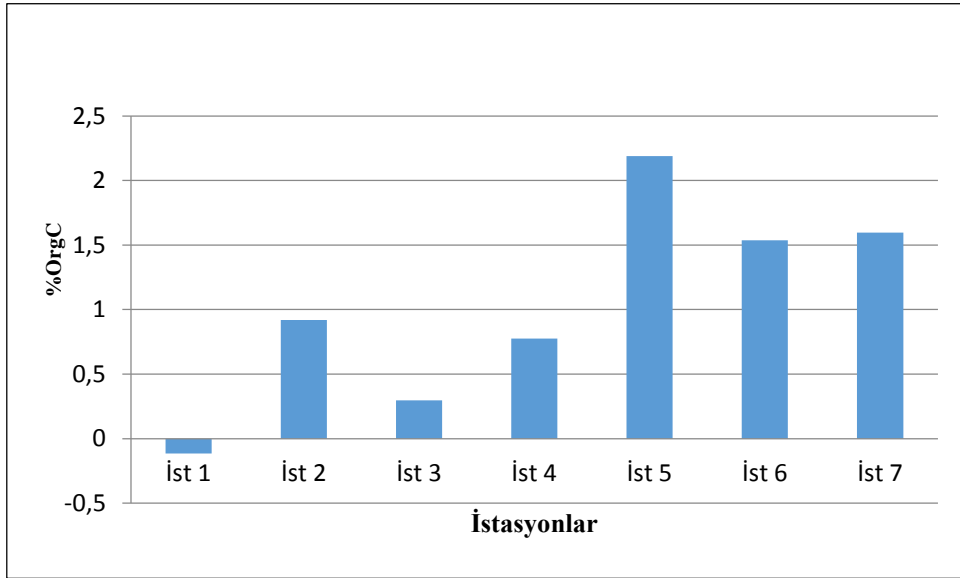
Genel anlamda 1, 3 ve 8. numaralı istasyonlarda organik karbon seviyeleri yüksek çıkarken, 2, 5, 6 ve 9 numaralı istasyonlarda organik karbon seviyelerinin düşük çıktığı belirlenmiştir. C/N hesaplamalarına göre Umurbey Lagün Gölü'nün karışık bir organik karbon kaynaklı olduğu bulunmuştur. Umurbey Ovası tarım topraklarından alınan 13 toprak numunesine yapılan analizler sonucunda organik karbon seviyeleri %0,64 – 1,54 arasında değişiklik göstermiştir (Grafik 3). İstasyonlar içerisinde en düşük karbon seviyesi % 0,64 ile İst 13'te görülürken, en yüksek karbon seviyesi ise %1,54 ile ist 10'da görülmüştür. Alınan numuneler arasında 2, 8 ve 10 numaralı istasyonlar diğer istasyonlara görece % organik karbon seviyeleri daha yüksek çıktığı saptanmıştır. Ülgen ve Yurtsever (1995)'in tarım toprakları organik karbon ölçeğine göre Umurbey Ovası tarım topraklarının organik madde bakımında İst 3, 4, 5, 11, 12, 13'de çok az ve İst 1, 2, 8, 10'da ise az seviyesinde olduğu belirlenmiştir.



Grafik 3. Umurbey Ovası tarım toprakları organik karbon seviyesinin istasyonlara göre dağılımı

Umurbey Çayının farklı lokasyonlarından alınan 7 adet sediment numunesine yapılan analizler sonucunda % organik karbon seviyeleri %0,11 – 2,19 arasından değişiklik göstermiştir. Alınan örnekler içerisinde 1 numaralı istasyonda % organik karbon seviyeleri

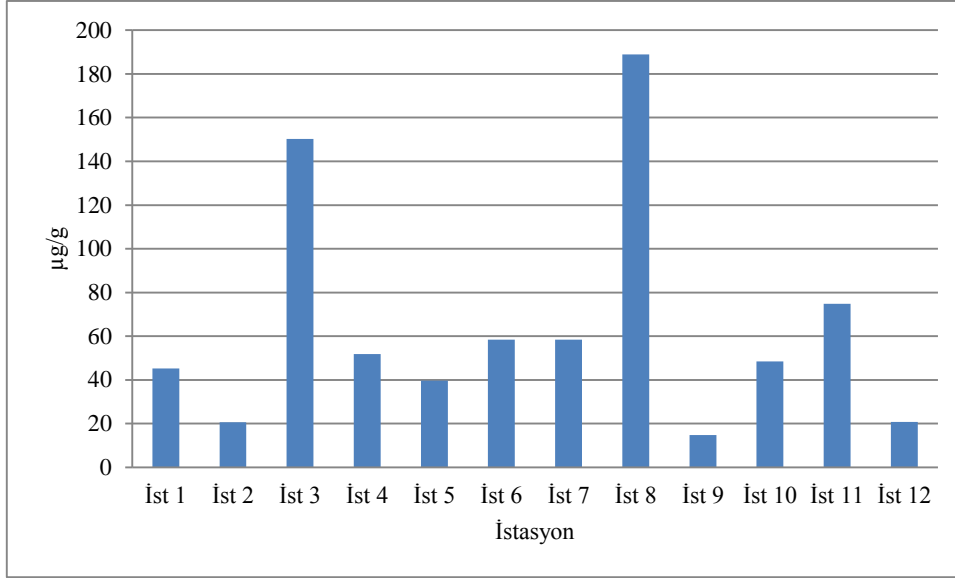
ölçüm limitlerinin altında iken, en yüksek % organik karbon seviyesi %2,19 ile 5 numaralı istasyonda görülmüştür. Genel anlamda Umurbey Çayının kaynaktan ağız kısmına doğru % organik karbon seviyesinin yer yer artış ve azalışlar olduğu belirlenmiştir.



Grafik 4. Umurbey çayı organik karbon seviyelerinin istasyonlara göre dağılımı

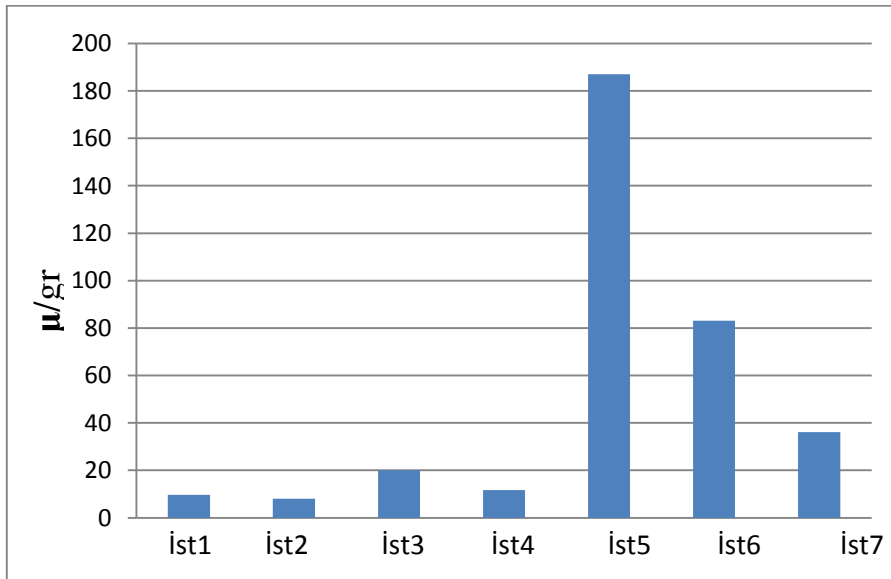
4.1.3. Klorofil Bozunma Ürünleri'nin Lokasyonlara Göre Dağılımı

Umurbey Lagün Gölü'nden alınan 12 adet sediment numunesine yapılan analizler sonucunda CDP seviyeleri 14,8 188,9 $\mu\text{g/g}$ aralığında olduğu belirlenmiştir (Grafik 5). En düşük CDP seviyelerinin 2, 9 ve 12. İstasyonlarda görülürken, en yüksek CDP seviyeleri 8. ve 3. istasyonlarda olduğu tespit edilmiştir.



Grafik 5. Umurbey Lagün Gölü klorofil bozunma ürünleri seviyelerinin istasyonlara göre dağılımı

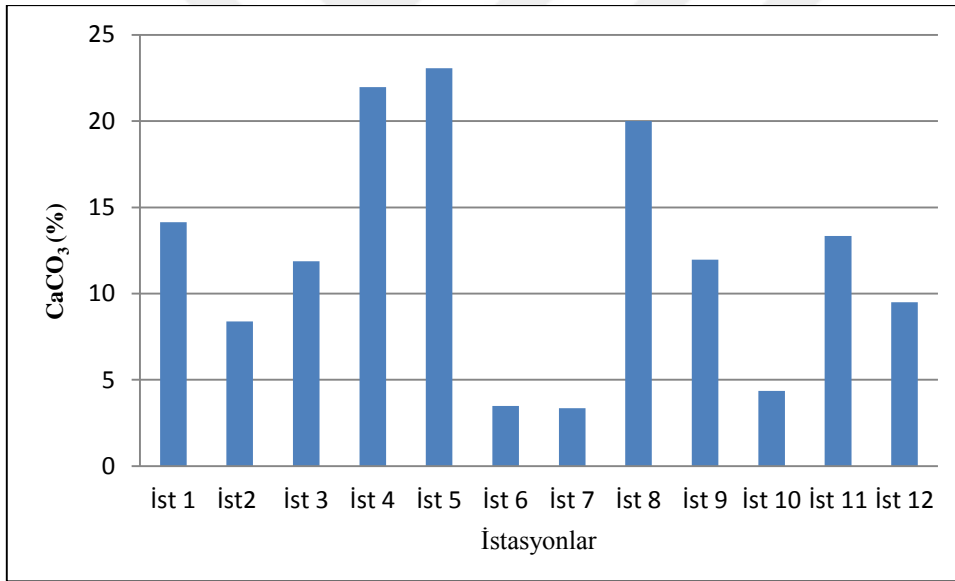
Umurbey Çayı'ndan alınan 7 adet yüzey sediment numunelerinin CDP seviyeleri 8 – 187 µg/g arasında değişiklik göstermiştir (Grafik 6). En düşük CDP seviyesi 1, 2, 3 ve 4 numaralı istasyonlarda olduğu saptanırken, en yüksek CDP seviyesi 5 ve 6 numaralı istasyonlarda olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak Umurbey Çayının kaynaktan ağız kısmına doğru CDP seviyelerinin arttığı görülmüştür.



Grafik 6. Umurbey çayı klorofil bozunma ürünleri seviyelerinin istasyonlara göre dağılımı

4.1.4. CaCO₃ Seviyelerinin İstasyonlara Göre Dağılımı

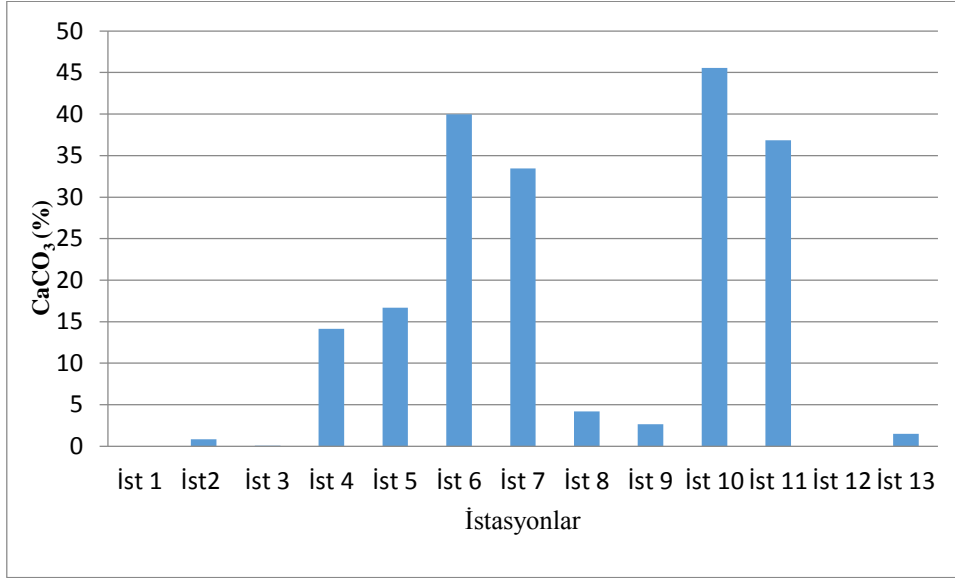
Metallerin taşınma süreçleri ve muhtemel kaynaklarını belirlemede önemli etkisi bulunan CaCO₃ seviyesinin, aynı zamanda sedimentlerin pH seviyelerini de etkilemektedir. Umurbey Lagün Gölü'nden alınan sediment numunelerinin CaCO₃ seviyesi %3,3 – 23 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük CaCO₃ seviyeleri 6. 7. ve 10. istasyonlarda görülürken, en yüksek CaCO₃ seviyeleri 4. 5. ve 8. istasyonlarda görülmüştür. Genel anlamda 4. ve 5. istasyonlarda % organik karbon ve CDP seviyesi düşükken, CaCO₃ seviyelerinin bu istasyonlarda yüksek seviyede çıktığı belirlenmiştir.



Grafik 7. Umurbey lagün gölü CaCO₃ içeriğinin istasyonlara göre dağılımı

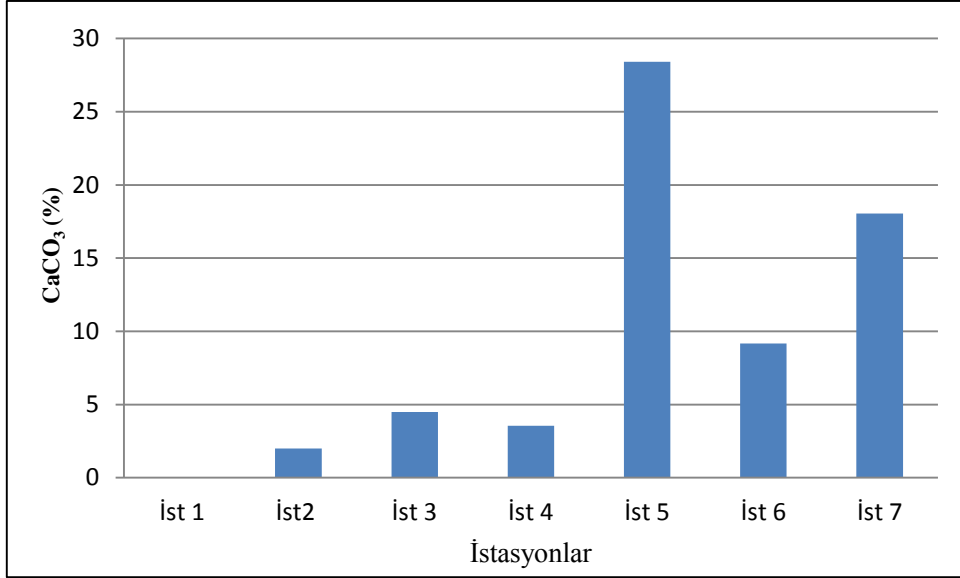
Umurbey Ovası tarım topraklarında alınan toprak numunelerinin CaCO₃ seviyeleri ölçülmüştür (Grafik 8). Ölçümler sonucunda 1. ve 12. İstasyonların CaCO₃ seviyeleri ölçüm limitlerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Alınan toprak numunelerinin CaCO₃ seviyeleri % 0,08 – % 45,3 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük CaCO₃ içeriği 2, 3,

8, 9 ve 13 numaralı istasyonlarda görülürken, en yüksek CaCO₃ içeriği 10, 6, 11 ve 7 numaralı istasyonlarda görülmüştür.



Grafik 8. Umurbey ovası tarım toprakları CaCO₃ içeriğinin istasyonlara göre dağılımı

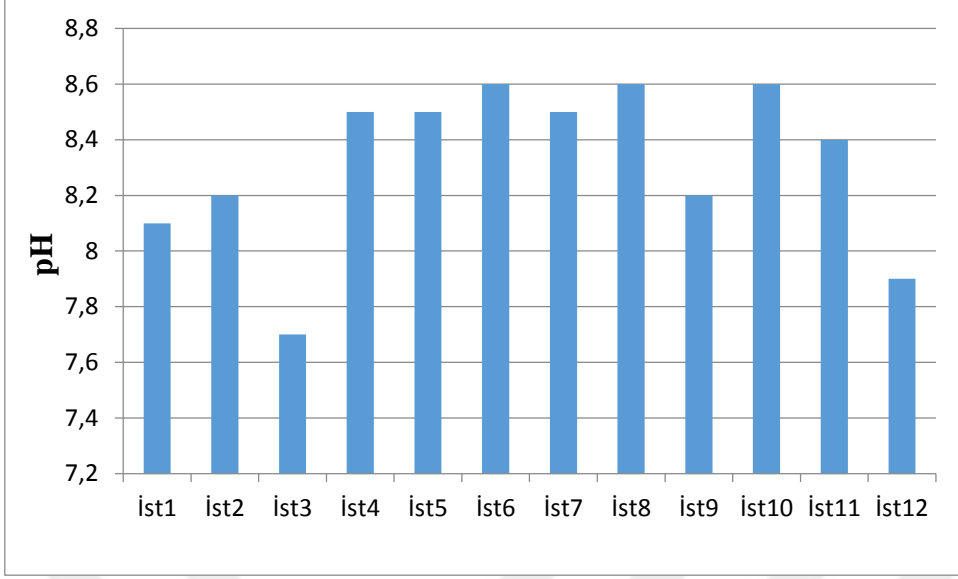
Umurbey Çayı yüzey sediment numunelerinin CaCO₃ seviyeleri Grafik 9'da gösterilmiştir. Ölçümler sonucunda 1 numaralı istasyonun CaCO₃ seviyesi ölçüm limitlerinin altında kalmıştır. Diğer istasyonlardan alınan sediment numunelerinin CaCO₃ içeriği % 2 – % 28 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük CaCO₃ içeriği 2, 3 ve 4 numaralı istasyonlar olduğu saptanırken, en yüksek CaCO₃ içeriği 5 ve 7 numaralı istasyonlarda olduğu saptanmıştır.



Grafik 9. Umurbey çayı sedimentlerinin CaCO₃ içeriğinin istasyonlara göre dağılımı

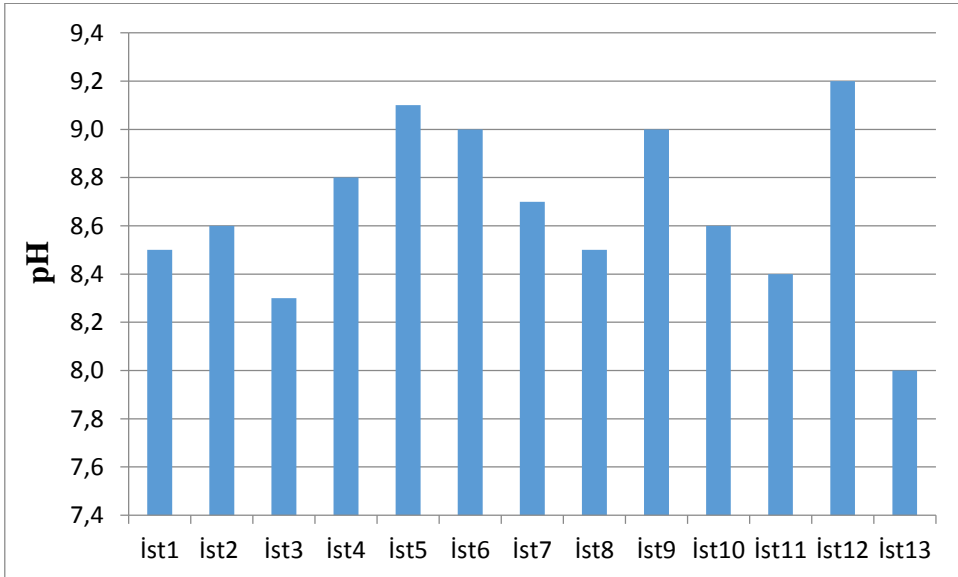
4.1.5. pH Seviyelerinin Lokasyonlara Göre Dağılımı

Sediment ve toprakların pH seviyeleri metallerin alım oranını ve yarayırlılığını etkilemektedir. Sediment ve toprakların pH seviyeleri düştükçe (Asidik) metal alımları hızlanmakta ve kimyasal süreçlerde hızlı bir şekilde hareket etmekteyken, sediment ve topraklarda pH seviyeleri yükseldikçe (Bazik) metal alımları yavaşlamakta ve topraklarda bitki besin maddelerinin yarayırlılığı azalmaktadır. Umurbey Ovası tarım toprakları, Umurbey Lagün Gölü ve Umurbey Çayından alınan sediment numunelerinin pH seviyeleri belirlenmiştir (Grafik 10). Elde edilen sonuçlar tablo 8'e göre yorumlanmıştır.



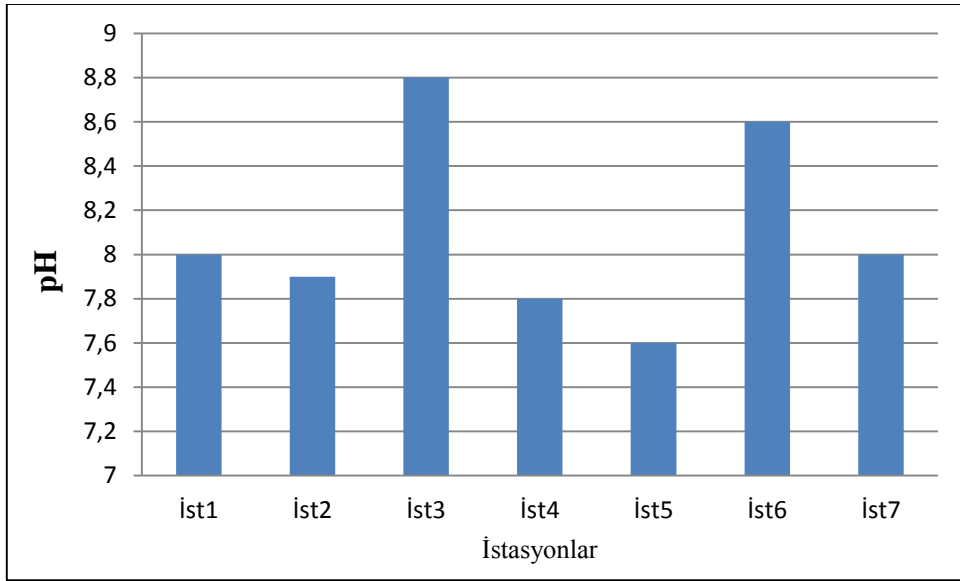
Grafik 10. Umurbey lagün gölü pH seviyelerinin istasyonlara göre dağılımı

Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin ölçüm sonuçlarına göre pH seviyeleri 8.3-9.2 aralığındadır. Sedimentlerin pH değerlerine göre sınıflandırma yapıldığında orta alkali, kuvvetli alkali ve çok kuvvetli alkali bir yapıda oldukları belirlenmiştir.



Grafik 11. Umurbey ovası tarım toprakları pH seviyelerinin lokasyonlara göre dağılımı

Umurbey Ovası tarım topraklarının pH seviyeleri Grafik 11’de gösterilmiştir. Ölçümler sonucunda Umurbey Ovası tarım topraklarının pH seviyeleri 7.7 – 8.6 aralığında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Tarım topraklarının pH değerleri pH sınıflama ölçeğine göre hafif alkali, orta alkali ve kuvvetli alkali aralığında olduğu görülmüştür (Tablo 8).



Grafik 12. Umurbey çayı pH seviyelerinin lokasyonlara göre dağılımı

Umurbey Çayının kaynaktan ağız kısmına kadar 7 istasyondan alınan sediment örneklerinin pH seviyeleri Grafik 12’de gösterilmiştir. Umurbey Çayı pH seviyeleri 7.6 – 8.8 aralığında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu seviyeler pH sınıflama ölçeğine göre hafif alkali, orta alkali ve kuvvetli alkali aralığında olduğu saptanmıştır.

Tablo 8

Toprakların pH Seviyelerine Göre Sınıflandırılması

pH	Sınıflandırma
<4,5	Kuvvetli Asit
4.5-5.5	Orta Asit
5.6-6.5	Hafif Asit
6.6-7.5	Nötr
7.6-8.5	Hafif Alkali
8.6-9.0	Alkali
>9	Kuvvetli Alkali

(FAO,1964)

4.1.6. Azot Tayini

Yapılan analizler sonucunda Umurbey Lagün Gölünün toplam azot seviyeleri Tablo 9'da gösterilmiştir. Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin toplam azot seviyeleri (%N) % 0,023 ile %0,892 aralığında olduğu belirlenmiştir. Sillanpaa (1990) tarafından belirlenen toplam azot değerlendirme ölçeğine göre; 2, 5, 6, 7 ve 12 numaralı istasyonlarda çok az, 4 numaralı istasyonda az, 9, 10 ve 11 numaralı istasyonlarda yeterli ve 1, 3 ve 8 numaralı istasyonlarda ise çok fazla olduğu saptanmıştır.

Tablo 9

Umurbey Lagün Gölü Lokasyonlara Göre Toplam Azot Seviyeleri

İ.No	Toplam Azot (%)
İst1	0,529
İst2	0,042
İst3	0,892
İst4	0,049
İst5	0,018
İst6	0,023
İst7	0,040
İst8	0,768
İst9	0,146
İst10	0,127
İst11	0,138
İst12	0,024

Umurbey Ovası tarım topraklarının toplam azot (%) seviyeleri Tablo 10'da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda tarım topraklarının %N seviyeleri %0,019 ile %0,086 aralığında olduğu bulunmuştur. %N değerlendirme ölçeğine göre toplam azot miktarı 1 numaralı istasyonda az seviyede iken, diğer bütün istasyonlarda çok az seviyede olduğu belirlenmiştir.

Tablo 10

Umurbey Ovası Tarım Toprakları İstasyonlara Göre Toplam Azot Seviyeleri

İ.No	Toplam Azot (%)
İst1	0,086
İst2	0,024
İst3	0,033
İst4	0,032
İst5	0,037
İst6	0,034
İst7	0,042
İst8	0,037
İst9	0,035
İst10	0,024
İst11	0,023
İst12	0,024
İst13	0,019

Umurbey Çayı sediment numunelerinin toplam azot seviyeleri %0,012 ile %0,040 aralığında olduğu bulunmuştur (Tablo 11). Umurbey Çayının %N seviyeleri toplam azot değerlendirme ölçeğine göre; bütün istasyonlarda çok az seviyesinde olduğu saptanmıştır.

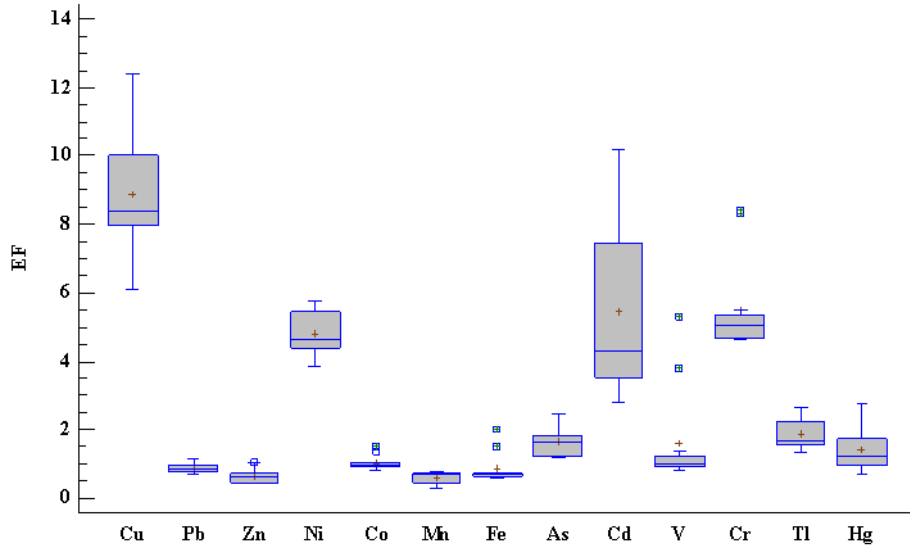
Tablo 11

Umurbey Çayı Lokasyonlara Göre Toplam Azot Seviyeleri

İ.No	Toplam Azot (%N)
İst1	0,014
İst2	0,020
İst3	0,012
İst4	0,016
İst5	0,034
İst6	0,040
İst7	0,039

4.1.7. Zenginleşme Faktörü

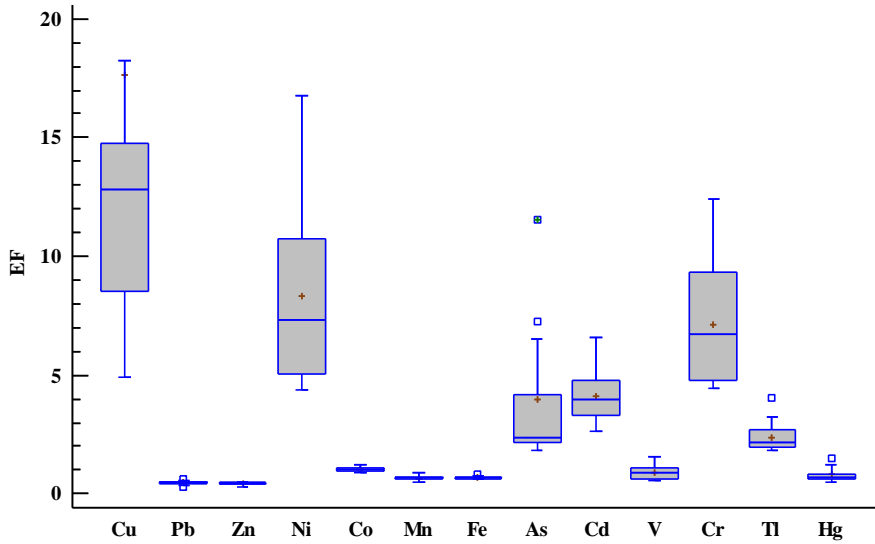
Umurbey Lagün Gölü, Umurbey Çayı ve Umurbey Ovası tarım topraklarından alınan toprak ve sediment numunelerinin iz element seviyelerinde antropojenik etkiyi ortaya koyabilmek amacıyla EF hesaplanmıştır. Umurbey Lagün Gölünde çalışılan iz elementlerin EF değerlerine ait veriler Box and Whisker grafiğinde verilmiştir (Şekil 17). İz elementlerin hesaplanan ortalama EF değerleri azalan sıraya göre $Cu > Cr > Cd > Ni > Tl > As > V > Hg > Co > Pb > Fe > Zn > Mn$ şeklindedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda EF Cu için 6,06 – 12,39, Pb için 0,69 – 1,13, Zn için 0,44 – 1,07, Ni için 3,82 – 5,7, Co 0,82 – 1,52, Mn için 0,26 – 0,79, Fe için 0,61 – 2,03, As için 1,21 – 2,48, Cd için 2,79 – 10,21, V için 0,83 – 5,30, Cr için 4,61 – 8,42, Tl için 1,31 – 2,67 ve Hg için 0,68 – 2,75 şeklinde bulunmuştur.



Şekil 17. Umurbey lagün gölü element bazlı box and whisker grafiği

Pb, Zn, Co ve Mn bütün istasyonlarda minimal zenginleşme/zenginleşme yok sınıfını temsil ederken, Fe sadece ist2'de, As sadece ist1'de orta düzeyli zenginleşme göstermiş ve diğer istasyonların tamamında minimal zenginleşme/zenginleşme yok

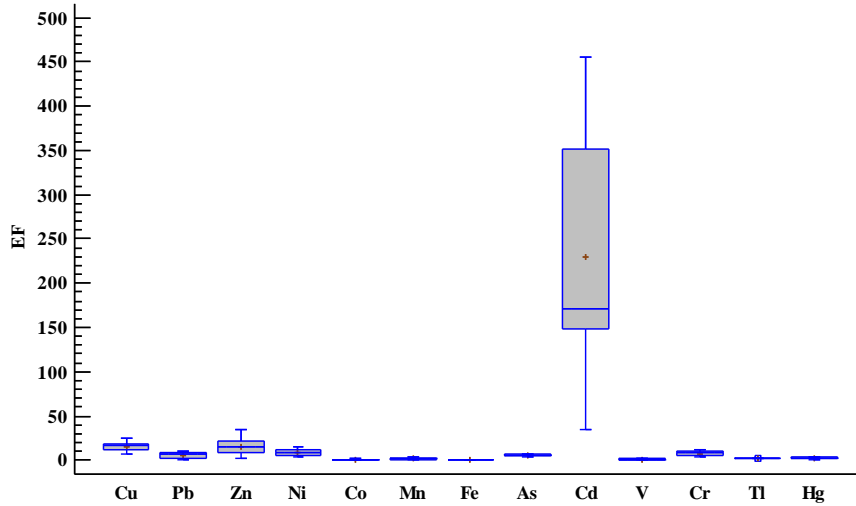
göstermiştir. Ni ve Cr ist4, 5, 6, 7 ve 12’de orta düzeyli zenginleşme gösterirken, Ni aynı zamanda ist9, 10 ve 11’de orta düzeyli zenginleşme göstermiştir. V ist1’de, Tl ve Hg ist1 ve 3’te orta düzeyli zenginleşme gösterirken, Tl aynı zamanda ist4, 8, 10’da orta düzeyli zenginleşme göstermiştir zenginleşme gösterirken, Ni ist1, 2, 3 ve 8’de V ise ist2’de önemli zenginleşme göstermiştir. İstasyon bazında ortalama zenginleşme faktörüne göre bütün istasyonlarda orta düzeyli zenginleşme olduğu bulunmuştur. Cd ise ist2, 5, 7, 10, 11 ve 12’de orta düzeyli zenginleşme göstermiş olup, diğer istasyonların tamamında önemli zenginleşme göstermiştir. Cu bütün istasyonlarda önemli zenginleşme göstermiştir.



Şekil 18. Umurbey ovası tarım toprakları element bazlı box and whisker grafiği

Umurbey Ovası tarım topraklarından alınan toprak numunelerinde çalışılan iz elementlerin EF değerlerine ait veriler box and whisker şeklinde verilmiştir (Şekil 18). İz elementlerin hesaplanan ortalama EF değerleri azalış sırasına göre Cu> Ni> Cr> Cd> As> Tl> Co> V> Hg> Fe> Mn> Pb> Zn şeklinde sıralanmıştır. Hesaplamalar sonucunda EF değeri Cu için 4,8 – 58,4, Pb için 0,2 – 0,5, Zn için 0,3 – 0,5, Ni için 4,3 – 16,7, Co için 0,8 – 1,1, Mn için 0,4 – 0,8, Fe için 0,5 – 0,8, As için 1,8 – 11,5, Cd için 2,6 – 6,5, V için 0,5 –

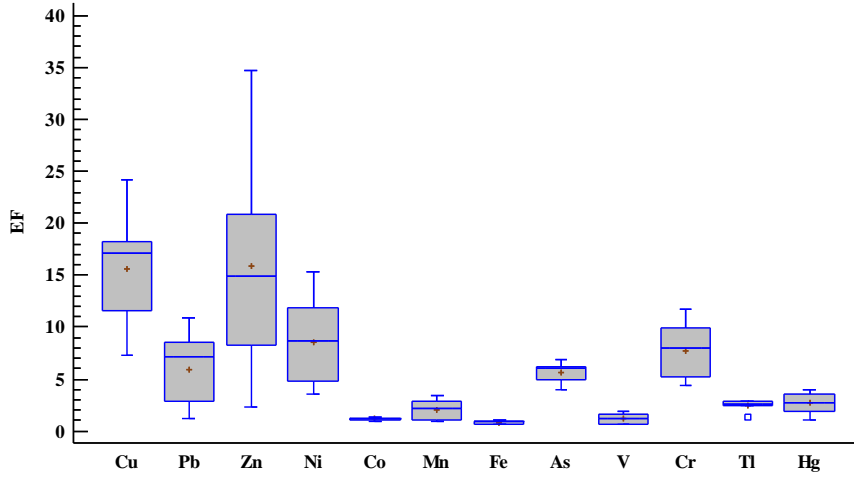
1,53, Cr için 4,4 – 12,3, Tl için 1,8 – 4 ve Hg için 0,5 – 1,5 şeklinde bulunmuştur. Pb, Zn, Co, Mn, Fe, V ve Hg elementleri için bütün istasyonlarda zenginleşme yok/minimal zenginleşme olarak bulunmuştur. Tl elementi için ist1, 2, 5, 12, 13'te zenginleşme yok/minimal zenginleşme bulunurken, diğer istasyonların tamamında orta düzeyli zenginleşme olduğu saptanmıştır. Ni elementi ist1 ve 2'de orta düzeyli iken diğer tüm istasyonlarda önemli zenginleşme, As elementi ist6, 10 ve 11'de önemli zenginleşme iken diğer tüm istasyonlarda orta düzeyli zenginleşme, Cd elementi ist2, 3 ve 13'de önemli zenginleşme iken diğer tüm istasyonlarda orta düzeyli zenginleşme göstermiştir. Cr elementi ist1, 2, 3, 12 ve 13'de orta düzeyli zenginleşme gösterirken, diğer bütün istasyonlarda önemli zenginleşme göstermiştir. Cu elementi ise ist4 ve 6'da çok yüksek zenginleşme, diğer bütün istasyonlarda önemli zenginleşme göstermiştir. İstasyon bazında ortalama EF değerlerine göre ise ist 4 ve 6'da önemli zenginleşme bulunurken, diğer tüm istasyonlarda orta düzeyli zenginleşme bulunmuştur.



Şekil 19. Umurbey çayı element bazlı box and whisker grafiği

Umurbey Çayı yüzey sediment numunelerinden çalışılan elementlerin EF değerleri box and whisker grafiğinde verilmiştir (Şekil 19). Çalışılan elementlerin ortalama EF

değerleri sırasıyla büyükten küçüğe doğru Cd> Zn> Cu> Ni > Cr> Pb> As> Hg> Tl> Mn> V> Co> Fe> şeklinde sıralanmıştır. Her bir element için Ef değerleri; Cu için 7,3 – 24, Pb için 1,2 – 10,9, Zn için 2,3 – 34,6, Ni için 3,5 – 15,3, Co için 0,9 – 1,2, Mn için 0,8 – 3,3, Fe için 0,6 – 1,0, As için 3,9 – 6,8, Cd için 34 – 454, V için 0,6 – 1,9, Cr için 4,3 – 11,7, Tl için 1,3 – 2,8 ve Hg için 1 – 3,9 olarak hesaplanmıştır. Şekil 19’da Cd elementinin EF hesaplamaları sonucu EF değerinin çok yüksek seviyede çıktığı görülmektedir. Bundan dolayı şekil 20’de Cd elementi gösterilmeyerek diğer elementlerin etkisi daha iyi gösterilmiştir. Co, Fe ve V elementleri bütün istasyonlarda, Hg için ist4 ve 5’te, Tl için ist 1’de Mn için ist4, 5 ve 7’de ve Pb için ist 4’te zenginleşme yok/minimal zenginleşme olarak bulunmuştur. Zn elementi için ist4’te orta düzeyli zenginleşme, ist 5 ve 7’de önemli zenginleşme ve ist 2, 3 ve 6’da çok yüksek zenginleşme olduğu saptanmıştır. Pb için ist 5 ve 7’de, Ni ve As için ist 1 ve 3’te, Cr için ist1’de, Hg için ist4 ve 5 ve Tl için ist1 hariç bütün istasyonlarda orta düzeyli zenginleşme olduğu saptanmıştır. Cu elementi için ist 2’de çok yüksek zenginleşme bulunurken, diğer bütün istasyonlarda önemli zenginleşme olduğu hesaplanmıştır. Cd elementi için ist4’de çok yüksek zenginleşme bulunurken, diğer bütün istasyonlarda aşırı derecede yüksek zenginleşme olduğu bulunmuştur. İstasyon bazında ortalama EF değerlerine göre ist 1, 4, 5 ve 7’de önemli zenginleşme olduğu saptanırken, ist 2, 3 ve 6’da çok yüksek zenginleşme olduğu saptanmıştır.

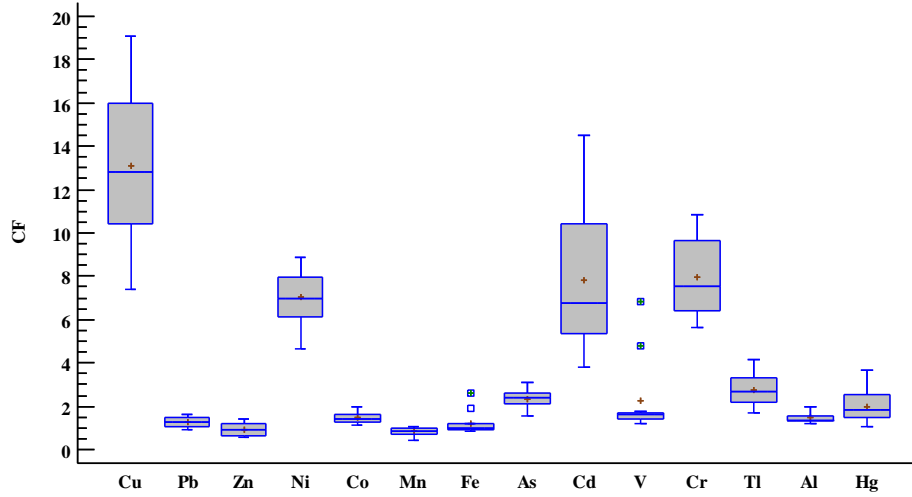


Şekil 20 Umurbey çayı element bazlı box and whisker grafiği (Cd hariç)

4.1.8. Kontaminasyon Faktörü

Umurbey Lagün Gölü, Umurbey Çayı ve Umurbey Ovası tarım topraklarında alınan sediment ve toprak numunelerinde antropojenik kirliliğin buluşma derecesini belirlemek amacıyla CF hesaplanmıştır. Umurbey Lagün Gölü'nden alınan sediment numunelerinin CF değerleri box and whisker grafiğinde gösterilmiştir (Şekil 21). Çalışılan elementlerin ortalama CF değerleri sırasıyla Cu> Cr> Cd> Ni> Tl> As> V> Hg> Al> Co> Pb> Fe> Zn> Mn şeklinde sıralanmıştır. Hesaplamalar sonucunda Cu için 7,3 – 19, Pb için 0,9 – 1,6, Zn için 0,5 – 1,3, Ni için 4,6 – 8,8, Co için 1,1 – 1,9, Mn için 0,6 – 1, Fe için 0,8 – 2,6, As için 1,5 – 3,1, Cd için 3,8 – 14,5, V için 1,2 – 6,8, Cr için 5,6 – 10,8, Tl için 1,6 – 4,1, Al için 1,2 – 1,9 ve Hg için 1 – 3,6 olarak hesaplanmıştır. Co ve Al elementleri bütün istasyonlarda orta düzeyli kontaminasyon olduğu saptanmıştır. Cu elementi bütün istasyonlarda çok yüksek kontaminasyon iken, Cr elementi sadece ist12'de yüksek kontaminasyon diğer bütün istasyonlarda çok yüksek kontaminasyon olarak bulunmuştur. Ni elementi ist 4, 5 ve 12'de yüksek kontaminasyona sahipken diğer bütün istasyonlarda çok yüksek kontaminasyona sahip

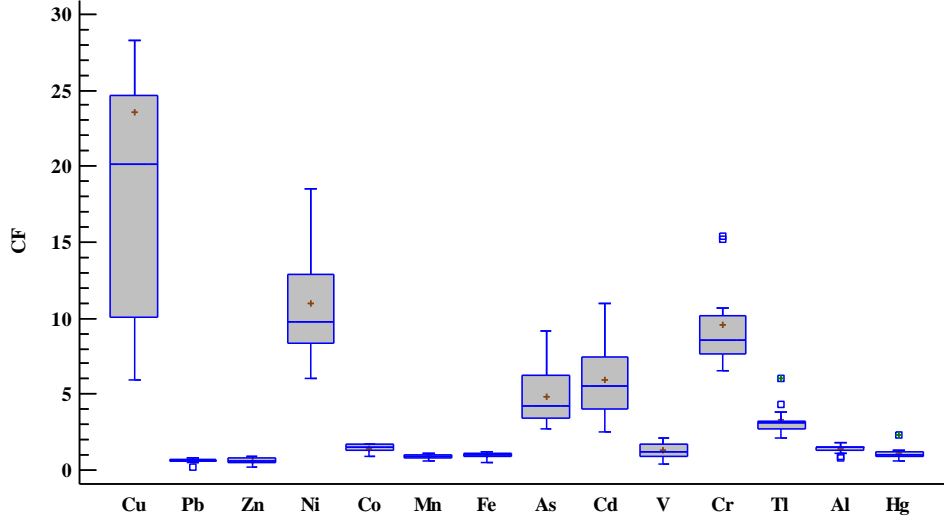
olduğu saptanmıştır. Cd elementi ist 2, 5 ve 12 hariç diğer bütün istasyonlarda çok yüksek kontaminasyon göstermiştir. İstasyon bazında ortalama CF değerlerine göre ist 5 ve 12’de orta düzeyli kontaminasyon göstermiş diğer bütün istasyonlarda yüksek kontaminasyon göstermiştir.



Şekil 21. Umurbey lagün gölü element bazlı box and whisker grafiği

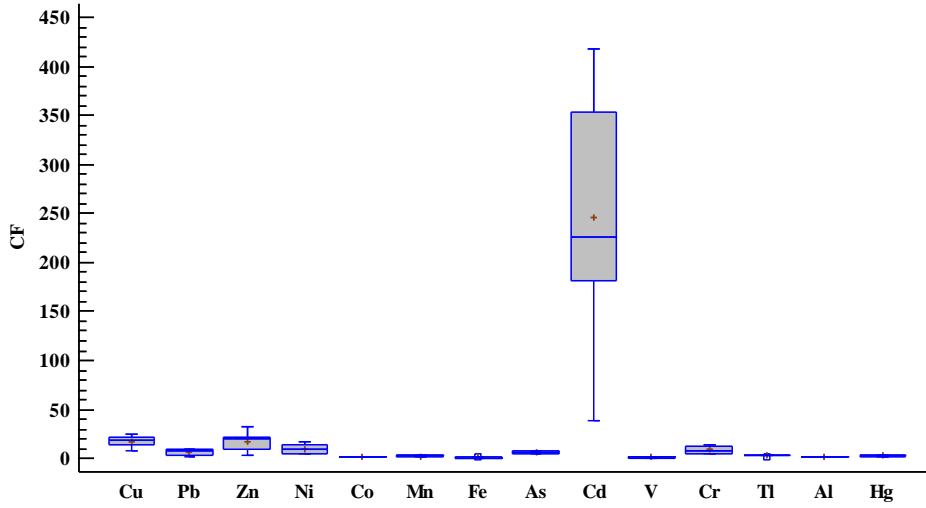
Umurbey Ovası tarım topraklarından alınan toprak örneklerinin CF değerleri box and whisker grafiğinde gösterilmiştir (Şekil 22). Hesaplamalar sonucunda elementlerin CF değerleri sırasıyla Cu> Ni> Cr> Cd> As> Tl> Co> Al> V> Hg> Fe> Mn> Pb> Zn şeklinde sıralanmıştır. CF değerlerinin aralıkları Cu için 5,9 – 64,7, Pb için 0,2 – 0,8, Zn için 0,2 – 0,8, Ni için 6 – 8, Co için 0,8 – 1,7, Mn için 0,6 – 1,1, Fe için 0,5 – 1,2, As için 2,7 – 9,1, Cd için 2,5 – 8,3, V için 0,4 – 2,1, Cr için 6,5 – 15,3, Tl için 2,1 – 4,3, Al için 0,7 – 1,7 ve Hg için 0,8 – 2,3 aralığında oldukları saptanmıştır. Pb ve Zn elementleri bütün istasyonlarda düşük kontaminasyon gösterirken, Cu, Cr ve Ni elementleri bütün istasyonlarda çok yüksek kontaminasyon göstermiştir. Fe ve V elementleri ist 6, 7, 10 ve 11’de ve Al ve Co elementleri ise ist 10 ve 11’de düşük kontaminasyon göstermiş diğer bütün istasyonlarda ise orta düzeyli kontaminasyon göstermiştir. As elementi sadece ist 8’de orta düzeyli kontaminasyon bulunmuş diğer bütün istasyonlarda ise yüksek

kontaminasyon olarak bulunmuştur. İstasyon bazlı ortalama CF değerleri ist 4 ve 6'da yüksek kontaminasyon, diğer bütün istasyonlarda orta düzeyli kontaminasyon söz konusudur.



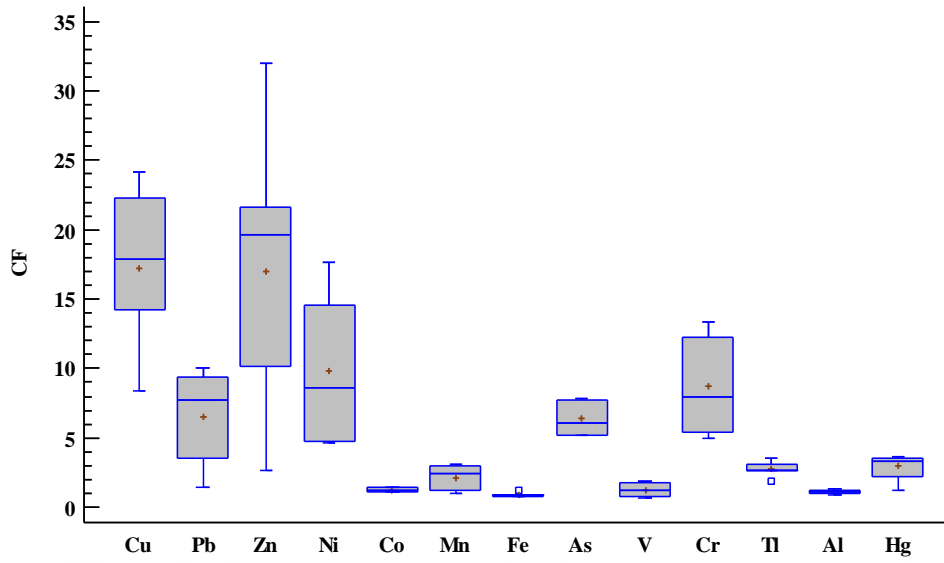
Şekil 22. Umurbey ovası tarım toprakları element bazlı box and whisker grafiği

Umurbey Çayı sedimentlerinden elde edilen CF değerleri box and whisker grafiğinde verilmiştir (Şekil 23). Çalışılan elementlerin CF değerleri sırasıyla Cd> Cu> Zn> Ni> Cr> Pb> As> Hg> Tl> Mn> Co> V> Al> Fe şeklinde sıralanmıştır. Çalışılan elementlerin değerleri sırasıyla Cu için 8,4 – 24,1, Pb için 1,4 – 10, Zn için 2,6 – 31,9, Ni için 4,6 – 17,5, Co için 1,1 -1,4, Mn için 0,9 – 3,1, Fe için 0,7 -1,2, As için 5,1 – 7,8, Cd için 39 – 418, V için 0,6 – 1,8, Cr için 5 – 13,3, Tl için 1,8 – 3,5, Al için 0,9 – 1,3 ve Hg için 1,2 – 3,6 aralığında değişiklik göstermiştir.



Şekil 23. Umurbey çayı element bazlı box and whisker grafiği

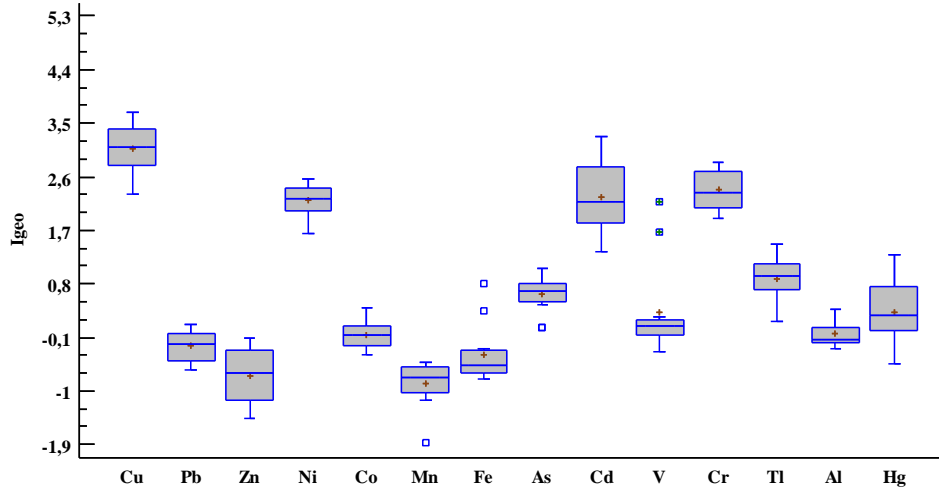
Şekil 23'de Cd elementinin CF hesaplamaları sonucu CF değerinin çok yüksek seviyede çıktığı görülmektedir. Bundan dolayı şekil 24'te Cd elementi gösterilmeyerek diğer elementlerin etkisi daha iyi gösterilmesi amaçlanmıştır. Cu ve Cd elementleri bütün istasyonlarda, Zn elementi ist 4 hariç ve Ni, As ve Cr elementleri ist 1, 2 ve 3 hariç diğer bütün istasyonlarda çok yüksek kontaminasyon bulunmuştur. Co elementi bütün istasyonlarda, Mn elementi ist 4 hariç bütün istasyonlarda, V elementi ist 4, 5 ve 7 hariç bütün istasyonlarda ve Al ist 2 hariç bütün istasyonlarda orta düzeyli kontaminasyon saptanmıştır. İstasyon bazlı ortalama CF değerlerine göre istasyonların tamamında çok yüksek kontaminasyon bulunmuştur.



Şekil 24. Umurbey çayı element bazlı box and whisker grafiği

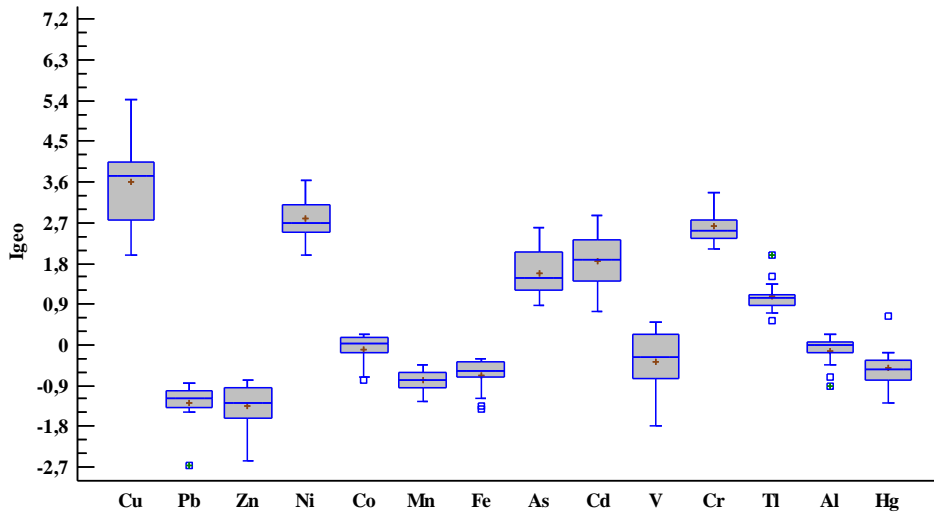
4.1.9. Jeo-Akümülyasyon İndeksi

Umurbey Lagün Gölü, Umurbey Çayı ve Umurbey Ovası tarım topraklarından alınan toprak ve sediment numunelerinde antropojenik kaynaklı kirliliği belirleyebilmek amacıyla kullanılan bir diğer indeks jeo-akümülyasyon indeksidir. Umurbey Lagün Gölünün sedimentlerinden elde edilen Igeo seviyeleri box and whisker grafiğinde gösterilmiştir (Şekil 25). Hesaplamalara göre çalışılan elementlerin ortalama sıralanışı; Cu> Cr> Cd> Ni> Tl> As> Hg=V> Co=Al> Pb> Fe> Zn> Mn şeklindedir. Çalışılan elementlerin seviyeleri sırasıyla Cu için 2,3 – 3,6, Ni için 1,6 – 2,5, Co için -0,4 – 0,3, As için 0,06 – 1,05, Cd için 1,3 – 3,1, V için 0,3 – 2,1, Cr için 1,9 -2,8, Tl için 0,4 – 1,4, Al için -0,2 – 0,3, Hg için -0,4 – 1,2 aralığında değişiklik gösterirken, Pb, Zn, Mn ve Fe elementleri ise ölçüm limitlerinin altında kalmıştır. Cu ve Ni ist 10'da ve Cd ist 1 ve 8'de çok kirlenmiş, V ist 2'de, Hg ist 3'de ve Cr elementi için bütün istasyonlarda orta dereceli kirlilik saptanmıştır. İstasyon bazında ortalama Igeo değerlerine göre ist 1'de orta dereceli kirlilik saptanırken, geri kalan bütün istasyonlarda kirlenmemiş veya orta dereceli kirlenmiş olduğu belirlenmiştir.



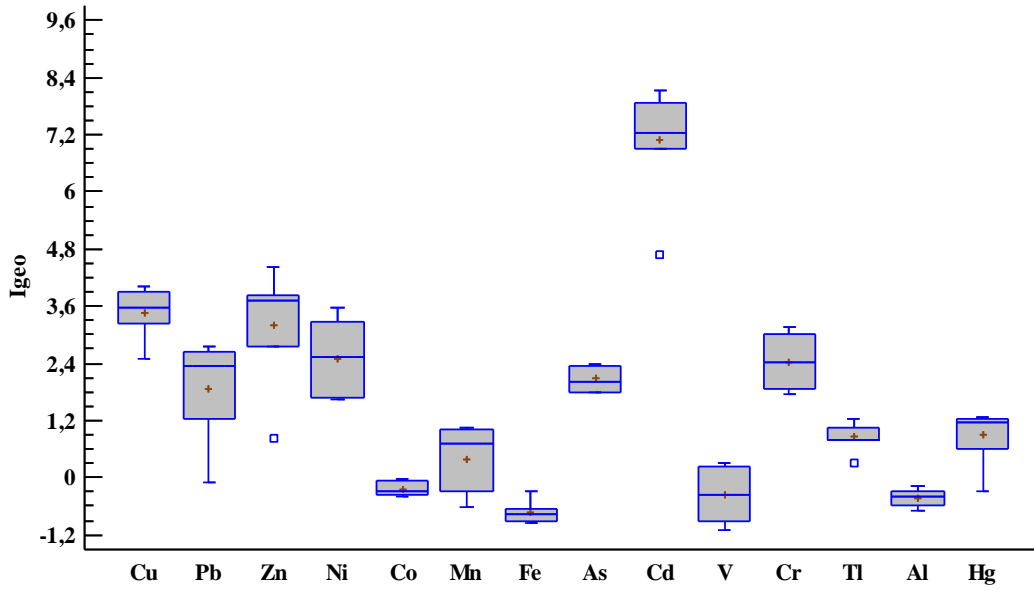
Şekil 25. Umurbey lagun gölü jeo-akümülyasyon indeksi element bazlı box and whisker grafiği

Umurbey Ovası tarım topraklarından alınan toprak numunelerinin ölçülmesinden elde edilen ortalama element seviyeleri box and whisker grafiğinde verilmiştir (Şekil 26). Çalışılan elementlerin ortalama sıralanışı; Cu> Ni> Cr> Cd> As> Tl> Co> Al> V> Hg> Fe> Mn> Pb> Zn şeklinde sıralanmıştır. Çalışılan elementlerin seviyeleri sırasıyla Cu için 1,9 – 5,4, Ni için 2,0 – 3,6, Co için -0,7 – 0,2, As için 0,8 – 2,6, Cd için 0,7 – 2,8, V için -1,8 – 0,4, Cr için 2,1 – 2,8, Tl için 0,5 – 2, Al için -0,9 – 0,1 aralığında değişiklik gösterirken, Pb, Zn, Mn, Fe ve Hg elementleri ise ölçüm limitlerinin altında kalmıştır. Cu ve Ni elementleri ist 4 ve 6’da, Cr elementi ist 7’de çok kirlenmiş seviyede bulunurken, Pb, Zn, Mn, Fe ve Hg elementleri bütün istasyonlarda kirlenmemiş olduğu saptanmıştır. İstasyon bazında ortalama Igeo değerlerine göre 11. istasyonda kirlenmemiş olduğu ve diğer bütün istasyonlarda kirlenmemiş veya orta dereceli kirlenmiş olduğu belirlenmiştir.



Şekil 26. Umurbey ovası tarım toprakları jeo-akümülyasyon indeksi element bazlı box and whisker grafiği

Umurbey Çayı sediment numunelerinin hesaplamalar sonucunda elde edilen Igeo değerleri box and whisker grafiğinde verilmiştir (Şekil 27). Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen ortalama Igeo değerlerinin sıralanışı şu şekildedir; Cd> Cu> Zn> Ni> Cr> As> Pb> Hg> Tl> Mn> Co> V> Al> Fe. Çalışılan elementlerin seviyeleri Cu için 2,4 – 4,0, Pb için 0 – 2,7, Zn için 0,8 – 4,4, Ni için 1,6 – 3,5, As için 1,7 – 2,3, Cd için 4,7 – 8,1, V için 0 – 0,3, Cr için 1,7 – 3,1, Tl için 0,2 – 1,2, Hg için 0 – 1,2 aralığında değişiklik gsterirken, Co, Fe ve Al elementleri ise ölçüm limitlerinin altında kalmıştır. Cu ve Zn elementleri ist 4 hariç bütün istasyonlarda, Cr elementi ist 4 ve 5'te, Ni elementi İst 1, 2 ve 3 hariç tüm istasyonlarda ve Cd elementi ise bütün istasyonlarda çok aşırı kirlenmiş seviyede olduğu saptanmıştır. Co, Fe ve Al elementlerinin bütün istasyonlarda kirlenmemiş seviyede olduğu saptanmıştır. İstasyon bazında Igeo değerlerine göre bütün istasyonlarda kirlenmemiş veya orta dereceli kirlenmiş olduğu belirlenmiştir.

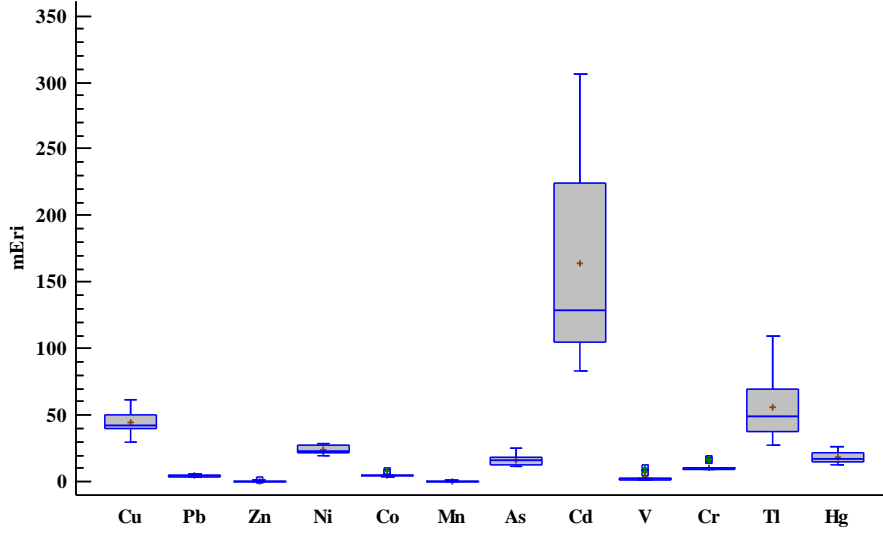


Şekil 27. Umurbey çayı jeo-akümülayon indeksi element bazlı box and whisker grafiği

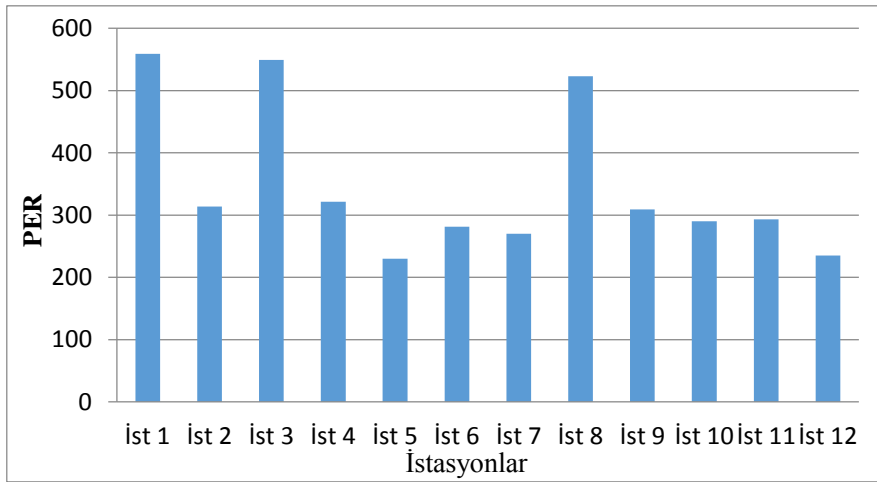
4.1.10. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi

Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinde çalışılan metallerin toksik ve ekolojik risklerini belirlemek amacıyla mEri hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda her bir element için elde edilen veriler box and whisker grafiğinde gösterilmiştir (Şekil 28). Hesaplanan ortalama mEri değerleri: Cd> Hg> Cu> Ni> Tl> As> Cr> Co> Pb> V> Zn> Mn şeklinde sıralanmıştır. Yukarıda verilen değerlendirme ölçeğine göre Cd elementi bütün istasyonlarda, Cu elementi İst 2 ve 12, Hg elementi ise ist 9 hariç bütün istasyonlarda yüksek risk seviyesinde bulunmuştur. Cd elementi ist 1, 3 ve 8'de 'yüksek potansiyel ekolojik risk' seviyesinde iken, geri kalan bütün istasyonlarda 'önemli potansiyel ekolojik risk' seviyesinde olduğu saptanmıştır. Hg elementi ist 1 ve 3'de 'önemli potansiyel ekolojik risk' seviyesinde olduğu geri kalan istasyonların 'orta düzeyli potansiyel ekolojik risk' seviyesinde olduğu bulunmuştur. Sınır değerleri aşan Cu elementinin ortalama olarak 'orta düzeyli potansiyel ekolojik risk' seviyesinde olduğu saptanmıştır. Diğer elementlerin mEri seviyelerinin düşük olduğu görölmüştür. Şekil

28'de Cd elementinin mEri hesaplamaları sonucu mEri değerinin çok yüksek seviyede çıktığı görülmektedir. Bundan dolayı şekil 29'da Cd elementi gösterilmeyerek diğer elementlerin etkisi daha iyi gösterilmesi amaçlanmıştır.



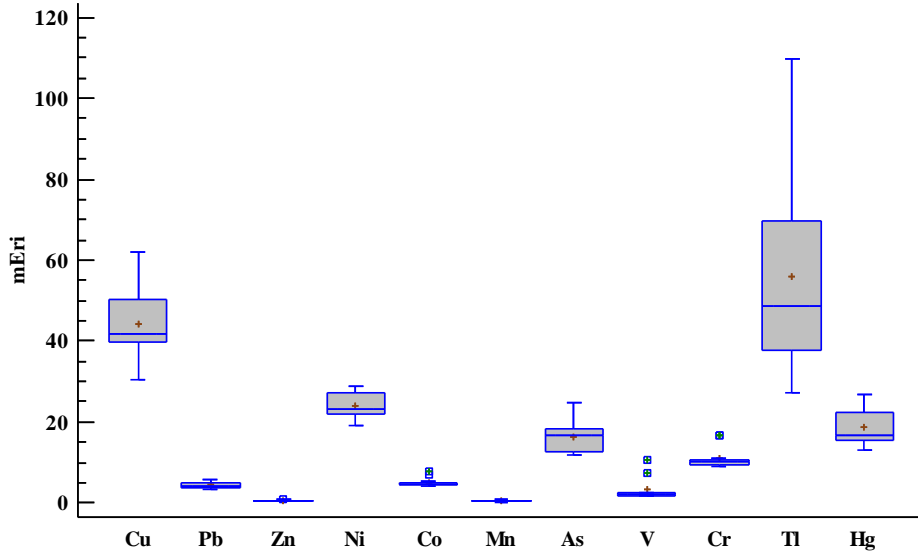
Şekil 28. Umurbey lagün gölü element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği



Grafik 13. Umurbey Lagün Gölü istasyon bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi

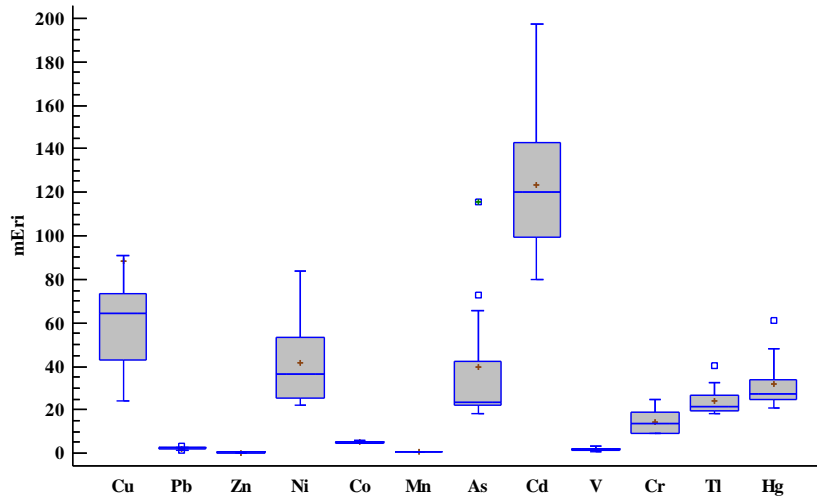
İstasyon bazında muhtemel toksik ve ekolojik risk hesaplamaları Grafik 13'te gösterilmiştir. En yüksek PER değerleri 1,3 ve 8. istasyonlarda görülürken, en düşük PER değerleri 5,7 ve 12. istasyonlarda görülmüştür. Grafik 13'e göre ist 1, 2, 3, 4, 8 ve 9'da

önemli ekolojik risk seviyesinde iken, geri kalan tüm istasyonlarda orta düzeyli potansiyel ekolojik risk seviyesindedir.



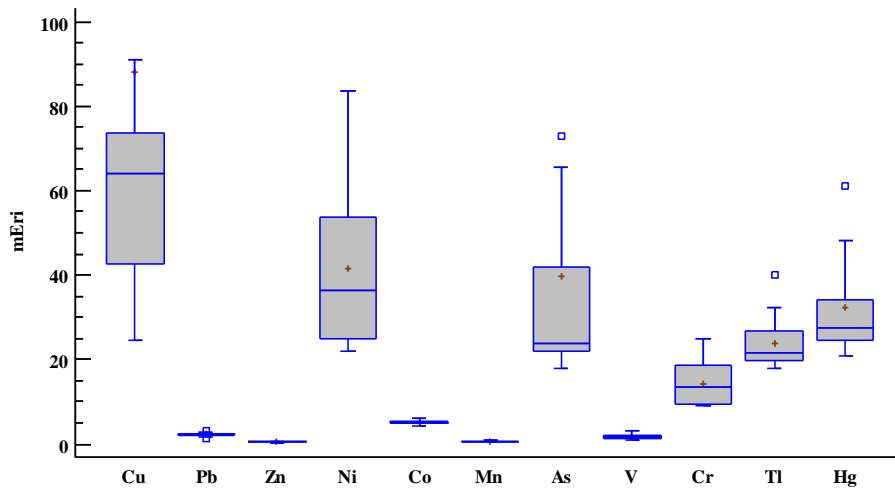
Şekil 29. Umurbey lagün gölü element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği (Cd hariç)

Umurbey tarım topraklarının her bir element için elde edilen mEri değerleri box and whisker grafiğinde gösterilmiştir (Şekil 30). Hesaplanan ortalama mEri değerlerinin sıralanışı: Cd> Cu> Ni> As> Hg> Tl> Cr> Co> Pb> V> Mn> Zn şeklindedir. Element bazlı potansiyel ekolojik risk değerlendirme ölçeğine göre: Ni ve As elementleri ist 11’de, Cu ist 3’te ve Cd ist 2, 3 ve 13 hariç bütün istasyonlarda ‘önemli potansiyel ekolojik risk’ seviyesinde olduğu saptanmıştır. Risk teşkil eden diğer elementler ise Cu, Cd, Hg ve Tl’dir.



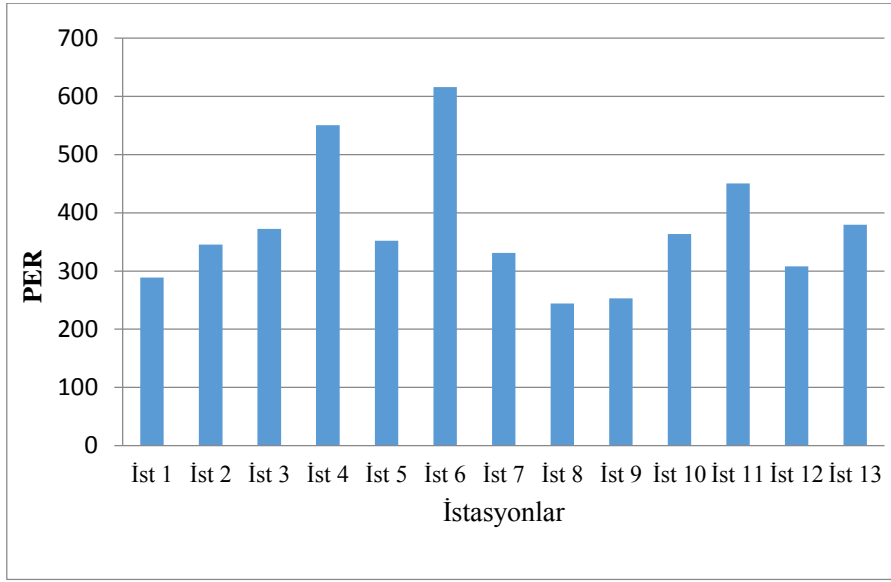
Şekil 30. Umurbey ovası tarım toprakları element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği

Cu elementi ist 4 ve 6'da Cd elementi ise ist 2, 3 ve 13'te 'yüksek potansiyel ekolojik risk' seviyesinde iken, risk sınırını aşan Tl elementi ist 7'de ve Hg elementi ise ist 5, 6 ve 10'da 'orta dereceli potansiyel ekolojik risk' seviyesine ulaştığı bulunmuştur. Diğer elementlerin tamamının mEri değerlerinin düşük olduğu ve risk teşkil etmediği görülmüştür. Şekil 30'da Cd elementinin mEri hesaplamaları sonucu mEri değerinin çok yüksek seviyede çıktığı görülmektedir. Bundan dolayı şekil 30'da Cd elementi gösterilmeyerek diğer elementlerin etkisi daha iyi gösterilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 31. Umurbey ovası tarım toprakları element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği (Cd hariç)

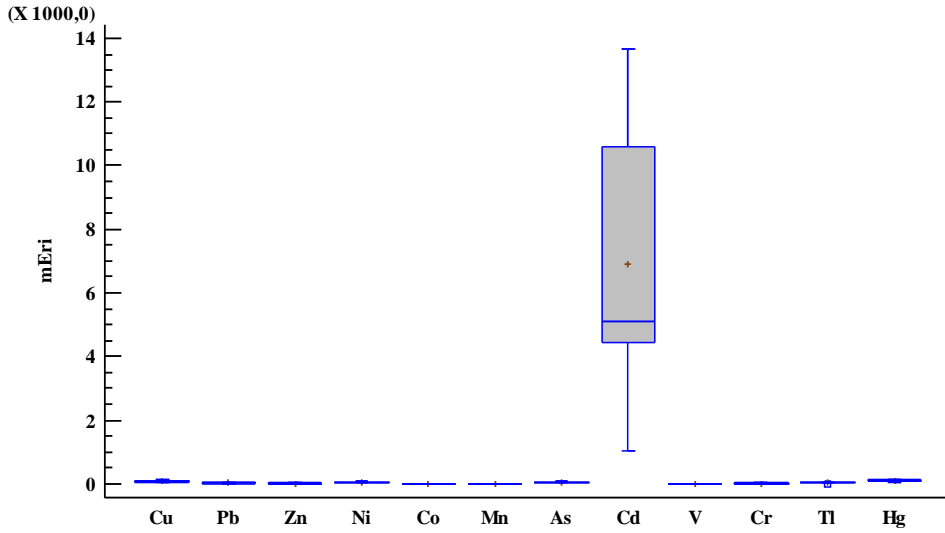
İstasyon bazında potansiyel ekolojik risk değerleri grafik 14’te gösterilmiştir. En yüksek PER değerleri 6, 4 ve 11. istasyonlarda görülürken, en düşük PER değerleri 8, 9 ve 1. istasyonlarda görülmüştür. Grafik 14’e göre ist 6 ‘çok yüksek potansiyel ekolojik risk’ seviyesine sahip iken, ist 1, 8 ve 9 ‘orta dereceli potansiyel ekolojik risk’ ve diğer tüm istasyonlar ‘önemli potansiyel ekolojik risk’ seviyesinde olduğu saptanmıştır.



Grafik 14. Umurbey tarım toprakları istasyon bazlı potansiyel ekolojik risk grafiği

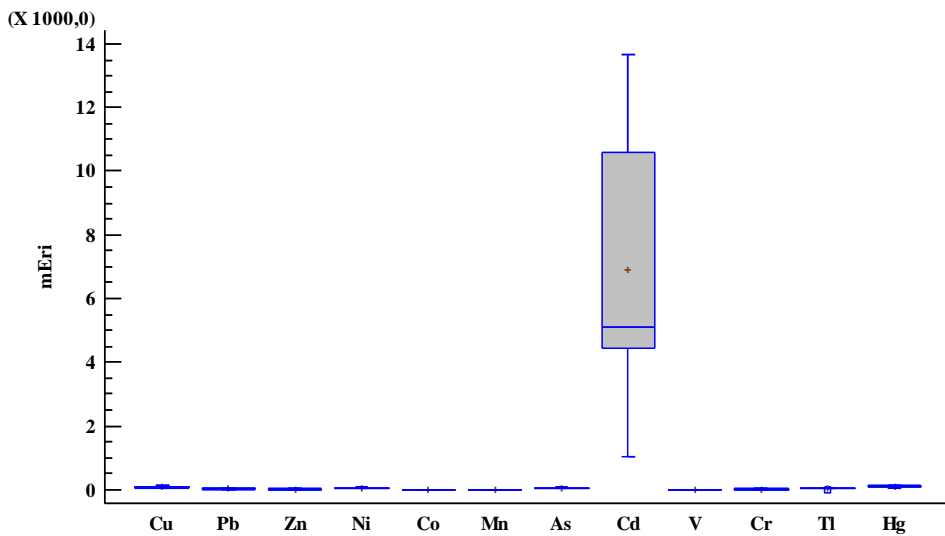
Umurbey Çayı iz element seviyelerinden elde edilen element bazlı potansiyel ekolojik risk seviyeleri box and whisker grafiğinde verilmiştir (Şekil 32). Hesaplanan element bazlı ortalama mEri değerlerinin sıralanışı: Cd> Hg> Cu> As> Ni> Pb> Tl> Zn> Cr> Co> V> Mn şeklindedir. Element bazlı mEri değerlendirme ölçeğine göre: Cd elementi bütün istasyonlarda ‘çok yüksek potansiyel ekolojik risk’, Hg elementi ist 5 ve 6 hariç diğer tüm istasyonlarda ‘önemli potansiyel ekolojik risk’ ve Cu elementi ist 5 ve 7 ‘orta düzeyli potansiyel ekolojik risk’ iken ist 1, 2, 3 ve 6’da ‘önemli potansiyel ekolojik risk’ olduğu tespit edilmiştir. Ekolojik risk açısından sınır değerlerde bulunan elementler

Pb, Ni ve As'tir. Pb elementi İst 2'de 'orta düzeyli potansiyel ekolojik risk', Ni elementi ist 4, 5, 6 ve 7'de 'orta düzeyli ekolojik risk' ve As elementi ist 1 hariç bütün istasyonlarda 'orta düzeyli potansiyel ekolojik risk' olduğu bulunmuştur.



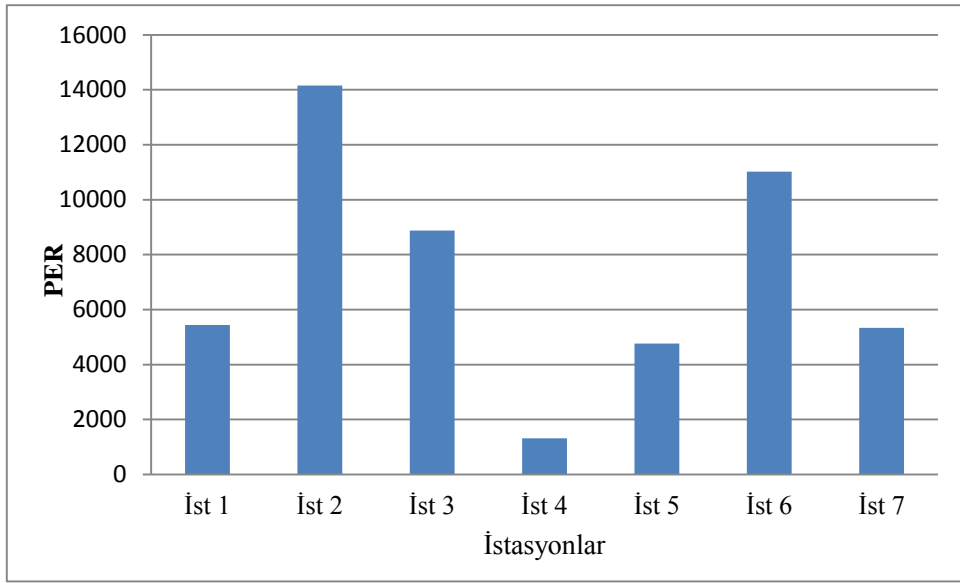
Şekil 32. Umurbey çayı element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği

Şekil 32'de Cd elementinin mEri hesaplamaları sonucu mEri değerinin çok yüksek seviyede çıktığı görülmektedir. Bundan dolayı şekil 33'de Cd elementi gösterilmeyerek diğer elementlerin etkisi daha iyi gösterilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 33. Umurbey çayı element bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi box and whisker grafiği (Cd hariç)

İstasyon bazında potansiyel ekolojik risk indeksi grafik 15’te gösterilmiştir. Bütün istasyonlarda çok yüksek ekolojik risk olduğu tespit edilmiştir. En yüksek PER değerleri ist 2’de olduğu saptanırken, en düşük PER değerleri ist 4’de olduğu saptanmıştır. Potansiyel ekolojik risk değerlendirme ölçeğine göre bütün istasyonlar çok yüksek potansiyel ekolojik risk olduğu bulunmuştur.



Grafik 15. Umurbey Çayı istasyon bazlı potansiyel ekolojik risk indeksi

4.1.11. İstatistiksel Analizler

Spearman Korelasyon Analizi.

Umurbey Lagün Gölü ve Umurbey Çayı’ndan alınan sediment numuneleri ve Umurbey Ovası tarım topraklarından alınan toprak numunelerinin ekolojik risk faktörlerini ortaya koyabilmek için ölçüm ve analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda ekolojik riske neden olan potansiyel toksik elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri, muhtemel kaynakları ve taşınma süreçlerini belirleyebilmek için spearman korelasyon analizi kullanılmıştır. Spearman korelasyon analizi potansiyel toksik elementlerin birlikte

bulunma durumlarını belirleyen bir analizdir. Elde edilen sonuçlar araştırma sahasının muhtemel kirletici kaynaklara dikkate alınarak yorumlanmış ve önemli bulgulara ulaşılmıştır.

Umurbey Çayı sedimentlerinde yapılan analiz sonuçlarına göre bütün metaller birbirleriyle ilişkili iken Al, Na ve Co'nun hiçbir parametre ile ilişkisinin olmadığı saptanmıştır. Cu, Pb, Mn, Fe, Cd, Zn ve V elementleri ile birbirleriyle güçlü pozitif korelasyon gösterirken, Tl, Cr, Ni, Mg ve As elementleri ile negatif korelasyon göstermiştir (Şekil 34). Hg elementi Zn ve Cd ile anlamlı korelasyon gösterirken, Co elementi ile negatif bir korelasyon göstermiştir. Sediment ve toprakların tekstür ve organik karbon miktarları bünyelerinde bulunan mineral ve element miktarını etkilemektedir. Organik karbonun koloidal yapısı element ve minerallerin kolaylıkla tutunup taşınmasını sağlamaktadır. Bu sebeple metaller ve TOC'un birbirleriyle olan ilişkisini belirlemek önem arz etmektedir. Analiz sonucunda Umurbey Çayı sedimentlerinin TOC verilerine göre P, CaCO₃ ve TN ile pozitif korelasyon göstermiş, diğer tüm parametreler ile istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon göstermemiştir. TOC ile TN ve P arasında ki ilişki Umurbey Çayı etrafında gerçekleşen tarımsal aktivitelerde kullanılan suni gübrelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. CDP ile CaCO₃ birbirleriyle pozitif korelasyon gösterirken diğer hiçbir element ve parametreler ile anlamlı bir korelasyon göstermemiştir.

Umurbey Lagün Gölü sedimentleri üzerinde yapılan ölçüm ve istatistiksel analizler sonucunda; Cu, Ni, Cd, Tl ve Hg elementleri birbirleriyle güçlü pozitif yönlü korelasyon gösterirken, Zn, Co, Fe, Cr, Na ve As elementleri ise kendi aralarında güçlü pozitif yönlü korelasyon göstermiştir. Ayrıca bu iki grup elementler (Cu, Ni, Cd, Tl, Hg / Zn, Co, Fe, Cr,

Na, As) diğer hiçbir metal ve parametreler korelasyon göstermemiştir (Şekil 35). TOC ile Hg ve P pozitif yönlü korelasyon gösterirken diğer bütün metal ve parametreler ile anlamlı bir korelasyon göstermemiştir. Cu, Pb, Ni, Cd, Hg ve Tl elementleri ile K ve TN elementleri birbirleriyle pozitif yönlü korelasyon göstermiştir. Ayrıca P elementi ile Zn, Na, Mg ve Cd metalleri pozitif yönlü korelasyon göstermiştir.

Spearman analiz sonucuna göre CDP ve CaCO₃ en az korelasyon gösteren parametreler olduğu görülmüştür. CDP ve CaCO₃ diğer bütün parametrelerden kaynak ve taşınım süreçleri bakımından farklı olduğunu göstermektedir.

Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin ekolojik risk seviyesini belirlemeye yönelik yapılan kontaminasyon, zenginleşme ve jeo-akümülyasyon faktörleri hesaplamaları sonucunda Cu, Ni, Cd, Tl ve Cr metallerinin seviyeleri diğer metallere göre daha yüksek seviyede bulunmuştur

	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Mn	Fe	As	Cd	V	Cr	Tl	Al	Mg	Na	Hg	TOC	%CaCO ₃	CDP	P	TN	K	
Pb	0,9643																						
Zn	0,75	0,8571																					
Ni	-0,9643	-0,9286	-0,7857																				
Co	-0,0357	-0,2143	-0,4286	0																			
Mn	0,8214	0,8929	0,9643	-0,8929	-0,2857																		
Fe	0,9643	0,9286	0,7857	-1	0	0,8929																	
As	-0,75	-0,7143	-0,7857	0,8571	-0,1071	-0,8571	-0,8571																
Cd	0,7857	0,8929	0,9643	-0,75	-0,4643	0,8929	0,75	-0,6786															
V	0,9643	0,9286	0,7857	-1	0	0,8929	1	-0,8571	0,75														
Cr	-0,8214	-0,8929	-0,9643	0,8929	0,2857	-1	-0,8929	0,8571	-0,8929	-0,8929													
Tl	-0,8982	-0,8233	-0,6736	0,8982	-0,1684	-0,7485	-0,8982	0,7672	-0,6736	-0,8982	0,7485												
Al	-0,1071	-0,3214	-0,6071	0,0714	0,4286	-0,4286	-0,0714	0,1786	-0,6429	-0,0714	0,4286	0,1123											
Mg	-0,7857	-0,8571	-0,9286	0,8571	0,1429	-0,9643	-0,8571	0,8929	-0,8571	-0,8571	0,9643	0,6923	0,4643										
Na	0,4643	0,3929	0,3214	-0,3929	-0,5	0,2857	0,3929	-0,2143	0,3929	0,3929	-0,2857	-0,3742	0,2143	-0,1071									
Hg	0,6071	0,75	0,8214	-0,5357	-0,7857	0,7143	0,5357	-0,3571	0,8929	0,5357	-0,7143	-0,4117	-0,5714	-0,6071	0,5714								
TOC	-0,4643	-0,3571	-0,2857	0,5714	-0,5357	-0,4286	-0,5714	0,5714	-0,1786	-0,5714	0,4286	0,7672	-0,0714	0,3929	0,0714	0,1429							
%CaCO₃	-0,6071	-0,5714	-0,3571	0,6429	-0,3929	-0,5	-0,6429	0,4286	-0,3214	-0,6429	0,5	0,7672	0,0714	0,4643	0,1429	-0,0714	0,8571						
CDP	-0,5	-0,5357	-0,3929	0,5714	-0,1429	-0,5357	-0,5714	0,3214	-0,3214	-0,5714	0,5357	0,5988	0,1429	0,4643	0,1786	-0,1786	0,7143	0,9286					
P	-0,5225	-0,4324	-0,3604	0,6307	-0,6126	-0,5045	-0,6307	0,6847	-0,2523	-0,6307	0,5045	0,7647	0,018	0,5406	0,2162	0,1441	0,955	0,8469	0,6847				
TN	-0,1429	-0,0714	-0,1429	0,3571	-0,5714	-0,3214	-0,3571	0,5357	0,0714	-0,3571	0,3214	0,393	-0,1429	0,3571	0,3929	0,3929	0,8214	0,6071	0,5714	0,8469			
K	-0,8214	-0,7857	-0,6429	0,8571	-0,3571	-0,75	-0,8571	0,7857	-0,6071	-0,8571	0,75	0,8982	0,2143	0,7857	0,0357	-0,25	0,7857	0,8571	0,7143	0,8829	0,5714		

Şekil 34. Umurbey çayı sedimentlerinin değişkenler arası spearman korelasyonu

Koyu siyah değerler: Korelasyon 0.1 düzeyinde anlamlıdır.

Böylelikle Cu, Ni, Cd, Tl, ve Cr metallerinde antropojenik etkinin olduğu düşünülmektedir. Umurbey Ovası tarım topraklarından alınan örnekler üzerinde yapılan istatistiksel analiz ve ölçümler sonucunda bazı metaller birbirleriyle güçlü pozitif yönlü korelasyon göstermiştir (Şekil 36). Pb, Zn, Co, Mn, Fe, V ve Cd metalleri birbirleriyle güçlü pozitif yönlü korelasyon göstermiştir. Pb, Zn, Co, Mn, Fe, V ve Cd metalleri ile Ni, As ve Cr metalleri birbirleriyle ters ilişki göstermiştir. Bir başka deyişle Pb, Zn, Mn, Fe, V ve Cd metalleri ile Ni, As ve Cr metallerinin kaynaklarının farklı olduğu görülmüştür.

Siyah değerler: Korelasyon yoktur.

	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Mn	Fe	As	Cd	V	Cr	Tl	Al	Na	Mg	Hg	TOC	%CaCO ₃	TN	CDP	K	P	
Pb	0,6154																						
Zn	0,5385	0,3566																					
Ni	0,958	0,6713	0,6853																				
Co	0,3152	0,2662	0,8476	0,4694																			
Mn	0,0629	0,1538	0,1049	0	-0,049																		
Fe	0,3147	0,2937	0,8322	0,4755	0,9877	-0,0699																	
As	0,2837	0,0245	0,5569	0,3152	0,714	0,056	0,725																
Cd	0,7972	0,3706	0,5035	0,6923	0,2312	0,5035	0,2098	0,3187															
V	-0,1761	0,0211	0,4366	-0,0352	0,6667	-0,1056	0,7254	0,6561	-0,1338														
Cr	0,4266	0,3776	0,9371	0,6084	0,9002	0,014	0,9021	0,662	0,2797	0,5634													
Tl	0,9244	0,5765	0,4253	0,8471	0,1144	0,1195	0,0879	0,0405	0,7838	-0,4106	0,2636												
Al	0,6305	0,5114	0,1821	0,6585	0,2421	-0,4063	0,2172	0,1386	0,1261	-0,2011	0,2627	0,5018											
Na	0,5874	0,1678	0,8042	0,6154	0,6025	0,2867	0,6084	0,6655	0,7063	0,3028	0,6993	0,4253	0,056										
Mg	0,7063	0,7413	0,4825	0,7273	0,2067	0,2517	0,1958	-0,1997	0,5804	-0,3451	0,3427	0,8014	0,3328	0,3217									
Hg	0,8035	0,4281	0,6947	0,7965	0,3269	0,1895	0,3228	0,3392	0,7684	-0,1201	0,5614	0,8148	0,246	0,786	0,6737								
TOC	0,613	0,2942	0,3538	0,5324	-0,0684	0,0806	-0,0385	0,1035	0,655	-0,1199	0,1786	0,6937	-0,0158	0,5324	0,4518	0,8067							
%CaCO ₃	-0,0909	0,1678	-0,1189	-0,1259	-0,2977	0,7622	-0,3427	-0,4063	0,1958	-0,5071	-0,1958	0,1371	-0,3257	-0,1259	0,4196	0,0877	-0,0525						
TN	0,7762	0,4825	0,5944	0,7413	0,2347	0,5175	0,2308	0,2977	0,9371	-0,0704	0,3986	0,7522	0,1156	0,7483	0,6224	0,8421	0,7215	0,2378					
CDP	0,5429	-0,0175	-0,028	0,4413	-0,3123	-0,2137	-0,3222	-0,1754	0,4133	-0,6561	-0,1821	0,6426	0,3158	0,1541	0,3538	0,5413	0,5298	0,0175	0,3783				
K	0,8889	0,7619	0,3669	0,8819	0,2226	-0,1235	0,2187	0,1873	0,5221	-0,2096	0,3563	0,8262	0,8339	0,3034	0,6349	0,6319	0,4523	-0,1199	0,5609	0,4647			
P	0,676	0,4729	0,704	0,69	0,2947	0,3748	0,2942	0,1474	0,8056	-0,0423	0,4869	0,7254	-0,0175	0,7285	0,7461	0,8893	0,7877	0,2487	0,9002	0,3579	0,4488		

Şekil 35. Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin değişkenler arası spearman korelasyonu

Koyu siyah değerler: Korelasyon 0.1 düzeyinde anlamlıdır.

Siyah değerler: Korelasyon yoktur.

TOC, P ve TN parametreleri ile Hg ve Tl metalleri analiz sürecinde hiç bir parametre ile korelasyon göstermemiştir. CaCO₃ parametresi sadece As metali ile güçlü pozitif yönlü anlamlı bir korelasyon gösterirken, V, Cd, Na, Fe, Co negatif yönlü bir korelasyon göstermiştir. Yapılan zenginleşme, kontaminasyon faktörü ve jeo-akümüasyon indeks verilerine göre Cu, Zn, Cd, Ni ve As metalleri yüksek seviyede bulunmuş ve

ekolojik açıdan risk teşkil ettiği anlaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar Cu, Zn, Cd, Ni ve As metalllerinde antropojenik etkinin olduğu düşünülmektedir.

	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Mn	Fe	As	Cd	V	Na	Mg	Cr	Tl	Al	Hg	TOC	%CaCO ₃	TN	K	P	
Pb	0,3187																					
Zn	0,4505	0,9451																				
Ni	-0,3549	-0,6823	-0,685																			
Co	0,2916	0,685	0,7538	-0,3623																		
Mn	0,6264	0,7637	0,8022	-0,6823	0,7978																	
Fe	0,2527	0,7857	0,7967	-0,7263	0,8061	0,7418																
As	-0,0934	-0,7088	-0,7747	0,63	-0,5777	-0,4286	-0,8297															
Cd	0,5214	0,8331	0,8883	-0,6036	0,8812	0,9324	0,8055	-0,5766														
V	0,2999	0,7895	0,7895	-0,7741	0,7603	0,7538	0,9876	-0,8088	0,8108													
Na	0,2424	0,7163	0,7383	-0,8	0,5352	0,6501	0,7906	-0,73	0,7441	0,8414												
Mg	-0,2999	-0,1981	-0,3549	0,4766	-0,427	-0,5199	-0,4594	0,2916	-0,5635	-0,4986	-0,6841											
Cr	-0,2452	-0,6006	-0,6116	0,9324	-0,389	-0,6639	-0,6832	0,5399	-0,603	-0,7283	-0,8522	0,5876										
Tl	0,1107	0,249	0,3043	0,3186	0,4488	0,1024	0,1687	-0,2407	0,3514	0,1316	-0,0458	0,0471	0,43									
Al	0,066	0,7455	0,718	-0,2163	0,8526	0,6052	0,7043	-0,5722	0,7155	0,6446	0,4317	-0,1488	-0,2028	0,4418								
Hg	0,3619	0,4237	0,3563	-0,3231	0,2023	0,4629	0,1824	0,0309	0,3184	0,177	-0,0717	0,0787	-0,0942	0,1229	0,2332							
TOC	-0,4766	-0,1598	-0,1736	-0,1752	-0,3076	-0,3664	0,022	-0,2369	-0,3734	-0,0262	-0,1174	0,149	-0,0331	-0,1456	-0,2828	0,1168						
%CaCO₃	-0,1953	-0,6437	-0,685	0,5923	-0,741	-0,6135	-0,9243	0,8088	-0,732	-0,9201	-0,8331	0,5372	0,6248	-0,1496	-0,6556	0,1573	0,1117					
TN	-0,1273	0,0083	-0,0747	0,0429	-0,1787	-0,3181	0,0968	-0,2462	-0,1931	0,1427	-0,0222	0,169	0,2732	0,3663	-0,0374	0,0946	0,3301	-0,0526				
K	0	-0,0609	-0,0968	0,4875	-0,2244	-0,3292	-0,3569	0,1217	-0,225	-0,385	-0,4369	0,4765	0,6574	0,6017	-0,0499	0,1907	0,1068	0,4377	0,3955			
P	0,1926	0,0248	0,0275	-0,0055	-0,4174	-0,1183	-0,4292	0,1431	-0,2334	-0,4298	-0,2979	0,4656	0,1338	-0,0997	-0,3278	0,302	0,1641	0,5661	-0,1662	0,5125		

Şekil 36. Umurbey ovası tarım topraklarının değişkenler arası spearman korelasyonu.

Koyu siyah değerler: Korelasyon 0.1 düzeyinde anlamlıdır.

Siyah değerler: Korelasyon yoktur.

Temel Bileşenler Analizi.

Araştırma kapsamında potansiyel risk faktörlerinin birkaç grupta toplanıp değerlendirilmesi için temel bileşenler analizi yapılmıştır. Umurbey Çayı sedimentlerinden alınan örneklerin temel bileşenler analizi tablo 12'de verilmiştir. Umurbey Çayı sediment örneklerinin yapılan istatistiksel analiz kapsamında 4 adet compenent belirlenmiştir. Bu compenentlar toplam değişimin %97,3'ünü açıklamaktadır. İlk compenent Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, As, Cd, V, Cr, Tl, Mg, Hg metalleri ve K parametresinden oluşmakta olup, değişimin %59,7'sini açıklamaktadır. Compenant 1'de yer alan metal ve parametreler içerisinde Ni, Cr, As, Mg, K ve Tl metalleri eksi yüklü çıktığı saptanmıştır. Bu durum compenant 1'de yer alan diğer metaller ile kaynak ve taşınım süreçleri bakımında farklı olduğu anlamına gelmektedir. Spearman analizi (Şekil

34) sonuçlarında kaynak ve taşınma süreçleri bakımından benzerlik göstermiş ve ayrıca ekolojik risk indeksi hesaplamalarında yüksek seviyede çıkması Cu, Pb, Zn, Mn, Cd, Ni, As, Cr, Tl ve V metallerinin antropojenik kökenli olduğunu kanıtlamıştır. Cu, Pb, Mn, V, Zn, Cd ve Hg metalleri, Umurbey Barajı'nın üst kesiminde yer alan Pb-Zn madeninden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca Ni, Cr, As, Mg ve Tl metalleri P ile aynı compenanda yer almasından dolayı fosfatlı suni gübrelerden geldiği düşünülmektedir. İkinci compenand Co, TOC ve TN' den oluşmaktadır ve toplam değişimin %20,2'sini temsil etmektedir. Bu compenanda TOC ve TN birlikte hareket etmiş ve Co ile ters ilişki göstermiştir. TOC ve TN' nin spearman korelasyon analizinde kaynak ve taşınma süreçleri bakımından benzerlik göstermesi ve Umurbey Irmağı'nın C/N sonuçlarının yüksek seviyede çıkması, Umurbey Irmağı çevresinde bulunan tarım arazilerinde kullanılan suni gübrelerden kaynaklandığını dolaylı olarak antropojenik kökenli olduğunu göstermiştir. Co metali ise spearman korelasyon analizinde hiçbir metal ile korelasyon göstermemesi ve ekolojik risk hesaplamalarında düşük seviyede çıkmasından dolayı litofil bir element olduğu saptanmıştır. Fe, Al, Na ve P elementinden oluşan üçüncü faktör değişimin %10,3'ünü açıklamaktadır. Bu metaller P parametresi ile aynı compenanda yer alması Umurbey Irmağı çevresinde ki tarım topraklarında kullanılan suni gübrelerden kaynaklandığını göstermektedir. Dördüncü ve son compenand Cu, Fe, Al metalleri ile TOC ve CaCO₃ parametrelerinden oluşmakta olup, değişimin %7'sini açıklamaktadır. Bu metallerin bölgede yoğun bir şekilde bulunan meyve bahçelerinde kullanılan fungusitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca Cu metalinin karmaşık bir kaynağının olduğu saptanmıştır.

Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin araştırma kapsamında potansiyel risk faktörlerinin birkaç grupta toplanıp değerlendirilmesi için temel bileşenler analizi yapılmıştır. Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin temel bileşenler analizi tablo 13'de

verilmiştir. Umurbey Çayı sediment örneklerinin yapılan istatistiksel analiz kapsamında 4 adet compenent belirlenmiştir. Bu faktörler toplam değişimin %91,3'ünü açıklamaktadır. Birinci faktör Cu, Zn, Ni, Cd, Tl, Al ve Hg metalleri ile OC, Mg, Na, K, P ve TN parametrelerinden oluşmuş ve değişimin %43,2'sini açıklamaktadır. Yapılan Spearman korelasyon analizi elde edilen sonuçları desteklemektedir. Böylelikle compenent 1'de birlikte hareket eden Cu, Zn, Ni, Cd, Tl, Al ve Hg metallerinin ekolojik risk indeks seviyeleri (Zenginleşme F., Kontaminasyon F. ve Jeo-akümülyasyon İ.) yüksek çıkması ve TOC, K ve P ile aynı compenent da yer almasından dolayı bu metallerin lagün gölü çevresinde yer alan tarım arazilerinde kullanılan suni gübrelerin yağmur sonrasında yüzeysel sular ile göle giriş yaptığı düşünülmektedir. İkinci faktör Co, Fe, V, Zn, As ve Cr metalleri ile CDP parametresinden oluşmakta ve toplam değişimin %21,7'sini açıklamaktadır. Yapılan spearman analizinde bu metaller kaynak ve taşınma süreçleri bakımından benzerlik göstermiştir (Şekil 35).

Tablo 12

Umurbey Çayı Principal Compenant Analizi

	<i>Component</i>	<i>Component</i>	<i>Component</i>	<i>Component</i>
	1	2	3	4
Cu	0,243762	-0,109193	0,11577	0,265958
Pb	0,257847	-0,142734	0,0292407	0,0909893
Zn	0,243298	-0,193441	-0,101324	-0,0269915
Ni	-0,269047	0,0785201	-0,0299768	-0,0726331
Co	-0,0298399	0,437214	0,0608766	0,265356
Mn	0,271011	-0,0622462	-0,0661291	-0,0168214
Fe	0,215632	0,0963623	0,319067	0,27048
As	-0,265204	-0,00325304	0,0739004	-0,127658
Cd	0,202546	-0,298393	-0,15533	-0,0140176
V	0,272148	0,0235962	0,0370223	0,0612426
Cr	-0,272537	0,0610466	0,0103209	-0,0079024
Tl	-0,232636	-0,108213	-0,264117	-0,0408305
Al	-0,104845	0,156783	0,428181	0,448512
Mg	-0,260402	0,0344676	0,158118	0,0726685

Na	-0,085655	-0,307511	0,44312	-0,141754
Hg	0,18956	-0,324911	0,145629	0,0466347
TOC	-0,188641	-0,288684	-0,208235	0,167361
%CaCO ₃	-0,193448	-0,214831	-0,0947929	0,379048
CDP	-0,139465	-0,141437	-0,295351	0,538331
P	-0,122966	-0,263911	0,424838	-0,134672
TN	-0,140402	-0,363796	0,0335324	0,171159
K	-0,241866	-0,193314	0,129519	-0,107342

Üçüncü faktör Al, Na, TN ve P metalinden oluşmaktadır ve değişimin %17,9'unu açıklamaktadır. Bu faktörde Al ve Na azot ve fosfatlı gübrelerle ilişkili çıkmıştır. Dördüncü ve son faktör Pb, Mn, Mg ve CaCO₃'dan oluşmaktadır ve değişimin %8,3'ünü açıklamaktadır. Mn metalinin istasyonlara göre dağılımına bakıldığında en yüksek Mn seviyeleri lagün gölünün batı kesiminde olduğu belirlenmiştir.

Umurbey Ovası tarım topraklarının temel bileşenler analizi tablo 14'te verilmiştir. Analiz kapsamında Umurbey Ovası tarım topraklarının 5 adet compenant belirlenmiştir. Bu compenantlar toplam değişimin %88,4'ünü açıklamaktadır. Birinci compenant Pb, Zn, Co, Mn, Fe, Cd, V, Na ve Al metallerinden oluşmaktadır ve toplam değişimin %45,6'sını açıklamaktadır. Temel bileşenler analizinde bu metaller güçlü pozitif yönlü korelasyon göstermiştir (Şekil 36). Ancak yapılan bütün ekolojik risk indeks hesaplamalarında Cd metali, çok yüksek seviyede olduğu belirlenmiş ve potansiyel ekolojik risk hesaplamalarında araştırmaya konu olan metaller arasında önemli potansiyel ekolojik risk seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Umurbey Ovası tarım toprakları Umurbey çayı suları ile sulanmaktadır. Bu nedenle Umurbey Çayı sedimentlerinde korelasyon (Şekil 33) ve birliktelik (Tablo 12) gösteren metaller Umurbey Ovası tarım topraklarında da bulunmuştur. Böylece Pb, Zn, Co, Fe, V, Al, Na, Mn ve Cd metallerinin muhtemel kaynağı Umurbey Barajı'nın üst kesiminde yer alan Pb-Zn madeni olduğu düşünülmektedir. İkinci

compenant Ni, Co, Mg, Cr, Al ve Tl metallere oluşmaktadır ve değişimin %16,9'unu açıklamaktadır. Spearman analizinde de bu yönde sonuçlar elde edilmiştir ve temel bileşenler analizinde elde edilen bulguları doğrular niteliktedir. İkinci compenanti oluşturan metaller suni gübrelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. nc compenant Cu, Pb, Al, Hg, metalleri ile K ve P parametrelerinden oluşmaktadır ve toplam değişimin %11,3'n açıklamaktadır. Dördüncü compenant Cu, Mn, As ve Cd metalleri ve TOC parametresinden oluşmaktadır ve toplam değişimin %8,7'sini açıklamaktadır.



Tablo 13

Umurbey Lagün Gölü Principal Compenant Analizi

	<i>Component</i>	<i>Component</i>	<i>Component</i>	<i>Component</i>
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Cu	0,284283	-0,0785954	-0,186024	-0,119331
Pb	0,176571	-0,00383828	-0,226385	0,382856
Zn	0,243582	0,285453	-0,00835849	0,0980092
Ni	0,287725	0,044627	-0,199369	-0,0158722
Co	0,117292	0,412389	-0,0136304	0,0780341
Mn	0,0502342	-0,0546881	0,299155	0,512351
Fe	0,0565097	0,421012	0,146538	0,0626324
As	0,149901	0,243093	-0,000385638	-0,20937
Cd	0,270145	-0,0956748	0,219602	-0,0780743
V	0,0259826	0,404202	0,21041	0,0228866
Cr	0,185589	0,353737	-0,0554748	0,112267
Tl	0,26794	-0,153209	-0,169701	-0,0122006
Al	0,134927	0,00245954	-0,450196	0,0401605
Na	0,247892	0,0860597	0,190464	-0,197592
Mg	0,254597	-0,112458	-0,105326	0,33797
Hg	0,3029	-0,063029	0,108943	-0,069011
TOC	0,260443	-0,125678	0,20937	-0,169631
%CaCO₃	-0,000181434	-0,199873	0,235559	0,505253
TN	0,257966	-0,148824	0,238121	-0,0962226
CDP	0,197422	-0,269406	0,129025	-0,181567
K	0,201895	-0,0540714	-0,383402	0,078961
P	0,271509	-0,0486579	0,239199	<u>0,0380025</u>

Beşinci compenant Cu, Mg ve Tl metalleri ile TN parametresinden oluşmaktadır ve toplam değişimin %5,6'sını açıklamaktadır. Compenant 3, 4 ve 5'te Cu metalinin birçok metal ve parametreler ile birliktelik göstermiştir. Bu durum Cu metalinin kaynağının birden çok olmasından kaynaklanmaktadır. Umurbey Ovası'nda yer alan şeftali bahçelerinde bordo bulamacı adı verilen fungusit yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Topraklarda belirlenen Cu metalinin en önemli kaynağının bordo bulamacı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 14

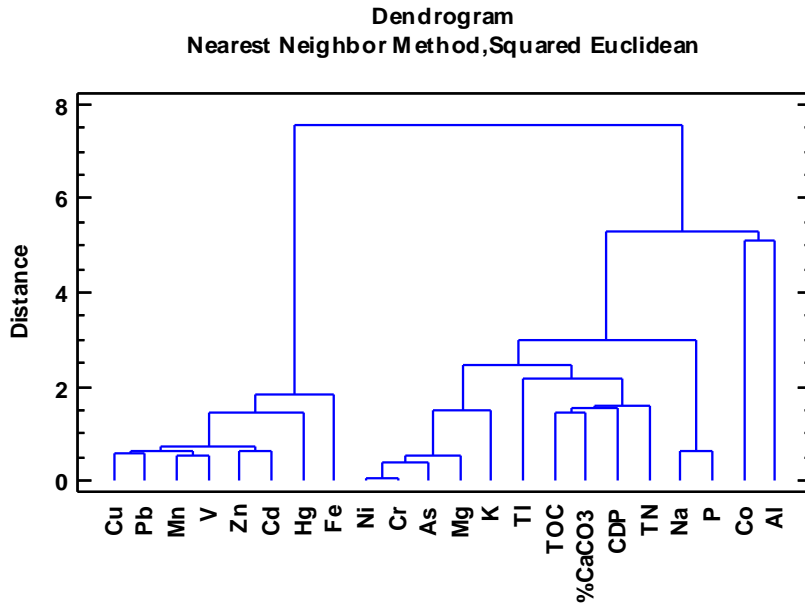
Umurbey Ovası Tarım Toprakları Principal Component Analizi

	<i>Component</i>	<i>Component</i>	<i>Component</i>	<i>Component</i>	<i>Component</i>
	1	2	3	4	5
Cu	0,00666269	-0,0346258	0,199831	-0,475096	0,36061
Pb	0,278082	0,0573743	0,288331	0,0527727	-0,0384341
Zn	0,301315	0,0652182	0,189085	-0,0322769	-0,0606093
Ni	-0,193601	0,408265	-0,0913913	-0,0882724	-0,0566048
Co	0,284692	0,22837	-0,06528	-0,0725459	0,0163861
Mn	0,275458	-0,0857489	0,107516	-0,264478	-0,125265
Fe	0,304712	0,139755	-0,0844361	0,0817883	0,0186615
As	-0,284638	-0,0799035	-0,0601557	-0,271103	-0,0302135
Cd	0,286998	0,00585629	0,00231833	-0,255991	-0,0986189
V	0,312568	-0,0174031	-0,0894374	0,096723	0,0949513
Na	0,277422	-0,191888	-0,169245	0,0611488	0,130179
Mg	-0,0526108	0,333242	-0,110728	0,143955	-0,446414
Cr	-0,164831	0,445193	-0,0654144	-0,00976341	-0,0161525
Tl	-0,0023025	0,436302	0,0475564	-0,100286	0,338782
Al	0,255247	0,303825	0,0324004	0,0317045	-0,10047
Hg	0,0802127	-0,0112157	0,417937	-0,139343	-0,0579697
TOC	-0,0413169	-0,0773369	0,229645	0,548989	-0,0749534
%CaCO₃	-0,287291	-0,0871678	0,107979	-0,140665	0,0612082
TN	0,0475471	0,0117697	-0,174566	0,338628	0,637009
K	-0,0956015	0,296684	0,43934	0,088193	0,247642
P	-0,0967384	-0,0906333	0,535909	0,183633	-0,0667171

Kümelenme (Cluster) Analizi.

Araştırma sürecinde incelenen metaller ve parametrelerin kaynak ve taşınım süreçlerinin belirlenebilmesi için kümelenme analizi gerçekleştirilmiştir. Umurbey Çayı'nda Cu, Pb, Mn, V, Zn, Cd, Hg ve Fe kaynak ve taşınım bakımından ortak olduğu görülmüştür (Şekil 37). Bu metallerin Umurbey barajının üst kesiminde yer alan Pb-Zn madeninden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ni, Cr, As, Mg, K ve Tl'nin ortak bir kaynaktan geldiği saptanmıştır. Bu grupta yer alan metal ve parametrelerin Umurbey

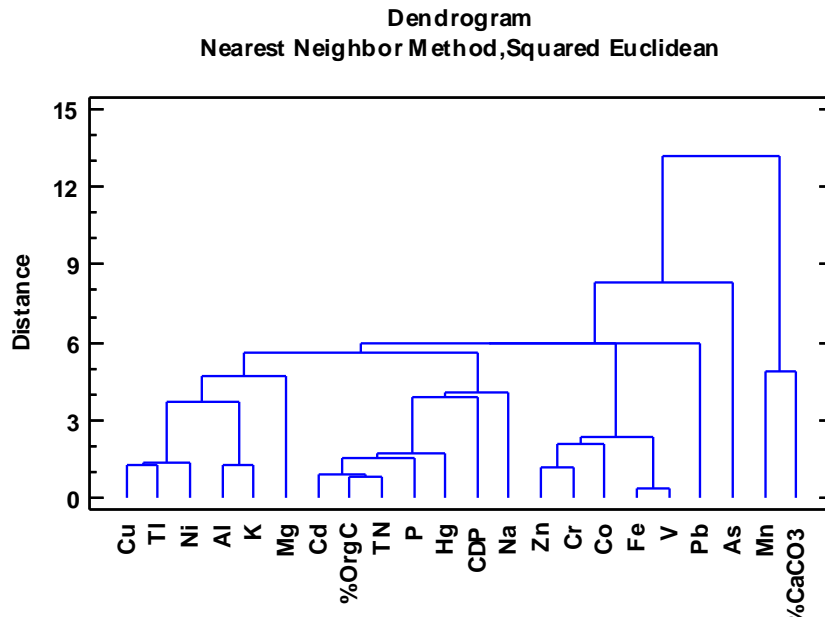
Çayı'nın etrafında yer alan tarımsal arazilerde kullanılan suni gübrelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Spearman korelasyon analizinde TOC, CDP, TN ve CaCO₃ birbirleriyle pozitif korelasyon olduğu görülmüştür (Şekil 34). Yapılan kümelendirme analizi sonucunda kaynak ve taşınma süreçleri bakımında ortak olduğu bulunmuştur. Böylece CaCO₃'ün litojenik kökenli olduğunu desteklemiştir. Co ve Al ise birliktelik gösterdiği ve litofil elementler olduğu bulunmuştur.



Şekil 37. Umurbey çayı cluster analiz grafiği

Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinde yer alan metal ve parametrelerin kaynak ve taşınım süreçlerini belirlemek için kümelendirme analizi yapılmıştır. Analiz Sonucunda Cu, Tl, Ni, Al ve K parametresinin kaynak ve taşınım süreçleri bakımından ortak olduğu bulunmuştur (Şekil 38). Cd ve Hg metalleri ve CDP, TOC, TN, P ve Na parametreleri ise kaynak bakımından ortak olduğu saptanmıştır. Bu iki grupta yer alan metallerin lagün gölünün çevresindeki tarım arazilerinde kullanılan azot, fosfat ve potasyumlu gübrelerden yağmur sonrasında oluşan yüzeysel sular ile göle giriş yaptığı düşünülmektedir. Zn, Cr,

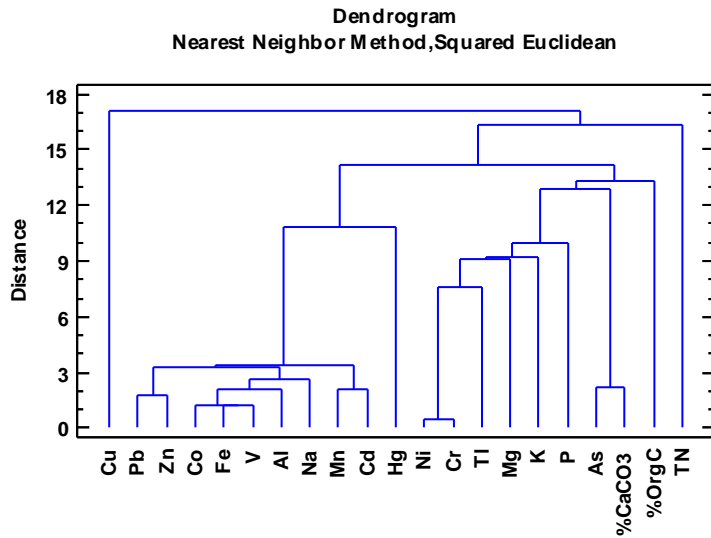
Co, Fe, V, Pb, As ve Mn metalleri yapılan kümelenme analizi sonuçlarında kaynak bakımından ortak olduğu bulunmuştur (Şekil 38). Bu metallerin ise litofil kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu metaller Spearman korelasyon analizi ve Principal Component analizinde korelasyon ve birliktelik göstermiştir. Böylece sonuçların birbirlerini doğrular nitelikte olduğu görülmüştür.



Şekil 38. Umurbey lagün gölü cluster analiz grafiği

Umurbey Ovası tarım topraklarının içeriğinde yer alan metal ve parametreler kaynak ve taşınım süreçlerini belirlemek için kümelenme analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda Pb, Zn, Co, Fe, V, Al, Na, Mn ve Cd kaynak ve taşınım süreçleri bakımından ortak olduğu bulunmuştur (Şekil 39). Umurbey Ovası tarım toprakları Umurbey çayı suları ile sulanmaktadır. Bu nedenle Umurbey çayı sedimentlerinde bulunan metaller Umurbey Ovası tarım topraklarında da bulunmuştur. Böylece Pb, Zn, Co, Fe, V, Al, Na, Mn, Hg ve Cd metallerinin muhtemel kaynağı Umurbey barajının üst kesiminde yer alan Pb-Zn madeni olduğu düşünülmektedir. Elde edilen bu sonuç yapılan Spearman korelasyon

analizi sonuçları ile birbirini desteklemektedir (Şekil 36). Ni, Cr, Tl, Mg, K, P, As, TOC ve TN kaynak ve taşınım bakımından ortak olduğu belirlenmiştir. Bu metal ve parametrelerin muhtemel kaynaklarının tarımsal süreçlerde kullanılan suni gübreler olduğu düşünülmektedir. Cu metali Principal compenant analizine göre birden çok metal ve parametre ile birliktelik göstermiştir. Ancak Cu metalinin en önemli kaynağı meyve bahçelerinde kullanılan bordo bulamacı olduğu düşünülmektedir. Kümelene analizi sonuçları Principal compenant analizi sonuçlarını doğrular niteliktedir.



Şekil 39. Umurbey Ovası tarım toprakları cluster analiz grafiği

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Veriler

Bu alt probleme karşılık olarak yapılandırılmış görüşme formunda yer alan “İz elementler ve ekolojik riskler hakkında hangi bilgilere sahipsiniz” sorusu Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerine sorulmuştur. Öğretmenlerin verdikleri cevaplar incelendiğinde büyük çoğunluğunun sağlık açısından önemli olduğu, bir coğrafya öğretmenin fikrinin olmadığı, iki coğrafya öğretmenin ağır metallerin türlerini

bildikleri ve bir coğrafya öğretmeninin ise muhtemel kaynaklarının neler olabileceği görüşünü bildirmişlerdir.

Tablo 15

İkinci Alt Probleme İlişkin İstatistikler

Öğretmen Görüşleri	Öğretmenler	Frekans (f)	Yüzde (%)
Fikrim Yok	CÖ1	1	%11,1
Sağlık Açısından Önemli	CÖ5, CÖ6, CÖ7, CÖ8, CÖ9	5	%55,5
Ağır Metallerin Türleri	CÖ2, CÖ4	2	%22,2
Ağır Metallerin Muhtemel Kaynakları	CÖ3	1	%11,1

“ Hiçbir bilgim yok ” (CÖ1)

“Eksikliğinin hastalıklara yol açtığını ve gübre kullanımında kullanıldığını biliyorum”.(CÖ3)

“Çinko, demir, krom gibi insan vücudunda da bulunan elementlerdir”. (CÖ4)

“İz elementler sağlığımız için gerekli elementlerdir. Az ya da fazla olması bir takım rahatsızlıklara sebep olabilir”.(CÖ6)

“İnsan vücudunda az miktarda bulunan ve hücrelerin işlevlerinde kullanılan metallerdir. Demir, çinko gibi. Eksiklikleri durumunda sağlık sorunlarına neden olmaktadır”. (CÖ7)

Coğrafya öğretmenlerinin görüşme formunda yer alan soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde genellikle ağır metaller sağlığımız açısından önemli olduğunu, vücutta ki seviyelerine göre sağlık problemlerine sebebiyet verdiğini ve türlerinin neler olduğunu dile getirmişlerdir. Ayrıca bir coğrafya öğretmeninin hiç bilgisi olmadığı ve bazı coğrafya öğretmenlerinin ise tarımsal süreçlerde kullanıldığını ifade etmiştir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Veriler

Bu alt probleme karşılık olarak yapılandırılmış görüşme formunda yer alan “Sizce metallerin insan sağlığına yararları ve zararları var mıdır?” sorusu Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerine sorulmuştur. Araştırmaya katılan öğretmenlerin sorulan soruya karşılık büyük çoğunluğu “hem yararlı hem de zararlı” cevapları verirken, üç öğretmen “ağır metallerin zararları olduğu” bir öğretmen ise “ağır metallerin yararları olduğu” şeklinde cevaplar vermiştir.

Tablo 16

Üçüncü Alt Probleme İlişkin İstatistikler

Öğretmen Görüşleri	Öğretmenler	Frekans (f)	Yüzde (%)
Ağır metallerin yararları vardır.	CÖ4	1	%11,1
Ağır metallerin zararları vardır.	CÖ1, CÖ2, CÖ8	3	%33,3
Ağır metallerin hem yararları hem zararları vardır.	CÖ3, CÖ5, CÖ6, CÖ7, CÖ9	5	%55,5

“Bazı metaller yeterli miktardaysa insan sağlığı için yararlıdır. Ancak miktar artığında sağlığa zarar verip ölümlere neden olabilir.” (CÖ5)

“Toprak, su, havada bulunabilen ağır metaller insan vücuduna alınırsa fazlası hastalık yapabilir hatta ölümcül olabilir diye biliyorum. Belli bir miktarın altında bazı metaller de çinko, selenyum gibi vücudun işleyişinde önemli.” (CÖ7)

“Her şeyin azı karar çoğu zarar. Bu elementler vücutta tabii ki belli oranda olmalı ama fazla miktarda vücuda girdiğinde hastalık ve hatta ölüm nedeni olabilir.” (CÖ6)

*“Canlılar için gereklidir. Bu yüzden belirli seviyeye kadar yararlıdır.
Belirli seviyeden sonra zararlıdır.” (CÖ9)*

Araştırmaya katılan coğrafya öğretmenlerinin kısmen yarısı ağır metallerin insan vücudu için belirli seviyelere kadar yararlı, kabul edilebilir seviyeleri geçtikten sonra zararlı ve ölümcül olabileceklerini dile getirmişlerdir. Araştırmaya katılan üç öğretmen, ağır metallerin insan sağlığına direkt zararlı olduğu bir öğretmen ise sadece yararlı olduğunu dile getirmiş ve bu konuda bilgi eksiklikleri olduğu belirlenmiştir.

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Veriler

Bu alt probleme karşılık olarak yapılandırılmış görüşme formunda yer alan “Sizce orta öğretim coğrafya ders kitaplarında yer alan çevre ünitelerini metal kirliliği konusunda yeterli buluyor musunuz? Bulmuyorsanız önerileriniz nelerdir?” sorusu Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerine sorulmuştur. Coğrafya öğretmenleri genellikle “yeterli bulmuyorum” şeklinde cevaplar vermiştir. Araştırmaya katılan öğretmenlerden iki tanesi ise yeterli bulduğunu belirtmiştir.

Tablo 17

Dördüncü Alt Probleme Ait İstatistikler

Öğretmen Görüşleri	Öğretmenler	Frekans (f)	Yüzde (%)
Coğrafya Ders Kitaplarını yeterli buluyorum.	CÖ2, CÖ4	2	%18
Coğrafya ders kitaplarını yeterli bulmuyorum.	CÖ1, CÖ3, CÖ5, CÖ6, CÖ7, CÖ8, CÖ9	7	%82

“Genel çevre kirliliği nedenleri ve sonuçları şeklinde konularımız var ama çok ayrıntılı bahsetmiyoruz . Yeterli değil tabi. Benim ilk göreve başladığım yıllarda coğrafya bilimini alt dallarını ayrı dersler şeklinde ayrıntılı inceleyebiliyor ve aslında daha kapsamlı bir öğretim sağlayabiliyorduk. Sonra bütün konuları tek coğrafya başlığı altına toplandılar ve birçok konu daha yüzeysel işlenmeye başlandı. Eskiden olduğu gibi olmasını çok isterdim. Öğrenciler açısından aradaki farkı görmüş biri olarak söylüyorum.” (CÖ6)

“Hayır. Kitapların yeniden yazılması ve müfredatın yeniden gözden geçirilmesi gerekir.” (CÖ1)

“Yeterli bulmuyorum. Daha açıklayıcı ve günlük hayattan örneklerle anlatılabilir.” (CÖ3)

“Hayır, yeterli değil. Maalesef çevre üniteleri ders kitabının en son ünitesidir, genellikle vakit kalmadığı için konular yetiştirilemez diye bu konular daha genel geçilir. Bence çevre ve kirlilik, çevre duyarlılığı ilgili diğer konuların içine de serpiştirilebilir. Dünyada ya da ülkemizden çarpıcı örneklerle ve içerikle konuya daha fazla dikkat çekilebilir”. (CÖ8)

Yukarıda verilen ifadelerden anlaşılacağı üzere araştırmaya katılan coğrafya öğretmenleri orta öğretim ders kitaplarının ağır metaller konusunda yeterli bulmadıklarını dile getirmişlerdir.

“Orta öğretim coğrafya ders kitaplarında yer alan çevre ünitelerini metal kirliliği konusu yeterli diyebiliriz.” (CÖ4)

“Evet, yeterli buluyorum” (CÖ2)

Araştırmaya katılan 2 coğrafya öğretmeni orta öğretim coğrafya ders kitaplarının ağır metaller konusu üzerine yeterli bulduğunu ifade etmiştir.

Bu alt probleme karşılık olarak yapılandırılmış görüşme formunda yer alan “Coğrafya derslerinizde metaller konusuna yeterince değinebiliyor musunuz?” sorusu Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerine sorulmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda coğrafya öğretmenlerinin geneli “ders kitaplarının belirli ünitelerinde çok az değinebiliyorum” şeklinde cevaplar vermişlerdir. Ancak araştırmaya katılan iki öğretmen “değinemiyorum” ve bir tanesi ise “değinebiliyorum” şeklinde cevaplar vermişlerdir.

Tablo 18

Dördüncü Alt Probleme Ait İstatistikler

Öğretmen Görüşleri	Öğretmenler	Frekans (f)	Yüzde (%)
Değinebiliyorum	CÖ2	1	%11,1
Değinemiyorum	CÖ1, CÖ8	2	%22,2
Belirli Ünitelerde Çok Az Değinebiliyorum	CÖ3, CÖ4, CÖ5, CÖ6, CÖ7, CÖ9	6	%66,6

“Müfredat dahilinde metaller ve etkilerini derslerde bahsediyoruz” (CÖ5)

“Sadece iç kuvvetler konusunda kayaçları anlatırken ve çevre ve toplum ünitesinde çok az değiniyorum” (CÖ3)

“Aslında madenler konusunda kullandıkları alanlar ve çıkarıldıkları yerler şeklinde bahsediyoruz haritalarda gösteriyoruz ama müfredat gereği çok uzun zaman ayıramıyoruz.” (CÖ6)

“Çevre ve toplum konularımızda metaller konusuna değinmeye çalışıyoruz.” (CÖ4)

Yukarıda yer alan ifadelerden anlaşılacağı üzere araştırmaya katılan Coğrafya öğretmenlerinin derslerinde ağır metaller konusuna müfredat dâhilinde belirli ünitelerde

değinebildiklerini ancak çok kısa değindiklerini dile getirmişlerdir. Araştırmaya katılan iki öğretmenin derslerinde yeterince ağır metaller konusuna değinemediği ve bir öğretmenin sorulan soruya karşılık *“Hayır değinemiyorum. bu konunun müfredatta yeterince yer aldığı düşünmüyorum.”* şeklinde cevap vermiştir. Ayrıca araştırmaya katılan bir öğretmen ise ağır metaller konusuna derslerinde yeterince değinebildiğini dile getirmiştir.

4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Veriler

Bu alt probleme karşılık olarak yapılandırılmış görüşme formunda yer alan *“Sizce üniversite eğitiminiz boyunca metaller hakkında yeterli eğitim aldınız mı?”* soruları Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerine sorulmuştur. Araştırmaya katılan coğrafya öğretmenleri genellikle *“hayır yeterli eğitim almadım”* şeklinde cevaplar vermiştir. Araştırmaya katılan öğretmenlerden bir tanesi ise *“yeterli eğitim aldım”* şeklinde cevap belirtmiştir.

Tablo 19

Beşinci Alt Probleme İlişkin İstatistikler

Öğretmen Görüşleri	Öğretmenler	Frekans (f)	Yüzde (%)
Yeterli Eğitim Aldım.	CÖ2	1	%11,1
Yeterli Eğitim Almadım.	CÖ1, CÖ3, CÖ4, CÖ5, CÖ6, CÖ7, CÖ8, CÖ9	8	%88,9

“Çok yeterli bir eğitim almadım.” (CÖ3)

“Hatırladığım kadarıyla üzerinde çok durulan bir konu değildi. (14yıl önceki üniversite eğitimimden bahsediyorum)” (CÖ6)

“Çok fazla yeterli bilgi verildiğini söylemem.” (CÖ4)

“Yeterliyi bırakın hiç eğitim almadım” (CÖ7)

Araştırmaya katılan öğretmenlerinin büyük bir geneli eğitim almadıklarını yukarıda olduğu gibi söylemişlerdir. Ancak araştırmaya katılan bir öğretmen “yeterli eğitim aldım” şeklinde cevap vermiştir.

4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Veriler

Bu alt probleme karşılık olarak yapılandırılmış görüşme formunda yer alan “Sizce metallerin muhtemel kaynaklarını neler olabilir?” sorusuna Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerine sorulmuştur. Alınan cevaplara göre öğretmenlerin büyük çoğunluğunun metallerin muhtemel kaynaklarının neler olduğunu bildikleri saptanmıştır. Görüşme formu uygulanan öğretmenlerden sadece bir tanesi ağır metallerin muhtemel kaynaklarının neler olduğu bilmediğini dile getirmiştir.

Tablo 20

Altıncı Alt Probleme İlişkin İstatistikler

Öğretmen Görüşleri	Öğretmenler	Frekans (f)	Yüzde (%)
Metallerin Muhtemel Kaynaklarını Bilenler.	CÖ2,CÖ3,CÖ4, CÖ5, CÖ6, CÖ7, CÖ8, CÖ9	8	%88,9
Metallerin Muhtemel Kaynaklarını Bilmeyenler.	CÖ1	1	%11,1

“Tarımsal üretimde kullanılan yabancı ot ile mücadele ilaçları, zararlı böcekler ile mücadele ilaçları ve gübreleme metallerin muhtemel kaynaklarıdır.” (CÖ2)

“... Ağır metaller doğaya atıldığında, suları, tarım topraklarını zehirlediği gibi sonunda canlı sağlığına da zarar vermekte. Tarımda kullanılan gübreler ve böcek ilaçları, mutfakta kullandığımız pişirme ürünler, kozmetik ürünleri, sanayi atıkları... Bunun gibi hayatımızın birçok alanında metallere maruz kalıyoruz.” (CÖ5)

“... Demir bir göktaşının Dünya ya çarpması ve içine yerleşmesi sonucunda sonradan element listesine eklenmiş oldu.günümüzde ağır metal olarak kabul edilen bu elementler yaşamımızın birçok alanında karşımıza çıkmakta bizler de unlara sürekli maruz kalmaktayız. Zirai ilaçlar boya malzemeleri, teknolojik aletler,kıyafetlerimize kadar her yerdeler.”(CÖ3)

“Endüstri, tarımda kullanılan kimyasallar, ulaşım araçları, evsel atıklar vb olabilir.” (CÖ8)

Yukarıda yer alan ifadelerden anlaşılacağı üzere coğrafya öğretmenleri ağır metallerin yer kabuğunda oluşma evresini, muhtemel kaynaklarının neler olabileceğini ve çeşitlerini söyleyerek cevaplandırmışlardır.

Bu alt probleme karşılık olarak yapılandırılmış görüşme formunda yer alan “Sizce metal kirliliğini önlemeye yönelik neler yapılabilir?” sorusuna Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerine sorulmuştur. Görüşme formundan elde edilen cevaplara göre coğrafya öğretmenlerinin büyük çoğunluğu “eğitim verilmeli” şeklinde yorum belirtirken, bir kısım öğretmenler “kullanımı sınırlandırılmalı ve bir öğretmen ise hiçbir fikrinin olmadığı dile getirmiştir.

Tablo 21

Altıncı Alt Probleme İlişkin İstatistikler

Öğretmen Görüşleri	Öğretmenler	Frekans (f)	Yüzde (%)
Eğitim Verilmeli	CÖ3, CÖ4, CÖ5, CÖ7, CÖ8	5	%55,5
Kullanımı Sınırlandırılmalı	CÖ6, CÖ2, CÖ9	3	%33,3
Hiçbir Fikrim Yok	CÖ1	1	%11,1

“İnsanların bu konuda bilinçlendirilebilir. Derslerde daha fazla yer verilebilir. Buna yönelik projeler, çalışmalar yapılabilir.” (CÖ3)

“Ülkelerin gündeminde çevre sorunları olmalı. Yönetimler ile bilim insanları ve çevre örgütleri dayanışma içinde olup ortaklaşa hareket etmeli. Yasalarla antlaşmalarla doğa koruma altına alınmalı. Yaptırımlar herkese eşit olmalı. Cezalar caydırıcı olmalı. Elbette eğitim şart. İnsanların bilinçli olması, çevresine zarar veren unsurlara karşı dikkatli olup, sorunlar karşısında durabilmeliler.” (CÖ5)

“Eğitim faaliyetlerine, çevre duyarlılığını artırmaya önem vermemiz gerekir.” (CÖ4)

“Bize düşen kısmı eğitim, küçük yaşlardan itibaren bu konuda bilinç, farkındalık oluşturmak. Yaşadığı topraklara, yaşadığı Dünyaya karşı duyarlı bireyler yetiştirmek. Evinde, sokakta işyerinde hayatın her aşamasında çevreye sorumluluk duygusu gelişirse bir katkımız olur diye düşünüyorum” (CÖ8)

Yukarıda yer alan ifadeler incelendiğinde coğrafya öğretmenlerinin büyük çoğunluğu (%55,5) bireylere çevre duyarlılığını arttırmak amacıyla küçük yaşlardan itibaren çevre eğitimi verilmesi gerektiği, eğitimin her yaştan devam etmesi ve bu durumlara yönelik proje ve çalışmalar yapılarak insanların doğaya karşı bir duyarlılık geliştirilmesi gerektiğini dile getirmişlerdir. Araştırmaya katılan üç öğretmen ise ağır metallerin kullanımlarının sınırlandırılması ve alternatif daha çevreci kaynaklar kullanılması gerektiğini dile getirmiş ve bir öğretmenin sorulan soruya karşılık *“Yaşamın birçok alanında varlar. Yelpaze çok geniş. Bunları en azından genel olarak tespit edip kullanımları sınırlandırılmalı ya da yerlerine konulabilecek daha sağlıklı alternatifler tercih edilmeli.”* şeklinde cevap vermiştir. Araştırmaya katılan bir öğretmen ise (CÖ1) hiçbir fikrinin olmadığını dile getirmiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ/ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma

Bu çalışmada, Umurbey Ovası'nda metal içerikli ekolojik risk analizi ve Çanakkale ilinde görev yapan coğrafya öğretmenlerinin ağır metallere kaynaklı ekolojik indeksler hakkında bilgi düzeyleri belirlenmiştir. Bu kapsamda Umurbey Çayı (7), Umurbey Lagün Gölü (12) ve Umurbey Ovası tarım toprakları (13)'ndan sediment ve toprak numuneleri alınarak çoklu element analizleri, ekolojik indeksler ve istatistiksel analizler yapılmış ve ayrıca Çanakkale ilinde görev yapan coğrafya öğretmenlerine görüşme formu uygulanarak metaller hakkında bilgi düzeyleri tespit edilmiştir. Umurbey Ovasında antropojenik etkinin belirlenmesi için Umurbey Çayı havzasında 4 farklı noktadan ana kaya örneği alınmış ve metal analizleri sonrasında elde edilen verilerin ortalaması alınarak her bir metal için ardalın değeri belirlenmiştir. Elde edilen ardalın değerleri daha sonra ekolojik indeks hesaplamalarında kullanılmıştır.

Umurbey Ovası'nın ekolojik risk analizinden elde edilen sonuçlara bakıldığında genel anlamda Cd, Cu, Ni, As, Hg ve Tl metallerinin birbirleriyle ilişkili olduğu ve ayrıca ekolojik bir risk oluşturduğu saptanmıştır. Umurbey Ovası tarım topraklarında yapılan tarımsal faaliyetlerde verimliliği arttırmak ve devamlılığını sağlamak amacıyla 224 ha/kg azot, fosfat ve potasyumlu gübreler kullanılmaktadır (Erdal, 2019). Bölgede birçok kirlenici unsurun varlığından söz edilmiştir. Umurbey Çayı'nın evsel, endüstriyel, atık sular, katı atıklar, zirai ilaçlar ve gübre kullanımdan kirlendiği söylenmiştir. Umurbey Lagün Gölünün yasal bir koruma statüsünün olmadığından dolayı yapılaşma, drenaj tehdidi ve av baskısıyla karşı karşıya kaldığı bildirilmiştir. Ayrıca Umurbey Deltası'nın

genelinin tarımsal faaliyetler ve yapılaşma baskısı tehdidiyle karşılaştığı söylenmiştir (Çanakkale İli Çevre Durum Raporu, 2018). 2017 Yılı Çanakkale İli Çevre Durum Raporuna Göre Lapseki bölgesinde tarımda kullanılan gübre haricinde 187,120 kg/lt pestisit (İnseksit, Fungusit, Herbisit, Akarisit, Rodentisit, Toz kükürt, Göztaşı) kullanılmıştır.

Umurbey Çayı sedimentlerinden elde edilen veriler kullanılarak hesaplanan ekolojik risk indisleri ve istatistiksel analizler sonuçlarına göre; Cd metali aşırı derecede yüksek zenginleşme, Cu, Pb, Zn, Ni, As ve Cr metallerinin önemli zenginleşme, Tl ve Hg metallerinin orta düzeyli zenginleşme olduğu, Cd, Cu, Zn, Ni, As, Cr ve Pb metallerinin çok yüksek kontaminasyon ve Co, Mn, V, Tl, Al ve Hg metallerinin orta düzeyli kontaminasyon gösterdiği saptanmıştır. Jeo-akümülyasyon hesaplamalarına göre; Cd için aşırı kirlenmiş, Cu ve Zn metalleri çok kirlenmiş, Ni, As ve Cr metalleri orta çok kirlenmiş ve Pb metali orta dereceli kirlenmiş olarak bulunmuştur. PER değerlerine göre ise Cd için çok yüksek potansiyel ekolojik risk, Hg için önemli potansiyel ekolojik risk ve Cu, Ni ve As için orta düzeyli potansiyel ekolojik risk mevcut olduğu anlaşılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda Cd, Cu, Pb, Zn, Ni, As ve Cr metallerinin birbirleriyle ilişkili olduğu ve kaynak ve taşınım süreçleri bakımından Ni ve As metalleri hariç diğer metallerin birlikte hareket ettiği saptanmıştır. Ilgar (2015)'ın Umurbey Çayı sedimentlerinde yaptığı ağır metal ölçüm sonucunda Mn, Pb ve Zn metallerinin seviyelerinin yüksek olduğu ve bu metallerin kaynağının litojenik kökenli olduğu ayrıca Fe, Ni ve Cu metallerinin ise çökeltme eğiliminde olduğu söylenmiştir. Selvi (2012)'nin Umurbey barajı (4) ve Umurbey Çayı (1)'ndan aldığı sediment numunelerine yaptığı analizler sonucunda Pb ve Zn metallerinin seviyesini diğer ölçülen metallere oranla daha

yüksek bulmuş ve bu durumu hem litojenik hem de bölgede bulunan kurşun madeninden kaynaklandığını dile getirmiştir. Eren (2017) Umurbey Çayı sedimentlerine yaptığı analizler sonucunda Cd, Cu, Pb, Cr, Zn ve Ni metallерinin mobilitelерinin yüksek olduğu Cd ve Cu için gübre ve tarım ilacı, Pb ve Zn için madencilik ve litojenik kaynaklı, Cr ve Ni metalleri için hem litojenik hem antropojenik kökenli olduğu söylenmiştir. Ayrıca Cd, Ni, Zn ve Pb metallерinin çevresel risk oluşturduğunu belirtmiştir.

Tarımda verimliliği ve sürdürülebilirliği arttırmak için kullanılan azot, fosfat ve potasyumlu gübreler aşırı derece kullanılması toprakların Cd, Cu, Zn, Ni, Cr ve Pb metalleri tarafından kirlenmesine sebep olduğu bildirilmiştir (Uria vd., 2009; Chen vd., 2013; Cai vd., 2012; Li vd., 2019; Wuana ve Okieimen, 2011). Sulak alanlara verilen evsel ve endüstriyel atıkların dip sedimentlerin Pb, Cu, Ni, Cr, Cd, As ve Hg metal seviyelerini yükselttiği bildirilmiştir (Birch ve Taylor, 1999; Yu vd., 2012; Wang vd., 2019; Li vd., 2019). Bir bölgede bulunan Pb- Zn maden sahalarının çevresinin Cd, Cu, Pb ve Zn ağır metallerce kirlendiği bildirilmiştir (Pugh vd., 2002; Lee vd., 2001; Gutierrez ve Mickus, 2016; Jian- Min vd., 2007). Sedimentlerin organik karbon seviyesi, pH ve metal seviyeleri birbirleriyle ilişki göstermektedir. Organik madde seviyesi yüksek olan sedimentlerin pH seviyeleri düşük aynı zamanda ağır metal seviyeleri yüksek olacağı söylenmiştir (Zhang vd., 2018; Üstün ve Okumuş, 2006). Ayrıca sediment ve toprakta CaCO₃ seviyelerinin pH etkilediği söylenmiştir. Sediment ve topraklarda CaCO₃ fazla ise pH alkali, CaCO₃ seviyesi düşük ise pH asitli olarak etkilendiği bildirilmiştir (Özan ve Kaptan, 2014). Buradan kalkarak Umurbey Çayı sedimentlerinin istasyon bazında en yüksek OC seviyesi ve en düşük pH seviyesi 5 numaralı istasyonda görülmüştür. Bu durum söylenenleri kanıtlar niteliktedir. Umurbey Çayı

sedimentlerinin istasyon bazında potansiyel ekolojik risk bütün istasyonlarda görülmüştür. Ancak bu istasyonlar içinde 5, 6 ve 7 numaralı istasyonlarda OC, CaCO₃ ve pH seviyeleri yüksek çıkmıştır. Böylece ekolojik risk seviyelerinde ekolojik risk parametrelerinin etkili olduğu saptanmıştır.

Umurbey Ovası'nın ağır metal kirliliğinden kaynaklanan ekolojik risk analizi elde edilen veriler sonucunda ortaya konulmuştur. Ayrıca metal kirliliğinin çevre eğitiminde kullanılması ve coğrafya öğretmenlerinin metal kirliliği ile ilgili görüşleri irdelenmiştir. Shulman 1987 yılında yaptığı çalışmada 7 çeşit öğretmen bilgisi olduğunu öne sürmüş ve bunlar içerisinde alan ve bağlam bilgisinin çok önemli olduğuna değinmiştir. Bir öğretmen alan bilgisi ile sahip olduğu bilgi birikimini öğrencilerine aktarabilmeliyken, bağlam bilgisi ile çevrede yaşanan olay ve olgular hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Ayrıca eğitim sürecinde bilgilerin daha kalıcı hale getirmek için kullanılan yakından-uzağa ilkesi, öğrencilerin kalıcı ve anlamlı öğrenmeleri için yakın çevreden örnekler verilmesini belirtmektedir. Bu durumda günümüzde son derece önemli hale gelen ve çevre kirliliği çeşitleri arasında yer alan ağır metal kirliliği, bölgede bulunan coğrafya öğretmenlerinin eğitim sürecinde bireylere çevre sorunu olarak öğretmesi ve bu konuda bilinçlendirmesi oldukça önem arz etmektedir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller ve ekolojik risk konuları üzerine görüşlerinin düşük seviyede olduğu ve verilen cevaplar yüksek öğretimde çevre dersleri alınma durumuna göre farklılık gösterdiği çeşitli çalışmalar ile (Erdoğan, 2012; Koç ve Karatekin, 2018) paralellik göstermektedir. Oran (2022)'ın yaptığı çalışmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,

coğrafya eğitimi öğrencileri ile ağır metaller hakkında yaptığı görüşme formu sonucunda birinci sınıf düzeyindeki öğrenciler görüş bildiremezken dördüncü sınıf düzeyindeki öğrencilerin güçlü yorumlamalar yaptığı belirlenmiştir. Bu duruma temel sebep olarak yüksek öğretim boyunca alınan çevre eğitimi dersleri olduğunu bildirmiştir. Coğrafya öğretmenleri orta öğretim coğrafya ders kitaplarını çevre konularında yeterli bulmadıklarını ve ağır metal konusuna belirli ünitelerde çok az değindiklerini dile getirmişlerdir. Kocalar (2012)'ın yaptığı çalışmada, orta öğretim coğrafya ders kitaplarında yer alan çevre konularının bilgi boyutunda olduğu ve beklentiyi gösteremediklerini belirtmiştir.

5.2. Sonuç

Umurbey Ovası ekolojik risk analizi ve Çanakkale ilinde coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler hakkında görüşlerinin incelenmesi adlı araştırmadan elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

Yapılan tüm analizler sonucunda Umurbey Çayı sedimentlerinin Cd, Cu, Pb, Zn, Ni, As ve Cr metallerince kirlendiği, Cd, Ni, Cu, Hg ve As metallerinin potansiyel bir risk yarattığı saptanmıştır. Bu durumda Cd, Cu, Pb, Cr ve Zn metallerinin yapılan istatistiksel analiz sonucunda K, P ve TN parametreleri ile ilişkili ve birlikte çıkmamasından dolayı muhtemel kaynağının Umurbey Barajı'nın üst kesiminde yer alan Pb- Zn maden sahasının atıklarından olabileceği tespit edilmiştir. Ni ve As metalleri bütün istatistiksel analizlerde K parametresi ile ilişki göstermiş ve birlikte hareket etmiştir. Bu durumda bu metallerin muhtemel kaynağının tarımda kullanılan suni gübreler olduğu tespit edilmiştir. Eren (2017) Umurbey Çayı sedimentlerine yaptığı analizler sonucunda Cd, Cu, Pb, Cr, Zn ve Ni metallerinin mobiliteelerinin yüksek olduğu Cd ve Cu için gübre ve tarım ilacı, Pb ve Zn için madencilik ve litojenik kaynaklı olduğunu bildirmiştir. Ancak elde edilen sonuçlar doğrultusunda Cd ve Cu metalinin muhtemel kaynağının bölge de bulunan Pb – Zn madeninden kaynaklandığı bulunmuştur. Umurbey Çayında daha önce yapılmış olan (İlgar, 2015; Selvi, 2012) çalışmalar bulunan sonuçları doğrular niteliktedir.

Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinden elde edilen verilere dayanılarak hesaplanan ekolojik indeks sonuçlarına göre; Ni, Cd, Cu ve Cr için çok yüksek kontaminasyon, Pb, Co,

Fe, As, V, Tl, Al ve Hg için orta düzeyli kontaminasyon, Cu, Cd ve Cr için önemli zenginleşme ve Ni için orta düzeyli zenginleşme olduğu hesaplanmıştır. Jeo-Akümülyasyon indeks hesaplamalarına göre; Cu'ca çok kirlenmiş, Ni, Cd ve Cr için orta/çok kirlenmiş ve As, V, Tl ve Hg metallerince kirlenmemiş/orta dereceli kirlenmiş olarak bulunmuştur. PER değerlerine göre ise Cd için yüksek potansiyel ekolojik risk ve Cu ve Hg için orta düzeyli potansiyel ekolojik risk mevcut olduğu anlaşılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda Cu, Cd, Ni, Pb, Cr metalleri ile TN, K, P ve TOC parametreleri kendi aralarında birbirleriyle ve Co, Fe, V, Cr ve As metalleri ise kendi aralarında birbirleriyle ilişkili ve kaynak ve taşınım süreçleri bakımından farklılık göstermiştir. Tüm bu veriler Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin Cu, Ni, Pb, Cd ve Cr metallerince kirlenme olduğu ve bu metallerin TN, K, P ve TOC parametreleri ile ilişki göstermesinden dolayı muhtemel kaynağının lagün çevresinde yapılan tarımsal faaliyetlerde kullanılan azot, fosfat ve potasyumlu gübrelerin yüzeysel akış yoluyla göle geldiği tespit edilmiştir. Co, Fe, V ve As metalleri hiçbir parametre ile ilişki göstermemesi ve ekolojik risk indeks hesaplamalarında yüksek seviyelerde bulunmamasından dolayı litofil kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Umurbey Lagün Gölü sedimentlerinin istasyon bazında en yüksek potansiyel ekolojik risk indeksi 1, 3 ve 8 numaralı istasyonlarda olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda bu istasyonlarda diğer istasyonlara göre organik madde seviyelerinin çok yüksek olduğu, pH seviyelerinin düşük olduğu ve metal seviyelerinin yüksek olduğu saptanmıştır.

Umurbey Ovası tarım topraklarından alınan toprak numunelerinden elde edilen verilere dayanılarak hesaplanan ekolojik indeks sonuçlarına göre; Cu, Ni ve Cr için çok yüksek kontaminasyon, As, Cd ve Tl için yüksek kontaminasyon, Co, V, Al ve Hg için orta

düzeyle kontaminasyon, Cu, Ni ve Cr için önemli zenginleşme ve As, Cd ve Tl için orta düzeyli zenginleşme olduğu saptanmıştır. Jeo-Akümülayon indeksi hesaplamalarına göre; Cu için çok kirlenmiş, Ni ve Cr için orta – çok kirlenmiş ve As, Cd ve Tl için orta dereceli kirlenmiş olarak bulunmuştur. PER değerlerine göre Cu ve Cd önemli potansiyel ekolojik risk ve Ni için orta düzeyli potansiyel ekolojik risk mevcut olduğu anlaşılmıştır. Yapılan istatikselle analizler sonucunda Pb, Co, Mn, Fe, V, Cd ve Al metalleri birbirleriyle ve Ni, Cr ve Tl metalleri birbirleriyle ilişkili ve kaynak ve taşınım süreçleri bakımından farklılık göstermektedir. Umurbey Ovası tarım toprakları Umurbey Çayı'nın suları ile sulanmaktadır Umurbey Çayı sedimentlerinde Cd, Cu, Ni, As ve Pb metallerince kirlenmiş olduğu saptanmıştır. Tüm bu veriler doğrultusunda Cd metali ile birliktelik gösteren Pb, Zn, Co, Mn, Fe, V ve Al metallerinin Umurbey Çayı sularından geldiği düşünülmüştür. İstatikselle analizlerde birbirleriyle ilişki gösteren ve ekolojik indeks hesaplamalarında risk oluşturacak seviyede bulunan Ni, As ve Cr metallerinin TOC, TN ve K parametreleri ile ilişki göstermesinden dolayı suni gübreler sonucunda geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca istatikselle analizlerde hiçbir metal ve parametre ile ilişki göstermeyen ve birden çok kaynağının olduğu tespit edilen Cu metalinin asıl kaynağının tarımda kullanılan ve bordo bulamacı adı verilen fungusitten geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca Umurbey Ovası tarım topraklarının çok azdan aza doğru değişen bir organik madde içeriği olduğu bu durumdan dolayı ağır metalleri tutma kapasitesinin düşük olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca Umurbey Ovası'nın pH seviyelerinin tamamı alkali seviyede çıktığı bu sonuç ise toprak içerisinde ağır metal transferini zorlaştırdığı anlaşılmıştır.

Çanakkale ilinde görev yapan coğrafya öğretmenlerinin ekolojik riskler konusunda görüşlerini incelemek için görüşme formu ile ağır metal görüşleri, ağır metallerin insan sağlığına zararları ve yararları, ağır metallerin muhtemel kaynakları, orta öğretim coğrafya ders kitaplarının metaller konusunda yeterli olup/olmadığı, derslerinde yeterince değinebildikleri, yükseköğretimde metaller konusunda yeterli eğitim alabildikleri ve metal kirliliğini önlemeye yönelik neler yapılabileceği hakkında görüşleri alt problemlere göre belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci alt problemine göre coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller ile ilgili bilgilerine yönelik görüşlerden elde edilen sonuçlar; ağır metallerin sağlığımız açısından önemli olduğu, vücutta ki seviyelerine göre sağlık problemlerine sebebiyet verdiği ve türlerinin neler olduğu sonucu elde edilmiştir. Ayrıca bir coğrafya öğretmenin ise ağır metaller hakkında görüşünün olmadığı görülmüştür. Araştırmanın üçüncü alt problemine göre ağır metaller insan sağlığına yararları ve zararları ile ilgili bilgilerine yönelik görüşlerden elde edilen sonuçlar; coğrafya öğretmenlerinin kısmen yarısı ağır metallerin insan vücudu için belirli seviyelere kadar yararlı, kabul edilebilir seviyeleri geçtikten sonra zararlı ve ölümcül olabileceği, üç öğretmenin ağır metallerin insan sağlığına direkt zararlı olduğu ve bir öğretmenin ise sadece yararlı olduğunu dile getirmiş ve bu konuda öğretmenlerin görüşlerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın dördüncü alt problemine göre coğrafya derslerinizde metaller konusuna değinebilme ve orta öğretim coğrafya ders kitaplarını ağır metaller konusunda yeterli bulmaya yönelik görüşlerden elde edilen sonuçlar; coğrafya öğretmenlerinin derslerinde ağır metaller konusuna müfredat dahilinde belirli ünitelerde değinebildiklerini ve iki öğretmenin ise derslerinde yeterince ağır metaller konusuna değinemediği ve öğretmenler çoğunlukla orta öğretim ders kitaplarının ağır metaller konusunda yeterli bulmadıkları sonucuna saptanmıştır. Araştırmanın beşinci alt problemine

göre üniversitede ağır metaller konusunda yeterli eğitim almalarına yönelik görüşlerden elde edilen bulgulara göre; coğrafya öğretmenlerinin büyük bir geneli yeterli eğitim almadıkları fakat araştırmaya katılan sadece bir öğretmenin yeterli eğitim aldığı sonucuna varılmıştır. Araştırmanın altıncı alt problemine göre ağır metallerin muhtemel kaynaklarının neler olabileceği ve ağır metal kirliliği önlemeye yönelik neler yapılabileceğine yönelik görüşlerden elde edilen sonuçlar; ağır metallerin yer kabuğunda oluşma evresini, muhtemel kaynaklarının neler olabileceğini ve çeşitlerini söylemişlerdir ve öğretmenler çevre duyarlılığını arttırmak amacıyla küçük yaşlardan itibaren çevre eğitimi verilmesi gerektiği, eğitimin her yaşta devam etmesi, bu durumlara yönelik proje ve çalışmalar yapılarak insanların doğaya karşı bir duyarlılık geliştirmesi gerektiğini ve ağır metallerin kullanımlarının sınırlandırılması ve alternatif daha çevreci kaynaklar kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Elde edilen bütün verilere dayanarak; Çanakkale ilinin meyve deposu olarak bilinen Umurbey Ovası'nın morfolojisinden alınan sediment ve toprak numunelerinin ağır metal seviyeleri ve fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Buradan elde edilen veriler ile ekolojik indeks ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Tüm veriler ışığında; Umurbey Çayı sedimentlerinin Cd, Cu, Zn, Ni, As, Cr ve Pb metallerince, Umurbey lagün sedimentlerinin Cd, Cu, Ni, Pb ve Cr metallerince ve Umurbey Ovası tarım topraklarının Cu, Cd, Ni, Cr ve As metallerince kirlendiği sonucuna varılmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda üç lokasyonda belirlenen kirletici ağır metallerin muhtemel kaynaklarının; bölgede bulunan Pb-Zn madeni atıkları, tarımsal faaliyetlerde kullanılan azot, fosfat ve potasyumlu gübreler ve meyve bahçelerinde kullanılan kimyasal ilaçlar (Fungisit)'dan kaynaklandığı ve Umurbey Ovası'nın bu faaliyetler tarafından ekolojik olarak baskı altında olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca

Umurbey ayı'nda kirlilik yaratan ağır metallerin Umurbey Ovası tarım topraklarında da kirlilik yarattığı saptanmıştır. Bu iki lokasyonda görülen benzer kirlilik sonuçları tarım topraklarının Umurbey ayı ile sulanmasından kaynaklanmaktadır. Bu sonuç izlenebilirlik bakımından olumlu ilişki göstermiştir. Gündelik hayatta ağır metalleri bilinçli bir şekilde kullanılması ve kullanımının oldukça azaltılması ancak bireylere gerekli eğitimin verilmesinden geçmektedir. Bu eğitim sorumluluğu ise orta öğretim ders kitaplarında çevreyi konu edinmiş coğrafya ana bilim dalına ve coğrafya öğretmenlerine düşmektedir. Bu durumdan kalkarak Umurbey Ovası'nın birçok ağır metalce kirlendiği belirlenmiş fakat Çanakkale ilinde görev yapmakta olan coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller konusunda görüşlerinin yeterli düzeyde olmadığı, orta öğretim coğrafya ders kitaplarının ağır metal kirliliği konusunda yetersiz olduğu, ders süreci içerisinde ağır metal kirliliğine kısmen değindiği ve üniversite eğitimleri boyunca çevre kirliliği konusunda yeterli eğitimi almadıkları saptanmıştır. Böylelikle Çanakkale ilinde görev yapan coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller konusunda görüşlerinin yeterli seviyede olmaması, yerel halkın ve geleceğin yetişkin bireyleri olacak öğrencilerin çevre kirliliği ve ağır metal kirliliği konusunda yeterince bilinçlendirilememektedir. Bu durum gün geçtikçe ova da daha fazla ağır metal içerikli ürünler kullanılması ve endüstriyel faaliyetlerde bulunmasını arttırarak Umurbey Ovası'nın ağır metallerce kirlenmesi ile sonuçlanmaktadır. Literatürde yapılmış önceki çalışmalarda coğrafya öğretmenlerinin ağır metal ve ekolojik risklere yönelik görüşlerini inceleyen bir çalışma olmamasından dolayı bu çalışma literatüre katkı sağlamıştır.

5.3. Öneriler

Araştırma bulgularından elde edilen sonuçlar incelendiğinde, coğrafya öğretmenlerinin ağır metaller ve çevre eğitimi konularında tespit edilen eksikliklerin giderilmesi, çevre kirliliğinin önüne geçilmesi, orta öğretim coğrafya ders kitapları ve ağır metal içerikli ürünlerin kullanımının sınırlandırılması üzerine önerilerde bulunulmuştur.

Bölgede çevre eğitimi ve ağır metal konuları üzerine getirilen öneriler şunlardır;

1. Çanakkale ilinde görev yapan coğrafya öğretmenleri ile yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre orta öğretim coğrafya ders kitaplarının çevre eğitimi ve ağır metal kirliliği yönünden yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Bu sebeple orta öğretim coğrafya ders kitaplarının çevre eğitimi ve ağır metaller konusunda gerekli bilgi ve beceriler eklenerek güncellenmeli ve ders dışı etkinlikler yapılarak öğrencilere çevre bilinci yerleştirilmelidir.
2. Umurbey Ovası'nın en çok kirletici faktörü tarımsal faaliyetler olduğu anlaşılmış ve denetim altına alınması gerektiği anlaşılmıştır. Böylece ovada yapılan tarımsal faaliyetlere daha fazla önem verilmeli ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan pestisit ve gübrelerin kullanımını denetlenmelidir.
3. Umurbey Çayı'nın üst kesiminde yer alan Pb-Zn madeninin çalışma faaliyetleri denetlenmeli ve üretim denetim altına alınarak çevrenin daha fazla kirlenmesi önlenmelidir.
4. Araştırma bulgularına göre ovada yapılan tarımsal faaliyetler, bölgenin ağır metal seviyelerini ve ekolojik riskinin artışına sebep olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle yerel

halkın tarımda kullanılan gübre ve ilaçların kullanımı yönünden ilgili eğitim ve bilgilendirmeler gerçekleştirilmelidir. Böylelikle bölgede belirlenen ağır metal kirliliğinin önüne daha hızlı bir şekilde geçilebilecektir.

5. Çanakkale ilinde görev yapan coğrafya öğretmenlerinin yapılan görüşmeler sonucunda ağır metal ve ekolojik indeksler konusunda görüşlerinin yetersiz bir seviyede olduğu tespit edilmiştir. Öğretmenlere bu konuda hizmet içi eğitim verilmelidir.

6. Umurbey Lagün Gölünün herhangi bir yasal koruma statüsü olmamasından dolayı drenaj ve yapı baskısı altında kalmış olduğu saptanmıştır. Bu sebeple en kısa sürede yasal bir koruma statüsüne alınmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abraham, G, M, S., Parker, R, J. (2006). "Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from tamaki estuary, auckland, New Zealand". *Environ Monit Assess*, 136, 227–238. DOI: 10.1007/s10661-007- 9678-2.
- Adiloğlu, S. ve Sağlam, M., T. (2015). "Tekirdağ ili topraklarının krom ve nikel içerikleriyle bazı fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki istatistiksel ilişkiler". *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (02), 110-119.
- Akarsu, T. (2020). Çanakkale Kentsel Gelişim Alanı Boyunca Sarıçay'ın Ekolojik Risk Analizi ve Coğrafya Öğretmeni Adaylarının Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Ana Bilim Dalı. Coğrafya Eğitimi Bilim Dalı. Çanakkale.
- Akça, E., Aydın, G., Bayramın, İ., Dengiz, O., Dingil, M., Ekinci, H., Gündoğan, R., Kapur, S., Kılıç, Ş., Kurucu, Y., Sarı, M., Şenol, S., Özcan, H., Öztekin, M, E., Demirel, B, Ç. (2015) *Toprak Etüd Haritalama El Kitabı*. GTHB Tarım Reformu Genel Md., Tarım Arazileri Değerlendirme Başkanlığı, Ankara.
- Akçay, S. ve Pekel, O., F. (2017). "Öğretmen adaylarının çevre bilinci ve çevresel duyarlılıklarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi". *Elementary Education Online*, 16 (3), 1174 - 1184. DOI: <http://dx.doi.org/10.17051/ilkonline.2017.330249>
- Akinoğlu, O. (2005). "Coğrafya Eğitiminin Etkililiği ve Sorunları". *Marmara Coğrafya Dergisi*, 12, 77-96.
- Akyıldız, M. ve Karataş, B. (2018). "Adana şehir merkezindeki topraklarda ağır metal kirliliğinin araştırılması". *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33 (2), 199-214.
- Ammann, A., A. (2007). "Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP MS): A Versatile Tool". *Journal Of Mass Spectrometry*. 2, 419 – 427. DOI: 10.1002/jms.120.
- Appannagari, R, R., (2017). "Environmental Pollution Causes and Consequences: A Study". *North Asian International Research Journal Of Social Science & Humanities*. 3 (8), 151-161.

- Aydın, F., Ulusoy, Ş., Mocan, Z., Mocan, H., Uzun, Y. (1992). “Eser element olarak bakır ve ilgili klinik durumlar”. *Ssk Tepecik Hastanesi Dergisi*. 2 (3), 260 - 264.
- Aydoğdu, İ.B. (2014). “Yerel ve Bölgesel Düzeyde Çevre Kirliliği Sorunları: Elazığ İli Örneği”. *Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 133-148.
- Bakar, C. ve Baba, A. (2009). “Metaller ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne Ve Geleceğe Miras Kalan Çevre Sağlığı Sorunu”. *1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, Ürgüp Bld.*, Kültür Merkezi, Ürgüp/ Nevşehir.
- Baki, A. ve Gökçek, T. (2012).” Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış”. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 11 (42),1-21.
- Barbieri, M. (2016). “The Importance of Enrichment Factor (EF) and Geoaccumulation Index (Igeo) to Evaluate the Soil Contamination”. *Journal of Geology, Geophysics*. 5 (1). DOI: 10.4172/2381-8719.1000237.
- Başkan, Ö. (2010). Marmara Bölgesi’nde Ağır Metal Zehirlenmeleri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı. İstanbul.
- Bernard, A. ve Lauwerys, R. (1986). “Effects of cadmium exposure in humans”. *Handbook of experimental pharmacology*, 135-77.
- Birch, G. ve Taylor, S. (1999). “Source of heavy metals in sediments of the Port Jackson estuary, Australia”. *The Science of the Total Environment*, 227, 123-138.
- Cai, L., Xu, Z., Ren, M., Guo, Q., Hu, X., Hu, G., Wan, H., Peng, P. (2012). “Source identification of eight hazardous heavy metal sin agricultural soils of Huizhou, Guangdong Province, China”. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 78, 2–8.
- Caner, M. (2014). Icp-MS ile Demir Analizlerindeki Girişim Etkilerinin Gıda, Cam ve Su Örneklerinde İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Kimya Programı. İstanbul.
- Chiroma, T.M., Ebewe R.O., Hymore, F.K. (2014). “Comparative assesment of heavy metal levels in soil, vegetables and urban grey waste water used for irrigation in Yola and Kano”. *International Refereed Journal of Engineering and Science*, 3 (2), 1-9.
- Chuan, O. M., Pan, H., Shazili, M. A. N., Menier, D., Dupont, V., Revillon, S., Coynel, A. (2020). “Assessment of the environmental significance of heavy metals pollution in

- surficial sediments of south brittany waters, france: an ecological risk assessment approach”. *Plant Physiology and Morphology*, Doi:10.21203/rs.3.rs-51877/v1.
- Clarkson, T., W. (1998). “Human Toxicology of Mercury”. *The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine.*, 11, 303–317.
- Creswell, J.W. (2003). “*Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. United Kingdom”. Sage. ISBN: ISBN 978-1-4129-6557-6.
- Çakaroz, D., Öztürk, B., Özelkan, E. (2018). Umurbey Deltası Kıyı Çizgisinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi. *TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Sempozyumu İçinden (239-250 ss.)*.Ankara.
- Çanakkale İli Çevre Durum Raporu, (2018). *Çanakkale İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu*. Çanakkale. Türkiye Cumhuriyeti Çanakkale Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Erişim Adresi https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/canakkale_-cdr2017-20190125140945.pdf. Erişim Tarihi 02.12.2021.
- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, (2021). Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı Lisans (4 Yıllık) Programı Dersleri. Erişim adresi: <http://sbte.egitim.comu.edu.tr/viewer>. Erişim Tarihi: 02.12.2021.
- Çavuş, Z.C. ve Uysal, B.A. (2018). “Çanakkale’de kentsel gelişme, yayılma ve kırsal alanlarla etkileşim”. *Planlama*, 105-117. DOI: 10.14744/planlama.2018.85547.
- Çevik, S. (2014). “Vanadyum”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, (9-18). DOI:10.5578/fmbd.8134.
- Çevre Kanunu (18132 S.K.). *Resmi Gazete*. 2872. Ağustos, 1983.
- Çolakoğlu, E., (2010). “Haklar Söyleminde Çevre Eğitiminin Yeri ve Türkiye’de Çevre Eğitiminin Anayasal Dayanakları”. *TBB Dergisi*. 88:151-171.
- Demir, E. ve Yalçın, H. (2014). “Türkiye’de çevre eğitimi”. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7 (2), 07-18.
- Demirkaya, H. (2006). “Çevre Eğitiminin Türkiye'deki Coğrafya Programları İçerisindeki Yeri ve Çevre Eğitime Yönelik Yeni Yaklaşımlar”. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16 (1), 207-222.

- Dönmez, M., Akçay, E.A., Genç, Ş.C., Acar, Ş. (2005). “Biga yarımadasında orta-üst eosen volkanizması ve denizel ignimbiritler”. *MTA Dergisi*, 131, 49-61.
- Dündar, Ş. M. ve Altundağ, M., (2007). “Talyumun sağlığa etkisi, çevresel kaygı ve talyum türlenmesi”. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 71-77.
- Ecevit, G.N. (1998). Kemel-Lapseki-Beyçayır Dolaylarının Jeomorfolojisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Fiziki Coğrafya Ana Bilim Dalı. İstanbul.
- Erdal, K., C. (2019). Umurbey Çayı Havzası (Çanakkale) Tarım Coğrafyası. Yüksek Lisans Tezi. ÇOMÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Coğrafya Ana Bilim Dalı. Çanakkale.
- Erdoğan, B. (2018). Coğrafya Öğretmenlerinin Çevre Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Türkçe ve Sosyal Bilimler Enstitüsü Anabilim Dalı. İstanbul.
- Eren, S. T. (2017). Umurbey Çayı (Çanakkale) Sedimentlerinde Ağır Metal Durumunun Sıralı Ekstraksiyon Yöntemi Kullanarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı. Çanakkale.
- Ergün, E. (2003). Klorofil A ve B'nin Türev Spektrofotometrik Yöntem İle Tayini. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimyagerlik Programı. İstanbul.
- Erinç, S. (1999). *Lise Coğrafya Ders Kitabı*. İstanbul. Altın Kitaplar.
- Eroğlu, G. ve Akgök, Z.Y. (2018). *Dünyada ve Türkiye’de Nikel*. MTA Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı. Ankara.
- Eroğlu, G. ve Şahiner, M. (2018). *Dünyada ve Türkiye’de Alüminyum*. MTA Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı. Ankara.
- Eroğlu, G. ve Şahiner, M. (2019). *Dünyada ve Türkiyede Manganez*. MTA Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı. Ankara.
- Erol, O. (1992). Çanakkale Yöresinin Jeomorfolojik ve Neotektonik Evrimi. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 4 (1), 147-165.

- Erten, S. (2006). *Çevre Eğitimi ve Çevre Bilinci Nedir, Çevre Eğitimi Nasıl Olmalıdır?* Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın Organı. Ankara.
- Ertürk, S. (1972). *Eğitimde Program Geliştirme*. Ankara: Yelkentepe Yayınları.
- Filiz, E. (2007). Doğal Kaynaklardan Elde Edilen Adsorbanlarla Sulardan Ağır Metal Giderimi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Fural, Ş., Kükreler, S., Cürebal, İ. (2020). “Geographical information systems based ecological risk analysis of metal accumulation in sediments of İkizcetepeler dam lake (Turkey)”. *Ecological Indicators*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106784>.
- Gaudette, H.E., Flight, W.R., Toner, L., Folger, D.W. (1974) “An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments”. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44, 249-253.
- Geyikli İ. ve Bayıl, S. (2008). “Kromun insülin duyarlılığı ile ilişkisi”. *Gaziantep Tıp Dergisi*. 14, 59-63.
- Gheorghe, S., Stoica, C., Vasile, G.G., Nita-Lazar, M., Stanescu, E., Lucaciu, I.E. (2017). “Metals toxic effects in aquatic ecosystems: modulators of water quality”. *Water Quality*, 59-89. DOI: 10.5772/65744.
- Greene, J.C., Caracelli, V.J., Graham, W.F. (1989).” Toward a conceptual framework for mixedmethod evaluation designs”. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11 (3), 255 – 274.
- Gutierriz, M., Mickus, K., Camacho, L.M. (2016). “Abandoned Pb- Zn mine mining wastes and their mobility as proxy to toxicity: a review”. *Science of the Total Environment*. 565, 392-400. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.143.
- Güner Ö. ve Kavlak, O. (2017). “Kadmiyumun erkek üreme sistemi üzerine etkisi”. *Androloji Bülteni*, 19 (3), 86 – 91. DOI: 10.24898/tandro.2017.66934.
- Hakanson, L. (1980). “Ecological Risk Index For Aquatic Pollution Control, A Sedimentological Approach”. *Water Research* 14, 975-1001.
- Haliloğlu, Ç.Z. (2020). Icp-MS İle Saç Örneklerinde Element Tayini. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı. Bursa.

- Huang, Y., Wang, L., Wang, W., Li, T., He, Z., Yang, X. (2019). "Current status of agricultural soil pollution by heavy metals in china: a meta-analysis". *Science of the Total Environment*, 651, 3034-3042.
- Ilgar, R. (2000). Çanakkale Boğazı ve Çevresi Ekosisteminin Coğrafi Açından İncelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Fakültesi. İstanbul.
- Ilgar, R. (2015). "Determination of The Amount of Heavy Metal on Peaches Grown In Umurbey, West Anatolia". *European Geographical Studies*, 6 (2), 83-91.
- Ilgar, R. (2015). "Heavy Metal Concentrations on Umurbey River Sediment, West Anatolia". *Journal of Geography & Natural Disasters*, 5 (3), DOI:10.4172/2167-0587.1000147.
- İşler, M., Sungur, A., Soylak, M. (2018). "Özbek ovası (Çanakkale) tarım topraklarında ağır metal mobilitesinin bir ardışık ekstraksiyon yöntemiyle değerlendirilmesi". *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 43-55.
- İzmir, R., (1964). *Coğrafya Terimleri Sözlüğü. Almanca, Fransızca, İngilizce Karşılıkları Eski ve Yeni Şekilleriyle (İndeks'li)*. Ankara: Doğu Matbaası.
- Jian-Min, Z., Zhi, D., Mei-Fang, C., Cong-Qiang, L. (2007). "Soil heavy metal pollution around the dabaoshan mine, guangdong province, China". *Pedosphere* 17(5), 588–594.
- Kahvecioğlu Ö., Kartal G., Güven A., Timur S. (2003). "Metallerin çevresel etkileri-I". *İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Metalurji Dergisi*, 136, 47-53.
- Kantarci, D. (1997). Biga yarımadası 'nda ekolojik faktörler ile ağaç ve çalı türlerinin yayılımları arasındaki ilişkiler ve ormanlara zarar verebilecek etkenler. tarım ve çevre sorunları, *Çanakkale ili, Bildiriler içinden (ss.225-253)*. İzmir.
- Kara, E.E., ve Kara, E. (2018). "Toprakta ağır metal kirliliğinin insan sağlığına etkileri ve çözüm önerileri". *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11 (1), 56-62. E-ISSN: 2146-0132.
- Karaca, F. (2018). Anne Babaların ve Okul Öncesi Grubu Çocuklarının Çevre Bilincine Sahip Olma Durumlarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yaşam Boyu Öğrenme Ana Bilim Dalı. Bartın.

- Karasar, N. (2016). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara. Nobel Yayınevi.
- Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Timur, S. (2004). *Metallerin Çevresel Etkileri İTÜ, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü*. https://metalurji.org.tr/dergi/dergi137/d137_4651.pdf. Erişim Tarihi: 12.11.2021.
- Kaya, G. (2021). Çanakkale’de Yaşayanların Çevre Bilgisi Çevresel Tutum Ve Davranışlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı. Çanakkale.
- Kaya, İ. ve Gündoğdu, Y. (2007). “Coğrafya öğretmenlerinin çevre bilinci oluşturma ve gelişimindeki rolü; Diyarbakır örneği”. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 12 (18),187-204.
- Kaypak, Ş. (2012). “Güvenlikte Yeni Bir Boyut; Çevresel Güvenlik”. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8 (8),1 - 22.
- Kocalar, O., A. (2012). Coğrafya’da Çevre Eğitimi ve Sorunları. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı. Coğrafya Öğretmenliği Bilim Dalı. İstanbul.
- Koç, H. ve Karatekin, K. (2013). “Coğrafya öğretmen adaylarının çevre okuryazarlık düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi”. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 28, 139-174. ISSN:1303-2429.
- Kükrer, S., Çakır, Ç., Erginal, E., A. (2019). “Historical record of metals in lake küçükçekmece and lake terkos (İstanbul, Turkey) based on anthropogenic impacts and ecological risk assessment”. *Environmental Forensics*, DOI: 10.1080/15275922.2019.1657985.
- Kükrer, S., Erginal, A.E., Kılıç, Ş., Bay, Ö., Akarsu, T., Öztura, E. (2020).” Ecological risk assessment of surface sediments of çardak lagoon along a human disturbance gradient”. *Environ Monit Assess*, 192 (6). Doi:/10.1007/s10661-020-08336-9.
- Lee, C.G., Chon, H.T., Jung, M.J. (2001). “Heavy metal contamination in the vicinity of the daduk au-ag-pb-zn mine in Korea”. *Applied Geochemistry*, 16;1377-1386.
- Lermi, A. (2009). Gümüşköy-Maden (Ulukışla-Niğde) bölgesindeki toprak, su ve bitkilerde maden atıklarından kaynaklanan ağır metal kirlilik düzeyleri. *1. Tıbbi*

Jeoloji Çalıştayı (30 Ekim- 1 Kasım 2009) Bildiriler Kitabı İçinden (ss. 94 – 108), Nevşehir.

- Li, C., Zhou, K., Qin, W., Tian, C., Qi, M., Yan, X., Han, W. (2019). “A review on heavy metals contamination in soil: effects, sources, and remediation techniques, soil and sediment contamination an”. *International Journal*, DOI:10.1080/15320383.2019.1592108
- Loon, H.W.V. (2013). *Gençler için uygarlık tarihi*. (Çev. S. Çingay). İstanbul: Say yayınları.
- Lorenzen, C.J. (1971). “Chlorophyll-Degradation Products in Sediments of Black Sea”. *Woods Hole Oceanographic Institution Contribution*, 2828, 426 – 428.
- Loska, K., Wiechula, D., Pelczar, J. (2005). “Application of enrichment factor to assessment of zinc enrichment/depletion in farming soils”. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 36, 1117–1128. DOI: 10.1081/CSS-200056880.
- Marshall, C. ve Rosmann, B., G. (2014). *Designing Qualitative Research*. New York. Sage. ISBN: 978-1412970440.
- Mazurek, R., Kowalska, J., Gasiorek, M., Zadrozny, P., Jozefowska, A., Zaleski, T., Kepka, W., Tymczuk, M., Orłowska, K. (2016). “Assessment of heavy metals contamination in surface layers of roztocze national park forest soils (Se Poland) by indices of pollution”. *Chemosphere*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.10.126>.
- Merriam, S.B. (2013). Nitel araştırma: desen ve uygulama için bir rehber (3.Baskıdan Çeviri, Çeviri Editörü: S. Turan). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Mırık, R. (2017). Coğrafya Öğretmenlerinin Lise Coğrafya Ders Kitaplarında Yer Alan Kavram Haritalarına Yönelik Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Sosyal Bilimler ve Türkçe Eğitimi Anabilim Dalı. Erzurum.
- Mızrak, G. (2017). Türkiye İklim Bölgeleri ve Haritası (E – Kitap). ISBN: 978-605-83121-8-0. Erişim Adresi: <http://gurbuzmızrak.com/Yayinlarim/TurkiyeIklimiEkitap.pdf>. Erişim tarihi: 02.03.2021.

- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). Ortaöğretim 9., 10., 11. ve 12. sınıf biyoloji öğretim programı. Erişim Adresi: <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.asp>. Erişim Tarihi: 11.04.2021.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2013). *Okul Öncesi Eğitimi Programı*. Ankara.
- Müller, G. (1981). “Die Schwermetallbelastung Der Sedimente Des Neckars Und Seiner Nebenflüsse: Eine Bestandsaufnahme”. *Chemiker-Zeitung*, 105, 157–164.
- Omaç, A. A. (2019). Öğretmen Adaylarının Çevre Sorunlarına Yönelik Farkındalıklarının Sosyo Demografik Faktörler Bakımından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı. Niğde.
- Oran, U. (2022). Kilitbahir Limanı'nın (Çanakkale Boğazı) Ekolojik Risk Analizi Ve Coğrafya Öğretmeni Adaylarının Çevre Sorunlarına Yönelik Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Ana Bilim Dalı. Coğrafya Eğitimi Bilim Dalı. Çanakkale.
- Ozbay, O., Goksu, L., Z., M., Alp, T., M., Sungur, A., M. (2013). “Berdan çayı (tarsus - mersin) sedimentinde ağır metal düzeylerinin araştırılması”. *Ekoloji*, 22 (86), 68-74.
- Örün, E. ve Yalçın, S. S. (2011). “Kursun, civa, kadmiyum: çocuk sağlığına etkileri ve temasın belirlenmesinde saç örneklerinin kullanımı”. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*. 3 (2), 73-81.
- Özbolat, G. ve Tuli, A. (2016). Ağır metal toksisitesinin insan sağlığına etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*. 25 (4): 502-521.
- Özbuğutu, E. ve Karahan S. (2014). “Çevre eğitimi ve alternatif yöntemler – literatür taraması”. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11 (25), 393-408.
- Özdemir, A. ve Yapıcı, E. (2010). “Öğretmen adaylarının çevre sorunlarına yönelik farkındalık ve ilgi düzeylerinin karşılaştırılması”. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1), 48-56.

- Öztürk, T. ve Öztürk, Z., F. (2015). “Öğretmen adaylarının çevre ve çevre eğitimi ile ilgili görüşleri” *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (33), 115-132.
- Parlak, M., Everest, T., Tunçay T. (2021). “Uluköy ve Alemşah sulama göletleri (Çanakkale-Türkiye) sedimentlerinin ağır metal kirliliği bakımından incelenmesi”. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (2), 372-378.
- Parlak, M., Yiğini, Y., Ekinci, H. (2014). “Çanakkale Umurbey Ovası topraklarının erozyona duyarlılığının mevsimsel değişimi”. *Çomü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1), 123- 131.
- Pugh, R. E., Dick, G. D., Fredeen, A. L. (2002). “Heavy metal (pb, zn, cd, fe, and cu) contents of plant foliage near the anvil range lead/zinc mine, faro, Yukon Territory”. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 52, 273-279. Doi:10.1006/eesa.2002.2201.
- Rowe, J., S. (1961). “The Level-of-Integration Concept And Ecology”. *Ecology*, 42 (2), 420-427.
- Sağdıç, M. ve Ince, Z. (2020). “Türkiye’de güncel coğrafya ders kitaplarında istanbul temasının eleştirel analizi”. *Ulakbilge*. 133-144. DOI: 10.7816.
- Sarı, E. (2019). Eğitim içi ortam tozlarında metallerin değerlendirilmesi ve risk değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Sarı, E., Arslan Kaya T., N., Kösesakal, T., Kurt, M., A., Kılıç, Ö., (2019). Assessment of Cu, Cr, Pb and Zn contamination in the core sediment from İzmit Gulf, Turkey. *The 11th International Symposium on Environmental Geochemistry*, Çin,
- Sarıgöz, O. (2013). “Ortaöğretim Öğrencilerinin Çevre İle İlgili Davranış ve Düşüncelerinin Değerlendirilmesi”. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, X (I), 87-105.
- Selçuk, H. (2019). Göller Bölgesinde Bulunan Sulak Alanların Tahribi ve Çevre Eğitimi Açısından Önemi. Yüksek Lisans Tezi. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Burdur.

- Selvi, K. (2012). Umurbey Çayı ve Barajı'nda (Çanakkale) Suda, Sedimentte, Bazı Makro Omurgasız Canlılarda Ağır Metal Birikimi ve Toksisitesi. Doktora Tezi. ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Çanakkale.
- Serafim, M., A.; Company, R., M., Bebianno, M.,J., Langston, W.,J. (2002). "Effect of temperature and size on metallothionein synthesis in the gill of *Mytilus galloprovincialis* exposed to cadmium". *Marine Environmental Research*, 54 (35), 361-5.
- Seven, T., Can B., Darende, N., B., Ocak S. (2018). "Hava ve toprakta ağır metal kirliliği". *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 91-103.
- Sezer, K. (2015). Atıksulardaki Kadmiyum(II) ve Nikel(II) İyonlarının Tekli ve İkili Karışımlarının Kitosana, Kile ve Kitosan-Kil Kompozitine Adsorpsiyonunun Kesikli ve Sürekli Sistemlerde İncelenmesi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Anabilimdalı. Ankara.
- Shulman, L. S. (1987). "Knowledge and Teaching Foundations of the New Reform". *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Sillanpaa, M. (1990) "İcronutrient, assessment at the country level: an international study". *FAO, Soils Bulletin by Mikko Sillanpaa*, Roma.
- Sönmez, V. (1991). *Eğitim Felsefesi*. Ankara. Adam Yayıncılık.
- Sönmez, Y. A., Hisar, O., Yanık, T. (2012). "Karasu ırmağında ağır metal kirliliğinin tespiti ve su kalitesine göre sınıflandırılması". *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43 (1), 69-77. ISSN: 1300-9036.
- Sungur, A., Özcan, H., Gür, E., Eren, S., T., Yüksel, O., Soylak, M., (2017). Umurbey Ovası (Çanakkale) Elma Bahçeleri Topraklarında Ağır Metal Hareketliliğinin Belirlenmesi. *Vii. Ekoloji ve Çevresel Problemler Üzerine Uluslararası Sempozyum*. Çanakkale.
- Şener, Ş. ve Şener, E. (2015). "Kovada gölü (Isparta) dip sedimanlarında ağır metal dağılımı ve kirliliğinin değerlendirilmesi". *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (2), 86-96.

- Taner, O. (2019). Atık Sulardaki Ağır Metallerin Icp-Ms İle tayinlerinin Geçerli Kılınması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı. Ankara.
- Tansley, A. G. (1935). “The Use and abuse of Vegetational Concepts and Terms”. *Ecology* 16, 284-307.
- Thomas, G., W. (1996). “Soil pH and Soil Acidity. Chapter 3 Chemical Methods”. *SSSA and ASA*, 475-489.
- Thomas, R. (2004). *Practical Guide to ICP-MS*. Marcel Dekker. New York.
- Topbas, M., T., Brohi, A.R., Karaman, M., R. (1998). *Çevre Kirliliği*. Çevre Bakanlığı. Ankara.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji*. Kriter Yayınevi-Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, ISBN: 978-605-5863- 396, 650, İstanbul.
- Türkmen, A. (2003). İskenderun Körfezinde Deniz Suyu, Askıda Katı Madde, Sediment ve Dikenli Taş İstiridyesi’nde (Spondylus Spinosus SCHREIBERS, 1793) Oluşan Ağır Metal Birikimi Üzerine Araştırma. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi Su Ürünleri Ana Bilim Dalı. Erzurum.
- Uría A.F., López M.C., Roca E., Fernandez-Marcos M.M. (2009). “Source identification of heavy metals in pastureland by multivariate analysis in NW Spain”. *Journal of Hazardous Materials*, 165, 1008–1015.
- Ustun, B. ve Okumus, E. (2006). Orchestration Conditions in Heavy Metal Adsorption onto Sediment. *Sixth International Conference on Coastal Environmental 2006*, Wessex Institute of Technology, Yunanistan.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi* (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Ankara. Teknik Yayınları.
- Ünal, H., İ., Tuncel, S., Yücel, B., M., Yoleri, B., İ., Arslan, M., (2016). *Türkiye ve Dünyada Bakır*. MTA Fizibilite Etütler Daire Başkanlığı. Ankara.
- Ünal, S. ve Dımışkı, E. (1999). “Üniversite öncesi çevre eğitimi ve sorunları”. *T.C. Çevre Bakanlığı Çevre ve İnsan Dergisi*, 42–56.

- Wang, Y., Duan, X., Wang, L. (2019). "Spatial distribution and source analysis of heavy metals in soils influenced by industrial enterprise distribution: case study in Jiangsu Province". *Science of the Total Environment*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134953>.
- Wood, J., M. (1974). "Biological cycles for toxic elements in the environment". *Science*, 183 (4129), 1049-1052.
- Wuana, A.R. ve Okieimen, E.F. (2011). "Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation". *International Scholarly Research Network ISRN Ecology*. DOI:10.5402/2011/402647.
- Yan, C., Zhuang, T., Bai, J., Wen, X., Lu, Q., Zhang, L. (2020). "Assessment of as, cd, zn, cu and pb pollution and toxicity in river wetland sediments and artificial wetland soils affected by urbanization in a Chinese Delta". *Society of Wetland Scientists*. DOI: 10.1007/s13157-020-01330-4.
- Yaylalı, A.G. (2019). "Application of multivariate statistics in the source identification of heavy-metal pollution in roadside soils of Bursa, Turkey". *Arabian Journal Of Geosciences*, 12 (12). DOI: 10.1007/s12517-019-4545-3.
- Yiğini, Y. (2006). Çanakkale İli Umurbey Ovası Topraklarının Detaylı Toprak Etüt Haritalanması Ve Arazi Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı. Çanakkale.
- Yiğini, Y., Ekinci, H., Sungur, A., İlay, R. (2008). "Umurbey Ovası Topraklarının Yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn içerikler"i. *Lapseki Değerleri Sempozyumu*. Çanakkale.
- Yin, R. (1984). *Case study research: design and methods*. Sage Publications. California. ISBN: 0803920571.
- Yu, J., Huang, Z., Chen, T., Qin, D., Zeng, X., Huang, Y. (2011). "Evaluation of ecological risk and source of heavy metals in vegetable-growing soils in Fujian province, China". *Environ Earth Sci*. 65, 29–37. DOI 10.1007/s12665-011-1062-4.
- Zaloğlu, N., (2001). "Manganezin Biyolojik Sistemde Etkileri". *Türk Biyokimya Dergisi*, 26 (2), 61-69.

Zhang, K., Chai, F., Zheng, Z., Yang, Q., Zhong, X., Fomba, K., W., Zhou, G. (2018). “Size distribution and source of heavy metals in particulate matter on the lead and zinc smelting affected area”. *Journal Of Environmental Sciences*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.04.018>.

Zhang, Y., Zhang, H., Zhang Z., Liu, C., Sun, C., Zhang, W., Marhaba, T. (2018).” pH effect on heavy metal release from a polluted sediment”. *Journal of Chemistry*. 1, 1- 7. DOI:<https://doi.org/10.1155/2018/7597640>

Yararlanılan İnternet Kaynakları

URL1: <file:///C:/Users/Casper/Downloads/1%20%C3%87evre%20kavram%C4%B1.pdf>



