



T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

**MADENCİLİK FAALİYETLERİNİN TOPRAK KİRLİLİĞİ  
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ: ORHANELİ VE  
BÜYÜKORHAN (BURSA) ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olgun BÖBREK

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Serpil MENTEŞE

Bilecik, 2019

10182837

**T.C.**  
**BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**COĞRAFYA ANABİLİM DALI**

**MADENCİLİK FAALİYETLERİNİN TOPRAK KİRLİLİĞİ**  
**ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ: ORHANELİ VE**  
**BÜYÜKORHAN (BURSA) ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Olgun BÖBREK**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Dr. Öğr. Üyesi Serpil MENTEŞE**

**Bilecik, 2019**



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI  
JÜRİ ONAY FORMU

BŞEU-KAYIS Belge No	DFR-172
İlk Yayın Tarihi/Sayısı	03.01.2017 / 28
Revizyon Tarihi	
Revizyon No'su	00
Toplam Sayfa	1

Öğrencinin Adı Soyadı: Olgun BÖBREK  
Anabilim Dalı : Coğrafya  
Programı : Coğrafya  
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Serpil MENTEŞE  
Tezin Özgün Adı : Madencilik Faaliyetlerinin Toprak Kirliliği Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi: Orhaneli ve Büyükdere (Bursa) Örneği  
Tezin İngilizce Adı : .....

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 06 / 08 / 2019

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışması ilgili EYK kararıyla oluşturulan jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Coğrafya Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Serpil MENTEŞE

Üye : Prof. Dr. Murfeddin KAHRAMAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Şevki DANACIOĞLU

Üye : .....

Üye : .....

İmza

Serpil MENTEŞE  
Murfeddin KAHRAMAN  
Şevki DANACIOĞLU

ONAY

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... / ..... / 20.... tarih ve ..... / ..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

## **BEYAN**

“Madencilik Faaliyetlerinin Toprak Kirliliği Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi: Orhaneli ve Büyükorhan (Bursa) Örneği” adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel ahlak kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmını Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

**OLGUN BÖBREK**

**10.07.2019**

## ÖNSÖZ

“Madencilik Faaliyetlerinin Toprak Kirliliği Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi: Orhaneli ve Büyükorhan (Bursa) Örneği” adlı bu çalışma Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tez proje çalışması olarak hazırlanmıştır.

Çalışmada öncelikli olarak bölgede yapılan madencilik faaliyetlerinin toprak kirliliğine (ağır metal) etkisi incelenmek amaçlanmıştır. Ayrıca toprakta ağır metal kirliliğinin mekânsal değişiminden ve konsantrasyon düzeylerinden yola çıkarak riskli alanlar belirlenmiş ve bu bilgiler ışığında kirlilik için çeşitli öneriler sunulmuştur.

Çalışma boyunca bilgisi ve tecrübesi ile her türlü desteğini, ilgisini, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen, bana karşı olan üstün sabrı ve sakinliği ile her zaman bana bu çalışmada yön göstermesi ve benim bu noktaya gelmeme yardımcı olan çok değerli danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Serpil MENTEŞE’ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca lisans eğitimimden sonra bu noktalara gelmemdeki katkısı büyük, destekleyici ve yön gösterici çok değerli sayın Prof. Dr. Şermin TAĞIL ve Dr. Öğr. Üyesi Şevki DANACIOĞLU hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın hazırlanmasında gerekli olan verilere ulaşmamda bana yardımcı olan Orhaneli Orman Bölge Müdürlüğü’ne ve Büyükorhan Kınık Şef’ine teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca bana her türlü maddi manevi destekte bulunan ve sabırla bu noktaya gelmemi destekleyen babama, anneme ve ablama ayrıca çalışmalarım sırasında bana yardımcı ve destek olan çok değerli arkadaşşıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**OLGUN BÖBREK**

## ÖZET

Madencilik insanoğlu tarafından yapılan önemli bir ekonomik faaliyettir. Ancak diğer birçok antropojenik faaliyetlerde olduğu gibi madencilik faaliyetleri de çevre üzerinde birçok olumsuz etki bırakmaktadır. Toprak, su, hava ve gürültü kirliliği, arazi degradasyonu, biyoçeşitliliğin azalması, toprak çökmesi ve sağlık ile ilgili problemlerin artması madencilik faaliyetlerinin çevresel etkilerinden birkaçını oluşturmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada Orhaneli ve Büyükorhan (Bursa) çevresinde yürütölen madencilik faaliyetlerinin toprak kirliliği (ağır metal) üzerinde olan etkilerini tespit etmek amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma alanından, sistematik rastgele karalej yöntemi ile 19 adet toprak örneği alınmıştır. Çalışma alanındaki ağır metallerin mekansal değişiminin tespit edilmesinde, haritalanmasında ve risk değerlendirilmesinde jeoistatistiksel yöntemlerden ordinary ve indicator krikning yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma alanındaki her bir ağır metalin, maden ocakları ile ilişkisini tespit etmek için mesafe analizi yapılmıştır. Topraktaki ağır metallerin, maden ocaklarına yaklařtıķça yada uzaklařtıķça nasıl etkilendiğini ortaya koymak için ise Pearson 'Bivariate' Korelâsyon analizi yönteminden yararlanılmıştır. Sonuç olarak en yüksek arsenik, bakır, cıva, çinko, krom, mangan seviyeleri Orhaneli'nin güneyindeki alanlarda tespit edilmiştir. En yüksek alüminyum değerleri ise Büyükorhan'ın kuzeyi ile kuzeybatısındaki alanda gözlenmiştir. Diğer metallerin (demir, kadmiyum, kobalt, kurşun, nikel ve vanadyum) ise çalışma alanının kuzeyinde daha yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Mesafe analizi sonucunda ise sadece cıva metali dışında diğer metallerle maden ocakları arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca alüminyum, arsenik, bakır, cıva, çinko, demir, kadmiyum, kobalt, kurşun ve mangan için belirtilen sınır değerlerin altında değerler tespit edilirken krom, nikel ve vanadyum için ise sınır değerlerin üstünde seviyeler tespit edilmiştir. Ağır metaller açısından kirli olarak görölen alanlar mermer ve krom işletmelerinin çevresi olarak tespit edilmiştir. İlçeler birbiri ile kıyaslandığında ise Orhaneli'nde Büyükorhan'a göre tüm kirleticilerde daha yüksek seviyeler tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır Metaller, Büyükorhan, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Madencilik Faaliyetleri, Orhaneli, Toprak Kirliliği.

## ABSTRACT

Mining is an important economic activity carried out by human beings. However, as with many other anthropogenic activities, mining activities have many negative effects on the environment. Soil, water, air and noise pollution, land degradation, biodiversity reduction, soil collapse and increasing health problems are some of the environmental impacts of mining activities. Therefore, in this study, it is aimed to determine the effects of mining activities carried out in Orhaneli and Büyükorhan (Bursa) on soil pollution (heavy metal). For this purpose, 19 soil samples were taken from the study area by systematic random blacking method. Ordinary and indicator cricketing methods were used in the determination, mapping and risk assessment of spatial changes of heavy metals in the study area. . Distance analysis was performed to determine the relationship of each heavy metal in the study area with the mines. Pearson-Bivariate Correlation analysis method was used to show how heavy metals in the soil were affected as they approached or moved away from the mines. As a result, the highest arsenic, copper, mercury, zinc, chromium, manganese levels were found in the areas south of Orhaneli. The highest aluminum values were observed in the north and northwest of Büyükorhan. Other metals (iron, cadmium, cobalt, lead, nickel and vanadium) were found to be higher in the north of the study area. As a result of distance analysis, a significant relationship was found between mines and other metals except mercury metal. In addition, aluminum, arsenic, copper, mercury, zinc, iron, cadmium, cobalt, lead and manganese values were determined below the limit values, while chromium, nickel and vanadium levels were higher than the limit values. The areas considered as dirty in terms of heavy metals were determined as the environment of marble and chrome enterprises. When the districts are compared with each other, higher levels of all pollutants have been detected in Orhaneli than Büyükorhan.

**Keywords:** Heavy metal, Büyükorhan, Geographical Information Systems, Mining Activities, Orhaneli, Soil Pollution.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ .....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
KISALTMALAR LİSTESİ .....	viii
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### MADENCİLİK FAALİYETLERİNİN TOPRAK KİRLİLİĞİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

1.1. Amaç ve Araştırma Soruları .....	5
1.2. Bilimsel Katkı .....	5
1.3. Konunun Önemi .....	6
1.4. Veri ve Yöntem .....	6
1.4.1. Veri .....	6
1.4.2. Yöntem .....	11
1.5. Araştırma Alanının Konumu ve Yakın Çevre Özellikleri .....	14
1.5.1. Fiziki Özellikleri .....	14
1.5.2. Beşeri Özellikleri .....	19
1.6. Literatür Taraması .....	22
1.6.1. Kuramsal Çerçeve .....	22
1.6.1.1. Madencilik .....	22
1.6.1.2. Toprak Kirliliği .....	23
1.6.1.3. Doğa Koruma .....	24
1.6.1.4. Sürdürülebilirlik .....	25
1.6.2. Alan ile İlgili Literatür .....	25
1.6.3. Konu ile İlgili Literatür .....	27

## İKİNCİ BÖLÜM

### BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1. Çalışma Alanın Topraklarında Alüminyum (Al) ve Mekânsal Değişimi .....	35
2.2. Çalışma Alanın Topraklarında Arsenik (As) ve Mekânsal Değişimi .....	38
2.3. Çalışma Alanın Topraklarında Bakır (Cu) ve Mekânsal Değişimi .....	40
2.4. Çalışma Alanın Topraklarında Cıva (Hg) ve Mekânsal Değişimi .....	42
2.5. Çalışma Alanın Topraklarında Çinko (Zn) ve Mekânsal Değişimi .....	43
2.6. Çalışma Alanın Topraklarında Demir (Fe) ve Mekânsal Değişimi .....	44
2.7. Çalışma Alanın Topraklarında Kadmiyum (Cd) ve Mekânsal Değişimi .....	46
2.8. Çalışma Alanın Topraklarında Kobalt (Co) ve Mekânsal Değişimi .....	47
2.9. Çalışma Alanın Topraklarında Krom (Cr) ve Mekânsal Değişimi .....	48
2.10. Çalışma Alanın Topraklarında Kurşun (Pb) ve Mekânsal Değişimi .....	50
2.11. Çalışma Alanın Topraklarında Mangan (Mn) ve Mekânsal Değişimi .....	51
2.12. Çalışma Alanın Topraklarında Nikel (Ni) ve Mekânsal Değişimi .....	53
2.13. Çalışma Alanın Topraklarında Vanadyum (V) ve Mekânsal Değişimi .....	54

<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>56</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>59</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>66</b>

## TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

<b>Tablo 1:</b> Türkiye Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne Göre Bazı Ağır Metallerin Topraktaki Sınır Değerleri .....	12
<b>Tablo 2:</b> Örnek Alınan Noktalar ve Koordinatları.....	13
<b>Tablo 3:</b> Ağır Metallerin Tüm Maden Ocaklarına Olan Mesafe Analizini Gösteren Korelasyon Tablosu .....	37

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1: Çalışma alanının karelajlara bölünüşü.....	7
Şekil 2: Çalışma alanında numune alınması işlemine ait bir görüntü .....	8
Şekil 3: Çalışma alanında alınan numunelerin paketlenme işlemine ait bir görüntü.....	9
Şekil 4: Çalışma alanından alınan numunelerin laboratuvar ortamında temizlenmesi ve kurutulması .....	9
Şekil 5: Çalışma alanında alınan örneklerin gerekli işlemlerden sonra ICP-MS analizi için paketlenmesi .....	10
Şekil 6: Çalışma alanı konum haritası .....	15
Şekil 7: Çalışma alanı sayısal yükseklik modeli (a), eğim (b) ve bakı (c) haritaları.....	17
Şekil 8: Orhaneli 2014-2018 yılları ortalama sıcaklık ve yağış grafiği .....	18
Şekil 9: Büyükorhan 2014-2018 yılları ortalama sıcaklık yağış grafiği .....	18
Şekil 10: Orhaneli ve Büyükorhan ilçeleri 2014-2018 yılları ortalama nispi nem grafiği .....	19
Şekil 11: Orhaneli ve Büyükorhan 2008-20018 yılları nüfus grafiği .....	20
Şekil 12: Alüminyum (Al)'un dağılışı haritası .....	36
Şekil 13: Bölgede bulunan bir mermer ocağı.....	37
Şekil 14: Arsenik(As)'in dağılışı haritası .....	39
Şekil 15: Bakır(Cu)'in dağılışı haritası.....	40
Şekil 16: Cıva(Hg)'nin dağılışı haritaları .....	42
Şekil 17: Çinko(Zn)'nin dağılışı haritası.....	44
Şekil 18: Demir(Fe)'nin dağılışı haritası.....	45
Şekil 19: Kadmiyum(Cd)'un dağılışı haritası .....	46
Şekil 20: Kobalt(Co)'in dağılışı haritası .....	47
Şekil 21: Krom(Cr)'un (a) dağılışı ve (b) olasılık haritaları .....	49
Şekil 22: Çalışma alanında bulunan krom işletmesi .....	50
Şekil 23: Kurşun(Pb)'un dağılışı haritası .....	51
Şekil 24: Mangan(Mn)'in dağılışı haritaları .....	52
Şekil 25: Nikel(Ni)'in (a) dağılışı ve (b) olasılık haritaları .....	53
Şekil 26: Vanadyum(V)'un (a) dağılışı ve (b) olasılık haritaları .....	55

## KISALTMALAR

**Al:** Alüminyum

**As:** Arsenik

**CBS:** Coğrafi Bilgi Sistemleri

**Cd:** Kadmiyum

**Co:** Kobalt

**Cu:** Bakır

**Cr:** Krom

**ÇED:** Çevresel Etki Değerlendirmesi

**DSÖ:** Dünya Sağlık Örgütü

**Fe:** Demir

**GPS:** Küresel Konumlama Sistemi

**IAEA:** International Atomic Energy Agency

**ICP-MS:** İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi

**Mn:** Mangan

**Ni:** Nikel

**°C:** Santigrat Derece

**Pb:** Kurşun

**Ppm:** Milyonda bir (mikro)

**Se:** Selenyum

**Sr:** Stransiyum

**SPSS:** Spatial Package for Social Sciences

**SYM:** Sayısal Yükseklik Modeli

**TKKY:** Toprak Kirliliği Koruma Yönetmeliği

**WHO:** Dünya Sağlık Örgütü

**V:** Vanadyum

**Zn:** Çinko

## GİRİŞ

İnsanoğlunun ortaya çıkışından günümüze kadar olan süreçte insan ve doğa sürekli olarak etkileşim halinde olmuştur. Bu etkileşim, insanların birlik olarak medeniyetler kurarak yerleşik hayata geçmesiyle gelişme kaydetmiştir. Doğal ortamında türlü etkinliklerde bulunan insanlar, özellikle doğal kaynakların bileşiminin değişmesine ve azalmasına yol açmış, açmaya da devam etmektedir. Özellikle günümüz dünyasında hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve teknolojik gelişmelerle birlikte doğal kaynaklardan yararlanmada artış göstermiştir. Bu artışa paralel olarak hammadde ihtiyacı büyük boyutlara ulaşmıştır. Bu ihtiyacın büyük bir bölümü doğal çevreden sağlanmaktadır. İnsanoğlunun kullanımına açık olan hammaddelerden bir tanesini de maden ocakları oluşturmaktadır. Geçmişten günümüze insanoğlu madencilik faaliyetleri ile farkında olmadan etkileşimde bulunarak yaşamaktadır. Gerek yerleşme için seçilen mağaralarda ki oymacılık, gerekse savunma için yapılan silahlara bakıldığında bunlara örnek verilebilmektedir. Fakat bu süreç sanayi devrimi ile daha da ileri boyutlara varmıştır. İnsanoğlu sanayi devrimi ile birlikte hammadde ihtiyacına yönelik olarak maden çıkarımına daha çok yönelmiştir. Bu durum karşısında insanlar doğanın kendisini yenileyebileceğini düşünerek hiçbir tedbir almamış, tam tersi madencilik faaliyetlerini arttırarak doğanın bitki örtüsünü yenilenmesine fırsat vermemiştir.

Elbette ki madencilik faaliyetlerinin ülke ekonomisine olan katkıları yadsınamaz (Ndinwa ve Ohwona 2014). Günümüzde Türkiye’de çıkarılan başlıca madenler bor tuzları, taş kömürü, linyit, altın, trona, bakır, krom, doğal yapı taşları (mermer, granit, traverten), manyezit, feldispat, bentonit, kaolinli killer, pomza taşı, perlit, barit gibi madenler çoğunluktadır. Bu nedenle de madencilik faaliyetleri ülkelerin ekonomilerinde önemli bir yer teşkil etmektedir. Ancak madencilik faaliyetleri sonucunda doğal çevre üzerinde birçok değişim meydana gelmektedir. Toprak kirliliği, su kirliliği, arazi degradasyonu, biyoçeşitliliğin azalması, hava kirliliği, sağlık ile ilgili problemlerin artması, gürültü kirliliği, toprak çökmesi ve heyelan (State of the Environment Report, 2003) madencilik faaliyetlerinin doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin birkaçını oluşturmaktadır. Yapılan madencilik faaliyetlerinin işletme alanlarında, su yönetiminin sağlanarak su kalitesinin korunması, hava kalitesinin korunması, toprak kalitesinin korunması, bitki ve hayvan türleri üzerinde oluşabilecek etkilerin azaltılabilmesi için önceden türlerin belirlenmesi ve önlemlerin alınabilmesi, kimyasalların kullanımı,

depolanması, taşınması, yönetiminin sağlanması gibi oluşabilecek tehlikeli ve tehlikesiz atık yönetiminin geri kazanım veya bertarafının oluşturulması, patlatma çalışmalarında risklerin ölçümlerle desteklenerek patlayıcı yönetimi, taş savrulması, hava şoku, gürültü ve titreşim etkenlerinin en az etkide bulundurulması kaçınılmaz bir zorunluluktur (Kekeç, 2014).

Günümüzde farklı yöntemlerle çıkarılan madenler işletmecilere birçok avantaj sağladığı için yüzey madenciliği tercih edilmektedir. Çıkarılan madenler mineralleri ile birlikte çıktığı için esas kullanılacak yapıya ulaşılan kadar kırma, öğütme ve eleme gibi işlemlere tabi tutulmaktadır. Yapılan bu işlemler sonucunda doğaya olumsuz yönde birçok etkisi bulunmaktadır. Hangi yöntem uygulanırsa uygulansın madenciliğin temel hedefi, yer kabuğunun farklı katmanlarında bulunan madenin yeryüzüne çıkarılmasıdır. Yeraltı madenciliğinde madenin bulunduğu alanın galeriler açarak faaliyet sürdürülürken, açık ocak madenciliğinde bölümler halinde kazılarak faaliyet sürdürülmektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi açık ocak işletmeler yörenin doğal ve ekolojik yapısını, peyzajı, doğal hayatı, habitatı tahrip etmektedir (Acar, 2007). Ayrıca yeraltı madenciliğinin doğrudan değişiklikleri, atık yığınları ve pasalarla olduğu gibi üretim ve işletme tesisleri tarafından da meydana gelmektedir. Röliyef su rejimi ekonomik ve ekolojik şartlardaki en büyük bozulmalar, çökmüş ocaklarda görülmektedir. Bu tür maden işletmelerinde kayaçların birkaç metreye varan dikey veya yatay hareketleri meydana gelebilmektedir. Bu durum su basması veya toprak kaymasına neden olmaktadır. Etkilenen maden alanları tümüyle iyileştirilemez hale gelerek kullanım değeri düşmektedir. Toprak kaymaları, yer altı ve yerüstündeki tesislerin tamamı için tehlike kaynağı oluşturmaktadırlar (Anonim., 2009).

Literatürde madencilik faaliyetlerinin çevreye olan etkilerini inceleme konusunda birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda maden ocaklarının çevreye vermiş olduğu görsel etkiler çalışılmış olup farklı analiz teknikleri kullanılmıştır. Son yıllarda yine maden işletmeciliği ve artıkların farklı sorunların yaşanmasına neden olduğu görsel kirliliği konusunda Çelik ve diğ., (2003) ile Mutlutürk ve Altındağ (2010) tarafından çalışma yapılmıştır. Ayrıca fauna, flora etkileşimi ile sosyal sorunları konusunda Tarhan (2010) tarafından çalışma yapılmıştır. Bazı çalışmalarda madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğü ortam toprağının ağır metaller tarafından kirlendiğini göstermiştir. Liao ve diğ., (2007) ilk maden çıkarıldığında bazı ağır metaller rüzgâr ile

birlikte toprak yüzeyine karışmakta, sonra toprağın içine karışarak dağılmakta olduğu bazıların ise yeraltı veya yüzey sularına karışarak etkilene alanın artmasına sebep olmaktadır. Maden alanlarında karşılaşılan en önemli problemlerden bir diğerini de yağmur suları ile yıkanan çıkarılan madenin yüzeysel sulara karışarak su kalitesini olumsuz etkilemesi oluşturmaktadır.

Diğer bir problem ise, maden çıkartılırken ya da işlenirken herhangi bir arıtma yapılmaksızın atık sular doğrudan doğaya bırakılmaktadır. Örneğin İspanya'nın kuzey ve güney bölgelerindeki antik çağdan beri işletilen büyük maden ocaklarının çevresindeki topraklarda yüksek oranda ağır metal konsantrasyonlarına rastlanıldığı belirlenmiştir (Li ve diğ., 2014). Madencilik faaliyetlerinde jeolojik yapı, su rejimi ve rölyefteki doğrudan değişiklikler açık maden işletmelerinde çok daha belirgin olmaktadır. Bu tür işletmelerde çok miktarda toprak çıkarılarak dış kısma yığılmaktadır. Hafriyat yerlerini çoğu zaman su basar ve dışarıya yığılan topraklar çok geniş alanları kaplar. Bu faaliyetler sonucunda tarım ve orman alanları da engellenmektedir (Anonim, 2009g).

Yeraltı madenciliğinde ise maden yatağının üzerindeki örtü tabakasının çok kalın olduğu durumlarda uygulanan bir yöntemdir. Toprak, kayaçların ve organik atıkların uzun bir süre sonucunda fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak ayrışması sonucu oluşan ve oluşmaya devam eden doğal varlıktır. Toprak kirliliğinin en önemli etkisi; kirleticilerin topraktan bitki bünyesine geçerek bu bitkilerin doğrudan ya da bitkilerle beslenen hayvanların tüketilmesi sonucunda kirleticilerin insan bünyesine geçmesidir. Ayrıca çiftçi (üretici) sağlığı açısından kirlenmiş toprakla derinin temas etmesi, kirlenmiş toprak tozlarının yutulması, özellikle kuruma esnasında buharlaşan kirleticilerin solunum yoluyla etkileşimde bulunulması gibi sonuçları tam olarak araştırılmamış birçok muhtemel sağlık sorunu vardır. Kısaca toprak kirliliği, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının insan aktiviteleri sonucu bozulması olarak tanımlanabilmektedir(Türkoğlu,2006). Özellikle açık madencilikte toprağın yüzeyinin tamamen kaldırılarak çalışma yapılması sonucunda canlı ve organizmalar yaşam alanı bulamamakta topraktaki besin değeri azalmaktadır. Toprak yok oldukça canlı ve organizmalar da yok olmaktadır. Metin (2010), Grupe ve Filipinski'ye (1989) göre antropojen kökenli ağır metaller topraklarda genellikle oksitler ve nispeten iyi çözünen tuzlar halinde bulunduğunu belirtmektedir. Yine Metin (2010) Koch ve diğ (1993)

antropojen kökenli Cd, Ni, Zn ve Pb'un jeolojik kökenli olanlara göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Doğan (2001) madencilik faaliyetleri ile tahrip edilen bölgelerde yaban hayatının canlandırılması için, bu bölgelerde yaşatılması düşünülen hayvanlara yaşam şartlarına uygun bir ortamın yaratılması gerektiğini, ancak bu yapılmak istenirken dikkat edilmesi gereken 3 temel unsurun su, besin ve bitki örtüsü gerekliliğini belirtmektedir. Pusa (2008)'nin bitki örtüsü ve vahşi yaşama madencilik faaliyetlerinin etkilerini belirtirken yapılan uygulamaların doğaya büyük zararlar verdiği ve bu zararların başında da bitki örtüsünün ortadan kalkması ve vahşi yaşamın sona ermesi olduğu belirtilmiştir. Kısaca bir yerde toprak var ise bitki örtüsü, bitki örtüsü var ise hayat vardır olarak söylenilebilmektedir.

Yine bakıldığında ağır metallerin doğaya insana etkileri birçok farklı yöntem ve nedenlerle çalışılmış (Menteşe, 2015; Özkul, 2003; Metin, 2010) ve etkiler ortaya çıkarılmak istenmiştir. Çalışma alanında yeni maden rezervlerinin keşfi (Madencilik Türkiye Dergisi, 2018) ile talebin artması ve çeşitli projelerin bulunması, alanın sonraki çalışmalara kaynak olabileceği yargısına varılması sonucunda çalışma alanı araştırılmaya değer görülmektedir. Böylelikle gelecekte karşılaşılabilecek durumlar için önleyici etkide bulunması öngörülerek bölgede bu çalışma yapılmıştır. Bu nedenle çalışmada araştırma alanındaki madencilik faaliyetlerindeki çeşitlilik sonucu ortaya çıkan ağır metallerin yayılım gösterdiği topraklara etkisi araştırılacaktır.

# **BİRİNCİ BÖLÜM**

## **MADENCİLİK FAALİYETLERİNİN TOPRAK KİRLİLİĞİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

### **1.1. Amaç ve Araştırma Soruları**

Bu çalışmanın araştırma alanı olan Orhaneli ve Büyükorhan çevresinde krom, linyit, mermer gibi madencilik faaliyetlerinin yaygın olarak yapıldığı görülmektedir. Çalışma alanında daha önce madencilik faaliyetlerinin neden olduğu toprak kirliliğinin çalışılmamış olması araştırma açısından önem arz etmektedir. Çalışmada madencilik faaliyetlerinin toprak kirliliğine olan etkisi incelenerek diğer çalışmalara katkıda bulunmak hedeflenmiştir. Yine literatürde yapılan çalışmalarda toprakta bulunan kirletici konsantrasyon düzeylerinin artışına bağlı olarak canlıların sağlığını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir (Çağlarımak, 2010). Bu nedenle toprakta ağır metal kirliliğinin çalışılması önem arz etmektedir ve güncel konular arasındadır. Ayrıca toprakta ağır metal kirliliğinin mekânsal değişiminden yola çıkarak riskli alanlar belirlenebilmekte ve bu bilgiler ışığında kirlilik için önlemler alınabilmektedir. Çalışmanın amacı Orhaneli ve Büyükorhan'da yapılan madencilik faaliyetlerinin toprak kirliliği (ağır metaller) üzerine olan etkisini belirlemektir.

1. Araştırma alanında madencilik faaliyetleri toprak da ağır metal artışına neden olmakta mıdır?
2. Maden ocaklarına yaklaştıkça toprak da ağır metal kirliliği de artmakta mıdır?
3. Maden ocaklarından uzaklaştıkça toprak da ağır metal kirliliği de azalmakta mıdır?
4. Bu artış ve azalış maden ocakları ile ilişkili midir?

Araştırma bu amaç ve araştırma soruları dikkate alınarak yürütülmüştür.

### **1.2. Bilimsel Katkı**

Bu çalışmanın araştırma alanında kalsedon, kalsit, krom, linyit, manyezit, mermer, nikel ve nefelinli siyalit gibi madencilik faaliyetleri yoğun bir şekilde yapılmaktadır(Kaya, 2010). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde farklı çalışma alanlarında madencilik faaliyetlerinin toprakta ağır metal kirliliğine neden olduğu tespit edilmiştir (Kekeç, 2014; Liao ve diğ, 2007; Varol ve diğ., 2011; Paktunç, 2001). Ancak

Orhaneli ve Büyükorhan sınırlarında daha önce madencilik faaliyetlerinin topraktaki ağır metal kirliliği üzerine etkisinin incelenmemiş olması bu çalışma açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmada literatürdeki bu konudaki boşlukların doldurulması planlanmaktadır.

### **1.3. Konunun Önemi**

Maden ocaklarının sürdürülebilir çerçevede kullanılması hem ekonomik hem de doğal bir kazanç olacaktır. Özellikle Orhaneli ve Büyükorhan gibi doğasına insanın müdahalesi az bulunmuş alanlar, ekosistemin hassas alanlarını oluşturmaktadır. Öncelikle maden ocaklarının etkilerinin araştırılması ve buna bağlı olarak topraktaki ağır metal kirliliğine etkileri tespit edilerek orman ve tarım alanlarının korunması bölge için önem arz etmektedir (Kaya, 2010). Bu yönde bir uygulamaya gidilebilmesi için de bölgede toprak örnekleri ile materyal analizleri yapılarak, güncel veri ve bilgiler ışığında mekânsal tedbirler oluşturulmalıdır. Böylelikle bir yandan ekonomik fayda sağlanırken bir yandan da sürdürülebilir kaynak yönetimine ulaşıla bilinir. Aynı zamanda maden ocaklarının tarım ile ilişkisinde daha korumacı ve kalkınma prensibi sağlanarak, her yönden katkı alınabilir.

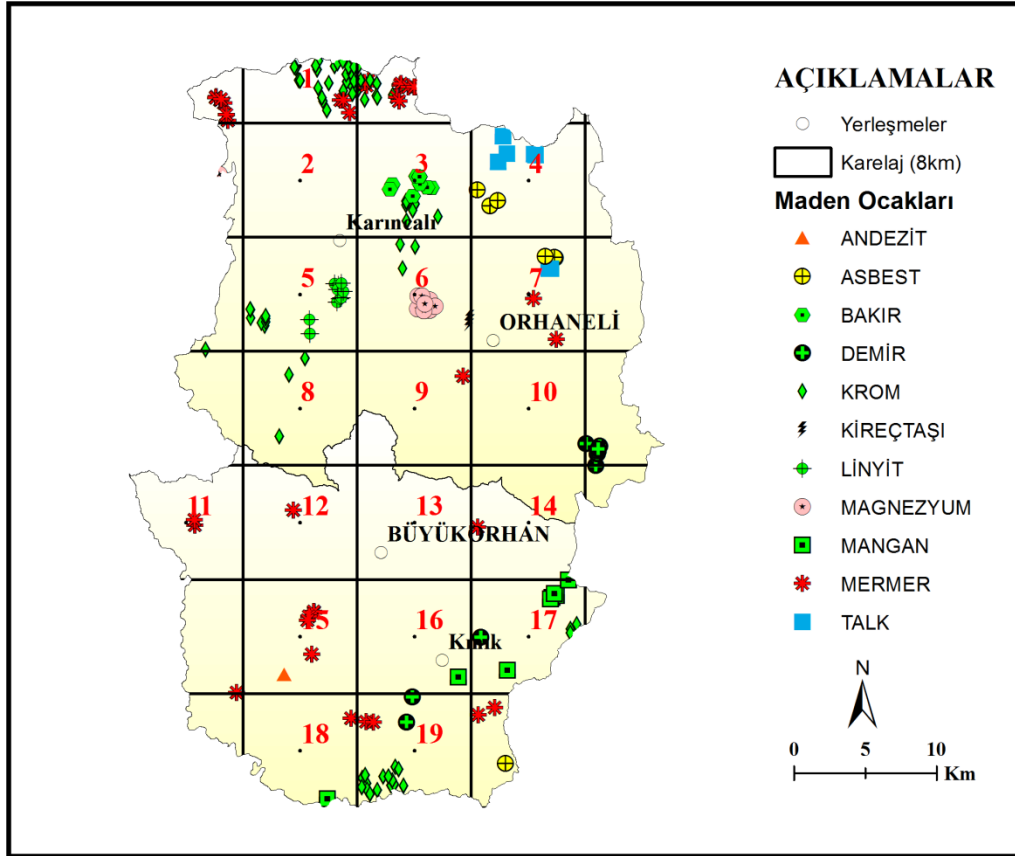
### **1.4. Veri ve Yöntem**

#### **1.4.1. Veri**

**Sayısal Haritalar:** Çalışma alanının topografik özelliklerini ortaya koymak için 1:25.000 ölçekli topografya haritaları kullanılmıştır. Sayısal 1:25.000 ölçekli haritalar Orman İşletme İlçe şefliklerinden alınmıştır. Ayrıca çalışma alanının içerisinde kalan Orman İşletme Şefliklerinin sayısal amenajman plan haritaları ve yerleşim yerlerinin konum haritaları kullanılmıştır.

**Maden Ocakları Verisi:** Maden ocaklarının olduğu harita, Orhaneli ve Büyükorhan Orman İşletme Şefliklerinden ve Bursa Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü'nden alınarak maden ocaklarının konumları da bu harita verileri ile birlikte doğrulanmış bir şekilde sayısal veri olarak alınmıştır. Maden ocakları ilk olarak alındığında alan verisi iken ocaklar nokta veriye çevrilmiştir. Bu noktaların açıklamalarında maden ocaklarının orman işletme müdürlüklerine tanımlı kodları ve ocakların bilgileri bulunmaktadır.

**Çalışma Alanı Verisi:** Alınan haritalar raster veri olarak dönüştürülmüştür. Daha sonra çalışma alanının fiziki ve konum haritaları oluşturulmuş ve çalışma alanına 2 km'lik bir tampon bölge oluşturulmuştur. Örnek alınacak noktaların belirlenmesinde doğru sonuçlar elde etmek amacıyla da çalışma alanında 8 km<sup>2</sup>'lik karelej ağı oluşturulmuş ve noktalar belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma alanının karelajlara bölünüşü.

**Toprak Kirliliği verisi:** Bu çalışmada toprak örnekleri alınırken sistematik rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ortalama olarak kirletici konsantrasyonunu tahmin etmek için bu yöntem yararlıdır. Bu örnekleme alma yönteminde alan bir kareye bölünmekte; daha sonra, her bir hücre içerisinde örnekler rastgele seçim prosedürleri kullanılarak toplanmaktadır (IAEA, 2004). Çalışma alanı, kuzey - güney ve doğu-batı doğrultularında 8 km<sup>2</sup> büyüklüğündeki gridlere bölünmüş ve bu gridlerin içlerinden rastgele yöntemle 0-25 cm'lik derinlikten toprak örnekleri alınmıştır (TKKY, 2005) (Şekil 2). Alınan toprak örnekleri Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Laboratuvarında kurutulmuştur. Çalışma alanındaki grid hücreleri içinde zikzaklar çizilerek birkaç yerden plastik kaşık yardımı ile alınan toprak numuneleri 2 lt

hacimli plastik poşetlere konulmuştur (Şekil 3). Plastik poşetler üzerine numunelerin koordinat değerleri yazılmıştır. Alınan tüm toprak örnekleri, Coğrafya Bölümü'nün açık ve temiz laboratuvar ortamında 5-6 gün geniş süzgeç kâğıtları içinde ve üstü aynı kâğıtlarla kapatılarak kurutulmuştur. Numuneler içindeki taşlar ve yabancı maddeler temizlenmiş ve her gün plastik bir kaşık yardımı ile karıştırılmıştır (Şekil 4). Kurutulan toprak numuneleri Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi laboratuvarında 2 mm elek yardımı ile elenmiştir. Topraklardaki element analizi Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'ndeki ICP-MS cihazı ile yapılmıştır (Şekil 5). Çalışmada örnekleme noktaları coğrafi referanslı küresel konumlama sistemi (GPS) kullanılarak belirlenmiştir. Koordinat değerleri ve bu koordinatlardaki kentsel kaynaklı kirleticilerin işlendiği veri tabanı oluşturulmuştur.



Şekil2: Çalışma alanında numune alınması işlemine ait görüntü.



**Şekil3: Çalışma alanında alınan numunelerin paketlenme işlemine ait bir görüntü.**



**Şekil 4: Çalışma alanından alınan numunelerin laboratuvar ortamında temizlenmesi ve kurutulması.**



**Şekil 5: Çalışma alanında alınan örneklerin gerekli işlemlerden sonra ICP-MS analizi için paketlenmesi.**

**İklim verisi:** Çalışma alanının iklim özelliklerini ortaya koyabilmek amacıyla Orhaneli ve Büyükorhan Meteoroloji İstasyonlarının 2014 - 2018 dönemine ait sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr hızı ve yönü gibi değişken veriler kullanılmıştır. Veriler aylık olarak toplanmış ve sonuçlar çizelgeler ile grafikler halinde gösterilmiştir.

**Nüfus verisi:** Çalışma alanı içerisinde kalan yerleşmelerin nüfusuna ait istatistikî bilgileri Türkiye İstatistik Kurumu'ndan alınmıştır. Nüfus verisi genel olarak irdelenmiş, şekiller çizilerek gösterilmiş ve arazi kullanımındaki değişim nedenleri ile nüfus değişimi arasındaki ilişki araştırılmıştır.

### **1.4.2. Yöntem**

Bu çalışma büro, saha, laboratuvar ve değerlendirme araştırması niteliği taşımaktadır.

**Çalışma Alanının Belirlenmesi:** Bu çalışmanın araştırma alanı olan Orhaneli ve Büyükorhan çevresinde madencilik faaliyetlerinin yaygın olarak yapıldığı görülmektedir. Çalışma alanında daha önce madencilik faaliyetlerinin neden olduğu toprak kirliliğinin çalışılmamış olması araştırma alanının belirlenmesinde etkili olmuştur. Ayrıca çalışma alanında 1994-2003 yılları arasında yaşanmış olunması bölgeye olan ilgiyi arttırmıştır.

**Toprak Kirliliği:** Rastgele örneklem yöntemi ile 0-25 cm derinlikten alınacak toprak örnekleri kullanılarak koordinat çifti ve kirletici miktarlarından oluşan bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setinde alınacak toprak örnekleri ile muhtemel kirlilik değerlerinin yüksek olduğu gözlenebilecek ve bunlara karşılık kontrol sağlanabilecek, maden faaliyetlerinden daha az etkileşimde olan noktalar seçilmektedir. Bu noktalar içinde ArcGIS programından yardım alınmaktadır. Alınan toprak örnekleri belirlenen konumlarda 8km<sup>2</sup>'lik alan içerisinde alınarak özenle ayrı ayrı paketlenip muhafaza edilerek oda sıcaklığında bekletilip parçalanmış ve elekten geçirilmiştir. Daha sonra kirleticilerin topraktaki miktarları laboratuvar ortamında belirlenmiştir.

Toprak kirliliğinin toprak kalitesine etkisi değerlendirilmiş, toprak kirliliği verileri Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (TKKY) standartlarıyla karşılaştırılarak irdelenmiştir (**Tablo 1**).

**Tablo 1. Türkiye Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne Göre Bazı Ağır Metallerin Topraktaki Sınır Değerleri (TKKY, 2005)**

Ağır Metal (Toplam)	Mg/kg Fırın Kuru Toprak	mg/kg Fırın Kuru Toprak
	pH 5- 6	pH>6
Kurşun	50 **	300 **
Kadmiyum	1 **	3 **
Krom	100 **	100 **
Bakır*	50 **	140 **
Nikel*	30 **	75 **
Cinko *	150 **	300 **
Arsenik	20 **	
Mangan	600 **	
Kobalt	40 **	
Vanadyum	100 **	
Demir	38000 **	50000 **
Cıva	10 **	

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

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

Toprak kirleticilerinin haritalanmasında dikkati jeostatistiksel teknikler çekmektedir. Jeostatistik yönteminde işlemler iki kademeli olup ilk kademede, incelemeye konu olan toprak özelliğinin ölçülen noktaları arasındaki otokorelasyonun, yani doğal olarak bulunan yersel bağımlılığın derecesi belirlenmektedir (**Tablo 2**). İkinci kademede ise ileri bir enterpolasyon tekniği yardımıyla incelenen özelliğin örneklenmeyen nokta ve alanlardaki değerleri tahmin edilerek dağılım haritası ortaya

çıkarılmaya çalışılmaktadır (Öztaş, 1995).Alınan toprak örneklerinin mekânsal dağılımı nispeten düzensiz olduğu için analiz değerlerinin alansal değişiminin klasik yüzey enterpolasyon teknikleri (doğrusal enterpolasyon gibi) ile haritalanması mümkün değildir. Böyle bir dağılımın haritalanmasında jeostatistiksel enterpolasyon teknikleri kullanılmaktadır (Ölgen ve diğ., 2009). Jeostatistiksel enterpolasyon teknikleri arasında en yaygın olanı Kriging'dir (Ölgen ve diğ., 2009). Kriging yöntemlerinden Indicator Kriging, Simple Kriging, Ordinary Kriging ve Cokriging yaygın olarak kullanılmaktadır (İnal ve Yiğit, 2003).

**Tablo 2. Örnek Alınan Noktalar ve Koordinatları.**

ÖRNEK NO	KOORDİNATLAR	
1	656237.33 E	4438410.12 N
2	656938.60 E	4429511.11 N
3	661887.62 E	4431189.92 N
4	673032.56 E	4430258.20 N
5	656661.43 E	4422502.06 N
6	664583.71 E	4422465.39 N
7	672202.96 E	4422122.84 N
8	656215.30 E	4414432.89 N
9	663491.29 E	4415393.89 N
10	672073.43 E	4414273.74 N
11	648162.59 E	4406000.22 N
12	656700.80 E	4405622.26 N
13	664066.86 E	4406637.03 N
14	672266.75 E	4406187.70 N
15	656325.40 E	4398184.04 N
16	664264.09 E	4397953.61 N
17	672153.63 E	4398561.31 N
18	656231.42 E	4390281.60 N
19	664237.51 E	4390290.85 N

Çalışmada araziden alınan toprak örneklerinin laboratuvar analiz sonuçlarının mekânsal dağılımını belirlemek için ArcGIS Geostatistical Analyst modülünde yer alan araçlar kullanılarak tüm veri seti incelenmiş ve dağılım haritalarının oluşturulmasında Ordinary Kriging yöntemi tercih edilmiştir. Ordinary Kriging yönteminde bölgesel değişkenlerin durağan ve ortalamanın sabit olduğu varsayımına göre çözüme gidilmektedir (Tarboton ve diğ., 1995; Odeh ve Onus, 2008).

Ayrıca çalışmada mekânsal tahmin ve risk değerlendirilmesi yapılırken "Indicator Kriging" yöntemi kullanılmıştır. Indicator Kriging analizi mekânsal tahmin ve risk değerlendirilmesi çalışmalarında olasılık analizi için kullanılan yaygın yöntemdir (Tarboton ve diğ., 1995; Odeh ve Onus, 2008).Başka bir deyiş ile bu

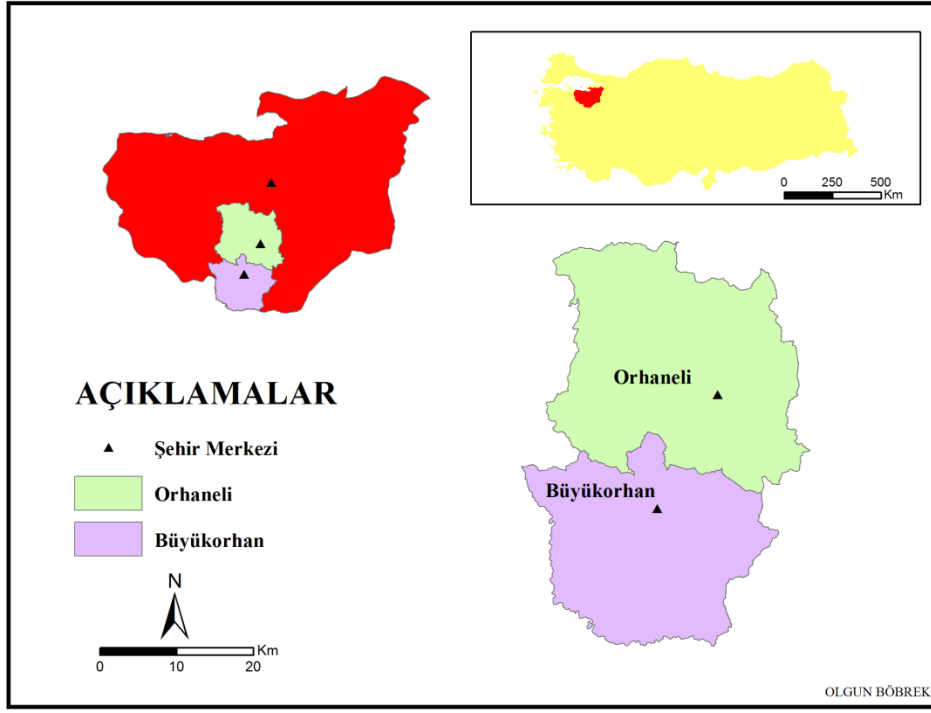
yöntemde belirli bir sınır değeri aşan olasılık tahmin edilmektedir (Lin ve diğ., 2002; Tecer ve Tağıl; 2013). Bu yaklaşımı birçok araştırmacı toprak, su ve hava kirliliği gibi çevre kirliliği araştırmalarında yaygın olarak kullanmaktadır (Lin ve diğ., 2002; Tecer ve Tağıl, 2013). Bu yöntemde toprak kalitesi sınır değerleri dikkate alınmış ve TKKY'nde belirlenmiş olan sınır değerleri geçen her bir ağır metal ile ilişkin olasılık haritaları "İndicator Kriging" yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. İndicator Kriging İnterpolasyon yöntemi, örneklenmemiş bir alanda koşullu kümülatif dağılım fonksiyonu ile olasılığı tahmin etmektedir (Lin ve diğ., 2002). Dolayısı ile bu yöntemin metodolojisi, mekânsal dağılım hakkında bilgi sağlamakta, belirli değerlerdeki sınıfların eşik değerleri aşma durumu ile olasılığı tahmin etmektedir (Zhang ve Yao, 2008).

Çalışma alanındaki her bir ağır metalin, maden ocakları ile ilişkisini tespit etmek için mesafe analizi yapılmıştır. Öncelikle çalışma alanı üzerine rastgele 100 nokta atanmış ve maden ocakları haritaları ile karşılaştırılmıştır. Sonra her bir noktanın kirlilik değerleri ile maden ocaklarına (tüm maden ocaklarına, krom, mermer, bakır, mangan, demir ve linyit madenine) olan uzaklıkları hesaplanmıştır. Topraktaki ağır metallerin, maden ocaklarına yaklaştıkça yada uzaklaştıkça nasıl etkilendiğini, bu etkilenme biçiminin hangi matematik modelle açıklanabildiğini ve belirlenen matematik modelin açıklayıcılık derecesini ortaya koymak için Pearson 'Bivariate' Korelasyon analizi yönteminden yararlanılmıştır.

## **1.5. Araştırma Alanının Konumu ve Yakın Çevre Özellikleri**

### **1.5.1 Fiziki Özellikleri**

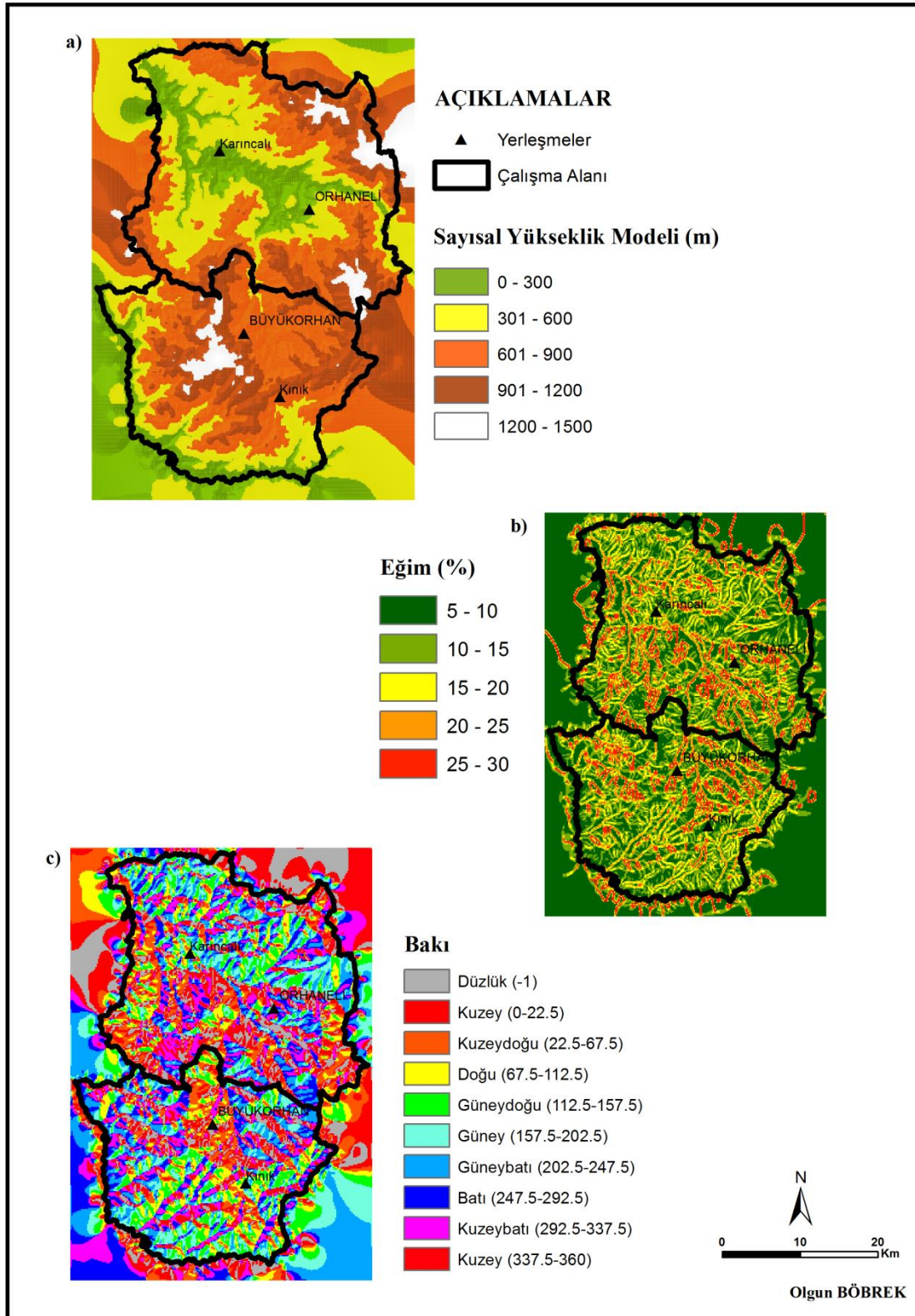
Çalışma alanı Bursa'nın güneyinde bulunan Orhaneli ve Büyükorhan ilçelerinden oluşmaktadır (**Şekil 6**). Bölge jeolojik olarak Tavşanlı zonu üzerinde Kretesa döneminde oluşumuna başlamış Geç Miosen döneminde hemen hemen günümüzdeki halini almıştır (Okay, 2011). Yapı olarak incelendiğinde iç püskürük kayalardan granit kayacının oluşumları alanda fazla görülmektedir (Okay, 2011).



**Şekil 6: Çalışma alanı konum haritası.**

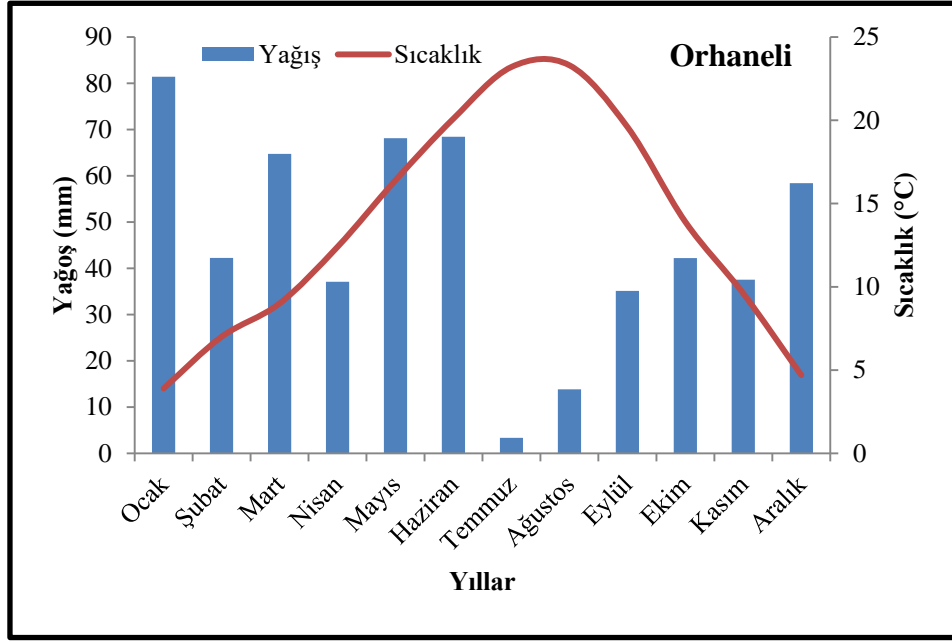
Çalışma alanında ayrıca Orhaneli ve Büyükorhan'ın ilçelerinin arazisi yüzey şekli olarak dağlık ve engebeli bir yapıya sahiptir (**Şekil 7a**). Orhaneli şehir merkezinin en yüksek yeri 451 m.'dir (www.meteor.gov.tr). İlçenin dağlık kesimleri ardıç, karaçam, kayın, kızılçam, meşe ormanları ile kaplıdır. Toprak yapısı zayıf, Kocasu vadisinde alüvyal dolgular yaygındır. Bu alanlar sulamaya uygun taban arazilerdir. Özellikle Akçabük, Çörel, Deliballılar, Yürücekler ve merkeze ait araziler bu alanda olup, diğer kesimlere göre oldukça verimlidir. Büyükorhan şehir merkezinin en yüksek yeri ise 770 m. rakımlı, yaklaşık %50'si ormanlarla çevrili bir ilçedir (Demir, 2015).

Türkiye'nin kuzey yarım kürede yer almasına baēlı olarak topografyada en çok güneye bakan yamaçları güneş almaktadır. Çalışma alanında da Türkiye gibi yer şekilleri engebeli ve daēlık olduēu için bakı haritalarında ynlerin eřitliliēi fazladır (**Şekil 7b**).Ayrıca alışma alanı yüksek ve engebeli bir arazi yapısına sahip olmasına istinaden özellikle Orhaneli ilçesi olmakla beraber Büyükorhan ilçe merkezinin kuzeyi ile Orhaneli ilçe sınırında kalan bölgede çok fazla dik yamaçlar bulunmaktadır (**Şekli 7c**).

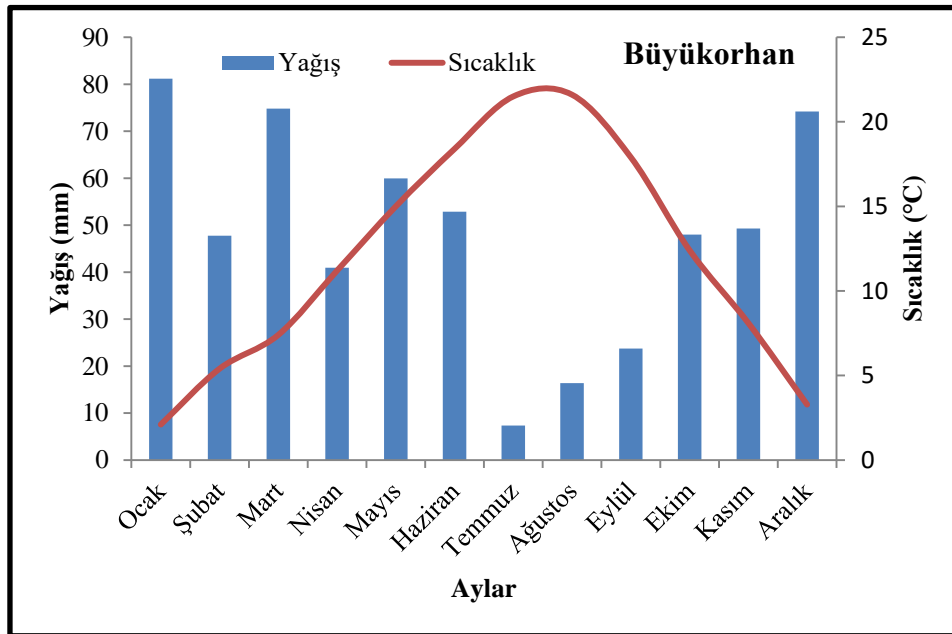


Şekil 7: Çalışma alanı sayısal yükseklik modeli (a), eğim (b) ve bakı (c) haritaları.

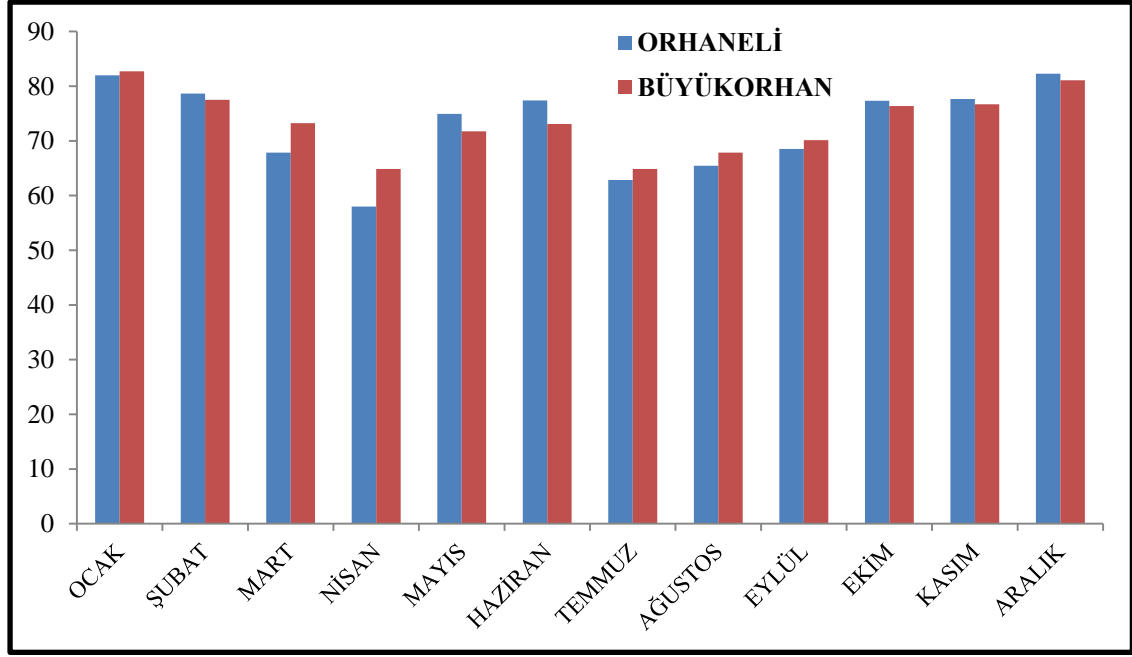
Yörede, Marmara Bölgesi'nin iklim özellikleri hüküm sürmektedir. Marmara Bölgesi'nin iklim özellikleri yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı olmasıdır (Şekil 8-9-10). Yörede ortalama olarak bakıldığında yazın en yüksek sıcaklık 20 - 25°C, kışın en düşük sıcaklık 4- 6 °C olarak görülmektedir. Yükselti nedeniyle bazı bölümlerinde serin dağ iklimi görülmektedir. Bölgenin bitki örtüsü karaçam ve köknar topluluklarından oluşan ormanlardır.



Şekil 8: Orhaneli 2014-2018 yılları ortalama sıcaklık ve yağış grafiği.



Şekil 9: Büyükorhan 2014-2018 yılları ortalama sıcaklık ve yağış grafiği.



Şekil 10: Orhaneli ve Büyükorhan ilçeleri 2014-2018 yılları ortalama nispi nem grafiği.

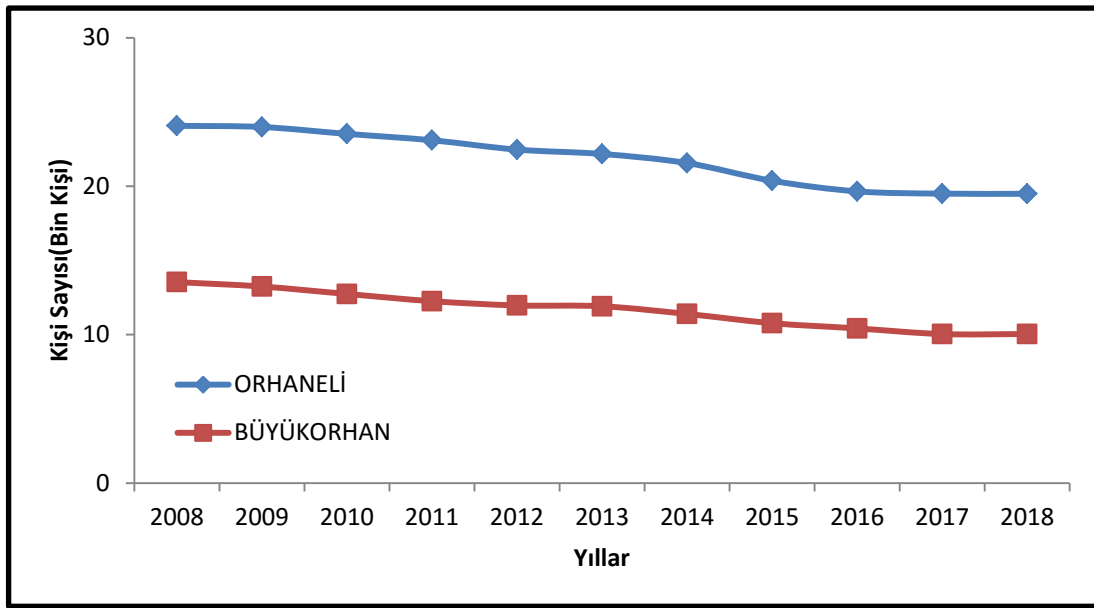
### 1.5.2. Beşeri Özellikleri

1881 yılında ilçe olmuş o dönemki adı Atranos olan Orhaneli'nin adı 1934 yılında Orhangazi'ye izafeten değiştirilmiştir. İlçe merkezinde altı mahallesi olmak üzere toplam 61 mahallesi bulunmaktadır. İlçe merkezi Gazipaşa, Fevzipaşa, İsmet Paşa, Karabekir, Esentepe ve Üçyüzevler mahallelerinden oluşmakta olup, Karıncalı, Göynükbelen, Ağaçhisar, Akçabük, Altıntaş, Argın, Balıoğlu, Başköy, Belenoluk, Çalaplara, Çeki, Çivili, Çınarcık, Çörelere, Dağgüney, Deliballılar, Demirci, Dereköy, Dünder, Emirköy, Erenler, Eskidanişment, Fadıl, Firuz, Gazioluk, Girencik, Göktepe, Gümüşpınar, İkizoluk, Kabaklar, Kadıköy, Karaoğlanlar, Karasi, Koçu, Küçükorhan, Kusumlar, Letafet, Mahaller, Merkez Akalan, Nalınlar, Ortaköy, Osmaniye, Sadağı, Semerci, Serçeler, Sırlı, Söğüt, Şükriye, Tepecik, Topuk, Yakuplar, Yenidanişment, Yeşiller, Yürücekler mahalleleri bulunmaktadır (Demir, 2015).

1967 yılında Orhaneli'ye bağlı olan bir belde iken 1987 yılında ilçe statüsü kazandırılmıştır. İlçe merkezi Armutçuk, Cumhuriyet, Hoca Hasan, İsmetiye ve Orhan mahallelerinden oluşmakta olup, Akçasa, Aktaş, Balaban, Bayındır, Burunca, Çakıryenice, Çeribaşı, Danacılar, Danaçalı, Demirler, Derecik, Durhasan, Düğüncüler, Elekçalı, Ericek, Gedikeler, Geynik, Hacı Ahmetler, Hacılar, Hemşeriler, Karaağız, Karaçukur, Karalar, Kayapa, Kınık, Kuşlar, Mazlumlar, Osmanlar, Örencik, Özlüce,

Perçin, Pınarköy, Piribeyler, Sarınc, Tekerler, Veletler, Yenice, Zaferiye olmak üzere toplamda 43 mahallesi bulunmaktadır (Demir, 2015). Çökene mahallesindeki 2007 yılında son kalan yedi kişinin de ayrılması üzerine tamamen terk edilmiştir (Demir, 2015). Bu nedenle Çökenemahalle listesine dâhil edilmemiştir.

Bursa il merkezinin güneyinde, Uludağ'ın eteklerinde kurulu olan Orhaneli ve Büyükorhan'ın toplam nüfusu 29.534'tür (Şekil 11). Orhaneli'nin toplam nüfusu 2000 yılı sayımlarına göre 30.449 iken 2018 yılı verilerine göre de 19.492 kişiye düştüğü görülmüştür (TÜİK,2018). Büyükorhan'ın toplam nüfusu ise 10.042'dir (TÜİK,2018).



Şekil 11: Orhaneli ve Büyükorhan 2008-2018 yılları nüfus grafiği.

Bölgenin ekonomisinde tarım, hayvancılık, madencilik, ormancılık öne çıkmaktadır. Özellikle hayvancılık bölge halkının önemli gelir kaynağıdır. Son yıllarda sulama imkânlarının yetersizliği nedeniyle tarımsal faaliyetlerde düşüş yaşanmış olsa da bölgenin önemli bir gelir kaynağı durumundadır. Genç nüfusun göç etmesi ile uğraşması zahmetli olan hayvancılıkta da düşüşler yaşanmıştır. Ayrıca bölgede hayvansal ürünleri işleyecek tesislerin yetersiz olması hayvancılık potansiyelinden yeterince faydalanılmamasına neden olmaktadır.

Büyükorhan'da yerleşim alanları ile çeşitli özel ve kamu tesisleri dışındaki alanın büyük bölümünde tarla tarımı yapıldığından, bu kesimlerde doğal bitki örtüsünün yerini kültür bitkileri almıştır. Bunun yanı sıra 382 hektar tutan harita arazisinin % 30,98'ini tarım arazileri, % 9,58'ini orman alanları oluşturmaktadır. Geri kalan alanın

% 8,95'ini yerleşik alan oluştururken % 50,49'unu kamu alanları ve diğer fonksiyon alanları oluşturmaktadır (Demir,2015). Yerleşimin güneyinde ve güneydoğusunda orman alanları bulunmaktadır.

Orhaneli ve Büyükorhan, tarla ürünü olarak buğday, arpa, mısır, yulaf, tütün, ayçiçeği, çilek ve patates yetişmektedir. Bu ürünlerden sadece çilek ticari amaçla üretilmektedir. Eskiden köy statüsündeki mahallelerde yaşayan aileler gelirlerini büyük ölçüde tarımsal ve hayvansal ürünlerden elde etmektedirler. Yetiştirilen tarım ürünlerinin büyük bir kısmını tüccarlar ya da Tarım Kredi Kooperatifleri satın almaktadır. Halkın bir kısmı kendi imkânlarıyla peynir, yoğurt ve tereyağı yaparak çevre ilçeler ve Bursa'daki marketlere götürüp satmaktadır. Tarım alanlarından elde edilen ticari gelir yörenin coğrafi ve topografik şartları nedeniyle oldukça yetersizdir. Yine sulak arazilerin az olması ve çayır - meraların yetersizliği nedeniyle hayvancılıkta da oldukça geri kalmaktadır. İlçede yaşayan herkesin kendine ait birkaç dönüm tarlası, küçükbaş ve/veya büyükbaş hayvanı olduğundan, olmayanların da bu hayvanları kiralamasından dolayı bölgede işsizlikten söz edilememektedir. Çalışan nüfusun tarım ve hayvancılık dışında kalan bölümü geçimini ticari faaliyetlerden, idari ve sosyal hizmetlerden sağlamaktadır (www.olymposarastirmalari.com).

Orhaneli ve Büyükorhan ilçeleri konum itibariyle dağlık bir alanda yerleşmiştir. İlçelerin ulaşım ağının zayıf olmasının getirdiği dezavantajla sanayi faaliyetlerinin gelişme imkânı bulamamıştır. Büyükorhan ile kıyaslandığında Orhaneli ilçesinde organize sanayi bölgesi bulunmamakta ancak sanayi faaliyetlerini bölgeye çekebilmek amacıyla yapılan planlı sanayi bölgesi de az da olsa iş kapısı oluşturmuştur. Ayrıca yeni Mermer Organize Sanayi bölgesi projesinin de nasıl sonuçlar göstereceği sonraki yıllarda kendini gösterecektir(<http://www.orhaneli.bel.tr/projeler>). İlçede tarımsal üretim yapılmakta fakat soğuk hava deposu olmaması ve gıdaya dayalı üretim tesisinin az oluşu üretimin devamlılığını zorlaştırmaktadır. Büyükorhan da ise OSB ve küçük sanayi sitesi bulunmamaktadır.

## 1.6. Literatür Taraması

### 1.6.1. Kuramsal Çerçeve

#### 1.6.1.1. Madencilik

Dünyanın en eski faaliyet alanlarından olan madencilik, hem hammadde hem de nihai ürün olarak, günümüz dünyasının ekonomilerinin de en temel sektörlerinden birisini oluşturmaktadır. Özellikle tarım ile birlikte toplumların hammadde ihtiyaçlarını sağlayan iki temel üretim alanından birisidir. Madencilik, yer altındaki madenlerin araştırılması, çıkarılması ve işletilmesiyle ilgili teknik ve yöntemlerin bütünüdür. Yer kabuğunda bulunan cevher, endüstriyel hammadde, kömür ve petrol gibi ekonomik değeri olan doğal hammaddeyi sağlamaktadır. Bu nedenle insan ve toplumlar açısından değerli ve vazgeçilmez olan “Madencilik” sektörü, tarih boyunca gelişmiş ülkelerin teknoloji ve refah seviyelerine ulaşmalarında anahtar rol oynamaktadır ([https://www.corlutso.org.tr/uploads/docs/dunyada\\_ve\\_turkiyede\\_madencilik\\_sektoru.pdf](https://www.corlutso.org.tr/uploads/docs/dunyada_ve_turkiyede_madencilik_sektoru.pdf)).

Günümüz dünyasında yaklaşık 90 çeşit maden üretilmektedir. Türkiye'nin jeolojik ve tektonik yapısı çok çeşitli maden yataklarının bulunmasına olanak vermektedir (Kekeç ve Uysal, 2014). Türkiye'de 60 çeşit madenin üretimi yapılmaktadır (Çeştepe ve diğ., 2016). Türkiye başta endüstriyel ham maddeler olmak üzere, linyit, jeotermal kaynaklar ve bazı metalik madenler açısından zengin konumdadır([https://www.corlutso.org.tr/uploads/docs/dunyada\\_ve\\_turkiyede\\_madencilik\\_sektoru.pdf](https://www.corlutso.org.tr/uploads/docs/dunyada_ve_turkiyede_madencilik_sektoru.pdf)). Bor tuzları, Perlit, Bentonit, Feldspat, Manyezit, Barit, Kayatuzu, Sodyum Sülfat, Trona, Olivin, Jips, Lületaş, Zeolit, Profilit Dolomit, Asbest, Fluorit, Kalsit, Mermer, Siliskumu, Zımpara, Kuvars-Kuvarsit, Altın, Linyit Türkiye'de var olan zengin mineral kaynakları oluşturmaktadır. Boksit, Kaolen, Alünit, Diatomit, Karbondioksit, Tras, Turba, Tuğla Toprağı, Kum-Çakıl, Krom, Antimuan, Cıva, Volfram, Gümüş, Toryum<sup>2</sup>, Molibden NTE ise Türkiye'de mevcut olan önemli mineral kaynaklardır. Çinko, Bakır, Demir, Kurşun, Nikel, Alüminyum, Manganez, Kükürt, Arsenik, Grafit, Fosfat, Kil Mineralleri, Maden Kömürü, Zirkon, Titan ve Boya toprakları Türkiye'de yetersiz olan mineral kaynaklar arasındadır (Çeştepe ve diğ., 2016).

Madenler, buldukları bölgenin sosyal, ekonomik, siyasi ve askeri tarihini derinden etkileyen kaynaklardır (Ekinci, 2013). Ancak madencilik faaliyetleri çevresel kaynaklar üzerinde olumsuz önemli etkiler oluşturmaktadır. Madencilik faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan en önemli çevre konuları arasında toprak ve su kaynaklarının ağır metallerce kirlenmesi gelmektedir (Paktunç, 2001). Doğada metal seviyelerindeki artış maden ve metalurji endüstrilerinin karşı karşıya kaldığı en önemli güncel çevre sorunlarından birisini oluşturmaktadır (Paktunç, 2001). Madencilik faaliyetleri sonucunda çevrede biriken ve çevreye zarar verici olarak nitelenmiş metaller arasında Pb, Cd, Cr, As, Hg, Cu, Zn, Ni ve Fe bulunmaktadır (Paktunç, 2001).

## Ağır Metaller

Günümüz dünyasında önemli bir yer tutan sanayi ve madencilik faaliyetleri ağır metal kirliliğinin en büyük etkenlerindedir (Yavuz ve Sarıgül, 2015). Yoğunluğu 5 g/cm<sup>3</sup>'den daha büyük olan ve canlılar üzerinde toksik etki yaratan metallere ağır metal denir (Lars Järup, 2003). Kurşun, krom, kadmiyum, kobalt, demir, nikel, bakır, çinko ve cıva gibi metaller dahil olmak üzere 60'a yakın metal ağır metal olarak kabul edilmektedir (Kahvecioğlu ve ark., 2001). En sık rastlanan ve en çok tanınan ağır metallere Alüminyum (Al), Mangan (Mn), Cıva (Hg), Kobalt (Co), Demir (Fe), Bakır (Cu), Nikel (Ni), Kadmiyum (Cd), Çinko (Zn), Krom (Cr), Arsenik (As), Gümüş (Ag) Kurşun (Pb), Selenyum (Se) ve Vanadyum (V) örnek verilebilir (Özbolat ve Tuli, 2016). Ağır metaller hem doğal olarak hem de insan aktiviteleri sonucunda doğada bulunmaktadır. Ağır metallerin doğada artış göstermeleri çoğunlukla insan kaynaklıdır (Daşdemir, 2015). İnsan aktiviteleri sonucunda doğaya katılan ağır metalleri kadmiyum, krom, bakır, demir, kurşun, cıva, nikel, gümüş, kalay, çinko ve arsenik oluşturmaktadır (Çelebi ve Gök, 2018). Madencilik ve maden zenginleştirme faaliyetleri, çimento ve cam üretimi, termik santraller, demir çelik, katı atık yakma tesisleri ağır metallerin doğada artış göstermesinde rol oynayan en önemli endüstriyel faaliyetlerdir (Kahvecioğlu ve diğ., 2001). Maden ocakları, nükleer enerji santralleri, maden işleme tesisleri, demir çelik ve kimya endüstrileri, araç trafiği, fosil yakıtların yakılması, atık yakma, gübre, metal içeriği olan pestisit, arıtma çamuru ve atıksu uygulamaları gibi çeşitli insan etkinlikleri sonucunda toprak ağır metal açısından kirlenmektedir (Çelik ve diğ., 2005).

Toprak katmanı birçok durumda, ağır metaller açısından son depolanma yeridir (Yıldız, 2001). Toprak çözeltisinde serbest halde bulunan ağır metaller, bitki kökleri ve toprak mikroorganizmaları tarafından alınır veya yer altı suyuna sızarak yer altı suyunun özelliklerinin bozulmasına, besin zincirinin kirlenmesine neden olurlar. (Yıldız, 2001). Ayrıca ağır metallerin çoğu canlılar üzerinde birikir. Bu birikimin sonucunda canlıların bünyesinde artan bu elementler önemli seviyelere ulaştıklarında, ciddi hastalıklara hatta ölümlere bile yol açmaktadırlar (Akyıldız ve Karataş, 2018). Ağır metallerin bazıları canlılar için gereklidir fakat yüksek düzeylere eriştiklerinde toksik etki yaratırlar. Bu ağır metalleri Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Zn ve Ni teşkil etmektedir. Diğer taraftan Cd, Hg ve Pb gibi ağır metaller canlılar için hayati olmayıp eser miktarları bile toksik etki yaratabilirler (Akyıldız ve Karataş, 2018).

### 1.6.1.2. Toprak Kirliliği

İnsan, hayvan ve bitkilerin beslenmesinde doğal bir kaynak olan toprak tabakası toplumların geleceğine ve ekonomisine önemli oranda katkıda bulunur (Mater, 2004). Organik madde ve kayaçların ayrışması sonucunda meydana gelen ürünlerin karışarak oluşturduğu, litosferin üst tabakasını örten gevşek tabakaya toprak denir (Çelebi ve Gök, 2018). Sanayileşmenin artması ve modern tarım tekniklerinin uygulanması ile birlikte yirminci asrın başından itibaren toprak kirliliği de önemli bir çevre sorunu

olarak ortaya çıkmıştır (Karaca ve Tugay, 2012). İnsan etkinlikleri sonucunda, toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve jeolojik yapısının bozulmasına toprak kirliliği denir (Karaca ve Tugay, 2012).

Topraklarda meydana gelecek tüm olumsuz değişimler insan yaşamını kuvvetle etkileyecek güce sahiptir. İnsanların geçmişten gelen ve geçmişte zararları fark edilmemiş olan alışkanlıkları, bu gün toprak kirlenmesi ve bununla birlikte ortaya çıkan yer altı ve yüzey sularının kirlenmesine sebep olmaktadır. Toprak kayaçların parçalanmasıyla oluşur. Oluşumu çok uzun sürede gerçekleşen toprak insan eli ile çok kısa sürede tahrip edilir. Tarımın yapılabilmesi için temel unsur verimli tarım arazileridir yani topraktır. Daha çok ürün elde edebilmek için kullanılan gübreler, tarım ilaçları sağladıkları yararın yanı sıra toprak kirliliğinin önemli sebepleri arasında yer almaktadır. Çevreye gelişigüzel atılan çöpler, evsel atıkların ve sanayi atıklarının arıtılmadan toprağa karıştırılması da toprağı kirleten etkenlerdendir.

### **Toprak Kirliliğinin Etkileri**

Toprak çeşitli ürünlerin yetiştirildiği ana üretim kaynağıdır. Yetiştirilen ter türlü üründe sonuçta toprağın bileşimindeki bileşenleri bünyesine almaktadır. Toprakta değişik oranlarda bulunan kirleticilerin miktarlarının artması toprağın kalitesini bozmaktadır. Toprak kalitesinde bozulma zincirleme yüzeysel ve yer altı sularında bozulma, hava kalitesinde bozulma, gıda güvenliğinin bozulması şeklinde yaşam kalitesinin azalmasına neden olur. Toprak kalitesinin bozulması sonuçta da toprak üzerinde yetişen bitkilerin büyümesine engel olmaktadır. Bir şekilde bitki bünyesine karışan kirleticilerde yine gıda zinciri yoluyla canlıların bünyesine geçmekte ve canlılar üzerinde birtakım olumsuzluklara sebebiyet vermektedir.

Katı atıkların uygun ortamlarda ve yönetmeliklerle belirtilen esaslara uygun bir biçimde bertaraf edilmesi, ağır metal emisyonlarının azaltılması, endüstriyel ve evsel atık suların toprağa deşarj edilmeden arıtılması, tarımsal alanlarda kullanılan gübre ve tarım ilaçlarının bilinçli olarak kullanılması, toprak kirliliğine olan bilincin ve önemin anlaşılması ve artırılması toprak kirliliğinin önlenmesi açısından alınacak tedbirleri oluşturmaktadır (Toröz, 2009). Madencilik faaliyetleri; toprağın korunması amacıyla, hedef ve ilkeleri, kirletici unsurları belirlemek, kirliliğin giderilmesi ve kontrolüne ilişkin usul ve esasları tespit etmek, uygulanmasını sağlamak, atık ve kimyasallarla kirlenmiş toprakların mevcut kirlilik durumlarının tespiti, çevre ve insan sağlığına olabilecek risklere ve kirlenmiş toprakların iyileştirilmesine ilişkin çalışmaları yapmak gerekir (Göktaş, 2016).

#### **1.6.1.3. Doğa Koruma**

İnsanlar doğa ile etkileşiminde günü kurtarma bakış açısıyla geçmişten günümüze hep doğayı tahrip içerisinde bulunmaktadır. Günümüzde bile çıkarlar doğrultusunda birçok doğa parçası yok olmaktadır. İnsanlar kendi faaliyetlerini korumayı doğadan daha çok önemsemektedir. Bu durumun önüne geçilmesi için birçok

uluslararası ve ulusal kuruluşlar tarafında çalışmalar yapılmakta ancak bu çalışmalar sadece çalışma olarak kalmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak Hava Koruma Yönetmeliği, Orman Koruma Yönetmeliği, Toprak Koruma Yönetmeli vb. birçok yönetmelik ve kanun gösterilebilmektedir. Faaliyetler olarak da başta Türkiye Erozyonla Mücadele Derneği(TEMA)'nin yapmış olduğu ağaçlandırma çalışmaları gösterilebilir. Yine geçmişte Fatih Sultan Mehmet'in 15.yy'da Haliç ırmağına gerçekleşen çamur akıntısını önlemek için Haliç çevresinde hayvan otlatılmasını, tarım ve inşaat yapılmasını yasaklaması gösterilebilmektedir (Ersayın, 2016). Ancak ne kanun ve yönetmelikler nede uygulamalar, doğanın tahribini azaltabilmektedir. Bu nedenle çalışmaların yaptırımları daha önleyici ve kesin yaptırımları olması gerekmektedir.

#### **1.6.1.4. Sürdürülebilirlik**

Sürdürülebilirlik daimi olma yeteneği olarak adlandırılabilir. Ekoloji bilimindeki anlamı ise biyolojik sistemlerin çeşitliliğinin ve üretkenliğinin devamlılığının sağlanmasıdır (www.wikipedia.com). Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu (UNEP)'nun 1987 yılı tanımına göre: İnsanlık, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek, kalkınmayı sürdürebilir kılma yeteneğine sahiptir. Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik büyüme ve refah seviyesini yükseltme çabalarını, çevreyi ve yeryüzündeki tüm insanların yaşam kalitesini koruyarak gerçekleştirme yöntemidir.

Madencilik faaliyetleri sonucunda degradasyona uğrayan çevrenin onarılması durumu “sürdürülebilirlik” kapsamına girmektedir. Madencilik faaliyetleri madenin bulunduğu bölgede yapılan geçici bir faaliyet iken, çevre üzerinde ise kalıcı etkiler yaratmaktadır. Maden sahalarının onarımı sürdürülebilir kalkınma açısından büyük önem taşımaktadır. Madencilik faaliyetlerinin yapıldığı maden sahasının onarımı; maden sahasına ilişkin arazi biçimleri, toprak ve kimyasal koşulların uzun dönemli sürekliliğinin sağlanması, ekosistemin, insanlar, fauna ve flora için yaşam alanı sağlayacak biçimde kısmen veya tamamen onarılması, alıcı ortamlar için kirliliğin önlenmesi şeklindeki üç temel hedefi gerçekleştirecek biçimde tasarlanır (Demirbugan, 2018).Kantarıcı (2005), yüzeye yakın maden yataklarının işletilmesi için materyali örten toprak ile jeolojik tabakaların kaldırıldığını, bu açık maden işletmesinden sonra arta kalan materyalin bitki yetiştirmeye uygun hale getirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca Şimşir ve Köse (2005), açık maden işletmelerinde rekültivasyon ve rekreasyonun esaslarını açıkladıkları çalışmalarında, dünyada maden ocakları ıslahı ile ilgili gelişmelerin çok öncelere gitmesine rağmen ülkemiz için yeni olduğunu belirtmektedirler.

#### **1.6.2. Alan ile ilgili literatür**

Demir (2015) “Bursa Dağ Bölgesinde (Orhaneli-Keles-Büyükorhan-Harmancık) Yerleşmeler Kademelenmesi ve Yerel Kalkınma Sorunsalı” adlı çalışmasında bölgesel ve kırsal kalkınmanın özellikle sürdürülebilir kalkınma planlama gündeminde önemli

bir yere sahiptir. Özellikle geri kalmış bölgelerin planlanması ayrı bir önem arz etmektedir. Çalışma alanında Bursa metropolü içinde bölgesel olarak geri planda kalan Dağ Bölgesi olarak adlandırılan Orhaneli-Keles-Büyükorhan-Harmancık ilçeleri yerleşme kademelenmesi bağlamında incelenmektedir. Yerleşmeler arasında kademelenmeli bir yapının ortaya çıkmasında, yerleşmeler arası ilişkilerde yerleşmelerin mal ve hizmet sunumları etkilidir. Çalışma kapsamında, alandaki yerleşmelerin ticaret, eğitim, sağlık ve ulaşım ilişkileri incelenmektedir. Çalışmanın sonucunda ise, bölgede hiyerarşik bir kademelenme yapısının olmadığı, Christaller'in merkezi yer kuramının alanda kısmen görüldüğü gözlemlenmektedir. Christaller'in de bahsettiği, tüketicinin maliyeti gözetmesiyle yakın yerleşmeyi tercih etme durumu bölgede açıkça gözlemlenmektedir. Bölgenin kamu ve özel yatırımlardan uzak kalması, ilçe merkezlerinin tam bir 3.kademe olmamasında da önemli bir etken olduğu yargısına varılmaktadır.

Kaya (2010) "Orhaneli Orman İşletme Müdürlüğü Alanlarındaki Maden Ocaklarının Orman Koruma Yönünden İncelenmesi" adlı çalışmada Orhaneli Orman İşletme Müdürlüğü ormanlık alanlarında geçmişte yapılan ve halen devam eden madencilik çalışmaları orman koruma yönünden araştırılmaktadır. Alanda yapılan madencilik çalışmalarının tamamına yakınında açık işletme metodunun kullanıldığı belirlenmiştir. Ormanların kurulmasının vazgeçilmez unsuru olan orman toprağının açık işletme metodu ile yok edildiği ve bu durumda madencilik çalışmaları sonrası yeniden oluşumunu imkânsız hale getirdiği tespit edilmiştir. Madencilik çalışmaları ile ilgili ülkemizdeki yasal mevzuat incelenmiştir. Yasal mevzuatta madencilik sektörü lehine sık sık yapılan değişikliklerin sürdürülebilir doğal kaynaklarımızdan olan ormanların geleceğini tehdit ettiği görülmüştür. Sonuç olarak, Orhaneli Orman İşletme Müdürlüğü ormanlık alanlarında madencilik faaliyetleri sonucu ormanların azaldığı, ormanların çalışmalardan etkilendiği ve bu konu da yapılanların yetersiz kaldığı belirlenmiştir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde gelecekte sorunun daha da büyüyeceği görüşü savunulmaktadır.

Okay (2011) "Tavşanlı Zonu: Anatolid-Torid Bloku'nun Dalma-Batmaya Uğramış Ucu" adlı çalışmada Tavşanlı Zonu, Anatolid-Torid Bloku'nun kuzey ucunda yer alan ve Kretase'de yüksek basınç-düşük sıcaklık koşullarında metamorfizma geçirmiş kesimini oluşturmaktadır. Kuzeyden İzmir-Ankara Kenedi, güneyden Afyon Zonu kayaları tarafından sınırlanan Tavşanlı Zonu başlıca dört tektonik üniteden oluşmuştur. En altta düzenli bir stratigrafik istif sunan ve Geç Kretase'de (~80 my) ~24 kbar basınç, 430-350 °C sıcaklıkta metamorfizma geçirmiş olan Orhaneli Grubu yer alır. Tavşanlı Zonu tektonik konumu ve jeolojik olayların zamanlaması açısından Umman doğusunda bulunan Semail ofiyolitine ve altındaki mavişist ve ekolojitlere büyük benzerlik sunmakta olduğu sonucuna varılmaktadır.

### 1.6.3. Konu ile ilgili literatür

Abdul-Wahab ve Marikar (2012) tarafından yapılan çalışmada ise Umman'ın altın madenciliği tesisi çevresindeki akarsulardan, topraklardan ve bitkilerinden numuneler alınarak ağır metal kirliliğini belirlemek amaçlanmıştır. Toplanan örnekler vanadyum (V), krom (Cr), manganez (Mn), nikel (Ni), bakır (Cu), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), kurşun (Pb), çinko (Zn), alüminyum (Al), stronsiyum (Sr), demir (Fe) ve baryum (Ba) dâhil olmak üzere 13 ağır metal için analiz edildi. Altın çukuruna yakın sahalardaki toprak su ve bitki türlerinde yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller tespit edilmiştir.

Acar (2007) “Türkiye’de Açık Ocak Madenciliği Sonrası Peyzaj Onarım Çalışmalarının İrdelenmesi” adlı çalışmasında en önemli fosil enerji kaynaklarından olan kömür, geçmişte olduğu gibi gelecekte de enerji kaynakları içindeki önemini koruyacaktır. Ülkemizde de çok önemli bir enerji kaynağı olan kömürün açık ocak yöntemiyle çıkartılması sırasında çevreye verilen zarar çok büyük miktardadır. Çalışmanın amacı, ülkemizde yapılan açık ocak işletmeciliği sonrasında onarım faaliyetlerinin yeterli düzeyde olup olmadığı, yasaların bu konudaki yaptırımının ne olduğu, yapılan onarım çalışmalarının yasaların bağlayıcılığı nedeniyle mi yoksa kurumların kendi inisiyatifleri sonucunda mı yapıldığı konularının açıklığa kavuşmasıdır. Çalışmanın hazırlanmasında, ülkemizde bu konuda yetkili kurum, kuruluşlar, ilgili yasalar, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu’na (TKİ) ve bazı özel firmalarınca yapılan açık ocak kömür madenciliği ve onarım çalışmaları irdelenmiştir. Sonuç olarak, onarım çalışmalarının beklenenden ve olması gerekenden çok az olduğu, kaybolan toprak ve yeşil alanın onarım çalışmalarıyla kazanılandan çok daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Ali ve diğ., (2017) tarafından yapılan çalışmada ise Sudan’da Nil Nehri Eyaleti, Atbara’nın kuyesindeki Dar-Mali bölgesindeki altın madenciliğinin yapıldığı çevredeki topraklarda ağır metallerin izlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak çalışma alanında ağır metal konsantrasyonlarının değiştiği, en yüksek konsantrasyonların ise özellikle altın madenin çıkarıldığı madencilik merkezinde olduğu belirlenmiştir.

Angelovičová ve Fazekášová (2014) tarafından yapılan çalışmada da Rudňany'nin (Slovakya) eski maden alanında toprak ve su ortamının ağır metallere kirlenmesini belirlemek amaçlanmıştır. Sonuçta çalışma alanındaki toprak ve suda ağır metal içeriğinin yüksek olması, ağırlıklı olarak bakır ve cıva üretimine odaklanan uzun vadeli madencilik ve eritme faaliyetlerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Örneklem topraklarında son derece yüksek ve sınırların üstünde bakır ve cıva değerleri belirlenmiştir.

Barkouch ve Pineau (2016) tarafından yapılan çalışmada Fas'ta faaliyet gösteren Draa Lasfar madeni çevresinde yapılan maden faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisinin değerlendirmek amaçlanmıştır. Toplam 120 adet toprak örneği toplanmıştır. Bu çalışma, madencilik alanlarındaki topraktaki ağır metal kirliliğinin değerlendirilmesi için kolay

bir yöntem sunmakta ve Draa Lasfar maden alanındaki dört ağır metalin (As, Se, Pb ve Zn) dağılımı hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Sonuç olarak maden çevresindeki iki kırsal alanın (Ouled Bou Aicha ve Tazakourte) ağır metallere kirlendiği belirlenmiştir.

Cheng ve diğ., (2018) çalışmalarında Dongchuan bakır madenciliği alanındaki tarımsal topraklarda seçilen eser elementlerin ( As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb ve Zn) konsantrasyonlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Sonuç olarak Cu ve As'nin madencilik faaliyetlerinden, eriticilerden gelen havadaki partiküllerden ve atıkların ayrışmasından ve kısmen de tarımsal gübrelerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Cd'nin ana kaynağı tarımsal gübreler ve kısmen madencilik ve eritme faaliyetleriyle ilgili olduğu tespit edilmiştir.

Çağalırnak (2010) “Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi” adlı çalışmada çevre kirliliği, hava, su, toprak kirliliği olarak üçlü bir çember içerisinde doğada oluşmakta ve sonuçta insanın da dâhil olduğu tüm ekosistemi etkilemektedir. Toprak kirliliği ise doğada giderilemeyen ve dönüşümü olmayan kirliliktir. Kirli toprakta tarım yapılamamakta, bu tür topraklar atıl kalmaktadır. Toprak kirliliği gerek hava kirliliği gerekse su kirliliğinin doğada son noktasını oluşturmaktadır. Ağır metallerin sebep olduğu çevre kirliliği, su, hava ve doğrudan toprak kirliliğine yol açan madencilik çalışmaları, gübre ve pestisitler, sanayi atıkları ve hidrokarbon yanma ürünleri ile toprağa ulaşabilmektedir. Sonuç olarak ağır metallerin tarım ürünleri ve meraları kirletmesi sonucu insan sağlığına olan olumsuz etkileri gıda zinciri dâhilinde incelenmiştir.

Çelik ve diğ., (2003) “ Mermer ve Taş Ocaklarının Çevreye Olan Görsel Etkileri” adlı çalışmada mermer ve taş ocağı işletmelerinin yeryüzünün genel yapısı, bitki örtüsü, hava, yer altı ve yerüstü suları ile çevre elemanlarına olumsuz yönde etkisi bulunmaktadır. Taş ocaklarından değişik amaçlarda taşlar çıkarılmakta ve farklı endüstrilerde kullanılmaktadır. Mermer ocaklarındaki işletme faaliyetleri dekapj ve mermer üretimini içermektedir. Bu faaliyetler sonucunda da arazide topografik yapıyı bozan yığma tepeler ve derin çukurluklar oluşmaktadır. Bu manzaranın çevre görüntüsüne kattığı olumsuz imajdan dolayı psikolojik boyutta tepkilerin oluşmasına sebep olmaktadır. Mermer ve taş ocaklarının çevreye olan zararları sorunun bilinmesi, zararlı etkilerin derecesi, bunlardan korunması ve giderilmesi kriterleri göz önüne alındığında diğer endüstrilere göre daha az zararlı olup sadece görsel etki yönünden dezavantajlı olduğu görülmektedir. Çünkü mermer artıklarının çevrede kalıcı bir etkisi bilinmemekte olup diğer kirletici unsurların da alınacak önlemlerle azaltılması veya tamamen bertaraf edilmesi mümkün olmaktadır.

Doğan (2001) “Kömür Ocaklarının Çevreye Verdiği Zararların Giderilmesinde Kullanılan Yöntem Ve Teknikler” adlı çalışmada Türkiye Kömür Madenciliği ile ilgili yasa ve yönetmelikler, madencilik faaliyetlerinden etkilenen alanların yeniden kullanılabilir hala getirilmesi genel hatlarıyla değerlendirilmiştir. Ayrıca madencilik

sonrası terk edilen alanların ıslahına yönelik çeşitli ülkelerle ait yasalar ve uygulamalar da incelenerek, ülkemizdeki mevcut koşullarla mukayesesi yapılmıştır. Sonuç olarak sahanın mevcut haliyle herhangi bir kirlilik unsuru taşımadığı tespit edilmiş ve basit tavsiye işlemleriyle düzeltilip ağaçlandırılarak ıslahın yapılabileceği belirlenmiştir.

Fashola ve diğ., (2016) tarafından yapılan çalışmada altın madenciliği faaliyetlerinden kaynaklanan ağır metal atıklarının çevre üzerindeki etkilerine ve bu ağır metallerin kendi ortamlarındaki etkilerini önlemek için bakterilerin kullandığı çeşitli mekanizmalara odaklanmışlardır. Çünkü madencilik faaliyetlerinin, kontrolsüz bir şekilde salınan, ekosistemin yaygın şekilde kirlenmesine neden olan büyük miktarlarda ağır metal yüklü atıkların oluşumuna neden olduğunu belirtmişlerdir.

Ghazaryan ve diğ., (2016) çalışmalarında Agarak bakır-molibden madeni çevresindeki toprakların ağır metal kirliliğini ve buna bağlı çevresel riskleri değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma 2013 yılında uygulanmıştır. Çalışmada incelenen tüm alanlarda Cu, Mo, Pb ve Cd'nin ana kirletici ağır metaller olduğu ve bunun Agarak bakır-molibden madeni aktivitesi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Huang ve diğ., (2017) çalışmalarında Çin'in Hunan eyaletindeki tipik terk edilmiş bir Pb-Zn madencilik alanında ağır metal kirliliğini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada 83 toprak örneği ve 11 toprak profili örneği incelenmiştir. Cd, Pb, Zn, Cu ve Ni konsantrasyonları, İndüktif Olarak Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak ölçülmüştür. Sonuç olarak ağır metallerce en çok kirlenen alanların maden civarında ortaya çıktığı belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarındaki ağır metallerin ciddi bir potansiyel ekolojik risk oluşturduğu tespit edilmiştir.

Kekeç (2014) "Altın Madeni İşletmeciliğinden Kaynaklanan Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi" adlı çalışmada canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda sağlamak herkesin görevidir. Bu görev doğrultusunda yapılan altın madenciliği işletmelerinde, hava kalitesinin korunması, su yönetiminin saplanarak su kalitesinin korunması, toprak kalitesinin korunması, hayvan ve bitki türleri üzerinde olabilecek etkilerin azaltılması için önceden türlerin belirlenmesi ve önlemlerin alınması çalışmalarının sağlanması mecburiyettir. Ayrıca kimyasalların taşınması, kimyasalların depolanması, kimyasalların kullanım yönteminin sağlanması, oluşacak tehlikeli ve tehlikesiz atık yönetiminin oluşturulması ile geri kazanım, geri dönüşüm veya bertarafının yönetilmesinin sağlanması, patlatma çalışmalarının patlayıcı yönetimi, taş savrulması, hava şoku risklerinin ölçümlerle desteklenerek yönetimlerinin sağlanması, gürültü ve titreşim etkenlerinin yönetimin sağlanması da kaçınılmaz mecburiyettir. Tüm bu yönetim ve koruma çalışmalarının mevzuatta yer alan yönetmelik hükümlerince yerine getirilmelidir. Yönetmeliklerde belirtilen standartlarda ölçme, izleme ve değerlendirmeleriyle desteklenerek yönetmelik kriterleri ile karşılaştırılarak önceden alınan önlemlerle de çevresel etkilerin oluşması önlenmelidir. Söz konusu çalışmada

altın madenciliği işletmeciliği Çevresel Etki Değerlendirilmesi (ÇED) açısından değerlendirilerek, hava, su, toprak kalitesi inceleme çalışmaları analizlerle desteklenerek süreçler takip edilmiştir. Takip süreci sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve altın madenciliği işletmeciliğinde yerinde yapılan çalışmalarla görülmüştür ki çevresel etki değerlendirilmesi kapsamında proje başlamadan önce olası çevresel etkilerin belirlenerek alınan önlemlerle ve işletme döneminde de hassas davranılarak devam eden önlem çalışmaları ile çevresel etkilerin önlenebileceği ortaya konulmaktadır.

Li ve diğ., (2014) “Çin'deki Madenlerden Yapılan Toprak Ağır Metal Kirliliğinin Gözden Geçirilmesi: Kirlilik ve Sağlık Riski Değerlendirmesi” adlı çalışmada ağır metal kirliliği, başta Çin gibi ülkeleri olmak üzere dünyanın birçok yerini kaplamaktadır. Bu derleme, literatürdeki (2005-2012) Çin'deki maden alanlarından kaynaklanan ağır metal kirlenmiş topraklar hakkındaki mevcut verileri özetlemektedir. Elde edilen bu verilere dayanarak, bu rapor toplanan madenlerin toprak kirliliği seviyelerini değerlendirmekte ve bu kirleticilerin insan sağlığına getirdiği riskleri belirlemektedir. Bu potansiyel tehdit seviyelerini değerlendirmek için, jeoakümülyasyon indeksi uygulandı ve ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA) sağlık risk değerlendirme için önerilen yöntemle birlikte uygulandı. Sonuçlar, yalnızca incelenen madenlerden kaynaklanan ağır metal kirliliğinin şiddetini değil aynı zamanda toprak ağır metal kirliliğinin halka yarattığı kanserojen ve kanserojen olmayan riskleri de ortaya koymaktadır. Özellikle çocuklar ve ağır kirli maden bölgelerinin yakınında yaşayanlar önem arz etmektedir. Kirlilik ve sağlık riski değerlendirmeleri sonucunda Cd, Pb, Cu, Zn, Hg, As ve Ni öncelikli kontrol ağır metalleri olarak seçilmiştir; tungsten, manganez, kurşun çinko ve antimon madenleri öncelikli kontrol madeni kategorileri olarak seçilmiştir. Belirlenen kategoriler sonucunda, Çin'deki madenlerden kaynaklanan toprak ağır metal kirliliğinin kapsamlı bir değerlendirmesini sağlarken, kirliliğin azaltılması ve bu madenlerin çevresel yönetimi için politika önerileri belirlemektedir.

Li ve diğ., (2018) tarafından yapılan çalışmada ise Shandong eyaletinin güneybatısındaki bir kömür madenini çevreleyen tarım topraklarında ağır metal seviyelerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma alanında 103 toprak örneği alındı ve Endüktif Olarak Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi Spektrometresi (ICP-MS) ile her örneğin ağır metal konsantrasyonları izlendi. Kömür madenciliği alanındaki potansiyel olarak toksik metallerin mekânsal düzenini belirlemek için istatistik, jeo-istatistik ve coğrafi bilgi sistemleri (GIS) araç olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak toprak toksik metallerinin içeriğinin kömür madenciliği faaliyetlerinden etkilendiği belirlenmiştir. Bu bulgular, kömür madenciliği faaliyetlerinin tarım arazisi topraklarında topraktaki toksik metaller üzerindeki etkisine dair sistematik bir bakış açısı sunmaktadır.

Liao ve diğ., (2007) “Topraktaki Ağır Metallerin Bulunma Özelliklerine Göre Farklı Madencilik Faaliyet Bölgeleri” adlı çalışmada tipik bir demir dışı metal

madeninde çeşitli madencilik faaliyetlerine bağlı olarak kirlenmiş toprak alanları atıklar, maden drenajı, rüzgârda toz birikimi ve yayılma mineralleri ile kirlenmiş olarak dört bölgeye ayrılmıştır. Sırasıyla her bölgeden toprak örnekleri toplanmıştır. Toplanan toprak örnekleri ICP-AES ve diğer ilgili yöntemler ile analiz yapılarak sonuçlar, topraklardaki As, Cd, Cu, Pb ve Zn ortalama içeriğinin 44.6, 7.53, 356, 384.8 ve 508.6 mg/kg olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak organik madde ile oksitleyici ilişkinin oranı az olan bölgelerde farklılıklar görülmektedir. Ağır metallerin birleşmesinin farklılığı farklı kirli bölgeler ortaya çıkarttığı tespit edilmektedir.

Menteşe (2015) “ İnegöl Ovası’nda Kentsel Yayılmanın Kullanımı Ve Çevre Kaynakları Üzerine Etkisi” adlı çalışmasında kentsel alanların kırsal alanlara göre daha fazla imkân içinde barındırması nedeni ile çekiciliği ve gelişmiş sanayisi, nüfusunun hızla artmasına neden olmaktadır. Bu durum ise kentsel alan açığını ortaya çıkarmakta ve ortaya çıkan büyüme süreciyle birlikte kentler çevresine doğru hızla yayılmaktadır. Kentlerin bu yayılması ise toprak, su, hava kirliliği ve arazi kullanımı-arazi örtüsü değişimi gibi bir dizi problemi de beraberinde getirmektedir. Amaç İnegöl Ovası’nda kentsel yayılmanın çevre kaynakları (hava, su ve toprak) ve arazi kullanımı üzerine olan etkisini belirlemektir. Toplanan veriler korelasyon ve regresyon yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak çalışma alanı toprakları genelinde ağır metal konsantrasyonlarının çok yüksek seviyelerde olduğu gözlenmiştir. Ekolojik risk aralığı olarak ise çalışma alanı “Orta-Yüksek Riskli” olduğu belirtilmektedir.

Metin (2010) “Bursa Ovası Aluviyal, Koluviyal ve Vertisol Grubu Tarım Topraklarının Ağır Metal Kirliliği Yönünden İncelenmesi” adlı çalışmasında Bursa ovasının batı kesimindeki Aluviyal, Koluviyal Ve Vertisol grubu topraklarında yürütülen bu çalışmada, toprakların iz element ve ağır metal (Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) miktarının mevcut durumları araştırılmış ve toprakların kirlilik durumları belirlenmeye çalışılmaktadır. Toprak örneklerinin toplam ve DTPA ile ekstrakte edebilen Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn ile bazı önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Elde edilen veriler, incelenen yöre topraklarının ağır metal yönünden kirletilmediğini göstermektedir.

Mutlutürk ve diğ., (2010) “ Terk Edilmiş Mermer Ocakları Ve Çevre Etkileşimi: Burdur-Isparta-Antalya Örnekleri” adlı çalışmasında doğal taş sektöründe, Batı Akdeniz’de bulunan Burdur-Antalya illeri önemli yer tutmaktadır. Son yıllarda Isparta’nın çeşitli bölgelerinde yeni ocakların açılmasıyla bölgenin doğal taş üretim potansiyeli giderek büyümektedir. Batı Akdeniz bölgesinde Limra, Burdur Bej, Burdur Kahve gibi değişik türlerin ihracatı ile faaliyet gösteren yüzlerce ocak çalışmasına rağmen, yüzlerce ocağın da farklı nedenlerle terk edilmiş dikkat çekmektedir. Terk edilen bu ocakların büyük bit çoğunluğunun ÇED uygulaması dışında olması ve zaman içerisinde terk edilmesinden dolayı herhangi bir hukuki yaptırıma tabi olmadan terk edildiği görülmektedir. Terk sonrası gerek ocak içinde gerekse ocağı çevreleyen basamak başlarında herhangi bir güvenlik önlemi olmadığı gibi, rekültivasyon çalışmalarının da olmaması nedeniyle çevrede her geçen gün büyüyen görsel bir kirlilik

de dikkati çekmektedir. Çalışma kapsamında da Batı Akdeniz bölgesinde yer alan bu iç ildeki terk edilmiş mermer ocaklarının durumu, terk edilme nedenleri, çevresel uyumsuzluk ve kirlilik ile beraberinde getirdiği sorunlar tartışılmıştır.

Ngole ve Ekosse (2012) tarafından yapılan çalışmada maden sahasındaki topraklardaki bakır, nikel ve çinko konsantrasyonlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Maden sahası etrafındaki topraklarda ortalama bakır (252.4 mg/kg), nikel (153.0 mg/kg) ve çinko (30.4 mg/kg) ve çinko (30.4 mg/kg) konsantrasyonları, depolama sahası etrafındakilerden sırasıyla bakır, nikel ve çinko için (4.3, 0.91 ve 13.7 mg/kg ) oldukça yüksek çıkmıştır. Madencilik alanı, bakır, nikel ve çinko ile yoğun şekilde kirlenmiş, orta atık alanı ise orta derecede kirlenmiştir. Her iki alanda da bakır kirliliği nikel ve çinko kirliliğinden daha yüksek olarak belirlenmiştir. Çalışmada madencilik ve atık bertarafının topraklarda bakır(Cu), nikel (Ni) ve çinko (Zn) dâhil olmak üzere artan ağır metal seviyelerine katkıda bulunan antropojenik faaliyetlerden ikisi olduğunu belirtilmiştir.

Oladipo ve diğ., (2014) tarafından yapılan çalışmada Güneybatı Nijerya'daki üç maden sahasındaki (Awo, Itagunmodi ve Ijero-Ekiti) toprakların mevcut durumunu araştırılmıştır. Sonuç olarak maden sahası topraklarındaki ağır metal konsantrasyonlarının yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Çalışmada maden sahalarının topraklarının ekolojik olarak bozulduğu, bu sahalardaki toprağın pH derecesinin düştüğü ve toprağın yüksek ağır metal içeriği içerdiği sonucuna varılmıştır.

Özkul (2003) “İzmit (Kocaeli) Civarı Endüstrileşmenin Toprak Ağır Metal Derişimine Etkisi, Öncel Çalışma” adlı çalışmasında İzmit ve çevresi son 20 yılda hızla sanayileşmektedir. Önceleri tarım yapılan topraklar günümüzde çeşitli endüstri kollarında faaliyet gösteren fabrikalar bulunmaktadır. Endüstrileşme beraberinde çevre sorunlarını da getirmektedir. Çalışmada bölgedeki çevre kirliliğinde birisi olan topraktaki ağır metallerce kirlenme araştırılmıştır. Bu araştırma toprak kirliliği yönetmeliği ve Directive 86/278/EEC standartları kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Cu, Ni, Zn ve Co standart değerlerin üzerinde çıkmıştır. Bu metaller bölgede bulunan petrokimya, metal, akü, selüloz, kâğıt ve karton sanayine ait birçok fabrikanın atık ürünü olarak bilinmektedir ve ağır metal kirliliğinin nedeninin bu elementler olduğu düşünülmektedir. İzmit ve civarında fabrikaların atıklarından kaynaklanan bu tür kirliliği engelleyecek arıtma sistemlerini devreye sokmaları gerektiği belirtilmektedir.

Paktunç (2001) “Madencilik ve Çevre Etkileri” adlı çalışmasında madencilik sektörünün en önemli çevre sorunlarının hava, su, toprak kirliliği ve bunun sonucunda da bütün canlıların doğal yaşamlarını ciddi boyutlarda olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle, madencilikten elde edilecek ekonomik gelişme, doğuracağı çevre sorunlarıyla bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Bu konudaki çağdaş düşünce, ekonomik gelişmenin sürekli ve korunabilir olması yönünde olduğu belirtilmektedir.

Pandey ve diğ., (2016) çalışmalarında Hindistan'ın Jharkhand eyaletinde Jharia kömür sahası etrafındaki toprağın fiziko-kimyasal özellikleri ve ağır metal konsantrasyonlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Alandaki yoğun kömür madenciliği toprağın fiziko-kimyasal özelliklerini değiştirmiş ve toprağın ölçülen tüm ağır metallerle ağır biçimde kirlendiği tespit edilmiştir.

Pusa (2008) “Açık Ocak İşletmeleri İçin Maden Kapatma Süreci ve Örnek Uygulamalar” adlı çalışmasında yer altı kaynaklarımızın ekonomik biçimde işletilirken, doğa tahribatının asgari düzeyde tutulabileceğinin, hatta madencilik faaliyetleri nedeniyle değişen doğal yapının eskisinden çok daha verimli ve çok daha zengin biçimde tekrar doğaya kazandırılabilceğini gösterebilmek amacını belirtmektedir. Dünya’da ve ülkemizde madencilik denince akla ilk gelen soru, doğa tahribatının ne derece büyük olacağı ve buna bağlı olarak ileride yaşanabilecek çevresel problemler olmaktadır. Özellikle ülkemizde madencilik kültürünün fazlaca gelişmemiş olması nedeniyle, konuya çok daha önyargılı biçimde bakılmaktadır. Bu durum çoğunlukla sivil toplum örgütleri ve yerel halkı madenciler ile karşı karşıya getirmekte ve bazen ülke ekonomisi açısından çok büyük değer taşıyan madenlerimizin işletilememesi bile söz konusu olabilmektedir. Ancak yeraltı kaynaklarımızın işletilebilmesi, hem ülke hem de çalışılan yörenin kalkınması açısından çok önemli olmaktadır. Bu sebeple madencilik faaliyetlerinin neden olduğu çevresel tahribatın bertaraf edilmesi ve yeraltı kaynaklarımızın değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca madenler, ülkemizin refah seviyesinin artmasında da önemli bir role sahip olduğu belirtilmektedir.

Shamsoddini ve diğ., (2014) çalışmalarında Avustralya, Yerranderie’de bulunan terk edilmiş gümüş-çinko madeninin etrafındaki toprak kirliliğini modellemeyi amaçlamışlardır.

Tarhan (2010) “Mermer İşletmeciliğine Üç Farklı Bakış: Akdoğan Köyü (Eğirdir) Mermerleri Örneği” adlı çalışmasında mermer işletmeciliği üzerine durulmuş ve Eğirdir’in yaklaşık 15-20 km güneyinde yer alan Akdoğan Köyü çevresindeki Hudulca Dağı’nda işletilen mermer ocakları örneği verilerek konunun önemi anlatılmaktadır. Çevre köylülerin (1), işletmeci (2) ve jeoloji mühendisi (3) gözüyle mermer işletmeciliği ele alınmış, problemler üzerinde durulmaktadır. İlk bakışta çevreye zarar verdiği (yeraltı suyunun azalması, orman örtüsünün kaybolması, yaban hayatının sonlanması gibi) düşünülen mermer işletmesinin işletmeci gözü ile ülke ekonomisine katkısı, işletme aşamaları ele alınmış; jeoloji mühendisi olarak problemlerin olabilirliği tartışılarak, ileride olabilecek sorunların çözümü üzerinde durulmaktadır.

Türkoğlu (2006) “Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı” adlı çalışmasında kirleticilerin topraklarda birikmesinin sadece toprak verimliliği ve ekosistem fonksiyonları üzerinde değil aynı zamanda besin zinciri yoluyla hayvan ve insan sağlığı üzerinde de önemli etkileri vardır. Toprak kirliliği endüstri, madencilik ve diğer insan aktivitelerinin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla küresel bir problem halini

almaktadır. Kirlenmiş toprağın karmaşık fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile kirleticileri toprak ortamındaki davranış ve ilişkilerine ait bilgilerin kısıtlı olması gibi faktörler temizleme maliyetlerini yükseltmektedir. Sonuç olarak kirleticileri tanımak, bunların topraklarda nasıl bir etkileşim oluşturduğunu anlamak ve kirleticilerin tipine yapısına göre toprakları da değerlendirerek en uygun ıslah teknolojisinin belirlenmesi açısından önem arz etmektedir.

Varol ve diğ., (2011) “Maden İşletmelerinin Çevreye Etkisi” adlı çalışmasında gerek metalik maden, gerekse de endüstriyel hammadde işletmeciliği günümüzde farklı zararlı atıkların çevremizde görülmesini sağlamıştır. Yeraltı, yerüstü ve cevher işleme sonrasında ortaya çıkan atıkların çevreye verdikleri zararlar ele alınmış ve insan yaşamı için önemi vurgulanarak gerekli önlemler üzerinde durulmaktadır. İnsan ve çevrenin korumasının maden işletmeciliği sırasında dikkate alınması gerekliliği, disiplinler arası bir çalışma ile planlı bir organizasyonun yapılması çalışmada vurgulanmaktadır.

## İKİNCİ BÖLÜM

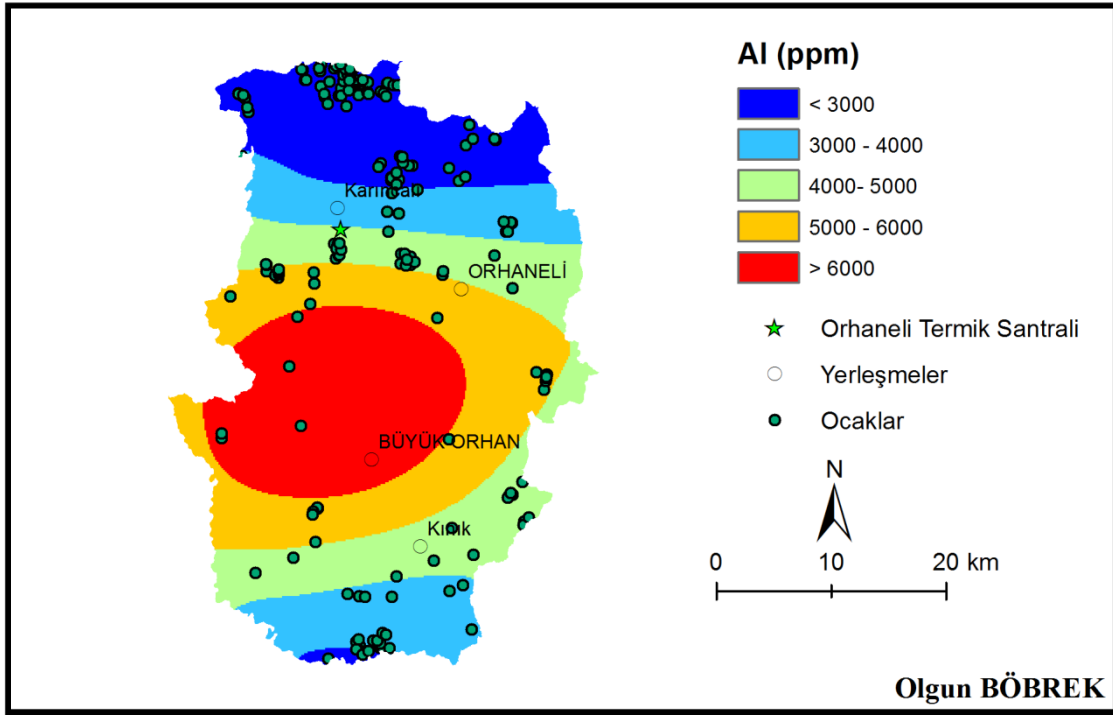
### BULGULAR VE TARTIŞMA

Dünyada artan sanayileşme ve buna paralel olarak artan hammadde ihtiyacı doğadaki madenlerin çıkarılmasına eşlik etmektedir. Madencilik faaliyetleri ciddi çevresel sorunlara neden olarak fiziksel çevre (toprak, su, hava) unsurlarının kalitesini etkilemektedir. Toprak yapısının değiştirilmesi, bereketli üst toprağın kaybolması, hava, toprak ve su kirliliği, toprak ve kaya kütlelerinin dengesizliği, bitki ve hayvanların yok edilmesi, hayvan türlerinin kitlesel göçü madenciliğin olumsuz etkileri arasındadır (Oladipo ve diğ., 2014). Madencilik faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan atık ürünleri, çevre kirliliği özellikle de toprak kirliliğine neden olmaktadır (Weissenstein veSinkala, 2011).Çünkü madencilik faaliyetleri, kontrolsüz bir şekilde salınan, ekosistemin yaygın şekilde kirlenmesine neden olan büyük miktarlarda ağır metal yüklü atıkların oluşumuna neden olmaktadır (Fashola ve diğ., 2016). Kısacası madencilik faaliyetleri sonucunda toprak ağır metaller tarafından kirlenmektedir. Bazı kimyasal elementler topraklarda doğal olarak bulunur. Ancak bazı kimyasal elementler de insan faaliyetleri yoluyla toprağa karışır (Zaware, 2014). Madencilik ve atık bertarafı, topraklarda bakır (Cu), nikel (Ni) ve çinko (Zn) dahil olmak üzere artan ağır metal seviyelerine katkıda bulunan antropojenik faaliyetlerden ikisidir (Ngole ve Ekosse, 2012).İnsan faaliyetleri sonucunda toprağa karışan kimyasal elementler toprağın sahip olduğu doğal özellikleri değiştirerek toprağın kalitesini düşürmektedir. Ağır metallerle kirlenmiş topraklar tarımsal üretim için uygun değildir çünkü üzerinde sağlıklı gıda üretemezler (Angelovičová, ve Fazekašová, 2014). Aynı zamanda ağır metallerle kirlenmiş toprak insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Nitekim toprak kalitesini olumsuz etkileyen ve insan sağlığı için tehdit oluşturan ve çevre kirliliğine neden olan ağır metaller hızlı ve kapsamlı bir çözüm gerektirir (Barkouch ve Pineau, 2016). Ağır metal kirliliğinin derecesini, ölçeğini ve kaynaklarını anlamak çevre yönetimi için esastır. İnsan sağlığı için riskleri azaltmak, gıda güvenliğini sağlamak ve kirlenmiş toprakları yönetmek de önemlidir (Barkouch ve Pineau, 2016). Nitekim madencilik faaliyetlerinin çevre üzerindeki zararlı etkileri birçok araştırmacı tarafından defalarca vurgulanmıştır (Ghazaryan ve diğ., 2016).

#### 2.1. Çalışma Alanı Topraklarında Alüminyum (Al) ve Mekânsal Değişimi

Saf alüminyum, hafif mavimsi beyaz bir metaldir ve Al ile sembolize edilmektedir. Alüminyum, kolay işlenebilirliği, hafifliği, sağlamlığı, korozyondan etkilenmemesi ve iletken olması gibi diğer metallere göre sahip olduğu avantajlar nedeniyle pek çok alanda tercih edilen bir metali oluşturmaktadır (Çelik, 2015). Alüminyumun doğada bulunma yüzde oranı diğer metallere göre yüksektir. Üretim miktarı açısından demirden sonra ikinci sırada yer alır.

Alüminyum metalinin mekânsal dağılışı şekil 12 ile gösterilmektedir. Şekil 12 incelendiğinde en yüksek alüminyum konsantrasyonlarının Büyükorhan ve çevresinde olduğu belirlenmiştir. Bu alanda topraktaki alüminyum miktarı yaklaşık olarak 8503 ppm'den fazladır.



**Şekil 12: Alüminyum (Al)'un dağılış haritası.**

Analiz sonuçları ile şekil 12 incelendiğinde eski, kapatılmış ve halen işletilmekte olan krom ve mermer madenlerinin çevresinde yüksek değerler tespit edilmiştir. Bu durum mesafe analizinde de ortaya çıkarılmıştır. Nitekim tablo 3 incelendiğinde %0,1 anlamlılık düzeyinde alüminyum konsantrasyonu ile tüm maden ocaklarına mesafe ve krom madenine mesafe arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Kısacası çalışma alanındaki alüminyum konsantrasyonları maden ocaklarına, krom maden ocağına yaklaştıkça artış gösterdiği belirlenmiştir. Mermerler genel olarak CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gibi bileşenleri içermektedir (Çelik ve diğ., 2003). Çalışmada da oluşumları bakımında bünyesinde alüminyum barındıran mermer ocaklarının çevresindeki alanlarda da yüksek oranda alüminyum konsantrasyonları tespit edilmiştir. Bu alanlardaki yüksek kirlilik muhtemelen rehabilitesi tam yapılamayan veya ocak işletilirken farklı yöntemlerin uygulanması ve ağır tahribatın etkisi ile birlikte ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak Büyükorhan şehir merkezinin çalışma alanının diğer yerlerine oranla alüminyum konsantrasyon düzeyleri açısından daha fazla etkilendiği görülmektedir.

Topraktan alınan numunelerin alüminyum analiz sonuçlarına baktığımızda ise 8503 ppm ve 7846 ppm ile en yüksek seviyeler Büyükorhan'ın kuzeyi ile kuzeybatısındaki mermer ve krom ocaklarının çevresinde gözlenmiştir (Şekil 12). Abdul-Wahab ve Marikar (2012) tarafından Umman'ın altın madenciliği tesisi çevresinde yapılan çalışmada yüzeysel sulara çok yüksek bakır konsantrasyonları ve önemli miktarda Mn, Ni, Al, Fe, Zn, Pb, Co ve Cd konsantrasyonlarını belirlenmiştir. Aynı zamanda WHO standartlarından daha yüksek Al konsantrasyonları tespit edilmiştir. Yine altın madenine yakın alanlardaki bitki türlerinin yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller (Mn, Al, Ni, Fe, Cr ve V) içerdiği belirlenmiştir.



**Şekil 13: Bölgede bulunan bir mermer ocağı.**

Alüminyum konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyona (**Tablo 3**) baktığımızda %0,1 anlamlılık düzeyinde alüminyum konsantrasyonu ile tüm maden ocaklarına mesafe ve krom madenine mesafe arasında pozitif yönde; mangan ve demir madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki alüminyum konsantrasyon değerlerinin tüm maden ocaklarına ve krom madeni ocağına yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir.

**Tablo 3. Ağır Metallerin Tüm Maden Ocaklarına olan Mesafe Analizini Gösteren Korelasyon Tablosu**

Ağır Metaller	Korelasyon	Tüm Madenlere (M) Mesafe (Msf)	Krom M. Msf.	Mermer M. Msf.	Bakır M. Msf.	Mangan M. Msf.	Linyit M. Msf.	Demir M. Msf.
Al	Pearson Correlation	<b>,334**</b>	<b>,474**</b>	,025	,148	<b>-,344**</b>	-,133	<b>-,337**</b>
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,808	,143	,000	,187	,001
	N	100	100	100	100	100	100	100
As	Pearson Correlation	,106	,062	,131	,104	<b>,563**</b>	<b>-,685**</b>	<b>,469**</b>
	Sig. (2-tailed)	,296	,540	,193	,303	,000	,000	,000
	N	100	100	100	100	100	100	100
Cu	Pearson Correlation	,066	<b>,501**</b>	-,031	,069	<b>-,210*</b>	,061	<b>-,376**</b>
	Sig. (2-tailed)	,513	,000	,756	,497	,036	,545	,000
	N	100	100	100	100	100	100	100
Hg	Pearson Correlation	,011	,130	-,092	,000	-,039	,023	-,034

	Sig. (2-tailed)	,912	,198	,362	,998	,699	,819	,739
	N	100	100	100	100	100	100	100
Zn	Pearson Correlation	,048	,014	,071	,007	<b>,535**</b>	<b>-,469**</b>	<b>,434**</b>
	Sig. (2-tailed)	,636	,892	,480	,943	,000	,000	,000
	N	100	100	100	100	100	100	100
Fe	Pearson Correlation	-,096	-,194	<b>,215*</b>	-,052	<b>,717**</b>	<b>-,534**</b>	<b>,572**</b>
	Sig. (2-tailed)	,343	,053	,032	,608	,000	,000	,000
	N	100	100	100	100	100	100	100
Cd	Pearson Correlation	<b>-,402**</b>	-,159	<b>-,246*</b>	,107	<b>,297**</b>	,091	<b>,248*</b>
	Sig. (2-tailed)	,000	,114	,013	,289	,003	,366	,013
	N	100	100	100	100	100	100	100
Co	Pearson Correlation	-,004	<b>-,329**</b>	<b>,236*</b>	-,115	<b>,758**</b>	<b>-,461**</b>	<b>,706**</b>
	Sig. (2-tailed)	,970	,001	,018	,253	,000	,000	,000
	N	100	100	100	100	100	100	100
Cr	Pearson Correlation	-,172	<b>-,338**</b>	,190	-,018	<b>,709**</b>	<b>-,531**</b>	<b>,561**</b>
	Sig. (2-tailed)	,087	,001	,058	,861	,000	,000	,000
	N	100	100	100	100	100	100	100
Pb	Pearson Correlation	<b>,262**</b>	,151	,179	,131	,124	<b>-,509**</b>	,159
	Sig. (2-tailed)	,008	,134	,074	,192	,217	,000	,114
	N	100	100	100	100	100	100	100
Mn	Pearson Correlation	-,003	<b>-,369**</b>	<b>,265**</b>	-,052	<b>,749**</b>	<b>-,586**</b>	<b>,683**</b>
	Sig. (2-tailed)	,977	,000	,008	,610	,000	,000	,000
	N	100	100	100	100	100	100	100
Ni	Pearson Correlation	-,036	<b>-,385**</b>	<b>,471**</b>	-,092	<b>,842**</b>	<b>-,659**</b>	<b>,744**</b>
	Sig. (2-tailed)	,720	,000	,000	,362	,000	,000	,000
	N	100	100	100	100	100	100	100
V	Pearson Correlation	,145	,045	-,113	,011	<b>,387**</b>	<b>-,316**</b>	<b>,315**</b>
	Sig. (2-tailed)	,149	,660	,264	,916	,000	,001	,001
	N	100	100	100	100	100	100	100

\* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (2 tailed).

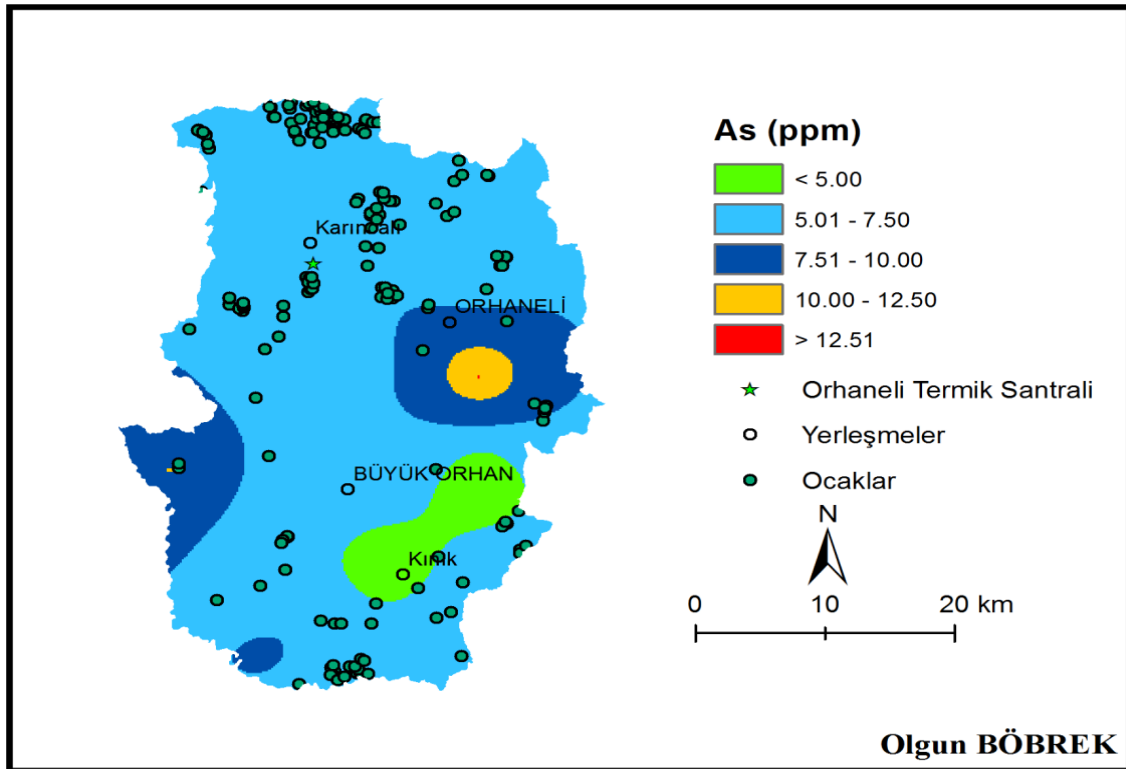
\*\*Korelasyon 0.001 düzerinde anlamlıdır (2 tailed).

## 2.2. Çalışma Alanın Topraklarında Arsenik (As) ve Mekânsal Değişimi

Arsenik kimyasal bir maddedir. Madencilik faaliyetleri ve tarım ilaçlarının kullanımı doğada arsenik konsantrasyonlarının artmasına neden olmaktadır (Mandal ve Suzuki, 2012). Arsenik toksik ve hatta kanserojen bir maddedir (Bilici Başkan ve Pala,

2011). Ağır metallere yüksek veya düşük oranda maruziyet canlıları farklı yönlerden etkilemektedir. Örneğin düşük oranda arseniğe maruz kalınması el ve ayaklarda karıncalanmaya, kasmaya, kalp ritminde bozukluklara neden olurken; yüksek oranda maruziyet ise akciğer, cilt, mesane ve karaciğer kanserine neden olmaktadır (Dağhan, 2011).

Arsenik metalinin mekânsal değişimi şekil 14’de gösterilmektedir. Arsenik konsantrasyonlarının en yüksek değerleri Orhaneli’nin güneyine denk gelmektedir. Arsenik konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyona (Tablo 3) baktığımızda ise %0,1 anlamlılık düzeyinde arsenik konsantrasyonu ile mangan ve demir madenine mesafe arasında pozitif yönde; linyit madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki arsenik konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madeni ocağına yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir.



**Şekil 14: Arsenik (As)'in dağılışı haritası.**

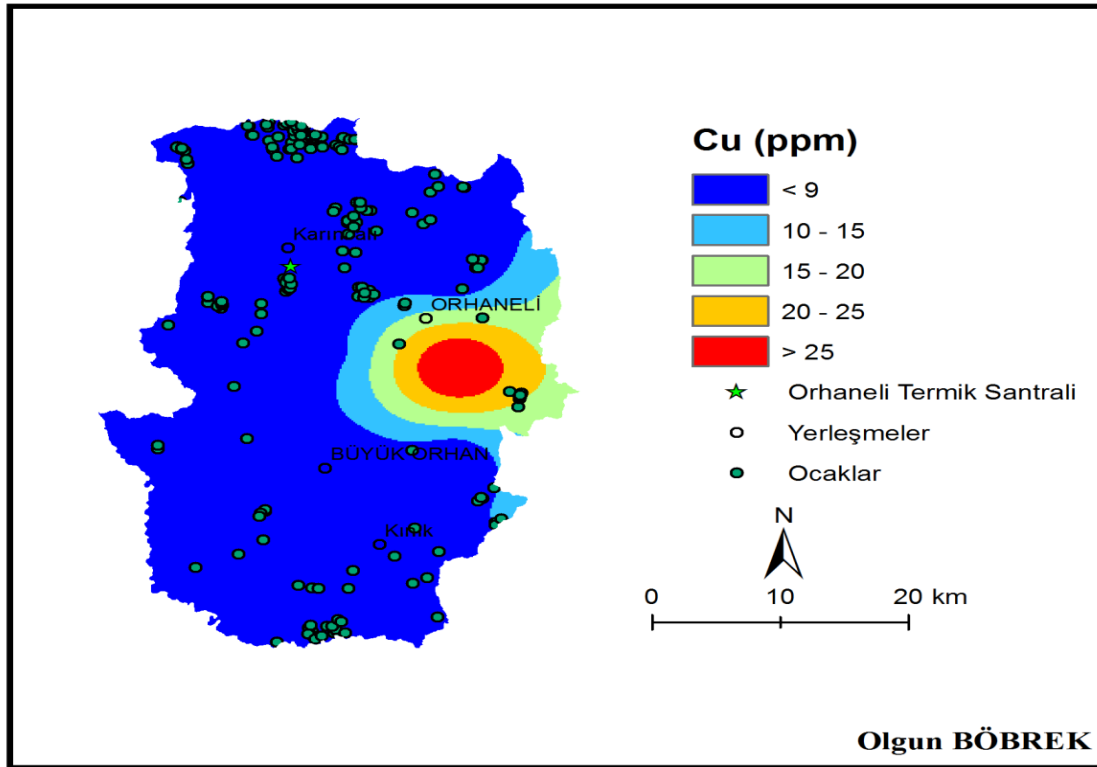
TKKY’de arsenik konsantrasyon düzeyleri bakımından belirlenen limit değer 20 ppm’dir. Bu nedenle bu çalışmada, arsenik konsantrasyon düzeyleri topraktaki kritik bulunması gereken element değeri olan 20 ppm değeri ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına baktığımızda en yüksek değer 12,64 ppm’dir. 20 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında arsenik için riskli alanlar bulunmamaktadır. Elde edilen bulgulardan yola çıkarak arsenik ağır metalinin çalışma alanı içerisinde normal değerler arasında olduğunu söyleyebilmekteyiz. Şimşek ve diğ., (2012) tarafından Balya (Balıkesir) kurşun ve çinko maden sahasında yapılan çalışmada maden atıklarının

radioaktif element derişimleri açısından normal değerler içinde olduğu, ancak çevre ve su kalitesine zarar verecek oranda arsenik, bakır ve kurşun içerdiği tespit edilmiştir. Song ve diğ., (2018) Kuzeybatı Çin'deki Urad Houqi Bölgesindeki madencilik alanında yapılan çalışmada arsenik ve kadmiyumun en fazla endişe verici unsurlar olduğunu ve ardından kurşun, krom ve cıvanın olduğu belirlenmiştir. Özellikle, madencilik alanında, ülkenin standart değerleriyle karşılaştırıldığında arsenik, çinko ve kadmiyumun en ciddi kirlenme tehdidi oluşturduğu gözlenmiştir.

### 2.3. Çalışma Alanının Topraklarında Bakır (Cu) ve Mekânsal Değişimi

Bakır elementi dayanıklılık ve iletkenlik özelliği nedeniyle sanayi kuruluşlarınca fazlaca ilgi görmektedir. Bu metal boru, vana, elektrik ve elektronik, otomotiv gibi birçok farklı sektörde kendine yer bulabilmektedir. Sanayi kolunda yoğun olarak kullanılan bakır metali sağlığı olumsuz yönde etkilemektedir. Nitekim insan bünyesine aşırı alımında çeşitli hastalıklara neden olmaktadır. Antropojen faaliyetler sonucunda bakır metalinin vücutta fazla birikmesi "Wilson's Hastalığı" olarak bilinen rahatsızlığın baş göstermesine neden olmaktadır (Dağhan, 2011). Bu hastalığın belirtileri sinir sisteminde bozulmalar, karaciğer sirozu, gözde renklenmedir.

Bakır metalinin mekânsal dağılışı şekil 15 ile gösterilmektedir. Şekil 15 incelendiğinde bakır konsantrasyon değerlerinin en yüksek seviyeleri Orhaneli'nin güneyinde gözlenmektedir. Çalışma alanında bakır rezervleri bulunmaktadır. Yaklaşık olarak Orhaneli de 8 adet bakır madeni bulunmaktadır. Bakır rezervlerinin bölgede bulunması ve çıkarımının yapılması nedeniyle bölgede yüksek değerler gözlenmiş olabilir (Şekil 15). Bu durumda ortaya çıkmasındaki temel etken arsenik metalinde olduğu gibi maden çıkarımının bölgede olması öngörülebilmektedir.



Şekil 15: Bakır (Cu)'ın dağılışı haritası.

Bakır metali ile maden ocakları arasındaki mesafe analizine baktığımızda (**Tablo 3**) bakır konsantrasyonu ile bakır madenine mesafe arasında pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiş fakat ilişki anlamlı bulunmamıştır. Bakır konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyona (**Tablo 3**) baktığımızda %0,1 anlamlılık düzeyinde bakır konsantrasyonu ile krom madenine mesafe arasında pozitif yönde; mangan ve demir madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki bakır konsantrasyon değerlerinin krom madeni ocağına yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir.

Angelovičová ve Fazekašová (2014) tarafından Rudňany (Slovakya) eski madencilik alanında yapılan çalışmada da örneklenen topraklarda son derece yüksek ve sınırların üstünde bakır değerleri belirlenmiştir. Topraktaki ağır metal içeriğinin yüksek olması, ağırlıklı olarak bakır ve cıva üretimine odaklanan uzun vadeli madencilik ve eritme faaliyetlerinden kaynaklandığı vurgulanmıştır. Aynı zamanda Cheng ve diğ., (2018) tarafından Dongchuan bakır madenciliği alanında yapılan çalışmada Cu'nun ana kaynaklarından biri olarak madencilik faaliyetleri olduğu belirtilmiştir. Huang ve diğ., (2017) tarafından yapılan çalışmada da Çin'in Hunan eyaletindeki tipik terk edilmiş bir Pb-Zn madencilik alanından 83 toprak örneği alınmıştır. Bu alanda çeşitli ağır metaller (Cd, Pb, Zn, Cu ve Ni) analiz edilmiştir. Sonuç olarak ağır metaller tarafından en çok kirlenen alan olarak maden civarı belirlenmiştir. Ngole, ve Ekosse (2012) tarafından yapılan çalışmada madencilik sahasında topraklardaki bakır, nikel ve çinko konsantrasyonlarını belirlemek amaçlanmıştır. Sonuç olarak madencilik alanı bakır, nikel ve çinko ile yoğun şekilde kirlenmiş ve alanda bakır kirliliğinin nikel ve çinkonunkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine Ghazaryan ve diğ., (2016) yaptığı çalışmada bakır-molibden madeni kompleksi çevresindeki toprakların ağır metal kirliliğini ve buna bağlı çevresel riskleri değerlendirmek amaçlanmıştır. İncelenen tüm alanlarda Cu, Mo, Pb ve Cd'nin ana kirletici olduğunu ve bunun Agravak bakır-molibden madeni kompleks aktivitesi ile şartlandırıldığını belirtmişlerdir.

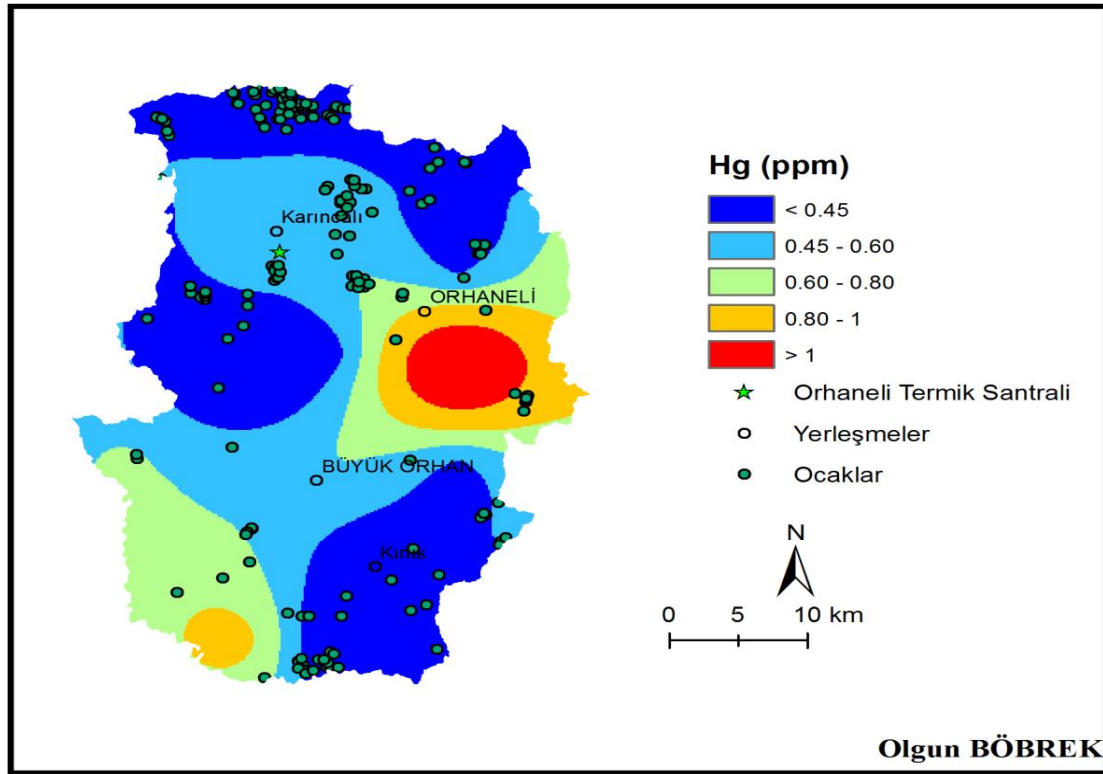
TKKY'de bakır konsantrasyon düzeyleri bakımından belirlenen limit değer 50 ppm'dir. Bu nedenle bu çalışmada, bakır konsantrasyon düzeyleri, topraktaki kritik bulunması gereken element değeri olan 50 ppm değeri ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek değer 25,11 ppm'dir. 50 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında bakır için riskli alanlar bulunmamaktadır.

Topraktaki bakır açısından temiz topraklar için verilen sınır değer 15 ppm; az kirli topraklar için verilen limit değer 30 ppm; orta derecede kirli topraklar için verilen sınır değer 50 ppm; oldukça kirli topraklar için verilen sınır değer 80 ppm; yoğun kirli topraklar için verilen sınır değer 300 ppm; aşırı kirli topraklar için verilen sınır değer >4300 ppm'dir. Analiz sonuçlarına göre ortalama bakır konsantrasyonu 8,7 ppm, maksimum bakır konsantrasyonu 25,11 ppm, minimum bakır konsantrasyonu ise 7,01 ppm'dir. Çalışma alanı topraklarının bir bölümü (Orhaneli güneyi) bakır konsantrasyon düzeyleri açısından az kirli topraklar grubuna girmektedir.

## 2.4. Çalışma Alanın Topraklarında Cıva (Hg) ve Mekânsal Değişimi

Cıva dünyada bulunan tek sıvı metal olma özelliğine sahiptir. Bu metal çoğu metal ile etkileşim içerisinde bulunabilmektedir. İnsan ile etkileşimde bulunması durumunda kişinin metal zehirlenmesi geçirmesine ve görme kaybından can kaybına kadar olumsuz sonuçlara neden olmaktadır.

Cıva metalinin mekânsal dağılışı şekil 16 ile gösterilmektedir. Şekil 16 incelendiğinde cıva konsantrasyon düzeylerinin en yüksek seviyeleri Orhaneli'nin güneyinde alanda belirlenmiştir. Bu alan çalışma alanı içindeki bakır madeni çevresini işaret etmektedir (Şekil 16). Fakat cıva konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyona (Tablo 3) baktığımızda %5 ve %0,1 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Kısacası bu çalışmada cıva konsantrasyon değerleri ile maden ocaklarına mesafe arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Bu bulgu Angelovičová ve Fazekášová (2014) tarafından yapılan çalışma ile paralellik göstermemektedir. Angelovičová ve Fazekášová (2014) tarafından yapılan çalışmada eski bir maden sahasında toprak ortamının ağır metaller tarafından kirlenmesi ve bunların toprak özellikleri üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Örneklenen topraklarda son derece yüksek ve sınırların üstünde cıva değerleri tespit edilmiştir. Çalışmada topraktaki ağır metal içeriğinin yüksek olması, ağırlıklı olarak bakır ve cıva üretimine odaklanan uzun vadeli madencilik ve eritme faaliyetlerinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.



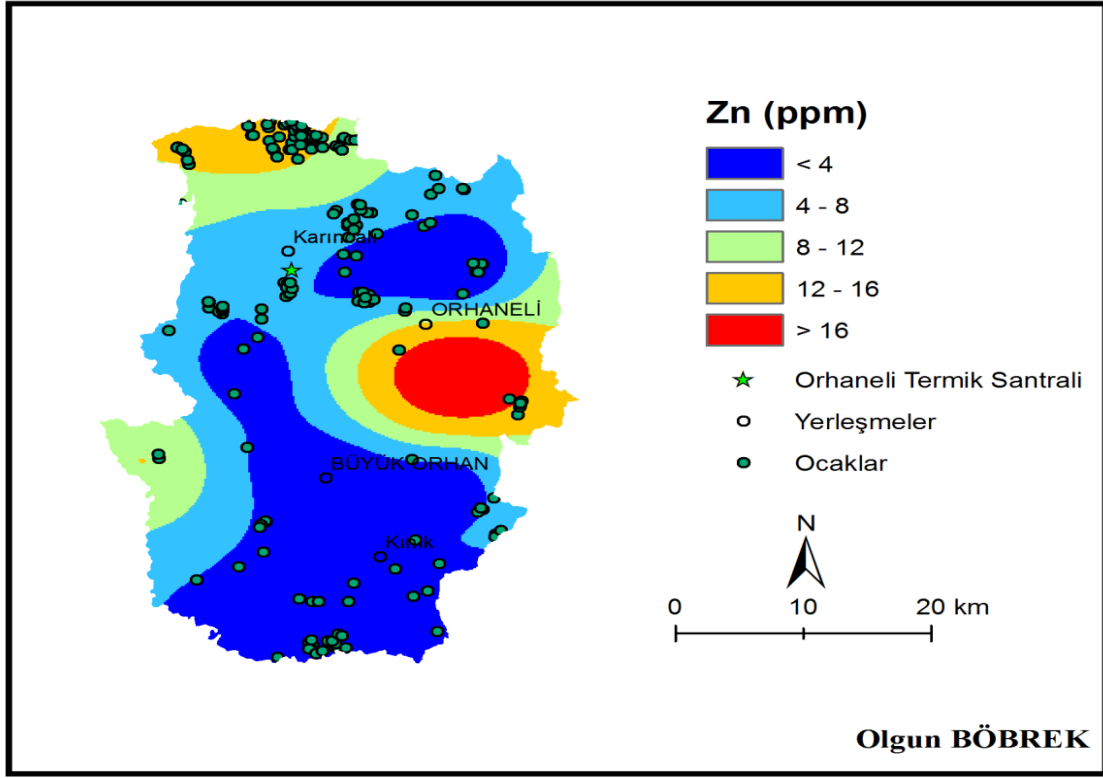
Şekil 16: Cıva (Hg)'nin dağılışı haritası.

TKKY’de cıva konsantrasyon düzeyleri bakımından belirlenen limit değeri 10 ppm’dir. Bu nedenle bu çalışmada, cıva konsantrasyon düzeyleri topraktaki kritik bulunması gereken element değeri olan 10 ppm değeri ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına baktığımızda en yüksek değeri 1,6 ppm’dir. 10 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında cıva için riskli alanlar bulunmamaktadır. Gemici (2008) yaptığı çalışmada Batı Anadolu’daki eski cıva yataklarının çevre jeolojisi açısından değerlendirilmesini amaçlamıştır. Bu alanda yüzey ve yeraltı suları ile topraktaki Hg, As, Sb, Pb, Zn, Al, Fe, Mn, Cu gibi ağır metallerin miktarlarının arttığı belirlenmiştir. Bu durumun maden işletmelerinden kaynaklanan asit maden suları ve kontrolsüz maden atıkları nedeniyle oluşabileceği vurgulanmıştır.

### **2.5. Çalışma Alanın Topraklarında Çinko (Zn) ve Mekânsal Değişimi**

Çinko metali hem toprakta partikül olarak bulunan bir metal hem de büyük rezervleri bulunan bir maden olarak karşımıza çıkmaktadır. Çinko’nun düşük kaynama sıcaklığı ağır metal sanayinin dikkatini çekmektedir. Madencilikten, demir-çelik işleme sanayisinden, kömür ve atık madde atılmasından doğaya yayılmaktadır (Deveci, 2008). Diğer ağır metallerle kıyaslandığında düşük zehirlilik etkisine sahip metaldir (Karadaş, 2008). Ayrıca çinko vücut için gerekli bir elementtir.

Çinko metalinin mekânsal dağılışı şekil 17 ile gösterilmektedir. Çinko metali de diğer metaller (bakır ve cıva) gibi aynı alana denk gelmiştir (**Şekil 17**). Şekil 17 incelendiğinde çinko konsantrasyon değerleri en yüksek Orhaneli’nin güneyinde gözlenmektedir. Ngole ve Ekosse (2012) tarafından maden sahasında yapılan çalışmada maden sahası etrafındaki topraklarda ortalama çinko (30.4 mg/kg) konsantrasyonları, depolama sahası çevresindeki topraklardan oldukça yüksek olarak belirlenmiştir. Yine Pandey ve diğ., (2016) tarafından yapılan çalışmada da topraktaki çinko ve bazı ağır metaller için madencilik faaliyetlerinden önemli girdiler olduğu belirlenmiştir. Çinko konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyona (Tablo 3) baktığımızda %0,1 anlamlılık düzeyinde çinko konsantrasyonu ile mangan ve demir madenine mesafe arasında pozitif yönde; linyit madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki çinko konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madeni ocağına yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir.



**Şekil 17: Çinko (Zn)'nun dağılışı haritası.**

TKKY'nde çinko için belirlenen limit değer 150 ppm'dir. Çalışma alanı topraklarında ölçülen en yüksek çinko değeri 19,44 ppm dir. 150 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında çinko için riskli alanlar bulunmamaktadır.

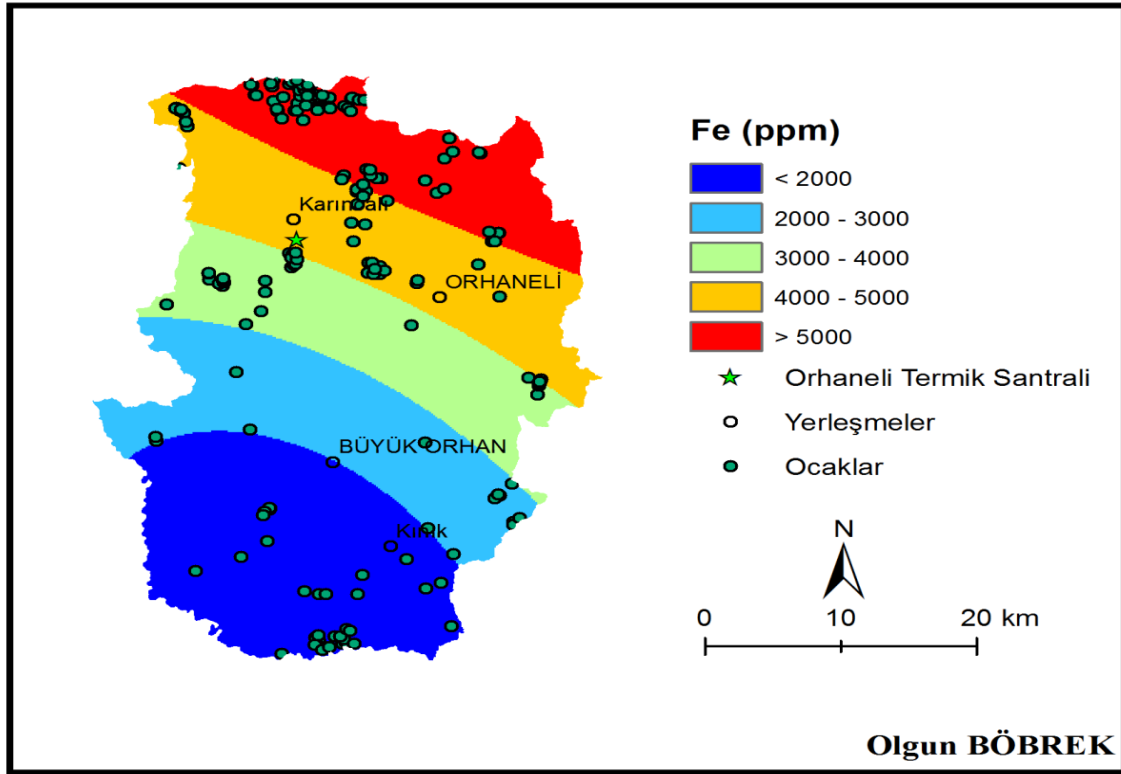
Topraktaki çinko açısından temiz topraklar için verilen sınır değer 50 ppm; az kirli topraklar için verilen limit değer 100 ppm; orta derecede kirli topraklar için verilen sınır değer 300 ppm; oldukça kirli topraklar için verilen sınır değer 700 ppm; yoğun kirli topraklar için verilen sınır değer 3000 ppm; aşırı kirli topraklar için verilen sınır değerde >43000 ppm'dir. Analiz sonuçlarına göre ortalama çinko konsantrasyonu 5,25 ppm, maksimum çinko konsantrasyonu 19,44 ppm, minimum çinko konsantrasyonu ise 2,05 ppm'dir. Çalışma alanı toprakları çinko konsantrasyon düzeyleri açısından temiz topraklar grubuna girmektedir.

## 2.6. Çalışma Alanının Topraklarında Demir (Fe) ve Mekânsal Değişimi

Demir, doğada en fazla bulunan metaldir (Menteşe, 2015). Bu metal doğada birçok şekilde ve formda bulunmaktadır. Demir metali inşaat ve çelik sanayisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Demir metaline yüksek düzeylerde maruziyet çeşitli alerjik rahatsızlıklara ve siroz gibi hastalıklara neden olmaktadır. Bu element toprağa, madencilik faaliyetlerinden, çeşitli alanlarda kullanılan demir-çelik maddelerin aşınması ve drenaj sularından karışmaktadır (Zengin, 2008).

Demir metalinin mekânsal dağılışı şekil 18 ile gösterilmektedir. Demir konsantrasyon düzeylerinin çalışma alanındaki mekansal dağılımı incelendiğinde en

yüksek seviyeler daha çok araştırma alanının kuzey kesimlerinde tespit edilirken Büyükşehir da ise daha düşük seviyeler olduğu belirlenmiştir (Şekil 18). Çalışma alanında demir madeni Orhaneli'nin en güneydoğusunda ve Kınık çevresinde yer almaktadır. Orhaneli'nin güneydoğu ucunda 6 adet Kınık da ise 3 adet demir madeni bulunmaktadır. Demir konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyona (Tablo 3) baktığımızda %5 anlamlılık düzeyinde demir konsantrasyonu ile mermer ocağı, %0,1 anlamlılık düzeyinde demir konsantrasyonu ile mangan ve demir madenine mesafe arasında pozitif yönde; linyit madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki demir konsantrasyon değerlerinin mermer, mangan ve demir madeni ocağına yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir. Kısacası demir konsantrasyon düzeyleri ile maden ocakları arasında (demir, mangan ve mermer ocağı) ilişki tespit edilmiştir. Yani maden ocakları, demir konsantrasyon düzeylerinin artışına neden olmaktadır.



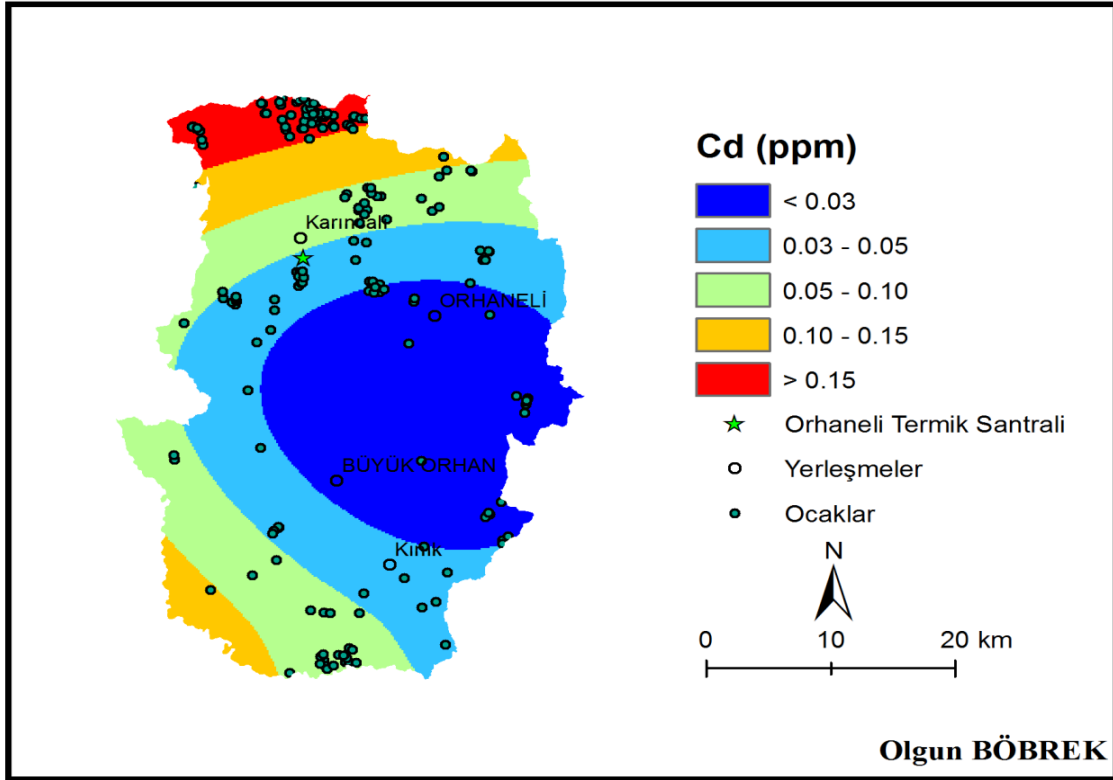
**Şekil 18: Demir (Fe)'nin dağılışı haritası.**

TKKY'nde demir için belirlenen bir limit değeri bulunmamaktadır. Bu nedenle demir konsantrasyon düzeyleri Lindsay (1979)'a göre topraktaki kritik bulunması gereken element değeri olan 38.000 ppm değeri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma alanı topraklarında ölçülen en yüksek demir değeri 5249.44 ppm dir. 38.000 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında demir için riskli alanlar bulunmamaktadır.

## 2.7. Çalışma Alanın Topraklarında Kadmiyum (Cd) ve Mekânsal Değişimi

Kadmiyum metali günümüzde birçok sektörde (rafineri petrol türevleri, deterjan, alkali pil kaplaması, gübre, bitkisel ilaçlama gibi) kullanılmaktadır. Ayrıca sigara dumanı, çay ve kahve yakımı gibi faaliyetlerle de doğaya kolayca karışan bir metaldir (Dağhan, 2011). Bu metal doğaya yılda 25,000-30,000 ton civarında yayılmakta ve bu oranın yaklaşık üç bin-dört bin tonu insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır (Kahvecioğlu ve diğ., 2001). Kadmiyum yaşam için gerekli bir element değildir fakat doğaya yayılım hızı oldukça yüksek bir elementtir (Kahvecioğlu ve diğ., 2001).

Kadmiyum metalinin mekânsal dağılışı şekil 19 ile gösterilmektedir. Kadmiyum metali çalışma alanının kuzeyinde bulunan krom ve mermer ocaklarının yoğun olarak bulunduğu sahada yüksek oranda tespit edilmektedir (Şekil 19). Kadmiyum konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyon (Tablo 3) incelendiğinde %0,1 anlamlılık düzeyinde kadmiyum konsantrasyonu ile mangan madenine mesafe ve %5 anlamlılık düzeyinde demir madenine mesafe arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki kadmiyum konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madeni ocağına yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir.



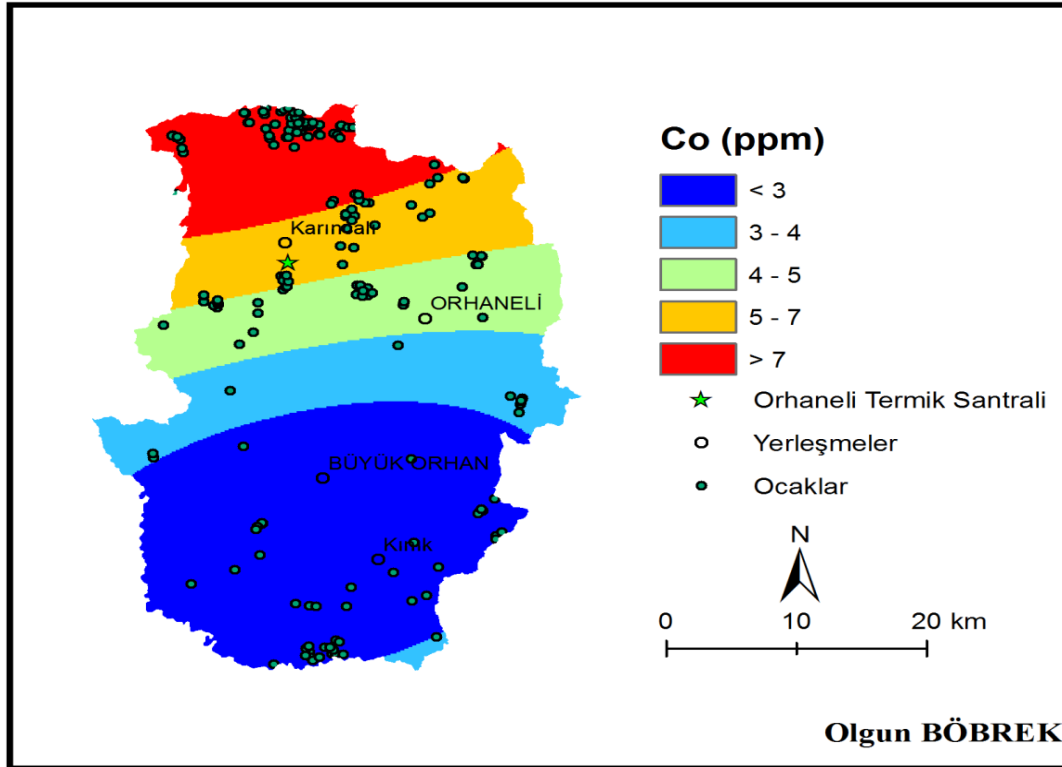
Şekil 19: Kadmiyum (Cd)'un dağılışı haritası.

TKKY'nde kadmiyum için belirlenen limit değer 1 ppm'dir. Çalışma alanı topraklarında ölçülen en yüksek kadmiyum değeri 1 ppm'in altındadır. 1 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında kadmiyum için riskli alanlar bulunmamaktadır.

Topraktaki kadmiyum açısından temiz topraklar için verilen sınır değer 0,3 ppm; az kirli topraklar için verilen limit değer 1 ppm; orta derecede kirli topraklar için verilen sınır değer 2 ppm; oldukça kirli topraklar için verilen sınır değer 3 ppm; yoğun kirli topraklar için verilen sınır değer 5 ppm; aşırı kirli topraklar için verilen sınır değer >45 ppm'dir. Analiz sonuçlarına göre ortalama kadmiyum konsantrasyonu 0,05 ppm, maksimum kadmiyum konsantrasyonu 0,19 ppm, minimum kadmiyum konsantrasyonu ise 0,01 ppm'dir. Çalışma alanı toprakları, kadmiyum konsantrasyon düzeyleri açısından oldukça temiz topraklar grubuna girmektedir.

## 2.8. Çalışma Alanın Topraklarında Kobalt (Co) ve Mekânsal Değişimi

Kobalt düşük oranlarda vücut için gereklidir (Vapur ve diğ., 2007). Doğada saf halde bulunması nadir olan kobalt metalinin dağılışı şekil 20 ile gösterilmektedir. Kobalt metalinin diğer ağır metallerde olduğu gibi çalışma alanının kuzeyindeki mermer sahaları çevresinde daha yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmektedir. En düşük değerler ise çalışma alanının güneyindeki Büyükorhan ve çevresindedir (**Şekil 20**). Nadir toprak elementlerinden olan kobalt genellikle ham cevher içerisinde bakır, nikel, mangan ve arsenik gibi metallerle birlikte bulunduğundan (Vapur ve diğ., 2007) diğer metallerle aynı alanda yoğun konsantrasyon düzeylerine rastlanması muhtemeldir.



**Şekil 20: Kobalt (Co)'ın dağılışı haritası.**

Bu bulgu çalışma alanındaki maden ocaklarına mesafe ile kobalt metal konsantrasyonu analizi ile de paralellik göstermektedir. Nitekim kobalt konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyon (**Tablo 3**) incelendiğinde %0,1 anlamlılık düzeyinde kobalt konsantrasyonu ile mangan ve demir madenine mesafe ve %5

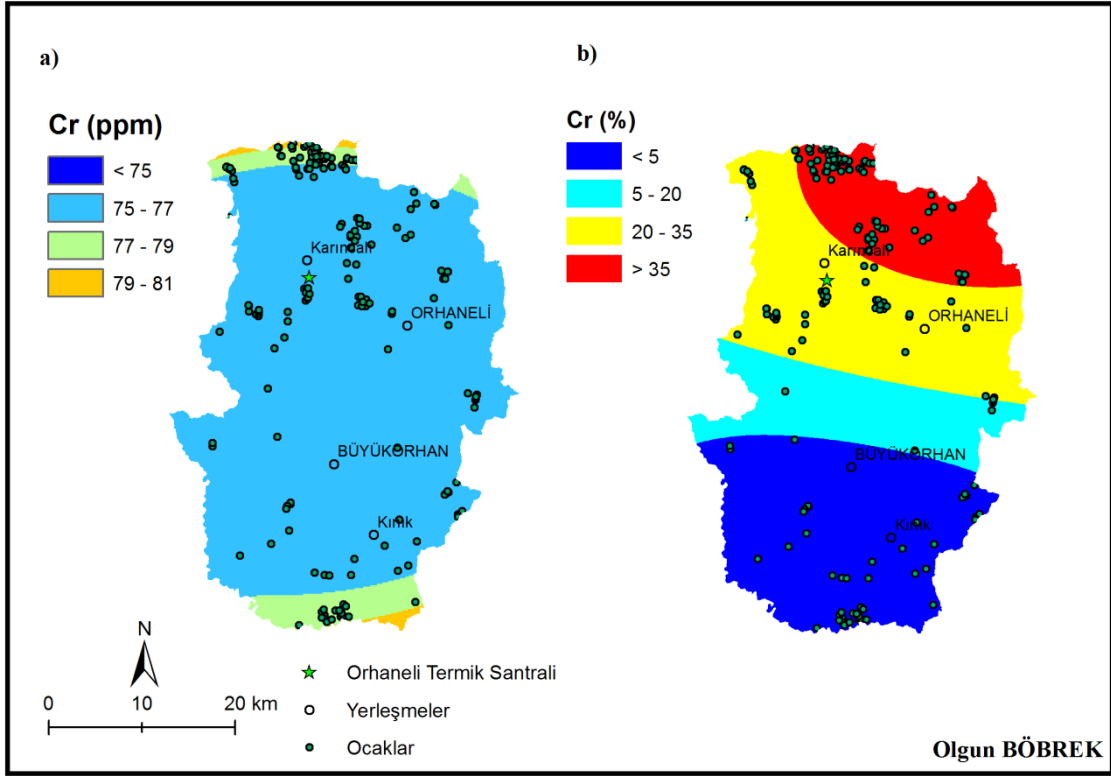
anlamlılık düzeyinde mermer madenine mesafe arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki kobalt konsantrasyon değerlerinin mangan, demir ve mermer madeni ocağına yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir. Kısacası araştırma alanındaki maden ocaklarının kobalt konsantrasyon düzeylerini etkilediği belirlenmektedir.

Toprakta kobalt için belirlenen sınır değeri 40 ppm'dir. Çalışma alanı topraklarında ölçülen en yüksek kobalt değeri 12,26 ppm'dir. 40 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında kobalt için riskli alanlar bulunmamaktadır.

## 2.9. Çalışma Alanın Topraklarında Krom (Cr) ve Mekânsal Değişimi

Krom metali doğal ve antropojenik faaliyetler sonucunda doğada farklı türlerde bulunmaktadır. Korozyon önleyici özelliği nedeniyle krom metali boya sanayi, deri kaplama ve konserve üreticileri tarafından fazlasıyla tercih edilmektedir (Menteşe, 2015). Krom metalinin doğaya karışmasında kâğıt ve ağaç yanması, kömür yakılması da etkili olmaktadır. Ağır metaller canlıların hayati faaliyetlerine, konsantrasyon seviyeleri ile paralel olarak toksit etkide bulunurlar (Kırıcı ve diğ., 2013). Canlılar düşük seviyelerde krom seviyeleri ile karşı karşıya kaldığında, deride tahrişler ve ülser hastalığı oluşabilirken, yüksek seviyelerde karşılaşıldığında ise karaciğeri ve böbrekleri etkiler kan dolaşım sistemine ve sinir dokularına zarara neden olabilmektedir (Kahvecioğlu ve diğ., 2001).

Krom metalinin mekânsal dağılışı şekil 21 a ile gösterilmektedir. Çalışma alanı topraklarındaki en yüksek krom seviyeleri Orhaneli de gözlenmiştir. Büyükorhan da ise daha düşük seviyelerde krom düzeyleri belirlenmiştir. Özellikle Karıncalı ve çevresinde en yüksek seviyelere rastlanılmıştır (**Şekil 21 a**). En yüksek krom seviyelerinin gözlendiği Karıncalı ve çevresinde krom madeni bulunmaktadır. Krom madeni çevresindeki maden ocakları tiplerine baktığımızda ise bakır madeni, asbest madeni ve magnezyum madeni bulunmaktadır. Çalışma alanındaki krom madeni dağılışına baktığımızda Karıncalı da, Kınık da ve Orhaneli de yayılım göstermektedir. Karıncalı ve çevresinde yaklaşık kapatılmış ve işletilmekte olan 53 krom madeni bulunurken, Orhaneli de 12, Kınık da ise 18 krom madeni bulunmaktadır. Bu durum ise maden ocaklarının topraktaki ağır metal artışlarının bir nedeni olduğunun göstergesi durumundadır. Krom konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyon (**Tablo 3**) incelendiğinde %0,1 anlamlılık düzeyinde krom konsantrasyonu ile mangan ve demir madenine mesafe arasında pozitif yönde; krom ve linyit madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki krom konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madeni ocağına yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir. Nitekim çalışma alanının bazı alanlarında krom seviyelerinin artışı ile mangan ve demir madenleri arasında ilişki mevcuttur (**Tablo 3**).



**Şekil 21: Krom (Cr)'un (a) dağılış ve (b) olasılık haritaları.**

Topraktan alınan numunelerin analiz sonuçları incelendiğinde ise 544 ppm ile en yüksek seviye Karıncalı'nın güneydoğusundaki krom madeni çevresine denk gelmiştir. En düşük seviye 14,57 ppm ile Büyükorhan'ın doğusunda maden ocaklarının olmadığı bir alana rastlamıştır. Çalışma alanında krom konsantrasyon değerlerinin TKKY'nde belirlenen sınır değer olan 100 ppm yi geçme olasılığı Tablo 1 de gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde kırmızı ve sarı renkle gösterilen alanlar riskli, yeşil ve sarı renkle gösterilen alanlar ise az riskli ya da risksiz bölgeleri oluşturmaktadır. Şekil 21 b incelendiğinde Orhaneli ve çevresinde özellikle Karıncalı da krom konsantrasyon seviyeleri 100 ppm geçmekte ve krom konsantrasyon düzeyleri bakımından riskli alanları oluşturmaktadır (**Şekil 21 b**).

Topraktaki krom açısından temiz topraklar için verilen sınır değer 30 ppm; az kirli topraklar için verilen limit değer 70 ppm; orta derecede kirli topraklar için verilen sınır değer 100 ppm; oldukça kirli topraklar için verilen sınır değer 300 ppm; yoğun kirli topraklar için verilen sınır değer 1000 ppm; aşırı kirli topraklar için verilen sınır değer > 41000 ppm'dir. Analiz sonuçlarına göre ortalama krom konsantrasyonu 77,5 ppm, maksimum krom konsantrasyonu 544,46 ppm, minimum krom konsantrasyonu ise 15,57 ppm'dir. Çalışma alanı topraklarının bir bölümü özellikle Karıncalı ve çevresi krom konsantrasyon düzeyleri açısından oldukça kirli topraklar grubuna girmekte ve dolayısıyla çalışma alanının bir bölümünün toprakları bu ağır metal açısından risk taşımaktadır.

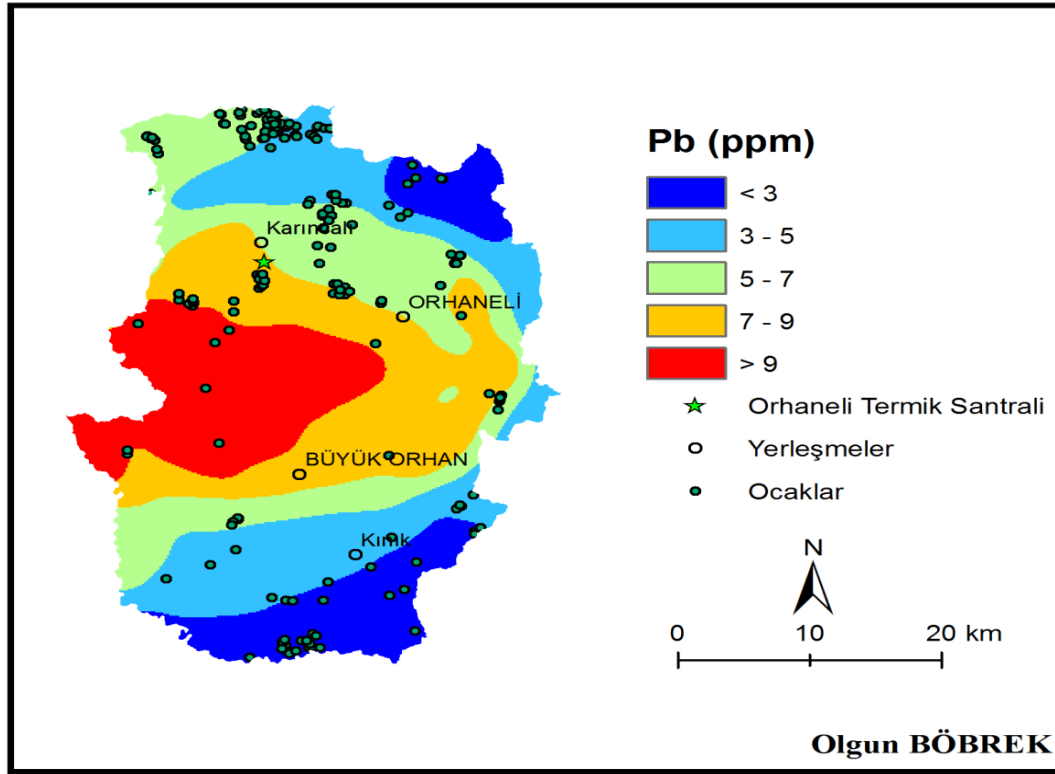


**Şekil 12: Çalışma alanında bulunan krom işletmesi.**

## **2.10. Çalışma Alanın Topraklarında Kurşun (Pb) ve Mekânsal Değişimi**

Kurşun metali doğaya en çok insan faaliyetlerine bağlı olarak karışmaktadır. Kurşun metali, bünyesinde kurşun barındıran boyalar, tütün ürünleri, sebze ve meyveler, alkollü içecekler vb. kaynaklarda bulunmaktadır. En önemli kaynağını artan araç sayısına da bağlı olarak araçlardaki kullanılan benzin ve türevleri oluşturmaktadır. Antropojenik faaliyetler nedeniyle doğada değişikliklere yol açtığından ve sağlığı olumsuz yönde etkilediğinden çevre sorunlarına neden olan en önemli ağır metallere birini teşkil etmektedir (Yalçın, 2014).

Kurşun metalinin mekânsal dağılışı Şekil 23 ile gösterilmektedir. Şekil 23 incelendiğinde kurşun metali, krom madenciliğinin yoğun bulunduğu bölgelerde (Orhaneli'nin güneybatısı ile Büyükorhan'ın kuzeybatısı arasında kalan saha) daha yüksek düzeydedir (**Şekil 23**). Çünkü madencilik çalışmaları kurşun-çinko atıklarının üretilmesinde önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Atık cevher yığınları ve diğer artıklar önemli toksit kirlenici kaynaklardır (Vapur ve diğ., 2007). Kurşun konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyon (**Tablo 3**) incelendiğinde %0,1 anlamlılık düzeyinde kurşun konsantrasyonu ile tüm madenlere olan mesafe arasında pozitif yönde; linyit madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki kurşun konsantrasyon değerlerinin tüm maden ocaklarına yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir. Kısacası çalışma alanındaki kurşun konsantrasyon düzeylerinin artışı ile maden ocakları arasında ilişki mevcuttur ve iki değişken birbirini etkilemektedir.



**Şekil 23: Kurşun (Pb)'un dağılışı haritası.**

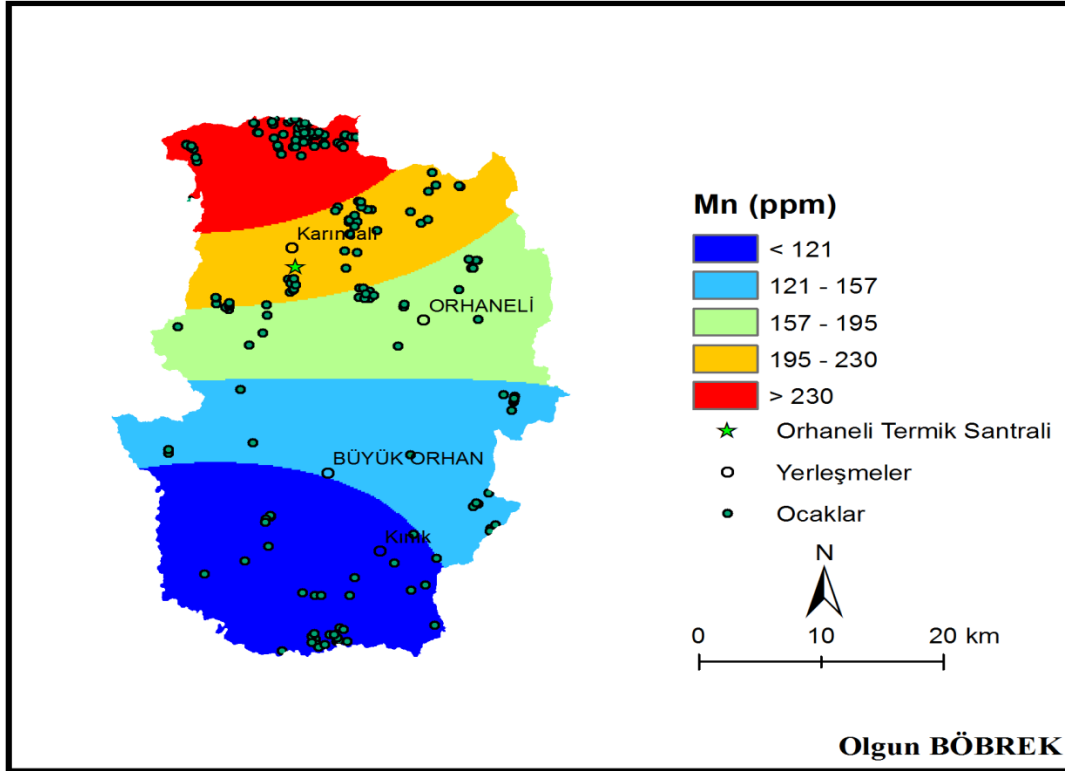
TKKY'nde kurşun için belirlenen limit değer 50 ppm'dir. Çalışma alanı topraklarında ölçülen en yüksek kurşun değeri 50 ppm'in altındadır. 50 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında kurşun için riskli alanlar bulunmamaktadır.

Topraktaki kurşun açısından temiz topraklar için verilen sınır değer 30 ppm; az kirli topraklar için verilen limit değer 70 ppm; orta derecede kirli topraklar için verilen sınır değer 100 ppm; oldukça kirli topraklar için verilen sınır değer 500 ppm; yoğun kirli topraklar için verilen sınır değer 2500 ppm; aşırı kirli topraklar için verilen sınır değer >42500 ppm'dir. Analiz sonuçlarına göre ortalama kurşun konsantrasyonu 4,6 ppm, maksimum kurşun konsantrasyonu 20 ppm, minimum kurşun konsantrasyonu ise 0,52 ppm'dir. Çalışma alanı toprakları kurşun konsantrasyon düzeyleri açısından temiz topraklar grubuna girmektedir.

### **2.11. Çalışma Alanın Topraklarında Mangan (Mn) ve Mekânsal Değişimi**

Mangan da demir metali gibi doğada çokça bulunmakta (Özer ve diğ.,2011) ve termik santrallerden, sanayi kuruluşlarından, maden yataklarından doğaya karışmaktadır (Deveci, 2012). Mangan metalinin mekânsal dağılışı şekil 24 ile gösterilmektedir. Mangan konsantrasyon değerlerinin çalışma alanındaki dağılışı incelendiğinde en yüksek değerler daha çok çalışma alanının kuzeyindeki alanlardadır (Şekil 24). Orhaneli ve çevresinde daha yüksek seviyeler gözlenirken Büyükorhan ve çevresinde daha düşük konsantrasyon değerleri gözlenmiştir. Çalışma alanı içinde de

mangan ocakları bulunmaktadır. Çalışma alanında ki mangan ocakları Kınık ve çevresinde yer almaktadır. Yaklaşık olarak Kınık ve çevresinde 8 adet mangan ocağı vardır. Nitekim mangan konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyon (Tablo 3) incelendiğinde %0,1 anlamlılık düzeyinde mangan konsantrasyonu ile mermer, mangan ve demir madenine mesafe arasında pozitif yönde; krom ve linyit madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki mangan konsantrasyon değerlerinin mermer, mangan ve demir madenine yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir. Çalışma alanında mangan konsantrasyon düzeylerinin artışı ile mermer, mangan ve demir madeni arasında anlamlı ilişki bulunmakta ve her iki değişkenin birbirini etkilediği tespit edilmektedir. Ağır metaller farklı faaliyetlerden (madencilik faaliyetleri, sanayi faaliyetleri, evsel atıklar vs.) kaynaklanmaktadır. Çalışma alanındaki yüksek mangan konsantrasyon düzeyleri mangan madenciliği yanında diğer madencilik faaliyetlerinden (mermer ve demir), evsel atıklardan ve sanayi faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.

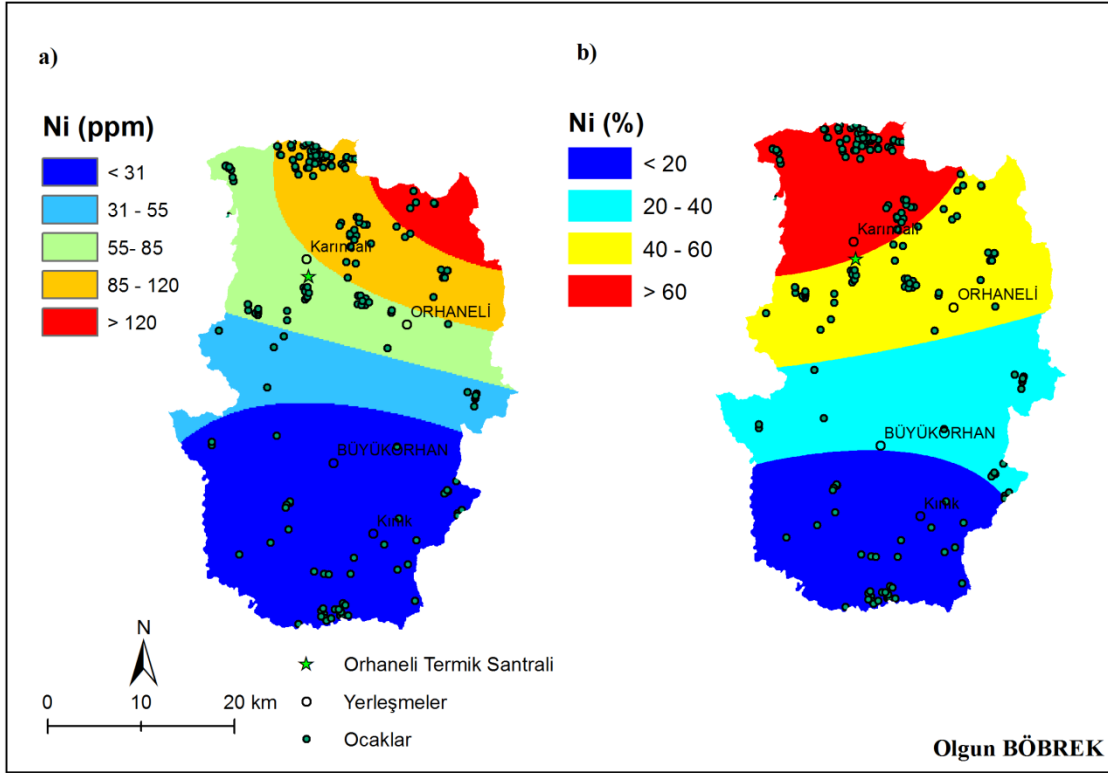


**Şekil 24: Mangan (Mn)'in dağılışı haritaları.**

TKKY'de mangan konsantrasyon düzeyleri bakımından belirlenen bir limit değeri bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, mangan konsantrasyon düzeyleri Lindsay (1979)'a göre topraktaki kritik bulunması gereken element değeri olan 600 ppm değeri ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek değerler 361,57 ve 362,88 ppm değeridir. Bu yüksek konsantrasyon değerleri krom ve mermer ocaklarının yoğunlukta olduğu alana denk gelmiştir. 600 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında mangan için riskli alanlar bulunmamaktadır.

## 2.12. Çalışma Alanın Topraklarında Nikel (Ni) ve Mekânsal Değişimi

Nikel metalinin sahip olduğu özellikler alaşım üretiminde önemli rol almasını sağlamakla beraber çelik üretiminde, kadmiyum metali gibi pillerin ve akülerin yapımında, madeni parada, çelik ve gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Karadaş, 2008). Nikel metalinin mekânsal dağılışı Şekil 25 a ile gösterilmektedir. Nikel metalinin mekansal dağılışı incelediğinde çalışma alanının kuzeydoğu ucunda daha yüksek seviyelerde (>120 ppm) olduğu görülmektedir (Şekil 25 a). Bu durumun ortaya çıkmasındaki neden bölgede bulunan maden ocaklarının metal artışına neden olmasıdır. Nitekim diğer metallerde olduğu gibi nikel konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyona (Tablo 3) bakıldığında %0,1 anlamlılık düzeyinde nikel konsantrasyonu ile mermer, mangan ve demir madenine mesafe arasında pozitif yönde; krom ve linyit madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki nikel konsantrasyon değerlerinin mermer, mangan ve demir madenine yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir. Yani araştırma alanında nikel konsantrasyon düzeylerinin artması ile mermer, mangan ve demir madenleri arasında ilişki vardır ve bu değişkenler birbirini etkilemektedir.



Şekil 25: Nikel (Ni)'in (a) dağılışı ve (b) olasılık haritaları.

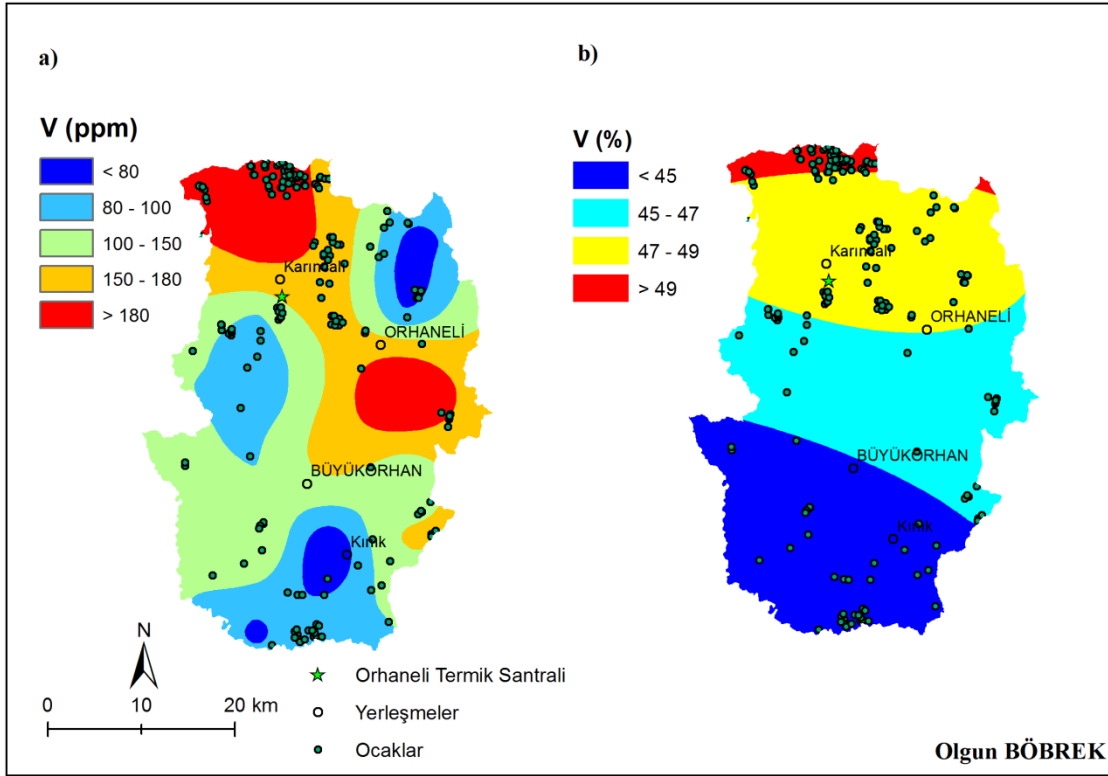
Şekil 25 b incelendiğinde nikel düzeyleri açısından en riskli alanlar çalışma alanının kuzeyindeki alanlar oluşturmaktadır. Risk seviyesi kuzeyden güneye doğru kademeli olarak azalış göstermektedir. TKKY'nde nikel için belirlenen limit değer 30 ppm'dir.

Çalışma alanı topraklarında ölçülen en yüksek nikel değeri 262,56 ppm'dir. 30ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında nikel için riskli alanlar bulunmaktadır. Topraktaki nikel açısından temiz topraklar için verilen sınır değer 10 ppm; az kirli topraklar için verilen limit değer 30 ppm; orta derecede kirli topraklar için verilen sınır değer 100 ppm; oldukça kirli topraklar için verilen sınır değer 200 ppm; yoğun kirli topraklar için verilen sınır değer 400 ppm; aşırı kirli topraklar için verilen sınır değer >4400 ppm'dir. Analiz sonuçlarına göre ortalama nikel konsantrasyonu 50,9 ppm, maksimum nikel konsantrasyonu 262,6 ppm, minimum nikel konsantrasyonu ise 14,07 ppm'dir. Çalışma alanı topraklarının bir bölümü nikel konsantrasyon düzeyleri açısından yoğun kirli topraklar grubuna girmekte ve dolayısıyla çalışma alanının bir bölümünün toprakları bu ağır metal açısından risk taşımaktadır.

### 2.13. Çalışma Alanın Topraklarında Vanadyum (V) ve Mekânsal Değişimi

Vanadyum sanayi kuruluşları tarafından metal alaşımların aranan metalidir. Otomotiv, uzay ve uçak sanayilerinin titanyumlu alaşımlarında kullanımı yaygındır. Sağlık yönünden insanlar için kemik ve diş gelişimi için gerekli bir metal olarak düşünülmektedir. Ancak her metal gibi vanadyumda insan bünyesi ile çok fazla etkileşimde bulunması durumunda solunum yolu ve böbrek rahatsızlıkları görülmektedir (<https://www.makaleler.com/vanadyum-nedir-ozellikleri-kullanimi>).

Vanadyum metalinin mekânsal değişimi Şekil 26 a ile gösterilmektedir. Vanadyum, bakır, cıva ve çinko ile benzer bir yayılım gösteren dağılım haritasına istinaden bu metallere göre bölgede daha az etkili olmaktadır (**Şekil 26 a**). Vanadyum metali çalışma alanının kuzeyinde daha yüksek seviyelerde iken güneyine doğru azalış göstermektedir. En yüksek konsantrasyon düzeyleri Orhaneli'nin güneyinde kırmızı ile gösterilen alana denk gelmektedir. Bu alanda konsantrasyon düzeyleri yaklaşık olarak 120 ppm'den yüksektir. Vanadyum konsantrasyonu ile maden ocakları arasındaki korelasyon (**Tablo 3**) incelendiğinde %0,1 anlamlılık düzeyinde vanadyum konsantrasyonu ile mangan ve demir madenine mesafe arasında pozitif yönde; linyit madenine mesafe arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu da çalışma alanı topraklarındaki vanadyum konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madenine yaklaştıkça arttığını, uzaklaştıkça azaldığını göstermektedir. Kısacası vanadyum konsantrasyon değerleri ile mangan ve demir madenleri arasında ilişki mevcuttur ve birbirini etkiler konumdadırlar.



**Şekil 26: Vanadyum (V)'un (a) dağılışı ve (b) olasılık haritaları.**

TKKY'nde vanadyum için belirlenen limit değer 100 ppm'dir. Çalışma alanı topraklarında ölçülen en yüksek vanadyum değeri 212,81 ppm'dir. 100 ppm değeri ile kıyaslandığında çalışma alanında vanadyum için bazı alanlarda (Orhaneli'nin güzeyi) risk bulunmaktadır (Şekil 26 b).

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Nüfusun sürekli artması, sanayileşme ve bu duruma paralel olarak artan hammadde ihtiyacı doğadaki madenlerin çıkarılmasına, madencilik faaliyetlerinin giderek artmasına neden olmaktadır. Madencilik faaliyetleri fiziksel çevre unsurlarının kalitesini ve doğal yapısını değiştirmektedir. Madencilik faaliyetleri ve madencilik faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan atıklar özellikle de toprak kirliliğine neden olmaktadır. Çünkü madencilik faaliyetleri, toprakta büyük miktarlarda ağır metal yüklü atıkların oluşumuna neden olmaktadır. Kısacası madencilik faaliyetleri sonucunda toprak ağır metaller tarafından kirlenmektedir. Toprak kalitesini olumsuz etkileyen, insan sağlığı için tehdit oluşturan ve çevre kirliliğine neden olan ağır metallerin araştırılması, seviyelerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca ağır metal kirliliğinin derecesini, ölçeğini ve kaynaklarını anlamak da çevre yönetimi için esastır. İnsan sağlığı için riskleri azaltmak, gıda güvenliğini sağlamak ve kirlenmiş toprakları yönetmek de bir o kadar önemlidir. Bu nedenlerle çalışmada Orhaneli ve Büyükorhan'da yapılan madencilik faaliyetlerinin toprak kirliliği (ağır metaller) üzerine olan etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Sonuç olarak her bir ağır metalin mekansal dağılımı ve maden ocakları ile ilişkisi açıklanmıştır. En yüksek alüminyum konsantrasyonları Büyükorhan'ın kuzeyi ile kuzeybatısındaki eski, kapatılmış ve halen işletilmekte olan mermer ve krom ocaklarının çevresinde gözlenmiştir. Aynı zamanda alüminyum konsantrasyon değerlerinin tüm maden ocaklarına ve krom madeni ocağına yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı tespit edilmiştir.

Arsenik konsantrasyonlarının ise en yüksek değerleri Orhaneli'nin güneyindeki alanda belirlenmiştir. Arsenik konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madeni ocağına yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda arsenik ağır metalinin çalışma alanı içerisinde normal değerler arasında olduğu gözlenmiştir.

Bakır konsantrasyon değerlerinin en yüksek seviyeleri Orhaneli'nin güneyinde gözlenmiştir. Bakır konsantrasyon değerlerinin krom madeni ocağına yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının bir bölümünün (Orhaneli güneyi) bakır konsantrasyon düzeyleri açısından az kirli topraklar grubuna girdiği tespit edilmiştir.

Cıva konsantrasyon düzeylerinin en yüksek seviyeler arsenik ve bakır ağır metalinde olduğu gibi Orhaneli'nin güneyindeki alana denk gelmiştir. Çalışmada cıva konsantrasyon değerleri ile maden ocaklarına mesafe arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiş ve çalışma sahasında cıva için riskli alan bulunmamıştır.

Çinko konsantrasyon değerleri en yüksek Orhaneli'nin güneyinde gözlenmiştir. Çinko konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madeni ocağına yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı belirlenmiştir. Aynı zamanda çalışma alanı toprakları çinko konsantrasyon düzeyleri açısından temiz topraklar grubuna girmiş ve çalışma alanında çinko için riskli alanlar tespit edilmemiştir.

Demir konsantrasyon düzeylerinin en yüksek seviyeleri daha çok araştırma alanının kuzey kesimlerinde tespit edilirken Büyükorhan da ise daha düşük seviyeler olduğu belirlenmiştir. Demir konsantrasyon düzeyleri ile maden ocakları arasında (demir, mangan ve mermer ocağı) ilişki tespit edilmiştir. Çalışma alanında demir için riskli alanlar bulunmamıştır.

Kadmiyum metali çalışma alanının kuzeyinde bulunan krom ve mermer ocaklarının yoğun olarak bulunduğu sahada yüksek oranda tespit edilmiştir. Kadmiyum konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madeni ocağına yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı belirlenmiştir. Çalışma alanı toprakları, kadmiyum konsantrasyon düzeyleri açısından oldukça temiz topraklar grubuna girmekte ve kadmiyum için riskli alanlar bulunmamıştır.

Kobalt metalinin diğer ağır metallerde olduğu gibi çalışma alanının kuzeyindeki mermer sahaları çevresinde daha yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanı topraklarındaki kobalt konsantrasyon değerlerinin mangan, demir ve mermer madeni ocağına yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı belirlenmiştir. Kısacası araştırma alanındaki maden ocaklarının kobalt konsantrasyon düzeylerini etkilediği gözlenmiştir. Çalışma alanında kobalt için riskli alanlar tespit edilmemiştir.

En yüksek krom seviyeleri Orhaneli de gözlenmiştir. Özellikle Karıncalı ve çevresinde en yüksek seviyelere rastlanılmıştır. Çalışma alanı topraklarındaki krom konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madeni ocağına yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı gözlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının bir bölümü özellikle Karıncalı ve çevresi krom konsantrasyon düzeyleri açısından oldukça kirli topraklar grubuna girdiği ve dolayısıyla çalışma alanının bir bölümünün toprakları bu ağır metal açısından risk taşıdığı belirlenmiştir.

Kurşun metali Orhaneli'nin güneybatısı ile Büyükorhan'ın kuzeybatısı arasında kalan sahada daha yüksek düzeylerde tespit edilmiştir. Kurşun konsantrasyon değerlerinin tüm maden ocaklarına yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı belirlenmiştir. Çalışma alanı toprakları kurşun konsantrasyon düzeyleri açısından temiz topraklar grubuna girdiği ve çalışma alanında kurşun için riskli alanlar bulunmadığı tespit edilmiştir.

Mangan metali Orhaneli ve çevresinde daha yüksek seviyeler iken Büyükorhan ve çevresinde daha düşük seviyelerde gözlenmiştir. Çalışma alanında mangan konsantrasyon düzeylerinin artışı ile mermer, mangan ve demir madeni arasında anlamlı ilişki bulunduğu ve her iki değişkenin birbirini etkilediği tespit edilmiştir. Çalışma alanında mangan için riskli alanlar bulunmamıştır.

Nikel metali çalışma alanının kuzeydoğu ucunda daha yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür. Çalışma alanı topraklarındaki nikel konsantrasyon değerlerinin mermer, mangan ve demir madenine yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının bir bölümü nikel konsantrasyon düzeyleri

açısından yoğun kirli topraklar grubuna girdiği ve dolayısıyla çalışma alanının bir bölümünün toprakları bu ağır metal açısından risk taşıdığı ortaya konulmuştur.

Vanadyum metali çalışma alanının kuzeyinde daha yüksek seviyelerde olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda çalışma alanı topraklarındaki vanadyum konsantrasyon değerlerinin mangan ve demir madenine yaklaştıkça arttığı, uzaklaştıkça azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma alanında vanadyum için bazı alanlarda (Orhaneli'nin güzeyi) risk bulunduğu belirlenmiştir.

Bölgede yapılan incelemede alüminyum, arsenik, bakır, cıva, çinko, demir, kadmiyum, kobalt, kurşun ve mangan için belirtilen sınır değerlerin altında değerler tespit edilirken krom, nikel ve vanadyum için ise sınır değerlerin üstünde seviyeler tespit edilmiştir. Ağır metaller açısından kirli olarak görülen alanlar mermer ve krom işletmelerinin çevresi olarak tespit edilmiştir.

İlçelere göre bakıldığında ise Orhaneli'nde Büyükorhan'a göre tüm kirleticilerde daha yüksek seviyeler tespit edilmiştir. Bu durum içinde Orhaneli ilçe sınırları içerisinde daha fazla madencilik faaliyetlerinin olması gösterilebilir. Ayrıca Orhaneli ilçesinde kirlilik seviyesinin yüksek olması nedenleri arasında maden ocaklarının çeşitliliği ve bol bulunması da gösterilebilir. Ayrıca saha çalışmasında gözlemlenen maden ocaklarının bilinçsiz ve doğru yönetilmemesi görüşü de eklenebilir.

Şunu diyebilir ki madencilik çalışmalarına başlamadan önce maden bölgesinin bitki örtüsü, faunası, toprak özellikleri ve su kaynakları gibi ekolojik özelliklerini net şekilde ortaya koyan çalışmalar yapılmalıdır. Yapılan bu detaylı çalışmalardan sonra madencilik faaliyetlerine başlanmalıdır. Ayrıca madencilik çalışmalarının başlamasından sonra pasa atım alanlarının bulunduğu bölgelerde tahribat oluşmaktadır ve bu tahribat madencilik faaliyetleri ilerledikçe daha da olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Bu tahribatın azaltılması için eğimin az olduğu bölgeler tercih edilmelidir. Ayrıca eski rehabilite edilmemiş maden sahaları da aktif madenler için pasa döküm alanı olarak kullanılmaktadır. Böylelikle yeni alanların tahribatı azaltılmış olacaktır. Nitekim tahribatın azaltılması için madencilik faaliyetini yürüten işletmelerin rehabilite çalışmalarına öncelik tanınması gerekmektedir.

En önemli konuda madencilik için birçok yönetmelik ve kanun bulunmakta ancak anayasa ile ters düşmektedir. Bunun sonucunda da madencilik çok fazla dava konusu olmaktadır. Bu durumdan kurtarılması için doğa ve madenler arasındaki dengeyi koruyacak kanun ve yönetmeliklerin acilen düzenlenmesi gerekmektedir. Düzenlenen yönetmeliklerin hem çevre açısından hem de madencilik faaliyetini yürütecek işletmeler açısından işlerliği oldukça önemlidir.

Bu çalışma 2018-01.BŞEÜ.04-08 nolu Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) ile desteklenmiştir.

## KAYNAKÇA

- Abdul-Wahab, ve S.Marikar, F. (2012), “Theenvironmentalimpact of goldmines: pollutionbyheavymetals”, *Open Engineering*, 2(2): 304-313.
- Acar, Ö. Didem (2007),*Türkiye ’de Açık Ocak Madenciliği Sonrası Peyzaj Onarım Çalışmalarının İrdelenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akyıldız, M. ve Karataş, B. (2018), *Adana Şehir Merkezindeki Topraklarda Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması*, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(2), ss. 199-214.
- Ali, M.,Elhagwa, A., Elfaki, J. ve Sulieman, M. (2017), “Influence of theartisanalgoldmining on soilcontaminationwithheavymetals: A case study from Dar-Mali locality”, *EurasianJournal of SoilScience*, 6(1), pp.28.
- Angelovičová, L. Ve Fazekašová, D. (2014), “Contamination of thesoilandwaterenvironmentbyheavymetals in theformerminingarea of Rudňany (Slovakia)” *Soilandwaterresearch*, 9(1), pp.18-24.
- Anonim, (2009), *Madencilik*, Türkiye Çevre Atlası, Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü. [Erişim Tarihi: 05 Ekim 2018, <http://www.cedgm.gov.tr/dosya/cevreatlasi/madencilik.pdf>].
- Barkouch, Y. Ve Pineau, A. (2016), *Evaluation of theimpact of mine activity on surroundingsoils of DraaLasfar mine in Marrakech-Morocco* *AfricanJournal of EnvironmentalScienceandTechnology*, 10(1), pp.44-49.
- Bilecik Eskişehir Bursa Kalkınma Ajansı (BEBKA) (2014), “Mevcut Durum Analizi Bölge Planı Eki 2014-2023 Eki”, Bursa.
- Bilici Başkan, M. ve Pala, A. (2009), “İçme Sularında Arsenik Kirliliği: Ülkemiz Açısından Bir Değerlendirme”, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, S:15 (1), ss.69-79.
- Cheng, X.,Drozdova, J., Danek, T., Huang, Q., Qi, W., Yang, S., ... &Zhao, X. (2018), “Pollution Assessment of TraceElements in Agricultural Soilsaround Copper Mining Area” *Sustainability*, 10(12), pp.4533.
- Çağlarırnak, Necla ve Hepçimen, Zeki, A. (2010), “Ağır Metal Toprak Kirliliğinin GıdaZinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi”, *Akademik Gıda*, C: 8(2), ss.31-35.
- Çelebi, H. Ve Gök, G. (2018), “Topraklarda Otoyol Ve Trafik Kaynaklı Ağır Metal Kirliliğinin Değerlendirilmesi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, C:24(6), ss.1169-1178.
- Çelik, O.H. (2015), *Alüminyum Siyah Curuflarındaki Alüminyumun Ve Bileşiklerinin Hidro Ve Pirometalurjik Yöntemler İle Geri Kazanılması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çelik, Y. Mustafa, Sarıışık, Ali ve Gürcan, Sevgi (2003), “Mermer ve Taş Ocaklarının Çevreye Olan Görsel Etkileri” [Bildiri], *Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 18-19 Mayıs.

- Çeştepe, H., Vergil, H., Dökmen, G., Şükrüoğlu, D. ve Bayramoğlu, M.F. (2016), *Madencilik Sektörünün Zonguldak İlindeki Yeri Ve Önemi: Ekonometrik Ve İstatistikî Yöntemlerle Analizi*, Bülent Ecevit Üniversitesi Yayınları, S:12, Zonguldak.
- Dağhan, H. (2011), “Doğal Kaynaklarda Ağır Metal Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri” *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, S:16 (2), ss.15-25.
- Daşdemir, A.E. (2015), *İstanbul Avrupa Yakası Otopan Kenarlarındaki Tarım Arazilerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Demir, Hacer (2015), *Bursa Dağ Bölgesinde (Orhaneli-Keles-Büyükorhan-Harmancık) Yerleşmeler Kademelenmesi ve Yerel Kalkınma Sorunsalı*, Yayınlanmamış Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Demirbugan, Alper (2018), *Sürdürülebilirlik Ve Maden Sahalarının Rehabilitasyonu*, Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 26: 3-14.
- Deveci, T. (2012), *Gaziantep’te Atık Sulardan Etkilenen Toprak ve Bitkilerde Eser Element (Cu, Co, Mn ve Zn) ve Fe Konsantrasyonlarının ICP-MS İle Tayini*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.
- Doğan, Tansel (2001), *Kömür Ocaklarının Çevreye Verdiği Zararların Giderilmesinde Kullanılan Yöntemler ve Teknikler*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ekinci, İ (2013), “*Milas (Mesudiye) Bakır Madeni (1750-1816)0*”, *Turkish Studies*, 8 (5), ss.243-259.
- Fashola, M., Ngole-Jeme, V., Babalola, O. (2016), *Heavy metal pollution from gold mines: environmental effects and bacterial strategies for resistance*, *International journal of environmental research and public health*, 13(11), pp.1047.
- Gemici, Ü. (2008), “Batı Anadolu’daki Eski Cıva Yataklarının Çevre Jeolojisi Açısından Değerlendirilmesi” , [Bildiri], E. Atabey (Ed.); *Uluslararası Katılımlı Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Bildirileri*, ISBN: 978-975-7946-33-5, Ankara, ss.133-145
- Ghazaryan, K. A., Movsesyan, H. S., Ghazaryan, N. P., & Shalunts, S. V. (2016), *Assessment of heavy metal contamination of soils around Agarak (RA) copper-molybdenum mine complex* *Proceedings of The Yerevan State University: Chemistry and Biology*, Yerevan State University. hal, 34-42.
- Göktaş, M. (2016) “Yozgat İli Madencilik Faaliyetlerinin Çevre Üzerine Etkilerinin Araştırılması” [Bildiri], *I. Uluslararası Bozok Sempozyumu*, 05 - 07 Mayıs, Yozgat.

- Grupe, R. and M. Filipinski, (1989) “Zur Verfügbarkheit und pflanzenaufnahme von Pb auf Böden mit hohem lithogenen Schwermetallgehalt” *Mitteilgn*, 59/1, 361-366, Geslisch, Bodenkundl, Dtsch.
- Huang, S., Yuan, C., Li, Q., Yang, Y., Tang, C., Ouyang, K., & Wang, B. (2017) “Distribution and risk assessment of heavy metals in soils from a typical Pb-Zn mining area” *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(3), 1105-1112.
- IAEA (International Atomic Energy Agency), (2004)  
“Soil sampling for environmental contaminants”
- İnal, C. ve Yiğit, C. Özer. (2003) “Jeodezik Uygulamalarda Kriging Enterpolasyon Yönteminin Kullanılabilirliği” *Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı*, 24-26 Eylül, Konya.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S. (2001), “Metallerin çevresel etkileri-1”, *Metalurji Dergisi*, C:136, ss.47-53.
- Kantarıcı, M. Doğan, (2005), *Orman Ekosistemleri Bilgisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:4594, O.F. Yayın No:488, İstanbul.
- Karaca, A. ve Tugay, O. C. (2012), “Toprak Kirliliği”, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*. S:1 (1), ss.13-19.
- Karadaş, C. (2008), *Balya İlçesi ve Yakın Köylerindeki Toprak Kirliliğinin Çocuklar Üzerine Etkisinin İn Vitro Gastrointestinal Ekstraksiyon Yöntemi İle Belirlenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Kaya, Ahmet (2010) *Orhaneli Orman İşletme Müdürlüğü Alanlarındaki Maden Ocaklarının Orman Koruma Yönünden İncelenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kekeç, Meltem (2014) *Altın Madeni İşletmeciliğinden Kaynaklanan Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Koch, D. and M. Grupe (1993),  
Mobilität von Schwermetallen geogener anthropogener Herkunft. *Mitteilgn*.  
Dtsch. Bodenkundl. Geslisch., 72, 385-388.
- Lars Järup (2003) “Hazards of metal contamination”, *British Medical Bulletin*, 68, 167-182.
- Li, Z., Ma, Z., Kuijp, Z., Yuan, Z., Huang, L. (2014), “A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment” *Science of the Total Environment*. 468-469, 843-853.
- Li, F., Li, X., Hou, L., & Shao, A. (2018), “Impact of the Coal Mining on the Spatial Distribution of Potentially Toxic Metals in Farmland Tillage Soil” *Scientific Reports*, 8(1), 14925.
- Liao, Guo-li, Liao, Da-xue, Li, Quan-ming (2007),  
“Heavy metals contamination characteristics in soil of different mining activity zones” *Transaction of Nonferrous Metals Society of China*, 18, 207-2011.

- Lin, Y. P., Chang, T. K., Shih, C. W. and Tseng, C. H. (2002), "Factorial and indicator kriging methods using a geographic information system to delineate spatial variation and pollution sources of heavy metals" *Environmental Geology*, 42, 900-909.
- Lourenco, R.W., Landim, P.M.B., Rosa, A.H.R., Roveda, J.A.F., Martins, A.C.G., Fraceto, L.F. (2010) "Mapping soil pollution by spatial analysis and fuzzy classification" *Environ Earth Science*, 60, 495-504.
- Madencilik Türkiye, [Erişim: 05.05.2018, <https://madencilikturkiye.com/tummerbursada-500-milyar-dolarlik-mermer-rezervi-tespit-edildi-ve-blok-satip-islenmis-aliyoruz-haberlerine-iliskin-aciklama-yapti/>].
- Makaleler, [<https://www.makaleler.com/vanadyum-nedir-ozellikleri-kullanimi>, Yazar: Uğur Eskier]
- Mandal, B.K. ve Suzuki, K.T. (2002), Arsenic Round The World: A Review. *Talanta*, 58, 201-235.
- Mater, Barış (2004), Toprak Coğrafyası, Çantay Kitabevi, İstanbul,
- Menteşe, Serpil (2015), *İnegöl Ovası 'nda Kentsel Yayılmanın Arazi Kullanımı ve Çevre Kaynakları Üzerine Etkileri*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İl ve İlçe Merkezlerinde 5 Günlük Tahmin. [Erişim: 22.02.2019, <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?il=Bursa&ilce=Orhaneli>].
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İl ve İlçe Merkezlerinde 5 Günlük Tahmin. [Erişim: 22.02.2019, <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?il=Bursa&ilce=Buyukorhan>].
- Metin, Ü. Sümeyye (2010) *Bursa Ovası Alüviyal, Kolüviyal ve Vertisol Grubu Tarım Topraklarının Ağır Metal Kirliliği Yönünden İncelenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Mutlutürk, Mahmut ve Altındağ, Raşit (2010), "Terk Edilmiş Mermer Ocakları Çevre Etkileşimi: Burdur-Isparta-Antalya Örnekleri", [Elektronik Sürüm], *SDUGEO*, Ekim-Kasım-Aralık, S:4, ss.39-44, Isparta.
- Ngole, V. M. ve Ekosse, G. I. E. (2012), "Copper, nickel and zinc contamination in soils within the precincts of mining and land filling environments" *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9(3), 485-494.
- Odeh, I. O. A. and Onus, A. (2008), "Spatial analysis of soil salinity and soil structural stability in a semiarid region of New South Wales" *Environmental Management*, 42, 265-278, Australia.
- Oladipo, O. G., Olayinka, A., & Awotoye, O. O. (2014), "Ecological impact of mining on soils of Southwestern Nigeria" *Environ Exp Biol*, 12, 179-186.
- Orhaneli Belediyesi, [Erişim: 22.02.2019, <http://www.orhaneli.bel.tr/projeler/>].
- Olympos Araştırmaları, [Erişim: 04.04.2019, <http://olymposarastirmalari.com>].

- Ölgen, M.Kirami, Erdal, Ülfet, Sökmen, Ömer (2009), “Turgutlu – Salihli Arasında Organik Tarım Faaliyetlerinin Toprak Üzerindeki Etkileri”*Ege Coğrafya Dergisi*, 18 (1-2), ss.17-30, İzmir.
- Özbolat, G. ve Tuli, A 2016, “Ağır Metal Toksikitesinin İnsan Sağlığına Etkileri”,*Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(4), ss.502-521.
- Özer, S., Yıldız, S. ve Karakuş, C.B. (2011), “Sivas 4 Eylül Barajı İçme Suyundaki Manganın Labaratuar ve Tesis Ölçekli Giderim Verimlerinin Karşılaştırılması”, *S.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26 (1), ss.2-9
- Özkul, Cafer (2003),*İzmit Cıvırı (Kocaeli)Endüstrileşmenin Toprak Ağır MetalDerişimine Etkisi Öncel Çalışma*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Öztaş, T. (1995), “Jeoistatistigin Toprak Bilimindeki Önemi ve Uygulanışı”*I.Akalin Toprak ve Çevre Sempozyumu*. I, 271-280, Ankara.
- Paktunç, Doğan (2001), “Madencilik ve Çevre Etkileri”, *Mavi Gezegen Popüler Yerbilimi Dergisi*, S:4, Ankara.
- Pandey, B.,Agrawal, M., & Singh, S. (2016),“Effects of coalminingactivities on soilpropertieswithspecialreferencetoheavymetals”*In GeostatisticalandGeospatialApproachesfortheCharacterization of Natural Resources in the Environment*(pp. 369-372). Springer, Cham.
- Pusa, Volkan (2008),*Açık Ocak İşletmeleri İçin Maden Kapatma Süreci ve ÖrnekUygulamalar*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Kütahya.
- Rather, J.A.,RaoufAndrabi, Z.AB. (2012), “FuzzyLogicBased GIS ModelingforIdentification of GroundWaterPotentialZones in theJhagrabarria Watershed of AllahabadDistrict”*UttarPradesh, Int.Journal ofAdvances in Remote Sensingand GIS*,1 (2), 218-233, India.
- Sakarya Ticaret Borsası, Ekolojik İlkelere Göre Sürdürülebilir Toprak Yönetimi. [Erişim: 25 Mayıs 2019, <https://www.stb.org.tr/Dosyalar/Arastirmalar/Ekolojik-ilkelere-gore-surdurulebilir-toprak-yonetimi.pdf>].
- Shamsoddini, A.,Raval, S., ve Taplin, R. (2014), “SpectroscopicAnalysis Of Soil Metal ContaminationAround A DerelictMineSiteInThe Blue Mountains, Australia” *IsprAnnals of Photogrammetry, Remote Sensing&Spatial Information Sciences*, 2(7).
- Song, S., Li, Y., Lin, L., Liu, M., Li, J., Wang, L. and Su, C. (2018), Arsenic and Heavy Metal Accumulation and Risk Assessment in Soilsaround Mining Areas: The Urad Houqi Area in Arid North west China as an Example. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 2410
- Şimşek, C., Gündüz, O. Ve Elçi, A. (2012), “Terkedilmiş Balya (BALIKESİR) Pb-Zn Maden Atıklarının Ağır Metal ve Doğal Radyoaktivite İçeriği ve Çevre Kalitesi

- Açısından Değerlendirilmesi”, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, S:1 ss.43-55.
- Şimşir, Ferhan ve Köse, Halil (2005), Açık maden işletmelerinde rekültivasyon ve rekreasyon, Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı, T.M.M.O.B. Maden Mühendisleri Odası, Ankara. s.679-723.
- Tarhan, Zeki (2010), “Mermer İşletmeciliğine Üç Farklı Bakış: Akdoğan Köyü (Eğirdir) Mermerleri Örneği” *SDUGEO Dergisi*, S:3, 1, Isparta.
- Tarboton, K. C., Wallender, W. W., Fogg, G. E. and Belitz, K. (1995), “Kriging of regional hydrologic properties in the western San Joaquin Valley” *Hydrogeology Journal*, 3 (1), 5-23, California.
- Tecer, L. Hakan, Tağıllı, Şermin (2013), “Spatial-Temporal Variations of Sulphur Dioxide Concentration, Source and Probability Assessment Using a GIS-Based Geostatistical Approach” *Pol. J. Environ. Stud.*, 22 (5), 1491-1498.
- Toröz, İ. (2009), “Toprak Kirlenmesi” *T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Görevlisi Eğitim Programı*, Antalya.
- T.C. Resmi Gazete, Türkiye Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (TKKY), 3 Temmuz 2005, Sayı:5403, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Türkiye İstatistik Kurumu, [Erişim: 05.04.2019, <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/sorguSayfa.do?target=tablo>].
- Türkoğlu, Bilinç (2006), *Toprak Kirlenmesi Ve Kirlenmiş Toprakların Islahı*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Vapur, H., Uçurum, M. ve Arslan, O. B. V. (2007), “Madencilik Çalışmaları Kaynaklı Başlıca Ağır Metaller ve Uzaklaştırma Yöntemleri”.
- Varol, Simge ve Başpınar, Ebru (2011), “Maden İşletmelerinin Çevreye Etkisi” *SDUGEO Dergisi*, S:4, 2, Isparta.
- Weissenstein, K., and Sinkala, T. (2011), Soil pollution with heavy metals in mine environments, impact areas of mine dumps particularly of gold- and copper mining industries in Southern Africa. *Arid Ecosystems*, 1(1), 53.
- Yalçın, V. (2014), *Bazı Ağır Metallerin (Pb, Cd, Ni) Sucul Bitkiler (Salvinianatans (L.) All., Lemnaminor L.) Üzerinde Yaptığı Stres ve Biyolojik Yanıtlar*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş-ı Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Yıldız, N. (2001), “Toprak Kirlenmesi Bazı Ağır Metallerin (Zn, Cu, Cd, Cr, Pb, Co Ve Ni) Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler”, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 32 (2). 207-213.
- Zaware, S. G. (2014). Environmental impact assessment on soil pollution issue about human health. *International Research Journal of Environment Sciences*, 3(11), 78-81.

Zengin, O. (2008), *Van Gölü ve Gölü Besleyen Kaynaklarda Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

## ÖZGEÇMİŞ



1993 yılı Bursa doğumlu. 2016 yılında Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü lisans derecesini aldı. 2016 yılı güz döneminde Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Şuan yüksek lisans son sınıf öğrencisi durumundadır.