

**KAZANLI (MERSİN) BÖLGESİNDE  
BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİN  
İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN  
BELİRLENMESİ**

**ERKAN DEMİR**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MERSİN  
HAZİRAN-2008**

**KAZANLI (MERSİN) BÖLGESİNDE BİYOJEOKİMYASAL  
ANOMALİLERİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN  
BELİRLENMESİ**

**ERKAN DEMİR**

**Mersin Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Jeoloji Mühendisliği  
Anabilim Dalı**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Zeynep ÖZDEMİR**

**MERSİN  
HAZİRAN-2008**

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.



Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Zeynep ÖZDEMİR



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Fulya YÜCESOY ERYILMAZ



Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Muhir TURHAN  
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, çekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alımı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

## ÖZ

Mersin-Kazanlı bölgesinde biyojeokimyasal anomalilerin incelenmesi ve çevresel ortamın belirlenmesi amacıyla bölgede doğal olarak yetişen 19 bitki türünden (16 doğal, 3 plantasyon bitki türü) ve bitkilerin yetiştikleri topraklardan ve çalışma alanında mevcut sulardan (kuyu, deniz, dere) 2006 -2007 yaz dönemlerinde sistematik olarak örnekler toplanmıştır. Bu örneklerde Cu, Mn, Zn, Fe, Cr, Cd, Pb, Ni, Co düzeyleri saptanmıştır.

Toprak ve bitki örneklerinde yapılan kimyasal analizlerde 9 element için toprak-bitki içerisindeki dağılımlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu elementler içerisinde 5 element için (Cu, Mn, Zn, Fe, Cr) bitki-toprak arasında doğrusal ilişki saptanarak Cu için *Melilotus alba*'nın yaprağı ile dalının, *Alhagi camelorum*'un yaprağının, *Xanthium strumarium*'un yaprağı ile dalının, Mn için *Vicetoxicum parviflorum*'un yaprağı, *Melilotus alba*'nın yaprağı, *Alhagi camelorum*'un yaprağı ile dalı, *Salsola kali*'nin yaprağı, *Arundo donax*'ın yaprağı, *Xanthium strumarium*'un yaprağı ile dalı, *Eucalyptus grandis*'in yaprağı ile *Melilotus alba*'nın yaprağının, Zn için *Melilotus alba*'nin yaprağı, *Panocratium maritimum*'un dalı ve *Arundo donax*'ın yaprağı ile dalının, Fe için *Arundo donax*'ın yaprağı ile *Eucalyptus grandis*'in yaprağının, Cr için *Melilotus alba*'nın yaprağının belirtgen (indikatör) bitki olabileceği saptanmıştır. İncelenen bitki türleri ile topraklar arasında içerdikleri Cd, Pb, Ni ve Co element düzeyleri açısından doğrusal bir ilişki saptanamamıştır.

Cr, Mn ve Zn elementleri için bitki ve toprakta normal düzeyin üzeri çıkmıştır. Bu da bölgenin bazı ağır metallerce kirlendiğini belirtmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Element, Belirtgen Bitki, Biyojeokimyasal Anomali, Çevresel ortam, Kazanlı-Mersin

## ABSTRACT

In order for investigating the biogeochemical anomalies in Mersin-Kazanlı Area and for defining the environmental surrounding samples of 19 types of plants (16 natural, 3 types of plantation plant), growing in their habitats, and the samples of soil plants grow, samples of present waters in the study area systematically in the summer time of 2006–2007. In these patterns by doing chemical analyses for Cu, Mn, Zn, Fe, Cr, Cd, Pb, Ni, Co; their element contents of samples were determined by Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS).

Analyses results have been evaluated systatically for 9 elements in chemical analyses of the soil and plant samples. In these elements, by determining linear relation ship between plant and soil for 5 elements (Cu, Mn, Zn, Fe, Cr), the provs and leaves of *Melilotus alba* for Cu, leaves of *Alhagi camelorum*, leaves and twigs of *Xanthium strumarium*, leaves of *Vicetoxicum parviflorum* for Mn, leaves of *Melilotus alba* leaves and twigs of *Alhagi camelorum*, leaves of *Salsola kali*, leaves of *Arundo donax*, leaves and provs of, *Xanthium strumarium*, leaves of *Eucalyptus grandis* and leaves of *Melilotus alba* for Zn leaves of *Melilotus alba* Twigs of *Pancratium maritimum* and leaves and provs of *Arundo donax*, for Fe leaves of *Arundo Eucalyptus grandis*, for Cr leaves of *Melilotus alba* have been determined as indicator plant.

Plant and soil are found over normaly levels for Cr, Mn, Zn and poluted for these heavy metals in Kazanlı- Mersin area.

**Key words:** Element, İndicator plant, Biogeochemical anomaly, Environmental surrounding, Kazanlı- Mersin.

## TEŞEKKÜR

Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırladığım bu çalışmanın tüm aşamalarında öneri ve eleştirileriyle beni yönlendiren ve çalışmanın meydana gelmesinde büyük katkısı ve emeği olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Zeynep ÖZDEMİR 'e, teşekkür ederim. Ayrıca çalışmanın her aşamasında her türlü katkıları ve desteğiyle yardımcı olan arkadaşlarım Sayın Coşkun KAYA ve Özcan KOÇ'a teşekkür ederim. Bitki örneklerimin sistematik tanımlamalarının yapılmasında yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Ayşe EVEREST'e (Me.Ü. Fen-Ed. Fak. Biyoloji Böl.) laboratuvar çalışmalarında analizler konusunda yardımını aldığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ'a ve Sayın Ertuğrul ÇANAKÇI'ya (Çu. Ü. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl.) teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma süresince laboratuvarlarını kullandığım Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na ve Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na teşekkür ederim.

<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b>	<b>SAYFA</b>
<b>ÖZ</b>	i
<b>ABSTRACT</b>	ii
<b>TEŞEKÜRLER</b>	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b>	iv
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	vii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b>	ix
<b>EK DİZİNİ</b>	x
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b>	5
2.1. JEOLJİK ÇALIŞMALAR	5
2.2. BÖLGENİN JEOLJİSİ	6
2.2.1. Bölgesel Jeoloji	6
2.2.2. Litoloji ve Stratigrafi	9
2.2.2.1. Karahamzauşağı Formasyonu	9
2.2.2.2. Mersin Ofiyolitik Melanjı	9
2.2.2.3. Gildirli Formasyonu	10
2.2.2.4. Karaisalı Formasyonu	10
2.2.2.5. Güvenç Formasyonu	10
2.2.2.6. Kuzgun Formasyonu	11
2.2.2.7. Handere Formasyonu	11
2.2.2.8. Kuvaterner Birimleri	11
2.2.3. Tektonizma	13
2.2.4. Bölgenin Genel Jeolojik Evrimi-Paleocoğrafya	14
2.3. BİYOJEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR	15
2.3.1. Biyojeokimya	15
2.3.2. Anomali Kavramı	16
2.3.2.1. Jeokimyasal Anomali	16

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<b>SAYFA</b>
2.3.2.2. Biyojeokimyasal Anomali	17
2.3.3. Bakır (Cu) Elementi	24
2.3.4. Mangan (Mn) Elementi	27
2.3.5. Çinko (Zn) Elementi	29
2.3.6. Demir (Fe) Elementi	31
2.3.7. Nikel (Ni) Elementi	32
2.3.8. Krom (Cr) Elementi	35
2.3.9. Kadmiyum (Cd) Elementi	36
2.3.10. Kurşun (Pb) Elementi	39
2.3.11. Kobalt (Co) Elementi	42
<b>3. MATERİYAL VE METOD</b>	<b>42</b>
3.1. MATERİYAL	45
3.2. METOD	45
3.2.1. Hazırlık ve Ön Çalışma	45
3.2.2. Bitki Örneklerinin Kimyasal Analize Hazırlanması	46
3.2.3. Toprak Örneklerinin Kimyasal Analize Hazırlanması	46
3.2.4. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	46
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b>	<b>48</b>
4.1. CU İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI	48
4.2. MN İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI	57
4.3. ZN İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI	68



## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<b>SAYFA</b>
4.4. FE İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI	75
4.5. CR İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI	81
4.6. BELİRTGEN OLARAK SAPTANAN BİTKİ TÜRLERİNİN TOPRAKTAKİ DİĞER ELEMENTLERLE İLİŞKİSİ	87
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	<b>92</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>98</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>107</b>
<b>EKLER</b>	<b>108</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA
Şekil 1.1. Çalışma bölgesinin yer bulduru-örnekleme haritası ve Türkiye topoğrafik haritasındaki yeri	3
Şekil 2.1. İnceleme alanının jeoloji haritası [11]	7
Şekil 2.2. İnceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti	8
Şekil 4.1. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile <i>Melilotus alba</i> bitki türünün yaprağındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki	54
Şekil 4.2. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile <i>Melilotus alba</i> bitki türünün dalındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki	54
Şekil 4.3. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile <i>Alhagi camelorum</i> bitki türünün yaprağındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki	55
Şekil 4.4. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile <i>Xanthium strumarium</i> bitki türünün yaprağındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki	55
Şekil 4.5. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile <i>Xanthium strumarium</i> bitki türünün dalındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki	56
Şekil 4.6. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile <i>Vicetoxicum parviflorum</i> bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki	63
Şekil 4.7. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile <i>Melilotus alba</i> bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki	63
Şekil 4.8. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile <i>Alhagi camelorum</i> bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki	64
Şekil 4.9. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile <i>Alhagi camelorum</i> bitki türünün dalındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki	64
Şekil 4.10. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile <i>Salsola kali</i> bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki	65
Şekil 4.11. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile <i>Arundo donax</i> bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki	65
Şekil 4.12. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile <i>Xanthium strumarium</i> bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki	66
Şekil 4.13. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile <i>Xanthium strumarium</i> bitki türünün dalındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki	66

## ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA
Şekil 4.14. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile <i>Eucalyptus grandis</i> bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki	67
Şekil 4.15. Topraktaki Zn konsantrasyonu ile <i>Melilotus alba</i> bitki türünün yaprağındaki Zn konsantrasyonu arasındaki ilişki	73
Şekil 4.16. Topraktaki Zn konsantrasyonu ile <i>Pancretium maritimum</i> bitki türünün dalındaki Zn konsantrasyonu arasındaki ilişki	73
Şekil 4.17. Topraktaki Zn konsantrasyonu ile <i>Arundo donax</i> bitki türünün yaprağındaki Zn konsantrasyonu arasındaki ilişki	74
Şekil 4.18. Topraktaki Zn konsantrasyonu ile <i>Arundo donax</i> bitki türünün dalındaki Zn konsantrasyonu arasındaki ilişki	74
Şekil 4.19. Topraktaki Fe konsantrasyonu ile <i>Arundo donax</i> bitki türünün yaprağındaki Fe konsantrasyonu arasındaki ilişki	80
Şekil 4.20. Topraktaki Fe konsantrasyonu ile <i>Eucalyptus grandis</i> bitki türünün yaprağındaki Fe konsantrasyonu arasındaki ilişki	80
Şekil 4.21. Topraktaki Cr konsantrasyonu ile <i>Melilotus alba</i> bitki türünün yaprağındaki Cr konsantrasyonu arasındaki ilişki	86

## ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	SAYFA
Çizelge 1.1. Çalışma kapsamında araştırılan bitki türleri ve yöresel adları	4
Çizelge 3.1. Örnek sayısına (n) bağlı olarak olması gereken teorik korelasyon katsayısı ( $r_{\text{teorik}}$ ) değerleri (Schroll [8]).	47
Çizelge 4.1.Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan toprak, su ve <i>Melilotus alba</i> , <i>Alhagi camelorum</i> , <i>Xanthium strumarium</i> bitki türlerinin çeşitli organlarındaki Cu konsantrasyonları	49
Çizelge 4.2.Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde Cu konsantrasyonları	50
Çizelge 4.3. Cu İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda (bitki, toprak ve suda ppm olarak) element içerikleri	53
Çizelge 4.4. Kazanlı (Mersin) bölgesinden alınan toprak, su ve <i>Vicetoxicum parviflorum</i> , <i>Melilotus alba</i> , <i>Alhagi camelorum</i> , <i>Salsola kali</i> , <i>Arundo donax</i> , <i>Xanthium strumarium</i> , <i>Eucalyptus grandis</i> bitki türlerinin çeşitli organlarındaki Mn konsantrasyonları	58
Çizelge 4.5. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan tüm bitki ve toprak örneklerinde (bitki türlerinin çeşitli organlarındaki yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Mn konsantrasyonları (ppm)	60
Çizelge 4.6. Mn İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda element içerikleri	62
Çizelge 4.7. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan toprak, su ve <i>Melilotus alba</i> , <i>Pancratium maritimum</i> , <i>Arundo donax</i> bitki türlerinin çeşitli organlarındaki Zn konsantrasyonları	69
Çizelge 4.8.Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde Zn konsantrasyonları	70
Çizelge 4.9. Zn İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda element içerikleri	72
Çizelge 4.10. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan toprak, su ve <i>Arundo donax</i> ve <i>Eucalyptus grandis</i> bitki türlerinin çeşitli organlarındaki Fe konsantrasyonları	76

## ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	SAYFA
Çizelge 4.11. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde Fe konsantrasyonları	77
Çizelge 4.12. Fe İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda element içerikleri	79
Çizelge 4.13. Kazanlı (Mersin) bölgesinden alınan toprak, su ve <i>Melilotus alba</i> bitki türünün çeşitli organlarındaki Cr konsantrasyonları (ppm)	82
Çizelge 4.14. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde Cr konsantrasyonları	83
Çizelge 4.15. Cu İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda element içerikleri	86
Çizelge 4.16. Belirtgen bitki olarak saptanan bitki türlerinin topraktaki diğer elementlerle olan ilişkisi	88

## 1. GİRİŞ

Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans Tezi çalışması kapsamında hazırlanan bu çalışma Kazanlı (Mersin) bölgesinde bitki, toprak ve su örneklerinde Cr, Ni, Pb, Co, Cd, Cu, Zn, Fe ve Mn için biyojeokimyasal anomalilerin incelenerek bu elementler için çevresel ortamın belirlenmesini amaçlamıştır.

Bitkiler toprakta ve yeraltı sularında çözülmüş elementleri bünyelerine alarak beslenirler. Bu nedenle bitki besin suyu, köklerin kapsadığı geniş bir sahadaki toprak ve yeraltı suyunu yansıtır. Bitkiler bazı elementleri bünyelerine kolayca kabul ettikleri halde bazı elementleri de bünyelerine almamakla birlikte ihtiyacı olan elementi seçmeye yarayan ilginç bir mekanizmaya sahiptir.

Cevherleşme zonlarında gelişen topraklar, cevher minerallerince oldukça zengindir. Bu topraklarda büyüyen bitkiler cevher elementince temiz topraklarda büyüyen bitkilere oranla bu elementlerden daha fazla etkilenerek ortama uyum sağlar ya da ölürlür. Bitkilerin bu özelliklerinden hareketle biyojeokimyasal çalışmalar başlamıştır. Araziden sistematik olarak toplanan bitki örneklerinin değişik organlarının kimyasal analizlerinin yapılmasıyla cevher aranmasına biyojeokimyasal prospeksiyon denirken, gözleme dayalı olarak bitki türlerinin morfolojik ve fizyolojik özellikleri ile dağılımlarındaki değişimlerinin incelenmesiyle maden aranmasına jeobotanik prospeksiyon denir [1, 2, 3, 4].

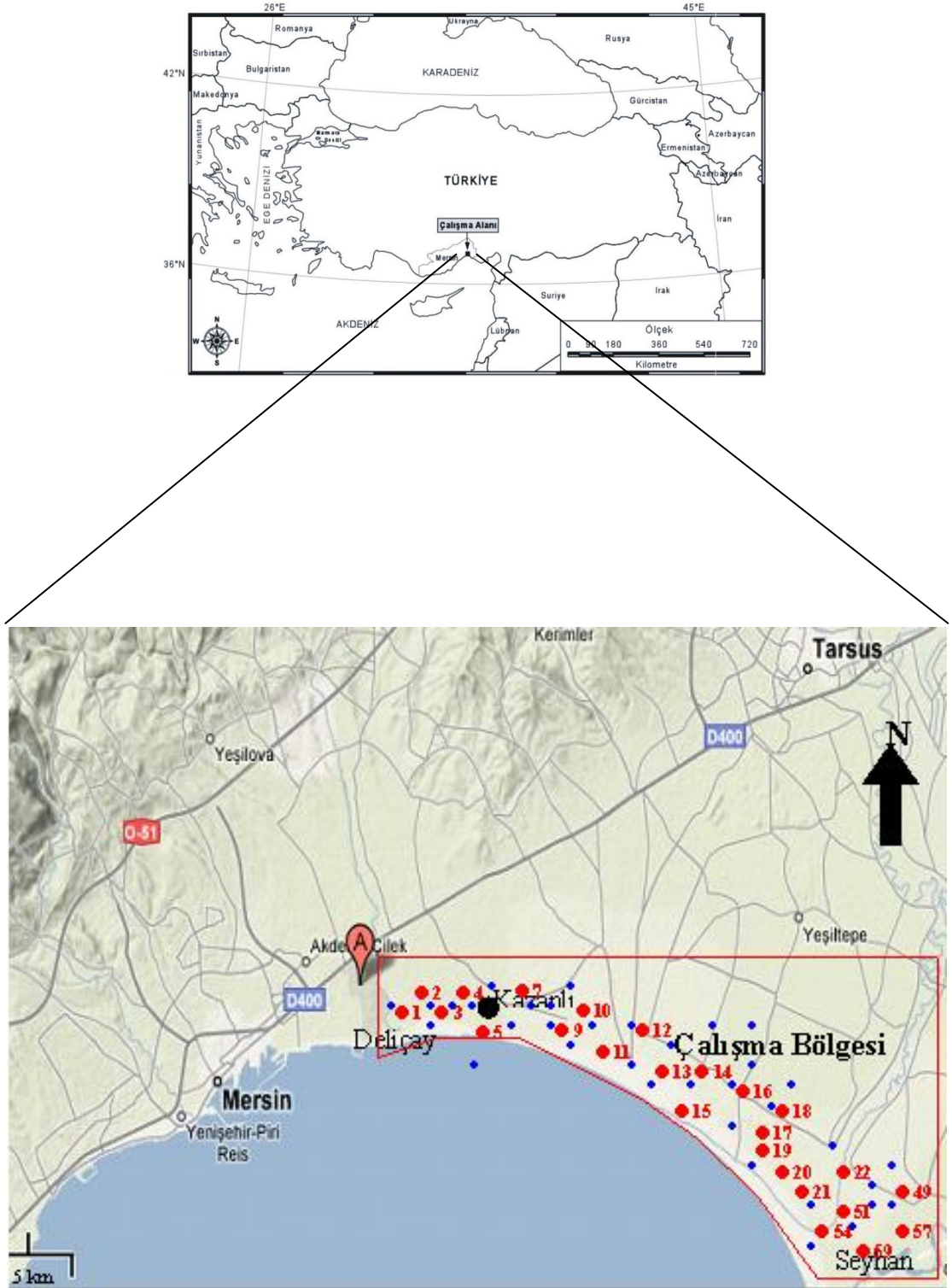
Biyojeokimyasal prospeksiyonun başarılı bir biçimde uygulanması, toprakta cevherleşmeye ait element derişimi ile bitkideki element derişimi arasında doğrusal bir ilişkinin olmasına bağlıdır. Bu ilişkiyi sağlayan bitkiler, topraktaki element seviyesini belirtme özelliğine sahiptirler ve bu bitkilere belirtgen bitkiler denilmektedir [1].

Yaklaşık 60 yıldan beri biyolojik örneklerde kimyasal analiz yapılarak biyojeokimyasal prospeksiyon yapılmaktadır. Son yıllarda bu bitki türleri maden yataklarının saptanmasının yanında, çevresel ortamın belirlenmesinde ve ortamdaki metal kirliliğinin ortaya çıkarılmasında kullanılmaktadır. Çoğunlukla biyojeokimyasal prospeksiyonla; Dünya da Au başta olmak üzere Cu, Zn, Fe, Mn,

Co, Pt, Ag, U, B ve Ni gibi pek çok elementi içeren maden yataklarının saptanması için belirtgen bitkiler bulunmuştur [2, 4, 5, 6, 7, 15].

Mersin Kazanlı bölgesinde son yıllarda yoğun bir şekilde seracılık ve narenciye üretimi yapılmaktadır. Tarım amaçlı kullanılan bu arazilerin içerisinde ve çevresinde birden fazla kirletici unsur bulunmaktadır. Başta Kromsan olmak üzere petrol dolun tesisleri ve fabrikaların yarattığı atıklar nedeniyle son 25 yıldır Mersin-Kazanlı bölgesi Cr, Cu, Zn, Mn ve Pb gibi toksik düzeyde elementleri içeren atıklarla kirlenmiştir. Bölgedeki kirlilik toprak, yeraltı suyu ve deniz suyu kirliliği olarak gözlenebilmektedir.

Mersin Kazanlı Bölgesinde yapılan bu çalışma kapsamında alınan örneklerde (bitki, toprak ve su) Ni, Pb, Co, Cd, Cu, Zn, Fe ve Mn için biyojeokimyasal anomaliler incelenerek aynı zamanda bu elementler için çevresel ortamda bu elementlerin derişimi araştırılmıştır. Bu kapsamda sistematik olarak bölgede yetişen 19 bitki türünden ve bitkilerin yetiştiği topraklardan örnekler alınmıştır. 2006 yaz döneminde yapılan ilk örnekleme çalışmasını desteklemek ve verileri karşılaştırmak amacıyla 2007 yaz döneminde de aynı istasyonlardan aynı örnekleme yapılmıştır (Şekil 1.1). Alınan örneklerin kimyasal analizlerinin yapılması ile elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş biyojeokimyasal anomaliler incelenerek çevresel ortam belirlenmeye çalışılmıştır. Örnekler Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile analiz edilerek sonuçlar Schroll [8]'a göre istatistiksel olarak değerlendirilerek yorumlanmıştır.



Şekil 1.1. Çalışma bölgesinin yer bulduru-örnekleme haritası ve Türkiye topoğrafik haritasındaki yeri (● bitki ve toprak örneği istasyonu, ● su örneği istasyonu)



Çizelge 1.1. Çalışma kapsamında araştırılan bitki türleri ve yöresel adları

FAMİLYA	BİTKİ TÜRÜ	TÜRKÇE YÖRESEL AD
<i>Poaceae sp.</i>	** <i>Phragmites australis</i>	Kamış, Saz
<i>Poaceae sp.</i>	** <i>Arundo donax</i>	Akdiken, Kargı kamışı
<i>Asteraceae sp.</i>	* <i>Xanthium strumarium</i>	Domuz pırtlağı, İri pıtrak
<i>Amaryllidaceae sp.</i>	* <i>Pancratium maritimum</i>	Kum zambağı
<i>Fabacaceae</i>	** <i>Genus: Acacia</i>	Çit dikenini (Plantasyon)
<i>Fabacaceae</i>	* <i>Genus: Melilotus alba</i>	Sarı kokulu yonca
<i>Fabacaceae sp.</i>	** <i>Alhagi camelorum</i>	Deve dikenini
<i>Asteraceae sp.</i>	* <i>Inula viscosa</i>	Andız otu
<i>F.Asclepidaceae sp.</i>	* <i>Vicetoxicum parviflorum</i>	Panzehir otu
<i>Moraceae</i>	** <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Sıtma ağacı (Plantasyon)
<i>Moraceae</i>	** <i>Eucalyptus grandis</i>	Sıtma ağacı (Plantasyon)
<i>Juncaceae sp.</i>	* <i>Juncus acutus</i>	Sivri hasır otu
<i>Juncaceae sp.</i>	* <i>Juncus ensifolius</i>	Hasır otu
<i>Chenopodiaceae sp.</i>	* <i>Salsola ruthenica</i>	Soda otu
<i>Scrophulariaceae sp.</i>	*** <i>Verbascum sp.</i>	Sığır kuyruğu
<i>Chenopodiaceae sp.</i>	* <i>Salsola kali</i>	Soda otu
<i>Boraginaceae sp.</i>	*** <i>Anchusa azurea</i>	Sığır dili
<i>Lythraceae sp.</i>	* <i>Lythrum salicaria</i>	Kançiçeği, Litrum
<i>Asteraceae sp.</i>	* <i>Pulicaria dysenterica</i>	İri karnı yarık

\*: Tek yıllık bitki, \*\*:Çok yıllık bitki, \*\*\*:Bir yada iki yıllık bitki

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bir bölgede biyolojik ve toprak, su, kayaç, dere sedimanı gibi jeolojik örneklerin içerdikleri element miktarlarının saptanması çalışmalarını kapsayan biyojeokimsal prospeksiyon ve çevresel ortam analizi amaçlı çalışmalarda bölgenin jeolojisi, çalışılan örneklerin normal koşullardaki element içerikleri ve konuyla ilgili literatür çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar jeolojik ve biyojeokimsal prospeksiyon amaçlı çalışmalar şeklinde sıralanabilir.

### 2.1. JEOLJİK ÇALIŞMALAR

Çalışma bölgesinde yapılan jeolojik çalışmaların bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Yetiş ve Demirkol [9], Adana Havzası'nda Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimleri incelemişlerdir.

Yaman [10], Mersin O fiyolitinin Jeolojisi ve Metalojenezi isimli çalışmasında Mersin'in kuzey kesiminde yer alan Akarca, Musalı ve Yapraklı kromit yataklarını petrografik ve kimyasal olarak incelemiştir. Ayrıca Gözne Fındıkpınarı arasında kalan kesimin jeoloji haritasını hazırlayarak bu alanda yüzeyleyen birimleri belirlemiştir.

Şenol ve ark. [11] tarafından yapılan Adana-Mersin dolayının jeoloji etüd raporu başlıklı çalışmada bölgedeki stratigrafi birimlerinin özellikleri ve yayılımları incelenmiştir. 1 / 100,000 ölçekli O33 paftası içinde kalan bölgenin 1 / 25,000 ölçekli jeoloji haritaları yapılmıştır. Bu çalışmada tüm eski çalışmalar değerlendirilmiş ve proje alanında da yaygın olarak görülen Kuvaterner yaşlı jeolojik birimler (delta çökelleri) ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Şafak ve Nazik [12], Adana Havzası batı kesiminde yapmış oldukları çalışmada Neojen istifinin litolojisini, planktonik foraminifer ve ostrakod faunalarını inceleyerek ortamsal özelliklerini ortaya koymaya çalışmışlardır.

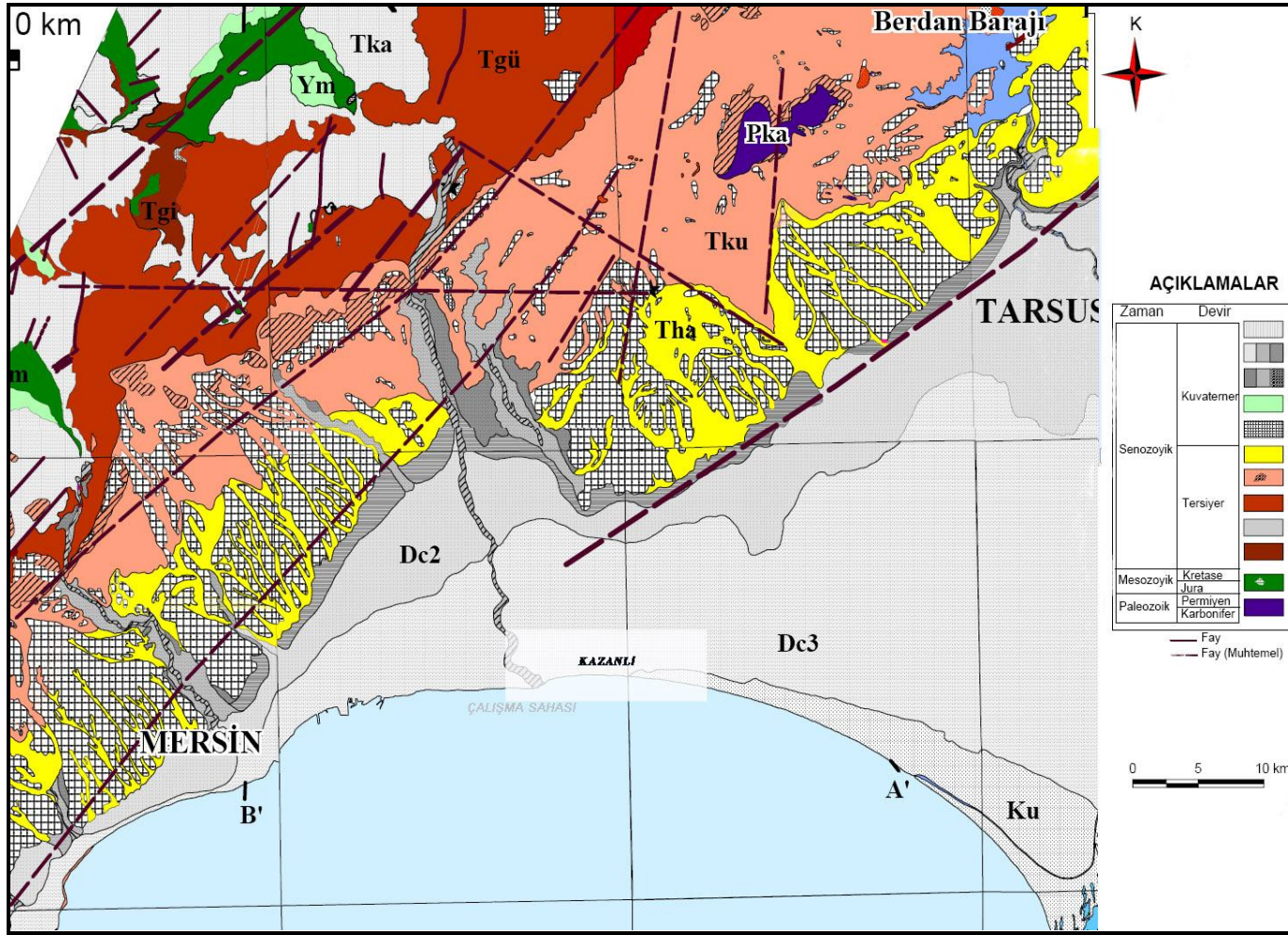
Demirel [13], Kazanlı ve çevresinde 1984 ile 2000 yılları arasındaki dönem için deniz suyu girişimi durumunu incelemiştir.

Hatipoğlu [14], tarafından 2004 yılında yapılan “Mersin –Tarsus Kıyı Akiferinin Hidrojeokimyası” başlıklı çalışmada, Mersin-Tarsus bölgesi kıyı akiferlerinde hidrojeokimyasal özellikler belirlenmiştir.

## 2.2.BÖLGENİN JEOLJİSİ

### 2.2.1. Bölgesel Jeoloji

Mersin ve çevresi drenaj alanında yer alan jeolojik birimler, Toros Dağ oluşum Kuşağının Ecemiş Fayı güneydoğu kesiminde yer alır ve bu kuşağın jeolojik özelliklerini taşır. Palaeozoyik yaşlı metamorfikler (mermer, şist, kuvarsit), Üst Kretase döneminde bölgeye yerleşen ofiyolitik melanj, Oligosen-Miyosen-Pliyosen döneminde karasal, geçiş ve denizel ortam çökelleri (kireçtaşı-kumtaşı-kiltaşı-konglomera-marn-jips), Kuvaterner yaşlı karasal ve geçiş ortamı çökelleri ile morfolojik birimler bölgenin doğu ve güney kesimlerinde yaygın olarak görülmektedir. Birimlerin yaşlıdan gence yüzey yayılımları genel olarak kuzeyden güneye doğrudur. Bölgenin genelleştirilmiş jeoloji haritası ise Şekil 2.1.’de gösterilmiştir. İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit Şekil 2.2.’de verilmiştir [11].



Şekil 2.1. İnceleme alanının jeoloji haritası[11].

		Zaman/Ü.S.	Devir/Sis.	Devre/Seri	Yaş/Kat	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR																																								
SENOZOYİK	KUVATERNER	HOLOSEN	Güncel	Ver.	Tır.	Ym3, As3, A1, Dc3, Kc3, Gkt, Kc2, Ym2, As2, Dc2, Kt, Kc1, Ym1, As1, Dc1, Akt, Sk, Pk, Kc, Fdç, Ayç	Ku: Kumul Al: Alüvyon toprak Gkt: Grimsi kahverengi toprak Kt: Kahverengi toprak Kc1,2,3: Kıyı çökelleri Dc1,2,3: Delta çökelleri As1,2,3: Akarsu seki konglomeraları Ym1,2,3: Yamaç molozu Akt: Akdeniz kırmızı toprağı (Terra Rosa) Sk: Sert kalış Pk: Paleosolik kalış/kolon Kc: Kıyı çökelleri Fdç: Fan delta çökelleri Ayç: Alüvyon yelpazesi çökelleri (yüksek seki konglomeraları)																																								
								PLEYİSTOSEN	ALT	Kal.	Kc	Kc	Kc																																		
														TERSİYER	NEOJEN	MYOSEN	Orta	Ser.	Tgu	Tgu: Güvenç Formasyonu: Derin deniz-sığ deniz ortamlarında çökelen formasyon içinde killi kireçtaşı-marn, kilaşı-silttaşı birimleri																											
																					PLİYÖSEN	ALT	Mes.	Tku	Tku: Kuzgun Formasyonu: Sığ deniz ve geçiş (lagün, gelgit, resif) ortamlarında çökelen formasyon içinde 1-Kumtaşı-konglomera, 2-Resifal kireçtaşı, 3-Tüfit, kilaşı-şeyl-marn-silttaşı birimleri																						
																										AST	Pla.	Zan. Tab.	Tka	Tka: Karaisalı Formasyonu: Geçiş ortamında (karbonatlı kıyı resif) çökelen formasyon içinde mercanlı algli istiftaşı ve bağlamtaşı, küçük bentonik foraminiferli algli istiftaşı, globijerinli istiftaşı, killi vaketaşı																	
																															OLİGOSEN	ALT	Aki.	Tgi	Tgi: Gildirli Formasyonu: Karasal (akarsu) geçiş ortamı (bataklık, göl, kıyı, taşkın ovası) sığ deniz gibi ortamlarda da çökelen formasyon içinde konglomera-kumtaşı, silttaşı-kilaşı, killi kireçtaşı-marn												
																																				MESOZOYİK	JURA	KRETASE	ALT	Sen	Mom	Mom: Ofiyolitik Melanj: Genellikle harzburjit, dunit, verlit, gabro ve bunları kesen izole diyabaz daykları, volkanik diyabaz, serpantin nit radyolarit ve değişik yaşlarda kaya blokları içeren melanj					
																																											PALEOZOYİK	PERMİYEN	KARBONİFER	Pfk	Pfk: Karahamzaşağı Formasyonu: Kireçtaşı, mermer, dolomit, şist

Şekil 2.2. İnceleme alanının geliştirilmiş dikme kesiti [11]

## 2.2.2. Litoloji ve Stratigrafi

### 2.2.2.1. Karahamzauşağı formasyonu

Bölgenin temelini oluşturan Paleozoik yaşlı bu formasyon, sığ–derin denizde çökelmiş ve daha sonra metamorfizmaya uğramış metamorfik kireçtaşları, mermer, kuvarsit, şist ve dolomitlerden oluşmaktadır. Yaklaşık kalınlığı 500 metredir. Düzenli bir tabakalanma gösteren formasyon güneydoğuya eğimlidir.

Kuvarsitler beyaz ve kirli beyaz renklerde görülmekte ve birbiri ile girik halde bulunan kuvars kristallerinden oluşmaktadır. Eser olarak mika ve opak mineraller bulundurmaktadır. Şistler ve kuvarsitler kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanımlı olarak Ziyaret Dağı'nın doğu bölümlerinde yer alır.

İnceleme alanında Karahamzauşağı Formasyonun alt dokanağı yüzeylememektedir. Bu nedenle kalınlığı da tam olarak belirlenememiştir. Bu formasyon Kuzgun Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür. Formasyon içinde herhangi bir makro ve mikro faunaya rastlanmamıştır [11]. Schmidt (1961)'e göre [14], birimin yaşı Paleozoyik olarak tanımlanmıştır.

Karahamzauşağı Formasyonu metamorfizma geçirmesi nedeniyle ilksel kaya türü ve stratigrafi özelliklerini kaybetmiştir. Bununla birlikte, laminalı ve ince tabakalı yapı gösteren kristalleşmiş kireçtaşı birimi ve laminalı şist ara katkılı kuvarsitlerin bulunuşu formasyonun derin-sığ deniz ortamında çökeldiğini göstermektedir [11].

### 2.2.2.2. Mersin ofiyolitik melanjı

Mersin'in kuzeyinde genellikle derin vadilerde görülür. Ofiyolitik Melanj içinde Ofiyolitik kayalardan; Gabro, harzburjit, dunit, diyabaz, radyolarit ve derin deniz sedimanlarının yanı sıra ofiyolitlerin yerleşimi sırasında havzaya düşen Permian, Jura, Kretase yaşlı kayaç bloklarını içermektedir. Bölgedeki ofiyolitlerde genellikle serpantinleşme hakim olmuştur. Ofiyolitik birimler çeşitli tektonizmaların etkisiyle ilkesel konum ve yapılarını kaybetmeleri ve bitki örtüsü ile örtülü olmalarından dolayı sadece Ofiyolit olarak haritalanmıştır. Bölgede çalışan çeşitli

araştırmacılar tarafından Ofiyolitik birimin bölgeye yerleşim yaşının Üst Kretase olduğu vurgulanmıştır. Üst Kretase yaşlı olan Ofiyolojik Melanj altındaki ve üstündeki birimlerle diskordandır. Kalınlığı 200 metre civarındadır.

#### 2.2.2.3. Gildirli formasyonu

Konglomera – kumtaşı, silttaşı – kiltası ve killi kireçtaşı – marn gibi belirgin üç kaya biriminden oluşmuştur. Bu birimler birbirleri ile yanal ve düşey geçişli durumda olmakla birlikte, konglomera-kumtaşı birimi alt kesimlerde, silttaşı-kiltası birimi orta kesimlerde ve killi kireçtaşı-marn birimi üst kesimlerde egemendir. Alt – Orta Miyosen yaşlı olan formasyon akarsu, göl, sığ deniz ve lagün ortamlarında çökelmiştir. Paleotopografyanın özelliklerine bağılı olarak 1 – 175 metreler arası değişik kalınlıklar göstermektedir.

#### 2.2.2.4. Karaisalı formasyonu

Beyaz, açık gri renkli killi, erime boşluklu yer yer iyi katmanlı resifal kireçtaşlarından oluşmuştur. Alt – Orta Miyosen boyunca bölgede geniş hüküm süren kıyı ortamında ( karbonatlı kıyı / resif ) çökelmiştir.

Karaisalı Formasyonu Miyosen öncesi birimler üzerine uyumsuz olarak, Gildirli Formasyonu üzerine ise geçişli ve transgresif olarak gelmektedir. Karaisalı Formasyonu üzerine Güvenç Formasyonu geçişli olarak gelmektedir. Kalınlığı, aşınma koşullarına bağılı olarak değişim göstermekte ve yayılımlarında düzensizlik görülmektedir. Karaisalı Formasyonu Miyosen öncesi birimler üzerine uyumsuz olarak, Gildirli Formasyonu üzerine ise geçişli ve transgresif olarak gelmektedir.

#### 2.2.2.5. Güvenç formasyonu

Yeşilimsi gri, gri renkli, beyazımsı-sarı renklerde olan Güvenç Formasyonu alt bölümde killi kireçtaşı – marn, üst bölümlerde kiltası – silttaşı birimlerinin egemen olduğu çökellerden oluşmuştur. Schmidt (1961) tarafından [14], formasyon adlandırılmıştır. Formasyonun resif önü sığ deniz – derin deniz ortamlarında çökeldiği söylenebilir. Güvenç Formasyonunun alt dokanağında yanal ve dikey geçişli Karaisalı Formasyonu, üst dokanağında ise uyumlu ve girik olarak Kuzgun

Formasyonu bulunmaktadır. Miyosenin Langiyen – Sarravaliyen – Tortoniyen katlarını temsil eden Güvenç Formasyonun kalınlığı 50 – 600 metre arasında değişmektedir.

#### 2.2.2.6. Kuzgun Formasyonu

Sarımsı beyaz, yeşilimsi, siyahımsı gri renklerdeki formasyon kumtaşı – konglomera – resifal kireçtaşı, tüfit, kilitaşı – marn – silttaşı olmak üzere belirgin dört birimden oluşmuştur. Miyosen'in Tortoniyen, Messiniyen katlarını temsil eden formasyon kıyı – sığ deniz, derin deniz ortamlarında çökelmiş olup kalınlığı 50 – 1500 metre arasındadır. Kuzgun Formasyonu alttaki formasyonlar üzerine uyumlu ve geçişli olarak gelir. Formasyonun üst dokanağında ise Handere Formasyonu uyumlu ve geçişli olarak bulunmaktadır.

#### 2.2.2.7. Handere Formasyonu

Beyazımsı, sarımsı, yeşilimsi gri ve siyahımsı gri renkli olan formasyon; kilitaşı – marn – silttaşı, fosilli oolitik kireçtaşı, alçitaşı ( Jips ) ve kumtaşı – konglomera gibi belirgin dört birimden oluşmuştur. Kuzgun formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Kalınlığı 50 – 500 metre arasında değişen formasyonun; kurak – sıcak iklimler ile sık sık değişen küçük ölçekli transgresyon ve regresyonlar sonucu oluşan sığ deniz, geçiş ( kıyı, lagün, delta, gelgit) ve akarsu ortamlarında çökelmiştir.

#### 2.2.2.8. Kuvaterner Birimleri

Karasal ve geçiş ortamı koşullarının hüküm sürdüğü Kuvaterner Döneminde çalışma bölgesinde oluşan birimler farklı fasiyes özellikleri göstermektedir. Bu birimler Kalabriyen-Siciliyen zamanında oluşan birimler (alüvyon yelpazesi çökelleri / yüksek seki konglomeraları, kıyı çökelleri ve kilitaşı ) ve Tirreniyen-güncel oluşan birimler (yamaç molozları, akarsu seki konglomeraları, delta çökelleri, kıyı çökelleri, kumul ve pedolojik oluşumlar) olarak ayrılmıştır.



**Alüvyon (Qal – Al):** Genel olarak kil – kum – çakıl boyu materyallerin değişik oranlarda karışımından meydana gelmiştir. Yer yer tarım amaçlı kullanılan ve pedolojik bir oluşuk olan Akdeniz kırmızı toprakları (terra – rosa ) da alüvyona dahil bir biçimdir. Alüvyonun kalınlığı kıyıya gidildikçe artar ve 150 – 200 metreyi bulur.

**Yüksek seki konglomeraları:** Pliyosen-Pleyistosen zamanında oluşan bu birimin eğimi kuzeyden güneye doğru göreceli olarak azalmaktadır. Doğu-batı yönünde ondüasyon göstererek enine ve boyuna onlarca km uzanan bu morfolojik birim Mersin hattı güneyinde denize ulaşarak etekdüzü şeklinde görünüm oluşturmaktadır. Birim 2-25 cm boyutlarında çakıllı kum, silt ve kil matriksli karbonat çimento ile tutturulmuş, iç yapısız ve kötü boylanmalıdır. Kırıntılar ofiyolitik, metamorfik, mağmatik ve Neojen yaşlı sedimanter kayaçlardan türemiştir.

**Kıyı Çökelleri:** Kalabriyen-Siciliyen zamanında oluşan kıyı çökelleri Tarsus hattının güney bölümlerinde gelişmiştir. Siciliyen sonlarında bu bölümlerin çöküntüye uğraması ve Seyhan Delta çökelleri ile doldurulması sonucu sınırlı alanlarda görülür.

**Kaliş:** Bölgede geniş yayılımı olan kalişin pedolojik bir oluşuk olduğu belirtilmektedir [16,17]. Kalsiyumlu karbonatlı, farklı seviyelerde farklı biçimlerde çökmesiyle düşey yönde bir zonlanma göstermektedir. Karmaşık kalsiyum karbonat çökelleridir. Genellikle buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu bölgelerde gözlenir. Alttan üste doğru temel kaya, yumrulu seviye, tabuler seviye, karbonat kabuk pizolitler ve topak şeklindedir. İdeal bir kaliş profilinde karbonat kabuk oldukça iyi taşlaşmış bir seviyedir. Genellikle diğer seviyelere göre daha dayanımlıdır. Kalişlerin üst kısımları sert, alt kısımları yumuşaktır. Kalınlığı yer yer 20 metreyi bulmaktadır.

**Yamaç Molozu (Ym):** Tirreniyen- Güncel zamanda oluşmuştur. Genellikle blok ve iri çakıl boyu malzemenin yamaç diplerinde ve vadilerde yığılımından oluşmuştur. Bunlara dağ eteklerinde ve vadilerin memba bölümlerinde sıkça rastlanır. Kırıntılar üzerine oturduğu kayalardan ve yakın çevredeki birimlerden türemiş olup, blok boyutundan kil boyutuna kadar değişir ve köşelidir. Kalınlığı en fazla 20 metre kadardır.

**Akarsu Seki Konglomeraları:** Genellikle devamlı akan akarsuların vadi tabanında yer alır. Kalınlıkları 0,5–3 m, genişlikleri 5–3000 m arasında değişen mercer ve kama şeklindedir.

**Delta Çökelleri:** Siciliyen sonlarında meydana gelen çöküntü alanlarının daha sonra oluşan akarsu ve kolları tarafından getirilen materyallerle dolması sonucu delta çökelleri birikmiştir.

**Kıyı Çökelleri:** Bölgede büyük olasılıkla Tirreniyen'den günümüze kadar süregelen delta çökelimine bağlı olarak delta loblarının denize ulaştığı yerlerde kıyı çökelleri oluşmuştur. Daha sonra deniz seviyesindeki alçalma ile güncel kıyı çökelleri oluşmuştur.

**Kumullar:** Yakın geçmişte ve günümüzde kıyıda esen şiddetli rüzgârların etkisi ve kıyıdaki kumların iç kesimlere taşınması ile bölgede kıyı kumulları oluşmuştur. Bunlar kıyıya paralel şekilde 1–10 m yükseklikteki tepecikler şeklindedir. Bitki örtüsünden yoksun alanlarda rüzgârın etkisiyle hareket eder ve sık sık yer değiştirirler.

### 2.2.3. Tektonizma

Bölgede Permo-Karbonifer yaşlı Karahamzauşağı Formasyonu otokton kayalar olarak bulunmaktadır. Mersin Ofiyolitik Melanjı Üst Kretase zamanında bölgeye sürüklenerek gelmiştir. Bu sürüklenme muhtemelen bölgenin kuzeydoğu-güneybatı yönlü sıkışması sonucu kuzeyden olmuştur. Ofiyolitler içinde çok büyük boyutlara ulaşan genellikle Mesozoyik yaşlı parçalar tektonik dokanaklı olarak bulunmaktadır.

Karahamzauşağı Formasyonu ve Mersin Ofiyolitik Melanjı üzerine uyumsuz olarak gelen Neojen birimlerinin eğimi genellikle kuzeyden güneye doğrudur. Ancak bu eğim formasyonun çökeldiği ortamın özelliklerine ve paleocoğrafyaya bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Neojen birimlerindeki kırıklar genellikle DB-KB yönlüdür. Handere Formasyonu içindeki jipsli birimler deformasyona uğramış ve bunlara bağlı olarak jipsler üzerinde ve yanında bulunan katmanlar büyük ölçüde deforme olmuştur. Kuvaterner döneminde, karasal hale geçen Neojen

Birimleri üzerinde karasal ve geçiş ortamı birimleri çökelmiştir. Bölgede oluşan morfolojik birimler üzerinde pedolojik oluşuklar gelişmiştir. Günümüzdeki sulu ve kuru dere yatakları Kuvaternerde meydana gelen kırık ve çatlak zonlarında açılmıştır. Üst Pliyosen sonlarına doğru çöken Mersin-Tarsus hattı güneyinde akarsuların getirdiği malzeme ile delta, kıyı ve akarsu ortamlarında alüvyon dolgu çökelmiştir.

#### 2.2.4. Bölgenin Genel Jeolojik Evrimi-Paleocoğrafya

Çalışma bölgesinin en yaşlı kayası olarak bilinen Paleozoyik yaşlı Karahamzauşağı Formasyonu sığ-derin deniz ortam ında çökelmiş kayaçlardan oluşmuştur. Üst Kretase zamanında bölgeye sürüklenerek gelen ofiyolitli melanj çok değişik ortam koşullarında çökelen kayaç kırıntılarını ve bloklarını içermektedir. Uzun bir süre aşınma dönemi geçiren bu birimler üzerine uyumsuz olarak gelen birimlerden Gildirli Formasyonu akarsu, geçiş ortamı ve sığ deniz ortamlarında, Karaisalı Formasyonu derin deniz ve sığ deniz ortamlarında, KuzgunFormasyonu sığ deniz, geçiş ortamlarında, Handere Formasyonu sığ deniz, geçiş ve akarsu ortamlarında çökelmiştir.

Şenol ve ark. [11], tarafından yapılan bu çalışmada tüm eski çalışmalar değerlendirilmiş ve proje alanında da yaygın olarak görülen Kuvaterner yaşlı jeolojik birimler (delta çökelleri) ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Mersin ili hidrojeolojisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma olup bunlardan en önemlisi proje alanının doğusunda kalan Kazanlı Belediyesini kapsayan ve Demirel [13] tarafından yayınlanan bir çalışmadır. Bu çalışmada Demirel [13], Kazanlı kıyı akiferinde meydana gelen deniz suyu girişiminin tarihsel gelişimini irdelemiş ve su kimyası parametrelerinin zaman içinde değişimini çeşitli grafik yöntemler kullanarak ortaya koymuştur.

## 2.3. BİYOJEOKİMYASAL ÇALIŞMALAR

### 2.3.1. Biyojeokimya

Jeokimyasal arama yöntemlerinde, arazide maden yataklarının yerini saptamak amacıyla, kayalar, dere sedimanları, topraklar, bitkiler, sular ve gazların içerdiği elementlerin kimyasal özelliklerinin sistematik ölçümleri bir kılavuz olarak kullanılır. Maden yataklarının prospeksiyonunda bitkiler başarılı bir şekilde araç olarak kullanılmıştır [15].

Biyojeokimyasal prospeksiyon bitki analizi ile maden arama esasına dayanan ve 1965'den bu yana gelişmekte olan jeokimyasal arama yöntemlerinden biridir [1, 16].

Bitkiler toprakta ve yeraltı sularında çözülmüş elementleri bünyelerine alarak beslenirler. Bu nedenle toprak çözeltisi, köklerin kapsadıkları geniş bir sahadaki toprak ve yeraltı suyunu temsil eder. Bitki ihtiyacı olan elementi seçmeye yarayan bir mekanizmaya sahiptir. Böylece bitkiler bazı elementleri bünyelerine kolayca kabul ettikleri halde bazı elementleri de bünyelerine kolaylıkla almamaktadırlar. Bitkilerin bu özelliklerinden hareketle biyojeokimyasal çalışmalar başlamıştır [1, 3].

Kökensel olarak biyojeokimya kelimesine bakıldığında tüm canlıları içeren bitki hayvan ve mikroorganizmaların jeokimyasal özellikleri anlaşılacak ancak, örnekleme kolay yapılması, yaygın bulunmaları ve dolayısıyla bulunduğu ortamları en iyi şekilde temsil etmeleri açısından bitkilerin kullanılması daha yaygınlaşmıştır. Özellikle bazı bitki türlerinin kökleri yardımı ile yüzey örtüsünün derin kısımları hakkında rahatlıkla bilgi edinilebilmektedir.

Cevherleşme zonlarında gelişen topraklar, cevher minerallerince oldukça zengindir. Bu topraklarda büyüyen bitkiler diğer topraklarda büyüyen bitkilere oranla bu elementlerden daha fazla etkilenerek ortama uyum sağlar yada ölürler. Buna dayanarak; araziden sistematik bir biçimde alınmış olan bitki türlerinin çeşitli organlarının (dal, yaprak, kabuk gibi) kimyasal analizleriyle cevher aranmasına "Biyojeokimyasal Prospeksiyon" denilmektedir.

Biyojeokimyasal prospeksiyonun başarılı bir biçimde uygulanması, toprakta cevherleşmeye ait element derişimi ile bitkideki element derişimi arasında doğrusal bir ilişkinin olmasına bağlıdır. Bu ilişkiyi sağlayan bitkiler, topraktaki element seviyesini belirtme özelliğine sahiptirler ve bu bitkilere belirtgen bitkiler denilmektedir.

Biyojeokimyasal prospeksiyonun en önemli özelliği bitkilerin geniş ve oldukça derinlere inebilen kök sistemleri sayesinde sahanın yüzeyde tek bir örnekle temsil edilebilmesidir. Ayrıca belirtgen bitkilerle adeta sığ sondaj yapıldığından, özellikle örtülü arazilerde cevher yataklarının aranması ve saptanmasında bu bitkiler kolaylık sağlamaktadır. Bu yöntemde bir bitki türünün yalnızca bir organı (kök, dal, yaprak, çiçek vs. den biri) analiz edilerek cevhere ulaşılabilecektir.

Bitkiler normal yaşantıları için az miktarda elementlere ihtiyaç duyarlar. Fakat bazı cevher yatakları üzerinde büyüyen bitkilerde görüldüğü gibi, bitki bünyesine fazla miktarda alınan elementler bitkilerde hastalık ve anormalliklere sebep olmaktadır. Diğer yandan bazı bitkiler ise belirli bir elementin fazla miktarda bulunduğu bölgeleri seçerler. Bitki türlerinin cevherleşme sahalarıyla ilgili olarak gösterdikleri dağılım ve morfolojik değişikliklerin gözlem yoluyla incelenmesi sonucunda cevher yataklarına ulaşmakta mümkündür. Bu şekilde yapılan prospeksiyona “Jeobotanik prospeksiyon” denilmektedir. Jeobotanik ve Jeokimyasal prospeksiyon yöntemlerinin her ikisine birden ise “Botanik prospeksiyon” adı verilmektedir [1, 2, 3, 4].

### 2.3.2. Anomali Kavramı

#### 2.3.2.1. Jeokimyasal Anomali

Jeokimyasal prospeksiyon, indikatör elementlerin cevher yatakları çevresinde göstermiş oldukları ve cevherleşme ile yakından ilişkili, normalden farklı dağılım özelliklerinin saptanmasına dayanmaktadır. İndikatör elementlerin cevher yatakları civarında ve cevherleşme ile ilişkili olarak göstermiş oldukları farklılıklara “jeokimyasal anomali” denilmektedir [1,2].

Cevherleşmenin olmadığı veya cevherleşmeden etkilenmemiş bölgelerden alınan örneklerdeki bir elementin miktarına “temel değer” (background değer veya normal değer) denilmektedir. Aynı bölgede, aynı elemente ait temel değer topluluklarının nitelikleri, örnek türüne (kayaç, toprak, dere kumu, bitki, su vb.) göre değişebileceği gibi bir bölgeden başka bir bölgeye göre de değişiklik gösterebilmektedir.

Cevher yatakları civarında bulunan veya bunlardan türeyen, normalden farklı indikatör element dağılımlarına “anomali dağılımları” denilmektedir. Jeokimyasal prospeksiyonun öncelikli amacı ekonomik cevher yataklarından kaynaklanan jeokimyasal anomalilerin yerlerini saptamaktır. Temel değerler ile anormal değerleri birbirinden ayırt eden değere ise “eşik değer ” denilmektedir. Eşik değer, normal değerlerin üst sınırı veya anomali değerlerinin alt sınırı olarak tanımlanabilir [1].

#### 2.3.2.2. Biyojeokimyasal Anomali

Cevher yatakları üzerinde yetişen bitkiler, diğer bölgelerde yetişen aynı tür bitkilere göre farklı derişimlerde element içermektedirler. Bu farklılık pozitif (+) anomali ve negatif (-) anomali şeklinde olabilmektedir.

Anomalili topraklarda yetişen bitkilerde çeşitli fizyolojik ve morfolojik değişiklikler meydana gelebilmektedir. Bitki organlarındaki element derişimi prospeksiyon amacıyla kullanılacaksa, bitkilerdeki element derişimi ile üzerinde yetiştiği toprağın element derişimi arasında doğrusal bir ilişki olmalıdır. Bu ilişkiyi sağlayan bitkilere belirtgen bitki (indikatör bitki) denilmektedir [1, 2, 3]

1965 yılından günümüze kadar gelişmeye ve kullanılmaya başlayan biyojeokimyasal çalışmalar literatürde şu şekilde özetlenebilir;

Brooks ve ark. [5], *Alyssum* olarak tanımlanan 168 bitki türünün nikel için hiperakümülatör olup olmadığının anlaşılması için Ni içerikleri saptamıştır. Bu çalışmada 14’ü Avrupa türü olmak üzere toplam 31 tane hiperakümülatör bitki saptamışlardır.

Iqbal ve ark. [17], başta motorlu araçlar olmak üzere çeşitli kaynaklardan yayılan kirleticiler, bazı bitkilerin tohum ağırlığı ve dal uzunluğu üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Bu durumu açıklamaya yönelik bir araştırmada yoğun kirlilik altında bulunan bir kent merkezinde *G. Officinale*, *A. Indica* ve *Eucalyptus sp.* bitkilerinin tohum ağırlıkları ve dal uzunluklarının olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir.

Arcak ve ark. [18], Karayolları yakınlarındaki topraklarda ağır metal birikimine bağlı olarak üreaz enzim aktivitesindeki etkilenmenin araştırıldığı bir çalışmada, topraklarda ağır metal birikiminin birçok biyokimyasal olay ve enzimatik reaksiyon üzerine olumsuz etki edebileceği bildirilmiştir. Bu çalışmada topraklarda Pb, Cd ve Cu metallerinin birikimine bağlı olarak üreaz enzim aktivitesinin olumsuz etkilendiği ve ağır metal birikimi ile enzim aktivasyon düzeyi arasında çok önemli negatif korelasyon bulunduğu saptanmıştır.

Arduini [19], *Pinus pinea*, *Pinus Pinaster* ve *Fraxinus angustifolia* fidelerinin ağır metallere tepkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, CuSO<sub>4</sub> ve CdSO<sub>4</sub> bileşiklerini uygulanarak bitkilerin kök, yaprak ve gövdelerinde Cu ve Cd birikim düzeyleri ve bitkilerin etkilenme dereceleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre her iki metal de özellikle köklerde birikmiş, bitkilerin kuru madde içerikleri azalmış, kök gelişimleri ise gerilemiştir. Cu elementi Cd'den daha toksik bulunmuş olup *Fraxinus angustifolia*'nın diğer iki *Pinus* türünden daha hasas olduğu saptanmıştır.

Türkan ve ark. [20] tarafından yapılan çalışmada, *Pinus brutia Ten.* bitki türünün kabuklarının bir ağır metal biyoindikatörü olarak kullanılabilmesi ve emisyon kaynaklarına yakınlıkla doğru orantılı olarak ağaç kabuklarının ağır metal kapsamının (Pb, Cd, Mn, Cr, Zn, Fe) artış gösterebileceği vurgulanmıştır.

Tonguç [21], Muğla yöresindeki termik santraller civarında bulunan bazı karayosunlarında ağır metal birikiminin saptanmasına yönelik çalışmasında, Yatağan, Yeniköy ve Kemerköy termik santralleri civarlarından toplanan 12 tür karayosununda sonbahar ve ilkbahar dönemlerinde ayrı ayrı Cd, Pb, Cu, Ni ve Zn

analizleri yapılmış ve ağır metal içeriklerinin türlere ve mevsimlere göre önemli oranda değişiklik gösterdiği saptanmıştır.

Aksoy ve Öztürk [22], Akdeniz iklimi koşullarında doğal olarak yayılış gösteren *Nerium oleander* L bitkisinin yapraklarının Pb, Zn, Cu ve Cd ağır metalleri bakımından bir biyoindikatör olabileceği rapor edilmiştir.

Baker ve ark. [23], tarafından endüstriyel kirlilikten etkilenen alanlarda ıslah edici materyal olarak bitkilerden yararlanmanın gündemde olan bir konu olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu çalışmada 10 yıl içerisinde geliştirilen bilimsel yöntemlerin ışığında bitkilerin kullanılarak toprakların yeniden kazanımının uzun dönem stratejisi olarak geliştirilmekte olduğunu, yöntemin etkili ve ucuz olduğu vurgulanmaktadır.

Dunn ve ark. [24], Güney Fas'ta eski Cu madeni ve çevresinde yaptıkları çalışmada, 1200 ppm Cu içeriği olan topraklarda yetişen bitkilerin Cu içeriğinin 79-181 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Özdemir ve Sağıroğlu [25], Maden (Elazığ) bölgesinde bulunan Cu işletme sahasından çıkan metale kirlenmiş suların karıştığı maden çayı boyunca yaptıkları çalışmada bitki-toprak arasındaki Cu düzeylerine ait ilişkiyi istatistiksel olarak incelemişlerdir. *Salix acmophylla*, *Tamarix smyrnensi* ve *Phragmites australis* türlerinin dalında Cu düzeyi ile topraktaki Cu düzeyi arasındaki ilişkinin önemli olduğunu belirterek, bu bitki türlerinin Cu elementi için belirtgen bitki olduklarını ve biyojeokimyasal prospeksiyonda başarılı bir biçimde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Akçay ve ark. [26], Kayabaşı (Yorma-Trabzon) dolaylarında yaptıkları çalışmada Kanköy cevher sahasında toprak jeokimyası çalışarak Cu, Pb, Zn anomali değerlerini saptamış ve bölgede bulunan bitkilerdeki Cu, Pb, Zn değerleri ile karşılaştırmışlardır. Doğu Karadeniz Bölgesinde *Rhododendron ponticum*, (mor çiçekli orman gülü), *Corylus avellana* (Fındık), *Rhododendron luteum* (sarı çiçekli orman gülü) bitkileri ile biyojeokimyasal çalışmaların yürütülebileceğini ortaya koymuşlardır.



Özdemir ve Sağıroğlu [27], Maden'de (Elazığ) bulunan maden çayı boyunca yaptıkları çalışmada Fe elementinin bitki-toprak arasındaki ilişkisini incelemiş ve *Phragmites australis* ve *Carex acuta* türlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirlemişlerdir. Bu bitki türlerinin Fe elementi için belirtgen bitki oldukları ve biyojeokimyasal prospeksiyonda başarılı bir biçimde kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

Djingova ve ark.[28], Yaklaşık 10 yıl süresince *Populus nigra* ağacının yapraklarında As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb ve Zn ağır metalleri yönünden incelenmiştir.

Özdemir ve Sağıroğlu [29], Maden çayı (Elazığ-Maden) boyunca bitki toprak ve su örneklerinde yaptıkları çalışmada bitki ve toprak arasındaki ilişkinin *Salix acmophylla* ve *Tamarix smyrnensis* için çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu bitki türlerinin Mn elementi için belirleyici bitki olduklarını ve biyojeokimyasal prospeksiyonda başarılı bir biçimde kullanılacaklarını belirtmişlerdir.

Baroni ve ark. [30], İtalya'da bulunan ve artık işletilmeyen antimon maden yatağı çevresinde yetişen *Achillea ageratum*, *Plantago lanceolata* ve *Silene vulgaris* bitki türlerinde ve toprak örneklerinde antimon içeriğini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda toprak örneklerinde 139–793 ppm, *Plantago lanceolata*'nın kök kısmında 1150 ppm, *Silene vulgaris*'in kök kısmında 1164 ppm ve *Achillea ageratum*'un yaprağında 1367 ppm antimon bulmuşlardır. Bitkilerin antimon içeriği ile topraklardaki antimon içeriğini karşılaştırmış ve bu bitki türlerinin antimon için belirtgen olabileceklerini vurgulamışlardır.

Lasat [31], bitkilerin çoğunda 100 ppm'lik Zn birikiminde toksisite semptomlarının gözleendiğini ancak yaygın metal hiperakümülatörü olarak bilinen *Thlaspi caeruledcens*'in 26 000 ppm'in üzerinde bir birikim sağladığını saptamıştır.

Özdemir ve Sağıroğlu [32], Maden Çayı (Elazığ-Maden) ve çevresinde yetişen bitki türleri ile toprak ve su örneklerinin Zn düzeylerini araştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda *Platanus orientalis*, *Salix acmophylla* ve *Populus nigra*

türlerinin dallarında Zn konsantrasyonunun fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu bitki türlerini Zn için belirtgen bitki olabileceğini saptamışlardır.

Özdemir ve Sağıroğlu [33], Bakır işletmesinin atıklarıyla kirlenen Maden Çayı (Elazğ-Maden) ve çevresinde yaptıkları çalışmada bitki toprak ve suda Cu düzeylerini incelemişler, *Salix acmophylla*, *Tamarix smyrnensis* ve *Phragmites australis* bitki türlerini Cu için indikatör bitki olarak belirlemişlerdir.

Odukoya ve ark. [34], göre ağaç kabukları, çeşitli nedenlerden kaynaklanan atmosferik kirliliği bir biyoindikatör olarak yansıtma özelliğine sahiplerdir. Bu amaçla yapılan çalışmada *Azadirachta indica* ağacının atmosferik kirlilikten etkilenme düzeyi bu ağacın kabuklarında Pb, Zn ve Cu seviyelerinin ölçülmesiyle saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Pb, Zn ve Cu içerikleri sırasıyla 1.9-159.8, 16.5-659.1 ve 4.2-20.7 düzeylerinde saptanmıştır. Bu ağacın söz konusu ağır metaller yönünden önemli bir biyoindikatör olduğu sonucuna varılmıştır.

Reimann ve ark. [35], 1,500,000 km<sup>2</sup> alana yayılmış 14-50 km<sup>2</sup> bir havzadan 9 farklı bitki türünde (yosun: *Hylocomium splendens* ve *Pleurozium schreberi*; yaban mersini: *Vaccinium myrtillus*; ayı üzümü: *Vaccinium vitis-idaea*; karga üzümü: *Empetrum nigrum*; huş: *Betula pubescens*; söğüt: *Salix* spp.; çam: *Pinus sylvestris*; ladin: *Picea abies*) 38 (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Se, Si, Sn, Sr, Th, Tl, U, V, Y, Zn, and Zr) elementin analizini yapmışlardır. Araştırmacılar her bitkinin farklı elementi biriktirme eğiliminde olduğunu ve birer iz elementi olan As, Ag ve Bi'nin toksik etki yapan Ni, Cu ve Co'ya oranla daha fazla birikim gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Nagaraju ve Karimulla [36], Hindistan'ın Andhra Pradesh Nellore Mika Kuşağında yetişen *Gymnosporia montana* bitki türünün, biyojeokimyasal davranışlarını incelemişlerdir. Bu bitki türünün Ca, K, Mg, Ba, Cu, Mn, Sr ve Zn elementlerini yüksek miktarda akümüle ettiğini belirlemişlerdir.

Nagaraju ve Karimulla [37], *Jatropha curcas*, *Dodena viscosa* ve *Cassia auriculata* bitki türleri ile bunların yetiştikleri toprakların içerdiği elementleri araştırmışlardır. Bu bitkilerde bol miktarda Ba, Mn, Sr, ve Zn elementleri, yetiştikleri

topraklarda ise Al, Fe ve Be saptamışlardır. Bu çalışma ile; Nellore Mika Kuşağı üzerinde spesifik bitki davranışları hakkında ve metal yayılımı ile ilgili bilgi sağlanabileceğini ve onların biokütle hareketlerini bulmak için bitkilerdeki metal konsantrasyonunun kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

Özdemir ve ark. [38], “Toprakta metal kirliliğinin saptanmasında indikatör bitkilerin kullanılması” başlıklı çalışmalarında dünyada ve Türkiye’de farklı araştırmacılar tarafından çeşitli elementler için saptanmış olan belirtgen bitkiler ile üzerlerinde yetiştikleri topraklarda bulunan element içerikleri derlenmiştir.

Koçsık ve ark.[39], nikel ile birlikte topraklarda değişik ağır metallerin kimyası, ortam varyasyonlarını ve orman bitkilerindeki etkisini incelemişler, Al, Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn, Ni, Cu, Zn metalleri arasında Cu’ ın ( $16 \pm 3 \text{ mmol kg}^{-1}$ ) ve nikelin ( $11 \pm 2 \text{ mmol kg}^{-1}$ ) toprak horizonlarında diğerlerine oranla daha fazla birikim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tolunay [40], Muğla Yatağan termik santrali bölgesinde geniş bir alanda yayılım gösteren doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlarının santralden kaynaklanan kirlilikten etkilenme derecesinin araştırıldığı bir çalışmada, 1961–1982 yılları arasında 6 farklı bölgede gözlemler ve analizler yapılmıştır. Kızılçam ağaçlarının yıllık halka genişliklerinin saptanmasına yönelik bu çalışmada elde edilen sonuçlar, ağaçların halka genişliklerinin, yıllık ortalama 0,7 – 2,8 mm oranlarında azaldığını göstermiştir.

Zorlu ve ark. [41], dünyanın değişik bölgelerinde Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Ni ve Cr gibi cevher yataklarının aranmasında (jeobotanik ve biyojeokimyasal prospeksiyonda) kullanılan bazı belirtgen bitkilere örnekler vererek bu bitkilerin gömülü cevhere rehber olabileceklerini belirtmişlerdir.

Baroni ve ark. [42], İtalya’nın Güney Tuscany bölgesinde iki farklı bölgeden 64 bitki ve üzerinde yetiştikleri toprak örneklerinin içerdiği As miktarını araştırmışlardır. Toprak konsantrasyonu içerisinde As içeriğini 5,3–2035,3 ppm olarak saptanmıştır. Bitki türlerinden ise en yüksek As içeriğini *Mentha aquatica* bitki türünün kök ve yapraklarında (540–216 ppm), *Phragmites australis* bitki

türünün kök kısmında (588 ppm) bulmuşlardır. Analiz edilen türlerde kök kısımlarının yüksek miktarda As içerdiğini, bunu sırası ile yapraklar ve sürgünlerin izlediğini belirtmişlerdir.

Cutter [43], “Biyojeokimya: Günümüzde ve Gelecekte” isimli makalesinde Biyojeokimyanın, Jeobiyolojinin önemli bir disiplini olduğunu ve biyoloji ile jeokimya bilimlerinin etkileşimi olarak tanımlandığını ayrıca her yıl bilimsel literatürde yapılan dergi, ders kitabı ve yüzlerce bilimsel yayın ile oldukça gelişmiş bir alan olduğunu belirtmiştir.

Nkoane ve ark. [44], Bostwana’da mineralli bölgelerde *Helichrysum candolleanum* ve *Blepharis diversispina* bitki türlerinde Cu ve Ni birikimini araştırmışlardır. Toprak ve organlarına ayrılan bitki örneklerinin (kök, gövde, dal, çiçek) analizlerini elektrotermal atomik absorpsiyon spektrometresi (ETAAS) ile yapmışlar ve *H. candolleanum* bitkisinin dallarında ve yapraklarında hem Cu hem de Ni için yüksek metal içeriği saptanmıştır. (Cu için >2.5 % (w/w) ve Ni için >0.1 % (w/w)). Bakır’ın, *H. candolleanum* bitkisinin dal ve çiçeklerinde 0.2 % (w/w) den daha yüksek oranda bulunmasından dolayıyla, bu elementin bu bitki için hiperakümülatör olabileceğini belirtmişlerdir.

Özdemir [45], Musalı (Mersin) yakınlarındaki kromit ve ultramafik kayalar üzerinden ve Silifke-Anamur (Mersin) klastik sedimentleri üzerinden toplanan *Pinus brutia* bitki türü ve toprak örneklerinin Zn ve Fe düzeylerini incelemiştir. Buna göre *Pinus brutia*’nın iğne yapraklarının Zn, dalın ise Fe için indikatör bitki olabileceğini belirlemiştir.

Gedik [46], Madenköy (Niğde/Ulukışla) ve dolaylarında gerek cevherleşme gerekse madencilik faaliyetlerinin çevresel etkilerini, bitkiler üzerinde biyojeokimyasal yöntemlerle araştırmış, *Astragalus sp.* bitki türünü Mn için, *Juniperus oxicedrus* bitkisini Pb için, *Pinus nigra* bitkisini Zn için, *Rosa canina*’yı Al-Cu ve Fe için, *Paliurus spinachrit* bitkisini ise Mn, Fe, Zn, Pb için indikatör olarak belirlemiştir.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) Bölgesindeki Termik Santrallerden kaynaklanan kirlilik üzerine yaptıkları çalışmada bölgede yetişen zeytin ve çam bitkileri ile bölge topraklarından aldıkları örneklerde 9 element için bitki ve topraktaki kirlenmeyi belirlemişlerdir.

Özmen ve Koç [48], Kaman (Kırşehir) bölgesinde *Thymus Siphyleus* Boiss Subsp. Rosulans (Borbas) ve *Bromus Sterilis* L. Poaceace (Gramineae) bitki örnekleri florür ve iz (Cu, Pb, Zn, Cd ve Mn) element konsantrasyonları araştırmışlardır. Çalışmalarında bu bitki türlerinde F, Cd ve Mn elementlerinin sırasıyla 332.3 ppm, 0.31 ppm ve 218.9 ppm ortalama konsantrasyonlara ulaştığı ve kirlilik oluşturduğu, özellikle florür konsantrasyonunun florit cevherleşme alanlarına yakın bölgelerde oldukça yüksek olduğu belirtmişlerdir (maksimum 2330 ppm). Ayrıca tek yıllık bir bitki olan *Bromus sterilis*'in *Thymus siphyleus*'a oranla daha fazla florür biriktirdiği belirtilmiştir.

Bu çalışmada alınan örneklemelerde araştırılan elementlerin çeşitli ortamlarda bulunuşları, miktarları ve genel özellikleri bazı kaynaklara göre aşağıda özet halinde sunulmuştur.

### 2.3.3. Bakır (Cu) Elementi

Bakır bütün canlıların beslenmesi için mutlak gerekli bir elementtir. Bakır klorofil yapımında kullanıldığı için noksan olduğu zaman bitkilerde klorozun oluşmasına ve büyümenin yavaşlamasına neden olur [48].

Bakır, toprakta fazla bulunduğu durumlarda, bitkilere toksik etki yapmasının yanı sıra, bitkiler tarafından demirin alınımını da güçleştirmektedir [49].

Bakır toprakta genellikle  $Cu^{2+}$  iyonu şeklinde bulunur ve bitkiler tarafından da bu şekilde alınır. Bakır bitki fizyolojisi açısından çok önemli bir elementtir. Vitamin, karbonhidrat ve protein sentezi ile fotosentez ve solunum gibi çok sayıda komplike olayda görev alır [50].

Cu fazlalığı diğer besin elementlerinin alınımını etkiler aşırı Cu birikimi Fe eksikliğine neden olur. Cu-Zn antagonistik etki vardır. İçme suyunda Cu 1 ppm'i

geçmemelidir. Bitkide 20 ppm den fazla Cu toksik etki yapar. Toprakların normal Cu düzeyi 2–100 ppm. mobilitesi düşüktür. Özellikle peat topraklarda birikir. Cu fazlalığı bağ ve narenciye topraklarında görülür [51].

Chapman [52] ise zeytin yaprakları için 5–19 ppm Cu değerini normal olarak kabul etmektedir.

Laatsch ve Zeck [53], fıstık çamında 1,8–7,5 ppm Cu belirlediklerini açıklamaktadırlar.

Bouat [54], zeytin yaprakları için yapraklardaki 1,9 ppm bakır konsantrasyonunu düşük, 9 ppm bakır konsantrasyonunu normal ve 78 ppm bakır konsantrasyonunu yüksek olarak bildirmektedir.

Köksoy ve Topçu [55], Cu içeriğinin, magmatik kayalarda 30–140 ppm, sedimenter kayalarda 5–150 ppm olduğunu, bu değerlerin topraklarda 21 ppm, bitkilerde ise 210 ppm olabileceğini belirtmişlerdir (bitkilerde kül ağırlık üzerinden hesaplanmıştır).

Rose ve ark. [3], Cu içeriklerini, magmatik kayalarda 12–72 ppm, sedimenter kayalarda 5–42 ppm, topraklarda 15 ppm bitkilerde ise 130 ppm olabileceğini belirtmişlerdir (bitkilerde kül ağırlık üzerinden hesaplanmıştır).

Kloke [56], topraklarda toplam bakır konsantrasyonunu 100 ppm vermektedirler.

Pendias ve Pendias [57], topraklarda toplam bakır konsantrasyonunu 60–125 ppm vermektedirler.

Hakerlerler ve Höfner [58], gübre fabrikası çevresinde bulunan zeytinliklerden aldıkları yaprak örneklerinde 88–313 ppm Cu belirlemişlerdir.

Mills ve Jones [59], yaptıkları survey çalışmasında ortalama olarak sarıçamalarda 9,0 ppm ve beyaz çamlarda ise 6,4 ppm Cu miktarlarını saptamışlardır.

Özbek ve ark. [60], Cu içeriğinin, kayaçlarda genel olarak 4–90 ppm arasında değişen değerlerde olduğunu, bu değerlerin Cu'ca temiz topraklarda 2–40 ppm, Cu'ca kirlenmiş topraklarda ise 1000 ppm olabileceğini, bitkilerde ise Cu içeriği genellikle 2–20 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir (bitkilerde kuru ağırlık üzerinden hesaplanmıştır)

Alloway [61], Cu içeriğinin magmatik kayaçlarda 4–160 ppm, tortul kayaçlarda 20-200 ppm, volkanik kayaçlarda, kireç taşları ve kum taşlarında 5-20 ppm' olduğunu, bu değerlerin topraklarda 2-100 ppm arasında değiştiğini belirtmiştir.

Dunn ve ark. [24], 'nin Güney Fas'ta eski bir Cu madeni civarında yaptıkları çalışmada, Cu içeriği 1200 ppm olan topraklar üzerinde yetişen bitkilerin 79–181 ppm arasında değişen değerlerde Cu içerdiklerini belirtmişlerdir.

Chettri ve ark. [62], Yunanistan'da yaptıkları çalışmada *Neophuscelia pulla* bitki türünde Cu içeriğini 100–800 ppm (kül ağırlık) arasında bulmuşlardır.

Özdemir ve Sağroğlu [63], Maden Çayı (Elazığ) boyunca yapmış oldukları çalışmada Cu içeriğini, topraklarda 62–1920 ppm ve bu topraklar üzerinde yetişen bitkilerde 16–780 ppm (kül ağırlık) olarak saptamışlardır.

Rademacher [64], çam ormanlarında yapmış olduğu survey çalışmasında iğne yaprakta ortalama bakır değerinin 3,5 ppm Cu olduğunu bildirmektedir.

Aktaş [65], bitkilerin Cu ihtiyaçlarının oldukça düşük düzeyde olduğunu ve birçok bitkinin Cu içeriğinin 2-20 ppm arasında değiştiğini belirtmiştir (bitkilerde kuru ağırlık üzerinden hesaplanmıştır).

Gedik [46], Madenköy (Niğde/Ulukışla ) civarında yaptığı çalışmada topraklarda 19–50 ppm arasında değişen Cu içeriğine karşılık 7 farklı bitki türünde 34–386 ppm arasında değişen Cu içeriği saptamıştır ve bu bölgenin Cu içeriği için eşik değerde olduğunu belirtmiştir.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) bölgesinde yaptıkları çalışmada toprakta 22,4–25,3 ppm arasında değişen Cu içeriğine karşılık bitkilerde 6,9 ppm Cu içeriği belirlemişlerdir.

#### 2.3.4. Mangan (Mn) Elementi

Mangan bütün canlılar için mutlak gerekli bir elementtir ve toprakta mangan oksitler, silikatler ve karbonatlar ( $MnCO_3$ ) şeklinde bulunur. Bunların dışında demiroksitler tarafından adsorbe edilmiş, organik kompleksler olarak bağlanmış, değişebilir ve çözülmüş şekilde (her ikisinde  $Mn^{2+}$  şeklinde ) bulunabilir ve bitkiler tarafından çözülmüş şekilde alınabilirler [60].

Toprakta manganın fazla olması durumunda bitkilerde toksik etki gözlenirken, eksikliğinde ise yapraklarda kloroplast, klorofil ve nişasta miktarı azalır ve yapraklar sarımsı bir renk alır [49].

Bitkilerde Fe ile birlikte klorofil oluşumuna yardım eder. Bu nedenle fotosentez için gereklidir. Bitki gelişimine yardımcı olmak için Cu, Fe ve Zn ile kombinasyonlar oluşturur [66].

Laatsch ve Zeck [53], ise fıstık çamında Mn miktarını 35–58 ppm olarak bildirmektedirler.

Bouat [54], zeytin yapraklarında 5 ppm Mn konsantrasyonunu yetersiz, 36 ppm Mn'ı yeterli ve 164 ppm Mn'ı fazla olarak belirlemiştir.

Köksoy ve Topçu [55], Mn içeriğinin magmatik kayalarda 600–2200 ppm, sedimenter kayalarda 385–1300 ppm olduğunu bu değerlerin toprakta 850 ppm, bitkilerde ise 7500 ppm (kül ağırlık) olduğunu belirtmişlerdir.

Çepel ve Dündar [67], yaptıkları araştırmada kızılçamın iğne yapraklarında Mn miktarını 50–69 ppm olarak belirlemişlerdir.



Rose ve ark. [3], Mn içeriğinin magmatik kayalarda 390–1500 ppm sedimenter kayalarda 850–1100 ppm olduğunu bu değerlerin topraklarda 320 ppm bitkilerde ise 6700 ppm (kül ağırlık) olduğunu belirtmişlerdir.

Pendias ve Pendias [57], topraklarda Mn değişim sınırının 1500–3000 ppm arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Reuter ve Robinson [68], bitkiler için yeterli Mn konsantrasyonunun 20 ppm'in üzerinde olacağını saptamışlardır.

Özbek ve ark. [60], Mn içeriğinin çeşitli kayalarda 10–1600 ppm arasında değiştiğini, bu değerlerin topraklarda 20-800 ppm olduğunu, bitkilerde ise Mn içeriğinin 1000 ppm'in üzerine çıktığında toksik etkinin ortaya çıkabileceği vurgulamışlardır.

Alloway [61], Mn içeriğinin, toprakta en az 20, ekstrem durumlarda en fazla 3000 ppm olabileceğini bitkilerde ise 31–850 ppm'e (kül ağırlık) kadar Mn konsantrasyonunun bulunabileceği belirtmiştir.

Mills ve Jones [59], sarıçam'da ortalama 407 ppm ve beyaz çamın iğne yapraklarında ise 184 ppm olarak mangan belirlemişlerdir.

Normandin ve ark.[69]'nın Kanada'da yaptıkları çalışmada, toprakların içerdiği 500–900 ppm Mn değerine karşılık, bitkilerin genel olarak 20-500 ppm arasında değişen değerlerde Mn içerdiklerini saptamışlardır.

Özdemir ve Sağiroğlu [29]'nun Maden Çayı (Elazığ) boyunca yapmış oldukları çalışmada, topraklarda 506–1966 ppm Mn içeriğine karşılık bitkilerde 222–10144 ppm (kül ağırlık ) Mn saptamışlardır.

Nagaraaju ve Karimulla [37]'nin, Andra Pradesh (Hindistan)'de yapmış oldukları çalışmada, topraklarda 141–230 ppm Mn içeriğine karşılık, bitkilerde 134–1940 ppm (kül ağırlık) Mn içeriği saptamışlardır.

Özdemir [38] tarafından Musalı (Mersin) bölgesinde yapılan çalışmada Mn içeriklerini, topraklarda 119- 2783 ppm karşılık bitkilerde 11–118 ppm olarak saptamışlardır.

Gedik [46]'in Madenköy (Niğde/Ulukışla) civarında yaptığı çalışmada, Mn içeriklerini topraklarda 349–2746 ppm'e karşılık bitkilerde 182–10134 ppm (kül ağırlık) olarak saptamıştır.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) bölgesinde yaptıkları çalışmada toprakta 487,7–544,7 ppm arasında değişen Mn içeriğine karşılık bitkilerde 42,0 ppm Mn içeriği belirlemişlerdir.

### 2.3.5. Çinko (Zn) Elementi

Çinko bitkiler, hayvanlar ve insanlar için mutlak gerekli bir elementtir. Toprak içinde fazla miktarda bulunan çinko bitkilere ve mikro organizmalara toksik etki yapmaktadır [60]. Toprakta  $Zn^{2+}$  katyonu halinde alınan Zn, bitkilerde gelişmeyi teşvik eden hormonların faaliyeti için gereklidir. Suyun bitkiye alımı ve kullanımında da görev alır [66]. Topraklarda Zn miktarı genelde düşük düzeydedir. Özellikle yüksek pH'ya sahip topraklarda Zn oldukça düşük miktarlarda bulunur [65].

Çinko, bitkiler tarafından çözülmüş olarak bulunan  $Zn^{2+}$  katyonu halinde alınmakta ve çözülmüş haldeki Zn daha çok orta derecede asit reaksiyonlu topraklarda bulunmaktadır. Toprağın pH değeri düştükçe  $Zn^{2+}$  iyonlarının çözünürlüğü artmakta ve pH değeri 6'nın altında bulunduğu durumlarda bitkilerin topraktan Zn alımı artmaktadır [60]. Organik madde bakımından fakir topraklarda ise çinko eksikliği yaygındır [48].

Toprakta az miktarda Zn bulunması durumunda bitkilerde; yaşlı yaprakların uç ve kenarlarında kloroz hastalığının görünmesine, yapraklarda yer yer beyaz nekrotik lekelerin oluşmasına, yaprakların normalden küçük, çarpık ve kıvrılmış hal almasına (rozet oluşumu hastalığı) neden olmaktadır [49].

Katı atık-çamurlar yüksek Zn içerir. Toprakta 10–300 ppm Fe-P alımını engeller. Bitkiye toksik düzey: 400ppm, hayvan için: 1000 ppm dir. Toprakta 2 değerli katyon şeklinde bulunur [51].

Rose ve ark. [3], Zn içeriğinin magmatik kayalarda 51–94 ppm, sedimanter kayalarda 21–100 ppm olduğunu, bu değer in topraklarda 36 ppm, bitkilerde ise 570 ppm (kül ağırlık ) olabileceğini belirtmişlerdir.

Kloke [56], topraktaki 300 ppm Zn konsantrasyonunu kriter değer olarak vermektedir.

Batista ve ark.[70], Zn miktarını toprakta 78–607 ppm, bitkide 54–177 ppm arasında saptamışlardır.

Pendias ve Pendias [57]'in topraklarda 70–400 ppm Zn konsantrasyonlarını kriter değer olarak belirlerken, Batista ve ark.[70]'nın belirttiğine göre Kabata (2001) Zn miktarını toprakta 17–125 ppm, bitkide 300–400 ppm arasında belirlemişlerdir.

Özbek ve ark. [60], Zn içeriği topraklarda 10–80 ppm, bitkilerde 5–100 ppm arasında değiştiğini belirtmiştir. (bitkilerde kuru ağırlık üzerinden hesaplanmıştır).

Alloway [61], Zn içeriğinin topraklarda 10–300 ppm olduğunu, bitkilerde 20 µgg l'den az olduğu durumlarda yetersiz, 25–150 ppm arasında yeterli, 400ppm' den fazla Zn içeriğinin ise toksik etki yaratacağını belirtmiştir.

Mills ve Jones [59], yaptıkları survey çalışmaları sonucunda, sarıçam'da ortalama 59 ppm Zn ve beyaz çam'da ise ortalama 66 ppm Zn bulunduğunu saptamışlardır.

Akçay ve ark. [26], Trabzon'da yapmış oldukları çalışmada, topraklarda 5–948 ppm Zn içeriğine karşılık bitkilerde 3–1244 ppm arasında değişen değerlerde Zn içeriği ölçmüşlerdir.

Özdemir ve Sağıroğlu [63], Maden ayı (Elazığ) boyunca yapmış oldukları çalışmada, topraklarda 3846–5645 ppm Zn içeriğine karşılık bitkilerde 365–1697 ppm (köl ağırlık) arasında değişen değerlerde Zn ölçmüşlerdir.

Rademacher [64], ise iğne yapraklı amlar için ortanca çinko değerini 40 ppm olarak bulmuştur.

Gedik [46]'in Ulukışla (Niğde) yöresinde yapmış olduğu çalışmada, topraklarda 42-171ppm Zn içeriğine karşılık bitkide 68–1245 ppm arasında değişen değerlerde Zn içeriği saptanmıştır.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) bölgesinde yaptıkları çalışmada toprakta 75,9–87,4 ppm arasında değişen Zn içeriğine karşılık bitkilerde 21,9 ppm Zn içeriği belirlemişlerdir.

#### 2.3.6. Demir (Fe) Elementi

Demir bütün canlılar için mutlak gerekli bir elementtir. Bitkilerin faydalanacağı şekilde çözünebilir demir; toprak reaksiyonuna, oksidasyon ve redüksiyon durumuna göre değişir. Demir, yüksek derecede asitli topraklarda nisbeten kolay çözünür halde bulunmasına karşılık, nötre yakın ve bazik reaksiyon şartlarında yavaş çözünmektedir [48]. Toprakta Fe eksikliğinde yapraklarda ileri bir kloroz hastalığı görülür. Bu hastalık özellikle genç yapraklarda; çok ince ağsı damarlanma (damarlar koyu yeşil) ve damarlar arasındaki bölgelerde yer yer sararma şeklinde kendisini belli eder. Çok ekstrem hallerde damarlarda sararma da görülür ve Fe yokluğunda meydana gelen septomlar çoğu kez giderilemez [49].

Bitkiler tarafından demir, topraktan genellikle  $Fe^{3+}$ (ferro) ye indirgenir ve bitki bünyesinde en yavaş hareket eden elementlerden birisidir [49].

Laatsch ve Zeck [53], *Pinus pinea* (fıstık çamı) ibrelerinde Fe miktarının 99–133 ppm arasında olduğunu saptamışlardır.

Saatçı ve ark. [71], İzmir ili topraklarında %2,0–4,2 ppm toplam demir içeriği belirlemişlerdir.

Scheffer ve Schachtschabel [72], topraklarda %0,5–5,0 arasında toplam Fe bulunacağını bildirmektedirler.

Hakerlerler ve Höfner [58], Harran Ovası topraklarında %1,93–4,00 arasında toplam demir belirlemişlerdir.

Mills ve Jones [59], yaptıkları survey çalışması sonucu olarak sarıçam'da ortalama 98 ppm Fe ve beyazçam'da ise ortalama 267 ppm Fe bulunduğunu bildirmektedirler.

Rademacher [64], yaptığı çalışmada iğne yapraklı çamlarda ortalama Fe miktarını 70 ppm olarak bildirmektedir.

Batista ve ark.[70]'nın belirttiğine göre Kabata (1985) Fe miktarını toprakta 4300–48000 ppm, bitkide 18–1000 ppm arasında belirlemişlerdir.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) bölgesinde yaptıkları çalışmada toprakta %1,7–2,2 arasında değişen toplam Fe içeriğine karşılık bitkilerde 241,6 ppm Fe içeriği belirlemişlerdir.

### 2.3.7. Nikel (Ni) Elementi

Nikel bazı hayvanlar için mutlak gerekli ( esansiyel ) bir iz element olarak görülmektedir ve bitkiler ve mikroorganizmalar için de düşük konsantrasyonun olumlu etkisinin olduğu kabul edilmektedir. Ancak insanlar üzerindeki olumlu etkisi henüz kesin olarak belirlenmiş değildir. Son yıllarda bitki gelişimi için gerekli bir besin element olarak tanımlanmış olan Ni'in, topraklarda yüksek konsantrasyonda bulunduğu durumlarda bitki büyümesine ters etki yaptığı saptanmıştır [51].

Bitkilerin nikel içeriği genelde < 3 mg / kuru maddedir. Almanya'da yetiştirilen buğday ve çavdar bitkilerine ait birçok örnekte, danede 0,3–1,8 mg / kg kuru madde Ni saptanmıştır. Kuvvetli toksisite semptomu ve verim düşüklüğüne neden olan yüksek Ni içeriğine (300 mg / kg kuru maddeye kadar) nikelce zengin topraklarda rastlanmaktadır. Aritma çamurlarının topraklara uygulanması da

bitkilerin Ni içeriğinin önemli ölçüde artmasına neden olabilir. Nikelce zengin kayalardan oluşan topraklarda nikelin büyük kısmı silikatların yapısından yer aldığından ve bu nedenle de alınabilir formda bulunmadığından, Arıtma yönetmenliği çerçevesinde topraklardaki total nikel içeriği bir sınır değer vermek ( 50 mg / kg Ni) bir anlam taşımamaktadır..

Ni kimyasal olarak Co benzer (değişebilir form). Bitkide normal değer, 0,1–5 ppm dir. Bitkide fazla Ni kökleri tahrip eder. Toprakların Ni kapsamı, 5–500 ppm (serpantin), sulama suları için 0,5 ppm dir. Toprakta fosfat ilavesiyle Ni toksisitesi azalır. Ağır metal- enzim ilişkisi enzimler, organizmalardan elde edilen fakat faaliyet göstermeleri için organizmaya ihtiyaç göstermeyen yüksek moleküllü katalizörlerdir. Toprak enzim aktivitesi yolu ile toprağın biyolojik özellikleri ve verimliliğe ilişkin özellikler daha iyi bir şekilde incelenebilmektedir. Buna karşın insan etkisi sonucu topraklara ulaşan ağır metaller topraktaki mikroorganizmalar üzerine toksik niteliktedirler. Bu nedenle mikroorganizmaların aracılık ettiği biyolojik süreçler üzerine de olumsuz etkilere sahiptir [51].

Nikel içeriği yağmur suyunda ortalama 2,5 µg / l taban suyunda 1–6 µg / l, akarsuda 4–14 µg / l ve deniz suyunda 1–6 µg / l'dir. Atmosfer havasında ise kırlar kesiminde ortalama 6 ng / m<sup>3</sup> şehir bölgesinde 17–25 ng / m<sup>3</sup> ve endüstriyel yerlerde 150 ng / m<sup>3</sup> nikel bulunmaktadır [72].

Bowen [73], bitkilerde normal olarak 0.02–5,0 ppm Ni bulunabileceğini, Kloke [56], ise topraklar için 50 ppm Ni konsantrasyonunu bildirmektedir.

Ure ve Berrow [74], 13000 toprak örneğinde ortalama Ni konsantrasyonunu 93 ppm olarak bildirmektedirler.

Sauerbeck [75], bitkiler için toksik Nikel sınırının 20–30 ppm Ni olduğunu bildirmektedirler.

Hakerlerler ve Höfner [58], gübre fabrikası yakınından alınan zeytin yapraklarında 6,3–16,0 ppm arasında Ni belirlemişlerdir.

Scheffer ve Schachtschabel [72], ise bitkilerde Ni içeriğinin 3 ppm'in altında olması gerektiğini işaret etmektedirler.

Reeves[76]'in New Caledonia bölgesinde yapmış olduğu çalışmada, Ni içeriği 5900 ppm olan topraklar üzerinde yetişen ve Ni bünyesinde biriktirmeyen bitkilerde Ni içeriğini ortalama 27 ppm olarak saptamıştır. Yazar aynı bölge toprakları üzerinde yetişen ve Ni bünyesinde biriktiren bitkilerde ise 12400 ppm Ni konsantrasyonu saptamıştır.

Özbek ve ark. [60], Ni bakımında zengin kayalardan oluşan topraklarda 100- 5000 ppm Ni içeriğinin bulunduğunu, bitkilerin Ni içeriğinin ise genelde < 3 ppm olduğunu bu değer 11–30 ppm (kuru ağırlık üzerinden) arasında olması halinde toksik etki gösterebileceğini belirtmişlerdir.

Alloway [61], Ni değerlerinin magmatik kayalarda 2–3400 ppm, tortul kayalarda 26-1000 ppm arasında değiştiğini ifade etmiştir. Yazar toprağı oluşturan ana kayacın özelliğine göre topraklardaki Ni içeriğinin değiştiğini, örneğin genel olarak topraklarda 20 ppm olduğu belirtilen Ni içeriğinin serpantinlerin oluşturduğu topraklarda 7000 ppm'e kadar çıktığını belirtmiştir. Ayrıca çalışmada, Ni elementince normal düzeyde olan topraklar üzerinde yetişen bitkilerde Ni içeriğinin 0,1–5 ppm arasında değişmekte olduğu, serpantin topraklar üzerinde yetişen bitkilerde ise genel olarak 20–100 ppm arasında Ni bulunduğu ve bazı hiperakümülatör bitkilerin 1000 ppm'den fazla Ni bünyelerinde barındırdıklarını (*Sebertia acuminata* bitki türü bünyesinde %11 Ni içeriğine sahiptir) ifade etmiştir.

Demirezen ve Aksoy [77], Kayseri civarında yaptıkları çalışmada topraklarda Ni içeriğini 90 ppm, bitkilerde ise 1–20 ppm arasında ölçmüşlerdir.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) bölgesinde yaptıkları çalışmada toprakta 42,4–66,3 ppm arasında değişen Ni içeriğine karşılık bitkilerde 3,9 8,3 ppm Ni içeriği belirlemişlerdir

### 2.3.8. Krom (Cr) Elementi

Krom büyük olasılıkla bitkiler için gerekli olmayan ancak insan ve hayvanlar için mutlak gerekli olan bir elementtir. İnsanların besinler yoluyla aldığı Cr (III) ise genelde optimumun altındadır. Cr (III) bileşiklerinin ve metalik kromun toksik etkisi kesin olarak kanıtlanmış değildir. Buna karşılık Cr (VI) bileşikleri 100–1000 kez daha toksiktir ve insanlarda akut ve kronik toksisitelere neden olabilir.

Kıtasa Yer kabuğu ortalama 80 mg/kg Cr içermektedir. Serpatin ve ultrabazik mağmatitler 3400 mg /kg 'a kadar Cr içermektedir. Almanya'da topraklar çoğunlukla 5-100 mg / kg bazı durumlarda 300 mg / kg'a kadar Cr içermektedir. Kromca zengin endüstriyel atık sular ve atık maddelerle kontamine olmuş topraklar da benzer şekilde 300 mg /kg'a kadar Cr içermektedir. Kontamine olmamış flüviyal sedimentler yaklaşık 60 mg/ kg kuru madde, buna karşılık endüstriyel atık sulara kontamine olmuş Elbe ve Ren sedimentleri 760 mg / kg kadar Cr içermektedir.

Cr toprakta toplam Cr kritik değeri 79–100 ppm olarak belirlenmiştir. Toprakta Cr alınabilirliği değerliğine göre değişmektedir. Cr<sup>+3</sup> daha az mobil iken, Cr<sup>+4</sup> n mobilitesi ile birlikte toksisitesi de fazladır. Ortamda organik madde bulunduğu ise Cr<sup>+4</sup>, Cr<sup>+3</sup>'e indirgenmektedir. Kandaki aşırı glikozun normal düzeye inmesini sağlar. İçme suları ve besin endüstrisi yoluyla bünyeye alınır. Serpantin içeren topraklarda Cr fazlalığı görülür (46 000 ppm) Bitki bünyesinde ve toprakta immobildir [51].

Yer kabuğunda krom genelde, üç değerlikli formda bulunmaktadır. En önemli krom minerali kromit (FeO.Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 'tir. Ancak PbCrO<sub>4</sub> gibi Cr (VI) bileşikleri de bulunmaktadır.

Krom alınabilirliğin düşük olması bitkilerin krom içeriğinin de düşük olması nedeniyle (genelde 0,1–1 mg Cr / kg kuru madde) açıktır. Toprağa arıtma çamuru uygulanması yoluyla krom uygulanması durumunda arıtma çamurundaki krom alınabilirliğinin düşük olması nedeniyle bitkilerin krom içeriğinde çok az bir artış gözlenmektedir.



Serpantin veya ultrabazik mağmatitlerden oluşan kromca aşırı zengin topraklarda yetişen bitkilerde de 235 mg / kg kuru maddeye kadar yüksek krom içeriği saptanmış [72] .

Sauerbeck [75], bitkilerde toksik etki yapabilecek Cr konsantrasyonunu 1–2 ppm Cr olarak bildirmektedirler.

Pendias ve Pendias [57], bitkiler için kritik Cr konsantrasyonunu 5–30 ppm Cr olarak toprak örneğinde ise 75–100 ppm Cr kriter değeri olarak bulmuşlardır.

Nichol ve Beckett [78] ise bitkilerde %10 düzeyinde verim depresyonu oluşturacak konsantrasyonu 2–18 ppm Cr olarak bildirmektedirler.

Batista ve ark. [70]'nın belirttiğine göre Ardino (1986) Cr miktarını toprakta 2–250 ppm, bitkide 5–20 ppm arasında belirlemişlerdir.

Scheffer ve Schachtschabel [72] bitkiler için normal Cr konsantrasyonunu 0,1–1,0 ppm Cr olarak bildirmektedirler.

Batista ve ark. [70], Cr miktarını toprakta 179–6138 ppm, bitkide 64-591 ppm arasında saptamışlardır.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) bölgesinde yaptıkları çalışmada toprakta 35,8–50,7 ppm arasında değişen Cr içeriğine karşılık bitkilerde 2,0 ppm Cr içeriği belirlemişlerdir

### 2.3.9. Kadmiyum (Cd) Elementi

Kadmiyum hayvanlar ve insanlar için çok düşük, konsantrasyonlarda toksisite gösteren bir elementtir. Karasal kabukta ortalama Cd içeriği 0,10 mg/kg, topraklarda da ( kontamine olmamış ) benzer şekilde genel olarak < 0,5 mg Cd / kg' dır. Ana materyale bağlı olarak daha yüksek Cd içeriği de görülebilir (>3 mg/kg). Kadmiyum kimyasal olarak çinko ile akrabadır ve Zn / Cd oranı kayalarda ( yaklaşık 500 ) ve topraklarda ( yaklaşık 100) oldukça sabittir. Toprakta bu oranın küçük olması toprak oluşumu sürecinde kadmiyumun çinkoya oranla arttığını, Kontamine olmuş topraklarda oldukça yüksek oranda kadmiyuma rastlanır. Japonya'da İtai - İtai

hastalığın ortaya çıktığı bölgede çeltik topraklarında 53 mg Cd / kg saptanmıştır; kadmiyumca zengin Oker'in ( nehir ) teras topraklarında 200 mg. Cd /kg dolaylarında kadmiyum bulunmuştur (yüzyıllar boyu topraklardaki parçalanma olaylarının etkisi). Kadmiyum emisyonu yapan tesislerin yakınında 40 mg Cd /kg; trafiğin yoğun olduğu yolların yakınında 3 mg / kg dolayında kadmiyum ölçülmüştür.

Bitkilerin Cd içeriği genel olarak < 0,5 mg /kg kuru ağırlıktır. Ancak bitki cinsi ve türüne bağlı olarak bu değer büyük değişiklik göstermektedir. Ayrıca Cd içeriği bitkinin değişik organlarına göre de farklılık göstermektedir. Kadmiyum en çok bitkinin yapraklarında, bir miktarda köklerde bulunmaktadır. Sap, meyve ve danelerin Cd içerdiği ise oldukça düşüktür. Bitkilerde bezelye, fasulye, lahana, patates ve sebzelerde genel olarak düşük kadmiyum bulunmasına karşın, kereviz, yeşil lahana, ıspanak ve kıvırcık salatada oldukça yüksek Cd bulunmaktadır. Buğdaygillerden ise buğday ve yulaf danesi, arpa ve çavdara oranla fazla kadmiyum içermektedir. Özellikle orman mantarları genelde yüksek oranda Cd içermektedir (>10 mg Cd /kg kuru ağırlığa kadar).

Çok az ya da hiç kontamine olmamış toprak çözeltisinde Cd içeriği genel olarak g  $\mu\text{g}/\text{l}$  nin altındadır. Çok fazla arıtma çamuru uygulanması durumunda 200  $\mu\text{g} / \text{l}$  kadmiyum ölçülmüştür. Taban suyunda kadmiyum genellikle < 5  $\mu\text{g} / \text{l}$ , çoğunlukla da > 1  $\mu\text{g} / \text{l}$  'dir. Akarsu ve göllerde Cd 0,07 -4,9  $\mu\text{g} / \text{l}$ , deniz suyunda 0,01–1,0  $\mu\text{g} / \text{l}$  olarak ölçülmüştür. İçme suyu için CD sınır değeri 5  $\mu\text{g} \text{Cd} / \text{l}$  'dir.

Kadmiyum konsantrasyonu havada ortalama olarak kaynağa yakın yerde 0,06  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ , ancak yoğun endüstri bölgesinde 0,05  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ 'e kadar çıkmaktadır. Havanın temiz olduğu bölgelerde havada 0,001  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  Cd bulunmaktadır. Bazı büyük şehirlerde günlük ortalama olarak 0,5  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  Cd ölçülmüştür. Yasal olarak havadaki Cd un 24 saatlik ortalamasının 0.04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ün üzerinde olmaması gereklidir. Çalışma (iş) yerindeki maksimum konsantrasyon (MÇK) 0,05  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  olmalıdır. Emisyon Koruma Yasası'na göre uzun süreli Cd emisyonu 5  $\mu\text{g} (\text{m}^2.\text{gün})$  olarak belirlenmiştir. Bu, topraklara, 18,3 gr ( ha .yıl ) gibi oldukça yüksek bir Cd girişi demektir [72].

Cd çevre kirliliğinde önemli payı olan elementtir ve pek çok kaynaktan bulaşır. Diğer elementler yaşam için gerekli olmasına rağmen Cd gibi metaller

biyolojik sistemlerde gereksinimi olmayan zararlı elementlerdir. Kadmiyum, atmosferik depozisyon, fosforlu gübreler ve biyokatı uygulamaları ile toprağa ilave olmaktadır. Yüksek derecede toksik, vücutta tutulma süresi uzun ve toprak- bitki sisteminde yüksek derecede mobil olan kadmiyum çevresel toksikolojide önemle ele alınmaktadır. Genellikle yaprağı yenen sebzelerin Cd kapsamının diğer bitkilerden daha yüksek olduğu bilinmektedir. Değişik bitkilerin yenen kısımlarına Cd akümüilasyonu esas alınarak yapılan sınıflama şu şekildedir.

Atmosferik Cd kırsal alan atmosferinde 0.01 mikrogram/m<sup>3</sup> den az iken kentsel alanda 1 mikrogram/m<sup>3</sup> düzeyindedir. Cd, nişasta içeren bitkilerden ziyade yeşil yapraklı bitkilerde birikmektedir. Sularda Cd, doğal sularda 1 mikrogram/litreden az iken, kirli sularda 100 mikrogram/litreden fazladır. Türkiye sularında Küçük çekmece gölünde Cd miktarı yüksektir. Toprak tipine bağlı olarak Cd alımı etkilenmektedir. Asit reaksiyonlu ve organik topraklarda bitkilerce Cd alımı fazladır. Cd toprakta karbonat ve fosfat anyonları tarafından tutulmakta ve toprak katmanlarında CdCO<sub>3</sub> ve CdPO<sub>4</sub> şeklinde çökmektedir. Fosforlu gübre ve ham fosfatlarda Cd Pek çok hamfosfat 5–100 ppm Cd içermektedir ve bunun %80'i fosforlu gübre üretimi sırasında gübreye geçmektedir. Toprağa en fazla Cd girdisi fosforlu gübreler ve atmosferik çökeltiler yoluyla [51].

Kloke [56], bitkilerde Cd miktarının 0,2–3,0 ppm arasında bulunabileceğini topraklarda ie Cd yönünden kriter değeri 3 ppm açıklamıştır.

Bowen [73], bitkilerde Cd'un 0,1–2,4 ppm arasında olduğunu bildirmektedir.

Hakerlerler ve Höfner [58], gübre fabrikaları çevresindeki zeytin plantasyonu yapraklarında 0,5 ppm Cd belirlemişlerdir.

Pendias ve Pendias [57], topraklar için 0,01–2,00 ppm Cd'u normal sınırlar, 3–8 ppm Cd'u ise kritik değerler olarak bildirmişlerdir

Holmgren ve ark. [79], ABD'de 3305 adet tarım toprağında 0,005–2,4 ppm arasında değişen miktarlarda Cd belirlenmiştir.

Scheffer ve Schachtschabel [72], bitkilerde Cd miktarının 0,5 ppm'in altında olduğunu açıklamaktadırlar.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) bölgesinde yaptıkları çalışmada toprakta 0,90–1,12 ppm arasında değişen Cd içeriğine karşılık bitkilerde 0,28 ppm Cd içeriği belirlemişlerdir.

### 2.3.10. Kurşun (Pb) Elementi

Kurşun, kadmiyum ve civaya oranla çok daha az toksisite göstermektedir. Yer kabuğunun ortalama kurşun içeriği 15 mg / kg dolayındadır, ancak bazı yerlerde bu 70 mg / kg' ı bulabilmektedir. Almanya'da kontamine olmamış topraklar genel olarak 2 -60 mg Pb / kg içermektedir, ender olarak bu değer >100mg / kg olmaktadır. Yüksek kurşun içeriğine özellikle, kurşun bakımından zengin ana materyallerden oluşmuş topraklardan rastlanmaktadır. Örneğin ana materyali kurşunca zengin Norveç topraklarında %2,5 a varan Pb saptanmıştır.

pH 4 – 4,5 un altında spesifik olmayan biçimde adsorbe olan, bitkiye yarayışlı kurşun miktarı artmaktadır ve pH 3 ün altındaki asidik orman topraklarında % 10 a ulaşmaktadır. pH aralığında aynı zamanda humin maddelerinin de bağlanma kapasitesi artmaktadır ve kurşunun önemli bir kısmı O ve A horizonlarında ki organik maddeye bağlanmaktadır (%80 e kadar ). Özellikle pH 4' ün altında mineral bağlantıdan serbest duruma geçen kurşunun bir kısmı bitki tarafından alınır ve bitkisel artıklara O ve A horizonlarında birikim gösterir. Antropijen kaynaklardan gelen kurşunun büyük kısmı da bu horizonlarda organik olarak, az bir kısmı ise oksit bağlarıyla bağlanır. Pancar yaprağında 100 mg / kg kuru maddenin üzerinde Pb içeriği yüksek topraklarda yetişen bitkilerin gövdelerinde (saplarında) 480 mg / kg kuru madde, köklerinde 720 mg / kg madde Pb ölçülmüştür.

Bitkinin içerdği kurşun bakımından, bitki yüzeyi ya da bitki içinde havadan alınan kurşun yoluyla meydana gelen birikim topraktan alınana oranla çok daha önemlidir. Kurşun işleyen kuruluşların yakınlarında, karayolları yakınlarında ve yoğun yerleşim yerlerine yakın bölgelerde bitkilerin kurşun içeriği normal değerlerden birkaç kez fazladır. Bir maden ocağı işletmesine yakın alandaki mera

bitkilerinde normal değer olan 6–9 mg Pb / kg kuru maddeye karşılık 6700 mg Pb /kg kuru madde Pb ölçölmüştür. Bu yörelerde kurşunla ilgili ilk toksik etki yemdeki ortalama 50mg Pb / kg kuru madde günlük Pb dozu nedeniyle meralarda otlayan hayvanlarda görölmektedir. Bu dozun 250 mg Pb / kuru maddenin üzerine çıkması halinde 2–4 haftada akut zehirlenme, 450 mg Pb / kg kuru maddenin üzerine çıkması halinde de ölüme neden olmaktadır.

Alman Sağlık Kurumu tarafından yiyecek maddeleri için yasal olarak belirlenen standart değerleri, yeşil lahana için 2,0 mg Pb / kg taze örnek yaprak sebzeleri için 0,8, gövdesi yenen sebzeler ve meyveler için 0,25 mg Pb / kg taze örnek'tir. Yapılan araştırmalarda yaprağı ve meyvesi yenen sebzelerde %88-90'ında, kök ve gövdesi yenen sebzelerde ve patates ve buğday gibilerin %95–100' ünde belirlenen standart değerlerin altında Pb değerlerine rastlanmıştır.

pH 4–4,5 altında kurşun çözünürlüğü ve buna bağlı olarak alınabilirliği belirgin olarak artmaktadır. Bu nedenle kuvvetli ve çok aşırı asidik orman topraklarında yüksek pH ya sahip tarım topraklarına oranla bitkiler tarafından çok daha fazla kurşun alınmaktadır. Pb ile kontamine olmuş toprakların pH'sının nötre doğru ayarlanmasıyla bitkilerin Pb alımı da azalmaktadır. Yüksek dozda fosfat gübrelemesi de Pb adsorpsiyonunu arttırması ve zor çözünür kurşun fosfat bileşiklerinin meydana gelmesini sonuğlaması nedeniyle Pb yarayışlılığını azaltmakta ve böylece Pb fazlalığının neden olabileceği P eksikliğini önlemektedir. Ayrıca kurşun yarayışlılığını, toprakta mobilize olabilen total kurşun miktarı ve toprakların maddesel birleşimi belirlemektedir. Genel olarak kurşun çok az çözünürlük gösterdiğinden adsorbe olan total kurşun miktarı kadmiyumun aksine kurşun yarayışlılığı açısından çok az önem arz etmektedir. Motorlu araçlar ve endüstriyel emisyonlarla kontamine olmuş çeşitli topraklarda yapılan saksı denemeleri toprak ekstraksiyonunun kurşun içeriği ile bezelyenin kurşun içeriği arasında önemli ilişki olduğunu ortaya koymuştur ( $r=0,91$  ).

Arıtma çamuru Yönetmenliğinde total kurşun için, topraklardaki 100 mg Pb / kg toprak değerinin sınır değer olarak alınması öngörölmüş. Kurşun yarayışlılığının çok az olması ve oldukça düşük toksisite göstermesi nedeniyle bu sınır değerinde pH

>4 olan topraklar için oldukça fazla güvence toleransı vardır. Aşırı asidik orman alanlarında 100mg /kg 'lık Pb içeriği sorun yaratabilir

Toprağın kurşun içeriğinin yüksek olması durumunda bitkide çeşitli klorozlar ve kök ve köküstü organlarda büyüme zararları ortaya çıkar. Ayrıca mikrobiyel aktivite olumsuz olarak etkilenir. Ancak diğer ağır metallere oranla kurşun daha az toksisite göstermektedir.

Besin çözeltisi ile çeşitli bitkilerde yapılan denemeler toksisite başlangıcı için, bitkideki 20–35 mg/kg kuru madde kurşun miktarının kritik değer olduğunu koymuştur. Bazı denemelerde ise oldukça yüksek konsantrasyondaki kurşun alımının fitotoksik bir etkiye yol açmadığı görülmüştür. Çeşitli bitkilerde toksisite başlangıcı için besin çözeltisinde  $5 > 10$  mg Pb / l değerinin sınır değer olduğu ortaya konmuştur [72].

Besin çözeltisindeki kurşun içerdiği mikroorganizma aktivitesi önemli ölçüde etkilemektedir. Mikroorganizmalar için zararlı kurşun içeriğinin de bitkilerde büyümeyi etkileyen kurşun konsantrasyonu ile benzer olduğu ( 1–10 mg Pb / l ) tahmin edilmektedir. Kurşunla birlikte kadmiyum, çinko ve topraklarda ağır metallerin organik materyallerin parçalanmasını önleyen kombine etkileri görülmektedir ve bunun sonucu topraklarda torlaşma (yeşil alanlarda) olmaktadır.

pH 'nın 4 'ten büyük olduğu kontaminasyona uğramamış topraklara (A horizonu) toprak çözeltisindeki kurşun içeriği genelde  $< 10$   $\mu$ g / l, asidik orman topraklarında (pH<4) 16–160  $\mu$ g / l dir. Yerleşim yerlerinde ait kompostlaşmış çöplerin denge çözeltisinde 80–200  $\mu$ g / l kurşun ölçülmüştür. Drenaj suları  $< 10$   $\mu$ g Pb / l taban suyu 1–6  $\mu$ g / l içme suyu 10–30  $\mu$ g / l ( Almanya'da içme suyu için sınır değer 40  $\mu$ g / l ' dir) endüstriyel bölgelerin uzağında yağmur suyu 100  $\mu$ g / l 'ye kadar kurşun içermektedir. Ayrıca akarsular (Almanya'da) 1–50  $\mu$ g / l kıyıya yakın deniz suları (Baltık Denizi) 0,3–0,5  $\mu$ g / l ve okyanus suları 0,02  $\mu$ g / l kurşun içermektedir [72].

Pb immobil haldedir üst katta birikir. Toprakta Pb benzin yanması sonucudur. Pb bulaşmamış toprakta yetişen bitkide 10 ppm iken kirlenmiş toprakta 300 ppm'e

çıkar. Gıda ile alınması gereken sınır değer 600 mikrogram ortam asitleştikçe mobilitesi artar. Kaynaktan çıktıktan sonra kaynağından uzaklaştıkça etkisi azalır [51].

Bowen [73], bitkilerde kurşun miktarının 0,2–10,0 ppm arasında bulunabileceğini saptamışlardır.

Kloke [56], ise topraklarda kurşun kriter değerinin 100 ppm olduğunu bildirmektedirler.

Sauerbeck [75], ise bitkiler için Pb kriter değerinin 10-20ppm arasında olduğunu belirtmiştir.

Hakerlerler ve Höfner [58], gübre fabrikası çevresinden aldıkları zeytin yaprağı örneklerinde 13-88ppm arasında Pb bulunmuşlardır.

Pendias ve Pendias [57], topraklarda Pb değişim sınırının 2–300 ppm arasında bulunduğunu belirlemişlerdir.

Scheffer ve Schachtschabel [72], bitkilerde 0,1–6,0 ppm Pb'un normal olduğunu belirtmişlerdir.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) bölgesinde yaptıkları çalışmada toprakta 23,3–33,7 ppm arasında değişen Pb içeriğine karşılık bitkilerde ppm 8,3 Pb içeriği belirlemişlerdir.

### 2.3.11. Kobalt (Co) Elementi

Kobalt elementinin bitkilerin gelişimleri için gerekli olup olmadığı konusu bilinmemektedir. Toprakta fazla oranda Co bulunduğunda bitkiler üzerine toksik etkisine nadir olarak rastlanmaktadır. Özellikle diğer mutlak gerekli elementlerin etkisini azaltma şeklinde ortaya çıkmaktadır [60].

Co vitamin B12 nin yapısına katılır ve insan ve hayvanlar için gereklidir. Bitkiler atmosferik N'u bağlarken kobalta ihtiyaç duyar. Toprakta şelat oluşturur.

Değişebilir formdadır ve Mn oksite kuvvetle bağlanır. Çamurda iz miktarda bulunur [51].

Köksoy ve Topçu [55], Co içeriğinin magmatik kayalarda 18–200 ppm, sedimanter kayalarda 0,2–50 ppm arasında değiştiğini, bu değerlerin topraklarda 11 ppm, bitkilerde ise 15 ppm olabileceğini belirtmişlerdir (bitkilerde kül ağırlık üzerinden hesaplanmıştır).

Rose ve ark. [3], Co içeriğinin magmatik kayalarda 1–110 ppm, sedimanter kayalarda 0,1–0,3 ppm olduğunu, bu değerlerin topraklarda 10 ppm, bitkilerde ise 5ppm olabileceğini belirtmişlerdir (bitkilerde kül ağırlık üzerinden hesaplanmıştır).

Kloke [56], topraklarda 50 ppm Co değeri bildirmektedir

Peterson ve Girling [80], yerkabuğunda ortalama olarak 23 ppm Co bulunduğu rapor edilmektedir

Pendias ve Pendias [57], topraklar için 25–50 ppm Co kriter değer olarak saptamışlardır.

Nichol ve Beckett [78], bitkilerde %10 verim depresyonuna neden olacak Co konsantrasyonu 4–40 ppm Co olarak bildirmektedirler.

Smith, (1990), serpantin, andezit ve granit kayaları üzerinde oluşmuş İskoç topraklarında sırasıyla 40–200 ppm, 10–20 ppm ve 1–3 ppm sınırlarında Co elementi miktarlarını saptamıştır.

Mengel [80], toprakların 0,2–31 ppm Co içerebileceği bildirilmektedir

Özbek ve ark. [60], Co içeriğinin ultrabazik kayalarda 150 ppm, granitte 4 ppm, kireç taşlarında 2 ppm olduğunu, ana materyalin bileşimine bağlı olarak topraklar da Co içeriğinin 1–40 ppm arasında değiştiğini, bitkilerin ise 0,02–0,5 (kuru ağırlık) ppm arasında değişen değerlerde Co içerdiğini belirtmişlerdir

Alloway [61], topraklardaki Co içeriğinin 0,05–300 ppm gibi geniş bir aralıkta değişim gösterdiğini ve ortalama olarak toprakların 10–15 ppm Co içerdiğini



belirtmiştir. Yazar toprakların Co içeriklerinin toprağı oluşturan ana materyal ile direk ilişkili olduğunu ifade etmiştir ve serpantin, andezit ve granitler üzerinde oluşmuş olan İskoç topraklarında sırası ile 40–200 ppm, 10–20 ppm, 1–3 ppm Co tespit edildiğini ifade etmiştir.

Nagaraju ve Karimulla [37], Andra Pradesh (Hindistan)'de yapmış oldukları çalışmada, topraklarda 6–12 ppm Co içeriğine karşılık, bitkilerde 2–8 ppm Co içeriği saptanmıştır. (bitkilerde kül ağırlık üzerinden hesaplanmıştır).

Varişli vd. (2004)'nin Fındıkpınarı (Mersin) bölgesinde yapmış oldukları çalışmada, topraklardaki 7–90 ppm Co içeriğine karşılık, bitkide 3–24 ppm Co içeriği bulmuşlardır.

Tuna ve ark. [47], Gökova, Yeniköy ve Yatağan (Muğla) bölgesinde yaptıkları çalışmada toprakta 17,6–24,2 ppm arasında değişen Co içeriğine karşılık bitkilerde 2,2 ppm Co içeriği belirlemişlerdir.

### 3. MATERİYAL VE METOD

#### 3.1. MATERİYAL

2006–2007 yaz dönemlerinde örneklemelelerinin yapıldığı bu çalışma kapsamında Kazanlı (Mersin) Bölgesinde 50 istasyondan 19 bitki türü için 130 bitki örnekleme, bitkilerin yetiştiği topraklardan her bitki türü için toprak örnekleme ve bölgede mevcut suların (dere, deniz, sondaj kuyularından yeraltı suyu) su örneklemeleleri sistematik olarak yapılmıştır.

Çalışma kapsamında alınan örnekler laboratuara getirilmiş ve bitki örnekleri her örnekleme için temsil eden sistematik tanımlama amacıyla bitki örneklerinden presleme yapılmıştır.

Laboratuvarda tüm örnekler atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile element analizinin yapılabilmesi için bitki, toprak ve su örnekleri için ayrı ayrı örnek hazırlama yöntemleri ile analize hazırlanmıştır. Bitki örneklerinin analize hazırlanmasında Benton ve Jones [82] ile Dunn [4] tarafından uygulanan yöntem, toprak örnekleri için ise Brooks ve ark. [2] ile Dunn [4] tarafından uygulanan yöntemler kullanılmıştır. Su örneklerinde ise doğrudan okuma yapılmıştır.

Toprak, bitki, su örneklerinde Cr, Ni, Pb, Co, Cd, Cu, Zn, Fe ve Mn için Perkin Elmer 3100 model atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılmıştır.

#### 3.2. METOD

##### 3.2.1. Hazırlık ve Ön Çalışma

Çalışma alanı ve yakın çevresinde daha önce yapılmış olan çalışmalardan yararlanılarak, arazi için gerekli olan 1/25000 ölçekli topografik ve jeolojik harita edilmiştir. Konuyla ilgili Türkiye’de ve Dünyada yayınlanmış olan çeşitli yayınlara kütüphaneler, kurumlar ve internet ortamında ulaşılmıştır.

Arazi çalışmalarına başlamadan önce haritalar üzerinde örnek alım noktaları, gidilmesi gereken bölgelerin belirlenmesi gibi ön hazırlıklar yapılmıştır. 2006 yaz döneminde Kazanlı (Mersin) Bölgesinden sistematik olarak bitki-toprak ve su

örnekleri alınmış, GPS ile örneklerin alındığı koordinatlar 1/25.000 ölçekli jeolojik harita üzerine işlenmiştir. 2007 yılının yaz döneminde de önceki yılın istasyonlarında aynı örnekleme yapılmıştır. Alınan tüm örnekler numaralandırılarak laboratuvarında getirilmiştir. Laboratuvara getirilen bitki örnekleri ilk aşamada her örnekten birer tane preslenerek kurutulup sistematik tanımlamaları yapılmıştır.

### 3.2.2. Bitki Örneklerinin Kimyasal Analize Hazırlanması

Bitki örnekleri Benton ve Jones [82] ile Dunn [4]' a göre kimyasal analize hazırlanmıştır. Bu kapsamda bitki örnekleri yıkanıp saf sudan geçirilerek 80 °C kurutulmuş, kurutulan bitki örnekleri yaprak, dal ve çiçek gibi organlarına ayrılarak 3 g tartılıp porselen krozelerin içinde kül fırınında 50 °C/saat hızla 550 °C'ye kadar getirilmiş ve bu sıcaklıkta 10 saat bekletilmiştir. Elde edilen kül üzerine 5ml derişik HCl eklenerek balon joje içerisinde deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Tüm örneklerde Cr, Ni, Pb, Co, Cd, Cu, Zn, Fe ve Mn element düzeyleri Perkin Emler 3100 model atomik absorbsiyon spektrofotometrisinde (AAS) okunabilecek şekilde örnek hazırlama basamağı tamamlanmıştır.

### 3.2.3. Toprak Örneklerinin Kimyasal Analize Hazırlanması

Toprak örneklerinin element düzeyleri Brooks ve ark. [2] ile Dunn [4] 'dan yararlanılarak yapılmıştır. 80 °C kurutulan toprak örneklerinden 0,1 g tartıldıktan sonra polietilen kaba konulmuş ve üzerine 10 ml derişik HF+HNO<sub>3</sub> (1:1) karışımı eklendikten sonra buharlaştırılmış ve üzerine 7 ml derişik HCl eklenmiş ve buharlaştırma işlemleri tekrarlanmıştır. Elde edilen kalıntı 7ml derişik Cl'de çözüldükten sonra deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Elde edilen bu çözeltilerdeki Cr, Ni, Pb, Co, Cd, Cu, Zn, Fe ve Mn element miktarları Perkin Emler 3100 model atomik absorbsiyon spektrofotometresinde okunmuştur.

### 3.2.4. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Toprak ve bitki örneklerinde Ni, Pb, Co, Cd, Cu, Zn, Fe ve Mn element düzeyleri belirlendikten sonra toprak ve bitki değişkenleri arasındaki ilişki Excel programı kullanılarak incelenmiştir [46].

Deneysel olarak saptanan korelasyon katsayısı değerleri ( $r_{\text{deneysel}}$ ), Schroll [8], tarafından % 95 ve % 99 güvenilirlikle verilen teorik korelasyon katsayısı ( $r_{\text{teorik}}$ ) değeri ile karşılaştırılmıştır. Çizelge 3.1. de örnek sayısına bağlı olarak % 95 ve % 99 güvenilirlikle, teorik olarak olması gereken korelasyon katsayısı değerleri verilmiştir. Bitki ve toprak arasında iyi bir korelasyon olabilmesi için  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$  olması gerekmektedir.

Çizelge 3.1. rnek sayısına ( $n$ ) bağlı olarak olması gereken teorik korelasyon katsayısı ( $r_{\text{teorik}}$ ) değerleri (Schroll [8]).

<b>Teorik korelasyon katsayısı (r)</b>		
<b>Serbestlik de recesi (n–2)</b>	<b>%95 güvenirlikle (P &lt; 0,05)</b>	<b>%99 güvenirlikle (P &lt; 0,01)</b>
1	0,997	1,000
2	0,950	0,990
3	0,878	0,959
4	0,811	0,917
5	0,754	0,874
6	0,707	0,834
7	0,666	0,798
8	0,632	0,765
9	0,602	0,735
10	0,576	0,708
11	0,553	0,684
12	0,532	0,661
13	0,514	0,641
14	0,497	0,623
15	0,482	0,606
16	0,468	0,590
17	0,456	0,575
18	0,444	0,561
19	0,433	0,549
20	0,423	0,537
21	0,413	0,526
22	0,404	0,515
23	0,396	0,505
24	0,388	0,496

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Mersin Kazanlı Bölgesinde yapılan bu çalışma ile bölgede yetişen 19 bitki türünden (*Alhagi camelorum*, *Salsola kali*, *Inula viscosa*, *Vicetoxicum parviflorum*, *Anchusa azurea*, *Verbascum sp.*, *Acacia*, *Melilotus alba*, *Arundo donax*, *Xanthium strumarium*, *Pancreatium maritimum*, *Lythrum salicaria*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Pulicaria dysenterica*, *Salsola ruthenica*, *Juncus acutus*, *Juncus ensifolius*, *Eucalyptus grandis*, *Phragmites australis*), bitkilerin yetiştiği topraklardan ve bölgede mevcut sulardan sistematik olarak örnekler alınmıştır. Alınan örneklerde Cu, Mn, Zn, Fe, Cr, Cd, Pb, Ni ve Co element içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde (AAS) ölçülmüştür. Aşağıda bu elementler için biyojeokimyasal veriler istatistiksel olarak Schroll'a göre [8], tartışılarak çevresel ortam yorumlanmıştır. Bitki örnekleri için sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir.

##### 4.1. Cu İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI

Bu çalışma ile Cu için elde edilen veriler çizelge 4.1 ve 4.2 de özetlenmiş olup, literatürle karşılaştırılması çizelge 4.3'de sunulmuştur.

Kazanlı (Mersin) bölgesinde yapılan bu çalışmada bakır elementi için 19 bitki türünden 3 tür (*Melilotus alba*, *Alhagi camelorum*, *Xanthium strumarium*) bitki ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır.

*Melilotus alba* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Cu konsantrasyonu için 13–63 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Cu konsantrasyonu 9–16 ppm, dalında ise 4–16 ppm değerleri arasında değişmekte, bitkinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 8$ ,  $r = 0,8614$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ), (Şekil 4.1). Bitkinin dalı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 16$ ,  $r = 0,8404$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ), (Şekil 4.2). Verilere göre *Melilotus alba* bitki türünün yaprağı ve dalının Cu için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.1. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan toprak, su ve *Melilotus alba*, *Alhagi camelorum*, *Xanthium strumarium* bitki türlerinin çeşitli organlarındaki (yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Cu konsantrasyonları (ppm)

İst.	Toprak	<i>Melilotus alba</i>		<i>Alhagi camelorum</i>		<i>Xanthium strumarium</i>		
		Yaprak	Dal	Yaprak	Dal	Yaprak	Dal	Su
2a	43,8		7,5			13,5	12,3	2**
2b	37,5					14,6	12,9	2**
3a	50	11,5	14,8			15,2	15,6	
3b	62,5		15,6			16,5	15,8	
4a	43,8			4,4	9			
4b	43,8			6,3	9,6			
5a	31,3			6,5	6,9			4***
5b	43,8			7,3	8,5			
7a	37,5	13,1	8,3	7,5	12,1			7*
7b	37,5	13,1	8,8	7,9	13,5			
9b	31,3						13,8	
10a	18,8			6,3	4,2	10,4	5,2	
10b	18,8			8,8	5,2	10,4	4,8	
11a	25		11,3			13,1	6,5	3*
11b	25					13,8	6,9	
12b	37,5						16,5	
14a	43,8	14,2	13,3	6,3	12,9			
14b	50	16,3	14,4	7,5	11,7			
15a	18,8			8,5	9			3***
15b	25			9,4	10			
16a	31,3	12,5	7,5			12,5	6,3	4***
16b	12,5		7,3			13,5	7,1	
17a	31,3		11					
17b	25		11,7					
18a	18,8	9,6	4,4	8,1	12,7			2***
18b	12,5	8,5	4,8	8,5	13,8			
20a	12,5	9,6	4,8			12,1	7,7	
20b	18,8	9,2	4,4			14,6	8,5	

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği, \* kuyu su örneği, \*\* dere su örneği, \*\*\*deniz su örneği

Çizelge 4.2. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde (bitki türlerinin çeşitli organlarındaki yaprak, dal ve çiçek kuru ağırlık üzerinden) Cu konsantrasyonları (ppm)

İst.	Toprak	<i>Inula viscosa</i>		İst.	Toprak	<i>Vicetoxicum parviflorum</i>	
		Yaprak	Dal			Yaprak	Dal
10a	<b>18,8</b>	14,6	8,8	10a	<b>18,8</b>	8,3	7,3
10b	<b>18,8</b>	13,5	7,9	10b	<b>18,8</b>	10	8,1
11a	<b>25</b>	13,3	11,5	11a	<b>25</b>	28,1	9,6
11b	<b>25</b>	14,4	10,8	11b	<b>25</b>	26,3	9
15a	<b>18,8</b>	12,7	9	15a	<b>18,8</b>	7,5	6,7
15b	<b>25</b>	11	7,5	15b	<b>25</b>	8,1	6
18a	<b>18,8</b>	6,5	5,6	19a	<b>25</b>	5,6	6
18b	<b>12,5</b>	6,7	6	19b	<b>25</b>	7,3	6,9
		<i>Anchusa azurea</i>				<i>Verbascum sp.</i>	
9a	<b>25</b>	7,7	4,6	10a	<b>18,8</b>	7,9	5,2
9b	<b>31,3</b>	6,9	8,3	10b	<b>18,8</b>	4,6	5,4
10a	<b>18,8</b>	5,6	5,4	11a	<b>25</b>	8,5	3,3
10b	<b>18,8</b>	6,5	5,8	11b	<b>25</b>	11,7	7,3
15a	<b>18,8</b>	8,1	5,8	15a	<b>18,8</b>	7,9	4,4
15b	<b>25</b>	9,4	7,5	15b	<b>25</b>	8,5	5,4
		<i>Pulicaria dysenterica</i>				<i>Salsola kali</i>	
2a	<b>43,8</b>	6,3	4,2	İst.	<b>Toprak</b>	Yaprak	Dal
2b	<b>37,5</b>	12,9	9,2	2a	<b>43,8</b>	10	7,3
17a	<b>31,3</b>	9,4	5,8	2b	<b>37,5</b>	12,3	8,3
17b	<b>37,5</b>	9	6,3	3a	<b>50</b>	6,7	9
		<i>Juncus acutus</i>		3b	<b>62,5</b>	8,3	9
1a	<b>62,5</b>	12,5	2,9	4a	<b>43,8</b>	2,9	7,5
1b	<b>62,5</b>	14,6	3,8	4b	<b>50</b>	5	7,9
11a	<b>25</b>	19,8	8,8	5a	<b>31,3</b>	12,9	50
11b	<b>25</b>	17,9	7,3	5b	<b>43,8</b>	12,5	47,9
		<i>Juncus ensifolius</i>		10a	<b>18,8</b>	14,8	9,6
10a	<b>18,8</b>	4,2	7,3	10b	<b>18,8</b>	17,7	10,6
10b	<b>18,8</b>	5,8	9,6	11a	<b>25</b>	8,3	6,7
		<i>Salsola ruthenica</i>		11b	<b>25</b>	10,2	6,9
9a	<b>25</b>	7,3	8,8	16a	<b>31,3</b>	5,8	10,4
9b	<b>31,3</b>	9	7,1	16b	<b>12,5</b>	5,4	11,3
16a	<b>31,3</b>	8,8	5,4				
16b	<b>12,5</b>	11,3	4,8				

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği

Çizelge 4.2.(devamı)

İst.	Toprak	<i>Arundo donax</i>		İst.	Toprak	<i>Acacia</i>	
		Yaprak	Dal			Yaprak	Dal
1a	<b>62,5</b>	1,3	2,5	2a	<b>43,8</b>	6,3	41,5
1b	<b>62,5</b>	1,5	3,1	2b	<b>37,5</b>	6,7	43,8
3b	<b>62,5</b>	2,3	3,8	3a	<b>50</b>	7,7	10,6
5a	<b>31,3</b>	2,3	2,1	3b	<b>62,5</b>	8,1	11,5
5b	<b>43,8</b>	2,5	1,3	4a	<b>43,8</b>	14	20,8
10a	<b>18,8</b>	6	3,8	4b	<b>43,8</b>	14,4	21,3
10b	<b>18,8</b>	5,2	3,5	5a	<b>31,3</b>	14,4	9,8
11a	<b>25</b>	1	2,3	5b	<b>43,8</b>	12,9	9,8
11b	<b>25</b>	1,5	2,1	7a	<b>37,5</b>	6,3	5,2
13a	<b>12,5</b>	1,3	1,7	7b	<b>37,5</b>	6,9	5
13b	<b>18,8</b>	1	1,5	9a	<b>25</b>	11	6,7
14a	<b>43,8</b>	3,8	5,2	9b	<b>31,3</b>	11,5	6,3
14b	<b>50</b>	3,1	4,8	14a	<b>43,8</b>	9	5,6
15a	<b>18,8</b>	2,5	4	14b	<b>50</b>	9,2	6
15b	<b>25</b>	2,3	3,8	54a	<b>43,8</b>	8,3	4,8
16a	<b>31,3</b>	2,3	2,7	54b	<b>56,3</b>	8,5	5
16b	<b>12,5</b>	2,1	2,7	59a	<b>62,5</b>	7,3	4,4
17a	<b>31,3</b>	10,6	13,5	59b	<b>62,5</b>	8,3	5,2
17b	<b>25</b>	10,2	14,2		<i>Panocratium maritimum</i>		
18a	<b>18,8</b>	1,3	1,5	9a	<b>25</b>	7,9	7,7
18b	<b>12,5</b>	1,7	2,1	9b	<b>31,3</b>	9,4	9
21a	<b>31,3</b>	3,8	3,5	10a	<b>18,8</b>	8,5	9,4
21b	<b>31,3</b>	3,1	2,9	10b	<b>18,8</b>	9,6	10,2
22a	<b>25</b>	2,5	3,5	11a	<b>25</b>	10,2	6
22b	<b>37,5</b>	2,7	4	11b	<b>25</b>	11,7	6,7
51a	<b>50</b>	2,9	2,5	13a	<b>12,5</b>	6,9	6,7
51b	<b>56,3</b>	3,1	3,1	13b	<b>18,8</b>	7,5	7,3
57a	<b>37,5</b>	11,3	12,3	18a	<b>18,8</b>	7,5	8,8
57b	<b>75</b>	12,9	13,8	18b	<b>12,5</b>	6,3	7,9
		<i>Lythrum salicaria</i>			<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		
3a	<b>50</b>	15,2	8,5	23a	<b>25</b>	5,6	6,5
3b	<b>62,5</b>	16	9	23b	<b>28</b>	5,6	6,3
10a	<b>18,8</b>	11,5	8,5	49a	<b>43,8</b>	9,6	4,4
10b	<b>18,8</b>	10,2	7,5	49b	<b>31,3</b>	10	4,8
20a	<b>12,5</b>	16	11	54a	<b>25</b>	6,3	4
20b	<b>18,8</b>	19,2	12,1	54b	<b>25</b>	6,7	4,2

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği



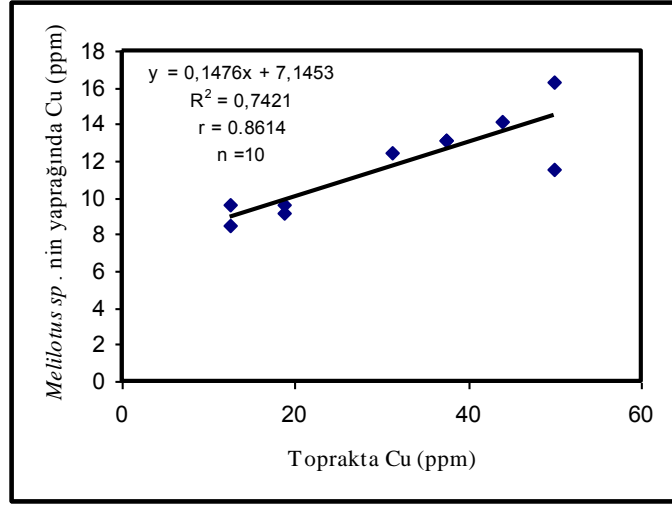
Çizelge 4.2.(devamı)

		<i>Eucalyptus grandis</i>	
İst.	Toprak	Yaprak	Dal/Çiçek
3a	<b>50</b>	5,8	5,4 / 5,6
4a	<b>43,8</b>	6,9	4,6
5a	<b>31,3</b>	4,4	2,5
7a	<b>37,5</b>	8,1	6,5
9a	<b>25</b>	7,1	6 / 6,5
10a	<b>18,8</b>	7,3	4 / 4
11a	<b>25</b>	4,2	2,3
18a	<b>18,8</b>	4,4	3,5
20a	<b>12,5</b>	2,9	
21a	<b>31,3</b>	6,3	5,8 / 6,3
17a	<b>43,8</b>	9,6	4,4
16a	<b>31,3</b>	6,3	4
15a	<b>25</b>	5,6	6,5
13a	<b>25</b>	4,4	6,3 / 5,4
		<i>Phragmites australis</i>	
İst.	Toprak	Yaprak	Dal/Çiçek
2a	<b>43,8</b>	5	-/1,3
2b	<b>37,5</b>	6,3	3,8 / 1,7
4a	<b>43,8</b>	3,1	6,7
4b	<b>43,8</b>	2,7	5,6
7a	<b>37,5</b>	2,9	6 / 1,9
7b	<b>37,5</b>	2,5	5,2 / 2,1
12a	<b>31,3</b>	3,3	5,2 / 1,7
12b	<b>37,5</b>	3,8	4,6 / 1,9
20a	<b>12,5</b>	1,9	1,5 / 1,7
20b	<b>31,3</b>	1,9	1,7 / 1,5
49a	<b>43,8</b>	1,9	2,5 / 3,1
49b	<b>56,3</b>	2,1	2,3 / 3,5
54a	<b>43,8</b>	2,1	3,3
54b	<b>56,3</b>	1,9	2,9

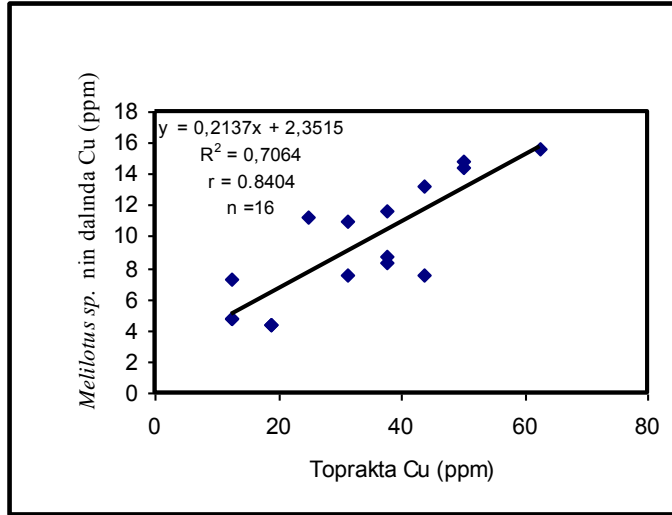
a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği

Çizelge 4.3. Cu İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda (bitki, toprak ve suda ppm olarak) element içerikleri

Kaynak	Literatürde Cu			Bu çalışmada Cu			
	Bitki	Toprak	Su	Belirtgen Bitkiler	Ort. değer	Aralık	
38	6-33	18-2355		<i>Melilotus alba</i> Yaprak	11,8	9-16	
38	4-468 (toksik)	146-5688 (toksik)		Dal	9,4	4-16	
47	15-685 (toksik)	15-6647 (toksik)	0,02 2,6	Toprak		13-63	
48	5,3-17,9 (toksik)			<i>Alhagi camelorum</i> Yaprak	7,4	4-10	
51	20 (en fazla)	2-100	1	Toprak		13-44	
52	5-19			<i>Xanthium strumarium</i> Yaprak	13,3	10-17	
53	1,8-7,5			<i>Xanthium strumarium</i> Dal	9,9	5-17	
54	78 (toksik)			Toprak		13-63	
56		100		Bütün Örnekler İçin	Bitki	8,2	1-50
58	88-313				Toprak	30,9	13-75
59	6,4-9				Su	3,4	2-7
60	4-90	2-40					
61		2-100					
62		100-800					
63	16-780	62-1920					
64	4						
65	34- 386	19-50					
70	7,1-10,9	28-62					
70	64,4-591,5 (toksik)	179-6138 (toksik)					
77	1-25		3-5				
84	2-32 (toksik)	20-50 (toksik)					
85	19,6-25,3 (toksik düzey)						
87	4,69-42,8						
88		16-146					
89	2-38						
90	59,1-290	34					
90		2-250					

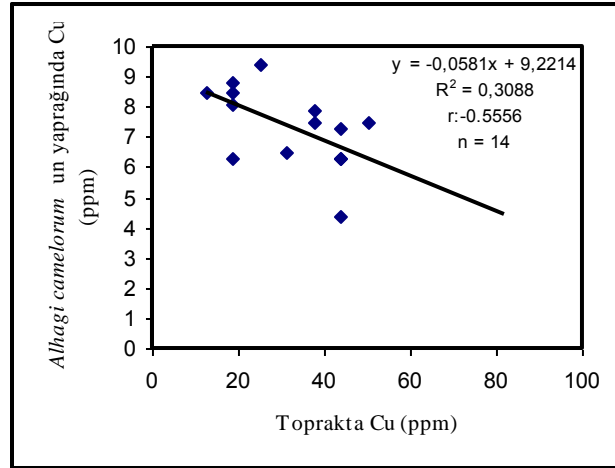


Şekil 4.1. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile *Melilotus alba* bitki türünün yaprağındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki



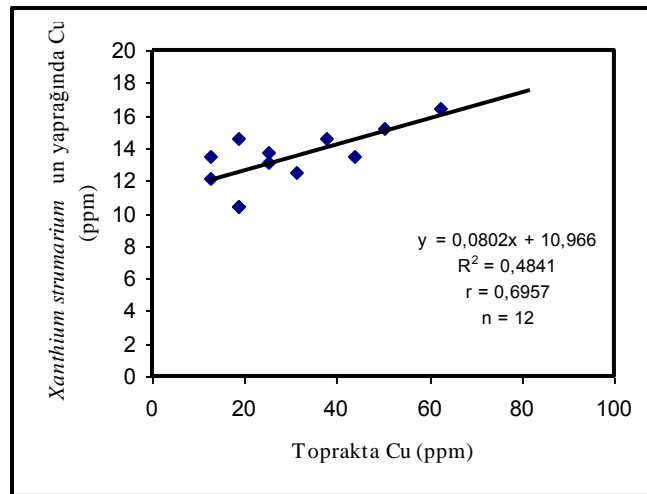
Şekil 4.2. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile *Melilotus alba* bitki türünün dalındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki

*Alhagi camelorum* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Cu konsantrasyonu için 13–44 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Cu konsantrasyonu 4–10 ppm değerleri arasında değişirken bitkinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenirlilikle negatif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 14$ ,  $r = -0,5556$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ), (Şekil 4.3). Buna göre *Alhagi camelorum* bitki türünün yaprağının Cu için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

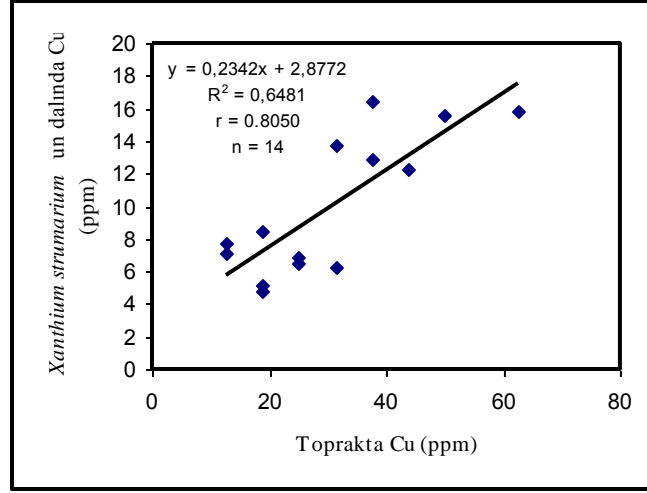


Şekil 4.3. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile *Alhagi camelorum* bitki türünün yaprağındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki

*Xanthium strumarium* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Cu konsantrasyonu için 13–63 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Cu konsantrasyonu 10–17 ppm, dalında ise 5–17 ppm değerleri arasında değişmektedir. Bitkinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 12$ ,  $r = 0,6957$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ), (Şekil 4.4). Bitkinin dalı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 14$ ,  $r = 0,8050$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ) (Şekil 4.5). Buna göre *Xanthium strumarium* bitki türünün yaprağı ve dalının Cu için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.



Şekil 4.4. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile *Xanthium strumarium* bitki türünün yaprağındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki



Şekil 4.5. Topraktaki Cu konsantrasyonu ile *Xanthium strumarium* bitki türünün dalındaki Cu konsantrasyonu arasındaki ilişki

Çevresel ortamın belirlenmesinde çizelge 4.3’de literatür verilerine ve bu çalışma ile belirlenen Cu değerlerine bakıldığında yeraltı sularında Cu seviyelerinin (literatürde 1–5 ppm) normal değerden biraz fazla (2–7 ppm) olduğu, toprak değerlerinin ise (literatürde normalde 1–20 ppm, toksik durumlarda 6646 ppm’e kadar çıkabildiği belirtilmiştir) bu çalışma ile en fazla 75 ppm Cu saptanması (ortalama 30,9 ppm), bölgedeki toprağın Cu açısından çok fazla kirli olmadığı normal değerlerin biraz üzerinde olduğu söylenebilir.

Bitki için ise, literatürde bakırın normalde 1–17 ppm arasında olduğu, 17 ppm den sonra toksik etki yarattığı belirtilmektedir. Çizelge 4.3’e bakıldığında belirtgen bitki olarak seçilen bitkilerde en fazla 17 ppm Cu olduğu ve toksik düzey sınırında olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak bölgenin Cu elementi açısından normal düzeyin üst sınırı veya eşik düzeylerde olduğu anomali değer taşımadığı söylenebilir. Toprakta fazla miktarda Cu olduğunda Cu için belirtgen bitki olarak saptanan *Melilotus alba*, *Alhagi camelorum*, *Xanthium strumarium* bitki türlerinin Cu için belirtgen olacağı, Cu içeren maden yataklarının araştırılmasının yanında topraktaki kirliliğin araştırılmasında kullanılabileceği önerilebilir. Ayrıca bu bitki türlerinin bakırla kirlenmiş toprakların temizlenmesi için ekimi yapılarak kullanılması olasıdır.

## 4.2. Mn İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI

Bu çalışma ile Mn için elde edilen veriler çizelge 4.4 ve 4.5' de özetlenmiş olup, literatürle karşılaştırılması çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Kazanlı (Mersin) bölgesinde yapılan bu çalışmada mangan elementi için 19 bitki türünden 7 tür (*Vicetoxicum parviflorum*, *Melilotus alba*, *Alhagi camelorum*, *Salsola kali*, *Arundo donax*, *Xanthium strumarium*, *Eucalyptus grandis*) bitki ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır.

*Vicetoxicum parviflorum* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Mn konsantrasyonu için 525–1150 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Mn konsantrasyonu 18–72 ppm değerleri arasında değişmektedir. Schroll (1975)'a göre bitkinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 8$ ,  $r = 0,7092$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ), (Şekil 4.6). Buna göre *Vicetoxicum parviflorum* bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Melilotus alba* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Mn konsantrasyonu için 515–1750 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Mn konsantrasyonu 12–58 ppm değerleri arasında değişmektedir. Schroll (1975)'a göre bitkinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 11$ ,  $r = 0,7136$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ), (Şekil 4.7). Buna göre *Melilotus alba* bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.4. Kazanlı (Mersin) bölgesinden alınan toprak, su ve *Vicetoxicum parviflorum*, *Melilotus alba*, *Alhagi camelorum*, *Salsola kali*, *Arundo donax*, *Xanthium strumarium*, *Eucalyptus grandis* bitki türlerinin çeşitli organlarındaki (yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Mn konsantrasyonları (ppm)

İst	Toprak	<i>Vicetoxicum parviflorum</i>		<i>Melilotus alba</i>		<i>Alhagi camelorum</i>		<i>Salsola kali</i>		SU
		Yap.	Dal	Yap.	Dal	Yap.	Dal	Yap.	Dal	
2a	<b>625</b>			26,7	26,7			40,8	8,3	
2b	<b>645</b>				25			25	9	2**
3a	<b>565</b>			31	31			24,8	16,7	2**
3b	<b>700</b>				32			25,7	17	2**
4a	<b>320</b>					39,7	19,5	6	6	
4b	<b>310</b>					40,8	20,7	7,2	8,5	
5a	<b>800</b>					33,3	16,7		7,7	
5b	<b>935</b>					35,7	17,7		8,5	5****
7a	<b>1750</b>				37	30,2	10,7			3****
7b	<b>705</b>				31,7	32,5	11			
10a	<b>805</b>	66,7	49,2			32,5	9,5	34,2	10,2	
10b	<b>1150</b>	59,3	39,8			32,3	9,8	35,8	10,8	
11a	<b>975</b>	69,2	36,7		13,3			31,7	7,2	
11b	<b>840</b>	71,7	39,2		14			28	7,7	2*
12a	<b>1125</b>				25					
12b	<b>1075</b>				23,2					
14a	<b>515</b>			27,5	27,5	43,3	20,8			
14b	<b>550</b>			30,8	30,8	44,3	22			1**
15a	<b>675</b>	58,3	37,7			35	20,8			
15b	<b>750</b>	60,8	38			38,3				2****
16a	<b>600</b>			25	25			26,7	18,3	
16b	<b>675</b>				25,8			30	19,2	4****
17a	<b>565</b>			11,7	11,7					1**
17b	<b>575</b>			11,7	11,7					
18a	<b>625</b>			54,2	54,2	31,7	12			
18b	<b>650</b>			35	35	31,8	13			9****
19a	<b>525</b>	18	6,7							
19b	<b>575</b>	19,3	7,2							
20a	<b>720</b>			58,3	58,3					
20b	<b>675</b>			48,3	48,3					

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği, \* kuyu su örneği, \*\* dere su örneği, \*\*\*deniz su örneği

Çizelge 4.4.(devamı)

İst	Toprak	<i>Arundo donax</i>		<i>Xanthium strumarium</i>		<i>Eucalyptus grandis</i>		
		Yap.	Dal	Yap.	Dal	Yap.	Dal/ Çiçek	SU
1a	<b>745</b>	32,5	28					
1b	<b>745</b>	35	19,2					3**
2a	<b>625</b>			27,5	16,5			
2b	<b>645</b>			28,7	16,3			2**
3a	<b>565</b>			35		35	17/13	2**
3b	<b>700</b>	21,7	19,2	35,8				2**
4a	<b>320</b>					36	11	
5a	<b>800</b>	35	14,7			49	10	
5b	<b>935</b>	35,3	15,8					5****
7a	<b>1750</b>					25	8	3****
9a	<b>113,3</b>			9	24,2	48	71/35	
9b	<b>103,3</b>			9,8	24,5			
10a	<b>805</b>	21,3	21,7	18,8	8,7	34	33/19	
10b	<b>1150</b>	22,2	23,3	19,3				
11a	<b>975</b>	30	24,2		21,3	36	21	
11b	<b>840</b>	31,3	24,2	30	23,2			2*
12a	<b>1125</b>			10,8	26,7			
12b	<b>1075</b>			10,5	24,2			
13a	<b>785</b>	25	8,3			37	19/20	
13b	<b>695</b>	25,7	8,3			28		4*
14a	<b>515</b>		75					
14b	<b>550</b>	50	60					1**
15a	<b>675</b>	33,3	17,2			46	9	
15b	<b>750</b>	35	15,8					2****
16a	<b>600</b>	39,2	30,8		7,7	26	18	
16b	<b>675</b>	37,5	31,2	16,3	7,2			4****
17a	<b>565</b>	40,5	29,3			48	16	1**
17b	<b>575</b>	41	30,8					
18a	<b>625</b>	25	9,2			27	19	
18b	<b>650</b>	24,8	8,8					9****
20a	<b>720</b>			33,3	11,7	44	55	
20b	<b>675</b>			30,8	10,7	25		
21a	<b>675</b>		71,7				16/17	
21b	<b>650</b>		69,2					
22a	<b>335</b>	35,2	17,5					
22b	<b>295</b>		16,3					
51a	<b>665</b>	36,7	29,5					
51b	<b>645</b>	37,2	29,8					
57a	<b>615</b>	40,8	29,5					
57b	<b>685</b>	41,7	30,3					



Çizelge 4.5. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan tüm bitki ve toprak örneklerinde (bitki türlerinin çeşitli organlarındaki yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Mn konsantrasyonları (ppm)

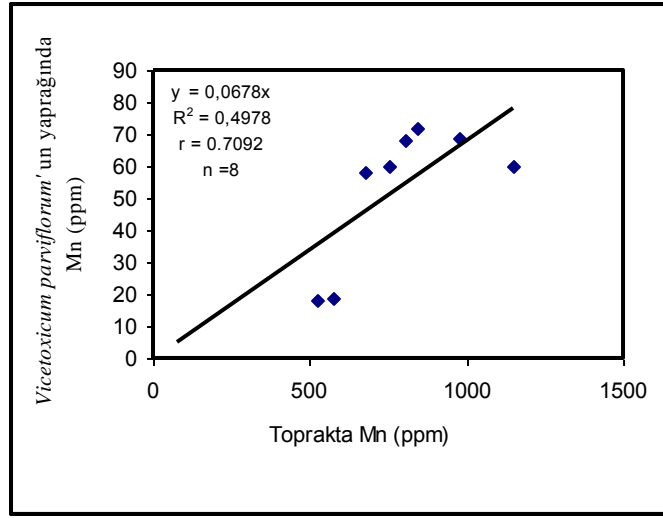
		<i>Anchusa azurea</i>				<i>Verbascum sp.</i>	
İst.	Toprak	Yaprak	Dal	İst.	Toprak	Yaprak	Dal
9a	<b>1295</b>	16,8	8,3	10a	<b>805</b>	15,5	6,5
9b	<b>1150</b>	20,2	10,3	10b	<b>1150</b>	16,8	7
10a	<b>805</b>	9,5	23,7	11a	<b>975</b>	20,3	7,5
10b	<b>1150</b>	9,3	23,5	11b	<b>840</b>	17,2	8,2
15a	<b>675</b>	20,2	10,7	15a	<b>675</b>	16,8	9
15b	<b>750</b>	19,3	11,5	15b	<b>750</b>	16,3	7,7
		<i>Lythrum salicaria</i>				<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
3a	<b>565</b>	52,5	29,8	23a	<b>11,2</b>	34	10,2
3b	<b>700</b>	38,3	24,3	23b	<b>13</b>	30	11
10a	<b>805</b>	18,5	14,7	49a	<b>20,8</b>	25	6,5
10b	<b>1150</b>	20,8	12,5	49b	<b>20</b>	22	7
20a	<b>720</b>	28,8	11,3	54a	<b>25</b>	70,8	19
20b	<b>675</b>	30,2	10,5	54b	<b>24,2</b>	66	24
		<i>Pulicaria dysenterica</i>				<i>Salsola ruthenica</i>	
2a	<b>625</b>	46,7	22,8	9a	<b>1295</b>	13	8,3
2b	<b>645</b>	49,2	24,2	9b	<b>1150</b>	14,2	9,3
17a	<b>565</b>	51,7	18	16a	<b>600</b>	16,3	7,7
17b	<b>575</b>	52,5	20	16b	<b>675</b>	14,7	11,7
		<i>Inula viscosa</i>				<i>Pancreatium maritimum</i>	
10a	<b>805</b>	46,7	19,7	9a	<b>1295</b>	13,2	19,2
10b	<b>1150</b>	45,8	18,5	9b	<b>1150</b>	13,7	19,8
11a	<b>975</b>	65	14,3	10a	<b>805</b>	11,8	5,8
11b	<b>840</b>	61,7	14	10b	<b>1150</b>	13,7	7,2
15a	<b>675</b>	58,3	12,5	11a	<b>975</b>	13,3	6,3
15b	<b>750</b>	51,7	10,8	11b	<b>840</b>	13,2	6,3
18a	<b>625</b>	70,8	28,3	13a	<b>785</b>	14,8	18,3
18b	<b>650</b>	65	30,3	13b	<b>695</b>	15,2	18,2
		<i>Juncus acutus</i>		18a	<b>625</b>	13,3	6,7
1a	<b>745</b>	50,5	110	18b	<b>650</b>	12,7	6,3
1b	<b>745</b>	54,2	75			<i>Juncus ensifolius</i>	
11a	<b>975</b>	53,3	80	10a	<b>805</b>	80	59,2
11b	<b>840</b>	52,5	68,3	10b	<b>1150</b>	75	60,8

Çizelge 4.5.(devamı)

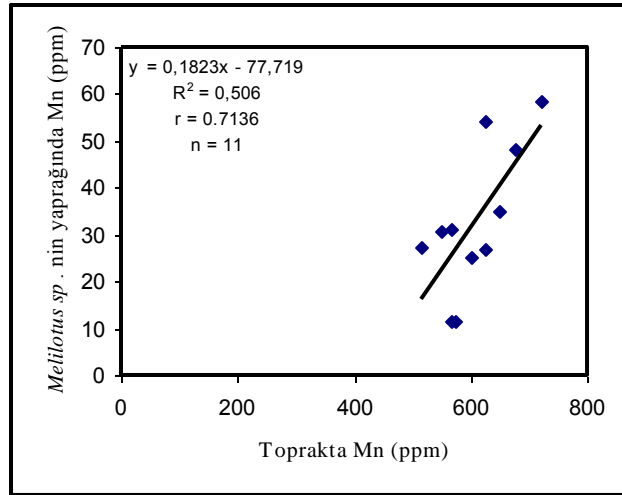
İst	Toprak	<i>Acacia</i>		İst	Toprak	<i>Phragmites australis</i>	
		Yaprak	Dal			Yaprak	Dal / Çiçek
2a	<b>625</b>	10,3	8,8	2a	<b>625</b>	109	-/19,2
2b	<b>645</b>	10,2	8,3	2b	<b>645</b>	105	58 / 20,3
3a	<b>565</b>	22,8	24,2	4a	<b>320</b>	18,2	11,8
3b	<b>700</b>	20,8	22,5	4b	<b>320</b>	17,2	11,3
4a	<b>320</b>	31	7,5	7a	<b>1750</b>	117,5	75 / 29,2
4b	<b>310</b>	32	7,7	7b	<b>705</b>	113,3	70 / 27,5
5a	<b>800</b>	25,3	5	12a	<b>1125</b>	103,3	66,7 / 20,8
5b	<b>935</b>	25,8	5,3	12b	<b>1050</b>	93,3	65 / 18,8
7a	<b>1750</b>	19,7	6,3	20a	<b>720</b>	91,7	100 / 55
7b	<b>705</b>	20	6,5	20b	<b>780</b>	81,7	103,3 / 53
9a	<b>1295</b>	36,5	11	49a	<b>625</b>	175	56,7 / 86,7
9b	<b>1150</b>	39,3	10	49b	<b>600</b>	173,3	53,3 / 81,7
14a	<b>515</b>	31,7	9,8	54a	<b>595</b>	31,2	24
14b	<b>550</b>	31,7	9,3	54b	<b>530</b>	27,5	25,7
54a	<b>595</b>	38	9,3				
54b	<b>560</b>	39,8	12,7				
59a	<b>200</b>	40,8	10,5				
59b	<b>175</b>	44,2	10,7				

Çizelge 4.6. Mn İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda (bitki, toprak ve suda ppm olarak) element içerikleri

Literatürde Mn				Bu çalışmada Mn			
Kaynak	Bitki	Toprak	Su	Belirtgen Bitkiler	Ort. Değer	Aralık	
37	134-1940	141-230		<i>Vicetoxicum parviflorum</i>	Yaprak	29,4	18-72
38	14-94	119-2783			Toprak		525-1150
38	6-164 (toksik)	119-2783 (toksik)		<i>Melilotus alba</i>	Yaprak	35,8	12-58
47	42	487- 544			Toprak		515-1750
48	132-338 160 (toksik)			<i>Alhagi camelorum</i>	Yaprak	15,7	30-44
53	35-58			<i>Alhagi camelorum</i>	Dal	26,3	10-21
54	5-36				Toprak		310-1750
57		1500-3000		<i>Salsola kali</i>	Yaprak	33,3	6-41
67	50-69						320-1150
69	20-500	500-900		<i>Arundo donax</i>	Yaprak	22,5	21-50
70	558- 1211,7	34-400			Toprak		295-1150
70	213- 1233 (toksik)	403-3195 (toksik)		<i>Xanthium strumarium</i>	Yaprak	22,5	9-36
83		50-500	3-5		Dal	17,2	7-27
84	1- 7	20-61 (toksik)			Toprak		565-1150
86	10,5-239	700-810		<i>Eucalyptus grandis</i>	Yaprak	36,3	25-49
87	24,2-169,5				Toprak		19-29
88		286-750		Bütün Örnekler İçin	Bitki	31	5-175
89	5- 81				Toprak	685	10,7-1750
90	48,2-516	767			Su	3,1	1-9
90		20-10 000					

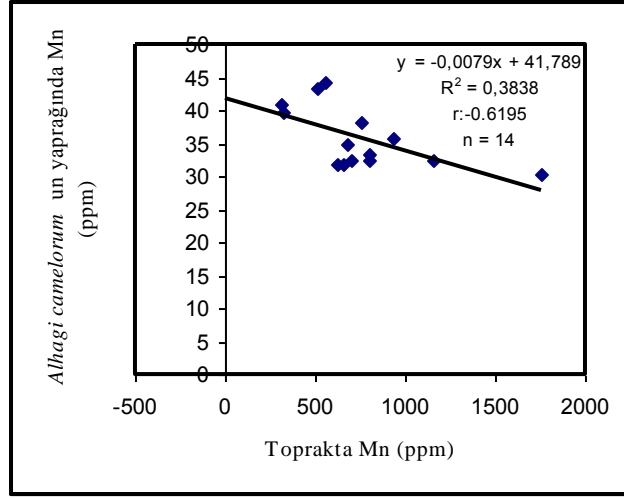


Şekil 4.6. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile *Vicetoxicum parviflorum* bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki

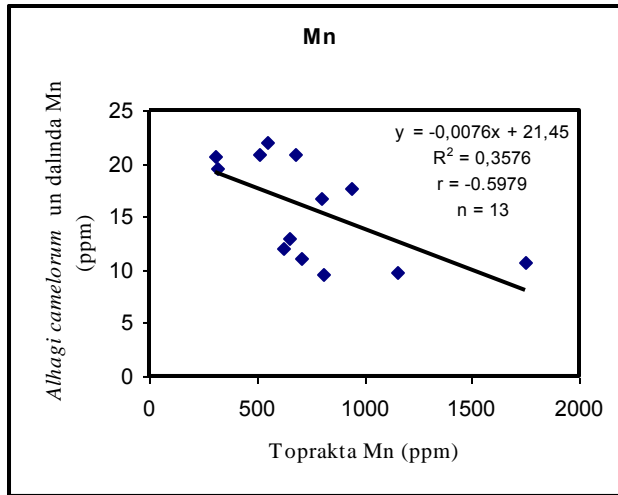


Şekil 4.7. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile *Melilotus alba* bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki

*Alhagi camelorum* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Mn konsantrasyonu için 310–1750 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Mn konsantrasyonu 30–44 ppm, dalında ise 10–21 ppm değerleri arasında değişmektedir. Schroll (1975)'a göre bitkinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 14$ ,  $r = -0,6195$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ), (Şekil 4.8). Bitkinin dalı ile toprak arasında ise Schroll (1975)'a göre %99 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 13$ ,  $r = -0,5979$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ) (Şekil 4.9). Buna göre *Alhagi camelorum* bitki türünün yaprağı ve dalının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

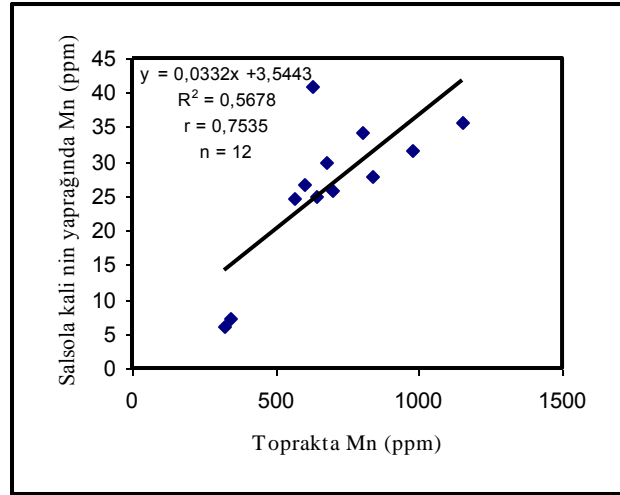


Şekil 4.8. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile *Alhagi camelorum* bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki



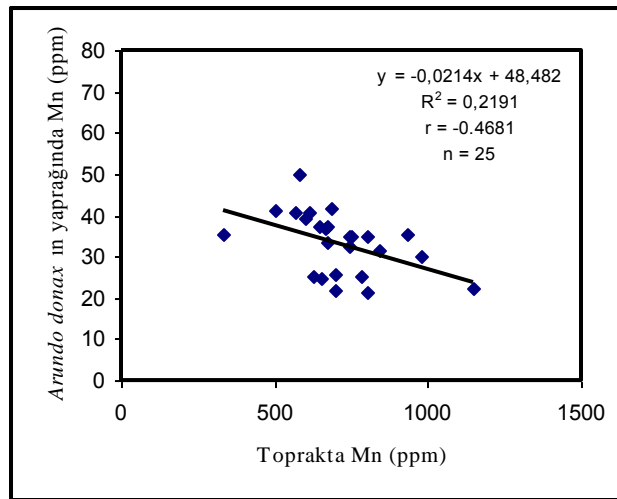
Şekil 4.9. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile *Alhagi camelorum* bitki türünün dalındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki

*Salsola kali* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Mn konsantrasyonu için 320–1150 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Mn konsantrasyonu 6–41 ppm değerleri arasında değişmektedir. Schroll (1975)'a göre bitkinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 12$ ,  $r = 0,7535$ ,  $r_{deneysel} > r_{teorik}$ ,  $P < 0,01$ ), (Şekil 4.10). Buna göre *Salsola kali* bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.



Şekil 4.10. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile *Salsola kali* bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki

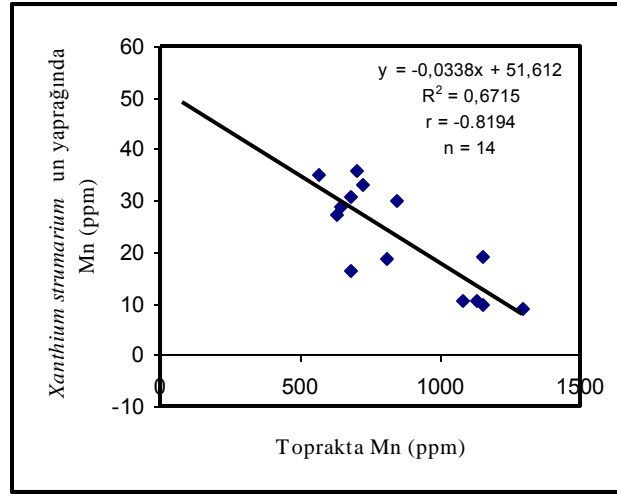
*Arundo donax* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Mn konsantrasyonu için 295–1150 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Mn konsantrasyonu 21–50 ppm değerleri arasında değişmektedir. Schroll (1975)'a göre bitkinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 25$ ,  $r = -0,4681$   $r$  deneysel  $>$   $r$  teorik,  $P < 0,05$ ), (Şekil 4.11). Buna göre *Arundo donax*. bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.



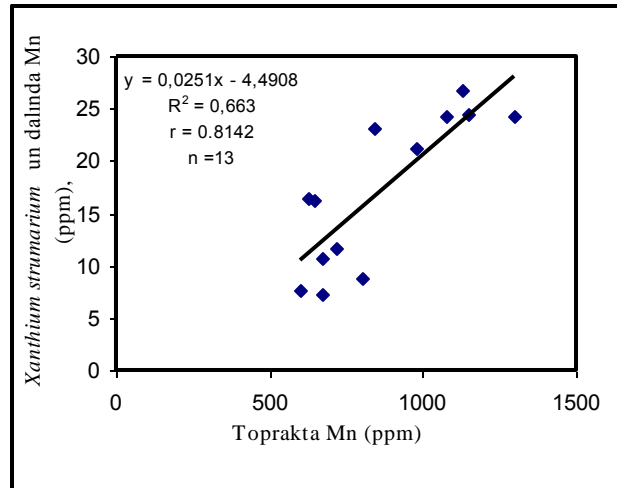
Şekil 4.11. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile *Arundo donax* bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki

*Xanthium strumarium* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Mn konsantrasyonu için 565–1150 ppm arasında değişen değerler

saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Mn konsantrasyonu 9–36 ppm, dalında ise 7–27 ppm değerleri arasında değişmektedir. Schroll (1975)'a göre bitkinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 14$ ,  $r = -0,8194$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ) (Şekil 4.12). Bitkinin dalı ile toprak arasında ise Schroll (1975)'a göre %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 13$ ,  $r = 0,8142$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ) (Şekil 4.13). Buna göre *Xanthium strumarium* bitki türünün yaprağı ve dalının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

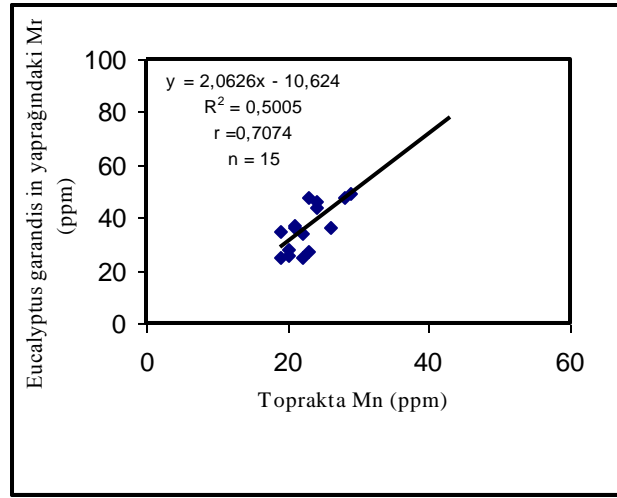


Şekil 4.12. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile *Xanthium strumarium* bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki



Şekil 4.13. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile *Xanthium strumarium* bitki türünün dalındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki

*Eucalyptus grandis* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Mn konsantrasyonu için 19–29 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Mn konsantrasyonu 25–49 ppm değerleri arasında değişmektedir. Schroll (1975)'a göre bitkinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 15$ ,  $r = 0,7074$   $r$  deneysel  $>$   $r$  teorik,  $P < 0,01$ ), (Şekil 4.14). Buna göre *Eucalyptus grandis* bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.



Şekil 4.14. Topraktaki Mn konsantrasyonu ile *Eucalyptus grandis* bitki türünün yaprağındaki Mn konsantrasyonu arasındaki ilişki

Çevresel ortamın belirlenmesinde çizelge 4.6 'da verilen literatür ve bu çalışma ile belirlenen Mn değerlerine bakıldığında yeraltı sularında Mn seviyelerinin (literatürde 3–5 ppm) normal değerden fazla (2–4 ppm) olmadığı, toprak değerlerinin ise (literatürde 20–800 ppm olduğu toksik durumlarda 3.000 ppm ve hatta 10.000 ppm'e kadar çıkabildiği belirtilmiştir) bu çalışma ile toprakta en fazla 1750 ppm Mn saptanması (ortalama 685 ppm), bölgedeki toprağın Mn açısından kirli olmadığı normal değerlerde olduğu söylenebilir.

Bitki için ise, literatürde manganın normalde 2–160 ppm arasında olduğu, 160 ppm den sonra toksik etki yarattığı (bazı durumlarda 1.000 ppm'in üzerine çıkabildiği) belirtilmektedir. Çizelge 4.6'e bakıldığında belirtgen bitki olarak seçilen bitkilerde en fazla 72 ppm Mn olduğu ve bu bitkilerde Mn'nin normal düzeyde olduğu söylenebilir.



Sonuç olarak bölgenin Mn elementi açısından normal düzeylerde olduğu, anomali değer taşımadığı söylenebilir. Toprakta fazla miktarda Mn olduğunda Mn için belirtgen bitki olarak saptanan *Vicetoxicum parviflorum*, *Melilotus alba*, *Alhagi camelorum*, *Salsola kali*, *Arundo donax*, *Xanthium strumarium*, *Eucalyptus grandis* bitki türlerinin Mn için belirtgen olacağı, Mn içeren maden yataklarının araştırılmasının yanında topraktaki kirliliğin araştırılmasında kullanılabileceği önerilebilir. Ayrıca mangan açısından kirlenmiş toprakların temizlenmesinde bu bitki türlerinin ekiminin yapılarak kullanılması olasıdır.

#### 4.3. Zn İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI

Bu çalışma ile Zn için elde edilen veriler çizelge 4.7 ve 4.8’ de özetlenmiş olup, literatürle karşılaştırılması çizelge 4.9’da sunulmuştur.

Kazanlı (Mersin) bölgesinde yapılan bu çalışmada çinko elementi için 3 tür (*Melilotus alba*, *Pancratium maritimum*, , *Arundo donax* ) bitki ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır.

*Melilotus alba* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Zn konsantrasyonu için 565–1750 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Zn konsantrasyonu 86–152 ppm değerleri arasında değişmektedir. Bitkinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır (  $n = 11$ ,  $r = 0,6519$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$  ) (Şekil 4.15 ). Buna göre *Melilotus alba* bitki türünün yaprağının Zn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Pancratium maritimum* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Zn konsantrasyonu için 103–1150 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin dalında Zn konsantrasyonu 63–72 ppm değerleri arasında değişmektedir. Bitkinin dalı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmaktadır (  $n = 8$ ,  $r = -0,7276$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$  ), (Şekil 4 16). Buna göre *Pancratium maritimum* bitki türünün dalının Zn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.7. Kazanlı (Mersin) bölgesinden alınan toprak, su ve *Melilotus alba*, *Panocratium maritimum*, , *Arundo donax* bitki türlerinin çeşitli organlarındaki (yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Zn konsantrasyonları (ppm)

İst.	Toprak	<i>Melilotus alba</i>		<i>Panocratium maritimum</i>		<i>Arundo donax</i>		SU
		Yaprak	Dal	Yaprak	Dal	Yaprak	Dal	
1a	<b>745</b>					18,6	50	11**
1b	<b>745</b>					15,6	71,1	6**
2a	<b>625</b>	97,2	72,2					7**
2b	<b>645</b>	97,2	75					12**
3a	<b>565</b>	115,3	106,1					5**
3b	<b>700</b>	116,7	98,6			34,7	68,3	6**
5a	<b>800</b>					36,1	83,3	11****
5b	<b>935</b>					34,7	82,8	5****
7a	<b>1750</b>	151,7	114,7					28*
7b	<b>705</b>	141,7	101,4					9*
9a	<b>113,3</b>			127,8				
9b	<b>103,3</b>			125	65,3			
10a	<b>805</b>			117,2	68,6	100	77,2	
10b	<b>1150</b>			115,3	65,6	99,4	76,4	
11a	<b>975</b>	98,3	153,9	128,9	64,7	18,1	52,8	10*
11b	<b>840</b>	98,6	141,7	130	65,6	19,2	52,8	
12a	<b>1125</b>	90,3	62,8					
12b	<b>1075</b>	86,1	52,8					
13a	<b>785</b>			118,1	70	26,4	20,3	8*
13b	<b>695</b>			118,1	71,7	27,2	20,8	
14a	<b>515</b>		91,7			66,9	107,2	74**
14b	<b>550</b>		87,5			68,3	106,9	
15a	<b>675</b>					77,8	101,4	13****
16a	<b>320</b>		43,3					
16b	<b>675</b>		48,6			59,7	25	7****
17a	<b>565</b>		126,7			94,4		9**
17b	<b>575</b>		113,9			97,2		6*
18a	<b>625</b>	115,8	103,3	114,2	62,8	27,8	20	7****
18b	<b>208,3</b>		101,4	115,6				
20a	<b>428,3</b>		62,5					
20b	<b>393,3</b>		65,3					
21a	<b>156,7</b>					71,9	109,4	8*
21b	<b>170</b>					73,6	109,4	5*
22a	<b>335</b>					74,2	115,8	7*
22b	<b>295</b>					77,2	106,9	
51a	<b>665</b>					67,5		6**
51b	<b>645</b>					65,3		64*
57a	<b>615</b>					88,9	173,3	20*
57b	<b>685</b>					78,3	154,4	

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği, \* kuyu su örneği, \*\* dere su örneği, \*\*\*deniz su örneği

Çizelge 4.8. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde (bitki türlerinin çeşitli organlarındaki yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Zn konsantrasyonları (ppm)

İst	Toprak	<i>Alhagi camelorum</i>		İst	Toprak	<i>Salsola kali</i>	
		Yaprak	Dal			Yaprak	Dal
4a	<b>103,3</b>	113,9	65,3	2a	<b>90</b>	123,6	79,2
4b	<b>93,3</b>	101,4	66,7	2b	<b>115</b>	91,7	61,1
5a	<b>136,7</b>	191,7	119,4	3a	<b>83,3</b>	61,1	31,9
5b	<b>120</b>	158,3	120,8	3b	<b>135</b>	58,3	33,3
7a	<b>165</b>	130,6	88,1	4a	<b>103,3</b>	41,1	47,5
7b	<b>96,7</b>	133,3	90,6	4b	<b>113,3</b>	35,6	41,9
10a	<b>83,3</b>	165,3	84,7	5a	<b>136,7</b>	55,6	39,4
10b	<b>113,3</b>	143,3	88,9	5b	<b>120</b>	58,3	42,2
14a	<b>158,3</b>	116,7	67,2	10a	<b>83,3</b>	133,9	97,8
14b	<b>146,7</b>	125	71,9	10b	<b>113,3</b>	119,4	100
15a	<b>108,3</b>	141,7	113,9	11a	<b>81,7</b>	119,4	69,4
15b	<b>435</b>	138,3	110	11b	<b>85</b>	113,9	72,2
18a	<b>115</b>	127,8	90,3	16a	<b>320</b>	63,9	29,2
18b	<b>208,3</b>	116,7	86,1	16b	<b>123,3</b>	66,7	31,9
		<i>Inula viscosa</i>				<i>Vicetoxicum parviflorum</i>	
10a	<b>83,3</b>	158,3	93,9	10a	<b>83,3</b>	72,2	103,3
10b	<b>113,3</b>	155,6	84,7	10b	<b>113,3</b>	77,2	108,3
11a	<b>81,7</b>	102,2	38,3	11a	<b>81,7</b>	76,9	101,9
11b	<b>85</b>	87,5	32,2	11b	<b>85</b>	73,6	105,6
15a	<b>108,3</b>	95,8	33,6	15a	<b>108,3</b>	77,8	98,6
15b	<b>435</b>	89,7	30,3	15b	<b>435</b>	80,8	101,4
18a	<b>115</b>	113,1	68,9	19a	<b>168,3</b>	73,3	89,7
18b	<b>208,3</b>	108,1	65,6	19b	<b>175</b>	77,8	97,2
		<i>Anchusa azurea</i>				<i>Verbascum sp.</i>	
9a	<b>113,3</b>	100	60,8	10a	<b>83,3</b>	70,8	72,2
9b	<b>103,3</b>	90,3	58,3	10b	<b>113,3</b>	63,9	58,3
10a	<b>83,3</b>	85,3	45,3	11a	<b>81,7</b>	77,2	29,4
10b	<b>113,3</b>	86,1	47,2	11b	<b>85</b>	72,2	26,4
15a	<b>108,3</b>	71,1	40,8	15a	<b>108,3</b>	77,8	81,1
15b	<b>435</b>	61,1	54,2	15b	<b>435</b>	97,2	71,1
		<i>Salsola ruthenica</i>				<i>Lythrum salicaria</i>	
9a	<b>113,3</b>	129,4	111,1	3a	<b>83,3</b>	55,6	112,5
9b	<b>103,3</b>	113,9	98,6	3b	<b>135</b>	48,6	101,4
16a	<b>320</b>	97,2	104,2	10a	<b>83,3</b>	127,8	109,2
16b	<b>123,3</b>	87,5	98,6	10b	<b>113,3</b>	116,7	103,3
		<i>Pulicaria dysenterica</i>		20a	<b>428,3</b>	161,4	106,9
2a	<b>90</b>	115,3	44,4	20b	<b>393,3</b>	126,4	94,4
2b	<b>115</b>	125	45,8			<i>Juncus ensifolius</i>	
17a	<b>386,7</b>	101,4	38,9	10a	<b>83,3</b>	34,2	58,3
17b	<b>325</b>	90,3	36,7	10b	<b>113,3</b>	38,9	63,3

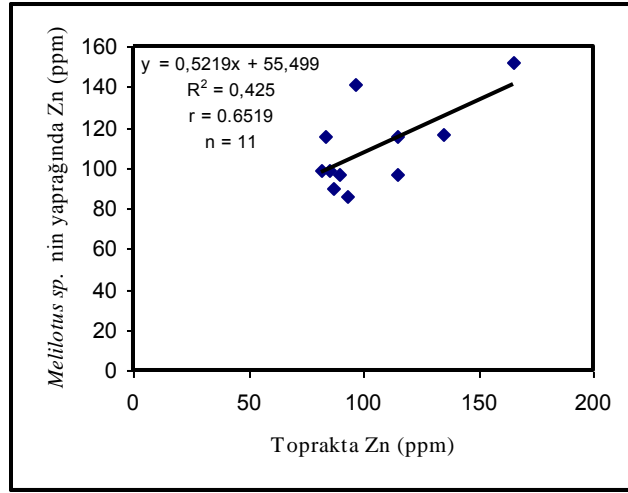
a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği

Çizelge 4.8.(devamı)

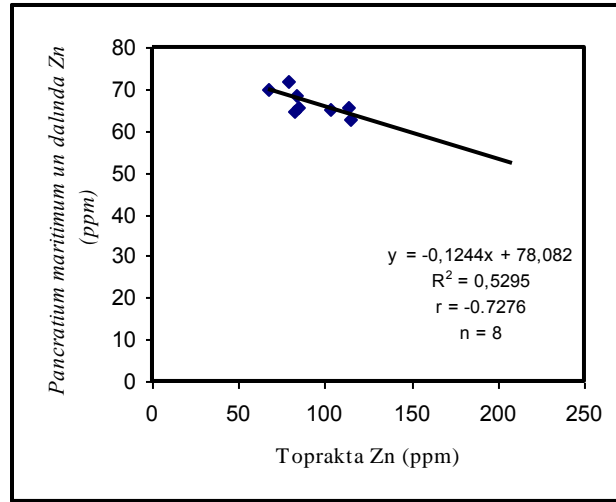
İst.	Toprak	<i>Eucalyptus grandis</i>		İst.	<i>Xanthium strumarium</i>		
		Yaprak	Dal / Çiçek		Toprak	Yaprak	Dal
3a	<b>2,78</b>	12,22	6,39 / 5,83	2a	<b>90</b>	108,3	159,7
4a	<b>3,44</b>	12,06	18,22	2b	<b>115</b>	105,6	151,4
5a	<b>4,56</b>	25	15,06	3a	<b>83,3</b>	101,4	123,6
7a	<b>5,5</b>	20,22	12,94	3b	<b>135</b>	101,4	120,8
9a	<b>3,78</b>	16,39	9,72 / 10,72	9a	<b>113,3</b>	107,5	115
10a	<b>2,78</b>	16,44	13,22/ 12,33	9b	<b>103,3</b>	108,3	116,7
11a	<b>2,83</b>	12,11	10,56	10a	<b>83,3</b>	113,1	108,3
18a	<b>3,83</b>	11,33	6,56	10b	<b>113,3</b>	113,9	106,9
20a	<b>14,28</b>	13,33	8,11	11a	<b>81,7</b>	124,4	90
21a	<b>5,22</b>	15,94	13,22 / 11,39	11b	<b>85</b>	119,4	87,5
17a	<b>3,44</b>	15,5	9,44	12a	<b>86,7</b>	104,2	111,9
16a	<b>3,06</b>	12,5	6,94	12b	<b>93,3</b>	90,3	113,9
15a	<b>5</b>	13,33	8,39	16a	<b>320</b>	113,9	104,2
13a	<b>4,56</b>	12,61	9,33 / 11,11	16b	<b>123,3</b>	113,9	104,2
		<i>Phragmites australis</i>		20a	<b>428,3</b>	103,6	95,8
2a	<b>90</b>	32,2	-/ 13,9	20b	<b>393,3</b>	108,3	97,2
2b	<b>115</b>	32,2	136,1 / 15			<i>Acacia</i>	
4a	<b>103,3</b>	13,3	14,7	İst	<b>Toprak</b>	Yaprak	Dal
4b	<b>103,3</b>	12,8	16,7	2a	<b>90</b>	148,6	68,3
7a	<b>165</b>	36,9	74,4 / 57,2	2b	<b>115</b>	113,9	61,4
7b	<b>96,7</b>	34,7	76,1 / 60	3a	<b>83,3</b>	66,7	135
12a	<b>86,7</b>	33,6	77,8 / 52,8	3b	<b>135</b>	63,9	136,1
12b	<b>108,3</b>	33,9	73,6 / 54,2	4a	<b>103,3</b>	120,8	50
20a	<b>428,3</b>	23,1	115,6 / 58,1	4b	<b>93,3</b>	120,8	52,8
20b	<b>433,3</b>	25	110,6 / 58,3	5a	<b>136,7</b>	127,8	60,8
49a	<b>180</b>	46,1	59,2 / 68,3	5b	<b>120</b>	130,6	61,1
49b	<b>200</b>	45	58,3 / 63,9	7a	<b>165</b>	106,1	55,6
54a	<b>220</b>	59,4	114,2	7b	<b>96,7</b>	108,9	58,3
54b	<b>233,3</b>	61,9	118,1	9a	<b>113,3</b>	96,4	42,5
		<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		9b	<b>103,3</b>	101,7	43,9
23a	<b>4</b>	73,9	42,2	14a	<b>158,3</b>	77,8	37,5
23b	<b>3,8</b>	72	39,2	14b	<b>146,7</b>	82,8	37,5
49a	<b>3,4</b>	87,2	93,6	54a	<b>220</b>	90,3	63,9
49b	<b>3,1</b>	95	95	54b	<b>233,3</b>	94,4	52,8
54a	<b>5</b>	156,7	95	59a	<b>148,3</b>	129,2	47,2
54b	<b>4,6</b>	90	98	59b	<b>150</b>	127,8	49,4
		<i>Juncus acutus</i>					
1a	<b>93,3</b>	87,5	22,2				
1b	<b>93,3</b>	98,6	33,3				
11a	<b>81,7</b>	98,6	38,9				
11b	<b>85</b>	101,4	41,7				

Çizelge 4.9. Zn İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda (bitki, toprak ve suda ppm olarak) element içerikleri

Literatürde Zn			Bu çalışmada Zn			
Kaynak	Bitki	Toprak	Belirtgen Bitkiler		Ort. değer	Aralık
7	18-156 (toksik)	80-5915	<i>Melilotus alba</i>	<b>Yaprak</b>	110	86-152
7	7-896 (toksik)	63-9908 (toksik)		<b>Toprak</b>		565-1750
26	3-1244 (toksik)	5-948	<i>Panocratium maritimum</i>	<b>Dal</b>	67	63-72
46	68-1245 (toksik)	42-171		<b>Toprak</b>		103-1150
47	22	76-87	<i>Arundo donax</i>	<b>Yaprak</b>	59	16-100
48	100		<i>Arundo donax</i>	<b>Dal</b>	81	20-173
51	400 (toksik)	10-300 (toksik)	Bütün Örnekler İçin	<b>Toprak</b>		170-1150
56		300		<b>Bitki</b>	80	11-192
57		70-400		<b>Toprak</b>	113	3-1750
59	59-66			<b>Su</b>	15	5- 64
60	5-100	10-80				
61	25-150 (toksik)	10-300				
64	40					
70	12- 19,8	32- 59				
70	54,4- 177 (toksik)	78-607 (toksik)				
77		5-70 (toksik)				
84	2- 35	77- 1443				
85	119- 272 (toksik)					
87	3,8- 70					
88	58,8- 516 (toksik)					
89	11- 60					
90	138-1197 (toksik)	90				
90		1-900				



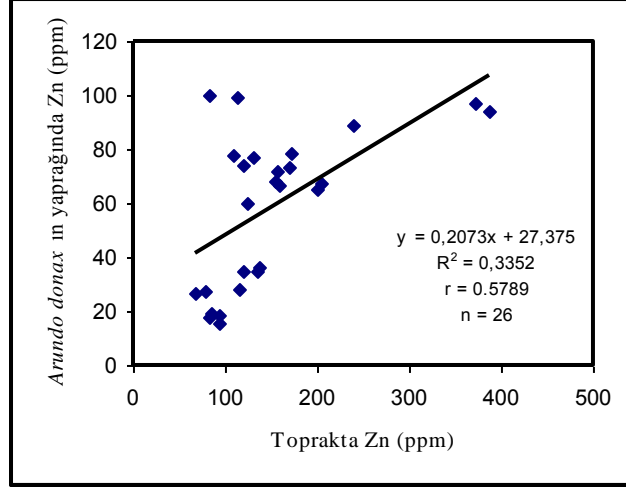
Şekil 4.15. Topraktaki Zn konsantrasyonu ile *Melilotus alba* bitki türünün yaprağındaki Zn konsantrasyonu arasındaki ilişki



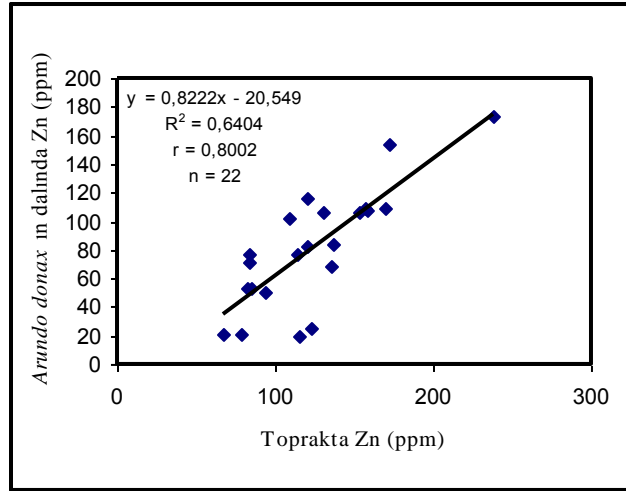
Şekil 4.16. Topraktaki Zn konsantrasyonu ile *Pancratium maritimum* bitki türünün dalındaki Zn konsantrasyonu arasındaki ilişki

*Arundo donax* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Zn konsantrasyonu için 170–1150 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Zn konsantrasyonu 16–100 ppm, dalında ise 20–173 ppm değerleri arasında değişmektedir. Bitkinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır (n = 26, r = 0,5789, r deneysel > r teorik, P<0,01), (Şekil 4.17). Bitkinin dalı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır (n = 22, r = 0,8002, r deneysel > r teorik, P<0,01), (Şekil 4.18). Buna

göre *Arundo donax* bitki türünün yaprağı ve dalının Zn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.



Şekil 4.17. Topraktaki Zn konsantrasyonu ile *Arundo donax* bitki türünün yaprağındaki Zn konsantrasyonu arasındaki ilişki



Şekil 4.18. Topraktaki Zn konsantrasyonu ile *Arundo donax* bitki türünün dalındaki Zn konsantrasyonu arasındaki ilişki

Çevresel ortamın belirlenmesinde çizelge 4.9'da verilen literatür ve bu çalışma ile belirlenen Zn değerlerine bakıldığında yer altı sularında Zn seviyelerinin (literatürde 15 ppm) normal değerden fazla (5–64 ppm) olduğu, toprak değerlerinin ise (literatürde 5–70 ppm olduğu toksik durumlarda 5.645 ppm'e kadar çıkabildiği belirtilmiştir) bu çalışma ile toprakta en fazla 1750 ppm Zn saptanması (ortalama 113 ppm), bölgedeki toprağın Zn açısından kirli olduğu söylenebilir.

Bitki için ise, literatürde çinkonun normalde 2–100 ppm arasında olduğu, 150 ppm den sonra toksik etki yarattığı belirtilmektedir. Çizelge 4.9'a bakıldığında belirtgen bitki olarak seçilen bitkilerde en fazla 173 ppm, ortalama 80 ppm Zn olduğu ve normal düzeyin üzerinde olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak bölgenin Zn elementi açısından normal düzeylerin üzerinde olduğu, anomali değer taşıdığı söylenebilir. *Melilotus alba*, *Pancretium maritimum*, *Arundo donax* bitki türlerinin Zn için belirtgen olacağı, Zn içeren maden yataklarının araştırılmasının yanında topraktaki kirliliğin araştırılmasında kullanılabileceği önerilebilir. Ayrıca bu bitki türlerinin çinko açısından kirlenmiş toprakların temizlenmesi için ekiminin yapılarak kullanılması olasıdır.

#### 4.4. Fe İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI

Bu çalışma ile Fe için elde edilen veriler çizelge 4.10 ve 4.11'de özetlenmiş olup, literatürle karşılaştırılması çizelge 4.12'de sunulmuştur. Kazanlı (Mersin) bölgesinde yapılan bu çalışmada demir elementi için 2 tür (*Arundo donax* ve *Eucalyptus grandis*) bitki ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır.

*Arundo donax* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Fe konsantrasyonu için 375–1667 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Fe konsantrasyonu 38–113 ppm değerleri arasında değişmektedir. Bitkinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 28$ ,  $r = -0,6120$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ) (Şekil 4.19). Buna göre *Arundo donax* bitki türünün yaprağının Fe için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Eucalyptus grandis* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Fe konsantrasyonu için 320-1416 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Fe konsantrasyonu 37–166 ppm değerleri arasında değişmektedir. Bitkinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 15$ ,  $r = 0,6392$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ), (Şekil



4.20). Buna göre *Eucalyptus grandis* bitki türünün yaprağının Fe için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.10. Kazanlı (Mersin ) bölgesinden alınan toprak, su ve *Arundo donax* ve *Eucalyptus grandis* bitki türlerinin çeşitli organlarındaki (yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Fe konsantrasyonları (ppm)

İstasyon	Toprak	<i>Arundo donax</i>		<i>Eucalyptus grandis</i>		SU
		Yaprak	Dal	Yaprak	Dal/ Çiçek	
1a	<b>1375</b>	55	20,8			
1b	<b>1375</b>	52,5	15,8			
3a	<b>565</b>			146	31,7 / 33,3	
3b	<b>1375</b>	37,5	16,7			
4a	<b>320</b>			40	45	
5a	<b>1416,7</b>	55	12,5	137	36,7	5***
5b	<b>1416,7</b>	54,2	11,7			5***
7a	<b>1750</b>			112	45,8	
9a	<b>113,3</b>			163	78,3 / 43,3	
10a	<b>1166,7</b>	75	27,5	135	49,2 / 37,5	
10b	<b>1666,7</b>	79,2	26,7			
11a	<b>1375</b>	55	23,3	93	54,2	6**
11b	<b>1416,7</b>	45,8	19,2			
13a	<b>1166,7</b>	92,5	15,8	134	73,3	
13b	<b>1125</b>	95,8	17,5	79		
14a	<b>1000</b>	97,5	30,8			
14b	<b>916,7</b>	93,3	29,2			
15a	<b>950</b>	103,3	19,2	166	55,8	
15b	<b>1125</b>	100	18,3			
16a	<b>950</b>	98,3	34,2	108	87,5 / 40	6**
16b	<b>950</b>	99,2	35,8			5**
17a	<b>950</b>	56,7	50,8	37	50	
17b	<b>1125</b>	54,2	50,8			
18a	<b>950</b>	98,3	17,5	82	60	
18b	<b>1125</b>	102,5	20,8			
20a	<b>720</b>			81	45	
21a	<b>791,7</b>	88,3	22,5	91	56,7 / 37,5	
21b	<b>950</b>	90	26,7			
22a	<b>375</b>	95	19,2			
22b	<b>416,7</b>	105	21,7			
51a	<b>950</b>	97,5	32,5			
51b	<b>950</b>	113,3	37,5			
57a	<b>950</b>	54,2	53,3			
57b	<b>1283,3</b>	58,3	65,8			

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği, \* kuyu su örneği,\*\* dere su örneği, \*\*\*deniz su örneği

Çizelge 4.11.Kazanlı (Mersin) bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde (bitki türlerinin çeşitli organlarındaki yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Fe konsantrasyonları (ppm)

İst.	Toprak	<i>Alhagi camelorum</i>		İst.	Toprak	<i>Salsola kali</i>	
		Yaprak	Dal			Yaprak	Dal
4a	<b>500</b>	70,8	61,7	2a	<b>38500</b>	112,5	27,5
4b	<b>950</b>	76,7	56,7	2b	<b>40000</b>	105	31,7
5a	<b>1416,7</b>		26,7	3a	<b>28500</b>	130	31,7
5b	<b>1416,7</b>		19,2	3b	<b>41250</b>	117,5	26,7
7a	<b>2916,7</b>		40,8	4a	<b>15000</b>	31,7	24,2
7b	<b>1283,3</b>	85	49,2	4b	<b>18750</b>	30	25,8
10a	<b>1166,7</b>	116,7	60	5a	<b>42500</b>	95,8	75
10b	<b>1583,3</b>	110	56,7	5b	<b>42500</b>	104,2	79,2
14a	<b>750</b>	68,3	63,3	10a	<b>35000</b>	94,2	25
14b	<b>500</b>	62,5	51,7	10b	<b>47500</b>	102,5	30
15a	<b>950</b>		25,8	11a	<b>41250</b>	91,7	23,3
15b	<b>1125</b>		26,7	11b	<b>28500</b>	102,5	26,7
18a	<b>950</b>	89,2	40	16a	<b>28500</b>	137,5	35
18b	<b>1125</b>	97,5	44,2	16b	<b>28500</b>	145,8	38,3
		<i>Inula viscosa</i>				<i>Vicetoxicum parviflorum</i>	
10a	<b>1166,7</b>	225	46,7	10a	<b>1166,7</b>	191,7	63,3
10b	<b>1583,3</b>	210	40	10b	<b>1583,3</b>	155,8	54,2
11a	<b>1375</b>	200	50,8	11a	<b>1375</b>	156,7	66,7
11b	<b>950</b>	196,7	45	11b	<b>950</b>	175	76,7
15a	<b>950</b>	233,3	60	15a	<b>950</b>	155	54,2
15b	<b>1125</b>	1283,3	63,3	15b	<b>1125</b>	163,3	56,7
18a	<b>950</b>	1283,3	146,7	19a	<b>708,3</b>	175	69,2
18b	<b>1125</b>	1125	137,5	19b	<b>950</b>	183,3	51,7
		<i>Anchusa azurea</i>				<i>Verbascum sp.</i>	
9a	<b>2083,3</b>	83,3	45,8	10a	<b>1166,7</b>	133,3	39,2
9b	<b>1416,7</b>	91,7	49,2	10b	<b>1583,3</b>	100	38,3
10a	<b>1166,7</b>	74,2	56,7	11a	<b>1375</b>	169,2	22,5
10b	<b>1583,3</b>	79,2	58,3	11b	<b>950</b>	158,3	27,5
15a	<b>950</b>	77,5	35	15a	<b>950</b>	104,2	33,3
15b	<b>1125</b>	81,7	38,3	15b	<b>1125</b>	109,2	35
		<i>Juncus acutus</i>				<i>Pulicaria dysenterica</i>	
1a	<b>1375</b>	100	33,3	2a	<b>1283,3</b>	175	44,2
1b	<b>1375</b>	66,7	20,8	2b	<b>1333,3</b>	183,3	55
11a	<b>1375</b>	166,7	39,2	17a	<b>950</b>	155	54,2
11b	<b>950</b>	137,5	29,2	17b	<b>950</b>	161,7	52,5

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği,

**Çizelge 4.11.(devamı)**

		<i>Acacia</i>				<i>Melilotus alba</i>	
İst.	Toprak	Yaprak	Dal	İst.	Toprak	Yaprak	Dal
2a	<b>1283,3</b>	35,8	139,2	2a	<b>38500</b>	216,7	58,3
2b	<b>1333,3</b>	40,8	157,5	2b	<b>40000</b>	229,2	62,5
3a	<b>950</b>	119,2	30	3a	<b>28500</b>	220,8	87,5
3b	<b>1333,3</b>	126,7	32,5	3b	<b>41250</b>	233,3	91,7
4a	<b>15000</b>	150	40	7a	<b>87500</b>	158,3	61,7
4b	<b>18750</b>	158,3	40	7b	<b>38500</b>	150	70
5a	<b>42500</b>	81,7	20,8	11a	<b>41250</b>	39,2	139,2
5b	<b>42500</b>	90,8	27,5	11b	<b>38500</b>	45	147,5
7a	<b>87500</b>	120,8	29,2	12a	<b>42500</b>	250	66,7
7b	<b>38500</b>	128,3	37,5	12b	<b>38500</b>	233,3	60
9a	<b>2083,3</b>	213,3	80,8	14a	<b>375000</b>	233,3	91,7
9b	<b>1416,7</b>	232,5	85	14b	<b>150000</b>	158,3	71,7
14a	<b>375000</b>	200	75,8	16a	<b>28500</b>	100	52,5
14b	<b>150000</b>	204,2	79,2	16b	<b>28500</b>	100	49,2
54a	<b>15000</b>	181,7	45,8	17a	<b>28500</b>	154,2	76,7
54b	<b>18750</b>	185	54,2	17b	<b>28500</b>	161,7	80
59a	<b>900</b>	295,8	118,3	18a	<b>28500</b>	583,3	114,2
59b	<b>1200</b>	316,7	119,2	18b	<b>33750</b>	500	120,8
	<i>Panocratium maritimum</i>			20a	<b>28500</b>	291,7	72,5
9a	<b>2083,3</b>	90,8	125	20b	<b>33750</b>	237,5	76,7
9b	<b>1416,7</b>	103,3	130		<i>Xanthium strumarium</i>		
10a	<b>1166,7</b>	59,2	32,5	İst.	<b>Toprak</b>	Yaprak	Dal
10b	<b>1583,3</b>	65,8	35,8	2a	<b>1283,3</b>	120,8	36,7
11a	<b>1375</b>	70,8	20,8	2b	<b>1333,3</b>	116,7	35
11b	<b>950</b>	70,8	21,7	3a	<b>950</b>	91,7	88,3
13a	<b>1166,7</b>	93,3	129,2	3b	<b>1333,3</b>	91,7	79,2
13b	<b>1125</b>	92,5	135	9a	<b>2083,3</b>	27,5	91,7
18a	<b>950</b>	61,7	30	9b	<b>1416,7</b>	35	95,8
18b	<b>1125</b>	65	32,5	10a	<b>1166,7</b>	98,3	22,5
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>			10b	<b>1583,3</b>	100	24,2
23a	<b>416,7</b>	69,2	27,5	11a	<b>1375</b>	67,5	21,7
23b	<b>425</b>	56	26	11b	<b>950</b>	70,8	29,2
49a	<b>833,3</b>	105,8	59,2	12a	<b>1416,7</b>	37,5	100
49b	<b>1666,7</b>	111	63	12b	<b>1283,3</b>	41,7	91,7
54a	<b>625</b>	90,8	42,5	16a	<b>950</b>	90,8	21,7
54b	<b>1000</b>	91,2	48	16b	<b>950</b>	85,8	25
				20a	<b>950</b>	100	29,2
				20b	<b>1125</b>	91,7	34,2

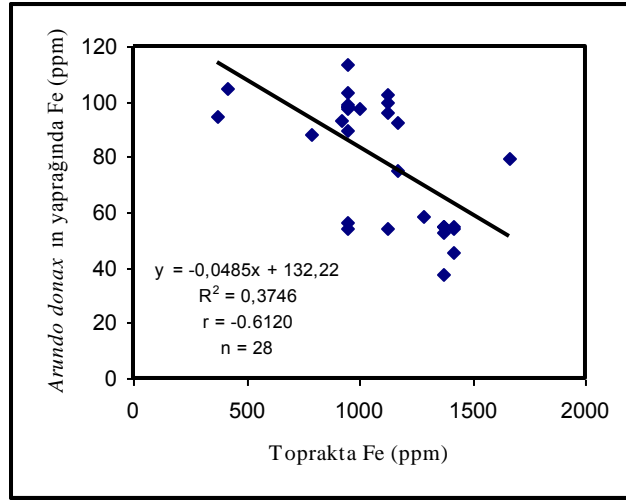
Çizelge 4.11.(devamı)

		<i>Phragmites australis</i>			<i>Lythrum salicaria</i>			
İst.	Toprak	Yaprak	Dal	Çiçek	İst.	Toprak	Yaprak	Dal
2a	<b>9125</b>	87,5		29,2	3a	<b>950</b>	179,2	50
2b	<b>9250</b>	90,8	34,2	32,5	3b	<b>1333,3</b>	191,7	54,2
4a	<b>7875</b>	51,7	21,7		10a	<b>1166,7</b>	133,3	58,3
4b	<b>7875</b>	61,7	20,8		10b	<b>1583,3</b>	158,3	68,3
7a	<b>10250</b>	72,5	32,5	40,8	20a	<b>950</b>	205,8	40,8
7b	<b>9125</b>	74,2	32,5	37,5	20b	<b>1125</b>	175,8	35
12a	<b>9500</b>	66,7	35	44,2	<i>Salsola ruthenica</i>			
12b	<b>9250</b>	65,8	35,8	50	9a	<b>2083,3</b>	79,2	45
20a	<b>8750</b>	41,7	29,2	41,7	9b	<b>1416,7</b>	71,7	37,5
20b	<b>8875</b>	37,5	26,7	45,8	16a	<b>950</b>	109,2	35
49a	<b>9000</b>	95,8	76,7	89,2	16b	<b>950</b>	105	51,7
49b	<b>9000</b>	102,5	79,2	88,3	<i>Juncus ensifolius</i>			
54a	<b>8875</b>	71,7	43,3		10a	<b>1166,7</b>	37,5	56,7
54b	<b>8875</b>	70	49,2		10b	<b>1583,3</b>	46,7	65,8

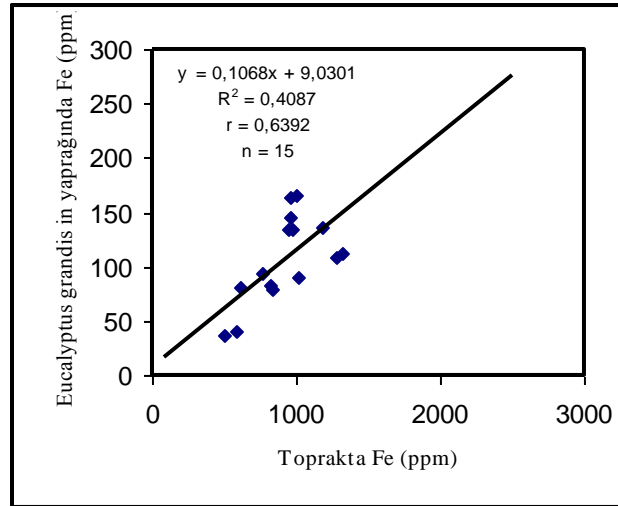
Çizelge 4.12. Fe İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda (bitki, toprak ve suda ppm olarak) element içerikleri

Literatürde Fe				Bu çalışmada Fe			
Kaynak	Bitki	Toprak	Su	Belirtgen Bitkiler	Ort.	Aralık	
7	106–788 (T)	6970–201785		<i>Arundo donax</i>	<b>Yap.</b>	79,5	38–113
7	39–1859 (T)	3594–201785 (T)			<b>Top.</b>		375–1667
47		%1,7- 2,2		<i>Eucalyptus grandis</i>	<b>Yap.</b>	107	37–166
53	99–133				<b>Top.</b>		320–1416
58		%1,93- 4,00		Bütün Örnekler İçin	<b>Bitki</b>	94	11–1283
59	98–267 (T)				<b>Top.</b>	1030	375–375.000
64	70				<b>Su</b>	5,4	5- 6
70	351–969 (T)	28–500					
70	579–4647(T)	23800–47600 (T)					
71		%2,0- 4,2					
72		%0,5- 5,0					
83		300- 1200	60				
84	13- 218 (T)	26353–66815 (T)					
86	50- 1258 (T)	30230–50050					
87	55,5- 859 (T)						
89	120–2200 (T)						
90	492–1257 (T)	91,9 (1.000-100.000)					

(T) = toksik



Şekil 4.19. Topraktaki Fe konsantrasyonu ile *Arundo donax* bitki türünün yaprağındaki Fe konsantrasyonu arasındaki ilişki



Şekil 4.20. Topraktaki Fe konsantrasyonu ile *Eucalyptus grandis* bitki türünün yaprağındaki Fe konsantrasyonu arasındaki ilişki

Çevresel ortamın belirlenmesinde çizelge 4.12'de verilen literatür ve bu çalışma ile belirlenen Fe değerlerine bakıldığında yeraltı sularında Fe seviyelerinin (literatürde 0,3 ppm) normal değerden fazla (5–64 ppm) olduğu, toprak değerlerinin ise (literatürde 300–50.000 ppm) bu çalışma ile toprakta en fazla 375 000 ppm Fe saptanmasına karşın indikatör olarak saptanan bitkilerin topraklarında ise değerlerin en fazla 1667 ppm Fe olarak saptanması ve toprakta ortalama Fe içeriğinin 1030 ppm

olması nedeniyle bölgedeki toprağın Fe açısından normal düzeyde olduğu söylenebilir.

Bitki için ise, literatürde demirin normalde 13–133 ppm arasında olduğu belirtilmektedir. Çizelge 4.12'ye bakıldığında belirtgen bitki olarak seçilen bitkilerde en fazla 166 ppm Fe olduğu ve normal düzeyin üzerinde olduğu söylenebilir. Ancak *Inula viscosa* bitki türünde 1283,3 ppm Fe saptanmasına karşın toprak ve bitki arasında istatistiksel olarak bir ilişki saptanamamıştır.

Sonuç olarak bölgenin Fe elementi açısından normal düzeylerin üzerinde olduğu, anomali değer taşıdığı söylenebilir. Toprakta fazla miktarda Fe olduğunda Fe için belirtgen bitki olarak saptanan *Arundo donax* ve *Eucalyptus grandis* bitki türlerinin Fe için belirtgen olacağı, Fe içeren maden yataklarının araştırılmasının yanında topraktaki kirliliğin araştırılmasında kullanılabileceği önerilebilir. Ayrıca bu bitki türlerinin demirce kirlenmiş toprakların temizlenmesi için ekimi yapılarak kullanılması olasıdır.

#### 4.5. Cr İÇİN BİYOJEOKİMYASAL ANOMALİLERİNİN İNCELENMESİ VE ÇEVRESEL ORTAMIN YORUMLANMASI

Bu çalışma ile Cr için elde edilen veriler çizelge 4.13 ve 4.14'de özetlenmiş olup, literatürle karşılaştırılması çizelge 4.15'de sunulmuştur.

Kazanlı (Mersin) bölgesinde yapılan bu çalışmada krom elementi için sadece *Melilotus alba* bitki türü ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır.

*Melilotus alba* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Cr konsantrasyonu için 100–375 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında Cr konsantrasyonu 2–5 ppm değerleri arasında değişmektedir. Bitkinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 13$ ,  $r = 0,8266$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ), (Şekil 4.21). Buna göre *Melilotus alba* bitki türünün yaprağının Cr için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

Çizelge 4.13. Kazanlı (Mersin) bölgesinden alınan toprak, su ve *Melilotus alba* bitki türünün çeşitli organlarındaki (yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Cr konsantrasyonları (ppm)

İstasyon	Toprak	<i>Melilotus alba</i>		Su
		Yaprak	Dal	
2a	<b>225</b>		3,8	
2b	<b>2300</b>		3,8	
3a	<b>187,5</b>	2,1	2,5	
3b	<b>200</b>	2,5	2,5	
7a	<b>937,5</b>		0	
7b	<b>200</b>	2,1	1,7	
11a	<b>362,5</b>		1,3	1*
11b	<b>250</b>		1,3	
12a	<b>375</b>	5	2,5	
12b	<b>350</b>	3,3	2,5	
14a	<b>100</b>	2,1	2,1	
14b	<b>112,5</b>	1,7	2,1	
16a	<b>187,5</b>	2,1	1,3	
16b	<b>175</b>	2,1	1,7	1***
17a	<b>175</b>		1,3	
17b	<b>162,5</b>		1,3	
18a	<b>162,5</b>	2,5	2,1	
18b	<b>175</b>	2,5	1,7	
20a	<b>225</b>	3,1	0,8	
20b	<b>250</b>	2,1	1,3	

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği, \* kuyu su örneği, \*\* dere su örneği, \*\*\*deniz su örneği

Çizelge 4.14. Kazanlı (Mersin) bölgesinden alınan bitki ve toprak örneklerinde (bitki türlerinin çeşitli organlarındaki yaprak ve dal, kuru ağırlık üzerinden) Cr konsantrasyonları (ppm)

İst.	<i>Alhagi camelorum</i>			İst.	<i>Salsola kali</i>		
	<b>Toprak</b>	Yaprak	Dal		<b>Toprak</b>	Yaprak	Dal
4a	<b>87,5</b>	1,3	0,4	2a	<b>225</b>	9,2	2,1
4b	<b>100</b>	1,7	0,8	2b	<b>2300</b>	4,2	2,1
5a	<b>350</b>	1,3	0,8	3a	<b>187,5</b>	2,5	0,8
5b	<b>250</b>	1,3	0,8	3b	<b>200</b>	0,8	0,8
7a	<b>937,5</b>	0,8	0,4	4a	<b>87,5</b>	0,8	1,3
7b	<b>200</b>	0,8	0,8	4b	<b>112,5</b>	0,8	1,7
10a	<b>237,5</b>	1,7	0,4	5a	<b>350</b>	2,9	2,1
10b	<b>437,5</b>	1,7	0,8	5b	<b>250</b>	3,3	2,1
14a	<b>100</b>	1,3	0,8	10a	<b>237,5</b>	1,3	1,3
14b	<b>112,5</b>	1,3	0,4	10b	<b>437,5</b>	1,3	1,3
15a	<b>175</b>	0,8	0,8	11a	<b>362,5</b>	6,7	3,3
15b	<b>237,5</b>	1,3	1,3	11b	<b>250</b>	5,8	3,3
18a	<b>162,5</b>	1,3	0,8	16a	<b>187,5</b>	3,3	1,3
18b	<b>175</b>	1,3	0,4	16b	<b>175</b>	2,9	1,3
		<i>Inula viscosa</i>			<i>V. parviflorum</i>		
10a	<b>237,5</b>	2,9	1,3	10a	<b>237,5</b>	2,1	2,1
10b	<b>437,5</b>	2,5	1,7	10b	<b>437,5</b>	2,5	2,1
11a	<b>362,5</b>	1,7	0,8	11a	<b>362,5</b>	2,5	0,8
11b	<b>250</b>	1,7	1,3	11b	<b>250</b>	2,5	1,3
15a	<b>175</b>	2,1	1,3	15a	<b>175</b>	1,7	1,3
15b	<b>237,5</b>	2,5	1,7	15b	<b>237,5</b>	2,1	1,7
18a	<b>162,5</b>	4,6	1,3	19a	<b>150</b>	0,8	0,8
18b	<b>175</b>	4,2	2,1	19b	<b>162,5</b>	1,3	1,3
		<i>Anchusa azurea</i>			<i>Verbascum sp.</i>		
9a	<b>625</b>	2,1	1,7	10a	<b>237,5</b>	1,3	0,4
9b	<b>650</b>	2,5	1,7	10b	<b>437,5</b>	1,7	0,8
10a	<b>237,5</b>	1,3	0,4	11a	<b>362,5</b>	1,7	0,8
10b	<b>437,5</b>	1,7	2,1	11b	<b>250</b>	1,7	1,3
15a	<b>175</b>	1,3	0	15a	<b>175</b>	1,3	0,8
15b	<b>237,5</b>	1,3	0,8	15b	<b>237,5</b>	1,3	0,4

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği,



Çizelge 4.14.(devamı)

		<i>Arundo donax</i>				<i>Xanthium strumarium</i>	
İst.	Toprak	Yaprak	Dal	İst.	Toprak	Yaprak	Dal
1a	<b>250</b>	1,7	1,7	2a	<b>225</b>		1,7
1b	<b>250</b>	1,3	0,8	2b	<b>2300</b>		
3b	<b>200</b>	0,8	1,3	3a	<b>187,5</b>	1,3	0,8
5a	<b>350</b>	0,8	0,4	3b	<b>200</b>	1,3	1,3
5b	<b>250</b>	0	0,4	9a	<b>625</b>		0,8
10a	<b>237,5</b>	1,3	1,3	9b	<b>650</b>		1,7
10b	<b>437,5</b>	0,8	0,8	10a	<b>237,5</b>	2,5	1,3
11a	<b>362,5</b>	1,3	1,7	10b	<b>437,5</b>	2,1	
11b	<b>250</b>	0,8	1,3	11a	<b>362,5</b>	1,7	0,4
13a	<b>250</b>	0,4	0,8	11b	<b>250</b>	1,7	1,3
13b	<b>212,5</b>	0	0,8	12a	<b>375</b>	0,8	1,3
14a	<b>100</b>	0,8	0,8	12b	<b>350</b>	1,3	1,7
14b	<b>87,5</b>	0	0,8	16a	<b>187,5</b>	2,1	1,7
15a	<b>175</b>	0	0,4	16b	<b>175</b>	1,7	1,3
15b	<b>237,5</b>	0	0,8	20a	<b>225</b>	1,7	0,4
16a	<b>187,5</b>	0,4	1,3	20b	<b>250</b>	1,3	0,8
		<i>Eucalyptus grandis</i>				<i>Phragmites australis</i>	
İst.	Toprak	Yaprak	Dal Çiçek	İst.	Toprak	Yaprak	Dal Çiçek
3a	<b>6,25</b>	2,5	0,83 / 1,67	2a	<b>225</b>	2,5	-/ 0,8
4a	<b>2,92</b>	0,83	1,67	2b	<b>2300</b>	2,1	0,8 / 0,8
5a	<b>11,67</b>	1,25	1,25	4a	<b>87,5</b>	0,8	0,4
7a	<b>31,25</b>	0,42	0	4b	<b>87,5</b>	0,4	0,8
9a	<b>20,83</b>	0,83	1,25 / 0,83	7a	<b>937,5</b>	0,8	0,8 / 0,8
10a	<b>7,92</b>	1,67	1,25 / 0,83	7b	<b>200</b>	0,8	0,4 / 0,8
11a	<b>8,33</b>	1,67	1,25	12a	<b>375</b>	0,8	0,8 / 0,4
18a	<b>5,42</b>	1,25	1,25	12b	<b>350</b>	0,8	0,8 / 0,4
20a	<b>7,5</b>	1,67	0,83	20a	<b>225</b>	1,3	0,4 / 0,4
21a	<b>5,42</b>	0,83	0,83 / 0,83	20b	<b>237,5</b>	1,3	0,8 / 0,4
17a	<b>5</b>	0,83	0,83	49a	<b>162,5</b>	1,7	1,7 / 0,8
16a	<b>6,25</b>	1,25	1,25	49b	<b>162,5</b>	1,3	1,7 / 0,4
15a	<b>5,83</b>	1,67	0,83	54a	<b>175</b>	0,8	0,8
13a	<b>5,83</b>	0,83	1,25 / 0,83	54b	<b>187,5</b>	0,8	0,8

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği,

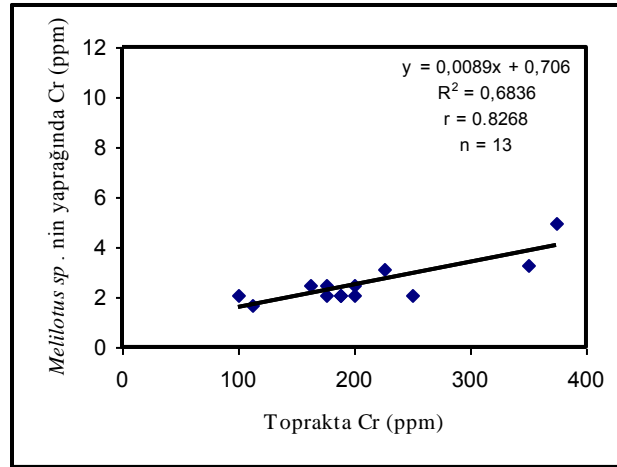
Çizelge 4.14.(devamı)

	<i>Arundo donax</i>			<i>Pancretium maritimum</i>				<i>Acacia</i>			
İst.	Toprak	Yap	Dal	İst	Toprak	Yap	Dal	İst	Toprak	Yap	Dal
16b	<b>175</b>	0,4	0,8					2a	<b>225</b>	0,8	3,3
17a	<b>175</b>	0	0,4	9a	<b>625</b>	1,7	1,3	2b	<b>2300</b>	1,3	2,9
17b	<b>237,5</b>	0	0,8	9b	<b>650</b>	1,3	1,3	3a	<b>187,5</b>	1,7	1,3
18a	<b>162,5</b>	0,8	0,8	10a	<b>237,5</b>	1,7	0,4	3b	<b>200</b>	2,1	1,3
18b	<b>175</b>	0,8	0,8	10b	<b>437,5</b>	1,3	0,8	4a	<b>87,5</b>	1,3	0,4
21a	<b>162,5</b>	0,4	0	11a	<b>362,5</b>	0,8	0	4b	<b>100</b>	1,3	0,8
21b	<b>175</b>	0,8	0	11b	<b>250</b>	0,8	0,4	5a	<b>350</b>	1,3	0,8
22a	<b>75</b>	0	0	13a	<b>250</b>	2,1	1,7	5b	<b>250</b>	1,3	1,3
22b	<b>62,5</b>	0,8	0	13b	<b>212,5</b>	2,5	1,7	7a	<b>937,5</b>	1,3	0
51a	<b>162,5</b>	0,4	1,3	18a	<b>162,5</b>	1,3	1,3	7b	<b>200</b>	1,3	0,8
51b	<b>187,5</b>	0,4	0,8	18b	<b>175</b>	1,3	1,7	9a	<b>625</b>	2,5	1,7
57a	<b>212,5</b>	0	0,4					9b	<b>650</b>	2,1	1,7
57b	<b>150</b>	0	0,8					14a	<b>100</b>	3,3	2,5
	<i>Lythrum salicaria</i>			<i>Eucalyptus camaldulensis</i>				14b	<b>112,5</b>	3,3	1,7
3a	<b>187,5</b>	1,7	0,8	23a	<b>2,5</b>	0,8	0,4	54a	<b>175</b>	2,1	0,8
3b	<b>200</b>	2,1	0,4	23b	<b>3,2</b>	1	0,6	54b	<b>150</b>	1,7	0,8
10a	<b>237,5</b>	1,7	0,8	49a	<b>5</b>	1,3	1,3	59a	<b>50</b>	3,3	0,8
10b	<b>437,5</b>	1,7	1,3	49b	<b>6,3</b>	1,4	1,3	59b	<b>62,5</b>	2,9	1,3
20a	<b>225</b>	1,3	0,4	54a	<b>5,8</b>	1,3	1,3		<i>Juncus acutus</i>		
20b	<b>250</b>	1,3	0,8	54b	<b>5,8</b>	0,9	1	1a	<b>250</b>	5,4	1,7
	<i>Pulicaria dysenterica</i>			<i>Salsola ruthenica</i>				1b	<b>250</b>	4,6	2,1
2a	<b>225</b>	9,6	2,1	9a	<b>625</b>	1,3	1,3	11a	<b>362,5</b>	3,3	0,4
2b	<b>2300</b>	13,3	5	9b	<b>650</b>	1,7	2,1	11b	<b>250</b>	2,9	0,8
17a	<b>175</b>	8,3	5	16a	<b>187,5</b>	1,3	0,8		<i>Juncus ensifolius</i>		
17b	<b>162,5</b>	9,6	7,5	16b	<b>175</b>	1,7	1,3	10a	<b>237,5</b>	1,3	2,1
								10b	<b>437,5</b>	2,1	2,5

a = 2006 yılı örneği, b = 2007 yılı örneği,

Çizelge 4.15. Cr İçin literatürden ve çalışmadan elde edilen çeşitli ortamlarda (bitki, toprak ve suda ppm olarak) element içerikleri

Literatürde Cr				Bu çalışmada Cr			
Kaynak	Bitki	Toprak	Su	Belirtgen Bitkiler	Ort. değer	Aralık	
47	2	36-51		<i>Melilotus alba</i> Yaprak	2,6	2,1-3,3	
51	79-100 (toksik)				Toprak	100-375	
57	5-30	75-100					
70	5-20	2-250		Bütün Örnekler İçin	Bitki	1,6	0,4-13,3
72	0,1-1	235			Toprak	300	2,5-2300
75	1-2				Su	1	1-1
83	1-8 (toksik)		1-2				
85	7,2	6,9					
87	0,3-5,62						
88		23,9-95,4					
89	0,1-4,4						
90		5-1500					



Şekil 4.21. Topraktaki Cr konsantrasyonu ile *Melilotus alba* bitki türünün yaprağındaki Cr konsantrasyonu arasındaki ilişki

Çevresel ortamın belirlenmesinde çizelge 4.15'de verilen literatür ve bu çalışma ile belirlenen Cr değerlerine bakıldığında yer altı sularında Cr seviyelerinin (literatürde 1-2 ppm) normal değerden fazla (1 ppm) olmadığı, toprak değerlerinin ise (literatürde 75-100 ppm) bu çalışma ile toprakta en fazla 2300 ppm Cr

saptanması (ortalama 300 ppm) bölgedeki toprağın Cr açısından normal düzeyin üzerinde olduğu söylenebilir.

Bitki için ise, literatürde kromun normalde 5–20 ppm arasında olduğu belirtilmektedir. Çizelge 4.13'e bakıldığında belirtgen bitki olarak seçilen bitkilerde en fazla 3–4 ppm Cr olduğu ve normal düzeyde olduğu söylenebilir. Toprakta anaomali düzeyde olmasına rağmen bu düzeyin bitkiye geçmediği açıktır. Literatürde bitkiler tarafından kromun alınımının zor olduğu belirtilmektedir [60, 78].

Sonuç olarak bölge topraklarının Cr elementi açısından normal düzeyin üzerinde olduğu, anomali değer taşıdığı söylenebilir. Toprakta fazla miktarda Cr olduğunda Cr için belirtgen bitki olarak saptanan *Melilotus alba* bitki türünün Cr için belirtgen olabileceği, biyojeokimyasal prospeksiyonda kullanılabileceği gibi Cr için topraktaki kirliliğin araştırılmasında kullanılabileceği söylenebilir.

#### 4.6. BELİRTGEN OLARAK SAPTANAN BİTKİ TÜRLERİNİN TOPRAKTAKİ DİĞER ELEMENTLERLE İLİŞKİSİ

Cu, Mn, Zn, Fe ve Cr elementleri için saptanan belirtgen bitkilerin belirttiği element düzeylerinin toprakta bulunan diğer elementlerle (Cu, Mn, Zn, Fe, Cr, Cd, Pb, Ni ve Co) olan ilişkileri incelenmiştir (Çizelge 4.16).

Bakır için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Melilotus alba* bitkisinin yaprağının içerdiği Cu ile toprakta bulunan Zn derişimi arasında %95 güvenilirlikle pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır ( $r = 0,7142$ ,  $n=8$ ). Toprakta Zn elementinin bulunduğu durumlarda *Melilotus alba* bitkisi Cu elementini bünyesine doğrusal olarak alabilmektedir. Bu bitki türünün bakırı bünyesine almasında topraktaki çinkonun belirleyici bir etkisi olduğu söylenebilir.

Bakır için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Xanthium strumarium* bitkisinin dalının içerdiği Cu ile toprakta bulunan Ni derişimi arasında %99 güvenilirlikle pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır ( $r = 0,7033$ ,  $n=14$ ). Toprakta Ni elementinin bulunduğu durumlarda *Melilotus alba* bitkisi Cu elementini bünyesine doğrusal olarak alabilmektedir. Bu bitki türünün bakırı bünyesine almasında topraktaki nikelin belirleyici bir etkisi olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.16. Belirtgen bitki olarak saptanan bitki türlerinin topraktaki diğer elementlerle (Cu, Mn, Zn, Fe, Cr, Cd, Pb, Ni ve Co) olan ilişkisi

Belirtgen Bitkide Cu		Toprakta Element								
		Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Cr	Cd	Pb	Co
<i>Melilotus alba</i>	Yaprak	ÇÖ	ÖD	Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Melilotus alba</i>	Dal	ÇÖ	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Alhagi camelorum</i>	Yaprak	-Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Xanthium strumarium</i>	Yaprak	Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Xanthium strumarium</i>	Dal	ÇÖ	ÖD	ÖD	ÖD	ÇÖ	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Belirtgen Bitkide Mn		Toprakta Element								
		Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Cr	Cd	Pb	Co
<i>Vicetoxicum parviflorum</i>	Yaprak	ÖD	Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Melilotus alba</i>	Yaprak	ÖD	Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Alhagi camelorum</i>	Yaprak	ÇÖ	-Ö	ÖD	-Ö	ÖD	-Ö	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Alhagi camelorum</i>	Dal	Ö	-ÇÖ	ÖD	-Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Xanthium strumarium</i>	Yaprak	ÖD	-ÇÖ	ÖD	-Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Xanthium strumarium</i>	Dal	ÖD	ÇÖ	ÖD	Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Salsola kali</i>	Yaprak	ÖD	ÇÖ	ÖD	ÇÖ	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Eucalyptus grandis</i>	Yaprak	ÖD	ÇÖ	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Arundo donax</i>	Yaprak	ÖD	-Ö	Ö	ÖD	ÖD	-Ö	ÖD	ÖD	ÖD
Belirtgen Bitkide Zn		Toprakta Element								
		Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Cr	Cd	Pb	Co
<i>Melilotus alba</i>	Yaprak	ÖD	ÖD	Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Pancreatum maritimum</i>	Dal	ÖD	ÖD	-Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Arundo donax</i>	Yaprak	ÖD	ÖD	ÇÖ	-Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Arundo donax</i>	Dal	Ö	ÖD	ÇÖ	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Belirtgen Bitkide Fe		Toprakta Element								
		Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Cr	Cd	Pb	Co
<i>Eucalyptus grandis</i>	Yaprak	ÖD	ÖD	ÖD	Ö	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
<i>Arundo donax</i>	Yaprak	ÖD	-Ö	ÖD	-ÇÖ	-ÇÖ	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Belirtgen Bitkide Cr		Toprakta Element								
		Cu	Mn	Zn	Fe	Ni	Cr	Cd	Pb	Co
<i>Melilotus alba</i>	Yaprak	ÖD	ÇÖ	ÖD	ÖD	Ö	ÇÖ	ÖD	ÖD	ÖD

ÇÖ: Çok önemli (>%99 güvenilirlikle, P<0,01), -ÇÖ: Negatif ilişki çok Önemli (>%99 güvenilirlikle, P<0,01), Ö:Önemli (>%95 güvenilirlikle, P<0,05), -Ö: Negatif ilişki önemli (>%95 güvenilirlikle, P<0,05), ÖD: Önemli değil (<%95 güvenilirlikle, P>0,05)

Mangan için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Alhagi camelorum* bitkisinin yaprağı ile toptaktaki Mn arasında negatif yönde bir ilişki olduğu, toprakta bulunan Cu derişimi ile arasında %99 güvenilirlikle pozitif yönde bir ilişki ( $r = 0,6744$ ,  $n=14$ ) bulunurken, toprakta bulunan Fe derişimi ile arasında %95 güvenilirlikle negatif yönde bir ilişki ( $r = -0,6606$ ,  $n=14$ ) ve toprakta bulunan Cr derişimi ile ise arasında %95 güvenilirlikle negatif yönde bir ilişki ( $r = -0,5679$ ,  $n=14$ ) bulunmaktadır. Toprakta azalan Fe ve Cr derişimine karşı *Alhagi camelorum* bitkisi bünyesine manganı azalan yönde alırken, toprakta artan Cu derişimi ile bitki mangan elementini bünyesine doğrusal olarak negatif yönde almaktadır.

Mangan için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Alhagi camelorum* bitkisinin dalının içerdiği Mn ile toprakta bulunan Cu derişimi arasında %95 güvenilirlikle pozitif yönde bir ilişki ( $r = 0,5891$ ,  $n=13$ ) bulunurken, toprakta bulunan Fe derişimi ile arasında %95 güvenilirlikle negatif yönde bir ilişki ( $r = -0,5937$ ,  $n=13$ ) bulunmaktadır. Toprakta artan Fe derişimine karşı *Alhagi camelorum* bitkisi bünyesine manganı pozitif yönde alırken, toprakta artan Cu derişimi ile bitki mangan elementini bünyesine doğrusal olarak almaktadır.

Mangan için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Xanthium strumarium* bitkisinin yaprağının içerdiği Mn ile toprakta bulunan Fe derişimi ile arasında %95 güvenilirlikle negatif yönde bir ilişki ( $r = -0,5675$ ,  $n=14$ ) bulunmaktadır. Toprakta artan Fe derişimine karşı *Xanthium strumarium* bitkisi bünyesine manganı tersi oranda almaktadır.

Mangan için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Xanthium strumarium* bitkisinin dalının içerdiği Mn ile toprakta bulunan Fe derişimi ile arasında %95 güvenilirlikle pozitif yönde bir ilişki ( $r = -0,5675$ ,  $n=14$ ) bulunmaktadır. Toprakta artan Fe derişimine karşı *Xanthium strumarium* bitkisi (dalında) bünyesine manganı doğrusal olarak almaktadır.

*Xanthium strumarium* bitki türünün yaprağındaki mangan ile topraktaki Mn arasında negatif bir ilişki varken dalında pozitif bir ilişki gözlenmektedir. Aynı şekilde yaprağındaki Mn ile topraktaki Fe arasında pozitif bir ilişki ( $r = -0,5675$ ,  $n=14$ ) gözlenirken, dalındaki Mn ile toprağındaki Fe arasında negatif bir ilişki ( $r = -0,5675$ ,  $n=14$ ) gözlenmiştir.

Mangan için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Salsola kali* bitkisinin yaprağının içerdiği Mn ile toprakta bulunan Fe derişimi arasında %99 güvenilirlikle doğrusal bir ilişki ( $r = 0,7945$ ,  $n=12$ ) bulunmaktadır. Toprakta artan Fe derişimine karşı *Salsola kali* bitkisi bünyesine manganı pozitif yönde doğrusal olarak almaktadır.

Mangan için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Arundo donax* bitkisinin yaprağının içerdiği Mn ile toprakta bulunan Zn derişimi arasında %95 güvenilirlikle pozitif yönde bir ilişki ( $r = 0,4684$ ,  $n=25$ ) bulunurken, toprakta bulunan Cr derişimi ile arasında %95 güvenilirlikle negatif yönde bir ilişki ( $r = -0,4249$ ,  $n=25$ ) bulunmaktadır. Toprakta artan Zn derişimine karşı *Arundo donax* bitkisi bünyesine manganı doğrusal olarak alırken, toprakta artan Cr derişimi ile bitkinin içerdiği Mn arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır.

Çinko için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Arundo donax* bitkisinin yaprağının içerdiği Zn ile toprakta bulunan Fe derişimi arasında %95 güvenilirlikle negatif yönde bir ilişki ( $r = -0,3895$ ,  $n=26$ ) bulunmaktadır. Toprakta artan Fe derişimine karşı *Arundo donax* bünyesindeki çinko derişimi arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır.

Çinko için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Arundo donax* bitkisinin dalmın içerdiği Zn ile toprakta bulunan Cu derişimi arasında %95 güvenilirlikle doğrusal bir ilişki ( $r = 0,4286$ ,  $n=26$ ) bulunmaktadır. Toprakta artan Cu derişimine karşı *Arundo donax* bitkisi bünyesine çinkoyu pozitif yönde doğrusal olarak almaktadır.

Demir için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Arundo donax* bitkisinin yaprağının içerdiği Fe ile toprakta bulunan Mn derişimi arasında %95 güvenilirlikle negatif yönde bir ilişki ( $r = -0,3666$ ,  $n=28$ ) bulunurken, toprakta bulunan Ni derişimi ile arasında ise %99 güvenilirlikle negatif yönde bir ilişki ( $r = -0,5236$ ,  $n=25$ )

bulunmaktadır. Toprakta artan Mn ve Ni derişimlerine karşı *Arundo donax* bitkisi bünyesindeki demir derişimi arasında azalan bir ilişki bulunmaktadır.

Krom için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Melilotus alba* bitkisinin yaprağının içerdiği Cr ile toprakta bulunan Mn derişimi arasında %99 güvenilirlikle pozitif yönde bir ilişki ( $r = 0,8760$ ,  $n=13$ ) bulunurken, toprakta bulunan Ni derişimi ile arasında ise %95 güvenilirlikle pozitif yönde bir ilişki ( $r = -0,6304$ ,  $n=13$ ) bulunmaktadır. Toprakta artan Mn ve Ni derişimlerine karşı *Arundo donax* bitkisi bünyesindeki krom derişimi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır.



## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Mersin Kazanlı Bölgesinden alınan örneklerde element düzeyleri araştırılan 9 elementin (Cu, Mn, Zn, Fe, Cr, Cd, Pb, Ni ve Co) 5 tanesi için (Cu, Mn, Zn, Fe ve Cr) toprak-bitki arasında element içerikleri açısından doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Çalışmada araştırılan 19 bitki türünden (*Alhagi camelorum*, *Salsola kali*, *Inula viscosa*, *Vicetoxicum parviflorum*, *Anchusa azurea*, *Verbascum sp.*, *Acacia*, *Melilotus alba*, *Arundo donax*, *Xanthium strumarium*, *Pancreatium maritimum*, *Lythrum salicaria*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Pulicaria dysenterica*, *Salsola ruthenica*, *Juncus acutus*, *Juncus ensifolius*, *Eucalyptus grandis*, *Phragmites australis*) 8'inin element düzeyleri açısından belirtgen bitki olabileceği önerilmiştir. Sırası ile;

1. Bakır elementi için çalışma bölgesinden alınan bitki türleri içerisinde 3 tür için (*Melilotus alba*, *Alhagi camelorum*, *Xanthium strumarium*) bitki ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal ilişki saptanmıştır.

*Melilotus alba* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmakta ( $n = 8$ ,  $r = 0,8614$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ) ve bitki türünün dalı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 16$ ,  $r = 0,8404$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ). Bu bitki türünün yaprağı ve dalının Cu için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Alhagi camelorum* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 14$ ,  $r = -0,5556$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ). Buna göre *Alhagi camelorum* bitki türünün yaprağının Cu için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Xanthium strumarium* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon saptanmış olup ( $n = 12$ ,  $r = 0,6957$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ), bitkinin dalı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 14$ ,  $r = 0,8050$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ). Buna göre *Xanthium strumarium* bitki türünün yaprağı ve dalının Cu için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

2. Mangan elementi için çalışma bölgesinden alınan bitki türleri içerisinde 7 tür için (*Vicetoxicum parviflorum*, *Melilotus alba*, *Alhagi camelorum*, *Xanthium strumarium*, *Salsola kali*, *Arundo donax*, *Eucalyptus grandis*) bitki ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal ilişki saptanmıştır.

*Vicetoxicum parviflorum* yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmakta ( $n = 8$ ,  $r = 0,7092$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ) ve bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Melilotus alba* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmakta ( $n = 11$ ,  $r = 0,7136$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ) ve bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Alhagi camelorum* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmakta ( $n = 14$ ,  $r = -0,6195$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ) ve bu bitki türünün dalı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 13$ ,  $r = -0,5979$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ) Buna göre *Alhagi camelorum* bitki türünün yaprağı ve dalının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Salsola kali* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmakta ( $n = 12$ ,  $r = 0,7535$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ) ve bu bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Arundo donax* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmakta ( $n = 25$ ,  $r = -0,4681$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,05$ ) ve bu bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Xanthium strumarium* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 14$ ,  $r = -0,8194$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ). Bitkinin dalı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmakta ( $n = 13$ ,  $r = 0,8142$ ,  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$ ,  $P < 0,01$ ) ve bu bitki türünün yaprağı ve dalının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Eucalyptus grandis* yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmakta ( $n = 15$ ,  $r = 0,7074$   $r$  deneysel  $>$   $r$  teorik,  $P < 0,01$ ) ve bu bitki türünün yaprağının Mn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

3. Çinko elementi için çalışma bölgesinden alınan bitki türleri içerisinde 3 tür için (*Melilotus alba*, *Panocratium maritimum*, *Arundo donax*) bitki ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal ilişki saptanmıştır.

*Melilotus alba* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmakta ( $n = 11$ ,  $r = 0,6519$ ,  $r$  deneysel  $>$   $r$  teorik,  $P < 0,05$ ) ve bu bitki türünün yaprağının Zn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Panocratium maritimum* bitkisinin dalı ile toprak arasında %95 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmakta ( $n = 8$ ,  $r = -0,7276$ ,  $r$  deneysel  $>$   $r$  teorik,  $P < 0,05$ ) ve bu bitki türünün dalının Zn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Arundo donax* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmakta ( $n = 26$ ,  $r = 0,5789$ ,  $r$  deneysel  $>$   $r$  teorik,  $P < 0,01$ ) ve bu bitki türünün dalı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 22$ ,  $r = 0,8002$ ,  $r$  deneysel  $>$   $r$  teorik,  $P < 0,01$ ). Buna göre *Arundo donax* bitki türünün yaprağı ve dalının Zn için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

4. Demir elementi için çalışma bölgesinden alınan bitki türleri içerisinde 2 tür için (*Arundo donax* ve *Eucalyptus grandis*) bitki ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal ilişki saptanmıştır.

*Arundo donax* yaprağındaki Fe ile toprak arasında %99 güvenilirlikle negatif korelasyon bulunmakta ( $n = 28$ ,  $r = -0,6120$ ,  $r$  deneysel  $>$   $r$  teorik,  $P < 0,01$ ) ve bu bitki türünün yaprağının Fe için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

*Eucalyptus grandis* bitkisinin yaprağındaki Fe konsantrasyonu ile toprak arasında %95 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 15$ ,  $r = 0,6392$ ,  $r$  deneysel  $>$   $r$  teorik,  $P < 0,05$ ). Buna göre *Eucalyptus grandis* bitki türünün yaprağının Fe için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

5. Krom elementi için çalışma bölgesinden alınan bitki türleri içerisinde sadece *Melilotus alba* bitki türü ile toprak örnekleri arasında element içerikleri açısından doğrusal ilişki saptanmıştır.

*Melilotus alba* bitkisinin yaprağı ile toprak arasında %99 güvenilirlikle pozitif korelasyon bulunmaktadır ( $n = 13$ ,  $r = 0,8266$ ,  $r_{deneysel} > r_{teorik}$ ,  $P < 0,01$ ) ve bu bitki türünün yaprağının Cr için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

6. Cu, Mn, Zn, Fe ve Cr elementleri için saptanan belirtgen bitkilerin belirttiği element düzeylerinin toprakta bulunan diğer elementlerle (Cu, Mn, Zn, Fe, Cr, Cd, Pb, Ni ve Co) olan ilişkileri (inter element ilişkisi) incelenmiş olup belirtgen bitkilerin topraktaki diğer elementlerle olan ilişkileri tartışılmıştır.

Cu için belirtgen bitki olarak saptanan *Melilotus alba* bitki türünün yaprağı ile topraktaki Zn arasında önemli bir ilişkinin (%95 güvenilirlikle,  $P < 0,05$ ) olduğu, bitkideki Cu değerinin, topraktaki Zn tarafından kontrol edildiği söylenebilir.

Ayrıca Cu için belirtgen bitki olarak saptanan *Xanthium strumarium* bitki türü ile toprakta bulunan Ni arasında çok önemli bir ilişki (%99 güvenilirlikle,  $P < 0,01$ ) olduğu, bitkideki Cu değerinin, topraktaki Ni tarafından kontrol edildiği saptanmıştır.

Mangan için belirtgen bitki olarak saptanmış olan *Alhagi camelorum* yaprağı ve dalı, *Xanthium strumarium* yaprağı topraktaki Fe ile negatif yönde bir ilişki olduğu saptanmış olup, topraktaki Fe'nin az olması durumunda bu bitki türlerinin Mn'yi bünyelerine fazla aldıkları söylenebilir.

Ayrıca *Xanthium strumarium* dalı (%95 güvenilirlikle,  $P < 0,05$ ) ile *Salsola kali*'nin yaprağında (%99 güvenilirlikle,  $P < 0,01$ ) topraktaki Fe ile pozitif yönde bir ilişki saptanmıştır.

Toprakta Fe olması durumunda bu bitkilerinde Mn yi bünyelerine alması o yönde fazla olacağı söylenebilir. Bunun yanında toprakta Cr fazla olması durumunda *Alhagi camelorum* yaprağının (%95 güvenilirlikle,  $P < 0,05$ ) *Arundo donax*'ın yaprağının Mn'yi ölçüde az alabileceği söylenebilir.

Zn için belirtgen bitki olarak seçilen *Arundo donax* yaprağının (%95 güvenilirlikle,  $P<0,05$ ) topraktaki Fe ile negatif yönde bir ilişki, topraktaki Cu ile pozitif yönde bir ilişki olduğu (%95 güvenilirlikle,  $P<0,05$ ), belirtilen bitki türünün Zn'yi alabilmesi için toprakta Fe in az olması ve Cu nun fazla olması önemlidir.

Fe için belirtgen bitki olarak seçilen *Arundo donax*'ın topraktaki Fe'yi alabilmesi için toprakta (%95 güvenilirlikle,  $P<0,05$ ) Mn'nin ve Ni (%99 güvenilirlikle,  $P<0,01$ )' nin az olması önemlidir. Bu bitki türü toprakta Ni ve Mn'nin az olduğu durumda, o ölçüde Fe'yi bünyesine alabilecektir.

Cr için belirtgen bitki olarak seçilen *Melilotus alba* bitki türünün Cr alabilmesi için topraktaki Mn (%99 güvenilirlikle,  $P<0,01$ ) ve Ni (%95 güvenilirlikle,  $P<0,05$ ) tarafından kontrol edilmektedir. Toprakta Mn ve Ni nin fazla olması durumunda Cr daha fazla alabilmektedir.

7. Bölgede yetişen *Melilotus alba* bitki türünün yaprağının Cu, Mn, Zn ve Fe için belirtgen bitki olması bölgede bu bitki türünün çok önemli olduğunu özellikle bölgede bu bitki türünün yetiştirilmeye çalışılmasıyla bölgede ağır metal kirliliğinin giderilmesinde önemli olabileceği gibi biyojeokimyasal prospeksiyonda da kullanılabileceği önerilebilir.

8. Toprakta Cu, Mn, Zn, Fe ve Cr kirliliğinin olduğu bölgelerde belirtgen bitki olarak seçilen bitki türlerinin yetiştirilmesi ile topraktaki kirliliğin giderilebileceği söylenebilir.

9. Cd, Pb, Ni ve Co için bölgede belirtgen bitki saptanamamıştır. Toprakta Pb ve Co elementleri için normal değerlerin üzerinde değerler elde edilirken, bitkilerde Cd, Pb, Ni ve Co elementleri için bazı anomali değerler elde edilmiştir. Ancak bitki-toprak arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki saptanamamıştır.

10. Bölgede bitkilerin alüvyon seviyeler üzerinde yetişmesi nedeniyle toprak yüzeyindeki ağır metallerin yağmur sularıyla derinlere indiği toprakta uzun süreli kalamadığı, bölgenin yeraltı sularının dikkatli olarak incelenmesi gerektiği, bu kirliliğin çok uzaklarda bile etkili olabileceği düşünülebilir.

11. Cu, Mn, Zn, Fe ve Cr elementleri için belirtgen bitkiler saptanırken sadece Cr ve Zn için saptanan belirtgen bitkilerde anomali düzeyler belirlenmiştir. Bu değerlerin bölgede krom kirliliğinin olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir. Ayrıca bölgede Zn için toksik düzeylerin saptanması bölgede yoğun bir şekilde sürdürülen tarım faaliyetlerinden kaynaklı olabileceği, toprak ve suların böylece kirlenmiş olabileceği söylenebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Köksoy, M. “Uygulamalı Jeokimya”, Hacettepe Yayınları, Yayın No.64, Ankara, 368 s., (1991)
- [2] Brooks, R.R., Dunn, C.E. ve Hall, G.E.M. “Biological system in mineral exploration and processing”, Elles Horwood Limited, 538 s., (1995)
- [3] Rose, A.W., Hawkes, H.E., Webb, J.S., “Geochemistry in mineral Exploration”, 2nd ed. Academic Press, New York, 657 s., (1979)
- [4] Dunn, C. “Biogeochemistry in mineral exploration”, Consulting Geochemist, 480 s., (2007).
- [5] Brooks, R.R., Morrison, R.S., Reeves, R.D., Dudley, T.R. ve Akman, Y. ”Hyperaccumulation of nickel by *Alyssum Linnaeus (cruciferae)*” Proc. R. Soc. Lond. Sect. B, **203**: 287-403, (1979).
- [6] Robinon, B.H., Brooks, R.R., Hoe, A.W., Kirkman, J.H. ve Gregg, P.E.H. “The potential of the high-biomass nickel hyperaccumulator *Berkheya coddii* for phytoremediation on phytomining”, Journal of Geochemical Exploration, **60**:115-126, (1997).
- [7]  zdemir, Z. “*Pinus brutia* as a biogeochemical medium to detect iron and inc in soil analysis, chromite deposits of the area Mersin, Turkey”, Chemie Der Erde-Geochemistry, **65**:79-88, (2005).
- [8] Schroll, E. (Ed),. “Analytische Geochemie Enke Verl”, Bd. I. Stuttgart, 292s. (1975).
- [9] Yetiş, C. ve Demirkol, C. “Adana Baseni batı kesiminin detay jeoloji etüdü”, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor No:8037, 187s. (1986) (yayınlanmamış).
- [10] Yaman, S. “Mersin Ofiyolitinin Jeolojisi ve Metallojenesi”, Ahmet Acar Jeoloji Sempozyumu, Adana, s.255-267, (1991).
- [11] Şenol, M. ve Duman, T.Y. “Adana-Mersin Dolayının Jeoloji Etüd Raporu”, MTA, Adana, (1998) (yayınlanmamış).

- [12] Şafak, Ü. ve Nazik, A. “Eshab-ı Kehf (Tarsus-Mersin) dolayı Neojen istifinin ortamsal Yorumu”, Çukurova Üniversitesi 15. Yıl Sempozyumu, Adana, s.291-300, (1994).
- [13] Demirel, Z. “The history and evaluation of saltwater intrusion into a coastal aquifer in Mersin, Turkey”, Journal of Environmental Management, **70**:275-282, (2004).
- [14] Hatipoğlu, Z.,” Mersin –Tarsus Kıyı Akiferinin Hidrojeokimyası “, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 142 s, (2004).
- [15] Akıncı, T.Ö. “Maden Jeolojisi ve Arama yöntemleri”, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fak. Yayınları, Yayın No.33, Isparta, 146s. (2003)
- [16] Erdman, J.A. ve Kokkola, M. “Workshop 2: Biogeochemistry in mineral Exploration”, J. Geo.Exp., **21**:123-128, (1984).
- [17] Iqbal, Z.M., Shafiq, M. ve Farzand, A.S. “Effect of automobile pollution on seed weight and branch length of some plants”, Tr. J. of Botany, **18**:475-479, (1994).
- [18] Arcak, S., Haktanır, K. ve Karaca, A. “Karayolları yakınındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metallerin üreaz enzim aktivitesine etkisi”, Tr. J. of Agric and Forest, **20**:101-107, (1996).
- [19] Arduini, I. “Heavy metal pollution and forest natural regeneration”, Econo. Montana Linea Ecologica, **27(5)**:7-12, (1995).
- [20] Türkan, I., Henden, E. ve Çelik, Ü. “Kıvılcım, S. Comparision of moss and bark samples as biomonitors of heavy metals in a highly industrialised area in Izmir, Turkey”, The Sci. of the Total Environment, **166**:61-67, (1995).
- [21] Tonguç, Ö. “Determination of heavy metal levels in some moss species around thermic power stations”, Tr. J. of Botany, **22**:171-180, (1998).
- [22] Aksoy, A. ve Öztürk, M.A. “*Nerium oleander* L. as a biomonitor of lead and other heavy metal pollution in Mediterranean environments”, The Sci. of the Total Environment, **205**:145-150, (1997).
- [23] Baker, A.J.M., Morel, J.L. ve Schwartz, C. “Plants for remediation of industrial land”, Biofutur, **169**:30-33, (1997).



- [24] Dunn, C. E., Brooks, R.R., Edmondson, J., Leblanc, M. ve Reeves, R. D. “Biogeochemical studies of metal-tolerant plants from southern Morocco”, J. Geochem. Explor, **56**:13-22, (1996).
- [25] Özdemir, Z. ve Sağıroğlu, A. “Elazığ-Maden Bölgesi Maden Çayı Boyunca Bakır için Biyojeokimyasal Anomalilerin İncelenmesi”, Geosound, **30**:755-764, (1997).
- [26] Akçay, M., Lermi, A. ve Van, A. “Biogeochemical Exploration for Massive Sulphide Deposits in Areas of Dense Vegetation: an orientation survey around the Kanköy Deposit”, Journal of Geochemical Exploration, **63**:173-187, (1998).
- [27] Özdemir, Z. ve Sağıroğlu, A. “Maden Çayı (Maden-Elazığ) Boyunca Fe Elementi için biyojeokimyasal Anomalilerin İncelenmesi”, Türkiye Jeoloji Bülteni, **41(1)**:9-54, (1998).
- [28] Djingova, R., Wagner, G. ve Kuleff, I. “Screening of heavy metal pollution in Bulgaria using *Populus nigra* ‘Italica’”, The Sci. of the Total Environment, **234**:175-184, (1999).
- [29] Özdemir, Z. ve Sağıroğlu, A. “Biogeochemical Manganese Anomalies Along the Maden Çayı Valley, Maden-Elazığ”, Geochemistry International, **37(7)**:673-677, (1999).
- [30] Baroni, F., Boscagli, A., Protano, G. ve Riccobono, F. “Antimony accumulation in *Achillea ageratum*, *Plantago lanceolata* and *Silene vulgaris* growing in an old Sb mining area”, Environmental pollution, **109**: 347-352, (2000).
- [31] Lasat, M.M. “Phytoextraction of Metals From Contaminated Soil: A Review of Plant/Soil/Metal Interaction and Assessment of Pertinent Agronomic Issues”, Journal of Hazardous Substance Research, **2(5)**: 1-25, (2000).
- [32] Özdemir, Z. ve Sağıroğlu, A. “Biogeochemical Zinc Anomalies along the Maden Çayı Valley, Maden-Elazığ, Turkey”, Z. Angew. Geol., **46**:218-222, (2000).
- [33] Özdemir, Z. ve Sağıroğlu, A. “*Salix acmophylla* Boiss, *Tamarix smyrnensis* Bunge and *Phragmites australis* (cav) Trin. ex. Stuedel as biogeochemical indicators for copperdeposits in Elazığ-Turkey”, Journal of Asian Earth Sciences, **18**:595-601, (2000).

- [34] Odukoya, O., Arowolo, T.A. ve Bamgbose, O. “Pb, Zn and Cu levels in tree barks as indicator of atmospheric pollution”, *Environment International*, **26**: 11-16, (2000).
- [35] Reimann, C., Koller, F., Kashulina, G., Niskavaara, H. Ve Englmaier, P. “Influence of Extreme Pollution on the Inorganic Chemical Composition of Some Plants”, *Environmental Pollution*, **115**: 239-252, (2001).
- [36] Nagaraju, A. ve Karimulla S. “Geobotany and biogeochemistry of *Gymnosporia montana* a case study from Nellore Mica Belt, Andhra Pradesh”, *Environmental Geology*, **41**:167-173, (2001).
- [37] Nagaraju, A. ve Karimulla, S. “Accumulation of elements in plants and soil in and around Nellore Mica Belt, Andhra Pradesh, India biogeochemical study”, *Environmental Geology*, **41**: 852-860, (2002).
- [38] Özdemir, Z. “Biogeochemical studies at the Musalı and Silifke-Anamur area in Mersin, Turkey”, *Geochemistry International*, **41(11)**:1137-1142, (2003).
- [39] Koptsik, S., Koptsik, G., Lıvantsova, S., Eruslankina, L., Zhmelkova, T. ve Vologdin, Z. “Heavy Metals in Soils Near the Nikel Smelter: Chemistry, Spatial Variation and Impacts on Plant Diversity”, *J. Environ. Monit*, **5**:441-450, (2003).
- [40] Tolunay, D. “Dendroclimatological investigation of the effects of air pollution caused by Yatagan Thermal Power Plant (Mugla-Turkey) on annual ring widths of *Pinus brutia* trees”, *Fresenius Environmental Bulletin*, **12(9)**:1006-1014, (2003).
- [41] Zorlu, S., Çetin, E. ve Özdemir, Z. “Gömülü cevhere rehber bitkiler”, *Mavi Gezegen*, **9**:37-42, (2004).
- [42] Baroni, F., Boscagli, A., Di Lella, L.A., Protano, G. ve Riccobono, F. “Arsenic in soil vegetation of contaminated areas in southern Tuscany (Italy)”, *Journal of Geochemical Exploration*, **81**:1-14, (2004).
- [43] Cutter, A.G. “Biogeochemistry: now and into the future”, *Palaeo*, **219**:191-198, (2005).

- [44] Nkoane, B.B.M., Sawula, G.M., Wibetoe, G. ve Lund, W. “Identification Of Cu and Ni İndicator Plants From Mineralised Locations İ. Botswana”, Journal Of Geochemical Exploration, 86:130-142, (2005).
- [45] Özdemir, Z. “Pinus brutia as a Biogeochemical Medium to Detect İron and Zinc in Soil Analysis, Cromite Deposits of the Area Mersin, Turkey”, Geochemistry, 65:79–88, (2005).
- [46] Gedik, T. “Madenköy (Niğde/Ulukışla) ve Dolaylarının Biyojeokimyasal Anomalilerinin İncelenmesi”,Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 113s.(2005) (yayınlanmamış).
- [47] Tuna, L., Yağmur, B., Hakerlerler,H., Kılınç, R., Yokaş, İ. ve Bürün, B. “Muğla Bölgesindeki Termik Santrallerden Kaynaklanan Kirlilik Üzerine Araştırma Raporu”, Muğla Ü., Bilimsel Araştırma Projeleri , s:1-79, Muğla (2005).
- [48] Özmen, Ö. ve Koç, Ş. “Kaman (Kırşehir, Türkiye) Florit Cevherleşme Alanlarında *Thymus Siphyleus* Boiss Subsp. Rosulans (Borbas) ve *Bromus Sterilis* L. Poaceace (Gramineae) Türlerinde Florür ve İz Element Birikimi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, **21(4)**: 729-735, (2006).
- [49] Bozcuk, S. “Bitki Fizyolojisi (Metabolik Olaylar)” Hatipoğlu Yayınları, Ankara, 176 s., (1986).
- [50] [www.bahce.biz/gubre/meyve](http://www.bahce.biz/gubre/meyve).,Bahçe.Biz Web Sitesi, Erişim: [2 Ocak 2008].
- [51] <http://www.forumfor.biz6>., Forumfor.Web Sitesi, Erişim: [15 Mart2008].
- [52] Chapman, H.D. “Diagnostic Criteria For Plants and Soils”, Univ. Of California, Div. Of Agricult. Science, 663-665, (1966).
- [53] Laatsch, W. ve Zech, W. “Die Bedeutung der Beschattung für Unzurerchend Ernahrte Nadelbaume Anales de Adafologia”, Agrobiologia, **26**:691-702. (1967).
- [54] Bouat, A. “Zeytin Fizyolojisi ve Yaprak Analizleri”, Zeytincilik Ens. Md., Bornova-İzmir, 37-60 (1971).
- [55] Köksoy, M. ve Topçu, S. “Jeokimyasal Prospeksiyonun Tanıtımı ve Laboratuar Metotları”, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, Yayın No.16, Ankara, 95s. (1976)

- [56] Kloke, A. "Orientierungsdaten für Tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturboden Mitt", Vdlufa, H., **1(3):9-11**, (1980).
- [57] Pendias, K.A. ve Pendias, H. "Trace Elements in Soil and Plants", CRC Pres. Boca Raton. (1984)
- [58] Hakerlerler, H. ve Höfner, W. "Schwermetallbelastung von Olivenanlagen Durch Immissionen Einer Düngermittelfabric", Zf.F.Pflanzenernah. u. Bodenk, **147(4):526-529**, (1984).
- [59] Mills, A. ve Jones, J.B. "Plant Analysis Handbook II.", Micro macro Pub. Athens, Geogia. (1996)
- [60] Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H. "Toprak Bilimi", Ç. Ü. Ziraat Fak. Yayınları, Adana, 816s. (1993)
- [61] Alloway, B.J. "Heavy Metals in Soil", Blackie Academic and Professional, Secand Edition, 368s. (1995)
- [62] Chettri, M.K., Sawidis, T. ve Karatagli, S. "Lichens as a Too for Biogeochemical Prospecting", Ecotoxicology and Environmental Safety, **38:322-335**, (1997).
- [63] Özdemir, Z., ve Sağıroğlu, A. "Biogeochemical Zinc Anomalies along the Maden Çayı Valley, Maden-Elazığ,Turkey", Z. Angew Geol., **46:218-222**, (2000).
- [64] Rademacher, P. "Atmosferic Heavy Metals and Forest Ecosystems", ICP Forest-Programme Coodinating Centre, UNIECE and EC, Geneva and Brussels Prited in Germany (2001).
- [65] Aktaş, M. "Bitkilerde Beslenme Bozuklukları ve Tanınmaları", Tarım Sanayi Bildiri Kitabı, s:1118-1186, Tokat, (2004).
- [66] Yılmaz, C. "Bitkisel Üretimde Besin Elementleri", Hasad Yayıncılık Ltd. Şti,142 s., (2004)
- [67] Çepel, D. ve Dünder, M. "Bitki Beslenmesi İle İlgili Araştırmalarda Elverişli Yaprak Örneği Alma Zamanının Belirlenmesi", İ.Ü. Orman Fak. Der. Seri:B, **28(2):56-66**, (1978).
- [68] Reuter, D.J. ve Robinson, J.B. "Plant Analysis An Interpretation Manuel", Inkta Pres., Melbourne-Sydney. (1986)

- [69] Normandin, L., Kennedy, G. ve Zayed, J. "Potential Of Dandelion *Taraxacum Officinale* As A Bioindicator Of Manganese Arising From The Use Of Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl In Unleaded Gasoline", *The Science of the Total Environment*, **239**: 165-171, (1999).
- [70] Batista, M.J., Abreu, M.M. ve Pinto, M.S. "Biogeochemistry in Neves corvo mining region, Iberian pyrite Belt, Portugal", *J.Geo.Exp.*, **92(2-3)**:159-176, (2007).
- [71] Saatçı, F., Hakerlerler, H., Tuncay, H. ve Okur, B. "İzmir İli Civarındaki Bazı Önemli Endüstri Kuruluşlarının tarım Arazileri ve Sulama Sularında Oluşturdukları Çevre Kirliliği Sorunu Üzerinde Bir Araştırma", E.Ü. Araştırma Fonu, Proje No: 127. (1988)
- [72] Scheffer, F. ve Schachtschabel, P. "Lehrbuck der Bodenkunde", 12 neu Bearb. Aufl. Unter Mitarb. Von W.R., Fischer Ferdinand Enke Verlag Stuuugart. (1989)
- [73] Bowen, H.J.M. "Environmental Chemistry of the Elements", Academic Pres., London. (1979)
- [74] Ure, A.M., ve Berrow, M.L. "The elemental constituents of soils", In H.J.M. Bowen (ed.), *Environmental Chemistry*, Royal Soc. Chem., London, **2**: 94-204, (1982).
- [75] Sauerbeck, D. "Nelche Schwermetall Gehalte in Pflanzen Dürgen Nicht Überschritten Werden, um Wachstumheetrachtigungen zu Vermeiden. Landwirtsch Forsch. Sonderheft 39, Kongressband, 108-129. (1982)
- [76] Reeves, R.D. "The Hyperaccumulation of Nickel by Serpentine Plants", *Proceedings of the first international conference on serpentine ecology*, s:254-277, (1992).
- [77] Demirezen, D. ve Aksoy, A. "Accumulation Of Heavy Metals In *Typha Angustifolia* (L.) and *Potamogeton Pectinatus* (L.) Living In Sultan Marsh (Kayseri, Turkey)", *Chemosphere*, **56**: 685-696, (2004).
- [78] Nichol, R.D. ve Beckett, P.H.T., *Plant and Soil*, **85**:107-129, (1985).
- [79] Holmgren, C.G., Meyer, M.W., Daniels, R.B., Kubota, J. ve Chaney, R.L. J. *Environmental Quality*.16. (1986)

- [80] Peterson, P.J. ve Girling, C.A. "Other Trace Metals in Effect of Heavy Metal Pollution on Plants", N.W. Loop (ed.), Applied Science Publishers, London. (1989)
- [81] Mengel, K. "Ernahrung und Stoffwechsel der Pflanze", Gustar Fiscer Verlag Jena. (1991)
- [82] Benton, J. ve Jones, R. Developments in the measurement of trace metals in foods", Anal. Food Cont., **12**:157-206, (1984).
- [83] Demirezen, D. ve Aksoy, A. "Common hydrophyte a bioindicators of iron and manganee pollition", Ecological Indicators, **6**:388-393, (2006).
- [84] Turan, H., Özdemir, Z. ve Zorlu, S. "Çiftehan (Ulukışla-Niğde) bölgesinin Cu, Zn, Fe, Mn ve Ni için biyojeokimyasal anomalilerin araştırılması", İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, **19(2)**:131-140, (2006).
- [85] Yurdakul, İ. "Ağır Metallerin Toprakten Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Buğday Yetiştirilerek Kalibrasyonu", Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Yayın No.106, s:330-346 (1997).
- [86] Ghaderian, S.M. ve Baker, A.J.M. "Geobotanical and biogeochemical reconnaissance of the ultramafics of Central Iran", J. Geo.Exp., **92(1)**:34-42, (2007).
- [87] Wang, Y. "Trace element geochemical characteristics of plant and their influence on the remoteening pectral propertie in the North Jiangsu oil field", Chinee Science Bulletin, **45**:27-34, (2006).
- [88] Manta, D.S., Angelone, M., Bellance, A., Neri, R. ve Sprovieri, M. "Heavy metals in urban soil: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy", The Science of the Total Environment, **300**:229-243, (2002).
- [89] Alaimo, M.G., Dongarra, G., Melati, M.R., Monna, F. ve Varrica, D. "Recognition of environmental uing pine needle a bioindicators, The urban area of Palermo (Italy)", Environmental Geology, **39**:914-924, (2000).

- [90] Njofang, C., Matschullant, J., Amougou, A., Tchouankoue, J.P. ve Heilmeier, H.  
“Soil and plant composition in the Noun river catchment basin, Western  
Cameron: a contribution to the development of a biochemical baseline”,  
Environmental Geology, DOI 10.1007/s00254-008-1237-9, (2008).

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Erkan DEMİR

Doğum Yeri : Elazığ

Doğum Yılı : 1978

Medeni Hali : Evli

Tlf:0539 9871594-0555 7142926-0324 3272367

Email:erkdemir@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU

Lise :Açık Öğretim Lisesi-İstanbul

Lisans : 1999-2003 Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : 2004-200... Fenbilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği

Anabilim Dalı

Yabancı Dil : İngilizce

### İŞ DENEYİMİ

1995-1999 Desmar Gıda San. Tic. Ltd. Şti. /İstanbul







1995-1998 S.S. İskenderiye Kütüphanesi Koop. Yönetici /İstanbul

2003-2008 Herodot Kitabevi İşletmeci /Mersin










2006-200.. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Mersin İl Temsilcisi



## EKLER

<i>Phragmites australis</i> (kamuş)	<i>Arundo donax</i> (akdiken, kargı, masura kamuşı)	<i>Melilotus alba</i> (sarı kokulu - yabancı yonca)
		
<i>Inula viscosa</i> (andızotu)	<i>Vicetoxicum parviflorum</i> (panzehir otu)	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> (sıtma ağacı)
		
<i>Xanthium strumarium</i> (domuz pırlağı, iri pırlak)	<i>Pancreatium maritimum</i> (kum zambağı)	<i>Alhagi camelorum</i> (deve dikenini)

**EK.1** Çalışma kapsamında araştırılan tüm bitki türlerinin fotoğrafları

		
<i>Eucalyptus grandis</i> (sıtma ağacı)	<i>Juncus acutus</i> (sivri hasır otu)	<i>Juncus ensifolius</i> (hasır otu)
		
<i>Salsola ruthenica</i> (soda otu)	<i>Verbascum sp.</i> (sığır kuyruğu)	<i>Anchusa azurea</i> (sığır dili)
		
<i>Salsola kali</i> (soda otu)	<i>Lythrum salicaria</i> (kan çiçeği, litrum)	<i>Pulicaria dysenterica</i> (iri karnı yarık)

**EK 2.** Çalışma kapsamında araştırılan tüm bitki türlerinin fotoğrafları