

Seydisuyu (Eskişehir) Yakın Çevresinde Yetişen Bazı Yabani Bitkilerde Başta Bor
Olmak Üzere Bazı Elementlerin Birikim Düzeylerinin Belirlenmesi

Filiz Eğin Kolata

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Ocak 2013

Determining the accumulation level of some elements, especially Barom in the plants
growing in close districts of Seydisuyu (Eskişehir)

Filiz Eğin Kolata

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Biology

January, 2013

Seydisuyu (Eskişehir) Yakın Çevresinde Yetişen Bazı Yabani Bitkilerde Başta Bor
Olmak Üzere Bazı Elementlerin Birikim Düzeylerinin Belirlenmesi

Filiz Eğin Kolata

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Biyoloji Anabilim Dalı
Botanik Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr Atilla OCAK

Ocak 2013

ONAY

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Filiz Eğin Kolata' nın YÜKSEKLİSANS tezi olarak hazırladığı “Seydisuyu (Eskişehir) Yakın Çevresinde Yetişen Bazı Yabani Bitkilerde Başta Bor Olmak Üzere Bazı Elementlerin Birikim Düzeylerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Doç Dr. Atilla OCAK

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç. Dr. Atila OCAK

Üye : Prof. Dr. Ersin YÜCEL

Üye : Prof. Dr. Arzu ÇİÇEK

Üye : Doç. Dr. İsmühan POTOĞLU ERKARA

Üye : Doç. Dr. Filiz SAVAROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada 107 km uzunluğundaki Seyitgazi Kırka beldesinden çıkarak, Doğançayır, Mahmudiye ve Çiftelerden Sakarya Nehrine dökülen Seydisuyu' nda belirlenen 7 lokalitede doğal olarak yetişen *Heracleum sphondylium* L., *Salix cinera* L., *Urtica dioica* L., *Rumex crispus* L. bitkileri toplanmıştır.

Bu bitkilerin kök, gövde, yaprak ve çiçek kısımları üzerinde çalışılarak Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Mangan (Mn), Bor (B), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Alüminyum (Al), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Sodyum (Na), Silisyum (Si), Arsenik (As), Nikel (Ni) ve Kadmiyum (Cd) yararlı elementlerinin analizleri yapılmıştır. Bu elementler bitkiler için genel olarak düşük derişimlerde gerekli, yüksek derişimlerde ise toksik etkiye sahiptirler.

Çalışma alanımız, bor madeninin çıktığı ve jeolojik yapısı itibariyle Seydisuyuna karışımın fazla olduğu önemli alanlardan biridir. Bu nedenle bitki bor birikim parametrelerinin bilinmesi ve izlenmesi, özellikle toprak ve sulardaki düzeyleri ile reaksiyonlarının belirlenmesi bölgedeki kirlilik düzeyinin değerlendirilmesi açısından önem arz etmektedir.

Elementlerin kuru bitki minimum ve maksimum değerlerini karşılaştırdığımızda; Cd, Mn, Ca elementleri belirlenen sınır değerlerinin çok üzerinde, Fe ve Zn elementleri belirtilen sınır değerler arasında, Cu elementi sınır değerlerin altında bulunmuştur. Analizi yapılan Mg, Al, Pb, Cr, Ar, K, Na, Si elementlerinin bitkilerimizdeki miktarları belirlenmiştir. Araştırma bitkilerinde en fazla B elementi birikimi Sancar köyü, Yazıdere köyü, Hamidiye köprüsü, Mahmudiye-Çifteler arası lokalitelerde gözlenmiş ve bu bitkilerin tüm kısımlarının bor toksisitesine dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Seydisuyu (Eskişehir), Kırka, Bor, *H. sphondylium* L., *S. cinera* L., *U. dioica* L., *R. crispus* L.

SUMMARY

In 7 different localities the plants *Heracleum sphondylium* L., *Salix cinera* L., *Urtica dioica* L., *Rumex crispus* L., were taken from a 107 km distance situated in Seyitgazi Kırka district, flowing into Sakarya River from Doğançayır, Mahmudiye and Çifteler, determined in Seydisuyu, have been gathered in this work.

The root, shaft, leaf and flower parts of the plants were analysed for the useful elements; Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Iron (Fe), Manganese (Mn), Boron (B), Zinc (Zn), Copper (Cu), Aluminium(Al), Lead (Pb), Chrome (Cr), Sodium (Na), Silicium (Si), Arsenic (As), Nickel (Ni), Cadmium (Cd). Those elements are generally needed by the plants in a low concentration, while they have toxic effects if they are highly concentrated.

Our study has an important place in the literature, because it contains a mixture of the Seydisuyu River and a Boron mine. Due to this reason, the plants' Boron deposition parameters must be known and observed, especially their level in the soil and waters and its reactions must be known. Furthermore it is important to evaluate the level of dustiness in the area.

When we compared the minimum and maximum value of the dry plants, we found that the determined limit values of the elements Cd, Mn and Ca were very high, while the value of the elements "Fe and Zn" were of medium height and the value of the element Cu were low. The quantity of the analysed elements Mg, Al, Pb, Cr, Ar, K, Na and Si in our plants has determined. In our studied plants mostly B element deposit was monitored around the localities of Sancar Köyü, Yazıdere Köyü, Hamidiye Köprüsü and Mahmudiye-Çifteler, and in those plants the toxicity tolerance towards Boron was found to be very high in all parts of the plants.

Keywords: Seydisuyu (Eskişehir), Kırka, Boron, *H. sphondylium* L., *S. cinera* L., *U. dioica* L., *R. crispus* L.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım esnasında ve gerek derslerimde, bana danışmanlık ederek bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, tecrübeleriyle çalışmalarımda bana yol gösteren beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan danışmanım Sayın Doç. Dr. Atilla OCAK ve önerileri ile desteğini gördüğüm hocam Sayın Dr. Murat ARDIÇ' a en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bu tezin oluşmasında ve gelişmesinde bilimsel katkı ve önerileri için Sayın Prof. Dr. Arzu ÇİÇEK' e, Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi çalışanlarına, arazi çalışmalarım sırasında ve bitki örneklerinin temininde ve teşhisinde yardımını esirgemeyen, bilgi ve birikimlerinden yararlandığım Uzm. Biyolog Ömer Koray YAYLACI' ya ve Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın Demet UYGAN' a destekleri için teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi, çalışmamın başından sonuna kadar desteklerini ve anlayışını esirgemeyen ailem ve sevgili eşim Cenk KOLATA' ya, yardımları için arkadaşlarım Ertan ÖNER, Nermin BİRLİK ve Betül BAYKUL' a sonsuz minnetlerimi sunarım.

Bu tez; Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (Proje No: 1101F011); Seyitgazi Ovası ve Yukarı Sakarya Havzasında Kirletici Parametrelerin Belirlenmesi ve Çevresel Etkileri (Yönetici: Prof. Dr. Arzu ÇİÇEK) projesi kapsamında üretilmiştir. Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje çalışanlarına teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. BİTKİ BESİ ELEMENTLERİ ve ÇEVRESEL ETKİLERİ	4
2.1. Kadmiyum (Cd)	7
2.2. Bakır (Cu)	8
2.3. Demir (Fe)	10
2.4. Magnezyum (Mg)	11
2.5. Mangan (Mn)	12
2.6. Nikel (Ni)	12
2.7. Çinko (Zn)	13
2.8. Aliminyum (Al)	15
2.9. Bor (B)	15
2.10. Kurşun (Pb)	25
2.11. Krom (Cr)	26
2.12. Arsenik (As)	27
2.13. Potasyum (K)	28

2.14. Sodyum (Na)	30
2.15. Kalsiyum (Ca)	30
2.16. Silisyum (Si)	32
3.TEZ ÇALIŞMA ALANI COĞRAFİ DURUMU.....	34
3.1. Jeolojik Yapı	34
3.2. Toprak Grupları	35
3.3. İklim ve Yağış	37
3.4. Su Kaynakları ve Sulama Şebekesi	40
4. MATERYAL ve METOD	42
4.1. Materyal	42
4.2. Çalışmada kullanılan Bitkilerin Genel Özellikleri	44
4.2.1. <i>Heracleum sphondylium</i> L.	44
4.2.2. <i>Salix cinera</i> L.	47
4.2.3. <i>Rumex crispus</i> L.....	49
4.2.4. <i>Urtica dioica</i> L.	52
4.3. Metod	54
5. BULGULAR	56
6. TARTIŞMA VE SONUÇ	90
7. KAYNAKLAR DİZİNİ	96

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1. Çalışma Alanı lokalite noktaları. 1.lokalite Seydisuyu Kaynağı, 2. Lokalite Akin Deresi çıkışı, 3. Lokalite Çatören ve Kunduzlar Barajının birleşim noktası, 4. Lokalite Sancar Köyü, 5. Lokalite Yazıdere Köyü, 6. Lokalite Hamidiye Köprüsü, 7. Lokalite Mahmudiye- Çifteler arası	42
Şekil 4.2. Davis'in Grid Sistemine göre Araştırma Alanının Bulunduğu Kare	43
Şekil 4.3. <i>Heracleum sphondylium</i> L. genel görünüş	44
Şekil 4.4. Davis'in Grid Sistemine göre <i>Heracleum sphondylium</i> L.' nin dağılımı	46
Şekil 4.5. <i>Salix cinerea</i> L. genel görünüş	47
Şekil 4.6. Davis'in Grid Sistemine Göre <i>Salix cinerea</i> L.' nin dağılımı	49
Şekil 4.7. <i>Rumex crispus</i> L. Genel görünüş	49
Şekil 4.8. Davis'in Grid Sistemine Göre <i>Rumex crispus</i> L.' nin dağılımı	51
Şekil 4.9. <i>Urtica dioica</i> L. genel görünüş	52
Şekil 4.10. Davis'in Grid Sistemine Göre <i>Urtica dioica</i> L.' nin dağılımı	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Bitki beslenmesi için mutlak gerekli besin elementlerinin kimyasal sembolleri, hangi formlarda ve nereden alındıkları	5
Çizelge 3.1. Eskişehir 1970-2011 Aylara Göre Ortalama Sıcaklık Değerleri	39
Çizelge 3.2. (1970 - 2011) yılları arası Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg m ²)	40
Çizelge 4.1. Çalışma lokaliteleri toprak verileri	56
Çizelge 4.2. <i>H. sphondylium</i> bitkisinde Cd miktarı	60
Çizelge 4.3. <i>H. sphondylium</i> bitkisinde Cu miktarı	60
Çizelge 4.4. <i>H. sphondylium</i> bitkisinde Mg miktarı	61
Çizelge 4.5. <i>H. sphondylium</i> bitkisinde Mn miktarı	61
Çizelge 4.6. <i>H. sphondylium</i> bitkisinde Zn miktarı	61
Çizelge 4.7. <i>H. sphondylium</i> bitkisinde Ca miktarı	61
Çizelge 4.8. <i>H. sphondylium</i> bitkisinde Na miktarı	61
Çizelge 4.9. <i>H. sphondylium</i> bitkisinde Si miktarı	61
Çizelge 4.10. <i>Heracleum sphondylium</i> L. kök de yapılan element analizleri (mg/L)	62
Çizelge 4.11. <i>Heracleum sphondylium</i> L. gövde de yapılan element analizleri (mg/L)	63
Çizelge 4.12. <i>Heracleum sphondylium</i> L. yaprak da yapılan element analizleri (mg/L)	64
Çizelge 4.13. <i>Heracleum sphondylium</i> L. çiçek de yapılan element analizleri (mg/L)	65
Çizelge 4.14. <i>S. cinerea</i> bitkisinde Cd miktarı	67
Çizelge 4.15. <i>S. cinerea</i> bitkisinde Cu miktarı	67
Çizelge 4.16. <i>S. cinerea</i> bitkisinde Mg miktarı	68
Çizelge 4.17. <i>S. cinerea</i> bitkisinde Mn miktarı	68
Çizelge 4.18. <i>S. cinerea</i> bitkisinde Zn miktarı	68
Çizelge 4.19. <i>S. cinerea</i> bitkisinde Ca miktarı	68

Çizelge 4.20. <i>S. cinerea</i> bitkisinde Na miktarı	68
Çizelge 4.21. <i>S. cinerea</i> bitkisinde Si miktarı	68
Çizelge 4.22. <i>Salix cinerea</i> L. gövde de yapılan element analizleri (mg/L)	69
Çizelge 4.23. <i>Salix cinerea</i> L. yaprak de yapılan element analizleri (mg/L)	70
Çizelge 4.24. <i>R. crispus</i> bitkisinde Cd miktarı	73
Çizelge 4.25. <i>R. crispus</i> bitkisinde Cu miktarı	73
Çizelge 4.26. <i>R. crispus</i> bitkisinde Mg miktarı	73
Çizelge 4.27. <i>R. crispus</i> bitkisinde Mn miktarı	73
Çizelge 4.28. <i>R. crispus</i> bitkisinde Zn miktarı	74
Çizelge 4.29. <i>R. crispus</i> bitkisinde Ca miktarı	74
Çizelge 4.30. <i>R. crispus</i> bitkisinde Na miktarı	74
Çizelge 4.31. <i>R. crispus</i> bitkisinde Si miktarı	74
Çizelge 4.32. <i>Rumex crispus</i> L. kök de yapılan element analizleri (mg/L)	75
Çizelge 4.33. <i>Rumex crispus</i> L. gövde de yapılan element analizleri (mg/L)	76
Çizelge 4.34. <i>Rumex crispus</i> L. yaprak da yapılan element analizleri (mg/L)	77
Çizelge 4.35. <i>Rumex crispus</i> L. çiçek de yapılan element analizleri (mg/L)	78
Çizelge 4.36. <i>U. dioica</i> bitkisinde Cd miktarı	82
Çizelge 4.37. <i>U. dioica</i> bitkisinde Cu miktarı	82
Çizelge 4.38. <i>U. dioica</i> bitkisinde Mg miktarı	82
Çizelge 4.39. <i>U. dioica</i> bitkisinde Mn miktarı	82
Çizelge 4.40. <i>U. dioica</i> bitkisinde Zn miktarı	82
Çizelge 4.41. <i>U. dioica</i> bitkisinde Ca miktarı	82
Çizelge 4.42. <i>U. dioica</i> bitkisinde Na miktarı	83
Çizelge 4.43. <i>U. dioica</i> bitkisinde Si miktarı	83
Çizelge 4.44. <i>Urtica dioica</i> L. kök de yapılan element analizleri (mg/L)	84
Çizelge 4.45. <i>Urtica dioica</i> L. gövde de yapılan element analizleri (mg/L)	85

Çizelge 4.46. <i>Urtica dioica</i> L. yaprak da yapılan element analizleri (mg/L)	86
Çizelge 4.47. Lokalitelerde bitki kök bor birikimi	87
Çizelge 4.48. Lokalitelerde bitki gövde bor birikimi	88
Çizelge 4.49. Lokalitelerde bitki yaprak bor birikimi	89
Çizelge 4.50. Lokalitelerde bitki çiçek bor birikimi	89

ŞİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Şimgeler</u>	<u>Açıklama</u>
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
B	: Bor
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Cl	: Klor
cm ³	: Santimetre Küp
CO ₂	: Karbondioksit
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
FeCr ₂ O ₄	: Kromit
gr	: Gram
H	: Hidrojen
H ₂ O	: Su
H ₂ PO ₄ ⁻	: Fosforik Asit
H ₃ BO ₃	: Borik Asit
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
L	: Litre
LDA	: Limit Değer altı
Li	: Lityum
Mg	: Magnezyum
Mg	: Miligram
Mn	: Mangan
Mo	: Molibden
mol	: Mol
N	: Azot

Na	:	Sodyum
NH ₄ ⁺	:	Amonyum
Ni	:	Nikel
O	:	Oksijen
P	:	Fosfor
Pb	:	Kurşun
PbAsO ₄	:	Baryum Sulfat
PbS	:	Galen
pH	:	Hidrojenin Gücü
Ppm	:	Milyonda Bir Birim
S	:	Kükürt
SH	:	Sülfür
Si	:	Silisyum
SO ₄ ⁻²	:	Sülfat
Sr	:	Stronsiyum
Zn	:	Çinko
µg	:	Microgram

1. GİRİŞ

Ülkemiz biyoçeşitlilik açısından oldukça önemli bir zenginliğe sahiptir. Ülkemizin bu denli zengin bir çeşitliliğe sahip olmasının başlıca sebepleri; iklimik ve edafik farklılıkların yanında jeomorfolojik, topoğrafik çeşitlilik, deniz, akarsu, göl gibi değişik su ortamı çeşitlilikleri, 0-5000 m.' ler arasında değişen yükselti farklılıkları, Akdeniz, İran-Turan, Avrupa-Sibirya gibi üç farklı fitocoğrafik bölgenin kesişme noktasında yer alması ve Güneybatı Asya ile Avrupa arasında bir köprü konumunda bulunması sayılabilir. Ülkemizin yaklaşık 15 katı büyüklüğündeki Avrupa kıtasının bütününde 13000' e yakın bitki taksonu bulunmakta iken, 1200 civarında eğrelti ve tohumlu bitki taksonu ile bulunduğu iklim kuşağında zengin bir floraya sahip ender ülkelerden biridir.

Türkiye florası, sahip olduğu tür zenginliğinin yanında içerdiği endemik bitki sayısı bakımından da çok zengindir. Avrupa ülkelerindeki endemik bitki sayısının toplamı 3500 kadar iken ülkemizde bu sayı 4000' e yakındır (Ocak, 2012).

Çalışma alanımız Eskişehir İline bağlı Seyitgazi ilçesinden 27 km uzaklıkta, P. H. Davis'in (1965) grid sistemine göre de B3 karesi içerisinde yer almaktadır. Seyitgazi - Kırka - Mahmudiye bölgesi İç Anadolu step iklim özellikleri göstermekte; kuzeyde ve güneyde dağlarla, batıda ise yüksek platolarla çevrilidir. Bu nedenle Karadeniz ve Akdeniz bölgeleri iklimlerinin etkileri engellenmektedir. Batı Anadolu iklimi ise, kısmen ilin sınırları içerisine girebilmektedir. Aynı alanda yapılan çalışmalarda, Türkiye'nin floristik zenginliği ile uyum sağlayan zengin bir bitki örtüsü tespit edilmiştir (Türe, 2010; Dere, 2010).

Seyitgazi Ovası bir aşınma ovası olup organik madde bakımından zengin topraklara sahiptir (DSİ, 1983).

Ülkemizin bu özellikleri sayesinde farklı toprak ve vejetasyon tiplerini içeren ekosistemler oluşmuştur. Bu etkiler altında gelişen toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri bitki çeşitliliğini artırmakta etkili olmuş; tolerans aralığı yüksek geniş

yayımlı gösteren bitkiler ve toprak özelliğine bağlı indikatör bitkiler oluşmuştur (Karahana vd., 2006).

Çevresel etki değerlendirilmesi açısından bölgelerin doğal yapı üzerinde etkilerinin izlenmesi önem taşımaktadır (Sayılı vd.,1998; Çöl ve Çöl, 2003; Maze vd., 2003; Malina, 2004; Gonzalez ve Gonzalez-Chavez, 2006).

Bütün bitkilerin yaşamı sağlayan makro ve mikro elementlere gereksinimleri vardır (Güner, 1961). Çalışma alanındaki bitkilerde analiz edilen elementler; Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Mangan (Mn), Bor (B), Çinko (Zn), Bakır (Cu). Ayrıca, Alüminyum (Al), Kurşun (Pb), Krom (Cr), Sodyum (Na), Silisyum (Si), Arsenik (As), Nikel (Ni), Kadmiyum (Cd) gibi bitkilerin gereksinim duyduğu elementlerdir.

Bu elementler tarım ve çevre açısından önem arz eden elementlerdir. Bitkiler için genel olarak düşük derişimlerde gerekli, yüksek derişimlerde ise toksik etkiye sahiptirler. Bu nedenle, toprak ve özellikle sulardaki düzeyleri ile reaksiyonlarının bilinmesi gerekmektedir.

Okçu, Tozlu, Kumlay, Pehlivan'ın ağır metallerin bitkiler üzerindeki etkisini araştıran çalışmalarında doğayı kirleten unsurlardan biri olan ağır metallerin bitkilerin vejetatif organlarını makroskobik, mikroskobik ve fizyolojik olarak etkilediğini, bu olumsuz durumdan sadece bitkilerin vejetatif organları değil aynı zamanda generatif organları ve doğada aktif yaşamlarını sürdüren bütün canlıların etkilenmekte olduğunu belirtmişlerdir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenme, çevrede oldukça fazla ağır metal içeriğine ve yoğunluğuna neden olmakta, bu yoğunluk neticesinde doğada bulunan bitkiler olumsuz yönde etkilenmekte, elde edilen ürünlerin de sağlık açısından son derece tehlike arz etmekte olduğunu söylemişlerdir.

Çalışma alanımız da taşınan elementlerden en çok önem arz eden elementimiz bor' dur. Bor, bitki gelişimi için önemli 16 temel bitki besininden biridir ve bitkiler için eksikliği ve toksisite sınırı birbirine en yakın elementtir (Dere, 2010). Ülkemizde bor, dünya üzerindeki bor minarelinin % 65' ine sahip olması, 200' den fazla bor türevinin 250 dolaylarındaki kullanım alanlarında yaygın olarak kullanılması ile önemli bir yere

sahiptir. Türkiye'deki en önemli bor rezervleri Bursa - M. Kemal Paşa -Kesetelek Köyü, Balıkesir - Bigadiç, Kütahya - Emet, Eskişehir - Kırka' da bulunmaktadır (Uygan ve Çetin, 2004).

Artan nüfus, gelişen endüstri ve tabii varlıkları tehdit eden kirlenmeler bor toksisitesine neden olmakta kurak ve yarı kurak bölgeler için bitki gelişimini sınırlayan önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Topraklarda ve sularda aşırı bor birikimi bitkilerin kök ve yeşil kısım büyümesini engelleyen, tane verimini ciddi bir şekilde sınırlayan bir mikro element problemidir. Borun birçok sanayi sektöründe kullanılması, rafinasyon sonucu oluşan fazla bor ve bilinçsiz gübreleme, yüksek miktarda borun toksisitesiyle karşı karşıya bırakmıştır (Addemir, 2002: Köse vd., 2002).

Ülkemizin bitki örtüsü üzerinde toprak-bitki-B ilişkilerini ortaya koymaya yönelik çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır (Dündar ve Çepel 1979; Çiçek ve Gence, 2001). Kırka (Eskişehir) bor rezerv alanında yapılan bor konsantrasyonuna bağlı bitki dağılımları (Türe ve Bell 2004), bölgede belirlenen bazı bitki taksonlarının B akümülatörü olarak kullanılabileceğine ilişkin çalışmalar bildirilmiştir (Babaoğlu vd., 2004).

Uygan ve Çetin' in (2004) Seyitgazi Sulama Şebekesinin Bor Düzeylerinin Belirlenmesi çalışmalarında da belirttiği gibi çevre denilen unsurlar, kaynakların yanlış kullanımından dolayı varolan dengeyi sarsmakta ve bundan özellikle insanlar ve tüm canlılar zarar görmektedir. Kirlenme nedeniyle doğal ekolojik yapısını kaybeden kaynaklara aynı özelliği sonradan kazandırmak, ya çok zor ve pahalı olmakta ya da hiç mümkün olmamaktadır. Bu nedenle kaynakların zaman zaman etüd edilerek araştırılması doğal kaynakların geleceği yönünden önemlidir.

Bu çalışmamızda; *H. sphondylium*, *S. cinera*, *U. diocia*, *R. crispus* bitkilerinin farklı kısımlarında başta bor olmak üzere ağır metal seviyeleri tespit edilerek ağır metal kirliliğinin bu bitkiler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. BİTKİ BESİ ELEMENTLERİ ve ÇEVRESEL ETKİLERİ

Ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm³' ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60' dan fazla metal dahildir. Bu elementler doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde hapis olarak bulunurlar (Kartal vd., 2001).

Ancak bitki bünyesinde bulunan bu denli çok sayıdaki elementin, sadece 16 tanesi bitki gelişmesi için mutlak gerekli olan elementlerdir (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl). Bu 16 elementin kimyasal sembolleri, bitkiler tarafından alınış formları ve nereden alındıkları çizelge 2.1' de gösterilmiştir. Bitki gelişmesi için mutlak gerekli olan ve çizelge 2.1` de verilen elementlerden ilk 9 tanesi (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S), “**Makro Elementler**” olarak diğer 7 tanesi (Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl) ise “**Mikro elementler**” olarak isimlendirilirler. Makro ve mikro kavramları, bu elementlerden bazılarının daha çok önemli olduğu biçiminde yorumlanmamalı ve bu elementlerin tümü bitki gelişmesi için mutlak gerekli elementlerdir. Ancak bunlardan bir kısmı fazla miktarda, bir kısmı ise az miktarda kullanılır. Bunlardan hangisi olursa olsun, bitki tarafından yeterince alınmadığı takdirde ürünün miktar ve kalitesi olumsuz yönde etkilenir. Mutlak gerekli mineral elementler, bitki dokusundaki nispi konsantrasyonlarına göre makro besin maddeleri veya mikro besin maddeleri olarak sınıflandırılırlar (Sağlam vd., 1993).

Makro Elementler

Bitkiler tarafından topraktan alınan 13 elementten altısı diğerlerine göre daha fazla kullanılmaktadır. Bu elementler; azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürttür. Bu bitkilerin alınış formları ve nereden alındıkları çizelge 1.1. de gösterilmiştir. Bitki tarafından fazla miktarda kullanıldıklarından, bu elementler makro elementler olarak isimlendirilmiştir. Bu elementlerin toprakta yeterli düzeyde

olmamaları veya diğer besin elementleri ile dengeli olmamaları gibi durumlarda bitki büyümesi yavaşlar (Sağlam vd., 1993).

Çizelge 2.1. Bitki beslenmesi için mutlak gerekli besin elementlerinin kimyasal sembolleri, hangi formlarda ve nereden alındıkları.

Besin elementlerinin kimyasal sembolleri	Alınış formu	Nereden Alındığı
C	CO ₂	Atmosfer, toprak havası
H	H ₂ O	Su
O	H ₂ O	Su
N	NH ₄ ⁺	Toprak çözeltilisinden
P	H ₂ PO ₄ ⁻	Toprak çözeltilisinden
K	K ⁺	Toprak çözeltilisinden
Ca	Ca ²⁺	Toprak çözeltilisinden
Mg	Mg ²⁺	Toprak çözeltilisinden
S	SO ₄ ⁻²	Toprak çözeltilisinden
Fe	Fe ²⁺	Toprak çözeltilisinden
Mn	Mg ²⁺	Toprak çözeltilisinden
B	B ₄ O ₇ ²⁻	Toprak çözeltilisinden
Zn	Zn ²⁺	Toprak çözeltilisinden
Cu	Cu ²⁺	Toprak çözeltilisinden
Mo	MoO ₄ ⁻²	Toprak çözeltilisinden

N, P ve K genellikle gübreler yoluyla sağlandığından, bu elementlere gübre elementleri denir. Benzer şekilde Ca ve Mg kireç ile toprağa karıştırıldığından bu elementlere kireç elementleri adı verilir (Sağlam vd., 1993).

Mikro Elementler

Demir, mangan, bakır, çinko, bor, molibden ve klor bitkiler tarafından çok az miktarlarda kullanılan besin elementleridir. Bu nedenle bunlara mikro, minor veya eser elementler adı verilir. Bu elementlerin çok az miktarda kullanılmaları, daha az önemli oldukları şeklinde yorumlanmamalıdır. Mikro elementlerde, makro elementler kadar gerekli ve önemlidir. Demir ve mangan hariç, çoğu topraklar yeterli miktarda mikro element içerirler. Ancak bunların bitkilere olan elverişliliği genellikle çok düşüktür (Sağlam vd., 1993).

Güneş ışığı enerjisi ile birlikte mutlak gerekli elementler verildiğinde, normal büyüme için gerekli olan tüm bileşikler sentezleyebilirler. Birçok element genellikle bitkinin minimum gereksinimlerinden daha büyük konsantrasyonlarda bulunur. Mengel ve Kerby (1987) mutlak gerekli elementlerin sınıflandırılmasında alternatif olarak biyokimyasal rollerin ve fizyolojik görevlerinin esas alınmasını önermişlerdir. Bu şekilde bitki besinlerini dört temel gruba ayırmıştır.

1. Mutlak gerekli elementlerin ilk grubu, bitkinin organik bileşiklerini oluşturur. Bitkiler bu besinleri indirgenme ve yükseltgenmenin yer aldığı biyokimyasal reaksiyonlar yoluyla özümlemler.
2. İkinci grup enerji depolama reaksiyonlarında veya yapısal bütünlüğün sağlanmasında önemlidir.
3. Üçüncü grup bitki dokusunda serbest iyonlar veya bitki hücre çeperindeki peptik asitler gibi maddelere bağlı iyonlar şeklinde bulunurlar.
4. Dördüncü grup, elektron transferlerinde yer alan reaksiyonlarda önemli rol oynar.

Ayrıca bitkilerde makro ve mikro elementler dışında doğada bulunan elementler de birikebilir. Örneğin, alüminyumun mutlak gerekli bir element olmadığı kabul edilmesine rağmen, bitkiler genellikle 0,1 ile 500 mg/kg⁻¹ arasında alüminyum içerir ve bir besin çözeltisinde düşük düzeyde alüminyum ilave edilmesi bitki büyümesini teşvik edebilir (Marschner, 1995).

Günümüzde, ekosistemlerin toprak, su ve hava gibi ortamlarında yaygın bir şekilde birikmeye başlayan ağır metaller, Dünya yüzeyindeki tüm organizmaların yaşamını tehdit eden önemli bir çevre sorunu haline almıştır.

2.1. Kadmiyum (Cd)

Atom ağırlığı 112,40 gr/mol, yoğunluğu 8,64 gr/cm³, kaynama noktası 767,3 °C dir. Çeşitli tiplerde kayaların, toprakların ve suların yanısıra kömür ve petrolün yapısında bulunur. Bu doğal kaynaklar içinde çinko, kurşun ve bakır cevherleri kadmiyumun başlıca kaynağını oluşturur.

Kadmiyum diğer ağır metallerle içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir ve insan yaşamı için gerekli elementlerden değildir. Suda çözünebilir özelliğinden dolayı Cd²⁺ halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır ve akümüle olma özelliğine sahiptir (Kahvecioğlu vd., 2003).

Kadmiyum tuzları birçok formda olabilir. Çevredeki değişkenliği ve ekosistem üzerine etkileri doğadaki tuzların boyut büyüklüğüne bağlıdır.

Kadmiyum nispeten yüksek buhar basıncına sahiptir. Havada kadmiyum oksit formuna hızlıca oksitlenir. Karbondioksit, su buharı, sülfürdioksit ya da hidrojen klorid gibi reaktif gazlar ya da buharın varlığında sırasıyla kadmiyum karbonat, hidroksit, sülfid, sülfat ya da klorid oluşturabilirler. Bu tuzlar birikimleriyle birlikte şekillenebilir ve çevreye yayılırlar. Sülfid, karbonat ya da oksit gibi bazı kadmiyum tuzları pratikte suda çözünmezler. Bununla birlikte bunlar doğada oksijen ve asit etkisiyle suda çözünen tuzlara dönüşebilirler (Güven, 2002).

Doğada diğer elementlere göre daha nadir olarak bulunurlar. Litosfer yaklaşık 0,18 ppm, topraklar genellikle 1 - 100 mg/kg⁻¹ den az olmak üzere Cd içerir. Cd kırsal alan atmosferinde 0.01 mikrogram/m³ den az iken kentsel alanda 1 mikrogram/m³ düzeyindedir. Cd, doğal sularda 1 mikrogram/litreden az iken, kirli sularda 100 mikrogram/litreden fazladır. Genellikle yaprağı yenen sebzelerin Cd kapsamının diğer bitkilerden daha yüksek olduğu bilinmektedir. Cd, nişasta içeren bitkilerden ziyade yeşil yapraklı bitkilerde birikmektedir (Kahvecioğlu vd., 2003).

Kadmiyumun tarım topraklarına girişi ve yayılması endüstriyel faaliyetler, fosforlu gübreler, lağım atıkları ve atmosferik depositler yoluyla olmaktadır (Haktanır, 1987).

Toprakta 3 mg/kg, bitki kuru maddesinde ise 1 mg/kg⁻¹'den fazla kadmiyum toksik etkilidir (Özbek vd., 1995). Bu metal insan, hayvan ve bitkiler için toksik etkili bir elementtir. Bitki bünyesinde azot ve karbonhidrat metabolizmalarını değiştirmesi nedeniyle birçok fizyolojik değişikliğe neden olmaktadır. Proteinlerin –SH gruplarındaki enzimleri inaktive etmekte, fotosentezi engellemekte, stomaların kapanmasına, transpirasyon ile su kaybının azalmasına ve klorofil biyosentezinin bozulmasına neden olmaktadır (Sheoran et al., 1990). Ařırđ kadmiyum dozlarının klorofil biyosentezini bozmasının en önemli nedeni klorofil biyosentezinde görev yapan protoklorofil reduktaz ile aminolevulinik asit sentezini engellemesidir. Ayrıca ağır metallerin serbest radikal oluşumuna yol ağtığı ve bu yolla tilakoid membran lipitlerinin oksidatif yıkımına neden olduğu, bu gibi durumlarda ise klorofil yıkımının arttığı ve sentezinin engellendiği bilinmektedir (Zengin ve Munzuroğlu, 2005).

Bitkiler kontamine topraklarda yetiştiği zaman Cd özellikle köklerde konsantrasyon olmaktadır. Kaynaklardan bitkilere geğtiği için kirli bölgelerde yetişen bitkilerde konsantrasyonu hızlı bir şekilde artmaktadır. Çeşitli ölkelerden toplanan veriler hem endüstriyel ve hemde şehirsel toprakların bitkilere önemli miktarda Cd sağladığını göstermektedir. Cd ile kirlenmiş bitkilerde en fazla Cd köklerde ve yapraklarda birikmektedir.

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre ≤ 2 ($\mu\text{g Cd/L}$) kadmiyum iđerен sular 1.sınıf, 2-5 $\mu\text{g Cd/L}$ kadmiyum iđerен sular 2.sınıf, 5-7 $\mu\text{g Cd/L}$ kadmiyum iđerен sular 3.sınıf ve $> 7\mu\text{g Cd/L}$ 'den fazla kadmiyum iđerен sular ise 4.sınıf sular olarak nitelendirilmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

2.2. Bakır (Cu)

Atmosfer koşullarında metalik gri tonunda bulunmayan iki metalden biri olan bakır, M.Ö. 5000 yılından beri tanınmaktadır. Doğada 200' den fazla bakır minerali bulunmakla beraber sadece 20 tanesi bakır cevheri olarak endüstriyel öneme sahiptir. Dünya bakır rezervlerinin % 68' ine şili, ABD, Sovyetler Birliği, Zambiya, Peru, Zaire

ve Kanada; % 32'sine ise diğer ülkeler sahiptir ve bu rezervlerin yaklaşık 650x106 ton olduğu tahmin edilmektedir. Yıllık üretim miktarı, 14 milyon ton (2001 yılı) civarındadır.

Bakır, bitki ve hayvan yaşamı için gereklidir ve litosferdeki seviyesi 70 ppm' dir. Toplam bakırın 2-100 mg/kg⁻¹ ını toprak içerir, bunun çok küçük bir yüzdesi bitkiler tarafından asimile edilebilir. Bakır miktarı çok değişkendir ve bitkilerde 0,2-100mg/kg⁻¹ arasında bulunur (Güven, 2002).

Bitkilerin bakır içerikleri türlerine, organlarına ve yetiştikleri bölgelerin yarıyıllı Cu⁺² iyonları miktarıyla toprak özelliklerine göre değişmektedir (Ünal ve Boskaya,1981).

Bitkilerin bakır gereksinimleri çok azdır. Bitkiler bakır kökleriyle Cu⁺² iyonları halinde alırlar ve yapraklarına Cu⁺² çözeltisi püskürtüldüğü taktirde Cu⁺² iyonlarını absorbe ederek ayarlanabilme özelliği gösterirler. Bakırın bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit yapıllı canlılar için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir. Bakır solunumda ve CO₂ absorpsiyonunda görev alır. Koenzim ve katalizör olarak görev yapar (Sağlam vd, 1993). 2,5 mg Cu/l yüksek su bitkilerine zarar vermez. Bakır eksikliği bitkilerde hastalığa yol açtığı gibi fazlası da zehir etkisi göstermektedir. Bakır bitki bünyesinde enzim aktivasyonu, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında yer alması nedeniyle önemli bir elementtir (Kaçar ve Katkat, 2006). Bakır kirliliği insan aktivitesi sonucu oluşan emisyon ve atmosferik depositler, pestisid kullanımı, kanalizasyon atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi, kömür ve maden yataklarından kaynaklanmaktadır. Toprakta 100 mg/kg⁻¹, bitki kuru maddesinde ise 15-30 mg/kg⁻¹'dan fazla bakır toksik etkilidir. Bakır toksisitesi genellikle bitki kök sistemlerinde açığa çıkar. Bitki bünyesinde protein sentezi, fotosentez, solunum, iyon alımı ve hücre membran stabilitesi gibi bazı fizyolojik olayların bozulmasına neden olur (Sossé et al., 2004).

Endüstriyel kirlenmemiş bölgelerdeki tatlı sularda 1-20 µg/litre'dir. Doğal suların pH değerine bağlı olarak çözünürlük sınırındaki azalma sonucu suların dibinde çökeler ve doğal yeraltı tatlı suların çökeleklerinde yaklaşık 16 – 5000 mg/kg⁻¹ (kuru

ağırlık) arasında bakır bulunur. Kirletilmemiş toprakta bakır konsantrasyonu ortalama 30 mg/kg (sınır değeri 2-250 mg/kg) seviyelerindedir (Kartal vd., 2004).

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre ≤ 20 μg Cu/L bakır içeren sular 1.sınıf, 20-50 μg Cu/L bakır içeren sular 2.sınıf, 50-200 μg Cu/L bakır içeren sular 3.sınıf ve > 200 μg Cu/L bakır içeren sular ise 4.sınıf sular olarak nitelendirilmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

2.3. Demir (Fe)

Kültür topraklarında yüksek oranlarda demir bileşiği bulunmasına karşın bitkilerin topraktan çok az demir almaları ve çok az demir kapsamaları nedeniyle mikro besin maddesi olarak kabul edilmektedir. Bitkiler demiri topraktan Fe^{+3} , Fe^{+2} iyonları ve Fe halinde almaktadırlar. Bitkilerin demir kapsamaları türlerine, yaşlarına, organlarına, yetiştikleri toprakların yarayışlı demir miktarına göre, kuru ağırlıklarının birkaç ile 500-600 mg/kg^{-1} arasında değişmektedir (Güven, 2002).

Demir, klorofil molekülünün yapısında yer almamasına karşın, klorofil oluşumu üzerine katalitik etki yapmaktadır. Koenzim olarak ve enerji taşınmasında görev yapar. Noksanlığında fotosentez metabolizması yavaşlar veya durur. Dolaylı olarak bitki gelişiminde gerileme görülür. Demir bitkide hemoglobinin (hem) prostetik grup olarak görev yaptığı enzim sistemlerine katılmakta ve önemli biyokimyasal ve metabolik olaylarda görev almaktadır. Çeşitli enzimlerin yapısında koenzim olarak yer alan demir, katalaz, peroksidaz ve sitokrom, oksidaz gibi önemli solunum enzimlerinin etkinlikleri için de gereklidir. Demir noksanlığı (kloroz) daha çok meyve ağaçlarında, asmalarda, süs ve çalı bitkilerinde görülmektedir (Yağmur vd., 2005).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığının su ürünleri yönetmeliğine göre sucul ortamda Fe için kabul edilebilir değer 0,7 (mg/l)'dir (Anonim, 2002).

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 300 μg Fe/L demir içeren sular 1.Sınıf, 1000 μg Fe/L demir içeren sular 2.Sınıf, 5000 μg Fe/L demir içeren sular 3.Sınıf ve ≥ 5000 μg Fe/L'den fazla demir içeren sular ise 4.Sınıf sular olarak nitelendirilmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

2.4. Magnezyum (Mg)

Klorofil molekülünün merkezinde yer alır ve klorofil molekülünün %2,7' sini oluşturur. Bitkiler magnezyumu toprak çözeltisinden Mg^{+2} iyonu şeklinde ve toprak komplekslerinde değişebilir halde tutulmuş magnezyumu da “kontakt değişim” yoluyla absorbe ederler. Bu miktar magnezyum, bitki yaprağında bulunan toplam magnezyumun %10' una eşdeğerdir.

Bitkilerde magnezyum fotosentezin cereyanına ve karbonhidrat metabolizmasına yaptığı önemli etki ile dikkati çekmektedir. Klorofil molekülünün yapı maddesini oluşturması nedeniyle, yeterli magnezyumun bulunmaması halinde fotosentez olmaz. Karbonhidrat metabolizmasında görev yapan pek çok enzimde magnezyum, aktivatör olarak bulunur. Bitkilerin yapraklarında gövdesine göre daha fazla magnezyum vardır. Magnezyum kök ve gövdenin büyüme uçlarında birikir. Gelişme döneminin sonuna doğru magnezyum genç vejetatif organlardan tohumla taşınır ve tohumda birikir. Eğer tohumun oluşumu herhangi bir nedenle gerilerse bitkinin daha uzun süre yeşil kaldığı görülür. Magnezyum fotosentezde ve karbonhidrat metabolizmasında görev yapar. Fosfor alımını kolaylaştırır ve bitkide fosforun daha kullanışlı olmasını sağlar. Magnezyum noksanlığında fotosentez ve dolaylı olarak bitki gelişimi yavaşlar veya durur. Magnezyum bitki bünyesinde mobil halde olup yaşlı organlardan genç organlara kolaylıkla taşınır. O nedenle noksanlık belirtileri önce bitkinin alt yaşlı yapraklarında görülür. Mg noksanlığında klorofil oluşumunun azalması nedeniyle yapraklarda sarılık “kloroz” belirtisi ortaya çıkar. Mg noksanlığında yaprağın her tarafının sarı renk almasına karşın yaprak damarları yeşil kalır. Noksanlığın sürmesi halinde yaprağın her yanı sararır ve sonunda yaprak yaşamını yitirir.

Bitkilerde magnezyumun çoğunlukla; hücre öz suyunda inorganik tuzlar halinde, klorofil molekülünün yapı maddesi olarak ve protoplazmada bileşikler halinde bulunduğu inanılmıştır. Mg bitkilerde kalsiyuma oranla çoğunlukla daha az bulunur. Bitkilerde ortalama % 0,30 magnezyum bulunmasına karşın % 0,77 kalsiyumun bulunduğu saptanmıştır. Mg bitkilerin yaprak ve tohumlarında öteki organlarına oranla daha fazla bulunur (Güven, 2002).

2.5. Mangan (Mn)

Mn, demirin de yardımıyla bitkide klorofilin oluşumuna yardım eder. Genellikle klorofile sahip tüm yeşil bitki organları, yüksek düzeyde Mn kapsar. Bitkilerde cereyan eden çok çeşitli enzimatik ve fizyolojik tepkimelerde Mn katalizör olarak görev yapar. Bitkide Manganın fazla bulunması zehir etkisi gösterir ve demirin bitkiler tarafından alınmasını önler.

Klorofilin yapısında yer almamakla birlikte yeteri düzeyde manganın bulunmaması halinde bitkide klorofil oluşumu azalır. Son yapılan araştırmalar manganın fotosentezin cereyanında da dolaysız etki sahibi olduğunu göstermiştir.

Yaprakların Mn konsantrasyonu görece olarak öteki bitki organlarının Mn konsantrasyonlarından çok yüksektir. Genellikle bataklık yerlerde yetişen bitkilerle su seven bitkiler kurak yerlerde yetişen bitkilerden daha fazla Mn kapsarlar. Özdeş şekilde yaprağını dökmeyen ağaçların Mn kapsamı yaprağını döken ağaçların Mn kapsamından daha yüksektir. Genellikle bitkilerin Mn kapsamı 20 mg/kg⁻¹ den az olduğu zaman bitkilerde noksanlık belirtileri görülmekte, 20-550 ppm Mn çoğunluk bitkiler için yeterli olmakta ve 500 mg/kg⁻¹ den fazla bulunan Mn, bitkilerde zehir etkisi göstermektedir (Güven, 2002).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın su ürünleri yönetmeliğine göre sucul ortamda Mn için kabul edilebilir değer 1 (mg/l)'dir (Anonim, 2002).

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 100 µg Mn/L mangan içeren sular 1. sınıf, 500 µg Mn/L mangan içeren sular 2. sınıf, 3000 µg Mn/L mangan içeren sular 3. sınıf ve ≥3000 µg Mn/L'den fazla mangan içeren sular ise 4. sınıf sular olarak nitelendirilmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

2.6. Nikel (Ni)

Çoğunlukla sülfat ve oksitler halinde bulunan ve yeryüzünde bulunma sıklığı 24. sırada olan nikelin ortalama konsantrasyonu % 0,008'dir. Toplam rezerv 130x106 ton olarak tahmin edilmektedir. Nikelin büyük bir çoğunluğu (%80), korozyon ve ısı direncinin yüksek, sertliğinin ve dayanımının iyi olması sebebiyle alaşım üretiminde kullanılmaktadır. Nikelin ana kullanım alanı paslanmaz çelik, bakır-nikel alaşımları ve diğer korozyona dayanıklı alaşım üretimleridir. Saf nikel kimyasal katalizör olarak

elektrolitik kaplamada ve alkali pillerde, pigmentler, madeni para, kaynak ürünleri, mıknatıslar, elektrotlarda, elektrik fişlerinde, makine parçaları ve tıbbi protezlerde kullanılmaktadır.

Nikel doğada, arsenik nikel (NiAs), nikel galeni (NiS), arsenikli nikel galeni (NiAsS) ve ayrıca demir ve bakır içeren minerallerle birlikte bulunur. Nikel, her yerde bulunabilen bir eser elementtir ve toprakta, havada ve biyosferde bulunur. Yerkabuğunun nikel içeriği yaklaşık % 0,008'dir. Yakın çevrede nikel, fosil kaynaklı yakıtların yanması ile havada bulunabilir. Suda normalde bulunmaz. Bazı besin maddelerinde besin teknolojisi nedeniyle (jelatin ve kabartma tozu gibi); sebzelerde ve hububatta doğal olarak nikel bulunmaktadır. Sigara dumanının da önemli derecede nikel karbonil içerdiği belirlenmiştir (Güven, 2002).

Topraklar ortalama $5-500 \text{ mg/kg}^{-1}$ Ni içeriğine sahiptir, fakat genellikle bunun %1'inden daha azı bitkiler tarafından asimile edilebilir. Bitkide normal değer $0,1-5 \text{ mg/kg}^{-1}$ 'dir. Doğal yayılımı yanında insan aktivitelerine bağlı olarak doğada bulunmaktadır. Bazı bitki türleri, örneğin; baklagiller, için yararlı bir element olan nikel, belli bir doz aşımından fazlası ($> 0,18-5 \text{ mg/kg}^{-1}$) zehirleyici olmaktadır (Kahvecioğlu vd., 2004).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın su ürünleri yönetmeliğine göre sucul ortamda Ni için kabul edilebilir değer $0,3 \text{ (mg/l)}$ 'dir (Anonim, 2002).

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre $\leq 20 \text{ } \mu\text{g Ni/L}$ nikel içeren sular 1. Sınıf, $20-50 \text{ } \mu\text{g Ni/L}$ nikel içeren sular 2. Sınıf, $50-200 \text{ } \mu\text{g Ni/L}$ nikel içeren sular 3. Sınıf ve $> 200 \text{ } \mu\text{g Ni/L}$ 'den fazla nikel içeren sular ise 4. Sınıf sular olarak nitelendirilmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

2.7. Çinko (Zn)

Çinko, insan ve hayvanlarda olduğu gibi bitkilerde de çok çeşitli ve önemli metabolik işlemlere sahiptir. Protein ve karbonhidrat sentezine katılmasının yanı sıra, enzim aktivasyonu, fotosentez, solunum ve biyolojik membran stabilitesi üzerine etkileri nedeniyle üretilen ürün miktarı ve kalitesini direkt olarak etkilemektedir (Rout and Das, 2003).

Çinko; genellikle bitki köklerinde bulunur. Bitki metabolizması için çok gerekli bir element olup içinde yer aldığı enzimlere bakarak, karbonhidrat, protein, fosfat, RNA oluşumunda görev aldığı söylenebilir. Membran geçirimliğinde de rolü olduğu bulunmuştur. Ayrıca bakteri ve mantarların yol açtığı hastalıklara karşı koruyucu etkisi olduğu da bilinir. Yapraklarda oluşan klorosis ve yavaşlamış bitki gelişimi, çinko eksikliğinin ilk belirtilerindendir. Çinko zehirlenmelerinin etkisi diğer ağır metallerinkine benzemesine karşın çinko, diğer metaller kadar zehirli değildir (Çingı, 2007).

Çinko, yoğun endüstri alanlarından bırakılan atık sularla, kanalizasyon sularıyla ve asit yağmurları aracılığıyla toprağa ulaşmaktadır (Vaillant et al., 2005). Topraklardaki toplam Zn konsantrasyonu 10-300 mg/kg⁻¹, bitkiler tarafından alınabilir Zn konsantrasyonu 3,6-5,5 mg/kg⁻¹ arasında değişmektedir. Bitkilerdeki Zn konsantrasyonları normal bitkilerde 5-100 mg/kg⁻¹ arasındadır. Görülen toksisiteler genellikle 400 mg/kg⁻¹'den sonra başlamaktadır (Özbek vd., 1995).

Çinko toksisitesinde bitkilerin kök ve sürgün büyümesi azalır, kökler inceler, genç yapraklar kıvrılır ve kloroz görülür, hücre büyümesi ve uzaması engellenir, hücre organelleri parçalanır ve klorofil sentezi azalır (Rout and Das, 2003).

Çinkonun, fasulye bitkisinin kök, gövde ve yaprak büyümesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada artan çinko (kontrol, 1.5 mM, 2.0 mM ve 2.5 mM) konsantrasyonlarıyla ilişkili olarak kök (kontrole göre %29,23, %34,03 ve %14,57), gövde (kontrole göre %26,79, %30,93 ve %33,62) ve yaprak (kontrole göre %17,49, %20,99 ve %24,94) büyümesinin azaldığı tespit edilmiştir (Zengin ve Munzuroğlu, 2005).

Çinkonun kök meristem hücrelerinde bölünecek olan hücrelerde birikerek profazın sonundaki olayları engelleyerek mitoz bölünmeyi engellediği ayrıca hücrelerin ligninleşmesini sağlayarak hem kök hem de gövde büyümesini engellediği ifade edilmiştir (El-Ghamery et al., 2003).

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre ≤200 µg Zn/L çinko içeren sular 1. Sınıf, 200-500 µg Zn/L çinko içeren sular 2. Sınıf, 500-2000 µg Zn/L çinko içeren sular 3. Sınıf ve > 2000 µg Zn/L'den fazla çinko içeren sular ise 4. Sınıf sular olarak nitelendirilmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

2.8. Alüminyum (Al)

Alüminyum, yumuşak ve hafif bir metal olup mat gümüşümsü renktedir. Bu renk, havaya maruz kaldığında üzerinde oluşan ince oksit tabakasından ileri gelir. Alüminyum, zehirleyici ve manyetik değildir. Doğada genellikle boksit cevheri halinde bulunur ve oksidasyona karşı üstün direnci ile tanınır.

Alüminyumun tüm topraklarda sürekli kullanım koşullarında 5 mg/l ve iyi tekstürlü nötr-alkali topraklarda 20 yıldan daha az sulama yapıldığında (Ph=6-8,5) 20 mg/l'dir. (Sulama suyundaki iz elementlerin izin verilen maksimum sınırları (mg/l) (Karataş vd., 2005).

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre 0,3 µg Al/L alüminyum içeren sular 1. sınıf, 0,3 µg Al/L alüminyum içeren sular 2. sınıf, 1 µg Al/L alüminyum içeren sular 3. sınıf ve ≥ 1 µg Al/L'den fazla alüminyum içeren sular ise 4. sınıf sular olarak nitelendirilmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004).

2.9. Bor (B)

Bitkiler tarafından eser miktarda gereksim duyulan, eksikliği ve toksisite sınırı birbirine en yakın element bor'dur (Brown P.H. et al., 2002).

İlk boraks kaynağı Tibet Göllerinden elde edilmiştir. Boraks; koyunlara bağlanan torbalarda Himalayalar' dan Hindistan'a getirilmiştir. Eski Yunanlılar ve Romalılar boratları temizlik malzemesi olarak kullanmıştır. İlaç olarak ilk kez Arap doktorlar tarafından M.S. 875 yılında kullanılmıştır (Moseman, 1994).

Dünya'da en fazla sayıda kimyasal türevleri olan elementlerden birisidir. Bor'lu malzeme üretimi için bor cevherinden ve rafinasyon bileşiklerinden yararlanılmaktadır. Bor bileşikleri Uluslararası Standart Sanayi Tasnifi'ne (I.S.I.C) göre grup kodu 311 olan Kimya Sanayi Sektörü içerisinde yer almaktadır (Bandırma, 2002).

Bor element olarak periyodik sistemin üçüncü grubunun başında bulunur. Bor'un sembolü "B", atom sayısı 5, atom ağırlığı 10,82, özgül ağırlığı 2,34 gr/cm³ ve

ergime noktası 2.300° C'dir. Doğada en az bulunan ve en duyarsız elementlerden birisi olan borun, yerkabuğundaki ortalama miktarının 10 mg/kg⁻¹ den az olduğu görülmüştür. Buna karşın bor, her türlü jeolojik ortamda oluşan minerallerde bulunur. Borun çift yönlü özelliği olağan sayılmayan ender bileşiklerin oluşmasına neden olur (Polat, Mehmet, 1987). Bor madeninin atomik yapısı; atomik çapı 1,17, atomik hacmi 4,6 cm³/mol, kristal yapısı Rhombohecral, elektron sayısı (yüksüz) 5, nötron sayısı 6, proton sayısı 5'tir. Kimyasal özellikleri; elektrokimyasal eşdeğeri 0,1344 g/amp-hr, elektronegativite 2,04, füzyon ısısı 50,2 kJ/mol, valans elektron potansiyeli 190'dır. Fiziksel özellikleri ise; atomik kütlesi 10.8¹¹, görünüşü sarı, kahverengi ametallik kristal, buharlaşma ısısı 489,7 kJ/mol, fiziksel durumu katıdır (Türkiye Borat Yatakları, 2001).

Bor minerallerinin oluşumu; Pegmatit-pnömatolitik, eksalatif sedimanter, sedimanter olmak üzere üç grup devreden oluşmaktadır. Pegmatit-pnömatolitik devrede; bor içeren bor mineralleri meydana gelmektedir. Bu devrede bor elementi magmanın hafif uçucu kısımları içerisinde büyük rol oynamaktadır. Eksalatif-sedimanter devreye gelindiğinde ise; volkanik safhada bor yüksek konsantrasyonda tekrar meydana çıkar. Bor elementi borik asit bağlantısı halinde bulunup çabuk uçucu ve yüksek buhar basınçlı durumundadır. Zayıf borasitli eriyikler sıcak su kaynakları halinde yerüstüne çıkarlar. Son olarak sedimanter devrede; bu yataklardaki bor mineralleri ana tasları konsantrasyona uğradıkları bölgelerin yakınlarındaki genç volkanik kayalar olup, bor mineralleri birçok şekillerde yer değiştirmek zorunda kalmışlar, primer yataklarında akarsular tarafından eritilerek sürüklenip göl ve denizlere karışmışlardır. Türkiye'de boraks, kernit, üleksit Kırka yataklarında bulmaktadır (Çetin H., 2005).

Bor Ürünlerinin Başlıca Kullanım Alanları

Çok geniş ve çeşitli alanlarda ticari olarak kullanılan bor mineralleri ve ürünlerinin kullanım alanları giderek artmaktadır. Üretilen bor minerallerinin % 10'a yakın bir bölümü doğrudan mineral olarak tüketilirken geriye kalan kısmı bor ürünleri elde etmek için kullanılmaktadır. Borun endüstrideki yararları yıllardır bilinmekle beraber, insan sağlığı için önemi son birkaç yıldır araştırmalara konu olmuştur (Devlet Planlama Teşkilatı, 1995).

Bor Üretiminden Kaynaklanan Çevre Sorunları

Bor ürünlerinin çevreye olumsuz etkileri diğer sanayi sektörlerine oranla çok daha düşük düzeydedir. Hatta, kemoterapi sonrası radyoaktif maddelerin etkisini azaltmak üzere kullanım, insan ve canlılara gerekliliği nedeniyle çevre dostu sayılabilecek elementlerdendir.

Bentli ve ark. (2002) yılında yaptıkları çalışmada atık barajlarında toplanan bor atıklarının sanayide kullanımı için gerekli araştırmalar yapılmalı ve ilgili endüstri dalları ile ortak projeler geliştirilmesinin öneminden bahsetmiştir.

Bor Atıklarının Değerlendirilmesi ve Çevreye Etkileri

Cevher zenginleştirme tesislerinden çıkan atıklar genellikle ince boyutlu katı ve pülp halindedir. Çevre bilinci gelişmeden önce bu atıklar maden alanlarının yakınındaki sahalara, atık barajlarına, denizlere, göllere ve nehirlere boşalmaktaydı.

Günümüzde ise zenginleştirme tesis atıklarından yararlanmak veya eğer bu mümkün değilse uygun biçimde bertaraf etme yoluna gidilmektedir. Gelişmiş ülkeler başta olmak üzere, Dünyanın birçok ülkesinde araştırmacılar ve işletmeler bu konuda yoğun çaba harcamaktadır. Yapılan araştırmalar daha çok yapı malzemeleri üretimine, cam ve seramik endüstrilerine ham madde hazırlamaya yönelik olmuştur.

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak yeni yöntem ve ekipmanların geliştirilmesi ile cevherlerin ekonomik tenörleri aşağılara çekilmekte, artık konumundaki birçok depolanmış yığın da bu sayede değerlendirilmektedir. Buna göre atıkların atılmasında gelecekte muhtemel değerlendirme olanakları göz önünde bulundurulmalıdır. Bor atıkları bu konumda belki de en önde gelen atıklardan biridir. Bu nedenlerden dolayı bor atıkların depolanmasına azami önem göstermek gereklidir. Atıkların uygun bir şekilde değerlendirilmesinde elde edilecek avantajlar; atıkların stoklanmadan doğan sorunları ve stoklama maliyeti azalacak, çevre kirliliği en az seviyeye inecek, üretilen yeni ürünle ek bir kazanç elde edilecek, atıkların yer altı ve yer üstü sularını kirletmesi önlenecektir (Karadeniz, 1996).

Ülkemizde her yıl boron mineralleri üretimi sırasında 600.000 ton atık ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların düzenli bir şekilde depolanması ile ileride kullanılabilme imkanı vardır. Bu sayede hali hazırda büyük bir potansiyel olan stoklar ülke ekonomisine kazandırılacak, çevre kirliliği önlenmiş olacak ve atıkların atıldıkları göletlerin yapımı için işletmeler büyük meblağlar ödemek zorunda kalmayacaktır (Yaman ve Maraşoğlu, 1998).

Boron Çevresel Etkileri

Boron Havaya Etkisi

Bor, havaya, doğa ve endüstriyel kaynaklardan yayılmaktadır. Graedel'e (1978) göre doğal kaynaklı okyanuslar, volkanlar ve jeotermal buharlar bor içermektedir. EPA'ya (1987) göre ise bor bileşikleri antropojenik (insan etkinlikleri sonucu) kaynaklar şeklinde havaya karışmaktadır. Borun havaya karışımıyla ilgili hiçbir nicel çalışma bulunamamıştır (US Public Health Service, 1992). Genel olarak bor madenlerinde, bor tozundan dolayı hava yoluyla bora maruz kalınmaktadır. Borik asit ve rafine ürün üretilen yerlerde bor madenlerinde bir metreküp havada 14 mg bor dozu rapor edilmiştir (US Public Health Service, 1992).

Boron Toprağa Etkisi

Bor toprakta özellikle Borik Asit (H_3BO_3) veya borat olarak bulunur. Bor, toprak parçacıkları üzerine absorbe edilmiş olabilir, serbest anyon olarak toprak çözeltisinde bulunabilir veya silikatların bir yapı taşı oluşturabilir (Uygan ve Çetin, 2004). Topraklar genel koşullarda doygun çözeltilerindeki bor durumlarına göre az borlu orta borlu yüksek borlu, çok yüksek borlu topraklar olarak dört grup altında sınıflandırılmaktadır. Az borlu topraklar $0,7 \text{ mg/kg}^{-1}$ 'ye kadar bor içermekle ve hiçbir bitki için sorun teşkil etmemektedir. Orta borlu topraklar $0,7-15 \text{ mg/kg}^{-1}$ bor içermekte ve bazı bitkiler için sorun yaratmadığı tespit edilmiştir. Yüksek bor'lu topraklar $15-75 \text{ mg/kg}^{-1}$ bor içermekle ve çoğunlukla bitkiler için tehlikeli olmakta, çok yüksek borlu topraklar ise 75 mg/kg^{-1} den fazla bor içermekte olup bunlar bitkiler için tehlikelidir (Özgül, 1974; Uygan ve Çetin, 2004).

Kumlu, tınlı topraklar için yapılan bir başka sınıflamada ise bor düzeyi $< 0,3$ mg/kg^{-1} çok düşük, $0,4 - 0,8$ mg/kg^{-1} düşük, $0,9 - 1,5$ mg/kg^{-1} optimum, $1,6 - 3$ mg/kg^{-1} yüksek, > 3 mg/kg^{-1} çok yüksek olarak belirtilmiştir (Kelling, 2003; Uygan ve Çetin 2004). Yapılan araştırmalarda, bitki bünyesindeki bor miktarının öncelikle toprak pH' ı ile ilgili olduğu gösterilmiştir. Diğer önemli faktörler ise, bitki çeşidi toprağın bor içeriği, toprakta değişebilen iyonların tipi topraktaki dığcı minerallerin miktar ve tipi, toprağın organik madde miktarı, toprağın sıcaklığı, toprağın ıslanma ve kuruma durumu, toprak-su oranı, ışık yoğunluğu ve genetik faktörlerdir (Şimşek ve Veliöğlü, 2003). Borun bitkiler tarafından alınımı etkileyen en önemli toprak özelliği toprak pH' ıdır. Toprak pH' ındaki artışa ve gereğinden fazla kireçlemeye bağlı olarak bitkilerde bor alımı azalmaktadır (Bartleta ve Picarelli, 1973; Bennett ve Mathias, 1973).

Borun Suya Etkisi

Bor, yeraltı suyunda doğal olarak, yüzey sularında endüstriyel kirletici olarak veya tarımsal yüzey akışların ve çürüyen bitki materyallerinin bir ürünü olarak bulunabilir (Provin ve Pitt, 2002).

Borun suya etkisi iki açıdan mümkündür; birincisi, içme sularına olan etkisi, diğeri ise tarımsal sulara olan etkisidir. Yapılan araştırmalara göre, bilhassa içme sularının yüksek oranda bor içermesi insan sağlığı açısından önem arz etmektedir. İçme suları için, farklı bor sınır değerleri verilmektedir. 1968'de Su Kalitesi Kriterleri Komitesi (Committee on Water Quality Criteria) sınır değeri 1 mg/l olarak belirlemiştir, 1971'de İçme Suları Teknik Komitesinin (Drinking Water Standards Technical Review Committee) incelemeleri sonucunda 1 mg/l sınırını gerektirecek kanıt olmadığına, insan sağlığı yönünde 0,3 mg/l 'nin güvenilir bir sınır olduğuna karar verilmiştir (Kalafatoğlu ve ark., 2002; Uygan ve Çetin, 2004). Ülkemizde 1998 yılında yayınlanan Çevre Bakanlığı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde içme suları için verilen bor limiti 1 mg/kg olup, bu miktarın 0,1 mg/kg düzeyini aşmamasının ideal olduğu bildirilmektedir. Tarımsal sulamada, yalnız uygulanan sulama yöntemi, sulama zamanı ve sulama suyu miktarı değil, aynı zamanda kullanılan suyun kalitesi de son derece önemlidir. Tarımsal faaliyetler ve diğer sektörler geliştikçe ne yazık ki çevresel kirlenmeler de artmaktadır. Bitkiler için gerekli olan ancak 1 mg/l 'den fazla bor

içeriğine sahip suların sulamada kullanılması bitkilerde ve topraklarda sorun yaratabilmektedir (FAO, 1976: Uygan ve Çetin 2004).

Bitkilerin sulama suları da bor içeriğine göre 3 sınıfa ayrılmaktadır:

1. Duyarlı bitkiler için 0,35-1,25 mg/ml,
2. Yarı duyarlı bitkiler için, 0,7-2,5 mg/l,
3. Dayanıklı bitkiler için 1,0-3,75 mg/ml bor içeren sular (E.T.K.B., 1983; Uygan ve Çetin, 2004).

Bor bir alana genellikle su ile taşındığından sulama suyunun bor içeriğine göre hem sular hem de bitkiler gruplandırılabilir. Eaton, (1940)'a göre 0,3-1,0 mg/kg⁻¹ bor seviyesinde bora hassas bitkiler, 1,0-2,0 mg/kg⁻¹ bor seviyesinde bora orta hassas bitkiler, 0-4,0 mg/kg⁻¹ bor seviyesinde bora toleranslı bitkiler yetişir.

Borun Hayvanlara Etkisi

Yem ve sularına katılarak veya sondayla doğrudan midelerine konarak deney hayvanlarına verilen bor, türler arasında önemli farklılara rağmen belirli bir yoğunluğa kadar olumsuz herhangi etki yaratmaz ama çok yüksek dozlara çıkıldığında akut zehirlenme belirtileri ve ölüm meydana gelir. Yüksek doz uygulaması uzun sürerse hayvanların testisleri dejenerasyona uğrar. Yüksek doz gebelere uygulandığı zaman yavru gelişimine zarar verir (Şaylı, 2002). 9000 mg/l borik asit içeren diyetle beslenen hayvanlarda borun doğrudan plazma, beyin, testis, salgı bezleri, karaciğer, böbrek, kas ve prostat gibi yerlere taşındığı yağ dokusundan daha çok (borun %20'si), kemik dokusunda tutulduğu saptanmıştır (WHO 1998).

Hayvanın içme suyunda 2500 mg/l borik asit bulunması büyümeyi engellediği için zararlıdır (DSİ, 1983: Uygan ve Çetin, 2004).

Borun İnsanlara Etkisi

İnsanlar solunum, temas ve sindirim yolu ile bor bileşiklerini vücutlarına almaktadırlar. Bor madeninin çıkarıldığı veya işlendiği yerlerde gaz veya toz halinde vücuda alınması solunum veya temas yolu ile olmaktadır (WHO,1998: Velioğlu, 2003).

İnsanlar için borik asitin en düşük öldürücü dozları ağız yolu ile alındığında 640 mg/kg, deri yoluyla temasla alındığında 8600 mg/kg, doğrudan enjeksiyonla alındığında 29 mg/kg'dır. Öldürücü doz çocuklarda 3-6 g/gün, yetişkinlerde 15-20 g/gündür. Fakat gerçekte literatürde belirlenmiş kesin bir öldürücü doz yoktur. İnsanlarda görülen bor toksisitesine ait belirtiler (500 mg dan fazla dozları) bulantı, kusma, baş ağrısı, karın ağrısı ishal, kas kasılması, şok, halsizlik sindirim ve merkezi sinir sisteminde görülen düzensizlikler, salgı bezlerinin çalışmasında görülen bozulmalar ile deride kızarıklık gibi cilt lezyonlarıdır (Hunt,1996; WHO,1998; Anonim,2000: Velioğlu ve ark., 2003). Yapılan bir çalışmada kronik kalp hastalıklarına iyi geldiği ve HDL kolesterolde azalma sağladığı rapor edilmiştir (Samman et al., 1998).

Borun Bitkilere Etkisi

Bor, bitkilerde önemli metabolik işlevlere sahiptir ve toprakta bor bulunmaması durumunda bitki gelişimi durmaktadır (Loomis ve Durst 1992: Velioğlu ve ark., 1999). Sulama sularının ve bu sularla sulanan tarım alanlarının çeşitli toksik elementlerce kirlenmesi tarımsal üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden birisidir. Sulama suyundaki bor konsantrasyonunun belirli sınırları aşması halinde bitki büyümesi durmakta, bitki yaprağında sararma, yanma ve yarılmalar, olgunlaşmamış yapraklarda dökülme ve büyüme hızının yavaşlaması ile bitki veriminin azaldığı gözlenmektedir. Toplam borun büyük bir kısmı, bitki tarafından kullanılmaz. Toprakların toplam bor içeriği 2-200 mg/kg⁻¹ arasında değişir ve bitkiler bu miktarın %5' inden daha az bir kısmından yararlanabilir. Bitkilere zarar verecek bor miktarı, aynı zamanda toprak kalitesinden, drenaj kolaylığından ve iklim değişimlerinden etkilenmektedir. Çok kum iklimlerde ve hafif toprakta borun birikme olasılığı daha fazladır (Uygan ve Çetin 2004). Bor, bitkileri geliştirmek için kullanıldığı gibi gelişimi önlemek için de kullanılabilir. Yabani ot kontrolünde ve toprak sterilizasyonunda, yanmayı geciktirici özelliği ile otoyollar ve demiryolları kenarlarındaki alanları da, petrol rafinerileri ve

kereste depoları gibi alanlarda bitkileri tamamen yok etmede kullanılır (Kalafatoğlu, 1997; Uygan ve Çetin, 2004).

Bitkiler için önemli olan kullanılabilir borik asit (H_3BO_3) konsantrasyonudur (Yermiyahu 2001; Türe ve Bell 2004). Topraklarda bulunan bor içeriğinin % 5' den daha azı bitkiler için kullanılabilir formda bulunmaktadır (Güzel vd., 1992). Bitkilerin yararlanabildikleri topraktaki bor konsantrasyonu bölgelere göre farklılık göstermekle beraber ortalama 0,4 - 5 mg/kg-1 seviyelerindedir (Kacar ve Fox 1967; Gupta 1979; Ryan ve ark.1998; Apostol ve Zwiazek 2004;Rerkasem ve Jamjod 2004;Sartaj ve Femandes.2005). Ülkemiz topraklarında bitkiler tarafından kullanılabilir B konsantrasyonu 0,75 – 4,55 mg kg-1 arasında bulunmaktadır (Kacar ve Fox 1967; Eyüpoğlu vd., 2002).

Bitkilerin Bor Alımı, bitkilerin boru pasif absorpsiyon yolu ile $B(OH)_3$ şeklinde aldıkları bilinmesine rağmen, biraz da olsa aktif absorpsiyon yolu ile $B(OH)_4$ şeklinde de alınır. Bor bitkilerde tepe noktalarına kadar ksilem iletim boruları içerisinde taşınır. Borun alınması ve iletim borularında taşınması bitkinin su alımı ile yakından ilgilidir. Bu yüzden bitkilerin bor alımlarında önemli farklılıklar vardır (Kacar ve Katkat, 1998). Bitki gelişmesi için mutlak gerekli element olduğunun belirlendiği 1923 yılından günümüze değin borun bitkilerdeki fizyolojik ve biyokimyasal işlevleri üzerinde pek çok araştırma yapılmıştır. Ancak açıklığa kavuşturulamamış pek çok nokta bulunması nedeniyle konu üzerindeki çalışmalar günümüzde de yoğun şekilde sürmektedir. Bitkilerdeki metabolik ve fizyolojik işlevlerine ilişkin bilgiler bor noksanlığında ve uygulaması durumunda bitkilerdeki değişimlere bakılarak belirlenmeye çalışılmaktadır.

Bor bitkilerde, şekerlerin taşınmasında, hücre duvarı sentezinde, lignifikasyon olgusunda, hücre duvarı yapısının oluşumunda, karbonhidrat metabolizmasında, RNA metabolizmasında, solunumda, İAA (indolasetik asit) metabolizmasında, fenol metabolizmasında, biyolojik membranların yapısal ve fonksiyonel özellikleri üzerinde önemli ve belirgin işlevlere sahiptir (Kacar ve Katkat, 1998).

Bor, hücre duvarı komponentleri ile tepkimeye girerek polihidroksil bileşikleri oluşturmak suretiyle hücre zarının ince yapıda olmasında ve güçlü bir şekilde sentezlenmesinde rol oynar. Yeterli düzeyde bor içermeyen bitkilerin hücre

duvarlarında belirgin şekil bozuklukları ortaya çıkar. Meristematik dokuların gelişmesinde, polen tüplerinin büyümesinde polenlerin gelişme ve çimlenmelerinde bor önemli etkinliğe sahiptir. Bor bu nedenle vejetatif gelişmeye göre generatif gelişmede daha büyük önem taşımaktadır. Bor eksikliğinde bitkilerin kök uzamalarında gerileme ya da durma ve köklerin çalılışmış bir görünüm alma durumu gözlenmektedir. Çünkü kök uzaması hücre duvarı sentezi ve hücre bölünmesi ile doğrudan ilişkilidir.

Bitkiler topraktan bor alımlarına göre farklılıklar göstermektedirler. Bu farklılığın sebebi büyümeleri için farklı miktarlarda bora ihtiyaç duymalarıdır. Bor eksikliği kuru ağırlığının kilogramı başına mg B olarak belirtilir. Buğdaygiller (gramineler) için kritik değer 5-10 mg B' dur. Çift çenekli bitkiler (dikotiller) için 20-70 mg B' dur. Özsuyu süt benzeri olan bitkiler için ise 80-100 mg B' dur. Bitki türlerindeki bu farklılık, hücre duvarı yapılarının farklılığından kaynaklanır. Buğdaygillerde hücre duvarları çok az pektik materyal içerir ve ayrıca daha az kalsiyuma gereksinim duyarlar. İlginç olarak bu iki bitki türünün silisyum alım kapasiteleri de farklılık göstermektedir. Silisyum alımının bor ve kalsiyum gereksinimi ile ters ilişkisi vardır. Bu üç element de hücre duvarının yapısında temeldirler. Bor ve kalsiyumun ilişkisi fizyolojik temellidir. Bu iki element hücre duvarında benzer yapısal fonksiyonlar gösterirler. Bu benzerlik, bor ve kalsiyum eksikliği belirtilerinin de benzer olacağı anlamına gelmektedir (HO., 2000).

B bitkilerde en fazla yaprak ve üreme organlarında bulunurken sırasıyla en az kök, meyva ve tohumlarda bulunmuştur. Pamuk'ta B miktarını yüksek konsantrasyondan düşük konsantrasyona doğru sıralama yaptığımızda; en yüksek düzeyde bazal yapraklarda, üst yapraklarda, kabuk bölgesinde, kökte, gövdede ve en az ise odun bölgesinde bulunduğu bildirilmiştir (Zhao and Oosterhuis, 2002). Bor'un yaprakta dağılımında da farklılıklar vardır. Yaprığın en uç bölgesi bor'un en yüksek konsantrasyonda olduğu bölge iken, bunu sırasıyla yaprak kenarları, daha sonra merkezi bölüm ve petiyole yaklaştıkça B konsantrasyonun da azaldığı tespit edilmiştir (Shelp and Brown, 1997).

Borun bitkilerdeki zararlı etkileri, ılıman iklim kuşaklarındaki bitkilerde bor toksisitesi ender görülmekle beraber genelde yüksek miktarda bor gübresi

kullanımından ileri gelmektedir. Bor toksisitesi kurak ve yarı kurak bölgelerde büyük öneme sahip olmaktadır. Buralar da doğal olarak tuz akümülyasyonu veya yüksek miktarda sulama sularının kullanılması ile toprağın bor bakımından zenginleşmesine yol açmaktadır.

Bunların dışında topraklarda bor birikmesi atık suların ve arıtma çamurlarının kullanılmasından ileri gelmektedir. Atık sularda ve arıtma çamurlarındaki borun temel kaynağı evlerde kullanılan deterjanların içerdikleri beyazlatıcı madde olan % 10-25 perborattır. Atık sular içinde bulunan bor bileşikleri yüksek çözünürlükleri nedeniyle atık suların arıtılması sırasında tutulamazlar ve büyük kısmı sulara karışırlar. Borla kirlenmemiş yüzey suları 0,05-0,1 mg/l içermeleri yanında borla zenginleşmiş sulama sularında 0,6 mg/L'ye kadar ölçüm yapılmıştır. Bu konsantrasyonda suda yetişen duyarlı bitkilerde bor toksisitesi beklenebilir (Schobel, 1993). Bor toksisitesine en duyarlı bitkilerin başında asma, incir ve fasulye gelir. Orta derecede duyarlı bitkiler arpa, bezelye, mısır, patates, yonca ve domates bitkileridir. Şalgam, şeker pancarı ve pamuk bor toksisitesine en dayanıklı bitkiler arasındadır. Bor fazlalığında yaşlı yapraklarda yaprak uçları sararır ve nekrozlar oluşur. Daha sonra belirtiler yaprak kenarlarına ve orta damara doğru yayılır. Yapraklar yanık bir görünüm alır ve erken dökülür (Kaçar ve Katkat, 1998). Bor elementinin gerçek işlevi ne olursa olsun, en belirgin özelliği kök gelişiminde ortaya çıkmaktadır. Bu da Brown ve Ambler (1969)'ün yapmış oldukları araştırmada besin çözücündeki bor elementi yoğunluğuna cevaben soya fasulyeleri köklerinin gelişimi üzerine ortaya koyulan veriler ile açıklanmaya çalışılmıştır. Kök gelişiminin yavaşlaması genelde besin ile birlikte alınan bor elementinin 24 saat içerisinde tutumu ile gerçekleşir. Bu net bir şekilde bor elementinin hücre formasyonu ve gelişiminin ilk basamağındaki hücresel süreçlere etki eder. Aynı zamanda gelişen kökler, bor elementi çevrede yokken bir depo olarak görev yapan bor rezervlerini biriktiremediğini gösterir. Bor elementi, bol miktarda bor elementi içeren besin çözücündeki kök ucundan bor elementi olmayan aynı kök sisteminin bir diğer ucuna aktarılamaz. Bitki kökleri görünüşe bakılırsa normal bir gelişim için sürekli olarak bor elementine ihtiyaç duyar. Gelişen köklerde bor eksikliğine karşı aşırı hassasiyet bitki içerisindeki bor elementinin genellikle yerinin sabit olmasını gerektirir. Bu olay, bor elementinin, bol miktarda, bor içeren kök ucundan, bor elementi olmayan

aynı kök sisteminde bir başka kök ucuna aktarılmadığını saptayan Albert ve Wilson (1961) tarafından kök sistemlerinde kanıtlanmıştır.

2.10. Kurşun (Pb)

Biyosfere insan faaliyetlerine bağlı olarak önemli oranda yayılan kurşun, günümüzden 4000-5000 yıl öncesinde, antik uygarlıklar tarafından gümüş üretimi esnasında yan ürün olarak keşfedilmiş ve tarih boyunca kurşun üretimi ve kullanımı giderek artış göstermiştir.

Kurşun mavimsi-gri renkte ağır bir metaldir. Doğada başlıca kurşun sülfür (PbS) veya galen ve sıklıkla da gümüş, bakır, çinko, antimon ve demir metalleriyle birleşmiş halde bulunur. Erime noktası 327 °C, kaynama noktası 1744 °C dir. İnorganik kurşun tozlarının bir kısmı (Asetat, nitrat tuzları gibi) suda çözüldüğü halde, bir kısmı (kurşun sülfat) çözünmez. Organik kurşun bileşiklerinden alkil kurşun bileşikleri (tetra etil kurşun) lipofil özellikte olup toksikolojik yönden önem taşırlar.

Kurşun; insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından (çalışma ortamında izin verilen sınır 0,1 mg/m³) çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir. 1920' lerde kurşun bileşikleri benzine ilave edilmeye başlanmıştır ve bu kullanım alanı kurşunun ekolojik sisteme yayınımda önemli rol oynar (Saygıdeğer, 1995; Karademir ve Toker, 1995).

Günümüzde kurşunsuz benzin kullanımı ile atmosfere kurşun yayınımları azalmakla beraber kurşunsuz benzin bileşiminde bulunan kurşun bir çok birincil metal üretim aşamasından atmosfere kurşun ve bileşiklerinin yayınımları devam etmektedir. Günümüzde ise kurşun ve bileşikleri başlıca boya, akümülatör, seramik, porselen, volkanize kauçuk endüstrisinde; metal alaşımları (matbaa dizgisi, lehim, bronz gibi), kurşun borular yapımında; vuruntuyu önlemek için benzin katkı maddesi (alkil kurşun bileşikleri); insektisit (kurşun arsenat: PbAsO₄ gibi); plastifiyan; çocuk oyuncakları yapımında kullanılmaktadır. Kurşunla çalışan bu işyerleri aynı zamanda kurşuna maruz kalma kaynaklarıdır.

Önemli kullanım alanları ise; teneke kutu kapakları, kurşun-kalay alaşımlı kaplar, seramik sırları, böcek ilaçları, aküler vb. alanlardır. Kurşunlu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da kurşun kaynağı olabilmektedir. Özellikle

endüstri ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurulur.

Su borularında kullanılan kurşun kaynaklar ve eski evlerde bulunan kurşun tesisatlar da, kurşunun suya karışmasına sebep olabilmektedir. Kozmetik malzemelerde bulunan birçok pigment ve diğer ana maddeler de kurşun bulundurulurlar. Diğer taraftan sigara ve böcek ilaçları da kurşun kaynakları arasında sayılabilirler. Endüstriyel olarak kuyumculuk sektöründe altın rafinasyon ve geri kazanımı esnasında uygulanan bazı işlemler illegal olarak önemli oranda kurşunun oksit halinde atmosfere atılmasına neden olmaktadır.

Dünya sağlık örgütü sınıflandırmasına göre (1995) kurşun 2. sınıf kansorejen gruptadır (European Commission, 2002). Ekolojik olarak kurşun katı olarak çökme eğilimindedir ve özel durumlar dışında kompleks oluşturmaz. Genellikle doğaya salınan kurşun zor çözünür bileşikler oluşturur, bu nedenle beslenme zincirinde yer alan bitkilerden kurşun alınımı sözkonusu değildir (Rether, 2002).

Bitkisel kaynaklı besinlerde yetiştiği toprağa bağlı olarak kurşun miktarı ortalama 0-2,5 mg/kg; balık ve deniz ürünlerinde 0,2-2,5 mg/kg; et ve yumurtada 0-3,7 mg/kg arasında değişmektedir (Vural, 1984). Besin zincirinde kurşun yayılımı genellikle midye türü kalsiyumlu kabuklular üzerinden ve kalsiyuma bağlı olarak gerçekleşir (Kahvecioğlu vd., 2001).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığının su ürünleri yönetmeliğine göre sucul ortamda Pb için kabul edilebilir değer 0,1 (mg/l)'dir (Anonim, 2002).

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 10 µg Pb/L kurşun içeren sular 1. sınıf, 10-20 µg Pb/L kurşun içeren sular 2. sınıf, 20-50 µg Pb/L kurşun içeren sular 3. sınıf ve >50 µg Pb/L'den fazla kurşun içeren sular ise 4. sınıf sular olarak nitelendirilmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

2.11. Krom (Cr)

Krom mavimsi gri renkli, havada kolayca kararmayan sert bir metaldir. Doğada hiçbir zaman saf halde bulunmaz, krom metali kromit ($FeCr_2O_4$) cevherinden ya da kromitle karışık bir demir cevherinden elde edilir. Cr cevheri bulunan başlıca ülkeler Güney Afrika, Malavi, Zambia, ABD ve Türkiye'dir (Güven, 2002).

Krom başlıca; kromla kaplama (kromaj), krom çeliğinin yapımı ve kaynakçılıkta, dericilikte, fotoğrafçılıkta kromatların yapımında; dikromatlar boya endüstrisinde ve pil sıvılarında kullanılır. Kromtrioksit (kromik asit) tıpta sınırlı olarak haricen kostik (yakıcı) ve sodyum krom bileşikleri genellikle koyu kırmızı, yeşil ya da sarı renklidir ve bu özellikleri nedeniyle boya üretiminde kullanılır. Doğada her yerde bulunan bir metal olup havada $> 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve kirlenmemiş suda ortalama $1 \mu\text{g}/\text{L}$ bulunur. Pek çok toprakta az miktarda krom (2-60 mg/kg) bulunurken, kirlenmemiş bazı topraklarda bu değer $4 \text{ g}/\text{kg}$ 'a kadar çıkmaktadır. Okside krom havada ve saf suda nispeten kararlı iken ekosistemdeki organik yapılarda, toprakta ve suda üç değerliğe geri redüklenir. Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yılda yaklaşık olarak 6700 ton krom bu çevrimden ayrılarak denize akar ve okyanus tabanında çökelir (Kahvecioğlu vd., 2001).

Tarım ve Köyişleri Bakanlığının su ürünleri yönetmeliğine göre sucul ortamda Cr için kabul edilebilir değer $0,01 \text{ (mg/l)}$ 'dir (Anonim, 2002).

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre $20 \mu\text{g Cr/L}$ krom içeren sular 1.Sınıf, $50 \mu\text{g Cr/L}$ krom içeren sular 2.Sınıf, $200 \mu\text{g Cr/L}$ krom içeren sular 3.Sınıf ve $\geq 200 \mu\text{g Cr/L}$ 'den fazla krom içeren sular ise 4.Sınıf sular olarak nitelendirilmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004) .

2.12. Arsenik (As)

Arsenik yer kabuğunda daha çok diğer metallerle birlikte bulunur. Doğal olarak toprak $1-70\text{mg}/\text{kg}$ arasında arsenik içerir (Hapke, H.J. 1988).

Arsenik; pirit, arsenopirit, demir, bakırlı şeylerden ve fosfatlı kayaların oksidasyonundan sıcak sulara kolaylıkla geçer. Bu nedenle bazı yörelerdeki sıcak sulara As, içme suyu standartlarının üzerinde değerler verir. Arsenik içeriğinin, içme ve kullanma sularında standartların üzerinde olması ekosistemde yaşayan canlılar için zehirleyici etki yapar. Arsenik (As) sulama suyunda yüksek olması durumunda bitki bünyesine geçer ve inorganik arsenik olarak depolanır, bitkinin kurumasına neden olur. Arsenik içeriği yüksek olan içme suyundan uzun süre tüketilmesi neticesinde, insanlarda deri ve iç organlarda tahribatlar görülür. Özellikle yüksek As içeren suların;

insanlar üzerinde kanser yapıcı etkisi olması nedeniyle dikkatle incelenmesi gerekmektedir (TSE,1987).

Arsenik doğada yaygın bir şekilde bulunduğundan kolaylıkla su, bitki ve dolayısıyla da gıdalara geçebilir. Herhangi bir nedenden dolayı örneğin sanayi atıklarının, zirai mücadele ilaçlarının kontrol edilmemesi gibi durumlarda başta su olmak üzere bitki ve gıdalar arsenik ile aşırı kontamine olurlarsa insan ve hayvanlarda arsenik zehirlenme vakalarının oluşması kaçınılmaz hale gelir. Normalde bitkilerde 0.1-1.0 mg/kg (Kuru ağırlık hesabıyla) düzeyinde arsenik bulunur. Eğer bu miktar 1.0 mg/Kg'dan daha fazla ise o zaman bir kontaminasyondan söz edilebilir (Concon, 1988, Gürtunca, Ceylan, ve Şanlı 1973, Hapke, 1988, Kaya, Bilgili, Doğan, ve Lima, 1990, Şanlı, Kaya, 1984).

2.13. Potasyum (K)

Alkali metal olarak bilinen potasyum periyodik çizelgede lityum ve sodyum ile birlikte 1A grubu elementlerinin arasında yer almaktadır.

Elektronun kolayca yitmesi sonucu bu elementler, kararlı +1 değerli iyonları oluşturmaktadırlar. Lityum ve sodyum tuzları gibi potasyumun tuzları da suda kolay çözünmektedir. Bitkiler potasyumu temelde K^+ şeklinde toprak çözeltisinden almaktadırlar. Toprak çözeltisinde bulunması istenen K miktarı, bitki çeşidine ve ürünün miktarına göre değişmektedir. Genelde toprak çözeltisinde optimum K miktarı, bitki çeşidine, toprağın tekstürü ile genel verimlilik durumuna ve su kapsamına bağlı olarak 20-60 mg/kg⁻¹ arasında değişmektedir.

Bitkilerde “K” miktarı çeşitli etmenlere bağlı olarak değişir. Bunlar; toprakta yararlanılabilir halde bulunan potasyum miktarı, toprakta bulunan katyonların cins ve miktarları, bitkilerin yaşları ve bitkilerin cinsi gibi etmenlerdir.

Bitkiler, öteki elementlerle kıyaslandığında daha fazla “K” almaktadırlar. Özellikle baklagiller diğer bitkilere göre daha çok “K” almaktadırlar.

Potasyum, nitratların indirgenmesi, aminoasit ve protein sentezini arttırmaya yarar. Ortamda yeterli bulunan potasyum azotun olumlu etkilerini artırır ve olumlu

etkiyi kolaylaştırır. Organik maddelerin yapraktan meyveye taşınmasında potasyumun hızlandırıcı etkisi vardır. Yeterli potasyum bitkilerde yatmaya ve kırılmağa karşı direnci artırır ve yeterli potasyum içeren bitkiler soğuga karşı daha dirençli olurlar. Potasyum eksikliğinde ise olgunlaşma gecikir. Bitki içinde kolayca hareket eden potasyum daha çok madde değişiminde aktif rol gören organlarda toplanmaktadır. Genç organlar yaşlılara ve yapraklar köklere göre daha fazla potasyum ihtiva etmektedir. Örneğin gelişmekte olan tahılgillerin olgunlarına göre kuru maddelerinde 4-5 kat fazla potasyum ihtiva ettikleri saptanmıştır. Bitkilerin köklerinde ve diğer kısımlarında hücre bölünmesi, protein sentezi, karbonhidrat, nişasta ve şekerin oluşumunda etkili olmaktadır. Potasyum su dengesine uyum gösterir, dallarda sertlik ve soğuga dayanıklılık sebze ve meyvelerde renk ve kokuyu artırır ve özellikle lifli bitkiler için önemlidir. Potasyum bitki büyümesinde iki anahtar role sahiptir. Gaz ve su buhar değişimini kontrol eden yaprak stomalarının açılmasını sağlamakta ve hücre içine ve dışına besi ile su akışını kontrol eden hücrelerdeki turgor ve iyonik dengeleri düzenlemektedir.

Potasyum, meyve ve çiçeklerin gelişimi kadar bitki damarlarının gelişimini sağlamak için de gerekmektedir. Potasyum ayrıca bitkilerde haşere kontrolünü sağlamak için de gerekmektedir. Aşırı azotun yarattığı problemler için yararlıdır, nişasta oluşumunda kısmi olsa da bir rolü vardır.

Potasyum kök gelişmesi, tepe gelişmesi, olgunlaşma ve ürün kalitesi üzerinde olumlu etkiler yapmaktadır. Potasyum büyüme için gerekli ana katyonik besi maddesidir. Potasyum yetersizliğinde bitkilerde düşük ürün, alacalı, lekeli ya da kıvrılmış yapraklar ve yapraklarda yanma ile kuruma görülmektedir. Ayrıca bitkilerdeki potasyum eksikliğinin göstergeleri kuraklığa toleransın azalması ve tohum boyutunun küçülmesidir. Semptomlar özellikle sıkışmış ya da derin kumlu topraklarda görülür.

Potasyum fazlalığı bitkiler için çok zararlıdır, çok su absorplamalarına sebep olur, yüksek kıraç ve dağlık bölgelerde su istemi artmaktadır, orman bölgelerinde ise azalmaktadır.

Makro besin elementlerinden olan potasyum, baklagillerde yüksek verim ve protein oranı üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca potasyumun bitki metabolizması üzerine de önemli etkileri vardır. Baklagillerin potasyuma diğer bitkilerden daha fazla gereksinmesi olduğundan, yüksek potaslı topraklarda bile potaslı gübreleme ekonomik olmaktadır (Erman vd., 2012).

2.14. Sodyum (Na)

Sodyum yer kabuğunda bulunan mineral elementlerin miktarca (%2,8) altıncısıdır. Doğada sodyum klorür, şili nitrat (NaNO_3), boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), albit ve diorit fazlaca bulunan Na tuzlarıdır. Sodyum oksijen ile tepkimeye girdiğinde sodyum peroksit (Na_2O_2) su ile tepkimeye girdiğinde sodyum hidroksit yada kostik soda (NaOH) oluşmaktadır.

Sodyum hafif metaller arasındadır. Sulama açısından; hemen hemen bütün bitkiler sodyuma gereksinim duymazlar. Sadece Halogeton çöl bitkisi normal gelişmesi için sodyuma gereksinim duyar. Sodyumla doymuş toprak yağlı bir görünümündedir. Sodyumlu toprak kolloidi şişer ve gözenekleri tıkar, toprağın hava su dengesini bozar (DSİ, 1983).

Eğer sodyum oranı yüksekse sodyumun toprak tanecikleri tarafından adsorbe edilmesi sonunda toprağın fiziksel durumunun ciddi bir şekilde bozulması olasılığı vardır. Fazla miktarda sodyum adsorbe etmiş topraklar sulanınca toprak tanecikleri birbirine yapışır. Suyun ve havanın toprak içinde hareketini önlerler. Bazı toprak cinslerinin geçirgenliğinin, fazla sodyum yüzünden çok fazla miktarda azaldığı görülmüştür. Bitki gelişimi için çok az miktarda gerekli olan sodyum (Na^+), yüksek konsantrasyonlarda hem bitkilere hem de toprak şartlarına olumsuz etki yapmaktadır. Toprak gözeneklerini kapatarak toprağın hava su geçirgenliğini azaltır ve toprak eriyiğinin pH değerini zararlı seviyelere yükseltir (Kaya, Öztürk, 2003).

2.15. Kalsiyum (Ca)

Ca, öteki bitki besin elementlerine göre yer kabuğunda daha yaygın ve daha fazla bulunmaktadır. Yer kabuğunun Ca kapsamı % 3,64 tür. Topraklarda değişik primer mineraller şeklinde ve Ca^+ olarak organik ve inorganik toprak kolloidlerine

bağlanmış halde bulunan kalsiyum, toprak kolloidlerinin koagülasyonunu arttırmakta, toprak strüktürünü iyileştirmekte ve toprak agregatlarının dayanıklılığını arttırmaktadır (Aydemir ve İnce,1988). Bitki büyümesi ve gelişmesi için mutlak gerekli bir element olan kalsiyum; hücre büyüme ve gelişme sürecinde, membran geçirgenliğinin ayarlanmasında, dokuların stabilizasyonunda ve bitkilerin kalite ile ilgili kriterlerini kazanmasında oldukça önemli rollere sahip bir makro elementtir (Marschner,1995).

Kalsiyum; fauna, mikroflora, bitki ve toprak için çok önemlidir, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine önemli etkileri vardır, bitki hücresi plazma membranlarının fonksiyon ve yapısal özellikleri için hayati bir elementtir (Rengel,2002).

Yerkabuğunda yaklaşık % 3.5 oranında bulunan kalsiyumun; fotosentez, hormon metabolizması, enzim aktivasyonu ve bitkilerin etkin su kullanımını sağlamadaki rolleri üzerine tartışmalar günümüzde de devam etmektedir (Zhengyi et al., 2004). Kalsiyum apikal meristem dokularının gelişiminde, çiçeklerin normal oluşumunda, fizyolojik olaylarda, azot alımında görev yapar. Kalsiyum noksanlığında büyüme yerleri ölür, yeni sürgünler meydana gelmez, kök sistemi zarar görür. Bitkilerde verimin yanı sıra genellikle kalite ile ilgili kriterler olumsuz etkilenmekte ve bu durum ürünün pazar payının düşmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bitki beslemede asal bir element olan kalsiyumun verim ve kalite üzerine etkili olduğu yapılan bir çok araştırma ile rapor edilmiştir. Toprakların kalsiyum içeriklerinde çeşitli nedenlerden dolayı meydana gelen azalmalar, bitkide özellikle generatif devrede kendisini göstermekte ve gelişimi olumsuz etkilemektedir. Bu nedenden dolayı temel gübrelemeden sonra bitkinin generatif evreye girişinden başlamak üzere, bitki çeşidi ve kalsiyum ihtiyacı da dikkate alınarak kalsiyumlu gübreleme yapılmalıdır. Kalsiyumlu gübreleme toprak şartları ve bitki çeşidine bağlı olarak toprak ve yaprak yoluyla yapılabilmektedir. Kalsiyum bitki bünyesinde hareketsiz bir elementtir ve yaprak yoluyla verilen kalsiyumdan genellikle daha çabuk cevap alınabilmektedir (Locascio et al.,1992).

Kalsiyum'un bitkilerde kalite kriterlerini arttırmasını sağlayan en önemli özelliklerinden birisi de bitkide total ve hücre duvarlarına bağlı olarak bulunan kalsiyum pektat bileşiğinin oranıdır. Yapılan araştırmalar kalsiyumun hasat öncesi veya sonrası

uygulamalarının bu bileşiğin miktarını arttırdığı yönündedir (Conway et al.,1995; Sidiqi ve Bangerth, 1995).

Sulama sularında 150, 1500 ppm arasında tuzluluk bitkiler için tehlike arz etmezken, sular içerisinde bulunan toplam tuz konsantrasyonu 5000 ppm olduğunda ancak en dayanıklı bitkiler yetiştirilebilir (DSİ, 1983).

2.16. Silisyum (Si)

Yıldız ve meteorlarda da çok bulunan silisyum, dünya kabuğunun % 27,6 sı gibi büyük bir kısmını meydana getirir. Yer kabuğunda oksijenden sonra en fazla bulunan ikinci element olan ve hemen tüm minerallerin yapısında yer alan silisyum (Aydemir, O., İnce, F, 1988) yer kabuğunun elementer yapı taşı olarak da miktara göre ikincil derecede öneme sahiptir (Mengel, K., Özbek, H., Kaya, Z., Tamcı; 1984-2001). Silisyum bitkilerde kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi makro besin elementlerine eşdeğer miktarlarda, çimen veya çim gibi bazı bitki türlerinde ise herhangi bir diğer inorganik yapıtaşından daha yüksek miktarlarda mevcuttur (Epstein, E., Silicon1999). Tek çenekli bitkiler (*Graminea*) genellikle baklagillerden ve diğer çift çenekli bitkilerden 10-20 kat daha fazla Si içermektedirler (Cheng, 1982).

Morikawa ve Saigusa'nın çalışmalarında silisyum, genç ve yaşlı yapraklarda sırasıyla 32.0 ve 60.0 mg/kg kuru ağırlık ortalama içerikleri ile yapraklarda en fazla biriktirilen element olarak tespit edilmiş, genç yapraklardaki ortalama silisyum içeriği azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinden sırasıyla 3,1-56,7-4,8-4,9 ve 85 kez daha yüksek iken, yaşlı yapraklarda aynı makro besin elementlerinden 5,4-60-8,8-6,8 ve 100 kat daha yüksek düzeylerde bulunduğu bildirilmiştir

Metabolizma ve transpirasyon gibi faktörler temel alındığında bitki dokusu içinde silisyum dağılımına rağmen daha fazla Si sıklıkla genç yaprak ile karşılaştırıldığında olgun yaprakta, kökler ile karşılaştırıldığında yaprak saplarında bulunmaktadır. Yaprakların ve sapların daha alttaki bölümleri genellikle üstteki bölümlerden daha fazla Si içermektedir. Örneğin, tropikal asidik toprakta yetişen sorgumda üst üç yaprağın silisyum konsantrasyonu birbirine yakın iken, ama dördüncü yapraktan altıncı yaprağa ilerledikçe artmaktadır. Birinci yaprağın Si içeriği 4,5 g/kg, altıncı yaprağın Si içeriği 12,2 g/kg olarak bulunmuştur (Clark ve Gourley, 1987).

Chen ve arkadaşlarına göre, yaprak klorofil içeriği ve bitki metabolizmasını arttırmak, soğuk, sıcak ve kuraklık gibi çevresel streslere bitki toleransını geliştirmek, bitkilerde besin dengesizliği ve metal toksisitesini hafifletmek, besin elementi alımını, taşınım ve dağılımını dengelemek suretiyle bitki büyümesini iyileştirmek, bitki hücre duvarlarını takviye ederek sağlamlaştırmak, bitki mekaniksel gücünü arttırmak, böylelikle patojen enfeksiyonlarına karşı koruma sağlamak gibi nitelikleri söz konusudur (Chen, Caldwell, Robinson, Steinkamp, Silicon 2000). Silisyum biriktirmeyen bitkilerde Si miktarı ortalama olarak kuru ağırlıkta 2,5 g/kg iken Si biriktiricilerde ortalama olarak 19,6 g/kg'dır. Ayrıca silisyum birikimi aynı türler içindeki genotipler ve ıslah çeşitleri arasında değişmektedir (Nable vd.,1990).

3. TEZ ÇALIŞMA ALANI COĞRAFİ DURUMU

Seyitgazi Ovası, Eskişehir' e yaklaşık olarak 42 km uzaklıkta, Seydisuyu çayının sağ ve sol tarafında, Seyitgazi ilçesi ile Hamidiye, Doğançayır, Çukurağıl, Yazıdere, Büyükdere, Türkmentokat, Yeşilyurt köyleri ve Mahmudiye – Çifteler arasını içine almaktadır. Seyitgazi ilçesinden 27 km uzaklıktaki Kırka beldesi coğrafi konum olarak İç Anadolu Bölgesinin kuzeybatısında yer almaktadır. 39° 14'-39° 18' kuzey enlemleri ve 30° 26'-30° 34' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Mahmudiye ilçesi, Greenwich başlangıcına göre 30 derece 49 dakika ve 31 derece 10 dakika doğu boylamları ile 39 derece 23 dakika ve 39 derece 40 dakika kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Araştırma alanının; Kuzeyinde Eskişehir, Kuzey-Doğusunda Seyitgazi, Güney-Doğusunda Bayat ve Emirdağ, Batısında Kütahya yer almaktadır. Araştırma alanının deniz seviyesinden yüksekliği bakımından en düşük noktası 1007' m ile Kunduzlar Barajı sapağı, en yüksek noktası 1267'm ile İkizoluk Kayalıkları' dır (Dere, 2010).

Eskişehir - Seyitgazi yöresi boraks yönünden zengin bir havzadır. Bu nedenle 1972 yılından beri Etibank Boraks İşletmesi, bu bölgede bor cevheri işlemektedir. 1960 lı yıllarda Türk Boraks A.Ş. tarafından işletmeye açılan ve daha sonraki çalışmalarla dünyanın bilinen en büyük Na - Borat yatağı (500 milyon ton görünür rezerv) olduğu belirlenen Kırka madeninin önemi MTA elemanlarınca (Arda, 1969; Baysal, 1972a; Gök vd., 1980) belirlenmiştir. 1971 yılında yatağın Etibank' a devredilmesinden sonra, yatak birçok araştırmacıya inceleme konusu olmuştur.

3.1. Jeolojik yapı

Jeolojik yapısı olarak, araştırma alanımızdaki jeolojik olarak en önemli yapı bölgede bulunan bor madenidir. Kırka ve yakın çevresinde, Miyosen öncesi temel kayalar (metamorfik, ofiyolit ve karbonatlar) ile Neojen yaşlı volkanik ve sedimanter birimleri yer almıştır. Mahmudiye ve çevresinde Jeolojik yapı olarak yukarı Sakarya ovasında yer alan ve ilçe hudutları içerisinde bulunan Kırkkız Dağı, Cönger Tepe, Çerkezçalı tepe ve Çal kütlesi İçAnadolu masifinin çıkıntıları olup birinci zamana ait

olan kalsit-mermer, rekristalize kalker-dolomitler, metamorfik şist formaksiyonları ve kokulu kalkerden meydana gelmiştir. Belirtilen kütlelerin arasında az da olsa peridodit ve ofiolitler görülür. Ovanın kıyılarıyla bazı yerleri ve Kırkkızdağı hariç, diğer dağların çevrelerinde neojen göl serisine ait depolar bulunur. Ovanın yüzeyini alivyon dolgular teşkil etmektedir. Çevrede, yerini kısmen üçüncü zaman dolgularına bırakan bu oluşukların büyük bir kısmını kuarternere ait fluvial dolgular teşkil eder.

Bunlardan Kırka Basenindeki Neojen istifi Yalçın (1989) tarafından beş litostratigrafi birimine ayrılmıştır. Bu birimler, İdris yayla volkanitleri (andezit, riyoit ve volkanik breş), Karaören formasyonu (zeolitli tüfler), Sarıkaya formasyonu, Türkmendağı bazaltı ve Fetiye formasyonudur (resedimante tuf).

Bu bölgedeki Jeolojik incelemeler ile aşağıdaki genel sonuçlara ulaşılmıştır:

1 - Orta-Üst Miyosen yaşlı Kırka borat yatakları, volkanosedimanter bir dizilimde yer almakta olup kıtasal kabuğun önemli miktarda katkıda bulunduğu bir magma ile ilişkilidir.

2 - Borat minerallerinden boraks, üleksit ve kolemanit sinsedimanter; kemit, inyoit, meyerhofferit, pandemit, kurnakovit ve tunelit diyajenez-otijenez; inderit, inderborit ve hidroborasit ise otijenez ve/veya diyajenetik transformasyon mekanizmasının ürünleridir.

3 - Borat mineralleri, basenin kuzeybatısında Ca-borat, güneydoğusunda ise yanal ve dikey yönde Na, NaCa ve Caborat biçiminde mineralojik zonlanma göstermektedir. Bu mineralojik-kimyasal değişim, yatağın paleotopografik yükselim ve-veya faylanmalar ile havzanın iki alt havzaya ayrılarak farklı fiziko-kimyasal ortamların ortaya çıkarılmasının bir sonucudur.

4 - Borat minerallerine Sr ve Li bakımından zengin kil ve karbonat mineralleri (hektorit+ideal dolomit) eşlik etmektedir. Boratlarla birlikte bulunan bu mineraller, çevredeki olası yeni yatakların bulunmasında mineralojik bir ölçüt oluşturmaktadır.

Seyitgazi Ovası bir aşınma ovası olup, vadi yaygın ve kalın bir alüvyon tabakası ile kaplıdır. Organik madde bakımından zengin olan toprak bazik özellik göstermekte,

geçirgenliği ise oldukça yüksektir (DSİ, 1983). Profilleri kalsiyumca zengin, baz saturasyonları yüksek, doğal drenajları iyi, verimleri düşüktür. Hafif ve orta eğimlerde kuru tarıma, dik eğimlerde ise otağa ayrılmıştır. Potasyum bakımından zengin olmalarına rağmen fosforca fakirdirler. Yörede başlıca gelir kaynağı tarla tarımı olup, en çok yetiştirilen bitki türleri buğday, arpa, yulaf, şekerpancarı ve ayçiçeği dir. Sebze tarımına ise çok az rastlanılmaktadır.

a. Toprak Grupları

Bir bölgedeki bitki örtüsünün gelişiminde önemli rol oynayan faktörlerden biri de topraktır. Toprağın oluşumu ve özellikleri ise iklim, ana kayacın yapısı, eğim durumu ve tüm bunlarla birlikte üzerindeki canlı sistemin uzun dönemler süresince karşılıklı etkileşimleri sonucu ortaya çıkmaktadır (Başyigit ve Çelik, 2002).

Bazaltik topraklar, bunlar ağır killi topraklardır ve profilleri iyi gelişmemiştir. A horizonunun yapısı granüllerden bloka kadar değişir. Bu toprakların fiziksel özellikleri kireçli kayalardan oluşmuş topraklar kadar iyi değildir.

Kolüviyal topraklar, dik eğimlerin eteklerinde yer çekimi, toprak kayması, yüzey akışı veya yan dereler ile kısa mesafelerden taşınarak biriktirilmiş ve kolüviyum denen materyal üzerinde oluşmuş olan bu topraklar genç, (A) C profilli topraklardır. Toprak karakteristikleri daha çok çevredeki yüksek arazi topraklarına benzemektedir.

Organik topraklar, bu topraklarda organik madde miktarı % 20-95 oranında değişmektedir.

Kırmızı- Sarı podzolik topraklar, bunlar iyi gelişmiş ve iyi drene olan asit topraklardır. Orman örtüsü altında oluşmuşlardır.

Çalışma alanına hakim toprak grupları organik topraklar kırmızı-sarı podzolik topraklar, gri-kahverengi topraklar, kahverengi orman toprakları, renzina topraklar, alüviyal topraklar, bozaltik topraklar ve kolüviyal toprak ve yüksek dağ çayır topraklarıdır.

Alüviyal topraklar, genellikle taze tortul depozitler üzerindeki genç toprak olarak tanımlanırlar.

Gri-Kahverengi topraklar, bu topraklarda podzolleşme hafiftir. Üzerindeki bitki örtüsü çoğunlukla yaprağını döken ormanlardır. Bu toprakların tipik olanlarında, yüzeyde ince çürümüş yaprak katı, altında 5-10 cm lik humus katı bulunur.

Kahverengi orman toprakları, bu topraklar yüksek kireç içeriğine sahip ana madde üzerinde oluşmuştur

Rendzina topraklar, interzonal toprakların kalsimorfik grubuna dahil olması sebebi ile bütün özelliklerini yüksek derecede kirece sahip ana maddeden alır.

Vertisol topraklar, vertisoller genellikle kurak mevsimde büzüşen, yağışlı mevsimde genişleyen ve dönme hareketi gösteren koyu renkli kil topraklarıdır.

Yüksek dağ çayır toprakları, bunlar yüksek rakımlarda, orman sınırı üzerinde bulunur. Çeşitli ana maddeden, bozuk drenaj ve soğuk iklim koşullarında; gleyleşme ve biraz da kalsifikasyonla oluşmuşlardır.

b. İklim ve Yağış

İklim bir bölgede mevsimlere göre değişen atmosferik olaylardır. Dolayısıyla o bölgedeki bitki türlerinin çeşidinde ve gelişmelerinde önemli bir role sahiptir. Sıcaklık, nem, yağış, rüzgar ve ışık iklimi oluşturan elemanlardır. Eskişehir , İç Anadolu step iklim özellikleri göstermektedir. Kuzeyde ve güneyde dağlarla, batıda ise yüksek platolarla çevrilidir. Bu nedenle Karadeniz ve Akdeniz bölgeleri iklimlerinin etkileri engellenmektedir. Batı Anadolu iklimi ise, kısmen ilin sınırları içerisine girebilmektedir.

Buna göre Kırka ve Mahmudiye ilçeleri de İç Anadolu karasal iklim özelliğine göre yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise sert ve kar yağışlıdır. Genel olarak kış ve ilkbahar yağışları hakimdir.

Ege, Marmara ve İç Anadolu bölgeleri arasında bir geçiş noktasında bulunan Kırka' da Ege ve iç Anadolu iklimine ait özellikler görülse de, sert bir kara iklimi hakimdir. Kışlar sert ve süreklidir. Yaz ayları ise gündüzleri sıcak, geceleri serindir. Gece ve gündüz sıcaklıkları arasında büyük farklılıklar gözlenir. Kırka'nın yıllık ortalama sıcaklığı 11 °C civarındadır. Aylık ortalama sıcaklığa göre yılın en soğuk ayı ortalama

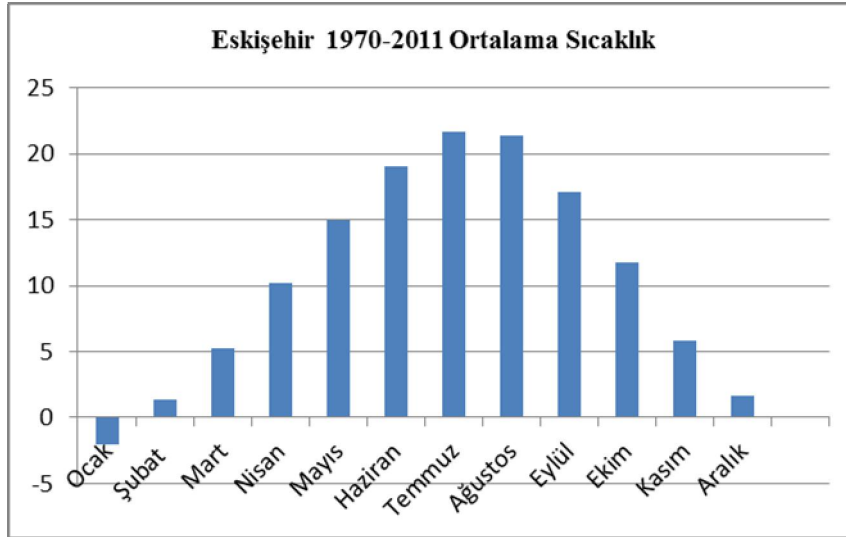
-2 °C ile Ocak ayıdır. Aralık ayının ortalarından, Şubat ayının ortalarına kadar çok soğuk günler ve don olayları yaşanır. -10 ile -25 °C arasındaki derecelere yine kış mevsiminin bu aylarında uzun süreli olarak ulaşılabilir. Baharın ikinci yarısında maksimum sıcaklık +20 °C' dir. Yağışlar kışın kar ve yağmur şeklinde görülürken Nisan ayı ile birlikte havalar da ısınmaya başlar. Kırka ve Mahmudiye de bahar yağmurları, batı ve güneybatıdan gelerek sağanak halinde düşer. Yıllık ortalama yağış miktarı 378,9 kg/m³ 'dür.

Temmuz ve ağustos aylarında, Akdeniz yaz kuraklığı özelliklerini gösterir. Ancak çok hafif olarak, Karadeniz yaz yağmurlarını da alır. Ekim ayında yağmur, kasım ayında sulu karın yağması, kışın başladığını gösterir.

Kırka' da rüzgarlar, kışın doğudan batıya eser. Baharın ilk aylarında kuzeybatı rüzgarları hakimdir. Baharın sonunda güneybatı, batı ve kuzeybatıdan gelen rüzgarlar görülür. Yaz mevsiminde bazen geçici olarak günlük şiddetli doğu rüzgarları da görülebilir. Sonbaharda ise, eylül sonundan itibaren doğu, kuzeydoğu ve güneydoğu rüzgarları ortaya çıkar.

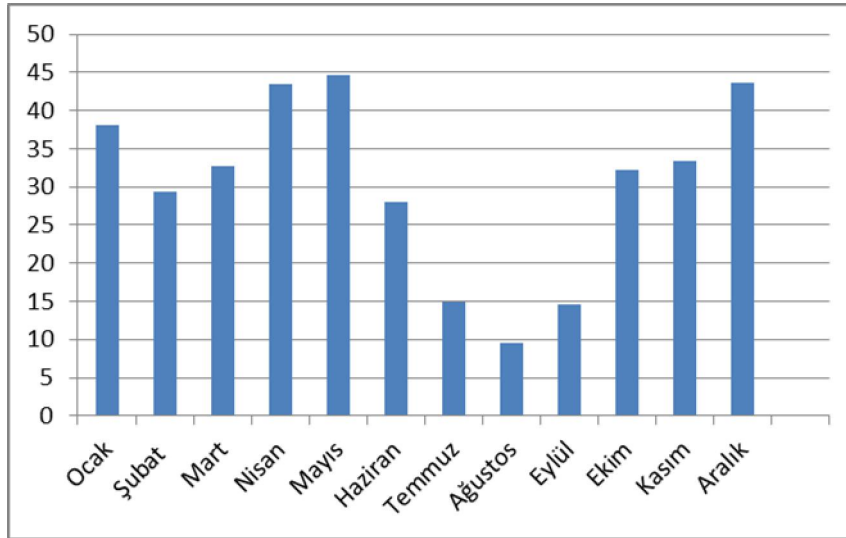
Sıcaklık değerleri (°C), Eskişehir Meteoroloji İstasyonunun 29 yılı içeren (1970-2011) rasat verilerine göre çizelge 3.1 de gösterildiği üzere yıllık ortalama sıcaklık 10,06 °C' dir. Şehrin en sıcak ayı Temmuz ayı olup aylık ortalama sıcaklık değeri 21,7 °C, en soğuk ayı ise ocak ayı olup aylık ortalama sıcaklık değeri -2 °C' dir. Şehrin en yüksek sıcaklığı Temmuz ayında 40,6 °C olarak, en düşük sıcaklığı da Aralık ayında -19,2 °C olarak ölçülmüştür. Mevsimlere göre sıcaklık ortalamaları ilkbaharda 9 °C, yaz döneminde 20 °C, sonbaharda 10 °C, kış döneminde ise 1 °C olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama donlu gün sayısı 95' dir. En erken olarak don olayının başlama tarihi 21 Eylül, en geç don olayı bitiş tarihi ise 31 Mayıs olarak tespit edilmiştir (Mgm, 1974-2011).

Çizelge 3. 1. Eskişehir 1970-2011 Aylara Göre Ortalama Sıcaklık Değerleri



Yağış değerleri (mm), Eskişehir ili Meteoroloji İstasyonunun verilerine göre yıllık ortalama yağış miktarı 361,7 mm'dir. Çizelge 3.2. de (1970 - 2011) yılları arası aylık toplam yağış miktarı ortalaması gösterilmiştir. En fazla yağış 130,6 mm ile ilkbahar döneminde ve 105 mm ile kış döneminde, en az yağış miktarı ise 49,3 mm ile yaz döneminde olmuştur. En az yağış alan ay 11,3 mm ile Temmuz ayıdır. En çok yağış alan ay ise 50,1 mm ile Mayıs ayıdır. Yıllık yağışın ortalama % 65,2'si kış ve ilkbahar aylarında düşmekte, sonbahar ve yaz ayları ise kurak geçmektedir. Bu yağış miktarının 142,2 mm'lik kısmı vejetasyon süresi boyunca düşmektedir. Bu süre sıcaklık ortalamasının + 10 °C'nin üzerinde olduğu Mayıs-Ekim ayları arasındaki dönemi içermektedir. Eskişehir Meteoroloji İstasyonundan alınan veriler sonucu yağış rejimi K.I.S.Y. (Merkezi Akdeniz Yağış Rejimi Tipi) ve yağış rejimi tipinin de Doğu Akdeniz İklimi I. tipi olarak bulunmuştur (Akman, 1990).

Çizelge 3.2. (1970 - 2011) yılları arası Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m²)



c. Su Kaynakları ve Sulama Şebekesi

Alandaki başlıca su kaynağı Seydisuyu Deresi'dir. Seydisuyu, Seyitgazi ilçesinin Kırka beldesi civarından çıkar, Mahmudiye' yi kuzeybatı - güneydoğu doğrultusunda geçerek Kumarcıadası civarında Sakarya' ya karışır. Tüm uzunluğu 107 km dir. Eskişehir-Seyitgazi sulama şebekesinin başlıca su kaynağı olan Seydisuyunun iki ayrı kolu üzerinde, DSİ tarafından sulama amaçlı inşa edilen Kunduzlar ve Çatören Barajları bu havza içerisindedir. Bunlardan Kunduzlar Baraj sulaması alanı 3235 ha, Çatören Barajıninki ise 6152 ha' dır. Seyitgazi Sulamasının brüt sulama alanı 15500 ha' dır. Bu alanın 10813 ha' ı cazibe, 4687 ha' ı ise yeraltı suyu (YAS) sulaması olarak planlanmıştır. Seyitgazi sulamasının 1990 yılında işletmeye açılan alanı ise 13000 ha' dır (DSİ, 1983).

Çalışma bölgesi, bor cevherinin yoğun olduğu jeolojik bir yapıya sahiptir. Sulama suyuna; bor yükü, Etibank Kırka işletmesinde maden çıkartma işlemi nedeniyle açılan yataklardan ve çok sayıda daha önce cevher çıkartılmış, sonra terkedilmiş ocaklardan yüzey akışı ile akarsulara taşınabilmektedir. Bölge topraklarının genel olarak hafif eğimli ve ondüleli olması nedeniyle genelde fazla bir bor birikimi

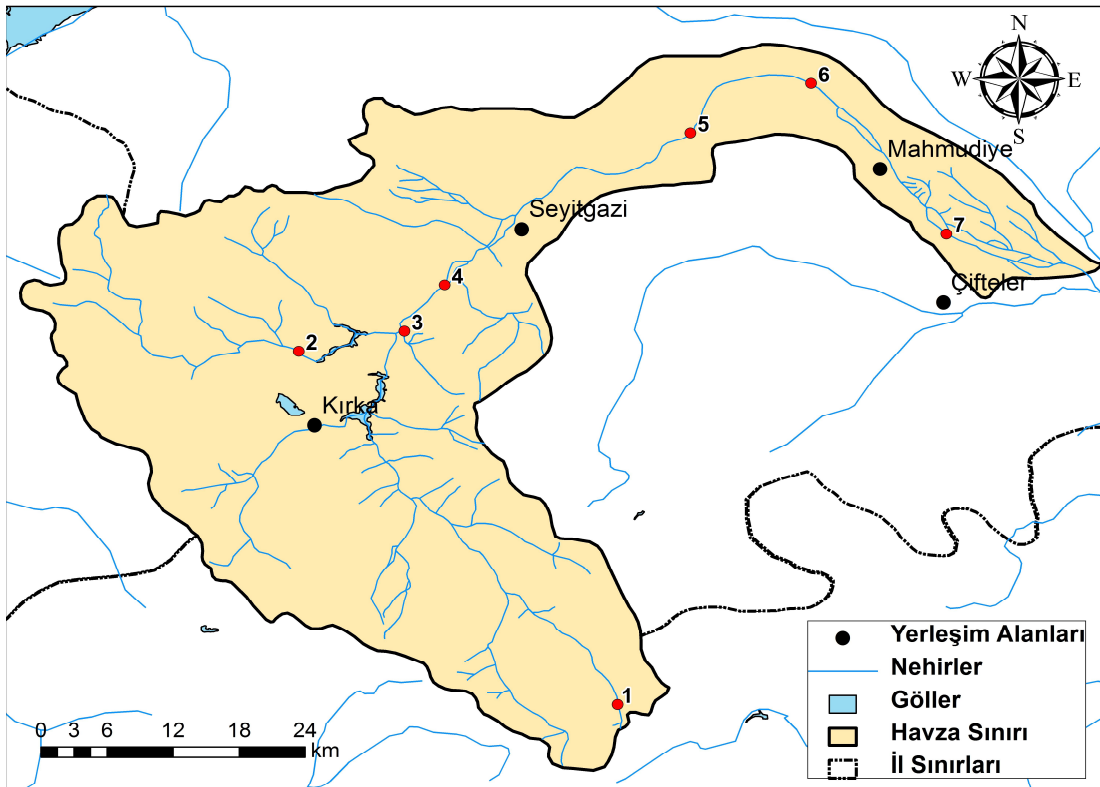
oluşmadığı görülmüştür. Ancak özellikle Seydisuyu deresine yakın ve eğimi düşük düz arazilerde bor birikimi yönünden ileride sorun olabileceği söylenebilir (Özkurt, 1993).

Aytekin ve Polat (1987) Bor Madenciliği ve Türkiye için önemi çalışmalarında Eskişehir Kırka yöresinde, bor cevheri işletimi sırasında Çatören ve Kunduzlar baraj göletlerinde bor kirliliği meydana geldiği ve bor yoğunluğu 2-2,25 g/cm³, ergime derecesi 2.200°C civarında olduğu belirtmişlerdir. Su ile 100°C' nin üzerinde, oksijenle 700°C' de, hidrojenle 840° C'de reaksiyona girer ve yer kabuğunda 10 ppm gibi çok küçük bir oranda bulunmasına karşılık, belirli bölgelerde yüksek konsantrasyonlarda, az sayıda ve büyük yataklar oluşturur (Anonim, 1933).

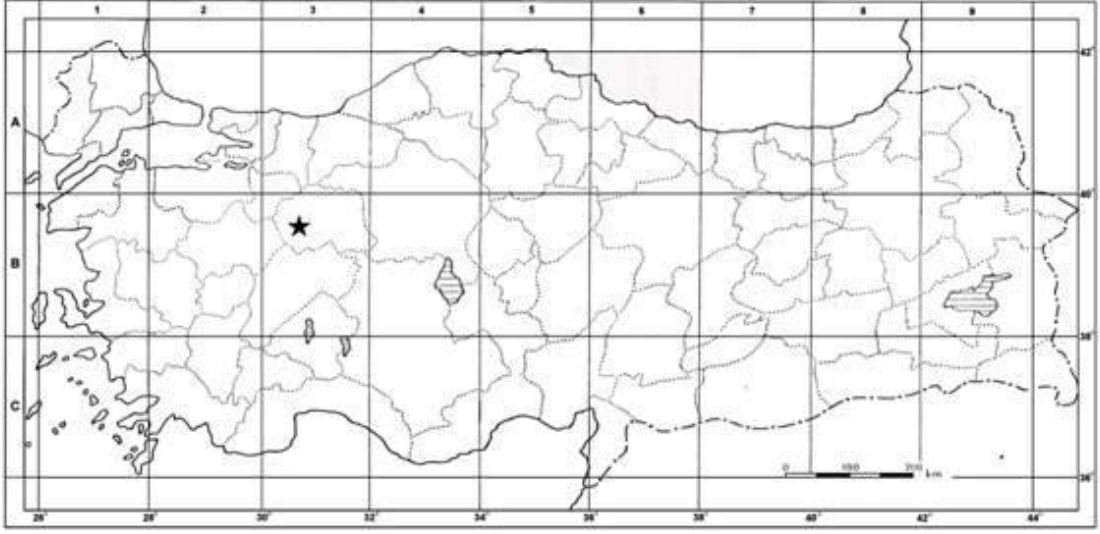
4. MATERYAL VE METOD

4.1. Materyal

Araştırma materyali olan *H. sphondlium*, *S. cinera*, *U. dioica*, *R. crispus* bitkileri 2011-2012 yılları arasında şekil 4.2. de Davis'in Grid Sisteminde gösterilen Eskişehir ili, Seyitgazi ilçesi, Kırka beldesi ve Mahmudiye - Çifteler İlçesi sınırlarında şekil 4.1 de gösterilen 1. Lokalite Seydisuyu Kaynağı, 2. Lokalite Akin Deresi çıkışı, 3. Lokalite Çatören ve Kunduzlar Barajının birleşim noktası, 4. Lokalite Sancar Köyü, 5. Lokalite Yazıdere Köyü, 6. Lokalite Hamidiye Köprüsü, 7. Lokalite Mahmudiye-Çifteler arası noktalarındaki su kenarlarından toplanmıştır.



Şekil 4.1. Çalışma Alanı lokalite noktaları. 1.lokalite Seydisuyu Kaynağı, 2. Lokalite Akin Deresi çıkışı, 3. Lokalite Çatören ve Kunduzlar Barajının birleşim noktası, 4. Lokalite Sancar Köyü, 5. Lokalite Yazıdere Köyü, 6. Lokalite Hamidiye Köprüsü, 7. Lokalite Mahmudiye- Çifteler arası



Şekil 4.2. Davis'in Grid Sistemine Göre Araştırma Alanının Bulunduğu Kare

4. 2. ÇALIŞMADA KULLANILAN BİTKİLERİN SİSTEMATİK ÖZELLİKLERİ

4.2.1. *Heracleum sphondylium* L.



Şekil 4.3. *Heracleum sphondylium* L. genel görünüş

Umbelliferae Familyasının Özellikleri

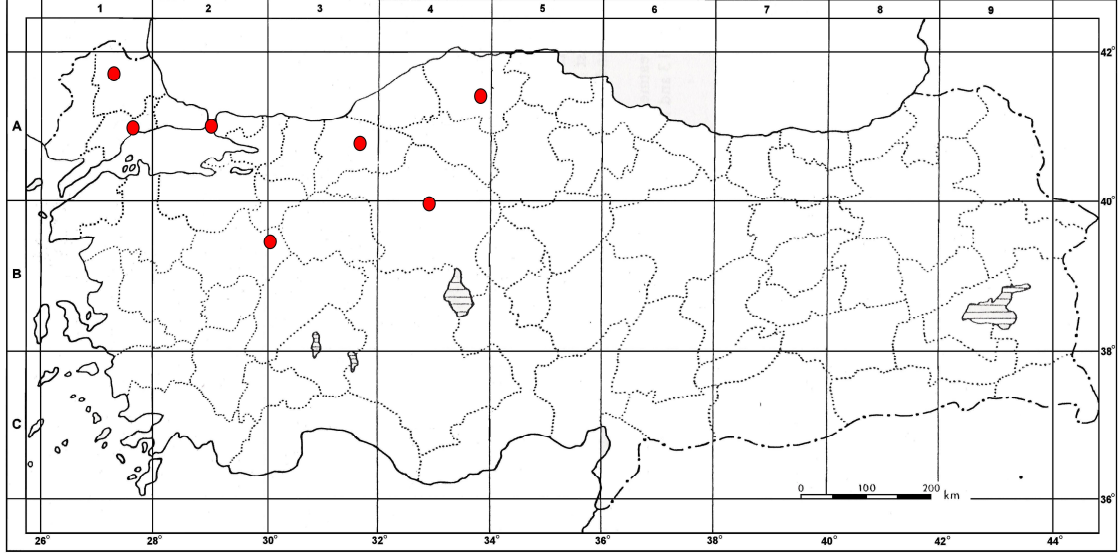
Umbelliferae (Apiaceae), çok sayıda bitki türüne ve geniş yayılış alanına sahip bir familyadır. Karakteristik çiçek durumu ve meyveleri sayesinde ilk sınıflandırılması yapılan bitki gruplarından. Bu familya üzerinde dünyanın çeşitli bölgelerinde birçok laboratuvarında araştırmalar artan bir biçimde devam etmekte, elektron mikroskoplarında morfoloji ve anatomi çalışmalarından, sitoloji ve bitki kimyası alanlarına kadar çok geniş bir yelpazede araştırmalar sürmektedir. Bu familya sekonder metabolitler bakımından oldukça zengindir. Bir çok cinsinden kumarin, flavanoit, asetilenik bileşikler ve uçucu yağlar elde edilmekte ve bu bileşiklerden tıbbi ve ekonomik açıdan geniş ölçüde yararlanılmaktadır (French, 1971).

Tek veya çok yıllık nadiren çalimsı bitkilerdir. Yapraklar genellikle almaşlı, nadiren karşılıklı veya halka şeklinde dizilmiş, genellikle stipulsuz, basit veya çok parçalı; sap sıklıkla genişlemiş ve tabanda kın yapmıştır. Çiçek durumu genellikle birleşik umbel, nadiren basit umbel, baş şeklinde veya indirgenmiş simozdur. Brakte ve brakteoller var veya yoktur. Çiçekler alt durumlu (epigin), hermafrodit, tek eşeyli veya nadiren iki evciklidir. Sepaller yok veya küçüktür, genellikle eşit değildir. Petaller 5 adet, genellikle tepede iki parçalı ve geriye kıvrılmıştır, eşit boyda veya dıştakiler, içtekilerden daha uzundur (radiant); beyaz, sarı, sarımsı yeşil, acık mavi veya pembe renklerde olabilir. Stamenler 5 adet. Ovaryum 2, nadiren 1 karpelli, her gözde birer ovullu, stilus 2, genellikle tabanında stilopodyum denilen şişkin bir bölüm bulunur (Davis, 1972).

***H. sphondylium* L.**

Bitkimiz şekil 4.3 de genel görünüşü ve şekil 4.4 de yayılımı gösterilen çok yıllık, aromatik, tabanda yaprak sapı kalıntıları bulunan, gövdesi dik, 50-90 cm boyunda, 7-13 mm çapında, derin kanallı, alt yoğun tüylü, üst seyrek tüylüdür. Alt yapraklar 5-7 loblu ve loblar ayanın 1/3-1/2' si kadar derin; aya genişçe yumurtamsı neredeyse yuvarlak, 10-28 x 10-27 cm, çift renkli, alt yüzeyi üstten daha yoğun tüylü; sap kın dahil 12-25 cm uzunluğunda, kırmızımsı-yeşil, tüylüdür. Alt yaprakların en alt lobları yumurtamsı genişçe yumurtamsı, dişli, ucu sivri ile ince sivri orta gövde yaprakları 3-7-loblu, yumurtamsı-mızraksı kınlı; kın 4-7 cm uzunlukta, hemen hemen genişlemiş, derin kanallı, parçasız, kırmızımsı-yeşil, alt yoğun tüylü ucu yırtıksızdır. Çiçek durumu kanallı, yeşil, seyrek hemen hemen yoğun tüylü. Brakteeler 0-6, şeritsi, 3-8 x 0,7-1 mm, dökülücü, yoğun tüylü. Işınlar 10-25, eşit değil, meyvede 6-14 cm uzunlukta, seyrek ile yoğun tüylü. Brakteoller 5-7, şeritsi, 5-8 x 0,5-1 mm, kalıcı. çiçek sapları 10-25, eşit değil, meyvede 1,3-2,6 cm uzunlukta, seyrek yoğun kısa tüylü. Çiçekler beyaz, dıştaki bazıları radiant, dışı seyrek tüylü, ovaryum yoğun kısa tüylü, stil tüysüzdür. Meyve ters yumurtamsı genişçe ters yumurtamsı şekilde, 9-11 x 7-9 mm, hafifçe çentikli, hemen hemen tüysüz özellikle uçta kısa tüylü; kanat 0,8-1 mm genişlikte; sırt yağ mahfazası ipliksi-çubuksu, 0,3-0,5 mm genişlikte, hemen hemen eşit, meyve boyunun 3/7-4/7' si kadar uzunlukta; karın yağ mahfazası 2, hemen hemen

çubuksu, 0,4-0,7 mm genişlikte, meyve boyunun 1/3-3/7' si uzunluktadır (Seçmen vd., 2004).



Şekil 4.4. Davis'in Grid Sistemine Göre *Heracleum sphondylium* L. dağılımı

4.2.2. *Salix cinera* L.



Şekil 4.5. *Salix cinerea* L. genel görünüş

Salicaceae (Söğütgiller) Familya özellikleri

3-6 m. boyunda çalılardır. Söğütlerin çoğunluğu kışın yapraklarını döken, nadiren de daima yeşil kalan odunsu bitkilerdir. Işık ve nem ihtiyaçlarının da oldukça fazla olması nedeniyle genellikle akarsu kenarlarında ve yer altı suyu seviyesinin yüksek olduğu nemli taban arazilerde yetişirler. Gayet kolay kök yapabilen söğütler, ağ gibi örülmüş kökleri vasıtasıyla toprağın korunmasına da yardımcı olurlar (Harlow and Harrar, 1958; Yaltırık, 1988).

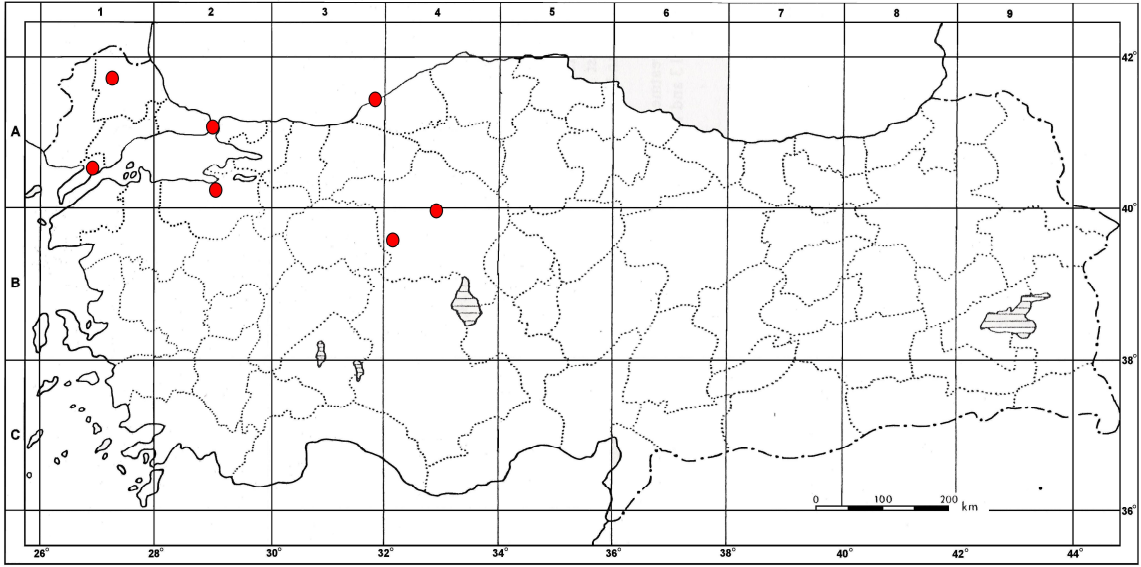
S. cinerea cinsinin önemli bir kısmı kuzey yarımkürenin ılıman ve soğuk bölgelerinde, birkaç tanesi de tropikal bölgelerde yayılış gösteren 300 kadar türü bulunur bu söğüt türlerinden bazıları 30 m ye kadar boylanabilen ağaçlar halindedir. Ancak özellikle kuzeyde ağaç sınırına yakın sahalarda yetişen bazı söğüt türleri ise fazla

gelişmemiş çok kısa boylu, bodur çalılar şeklinde veya tamamen toprağa yapışık durumda yayılış gösterirler (Harlow and Harrar,1958).

Söğütlerde çok sıralı sarmal (çevrel, spiral) veya birkaç türünde olduğu gibi karşılıklı dizilen tomurcuklar çoğunlukla sürgüne doğru yatmıştır. Yapraklar parçalanmamış uzun şeritler halindedir. Yaprak kenarları tam kenarlı olabildiği gibi, ince, kaba ve dilimli dişli de olabilir. Genel olarak kısa saplı olan yaprakların altında çoğunlukla kulakçıları vardır. Çiçek açma bazı türlerde yapraklanmadan önce, bazılarında ise yapraklanma ile aynı zamanda gerçekleşir. Söğütlerde erkek ve dişi çiçekler ayrı ağaçlar üzerindedir ve tozlaşma böcekler vasıtasıyla olur. Odunları hafif ve açık renkli olan söğütlerin kabukları tanence zengindir. Bazı söğüt türlerinin esnek olan ince dallarından sepet ve çit yapımında faydalandığı gibi, bu ince dalardan yapılan kömürleri ressamların da kullandığı bilinmektedir. Ayrıca söğüt dallarından aktif kömür de yapılmaktadır (Skvotson and Edmondson, 1982; Yaltırık, 1988).

***S. cinerea* L. (Boz söğüt)**

Şekil 4.5 de genel görünümüne sahip ve 4.6 da dağılımı gösterilen; 3-6 m boy yapabilen, genellikle çalı görünümünde sürgünleri kısa gri tüylerle kaplı bir söğüt türüdür. Soyulmuş odunu devamlı çizgili, yaprakları tam kenarlı veya üst kısmında dişlidir. Yaprak geniş eliptik veya ters yumurtamsıdır. Üst kısma doğru genişleyen yaprak kısa bir damla uçla sona erer. *S. cinerea*' da çiçeklenme yapraklanmadan öncedir. Bu türün yeryüzündeki yayılış alanı oldukça geniştir. *Salix cinerea* L.' nın Avrupa'nın hemen hemen tamamını kaplayan yayılış alanı Batı Sibiryaya doğusundaki Yenisey Nehri'ne kadar uzanır. Güneybatı Asya' da ise Kafkaslar ile yayılış alanının en güneydoğu kesimini meydana getiren Türkiye'de görülür. Boz söğüt Avrupa-Sibiryaya elemanıdır. Ancak Türkiye' deki yayılış alanı dağınıktır. Batıda Istranca dağlarından başlayarak bütün kuzey Anadolu dağlarında ortaya çıkan bu söğüt türü, doğu Anadolu bölgesinde de geniş yayılış gösterir. Özellikle Erzurum, Kars ve Ağrı çevrelerinde 1500-2000 m lik seviyelerde dağınık topluluklar halinde vadi tabanlarını kaplar. Ayrıca Amanos Dağları'nın kuzey uzantılarında, Güneydoğu Toroslar ile Ankara, Eskişehir ve Bursa çevresindeki vadi içlerinde taban suyu seviyesinin yüksek olduğu kesimlerde yer yer birlik oluşturur (Avcı, 1999).



Şekil 4.6. Davis'in Grid Sistemine Göre *S. cinerea* dağılımı

4.2.3. *Rumex crispus* L.



Şekil 4.7. *Rumex crispus* L. Genel görünüş

Polygonaceae Familyasının Özellikleri

Kuzu kulağıgiller familyası bazı türlerde şişkin nodlar bulunduğundan ‘çok dizli’ anlamındadır. 43- 46 cins /1100-1200 türdür. Kuzey yarımkürede yayılış gösterirler. Ülkemizde 25 türü bulunur.

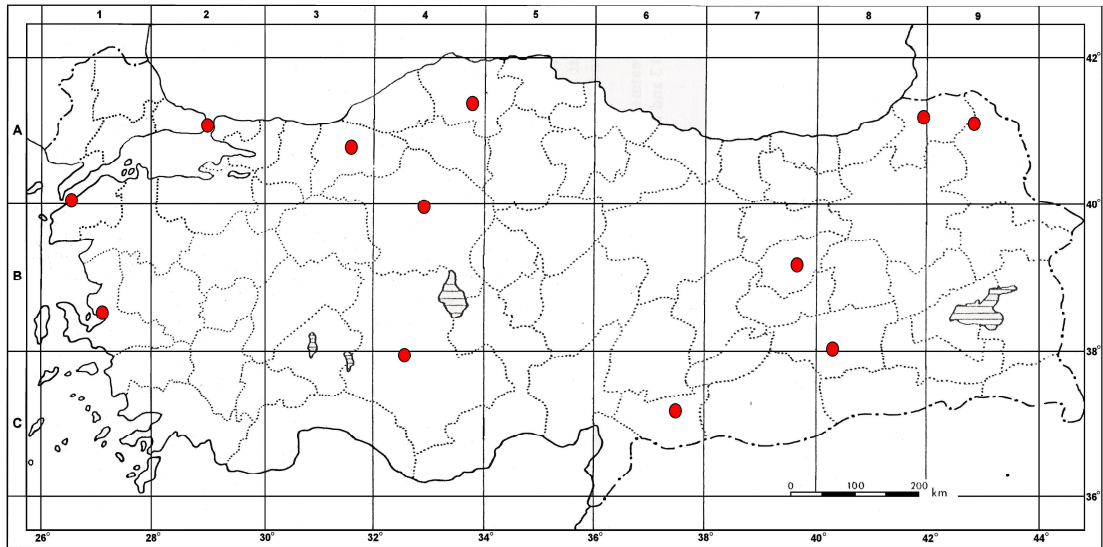
Polygonaceae tek yıllık veya çok yıllık otsu bitkiler, çalılar, tırmanıcılar, sarılıcı bitkiler veya ağaçlardan oluşur. Gövdeler sıklıkla şişkin nodlara sahiptir. Yapraklar genellikle sarmal dizilişli, basit, stipüllü veya stipülsüzdür; stipüllü ise stipüller genellikle noddan yukarıya uzanan ‘okrea’ adı verilen zarımsı sıkı bir kın halinde birleşir. Çiçeklenme durumu, involukrat fasikular birimlerden oluşur, fasiküller, dallanmış veya dallanmamış birçok sekonder çiçek durumları şeklinde sıralanır. Çiçekler hipogin, küçük, iki eşeyli ya da tek eşeyli, aktinomorf, pediselli, pediseller çoğunlukla her bir çiçeği tek tek saran ‘okreol’ ile yukarıda birleşiktir. Periant tek serili veya görünüşte iki serili homoklamid, genellikle 3+3 veya 5 ve quinkunsiyal (nadiren 2+2) tepaller (periant parçaları) tabanda birleşiktir, hipantiyum bulunur veya bulunmaz. Stamenler 3+3 veya 8 sıklıkla ikisi uzun, genellikle antipetaldir; apostamenden tabanda birleşige kadar değişir. Anterler versatildir, boyuna ve içe doğru açılır. Ginekeum sinkarp, ovaryum üst durumlu, 3 karpelli ve 1 gözlüdür. Stiluslar ayrı veya tabanda birleşiktir. Plasentalanma bazaldır. Ovüller; ortotrop, bitegmik veya unitegmik, tektir. Stamenlerin tabanında nektar pedleri veya nektar salan disklerden oluşan nektaryumlar genellikle vardır. Meyva genellikle 3-köşeli aken veya fındıksı, bazen akreskent periantlı ya da hipantiyumludur tohumlar endospermlı, yağlı ve nişastalıdır. Antosiyanin pigmentleri bulunur, betalainler yoktur. Vaskulatür genellikle anormaldir.

Polygonaceae genellikle iki alt familyada sınıflandırılmıştır. Polygonoideae okrealı, Eriogonoideae ise okreasızdır. Familyanın üyeleri tüm dünyada, özellikle Kuzey ılıman Yarım kürede yayılış gösterir. Polygonaceae familyası, stipular okrealı veya okreasız basit, sarmal dizilişli yapraklara; fasikular birimlerden oluşan, çiçeklenme durumu, genellikle 3+3 veya 5 birleşik tepalli küçük aktinomorf çiçeklere; 3 karpelli, basit, bazal çoğunlukla ortotrop ovüllü ovaryuma ve genellikle 3 köşeli aken veya fındıksı meyveye sahip olmaları ve sadece antosiyan pigmentlerinin bulunmasıyla ayırt edilirler (Michael and Simpson, 2012).

Rumex crispus L.

Şekil 4.7 de denel görünüşü ve 4.8 de dağılımı gösterilen, tüysüz çokyıllık bitkilerdir. Gövdeler 2 m'ye dek boylu, basit ya da üstte dallı, geç dönemde kırmızıya döner. Taban yaprakları 50 cm' ye kadar büyüklükte, saplı. Gövde yaprakları 8-15 cm. çiçek durumu yoğundur. Çiçekler yeşil, meyveli çiçek örtüsü segmentleri kalpsi ile üçgensel, 4-5 mm dir.

Bitkinin anayurdu Avrupa'dır, ülkemizde ve ılıman bölgelerde kendiliğinden yetişir. Kalkerli olmayan toprakları sever. Genel olarak 1800 metre, Anadolu'da 2200 metre yüksekliğe kadar olan orman kenarlarında, dere ve vadi yamaçlarında, nemli ve gölge yerlerde kendiliğinden yetişir. Kuzukulağı türleri, döktüğü tohumlarıyla çoğalırken, istenirse köklerinin bölünmesiyle de çoğaltılabilir. Bitkinin yaprakları ekşi olduğundan genellikle çiğ olarak yenir veya salatalara katılır. İştah açıcı ve kan temizleyici olarak bilinir (Seçmen vd., 2004)



Şekil 4.8. Davis'in Grid Sistemine Göre *Rumex crispus* L. dağılımı

4.2.4. *Urtica dioica* L.



Şekil 4.9. *Urtica dioica* L. genel görünüş

Urticaceae Familyasının Genel Özellikleri

Dünya üzerinde yaygın dağılım gösteren familyada yaklaşık 79 cins 2600 tür bulunmaktadır. Çoğunlukla otsu veya çalı şeklindeki bitkilerin yer aldığı familyada küçük ağaç ve tırmanıcılara da rastlanmaktadır. *Urtica dioiciaceae* familyasının en belirgin özelliklerinden biri birçok türün yapraklarının batıcı tüylerle kaplı olmasıdır. Yapraklar basit alternat veya opozit dizilişli, genellikle stipulalıdır. Çiçekler, küçük, monoik veya dioik; çiçek durumu aksilar, temelde simoz veya tek çiçeğe indirgenmiş halde ve periant eğer varsa küçük, yeşil, aktinomorf; 4-5 serbest veya konnat parçalıdır. Erkek çiçekler 4-5 stamenli, periant parçalarının aksi tarafında; anterler tek odacıklı, boyu boyunca yarılarak açılır; ovaryum genellikle gelişmemiş halde, dişi çiçekler

perianta benzer ama genellikle meyve geliştiğinde yarılarak açılır, staminot taşır veya taşımaz. Ovaryum tek odacıklı, serbest veya perianta birleşik gelişmiş tek dik ovüllü, stilus basit, hemen hemen penisillattır. Meyve kuru aken, nadir olarak drupa, tohum genellikle endospermalıdır (Davis, 1982).

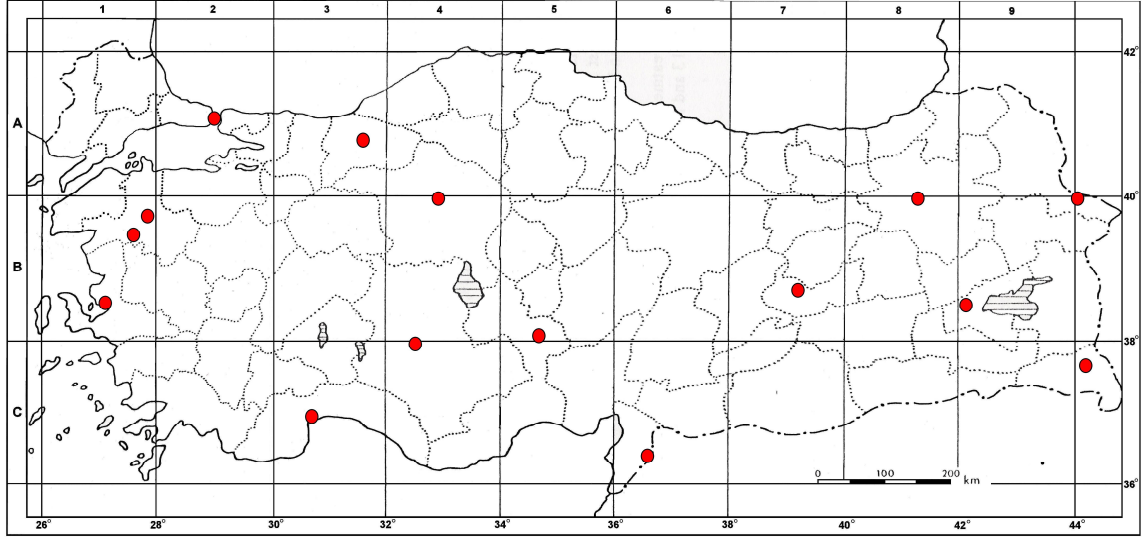
U. dioica cinsi, tek veya çok yıllık, üzeri batıcı tüylerle kaplı otsu bitkilerdir. Yapraklar opozit dizilişli, dentat, stipulalı, yaprak koltukçuklarındaki yalancı spikalar rasemoz, nadiren salkım halinde globozdur. Çiçekler yeşil renkli, monoik veya dioik, erkek çiçeklerde eşit 4 periant parçası ve 4 stamen gelişmemiş ovaryum etrafında dizilmiş, dişi çiçekler de tetramer, fakat periant parçalı ikili çift halindedir (Seçmen vd., 2004).

***Urtica dioica* L.**

Şekil 4.9 da genel görünümü, 4.10 da dağılımı gösterilen çok yıllık, yaygın dağılım gösteren, birbirine dolanmış kök sistemi bulunan, kümeler oluşturan, 30-150 cm boyunda bir bitkidir. Özellikle Türkiye’de yetişen türü dioik, nadiren monoiktir. Yapraklar geniş kısımda ovat, daralan kısımda lanseolattır. Yaprığın boyutları 4-11 x 3-10 cm, dentat ve akuminattır. Dişi ve erkek çiçek durumları benzer formdadır, 8 cm ye kadar uzayan dallanmış yapılardır. Dişi çiçekler göze çarpan eflatun renkli penisillat stigma taşırlar. Periantın iç taraftaki çift segmenti 1,5 cm ye kadar gelişir; tüm yüzeyi tüylerle kaplıdır. Ormanlarda, güneş görmeyen dere kenarları ve kayalarda 2700 m yüksekliğe kadar yetişir. Isırgan her iki yarım kürenin tropikal ve subtropikal alanlarında yaygın olarak yetişir. Türkiye’de ise açık ormanlık alanlarda, nehir ve yol kenarlarında kendiliğinden yetişen bir bitkidir. Özellikle Karadeniz Bölgesi’nde yoğun olarak yayılış gösterir. *U. dioica* bitkisi diğer bitkilere baskın olması ve nemli alanlarda hızla gelişmesi nedeniyle yetiştiriciliği kolaydır. Aynı arazide uzun yıllar verim alınabilen bir bitkidir.

Üretim şekli ısırganın tarla tesisi, tohumla veya fide ile yetiştirerek yapılmaktadır. *U. dioica* ayrıca stolonlar ve tepe sürgünlerinin köklendirilmesi ile vejetatif olarak da çoğaltılabilmektedir. Isırgan bitkisinin geleneksel ve güncel kullanılışı; toprak üstü kısımları (herba), taşıdığı flavonoit bileşikler, mineral maddeler ve lutein vb karotenoit bileşikler nedeniyle diüretik etkisi dolayısıyladır. Diüretik etkisi

nedeniyle; zayıflama çaylarının, idrar yollarını yıkamaya ve romatizmal ödemlerin boşaltılmasına yönelik çayların ve bitkisel ilaçların bileşimine girmektedir (Ayhan vd., 2006).



Şekil 4.10 Davis'in Grid Sistemine Göre *Urtica dioica* L. dağılımı

4.3. Metod

Çalışma lokalitelerindeki topraklarda IQ 150 pH metre ile pH, iletkenlik ve toprak sıcaklığı, LightScout UV Metre ile uv miktarı ve Case FieldScout TDR 100 ile Toprak Nem miktarı belirlenmiştir.

Çalışma alanında, farklı topografya, bitki örtüsü ve su kaynakları göz önüne alınarak, çalışma alanındaki tüm bitkileri temsil edecek şekilde 7 farklı noktadan tüm lokalitelerde var olan sistematik olarak tayini yapılan bitki örnekleri alınarak, kurutulmuş; kök, gövde, yaprak ve çiçek olarak ayrılmıştır. Anadolu Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Laboratuvarında bitki elementlerinin analizinde; makas yardımı ile kesilerek havana konulan kuru bitki numuneleri ilk olarak dövücü ile küçük parçalara ayrılır. Her biri terazi kağıdına konularak Ohaus-Pioneer marka hassas terazide 0,25 gr olacak şekilde ölçülür.

Ölçülen miktardaki numuneler, numaralandırılmış pvc tüplere alınır. Tüplerdeki numune üzerine 9 ml % 65 lik nitrik asit ve 3 ml % 60 lık Perchloric asit konulur. Ardından tüplerin tıparları takılır ve kapakları CEM Marsxpres Capping Station marka cihaz yardımı ile kapatılarak, CEM Corporation fırına konularak sindirme işlemine tabi tutulmuştur. Fırın 1 saate ayarlanır. Fırın Tüp koyma limiti 40 tane ile sınırlıdır. Elimizdeki 88 adet numune için 3 ayrı zamanda bu işlemler gerçekleşmiştir.

Fırından çıkarılan ve Organik yıkımları biten örnekler soğutulup, santrifüjlendikten sonra filtre kâğıdından süzülerek, hacimleri 100 ml'ye tamamlanmış, element içerikleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi Analytikjena - coontraa 700 analiz cihazı ile saptanmıştır. İstatistiksel veriler Spss 17 programı ile modellenerek dökümleri oluşturulmuştur. Belirlenen değerler One – Way ANOVA SPSS17 pogramı sonuç değerlerine göre değerlendirilmiştir.

5. BULGULAR

Çalışma lokalitelerindeki topraklarda Spectrum marka IQ 150 model pH metre ile pH, iletkenlik ve toprak sıcaklığı, Spectrum marka LightScout UV Metre ile uv miktarı ve Spectrum marka Case FieldScout TDR 100 modeli ile toprak nem miktarı belirlenmiş çizelge 4.1. de ölçüm değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışma lokaliteleri toprak verileri

LOKALİTELER	pH	mV	Toprak Sıcaklığı °C	UV mw	Nem ds/m
1. (Seydisuyu Kaynağı)	3,34	218	13,1	78	67,1
2. (Akin Deresi Çıkışı)	3,73	196,1	13,8	89,4	58,6
3. (Çatören ve Kunduzlar Barajının Birleşim Noktası)	4,99	132,5	14,1	94,6	107,4
4. (Sancar Köyü)	5,31	100,1	13,9	105,2	134,9
5. (Yazidere Köyü)	3,4	252	14,8	117,9	127
6. (Hamidiye Köprüsü)	3,8	248	14,6	102,3	102,3
7. (Mahmudiye Çifteler Arası)	3,74	266	14,2	99,3	115,6

Çalışmamızda Seydisuyu kenarlarında doğal yayılış gösteren bitkiler seçilmiş ve alanda maden işletmesi olması nedeniyle B başta olmak üzere ağır metal içerikleri analiz edilmiştir.

H. sphondylium kökte bulunan Cd elementi; 1 ve 2. lokalitelerde sınır değerler içerisinde, 3. lokalitede sınır değerinin 10 katı, 4. lokalitede sınır değerinin 20 katı, 5. lokalitede sınırın 7 katı, 6. lokalitede 3 katı, 7. lokalitede 7 katı değerindedir (çizelge 4.34). Gövde de bulunan Cd değeri 3. lokalitede sınır değerinin 13 katı, 4. lokalite 4 katı, 5. lokalitede 6 katı, 6. lokalite 4katı, 7. lokalite değeri 8 katıdır (çizelge 4.35). Yaprakta 3. lokalite sınır değerinin 9 katı, 4,5 ve 7 de 6 katı, 6.lokalitede yaklaşık sınırın 4 katıdır (çizelge 4.44). Çiçekte 2 ve 6. lokalitede 2 katı, 3. lokalitede 14 katı, 4. lokalitede 4 katı, 5ve7 lokalitelerinde 6 katıdır (çizelge 4.2, 4.45).

H. Sphondylium kökte bulunan Cu elementi 6. lokalite hariç sınır değerleri altında, 6 lokalitede sınır değerindedir (çizelge 4.34). Gövde de; 4 lokalite sınır değerleri içerisinde, diğer lokaliteler sınır değerleri altındadır (çizelge 4.35). Yaprak değerleri sınır değerleri altındadır (çizelge 4.44). Çiçekte 6. lokalitede sınır değerler arasında, diğerleri sınır değerleri altındadır (çizelge 4.45). *H. sphondylium* Fe elementi kökte tüm lokaliteler sınır değerleri içerisinde (çizelge 4.34), gövdede sınır değerinin oldukça altında (çizelge 4.35), yaprakta 7. lokalite sınır değerleri içerisinde diğer lokalitelere göre 2 katı demir biriktirmekte (çizelge 4.44), çiçekte 5. lokalitede sınır değerleri içinde diğer lokalitelerin 2 katı birikmiştir (çizelge 4.3, 4.45).

H. sphondylium K elementi değerleri kökte, 3. lokalite en yüksek ve 5. lokaliteden 5 kat fazla, 4,5 ve 6. lokalitede sınır değer altı,1,2 ve 7. lokalitede sınır değerlerdedir (çizelge 4.34). Gövde de 1. lokalite sınır değerinde, 2.3. ve 4. lokalite sınır değer üzeri, 5,6, ve 7. lokalite değerleri sınır değerleri arasındadır (çizelge 4.35). Yaprak değerleri, 2. 3. ve 7. lokalite sınır değeri çok üzeri, 4., 5. ve 6. lokalite değerleri sınır değerler arasındadır (çizelge 4.44). Çiçekte 2. ve 3. lokaliteler sınır değerinin çok üzerinde, 4.5. ve 6. lokaliteler sınır değeri altında, 1. ve 7. lokalitelerde sınır değerlerdedir (çizelge 4.45).

H. sphondylium Mg elementi değerleri, kökte 4.6. ve 7. lokalitelerde sınır değerin çok üzerinde, 1.,2.,3. ve 5. lokalitelerde sınır değer üzeri (izelge 4.34), gövde de 5. lokalitede sınır değerlerinin biraz üzerinde, 1,2,3,4,6 ve 7. lokalitelerde ise sınır değerleri arasındadır (izelge 4.35). Yaprak element değerleri, 3.,4.,5.,6. ve 7. lokalitelerde sınır değerler üzeri, 1 ve 2. lokalitede sınır değerlerdedir (izelge 4.44). iekte, 2. ve 3. lokalitede sınır değerlerin çok üzerinde, 1 ve 4. lokalitede sınır değerlerde, 5., 6., 7. lokalitelerde birbirine yakın ve sınır değer üzerindedir (izelge 4.4., 4.45).

H. sphondylium Mn elementi kök değerleri 4. lokalitede sınır değerinin üzerinde, 1.2.3.5.6. ve 7. lokalite değerleri toksisite sınır değerinin altındadır (izelge 4.34). Gövdede, 4.lokalite sınır değerin çok altında 1.6. ve 7. değerler sınır değerin altında ve hemen hemen aynıdır.3. ve 5. lokalite değerleri diğerlerine göre yüksek ancak sınır değerin altında ve birbirine yakındır. (izelge 4.35). Yaprakta 3. lokalite sınır değerinin yaklaşık 2 katı, 7. lokalite değeri yaklaşık 1,5 katı fazladır, 5. lokalitede sınır değerde, 1.2.4.ve 6, lokaliteler sınır değerin altındadır (izelge 4.44). iekte 3. lokalitede yaprağa göre değer düşmüş ancak sınır değerin yaklaşık 1,5 katıdır. 2. lokalite sınır değerini biraz geçmiş diğer lokalitelerde sınır değerinin altında bulunmuştur. *H. sphondylium* Na değerleri kökte, 3. ve 4. lokalitede biraz yüksek 1,2,5,6 ve 7. lokalitede sınır değerleri arasındadır (izelge 4.34). Gövde de 2,4 ve 5. lokaliteler sınır değerinin çok altında,diğer lokalitelere sınır değerler içindedir (izelge 4.35). Yaprakta 3. lokalite sınır değerinin yaklaşık 2 katı, 5. lokalite sınır değerinin çok üstünde, diğer lokaliteler sınır değer altındadır (izelge 4.35). iekte 3. lokalite sınır değerinin çok üstünde altıncı lokalite sınır değerinin çok altında diğer lokaliteler ortalama sınır değerindedir (izelge 4.5, 4.45).

H. sphondylium kökte Ni değeri 1.6. ve 7. lokalitede limit değer altı tespit edilmiş 2,3 ve 5. lokaliteler de hemen hemen hiç yoktur.4. lokalitede ise sınır değerin çok altındadır (izelge 4.34). Gövdede, yaprak ve çiçekte 4,5,6 ve 7. lokalitelerde limit değer altı 1,2 ve 3. lokalitelerde sınır değerin çok altındadır (izelge 4.35., izelge 4.44., izelge 4.45).

H. sphondylium Zn kök değerleri 1,2 ve 5. değerler birbirinin hemen hemen aynısı ve sınır değer çok altında 3. lokalite çok düşük 6. ve 7. lokalitelerde sınır değer altındadır (çizelge 4.34). Gövde ve yaprak lokalitelerin tümünde sınır değer çok altında (çizelge 4.35., çizelge 4.44) çiçekte Zn değerleri tüm lokalitelerde yükselmiş fakat sınır değeri geçmemiştir (çizelge 4.6, 4.45).

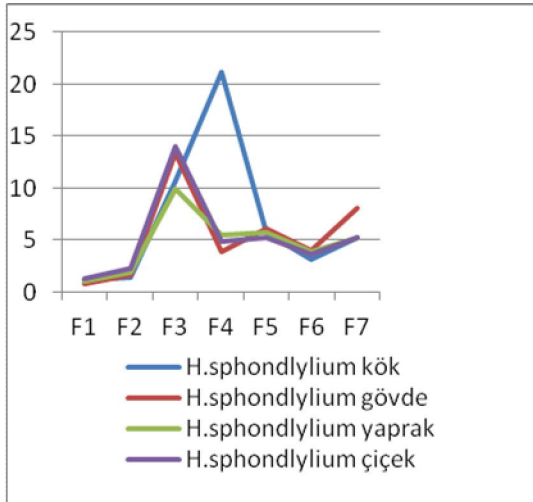
H. sphondylium Al element değerleri kökte 1,2,3,4 ve 6. lokalitelerde limit değer altı, 5. lokalitede sınır değer üzerinde 7. lokalitede sınır değerdedir. Gövdede ve yaprakta tüm lokalite değerleri limit değer altıdır (çizelge 4.35, çizelge 4.44). Çiçekte 5. lokalite sınır değerde, 1,2,3,4,6,7. lokaliteler limit değer altındadır. *H. sphondylium* Ca kök, gövde, yaprak ve çiçek olmak üzere 7 lokalite de sınır değer çok üstünde kökte 6 ve 7. lokalitede sınır değer yaklaşık 10 katı, gövdede 1 ve 3. lokalitelerde yaklaşık 10 katı 5. lokalitede yaklaşık 14 katı, 2,3,6 ve 7. lokalitelerde yaklaşık 4 katıdır (çizelge 4.35). Yaprakta 3. lokalite değeri sınır değer yaklaşık 200 katı, 2. lokalitede yaklaşık 7 katı, 1,5,6 ve 7. lokaliteler yaklaşık 2 katı, 4. lokalitede yaklaşık 3 katı değerdedir (çizelge 4.44). Çiçekte 3. lokalitede yaklaşık 2 katı, 1,5,6 ve 7. lokaliteler sınır değerinin çok altında, 2 ve 4. lokaliteler sınır değere yakındır (çizelge 4.45).

H. sphondylium Si kökte 2,3 ve 4. lokaliteler sınır değer üzerinde, 1. lokalite sınır değer çok altında 5 ve 7. lokaliteler de sınırın 4 katı 6. lokalite yaklaşık 5 katıdır (çizelge 4.34). Gövdede 4. lokalite limit değer altında 6 ve 7. lokalite yaklaşık sınır değerinde, 1 ve 5. lokaliteler yaklaşık 2 katı, 2 ve 3. lokaliteler yaklaşık sınır değer 26 katıdır (çizelge 4.35). Yaprakta 4. lokalite sınır değerinde 5,6 ve 7. lokaliteler sınır değer yaklaşık 5 katı, 1. sınır değer yaklaşık 10 katı, 2 ve 3. lokaliteler sınır değer yaklaşık 50 katıdır (çizelge 4.44). Çiçekte 4 ve 6. lokaliteler yaklaşık 3 katı, 7. lokalite yaklaşık 4 katı, 5. lokalite yaklaşık 5 katı, 1. lokalite yaklaşık 10 katı, 2. lokalite yaklaşık 25 katı, 3. lokalite yaklaşık sınır değer 30 katıdır (çizelge 4.9, 4.45).

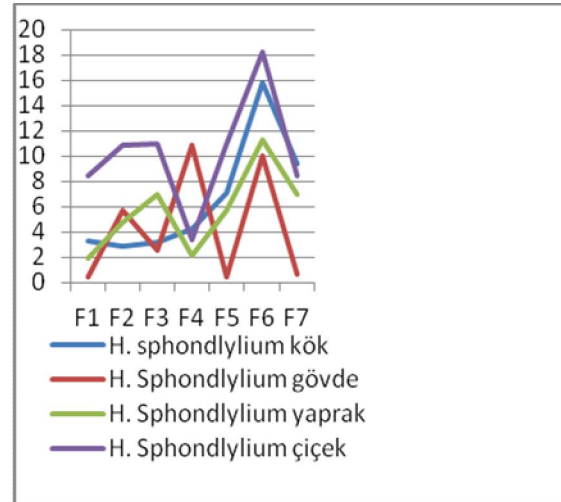
H. sphondylium Pb elementi kökte 3,4,5,6 ve 7. lokaliteler limit değer altında, 1 ve 2. lokaliteler sınır değerler arasındadır (çizelge 4.34). Gövdede tüm lokaliteler limit değer altı (çizelge 4.35). Yaprakta 2. lokalite sınır değer altında, diğer lokaliteler limit değer altındadır (çizelge 4.44). Çiçekte 1. lokalite sınır değerlerde, diğer lokaliteler limit değer altındadır (çizelge 4.45). *H. sphondylium* Cr kökte 2. lokalitede sınır değerlerde

diğer lokalitelerde ise limit değer altındadır (çizelge 4.34). Gövdede tüm lokaliteler limit değer altındadır (çizelge 4.35). Yaprakta 5. lokalite sınır değerinde diğer tüm lokaliteler limit değer altındadır (çizelge 4.44). Çiçekte 7. lokalite limit değerinin altında diğer tüm lokaliteler limit değer altındadır (çizelge 4.45).

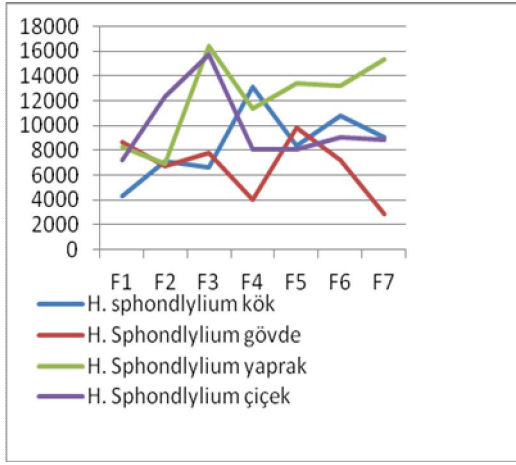
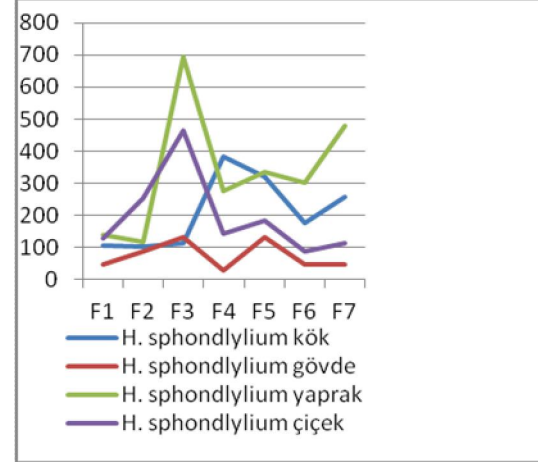
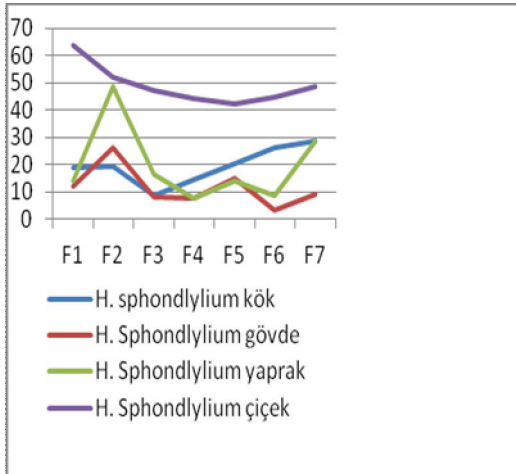
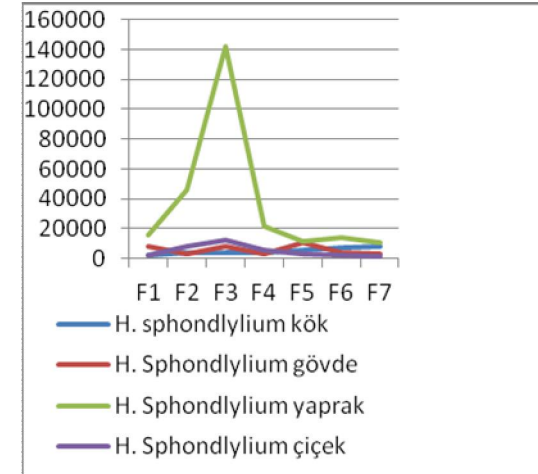
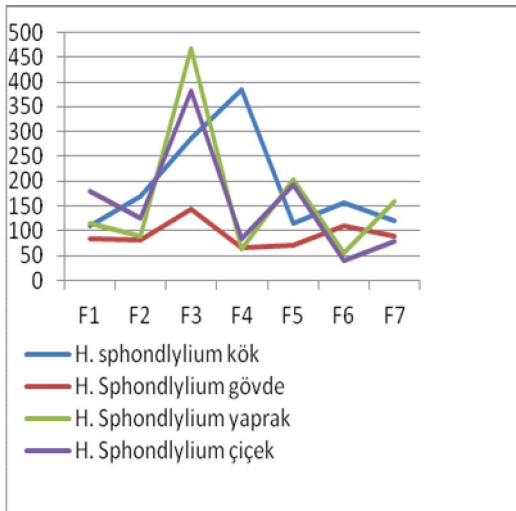
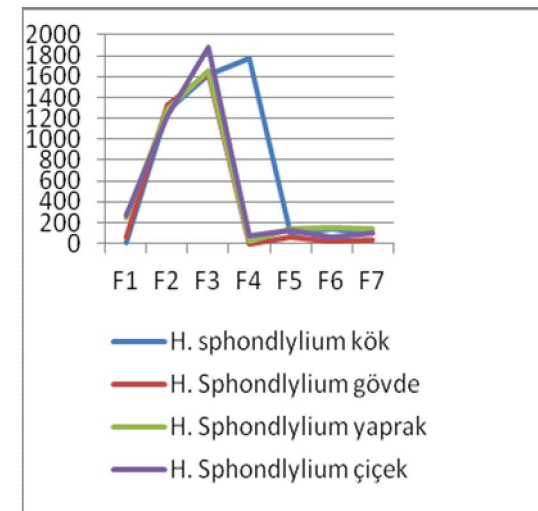
H. sphondylium As kökte 1,2,3 ve 7. lokaliteler limit değerlerde, 4 ve 5. lokaliteler sınır değerinin altında, 6. lokalitede sınır değerdedir (çizelge 4.34). Gövde de sadece 3. lokalitede sınır değerinin altında, 1,2,4,5,6 ve 7. lokaliteler limit değerlerdedir (çizelge 4.35). Yaprakta 3. lokalite sınır değer altında diğer tüm lokaliteler sınır değer altındadır (çizelge 4.44). Çiçekte bütün lokaliteler limit değerinin altındadır (çizelge 4.45).



Çizelge 4.2. *H. sphondylium* Cd miktarı



Çizelge 4.3. *H. sphondylium* Cu miktarı

Çizelge 4.4. *H. sphondylium* Mg miktarıÇizelge 4.5. *H. sphondylium* Mn miktarıÇizelge 4.6. *H. sphondylium* Zn miktarıÇizelge 4.7 *H. sphondylium* Ca miktarıÇizelge 4.8. *H. sphondylium* Na miktarıÇizelge 4.9. *H. sphondylium* Si miktarı

Çizelge 4.10. *H. sphondylium* kök de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	LOKALİTELER						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	1,12±0,14	1,43±0,18	10,61±0,27	21,19±0,34	6,73±0,23	3,19±0,12	5,27±0,127
Cu	3,28±0,10	2,84±0,021	3,20±0,21	4,28±0,061	7,03±0,19	16,77±0,30	9,39±0,24
Fe	348,20±0,46	487,00±1,0048	115,27±0,97	21,39±1,66	543,40±0,83	278,23±1,86	669,00±1,71
K	7268,73±26,2	8096,07±78,74	9663,73±29,69	43827,07±70,66	23380,40±380,7	47627,07±2297	68807,87±689,2
Mg	4336,8±18,83	7116,47±32,2	6670,13±146,6	13120,9±148,47	8362,80±42,14	10798,47±234,	9032,90±38,15
Mn	106,69±8,73	104,89±0,69	114,40±1,60	381,83±0,53	321,23±1,80	178,27±1,47	258,89±3,19
Na	108,91±0,82	168,89±1,23	296,04±1,66	368,16±0,13	114,32±0,40	157,29±2,76	121,46±0,74
Ni	LDA	5,33±0,37	7,53±0,31	34,16±0,06	1,91±0,01	LDA	LDA
Zn	19,07±0,31	19,36±0,18	8,40±0,20	14,21±0,11	20,13±0,19	26,32±0,30	28,72±0,14
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	664,93±113,13	LDA	282,27±28,13
B	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	347,82±70,98	180,64±3,52
Ca	1863,40±6,38	4260,00±78,1	4158,00±24,48	3670,00±34,29	5168,00±122,47	7120,00±81,64	7678,00±148,80
Si	6,63±40,31	1273,73±65,5	1617,87±91,83	1771,73±142,12	98,24±17,66	140,80±4,43	96,07±10,39
Pb	8,19±2,25	6,96±6,76	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	1,93±1,329	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
As	LDA	LDA	LDA	0,28±0,08	0,97±0,096	9,73±2,87	LDA

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

Çizelge 4.11. *H. sphondylium* gövde de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	LOKALİTELER						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	0,63±0,093	1,68±0,13	13,41±0,52	3,83±0,066	6,12±0,083	4,03±0,17	6,09±0,28
Cu	0,46±0,048	6,72±0,14	2,55±0,13	18,86±0,12	0,40±0,16	10,04±0,10	0,61±0,08
Fe	68,43±2,64	28,81±0,37	1,04±1,60	44,96±1,80	41,40±0,62	9,03±1,40	48,28±0,19
K	231273,73±5863,43	111127,07±3744,63	71740,40±631,70	96327,96±1894,67	26801,73±396,24	33297,73±718,14	54028,40±790,27
Mg	6702,13±61,62	6776,80±69,19	7803,47±47,90	4043,47±21,82	9640,80±106,66	7182,13±109,68	2962,13±21,11
Mn	47,86±2,41	89,33±1,61	130,89±1,06	28,19±1,23	132,55±2,08	48,41±2,11	48,88±5,25
Na	82,71±0,54	60,96±0,46	143,23±1,01	68,36±0,244	70,27±0,16	109,59±0,52	87,96±6,41
Ni	4,88±0,046	5,49±0,36	10,04±1,02	LDA	LDA	LDA	LDA
Zn	11,80±0,26	26,36±0,53	7,67±0,46	7,47±0,90	14,71±0,97	3,43±0,28	6,83±0,63
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
B	LDA	LDA	LDA	322,87±42,99	LDA	302,91±90,82	LDA
Ca	7634,00±8,14	2882,20±6,38	7752,00±62,25	2784,20±64,82	10896,80±9,79	3822,00±4,89	2942,20±20,08
Si	54,52±9,52	1329,47±16,29	1626,07±42,38	LDA	63,00±18,14	27,37±5,90	32,92±25,56
Pb	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
As	LDA	LDA	0,27±0,017	LDA	LDA	LDA	LDA

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

Çizelge 4.12. *H. sphondylium* yaprak da yapılan element analizleri (mg/L)

Element	LOKALİTELER						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	1,09±0,153	1,84±0,19	9,89±4,35	6,44±0,083	6,76±0,167	3,89±0,29	6,29±0,09
Cu	1,96±0,167	4,71±0,026	7,00±0,17	2,09±0,13	6,73±0,21	11,31±0,40	6,96±0,12
Fe	136,06±1,206	148,27±1,47	177,81±0,56	123,12±2,20	231,09±1,60	272,89±1,41	421,67±1,92
K	62226,48±648,97	7268,73±42,97	74287,87±2302,96	17601,73±287,28	32824,40±360,83	29841,73±978,90	78380,40±3487,43
Mg	9330,13±1346,84	6990,80±2,38	16411,47±171,11	11422,13±229,32	13398,47±110,69	13914,13±197,64	16368,13±42,38
Mn	138,41±1,201	118,16±0,24	682,27±1,96	277,09±3,84	324,98±1,28	301,21±0,87	476,67±3,368
Na	114,49±1,432	88,31±0,63	469,27±6,77	64,13±0,49	283,73±2,48	64,46±0,08	160,09±2,31
Ni	6,07±0,133	6,73±0,04	17,71±1,26	LDA	LDA	LDA	LDA
Zn	13,89±0,498	48,72±0,49	16,53±0,17	7,41±1,48	14,18±0,54	6,91±0,37	26,46±0,98
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
B	LDA	LDA	LDA	298,77±63,32	LDA	411,03±96,79	209,13±18,88
Ca	15840,00±542,18	46208,00±228,61	141708,00±6437,96	21442,00±102,87	11688,00±372,32	12746,80±138,80	16418,00±164,93
Si	241,52±48,417	1291,60±226,60	1662,63±81,77	27,47±80,06	139,36±2,84	166,83±14,34	134,44±14,72
Pb	LDA	1,51±0,60	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	LDA	LDA	LDA	2,91±0,28	LDA	LDA
As	LDA	LDA	0,16±0,048	LDA	LDA	LDA	LDA

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

Çizelge 4.13. *H. sphondylium* çiçek de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	LOKALİTELER						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	1,31±0,11	2,29±0,26	14,03±0,15	4,31±0,24	6,28±0,14	2,86±0,07	6,27±0,19
Cu	8,49±0,068	10,89±0,14	11,01±0,11	3,39±0,01	11,00±0,24	18,29±0,11	8,41±0,46
Fe	89,37±1,305	94,96±3,18	112,39±1,06	100,41±1,69	240,18±1,46	68,89±0,33	100,48±2,01
K	44863,73±483,37	81740,40±1123,80	85473,73±3041,60	12963,72±89,57	27389,73±382,19	28813,73±466,34	68580,40±2119,67
Mg	7206,13±27,63	12331,47±34,82	15774,13±67,61	8042,13±66,67	9131,47±128,79	9478,12±91,51	9821,47±98,61
Mn	129,99±0,41	263,60±2,08	464,27±2,93	143,09±1,84	184,73±2,13	89,89±0,31	112,88±1,66
Na	160,12±1,66	124,49±1,37	381,47±2,66	68,08±0,30	192,87±2,28	41,11±0,84	78,41±0,50
Ni	3,48±0,092	4,23±0,41	13,13±1,39	LDA	LDA	LDA	LDA
Zn	53,98±0,33	52,01±0,44	47,13±0,35	44,44±0,73	42,43±0,76	44,68±0,40	24,83±0,21
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	254,00±28,24	LDA	LDA
B	LDA	LDA	LDA	328,83±7,87	LDA	448,47±30,46	346,13±25,98
Ca	1837,20±2,286	7996,00±48,98	12434,00±127,37	8664,00±14,89	2791,80±13,22	2396,20±38,53	1431,28±4,89
Si	272,32±32,74	1226,73±73,83	1977,47±23,96	80,62±7,98	124,35±14,30	61,85±18,50	108,99±2,06
Pb	3,12±0,063	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	1,07±0,25
As	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA

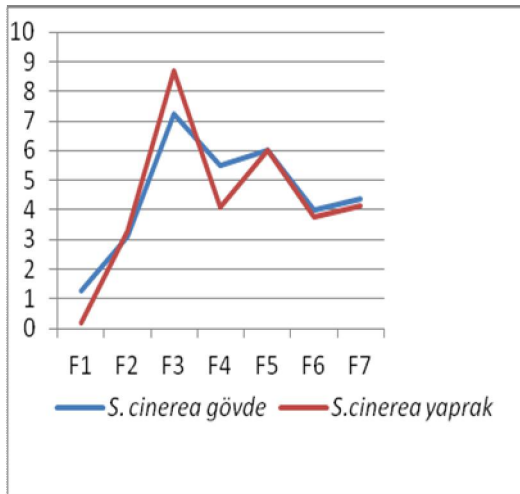
Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

S. cinerea Cd gövde ve yaprakta tüm lokaliteler sınır değerinin çok altındadır (çizelge 4.22, 4.14). *S. cinerea* Cu gövdede sınır değerinin çok altında birikim gözlenmiştir (çizelge 4.15, 4.22). Yaprakta 4. lokalite limit değerinin altında 2 ve 7. lokaliteler yaklaşık aynı ve sınır değerinin biraz altındadır. 1,3,5 ve 6. lokaliteler sınır değerinin altındadır (çizelge 4.23). *S. cinerea* Fe gövdede 1 ve 5. lokalitelerde diğer lokalitelere göre yüksek sınır değerinin çok altındadır. 7. lokalitede eser miktarda diğer lokalitelerde sınır değerinin altındadır (çizelge 4.22). Yaprakta 1 ve 5. lokalite diğer lokaliteler göre fazla birikim yapmış ancak tüm lokaliteler sınır değerinin altındadır (çizelge 4.23). *S. cinerea* K gövdede 3. lokalitede sınır değerinin üzerinde 1. lokalite yaklaşık sınır değerlerinde 2,4,5,6 ve 7. lokaliteler sınır değerinin altındadır (çizelge 4.22). Yaprakta 4. lokalite sınır değerinin altında, 3. lokalite yaklaşık 4 katı, 1 ve 5. lokaliteler yaklaşık iki katı, 6 ve 7. lokaliteler sınır değerinin biraz üstündedir (çizelge 4.23). *S. cinerea* Mg değeri 7. lokalitede düşük 2,4 ve 6. lokalitelerde yaklaşık aynı, 1,3 ve 5. lokalitelerde sınır değeri üzerindedir (çizelge 4.22). Yaprakta 3. lokalite sınır değerinin çok üstünde, 1,4,6 ve 7. lokaliteler yaklaşık sınır değerlerinde, 2,5 lokaliteler sınır değerinin üzerindedir (çizelge 4.16, 4.23).

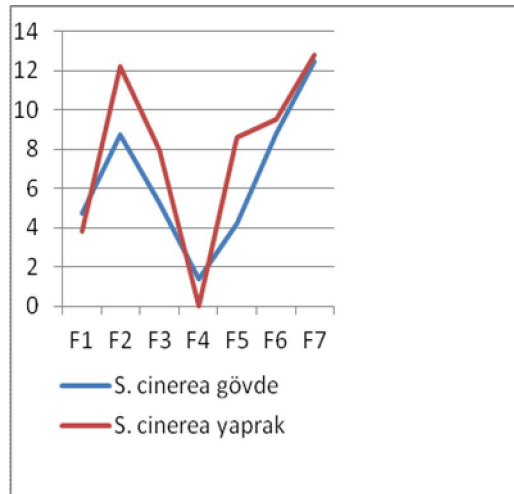
S. cinerea Mn gövdede 1,2,5,6 ve 7. lokalitelerde sınır değerinin altında, 3. lokalite sınır değerinin biraz üzerinde, 4. lokalite sınırının çok üzerindedir (çizelge 4.17, 4.22). Yaprakta 1 ve 6. lokaliteler sınır değerinin altında, 2. lokalite sınır değerinin çok üstünde, 3,5 ve 7. lokaliteler sınır değerinin çok üzerinde, 4. lokalitede sınır değerinin yaklaşık 7 katıdır (çizelge 4.3). *S. cinerea* Na elementi kökte 3. lokalitede sınır değerinin üzerinde birikim yapmış, 2 ve 4. lokaliteler sınır değerleri arasında, 1,5 ve 6. lokaliteler yaklaşık birbiriyle aynı sınır değerlerindedir (çizelge 4.20, 4.22). Yaprakta 2 ve 3. lokaliteler sınır değerinin yaklaşık 5 katı, 1, 4 ve 6. lokaliteler sınır değerinde, 5. lokalite çok daha düşük, 7. lokalite sınır değeri üzerindedir (çizelge 4.23). *S. cinerea* Ni 4,5,6 ve 7. lokaliteler limit değerinin altı, 1,2 ve 3. lokaliteler sınır değerinin çok altındadır (çizelge 4.22). Yaprakta 1,4,6 ve 7. lokalitesinde limit değerinin altında, 2,3 ve 5. lokaliteler sınır değerinin çok altındadır (çizelge 4.23). *S. cinerea* Zn gövdede tüm lokalitelerde sınır değerinin çok altında, 2,3 ve 5.

lokalitelerde diğerlerine göre fazla birikim yapmıştır (çizelge 4.18, 4.22). Yaprakta 5. lokalitede en fazla birikim olmuş ancak tüm lokaliteler sınır değerinin altındadır (çizelge 4.23). *S. cinerea* Al gövde ve yaprakta tüm lokalitelerde limit değer altındadır (çizelge 4.22, 4.7). *S. cinerea* Ca gövdede 3. lokalitede yaklaşık 20 kat, 1 ve 2. lokalitede yaklaşık 10 kat 5,6 ve 7. lokalitelerde sınır değer üzerindedir (çizelge 4.22). Yaprakta 3. lokalitede yaklaşık 25 kat, 2,4,6 ve 7. lokaliteler yaklaşık 20 kat, diğerleri sınır değer üzerindedir (çizelge 4.23). *S. cinerea* Si gövdede 6 ve 7. lokalitelerde sınır değer altında, 1. lokalitede sınır değerinin çok az üstünde, 4 ve 5. lokaliteler yaklaşık 4 katı, 2. lokalite yaklaşık 40 katı, 3. lokalite ise 30 katıdır (çizelge 4.21, 4.22). Yaprakta 1. lokalite limit değer altında, 4. lokalite 2 kat fazla, 6 ve 7. lokalitede yaklaşık 4 kat fazla, 2. lokalitede yaklaşık 25 kat, 3. lokalitede yaklaşık 40 kat fazladır (çizelge 4.23).

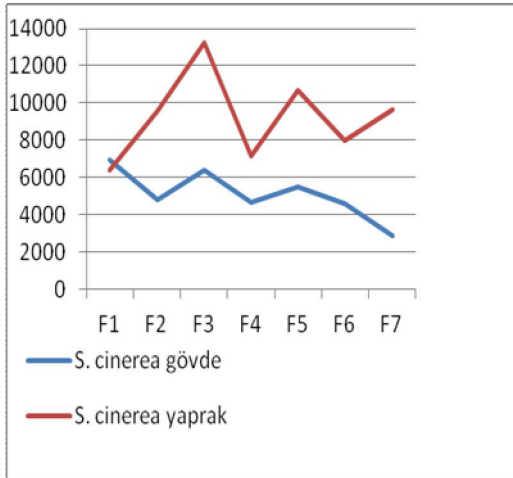
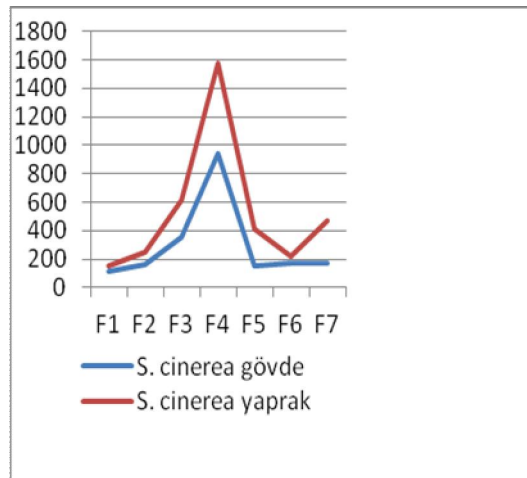
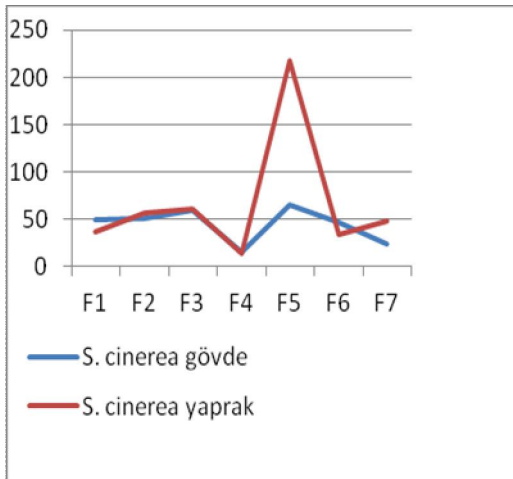
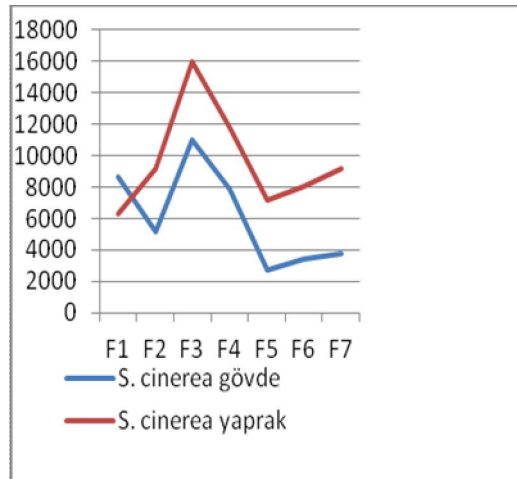
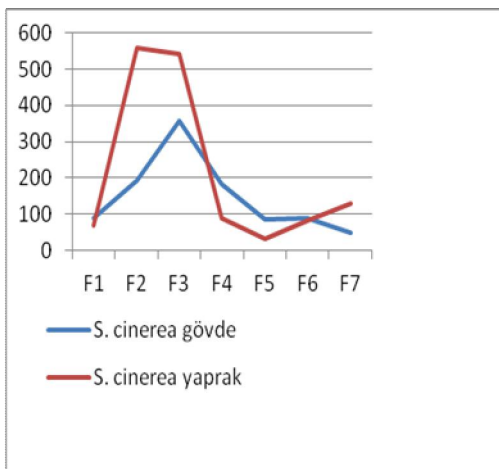
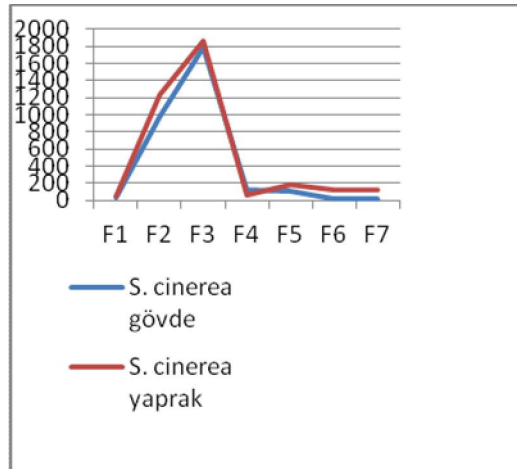
S. cinere Pb değeri gövdede limit değer altında (çizelge 4.22). Yaprakta 2. lokalite sınır değerinde, diğer lokaliteler limit değer altındadır (çizelge 4.23). *S. cinerea* Cr gövdede tüm lokalitelerde limit değer altındadır (çizelge 4.22). Yaprakta tüm lokaliteler limit değer altındadır (çizelge 4.23). *S. cinerea* As gövdede 2,4,6 ve 7. lokaliteler limit değeri altında, 1,3 ve 5. lokaliteler sınır değerinin çok altındadır (çizelge 4.22). Yaprakta 1 ve 5. lokalitelerdeki birikim sınır değerinin çok altında, diğer lokaliteler limit değer altındadır (çizelge 4.23).



Çizelge 4.14. *S. cinerea* Cd miktarı



çizelge 4.15. *S. cinerea* Cu miktarı

Çizelge 4.16. *S. cinerea* Mg miktarıçizelge 4.17. *S. cinerea* Mn miktarıÇizelge 4.18. *S. cinerea* Zn miktarıçizelge 4.19. *S. cinerea* Ca miktarıçizelge. 4.20. *S. cinerea* Na miktarıçizelge 4.21. *S. cinerea* Si miktarı

Çizelge 4.22. *S. cinerea* gövde de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	İstasyonlar						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	1,29±0,17	3,11±0,29	7,23±0,29	5,49±0,093	6±0,16	4,01±0,10	4,35±0,24
Cu	4,71±0,026	8,71±0,39	5,24±0,16	1,41±0,070	4,19±0,048	8,76±0,08	12,47±0,16
Fe	148,27±1,479	38,77±2,11	128,99±1,83	112,64±1,23	188,52±1,89	63,75±0,96	2,56±0,34
K	7265,73±42,87	6131,07±48,57	8228,40±107,40	5125,73±71,64	2783,07±13,55	5023,07±29,68	3132,93±16,13
Mg	6980,80±2,30	4788,80±22,27	6395,47±28,78	4695,47±47,57	5463,47±16,22	4562,13±35,38	2868,13±28,36
Mn	118,15±0,24	164,13±0,23	356,52±4,10	844,53±3,58	148,51±1,88	166,75±2,43	172,01±2,15
Na	88,31±0,83	181,88±0,47	357,85±3,078	180,99±2,36	83,69±1,06	88,28±0,58	48,40±0,44
Ni	5,73±0,048	4,80±0,06	6,11±0,42	LDA	LDA	LDA	LDA
Zn	48,72±0,49	51,28±8,68	59,47±8,10	14,45±0,035	65,18±0,95	47,13±0,82	23,83±0,49
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
B	LDA	LDA	LDA	632,32±118,53	208,49±5,78	370,28±34,65	376,13±67,05
Ca	6682±135,63	5200±38,19	10984±243,31	7870±4,89	2754,20±3,10	3416±33,47	3730±88,95
Si	34,67±12,10	978,40±69,85	1768,48±70	116,35±14,96	113,63±33,15	22,82±7,18	18,15±11,80
Pb	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
As	0,32±0,023	LDA	0,57±0,07	LDA	0,73±0,058	LDA	LDA

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA; Limit Değer Altı

Çizelge 4.23. *S. cinerea* yaprak de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	İstasyonlar						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	0,2±0,089	3,28±0,32	9,69±0,33	4,11±0,28	6,03±0,035	3,76±0,06	4,13±0,053
Cu	3,80±0,083	12,23±0,16	7,96±0,15	LDA	8,61±0,17	9,49±0,068	12,82±0,34
Fe	251,17±0,61	91,25±0,17	141,85±1,35	70,32±1,70	313,01±1,49	108,29±1,09	148,85±0,69
K	11979,07±49,76	17863,73±281,81	29832,40±264,43	4877,73±46,72	11159,07±115,22	8221,73±60,23	8400,40±34,01
Mg	6404,80±33,30	9588,8±34,64	13238,13±232,62	7171,47±76,77	10694,13±239,33	7983,47±72,87	8684,80±105,09
Mn	147,31±1,16	246,15±1,67	618,47±3,81	1572,53±4,43	412,80±5,81	218,95±4,40	474,40±2,49
Na	68,36±0,083	559,33±6,88	541,60±5,89	87,36±1,16	32,61±1,13	82,03±2,32	128,24±1,40
Ni	DLA	2,83±0,58	5,67±1,08	LDA	4,82±0,78	LDA	LDA
Zn	36,40±0,061	56,91±0,88	60,99±0,41	13,01±0,42	217,67±1,22	33,32±0,39	47,95±0,35
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
B	LDA	LDA	LDA	461,33±45,47	481,83±76,33	134,08±7,14	563,33±84,32
Ca	6314±6715	9188±124,10	18028±78,38	11640±94,71	7178±158,76	8048±16,32	9198±125,74
Si	LDA	1237,80±48,73	1858,53±145,84	58,56±8,17	175,25±8,63	118,69±9,54	129,24±6,78
Pb	LDA	11,48±0,52	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
As	0,23±0,05	LDA	LDA	LDA	0,08±0,02	LDA	LDA

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

R. crispus kökte; Cd miktarı 1. lokalite sınır değerinin biraz üzeri 2. lokalite yaklaşık sınır değerinin 2,5 katı, 3. lokalite yaklaşık 7 katı 4. lokalite yaklaşık 5 katı 5. lokalite yaklaşık 6 katı, 6. lokalite yaklaşık 4 katı, 7. lokalite yaklaşık 5 katı değerinde birikim yapmıştır. Gövdede; 1 ve 2. lokalite yaklaşık sınır değerinin 2 katı, 3. lokalite yaklaşık 7 katı, 4. lokalite yaklaşık 5 katı, 5. lokalite yaklaşık 6 katı, 6. lokalite yaklaşık 4 katı, 7. lokalite yaklaşık 16 katı birikim yapmıştır. Yaprakta; 1. lokalite yaklaşık 2 katı, 2. lokalite yaklaşık 3 katı, 3. lokalite yaklaşık 8 katı, 4 ve 5. lokaliteler yaklaşık 6 katı, 6. lokalite yaklaşık 4 katı, 7. lokalite sınır değerinin yaklaşık 5 katı birikim gözlenmiştir. Çiçekte; 1 ve 2. lokalite sınır değerinin yaklaşık 2 katı, 3. lokalite yaklaşık 9 katı, 4. lokalite yaklaşık 5 katı, 5 ve 7. lokalite yaklaşık 6 katı, 6. lokalite sınır değerinin 4 katı, birikim yapmıştır (çizelge 4.24).

R. crispus Cu kökte; Cu miktarı 1,2,3,4,5 ve 6. lokalitelerde sınır değerinin altında, 7. lokalite sınır değerleri arasındadır. Gövdede; 1,2 ve 5. lokaliteler eser miktarda, 3. lokalite sınır değerinin çok altında, 4. lokalite limit değer altındadır, 6 ve 7. lokaliteler, diğer lokalitelerden yüksek ancak sınır değer altındadır. Yaprakta; 1,2,3 ve 5. lokaliteler sınır değerinin altı ve birbirinin yaklaşık aynıdır. 4. lokalite eser miktarda, 6 ve 7. lokalitelerde sınır değerinin altındadır (çizelge 4.34). Çiçekte; tüm lokaliteler sınır değer altındadır (çizelge 4.25,4.35).

R. crispus Fe; kökte 1,2,5. lokaliteler sınır değerinin üzerindedir, 3,4,6 ve 7. lokaliteler sınır değerinin altında birikim yapmıştır (çizelge 4.32). Gövde, yaprak ve çiçekte tüm lokaliteler sınır değerinin altındadır (çizelge 4.33, 4.34, 4.35).

R. crispus K kökte; 1 ve 5. lokaliteler sınır değerinin üzerinde 2,3,4,6 ve 7. lokaliteler sınır değerleri içindedir (çizelge 4.32). Gövdede; 1,2,3,4 ve 6. lokaliteler sınır değerinin üzerinde, 5. ve 7. lokaliteler sınır değerleri arasındadır (Çizelge 4.33). Yaprak ve çiçekte tüm lokaliteler sınır değerleri üzerindedir (4.34, 4.35).

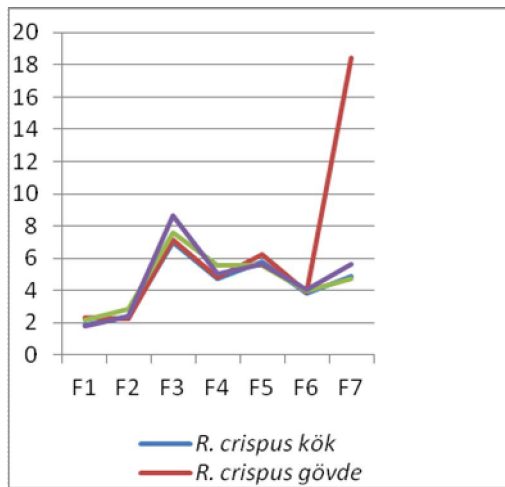
R. crispus Mg kökte; 1,4 ve 6. lokaliteler sınır değerlerinin altında 2,3,5 ve 7. lokaliteler sınır değerlerinin bir miktar üzerindedir (çizelge 4.32). Gövdede; tüm lokaliteler sınır değerleri üzerindedir (çizelge 4.33). Yaprakta; tüm lokaliteler sınır değeri

bir miktar aşmaktadır (çizelge 4.34). Çiçekte; 1,2,4,6 ve 7. lokaliteler sınır değer altında, 3 ve 5. lokaliteler sınır değer bir miktar üzerindedir (çizelge 4.24, 4.35). *R. crispus* Mn kökte; 1 ve 2. lokalite sınır değerinin yaklaşık 3 katı fazla birikim yapmış, 3 ve 5. lokaliteler sınır değerini biraz aşmış, 4, 6 ve 7. lokaliteler sınır değer çok altındadır (çizelge 4.32). Gövdede tüm lokaliteler sınır değerlerin çok altında birikim yapmıştır (çizelge 4.33). Yaprakta; 1,2,3 ve 5. lokaliteler sınır değerini aşmış 4,6 ve 7. Lokaliteler sınır değerinin altında birikim yapmıştır (çizelge 4.34). Çiçekte; 2. lokalite hariç tüm lokaliteler sınır değer altında, 2. lokalite sınır değeri üzerindedir (çizelge 4.27,4.35).

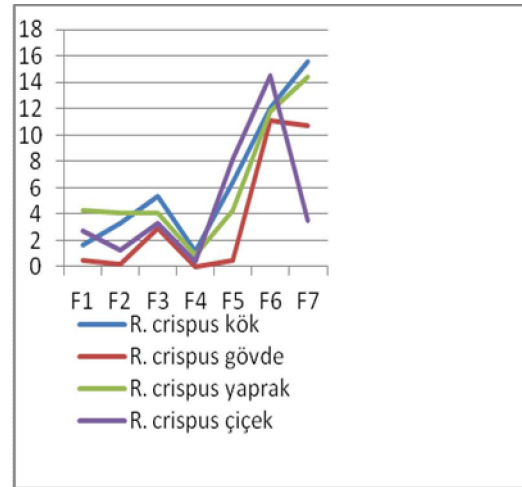
R. crispus Na kökte; 1,2,3 ve 7.lokaliteler sınır değerlerini aşmış, 4,5 ve 6. lokaliteler sınır değerlerin altındadır (çizelge 4.32). Gövdede;tüm lokaliteler sınır değer oldukça altındadır. Yaprakta 1,3,4,5,6 ve 7. lokaliteler sınır değerini aşmamış, 2.lokalite sınır değerini aşmıştır (çizelge 4.34). Çiçekte 1 ve 2 . lokaliteler sınır değerinin üzerinde,diğer lokaliteler sınır değerinin altındadır (çizelge 4.30, 4.35). *R. crispus* Ni kökte;1,2,3 ve 5. lokalitelerde eser miktarda,diğer lokaliteler limit değer altıdır (çizelge 4.32). Gövdede 1,2 ve 3. lokaliteler eser miktarda,diğer limit değer altıdır (çizelge 4.33). Yaprakta 1,2,3 ve 4. lokaliteler eser miktarda, 5,6 ve 7. lokaliteler limit değer altıdır (çizelge 4.34). Çiçekte 1,2,3,4 ve 5. lokaliteler eser miktarda, 6 ve 7. lokaliteler ise limit değer altındadır (çizelge 4.35). *R. crispus* Zn kökte, gövdede, yaprakta ve çiçekte tüm lokaliteler sınır değer altındadır (çizelge 4.32, 4.33, 4.34, 4.35).

R. crispus Al kökte;1,2,3,4, ve 6. lokaliteler limit değer altında,5. lokalite sınır değeri üzerinde,7.lokalite sınır değer altındadır (çizelge 4.32). Gövde ve çiçekte tüm lokaliteler limit değer altı (çizelge 4.33, 4.35). Yaprakta 5. lokalite sınır değerlerde diğer lokaliteler limit değer altıdır (çizelge 4.34). *R. crispus* L. Ca kök, yaprak ve çiçekte sınır değer çok üzerinde (4.29, 4.34, 4.35). Gövdede; 1,2,3,4 ve 6. lokaliteler sınır değer üzerinde 5 ve 7. lokaliteler sınır değerler arasındadır(çizelge 4.33). *R. crispus* Si elementi kök,gövde,yaprak ve çiçekte 1,4,5,6 ve 7. lokalitelerde sınır değer altında,2 ve 3 lokaliteler sınır değer üzerinde birikim yapmıştır (çizelge 4.31, 4.32, 4.33, 4.34, 4.35).

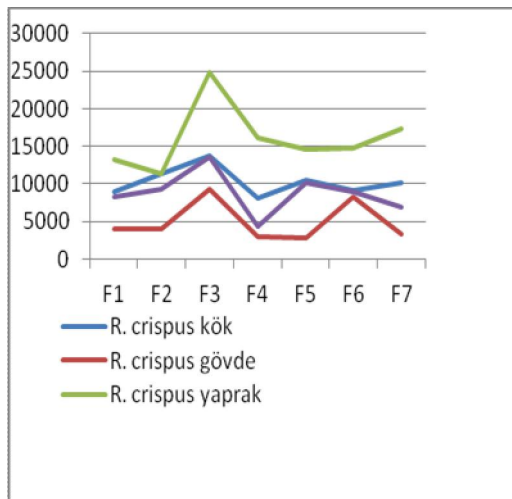
R. crispus Pb kök,gövde ve çiçekte 1.lokalite eser miktarda,diğer lokaliteler limit değer altıdır (4.32, 4.33, 4.35). Yaprakta tüm lokaliteler limit değer altıdır. *R. crispus* Cr kökte 1,3,4,6 ve 7. lokaliteler limit değer altıdır,2 ve 5. lokaliteler eser miktardadır (çizelge 4.32). Gövde,yaprak ve çiçekte tüm lokaliteler limit değer altıdır (çizelge 4.33, 4.34, 4.35). *R. crispus* As kökte 1,2,3,5 ve 7. lokaliteler eser miktarda birikim gözlenmiş, 4 ve 6.lokaliteler limit değer altıdır çizelge 4.32). Gövde ve çiçekte; tüm lokaliteler limit değer altında (çizelge 4.33, 4.35). Yaprakta 1. lokalite limit değer altı, diğer tüm lokaliteler eser miktardadır (çizelge 4.34).



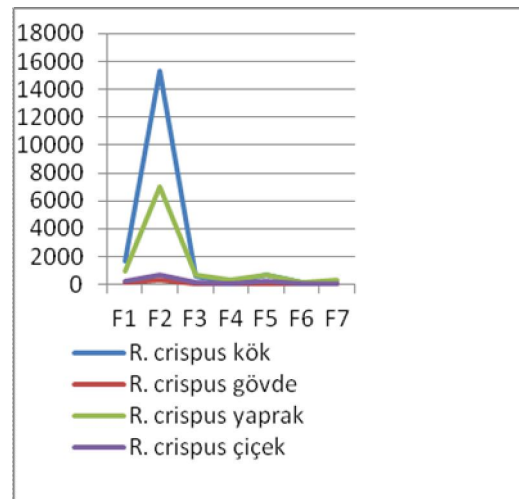
Çizelge 4.24. *R. crispus* Cd miktarı



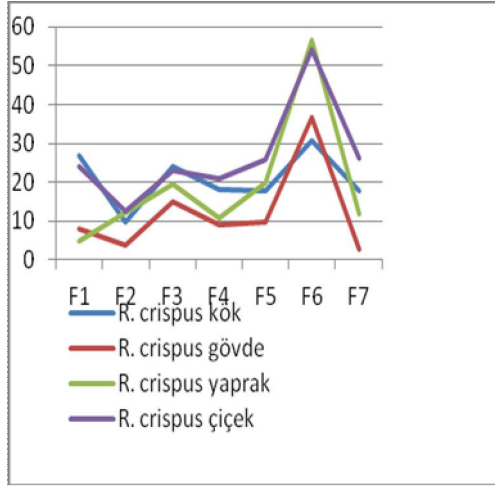
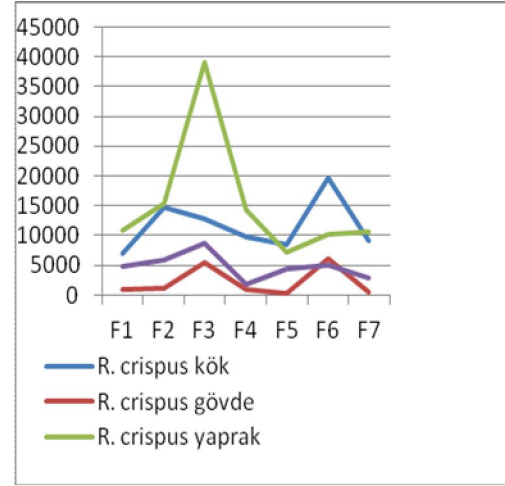
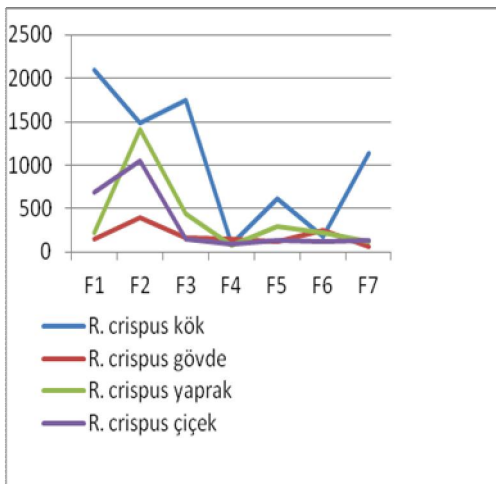
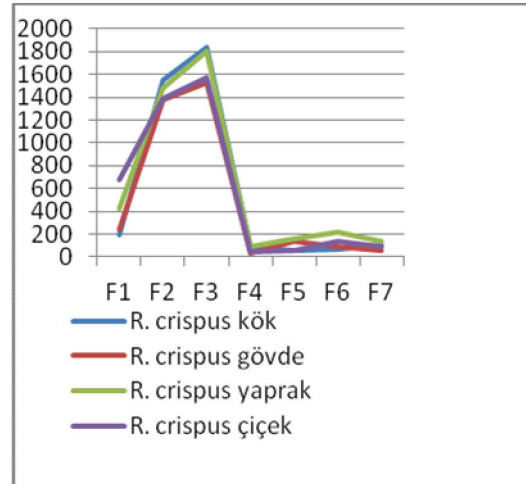
Çizelge 4.25. *R. crispus* Cu miktarı



Çizelge 4.26. *R. crispus* Mg miktarı



Çizelge. 4.27. *R. crispus* Mn miktarı

Çizelge 4.28. *R. crispus* Zn miktarıÇizelge. 4.29. *R. crispus* Ca miktarıÇizelge. 4.30. *R. crispus* Na miktarıÇizelge 4.31. *R. crispus* Si miktarı

Çizelge 4.32. *R. crispus* kök de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	İstasyonlar						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	1,64±0,34	2,40±0,37	6,96±0,54	4,69±0,157	5,78±0,24	3,79±0,19	4,89±0,11
Cu	8,81±0,066	3,28±0,37	5,35±0,11	1,13±0,026	6,47±0,17	12,13±0,17	15,61±0,035
Fe	710,33±0,26	693±0,23	385,27±1,066	218,37±1,84	641,80±0,23	143,35±1,068	471,88±1,0008
K	7836,40±43,143	4369,73±23,58	5621,73±20,85	3954,27±80,67	7225,73±47,34	3480,27±15,80	5821,73±57,51
Mg	8982,13±1327,47	11339,47±20,82	13708,13±86,30	8050,13±98,36	10480,80±182,18	8128,80±104,10	10203,47±87,81
Mn	1721,73±3,42	15265,33±87,76	595,80±3,40	108,68±1,89	867,20±9,88	117,99±1,45	182,29±1,028
Na	2090,67±6,81	1480,67±24,80	1746,87±27,083	84,32±1,02	609,87±4,23	174,77±2,91	1138,87±23,70
Ni	4,24±0,53	0,64±0,460	4,44±0,23	LDA	6,89±0,68	LDA	LDA
Zn	26,89±0,85	9,86±0,18	23,97±0,21	18,09±0,48	17,83±0,48	30,61±0,61	17,63±0,806
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	1609,20±47,36	LDA	67,47±43,36
B	LDA	LDA	LDA	180,36±18,14	487,93±124,06	482,04±103,84	424,87±14,34
Ca	6886±40,82	14690±37,85	12698±217,18	9884±173,09	8380±11,43	19826±47,35	9184±13,06
Si	188,52±18,27	1547,73±80,018	1835,07±145,93	83,97±8,15	53,15±19,02	62,53±4,98	96,57±21,81
Pb	1,37±0,71	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	27,03±1,42	LDA	LDA	11,72±0,38	LDA	LDA
As	26,64±2,09	34,75±1,69	20,59±0,31	LDA	1,21±0,11	LDA	2,31±0,28

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

Çizelge 4.33. *R. crispus* gövde de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	İstasyonlar						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	2,32±0,046	2,27±0,11	7,17±0,49	4,80±0,31	6,23±0,10	3,89±0,24	16,47±11,86
Cu	0,51±0,27	0,16±0,105	2,88±0,083	LDA	0,43±0,85	11,07±0,093	10,76±0,12
Fe	64,40±1,0066	47,07±1,87	18,09±3,26	17,23±1,43	200,32±1,37	73,07±0,18	64,15±2,13
K	11582,40±94,57	9621,73±80,48	7837,73±108,84	9185,07±185,88	4231,07±10,81	64287,07±2812,006	4501,73±46,49
Mg	4059,47±32,78	4019,47±13,33	9339,47±87,58	3008,53±31,80	2883,73±24,87	8344,80±98,94	3325,07±34,14
Mn	113,05±0,48	309,41±0,88	65,48±0,785	18,88±0,22	81,85±2,89	65,84±1,5	17,08±0,87
Na	142,40±1,33	403,01±6,037	169,21±0,74	151,56±1,83	113,89±2,47	252,01±2,28	67,37±0,44
Ni	5,20±0,34	5,43±0,086	4,83±1,34	LDA	LDA	LDA	LDA
Zn	7,89±0,35	3,88±0,41	14,83±0,23	8,83±0,17	0,84±0,48	35,72±0,32	2,88±0,42
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
B	LDA	LDA	LDA	357,89±18,68	137,05±26,28	301,56±23,70	289,87±39,07
Ca	1033,40±16,49	1110,40±4,89	5482±57,15	1057,2±40,82	376,20±1,46	6152±97,87	541±8,63
Si	238,63±70,81	1380,80±41,84	1533,33±110,89	33,47±14,13	132,80±5,04	64,93±12,07	56,17±18,18
Pb	8,30±3,086	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
As	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

Çizelge 4.34. *R. crispus* yaprak da yapılan element analizleri (mg/L)

Element	İstasyonlar						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	2,18±0,081	2,83±0,34	7,57±0,54	5,53±0,89	5,56±0,16	3,86±0,083	4,72±0,11
Cu	4,31±0,34	4,07±0,058	4,05±0,048	0,87±0,035	4,28±0,083	11,80±0,32	14,44±0,10
Fe	210,32±1,18	248,37±1,81	328,86±0,68	90,57±1,80	439,93±0,74	230±1,58	325,53±0,40
K	104047,07±1706,82	83380,40±3101,063	76813,73±1484,91	24531,07±189,88	36755,07±775,02	49513,73±1894,27	27193,73±272,3
Mg	13287,47±76,94	11410,13±31,88	24924,80±210,71	15088,13±242,58	14644,80±225,28	14640,80±48,87	17374,13±355,83
Mn	888,93±5,07	6987,33±60,71	597,87±4,40	334,682±2,08	721,73±1,84	183,46±4,42	281,08±0,79
Na	215,33±3,14	1406,67±27,55	446,67±3,60	76,75±0,22	298,64±3,35	217,63±3,0093	122,80±0,30
Ni	4,87±0,41	4,97±0,013	5,12±0,74	5,73±0,28	LDA	LDA	LDA
Zn	18,41±0,60	12,21±0,38	18,48±1,28	10,68±0,54	19,86±0,54	58,72±0,28	11,76±0,41
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	232,53±18,94	LDA	LDA
B	LDA	LDA	LDA	671,20±13,48	LDA	575,20±64,58	LDA
Ca	10870±73,48	15412±169,83	38970±145,33	14218±259,84	7184±71,86	10104±8,79	10550±89,81
Si	424,27±48,14	1480,93±64,47	1808,27±138,73	84,37±23,15	154,53±11,69	217,48±10,58	133,37±12,47
Pb	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
As	LDA	0,75±0,237	1,57±0,310	0,16±0,050	0,70±0,088	0,20±0,069	0,53±0,035

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

Çizelge 4.35. *R. crispus* çiçek de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	İstasyonlar						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	1,81±0,18	2,41±0,13	8,83±0,32	5,01±0,18	5,84±0,25	4,01±0,23	5,63±0,19
Cu	2,88±8,12	1,26±0,33	3,31±0,19	0,41±0,14	8,16±0,49	14,49±0,37	3,48±0,013
Fe	158,80±2,83	137,58±0,28	85,43±1,078	33,69±0,37	8,16±0,49	118,35±1,29	157,77±2,61
K	18348,40±144,38	24864,40±338,71	18773,73±70,098	8449,73±283,35	8307,07±48,81	10111,07±76,77	11636,40±123,22
Mg	8300,80±40	9271,47±42,87	13652,80±349,28	4398,13±57,61	10198,80±68,97	8884,80±90,71	6984,80±62,78
Mn	258,61±2,227	682,40±4,27	169,55±0,42	53,76±1,38	234,41±2,48	89,27±1,28	66,37±1,37
Na	682,13±7,86	1047,87±12,25	154,60±1,33	86,61±0,64	134,04±2,81	127,07±2,085	131,47±2,54
Ni	6,80±0	3,91±0,64	6,18±0,74	4,84±0,48	8,60±8,74	LDA	LDA
Zn	24,24±0,24	12,38±0,23	23±0,56	20,83±0,80	25,83±0,12	54,27±2,14	26,19±0,34
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
B	LDA	LDA	LDA	621,73±46,54	LDA	472,78±43,61	423,88±72,15
Ca	4802±80,01	5868±63,88	8718±62,053	1871,20±10,77	4380±36,82	4994±70,21	2658,80±27,92
Si	681,47±66,39	1384,83±109,88	1572,93±4,75	40,61±12,30	58,65±4,81	136,81±11,37	90,63±4,85
Pb	4,33±0,13	LDA	DLA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	LDA	DLA	LDA	LDA	LDA	LDA
As	LDA	LDA	DLA	LDA	LDA	LDA	LDA

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

U. dioica kök de Cd, 3. lokalite limit değer altında, 4. lokalite sınır değerinin yaklaşık 19 katı, 1.2.5.6. ve 7. lokalite değerleri sınır değerinin çok üzerindedir (çizelge 4.44). Gövdede 3. lokalite limit değer altı, 4. lokalite sınır değerinin yaklaşık 20 katı, 1.2.5.6. ve 7. lokaliteler sınır değerinin üzerindedir (çizelge 4.36,4.45). *U. dioica* kökte, Cu elementi 3. lokalitede limit değerinin altında, diğer tüm lokaliteler sınır değerinin altındadır. 1. lokalitede eser miktarda, 6. ve 7. lokalitede sınır değer altı birikim gözlenmiştir (çizelge 4.37, 4.44). Gövdede 3. lokalitede limit değer altında, 1. ve 2. lokalite eser miktarda, 6. ve 7. lokalite sınır değer altında fakat birikim yüksektir (çizelge 4.45). Yaprakta 3. lokalite limit değer altında, 5. lokalitede artış gözlenmiş, ancak tüm lokaliteler sınır değerinin çok altındadır (çizelge 4.46).

U. dioica kök Fe birikimi, 3. lokalitede limit değer altında, 1,5 ve 7. lokaliteler sınır değerinin üzerinde 2, 4 ve 6, lokalite değeri sınır değer arasındadır (çizelge 4.44). Gövdede 3. lokalite limit değer altında, 3. ve 4. lokalitelerde eser miktarda, 1,5,6 ve 7. lokaliteler sınır değerler arasındadır (çizelge 4.45). Yaprak 3. lokalite limit değer altında, 5 ve 6. lokaliteler sınır değerinin üzerinde, 4. lokalite az miktarda ve 1,2 ve 7. lokaliteler sınır değerler arasındadır (çizelge 4.46). *U. dioica*, kökte, 1 ve 2. lokaliteler sınır değerinde, 3. lokalite limit değer altında, 6. ve 7. lokaliteler sınır değerinin altında, 4. ve 5. lokaliteler sınır değerinin üzerindedir (çizelge 4.44). Gövdede, 3. lokalite limit değer altında, 1. ve 7. lokaliteler sınır değer altında, 2,4,5 ve 6 da sınır değerinin üzerindedir (çizelge 4.45). Yaprakta, 3. lokalite K limit değer altında, 1,2,6 ve 7. lokaliteler limit değerlerde, 4. ve 5. lokalite değerleri sınır değerinin üzerindedir (çizelge 4.46). *U. dioica* Mg, kökte 3. lokalite limit değer altında, 4. lokalite sınır değerlerinde fakat diğer lokalitelere göre fazla birikim yapmış, 1,2,5,6 ve 7. lokaliteler sınır değerler arasındadır (çizelge 4.38,4.44). Gövdede de 4. lokalite diğer lokalitelerden fazla birikim yapmış, 3. lokalite limit değer altında, diğer tüm lokaliteler sınır değerleri aşmamaktadır (çizelge 4.45). Yaprakta, 3. lokalite limit değer altında ve diğer tüm lokaliteler sınır değerinin üzerindedir (çizelge 4.46).

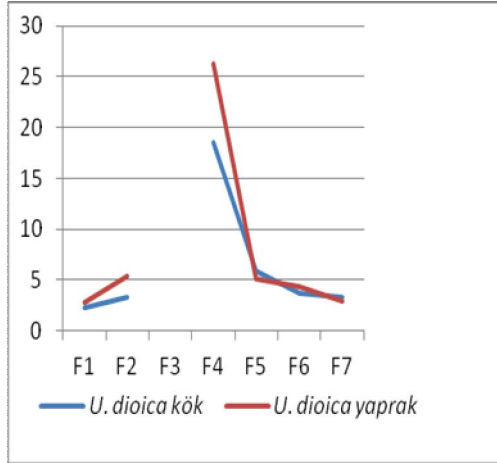
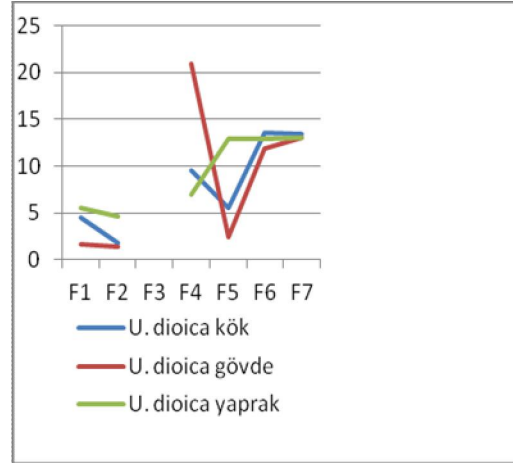
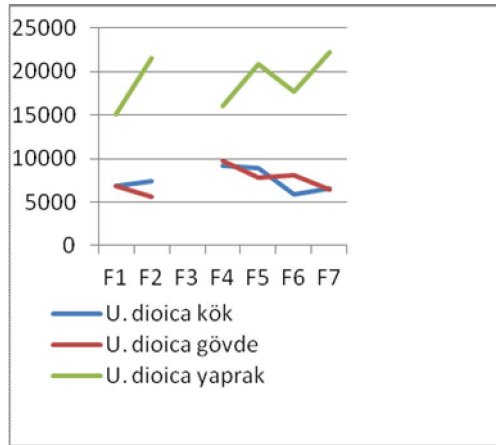
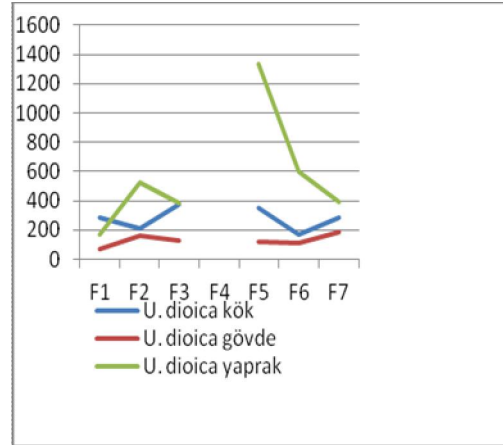
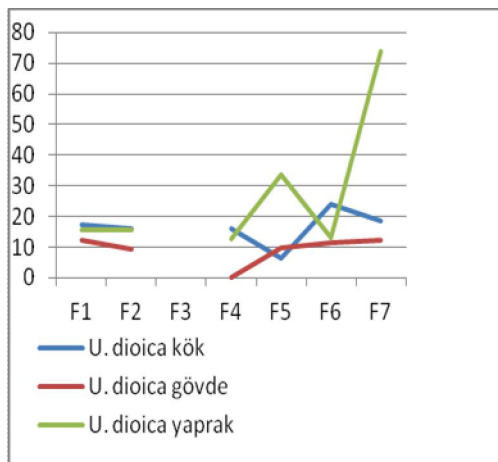
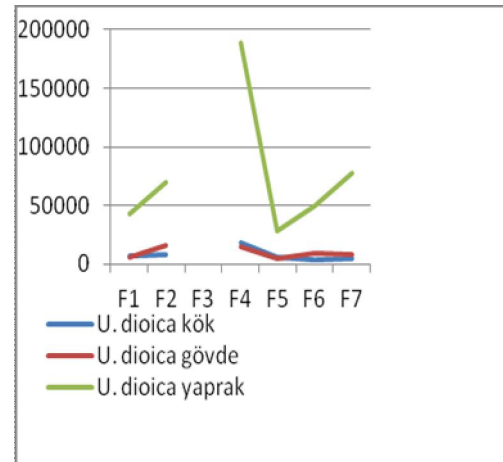
U. dioica kökte Mn, 3. lokalite limit değer altında, 6. lokalite en düşük, 4. lokalite en fazla birikimi yapmış fakat bütün lokaliteler sınır değerinin altındadır (çizelge 4.39,4.44). Gövdede, 3. lokalite limit değerinin altında, 1. lokalite eser miktarlarda ve sınır değerini aşan lokalite bulunmamaktadır (çizelge 4.45). Yaprakta, 1, 4 ve 7. lokaliteler sınır değerinin altında, 3. lokalite limit değer altı, 5 ve 6. lokaliteler sınır değerinin biraz üzerinde, 5. lokalite yaklaşık sınır değerinin 2.5 katıdır (çizelge 4.46). *U. dioica* Na miktarı kökte 3. lokalitede limit değerinin altında 1,6 ve 7. lokalitelerde sınır değerleri içinde 2 ve 4. lokalite de yaklaşık aynı birikim gerçekleşmiş 2,4 ve 5. lokaliteler sınır değerinin biraz üzerindedir (çizelge 4.42,4.44). Gövde de 3. lokalite limit değer altında 1,2,5,6 ve 7. lokaliteler sınır değerinin içerisinde, 4. lokalite diğer lokalitelere göre fazla ancak sınır değeri çok aşmamıştır (çizelge 4.45). Yaprakta 3. lokalite limit değerinin altında tüm lokaliteler de sınır değerinin içerisinde (çizelge 4.46).

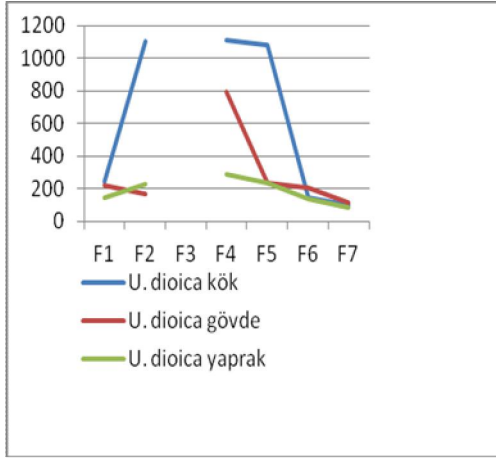
U. dioica Ni kökte 3 ve 6. lokaliteler limit değerinin altında 4. lokalite diğer lokalitelerin ortalama 5 katı ancak tüm lokaliteler sınır değerinin altındadır (çizelge 4.44). Gövdede 3,5,6 ve 7 lokaliteler limit değerinin altında, 2. lokalite eser miktarda, 1 ve 4. lokalitede sınır değerleri içerisinde (çizelge 4.45). Yaprakta 3,6 ve 7. lokalitelerde limit değerinin altında, 1 ve 2. lokalite sınır değerinin çok altında, 4 ve 5. lokaliteler sınır değerinin içerisinde ancak diğer lokalitelerden fazla birikim yapmıştır (çizelge 4.46). *U. dioica* Zn kökte 3. lokalite limit değer altında, 5. lokalite çok düşük, diğer lokaliteler yaklaşık aynı birikimde ve sınır değerlerinin altındadır (çizelge 4.40, 4.44). Gövdede 3 ve 4. lokaliteler limit değer altında, 1 ve 7. lokalite eşit birikim ve sınır değeri altı, 2 ve 5. lokalite aynı birikimde ve sınır değeri altındadır (çizelge 4.45). Yaprakta; 3. lokalite limit değeri altı, 1 ve 2. lokalite yaklaşık aynı birikimde ve sınır değeri altında, 7. lokalite diğer lokalitelerin çok üstünde ancak lokalitelerin hiçbirisi sınır değeri aşmamıştır (çizelge 4.46).

U. dioica Al kökte; 1, 2, 3 ve 4. lokaliteler limit değeri altında 5 ve 7. lokalite 6. lokalitenin yaklaşık 20 katı ve sınır değerinin üzerinde 6. lokalite sınır değerinin altındadır (çizelge 4.44). Gövdede; 3 ve 4. lokaliteler limit değeri altı, 1, 2, 5, 6 ve 7.

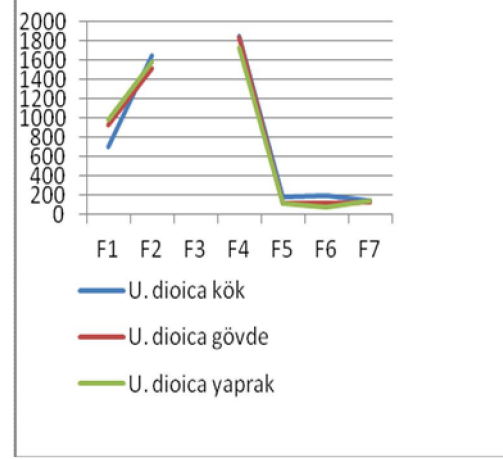
lokalite birbirine yakın ve az miktardadır (çizelge 4.45). Yaprakta; 1, 2, 3, 4 ve 7. lokalite limit değeri altı, 5 ve 6. lokaliteler birikim sınır değeri üzerindedir (çizelge 4.46). *U. dioica* Ca kökte; 3. lokalite limit değeri altında 4. lokalite birikimi sınır değeri oldukça üstünde diğer lokalitelerde sınır değeri biraz üzeridir (çizelge 4.41, 4.44). Gövdede; 2 ve 4. lokaliteler sınır değeri çok üzerinde, 1,5,6 ve 7. lokaliteler sınır değeri biraz aşmış, 3. lokalite limit değeri altıdır (çizelge 4.45). Yaprakta; 1,2,5,6 ve 7. lokaliteler sınır değeri üzeri, 3. lokalite limit değeri altı, 4. lokalitede ise aşırı birikim gözlenmiştir (çizelge 4.46). *U. dioica* Si kökte; 2 ve 4. lokaliteler 1. lokalitenin yaklaşık 2 katı ve sınır değerleri üzerindedir. 3. lokalite limit değeri altı, 5, 6 ve 7. lokaliteler sınır değeri içerisindedir (çizelge 4.43, 4.44). Gövdede ve yaprakta 2 ve 4. lokalite, 1. lokalitenin yaklaşık 2 katı ve sınır değeri üzeri, 3. lokalite limit değeri altı, 5, 6 ve 7. lokaliteler sınır değerleri üzerindedir (çizelge 4.45, 4.46).

U. dioica Pb kökte; 1,2,3,5,6 ve 7. lokaliteler limit değeri altı, 4. lokalite birikimi eser miktardadır (çizelge 4.44). Gövdede; 1. lokalite sınır değeri altında az miktarda birikim yapmış, 2,3,4,5,6 ve 7. lokaliteler limit değeri altıdır (çizelge 4.45). Yaprakta 1 ve 4. lokaliteler de birikim gözlenmiş, 1. lokalite sınır değeri içinde, 4. lokalite sınır değeri çok altında 2,3,5,6 ve 7. lokaliteler limit değeri altındadır (çizelge 4.46). *U. dioica* Cr kökte; 3 ve 7. lokaliteler limit değeri altı, 1 ve 2. lokaliteler yaklaşık aynı ve sınır değeri içerisinde, 4 ve 5. lokaliteler sınır değeri, 6. lokalite ise eser miktardadır (çizelge 4.44). Gövdede; 7. lokalitede limit değeri altıdır (çizelge 4.45). Yaprakta; 1,3,4,5,6 ve 7. lokaliteler limit değeri altı, 2. lokalitedeki birikim sınır değeri altında çok az miktardadır (çizelge 4.46). *U. dioica* As kökte; 1,4,5,6 ve 7. lokalite birikimleri eser miktarda 2 ve 3. lokalite limit değeri altıdır (çizelge 4.44). Gövdede; tüm lokaliteler limit değeri altı (çizelge 4.45). Yaprakta; 1,5,6 ve 7. lokalitelerdeki birikim eser miktarda, 2,3 ve 4. lokaliteler limit değeri altıdır (çizelge 4.46).

Çizelge 4.36. *U. dioica* Cd miktarıÇizelge 4.37. *U. dioica* Cu miktarıÇizelge 4.38. *U. dioica* Mg miktarıÇizelge 4.39. *U. dioica* Mn miktarıÇizelge 4.40. *U. dioica* Zn miktarıÇizelge 4.41. *U. dioica* Ca miktarı



Çizelge 4.42. *U. dioica* Na miktarı



Çizelge 4.43. *U. dioica* Si miktarı

Çizelge 4.44. *U. dioica* kök de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	İstasyonlar						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	2,23±0,087	3,28±0,18	LDA	19,48±0,206	5,84±0,18	3,75±0,28	3,32±0,21
Cu	4,51±0,44	1,83±0,04	LDA	9,51±0,415	5,53±0,23	13,55±0,28	13,39±0,17
Fe	627,83±0,86	229,01±0,58	LDA	380,07±1,78	625,67±0,35	407,67±1,16	553,80±0,23
K	24227,07±271,48	20683,07±318,13	LDA	47740,40±23,09	33465,73±114,55	11465,73±110,03	10273,73±56,44
Mg	6899,47±39,28	7343,47±43,34	LDA	9150,13±112,43	8870,13±27,83	5996,80±38,66	6580,13±108,08
Mn	294,36±0,99	213,87±1,80	LDA	377,40±2,13	353,09±2,81	172,79±0,38	281,72±3,87
Na	241,80±2,49	1101,73±20,89	LDA	1107,20±28,04	1077,87±41,52	148,27±0,91	98,08±2,33
Ni	8,80±8	3,36±0,81	LDA	28,76±1,42	7,86±0,183	LDA	6,49±0,99
Zn	17,19±0,37	16,12±0,40	LDA	16,85±8,49	6,40±8,28	23,96±0,68	18,68±0,52
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	2012,13±71,87	208,40±58,44	1812,67±28,05
B	LDA	LDA	LDA	LDA	200,24±59,04	174,20±28,58	238,75±35,40
Ca	6896±124,10	8230±21,22	LDA	17940±78,38	5406±8,18	3698±24,49	4702±80,016
Si	707,33±27,67	1648,63±188,31	LDA	1840,13±103,47	182,71±18,82	183,87±17,64	143,89±17,59
Pb	LDA	LDA	LDA	0,44±0,32	LDA	LDA	LDA
Cr	7,81±3,56	7,48±2,67	LDA	9,84±1,32	8,31±1,19	1,67±0,31	LDA
As	1,24±0,28	LDA	LDA	1,43±,208	2,03±0,38	1,31±0,10	3,75±0,89

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

Çizelge 4.45. *U. dioica* gövde de yapılan element analizleri (mg/L)

Element	İstasyonlar						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	3,09±0,14	2,93±0,598	LDA	20,85±0,48	5,40±0,08	3,57±0,15	3,69±0,035
Cu	1,67±0,096	1,35±0,11	LDA	3,49±0,37	2,45±0,24	11,89±0,11	13±0,24
Fe	49,80±1,810	3,67±1,12	LDA	8,19±2,78	130,80±1,22	125,86±0,48	310,76±1,80
K	18284,40±391,69	48113,73±825,28	LDA	48793,73±2078,83	72367,07±4889,013	38203,07±783,65	21183,07±114,87
Mg	5661,47±18,64	5635,47±18,38	LDA	9720,80±14,42	7788,80±56,04	8123,47±139,98	6382,13±1,18
Mn	72,88±0,538	158,27±2,80	LDA	127,88±0,53	118,59±1,80	113,87±0,83	167,15±4,88
Na	223,95±1,39	186,21±0,88	LDA	793,33±9,42	232,36±1,137	202,60±3,0040	113,75±3,02
Ni	5,08±0,17	1,16±0,205	LDA	33,88±3,31	LDA	LDA	LDA
Zn	12,39±0,347	9,21±0,23	LDA	LDA	9,64±0,52	11,36±0,36	12,41±0,24
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
B	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	258,36±10,58	284,93±11,08
Ca	5868±44,09	15378±112,87	LDA	14824±88,18	4278±9,79	8558±21,22	6352±137,17
Si	928,80±21,52	1517,87±62,268	LDA	1838,27±186,31	113,76±11,58	113,47±13,87	133,40±11,86
Pb	11,89±3,48	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
As	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

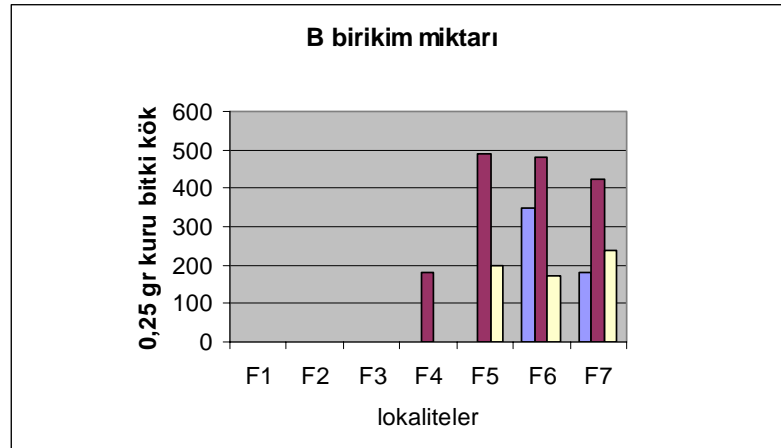
Çizelge 4.46. *U. dioica* yaprak da yapılan element analizleri (mg/L)

Element	İstasyonlar						
	1 Ort±S.H	2 Ort±S.H	3 Ort±S.H	4 Ort±S.H	5 Ort±S.H	6 Ort±S.H	7 Ort±S.H
Cd	2,83±0,11	5,43±0,24	LDA	26,24±1,180	5,15±0,087	4,33±0,083	2,88±0,11
Cu	5,56±0,33	4,67±0,11	LDA	8,96±8,20	12,96±0,25	12,87±8,31	13,05±0,14
Fe	317,85±0,67	138,58±0,805	LDA	33,81±0,87	708,47±0,13	549,87±0,35	382,47±0,53
K	22419,07±180,20	26824,40±417,82	LDA	42693,73±863,46	36759,07±678,670	16304,40±63,48	10003,07±254,42
Mg	15134,13±57,240	21582,80±248,81	LDA	16087,47±186,97	20835,47±115,40	17735,47±188,48	22175,47±234,80
Mn	166,56±1,82	525,73±3,53	LDA	380,48±3,18	1335,97±2,08	584,53±1,39	396,27±1,98
Na	141,17±0,720	227,80±1,58	LDA	289,04±2,73	239,64±1,692	138,83±3,82	87,25±1,28
Ni	6,28±0,18	3,75±0,78	LDA	33,24±3,088	33,23±0,26	LDA	LDA
Zn	15,57±0,20	15,76±0,60	LDA	12,63±0,170	33,63±0,64	13,28±0,80	73,83±60,43
Al	LDA	LDA	LDA	LDA	4941,33±58,88	1218,40±18,61	LDA
B	LDA	LDA	LDA	LDA	650,13±77,297	870,27±40,37	841,73±21,8
Ca	43288±587,87	69728±32,68	LDA	188688±17473,02	26304±182,89	48828±1241,07	78048±4278,44
Si	988,13±18,89	1579,33±27,38	LDA	1724,93±41,44	115,38±8,40	73,41±10,89	146,87±5,15
Pb	11,56±1,75	LDA	LDA	2,19±0,917	LDA	LDA	LDA
Cr	LDA	3,72±0,09	LDA	LDA	LDA	LDA	LDA
As	1,12±0,17	LDA	LDA	LDA	2,64±0,069	2,05±0,34	1,05±0,013

Ort±SH: Ortalama±Standart Hata LDA: Limit Değerin Altında

One-way ANOVA SPSS17 programı ile 7 lokalitedeki 4 bitkinin kök, gövde, yaprak ve çiçek bor değerleri karşılaştırılmış; *R. crispus* kök 1,2 ve 3. lokalitede LDA olarak tespit edilmiş, 4. lokalitede ki kök bor değeri 5,6,7. lokaliteden düşük bulunmuştur ($P < 0,05$). *U. dioica* kök de 1,2,3,4. lokalitelerde B değerleri LDA; 5,6,7. lokaliteler arası bor değerleri açısından bir fark yoktur ($P > 0,05$). *H. sphondylium* kök B değeri *H. sphondylium* 1,2,3,4 ve 5. lokalitelerde LDA, 6. lokalite B değeri 7. lokalite değerine göre önemli derecede yüksek çıkmıştır (çizelge 4.47)

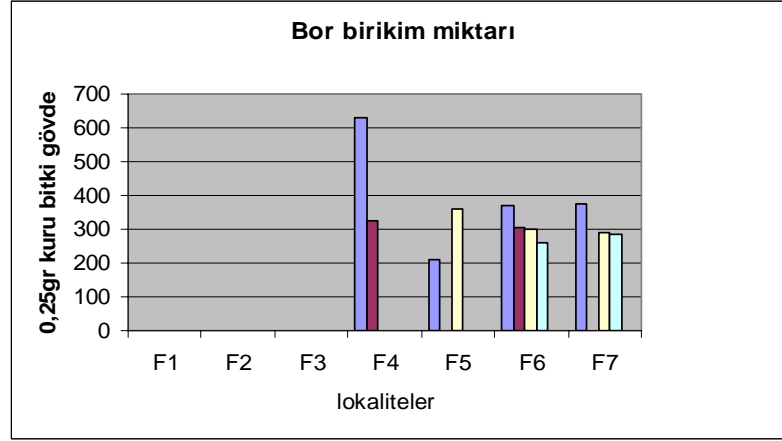
Çizelge 4.47. Lokalitelerde bitki kök bor birikimi



■ *Salix cinerea* L. ■ *Heracleum sphondylium* L. ■ *Rumex crispus* L. ■ *Urtica dioica* L.

R. crispus gövde 1,2 ve 3. lokalite B değerleri LDA, 4. ve 6. lokalitelerde 5 ve 7. lokalitelere göre önemli derecede düşük değer bulunmuştur ($P < 0,05$). *S. cinerea* gövde de 1,2,3. lokalite B değerleri LDA, 4. lokalite gövde B değeri diğer lokalitelerden düşük bulunmuştur ($P < 0,05$). *H. sphondylium* gövde 1,2 *H. sphondylium*, 3,5 ve 7. lokalite B değerleri LDA, 4 ve 6. lokalite arası B değerlerinde önemli bir fark bulunmamıştır. *U. dioica* gövde 6. ve 7. lokalite B değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmemiş, 1,2,3,4 ve 5. lokalite değerleri LDA dır ($P > 0,05$) (çizelge 4.48).

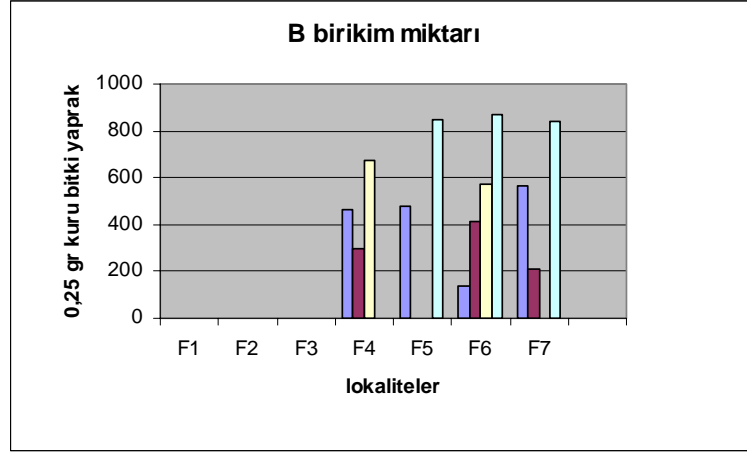
Çizelge 4.48. Lokalitelerde bitki gövde bor birikimi



■ *Salix cinerea* L. ■ *Heracleum sphondylium* L. ■ *Rumex crispus* L. ■ *Urtica dioica* L.

U. dioica yaprak 1,2,3,4. lokalite B değerleri LDA, 5,6,7. lokalite değerleri arası önemli fark yoktur ($P > 0,05$). *S. cinera* yaprak 1,2,3. lokalite B değerleri LDA, 6. lokalitedeki B değeri diğer lokalitelerden önemli derecede düşük bulunmuştur ($P > 0,05$). *R. crispus* yaprak 1,2,3,5,7. lokalite değerleri LDA, 4. ve 6. lokalitelerde *R. crispus* yaprak B değerlerinde önemli bir fark tespit edilmemiştir. *H. sphondylium* yaprak 1,2,3,5. lokalitelerde LDA, 6. lokalite B değerleri 4. ve 7. lokaliteden yüksek bulunmuştur ($P < 0,005$) (çizelge 4.49).

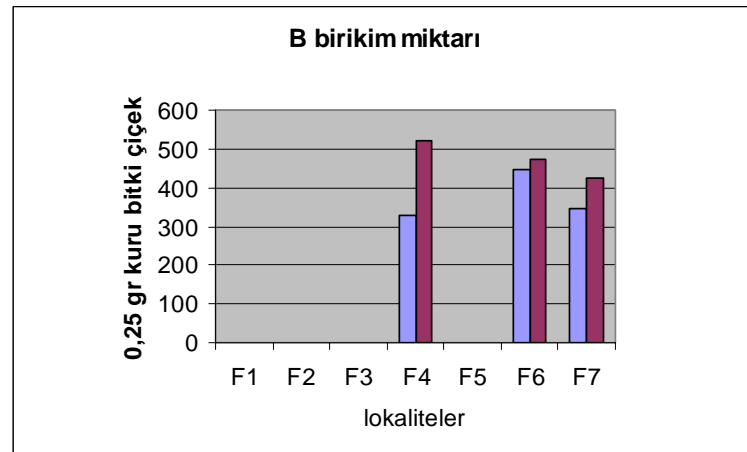
Çizelge 4.49. Lokalitelerde bitki yaprak bor birikimi



■ *Salix cinerea* L. ■ *Heracleum sphondylium* L. ■ *Rumex crispus* L. ■ *Urtica dioica* L.

H. sphondylium çiçekte 1,2,3 ve 5. lokalite değerleri LDA, 6. lokalite bor seviyesi 4. ve 7. lokaliteden yüksek bulunmuştur. *R. crispus* çiçek 1,2,3,5. lokaliteler LDA, 4. lokalite *R. crispus* çiçek bor değeri 6. ve 7. lokalitelerden yüksek bulunmuştur (çizelge 4.50)

Çizelge 4.50. Lokalitelerde bitki çiçek bor birikimi



■ *Salix cinerea* L. ■ *Heracleum sphondylium* L. ■ *Rumex crispus* L. ■ *Urtica dioica* L.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Doğal yayılış gösteren ve tarım bitkilerinin sağlıklı gelişimleri için muhakkak surette elementlere gereksinimleri vardır. Bitkilerde stres faktörlerinin dengede olması için elementlerin bitkilere yararlı formlarda ve ihtiyaç duyduğundan ne az ne de gerekenden çok olmaması gerekir. Bu bağlamda Seydisuyu' nun kaynağından Sakarya Nehri' ne kadar uzanan alan taranmış ve tüm lokalitelerde yayılış gösteren su kenarı bitkileri belirlenmiş buna bağlı olarak element analizleri yapılmıştır.

Çalışmamızda lokalitelerimizde Cd (kadmiyum) değerleri en fazla kökte sırasıyla *U. diocia* , *H. sphondylium* ve *R. crispus* de birikmiş, gövde ve yaprakta *U. diocia.*, *R. crispus* , *H. sphondylium* ve *S. cinerea* . Çiçek analiz sonuçlarında *R. crispus* de *H. sphondylium.* dan daha fazla Cd biriktirdiği gözlenmiştir. Cd, bitki kuru maddesinde 1 mg/kg^{-1} dan fazla bulunduğunda toksik etki yapmaktadır (Özbek vd., 1995). Araştırma bölgemizdeki tüm lokalitelerdeki analizi yapılan Cd değeri toksik değer üzerinde. Yücel vd.,(1995)' in Porsuk Çayında Ağır Metal Düzeyleri çalışmasında, *P. Australis*' te 0.140-768 mg/kg, *S. erectum*' da 0.125-0.987 mg/kg Cd miktarı belirlenmiştir.

Lokalitelerimizdeki Cu (Bakır) değerleri kökte sırasıyla *R. crispus*, *H. sphondylium* , *U. diocia* , gövdede *S. cinerea* , *H. sphondylium*, *U. diocia* ve *R. crispus* , yaprakta *U. diocia*, *S. cinerea* , *R. crispus* ve *H. sphondylium* Çiçek analizlerinde *H. sphondylium* da *R. crispus* den daha fazla Cu biriktirdiği gözlenmiştir. Araştırma sonuçlarımız da Cu birikimi Sosse et al., (2004)' in belirttiği $15-30 \text{ mg/kg}^{-1}$ toksik değer altında bulunmuştur. Yücel vd.,(1995)' in Porsuk Çayında Ağır Metal Düzeyleri çalışmasında, *P. Australis*' te 0.070-0.182 mg/kg, *S. erectum*' da Cu miktarı 0.086-0.174 mg/kg ve Porsuk' taki sedimentte ağır metal miktarı araştırılmasında Şen (1991), Cu 72-176 ppm belirlenmiştir.

Lokalitelerimizdeki Fe (Demir) kök değeri sırasıyla en fazla *R. crispus.*, *U. diocia* ve *H. sphondylium* gövdede *S. cinerea*, *R. Crispus*, *U. diocia* ve *H. sphondylium.*, yaprakta *R. crispus*, *S. cinerea*, *H. sphondylium*, *U. diocia* da birikmiştir. Çiçekte ise *H. sphondylium* da *R. crispus* den daha fazla Fe biriktirmiştir. Araştırma sonuçlarımız Fe birikiminin kuru ağırlıkta belirtilen 1-500 mg/kg⁻¹ arası Güven (2002) değerler içerisindedir.

Lokalitelerimizdeki Mg (Magnezyum) kök değerleri sırasıyla, *R. crispus.*, *H. sphondylium* ve *U. diocia*, gövdede *R. crispus*, *H. sphondylium*, *U. diocia* ve *S. cinerea*, yaprakta *U. diocia* , *R. crispus*, *H. sphondylium* ve *S. cinerea* dir. Çiçekte *H. sphondylium* *R. crispus* den daha fazla mg biriktirmiştir. Birikim değerleri limit değerleri aşmamaktadır (Zengin vd., 2008)

Lokalitelerimizdeki Mn (Mangan) kök değeri sırasıyla *R. crispus* (sınır değerinin üzerinde), *H. sphondylium*, *U. diocia* , gövdede *S. cinerea* , *R. crispus* , *U. diocia* ve *H. sphondylium*, yaprakta ise *R. crispus*, *S. cinerea*, *U. diocia*, *H. sphondylium* da birikmiştir. Çiçekte *R. crispus* de *H. sphondylium* dan daha fazla Mn biriktirmiştir. Güven (2002)' e göre bitkilerdeki Mn değeri 500 ppm üzeri toksik etki gösterir. Bazı lokalitelerde *R. crispus* kök, *S. cinerea* gövde ve *H. sphondylium* gövde de, *R. crispus* ve *S. cinerea* yapraklarında Mn birikimi toksik değerlerin üzerine çıkmaktadır.

Lokalitelerimizde Ni (Nikel) kök değeri sırasıyla, *H. sphondylium*, *U. diocia*, *R. crispus*, gövdede *U. diocia*, *H. sphondylium*, *S. cinerea* ve *R. crispus* , yaprakta *U. diocia* , *H. sphondylium* , *R. crispus* ve *S. cinerea* de birikmiştir. Çiçekte *H. sphondylium* da *R. crispus* den daha fazla birikim olmuştur. Belirtilen sınır değerlere göre kök ve gövdede *U. diocia.*, *H. sphondylium* ve *R. crispus* , yaprakta ise *U. diocia* ve *H. sphondylium* birikimi fazladır (Akıncı., 2011)

Lokalitelerimizde Zn (çinko) kök değerleri sırasıyla, *R. crispus*, *H. sphondylium*, *U. diocia* gövdede *S. cinerea*, *R. crispus*, *H. sphondylium* ve *U. diocia*, yaprakta *S. cinerea*, *U. diocia*, *R. crispus* ve *H. sphondylium* da birikmiş, çiçekte ise *H. sphondylium* da *R. crispus* den fazla birikim göstermiştir. Kuru bitkide Zn sonuçlarımız sınır değerler içindedir (Toğay vd., 2007). Yücel vd.,(1995)' in

Porsuk Çayında Ağır Metal Düzeyleri çalışmasında, *P. Australis*' te 6.5-28.5 mg/kg, *S. erectum*' da Zn miktarı 6,2-13,5 mg/kg seviyelerinde bulunmuştur.

Lokalitelerimizde Al (aliminyum) kök değerleri sırasıyla *U. diocia*, *R. crispus*, *H. sphondylium*, gövdede sonuçlar ölçüm değeri altındadır. Yaprakta sadece *U. diocia* ve *R. crispus*, çiçekte de sadece *H. sphondylium* da eser miktarda birikim sonuçları elde edilmiştir (Çolak vd., 2002).

Lokalitelerimizde Pb (Kurşun) kök değerleri sırasıyla *H. sphondylium*, *R. crispus*, *U. diocia*, gövdede sadece *U. diocia* ve *R. crispus*, yaprakta *S. cinerea*, *U. diocia* ve *H. Sphondylium* da. Çiçekte *Rumex crispus* ve *Heracleum sphondylium* da eser miktarda birikim sonuçları elde edilmiştir (Çolak ve Doğan, 2011). Yücel vd., (1995)' in Porsuk Çayında Ağır Metal Düzeyleri çalışmasında, *P. Australis*' te 0-9 mg/kg, *S. erectum*' da Zn miktarı 0-9 mg/kg seviyelerinde bulunmuştur.

Lokalitelerimizde Cr (krom) kök değerleri sırasıyla *R. crispus*, *U. diocia*, *H. sphondylium*, yaprakta *U. diocia* ve *H. sphondylium*, çiçekte sadece *H. sphondylium* da eser miktarda birikim sonuçları bulunmuştur (Yıldız, 2011).

Lokalitelerimizde Ca (kalsiyum) kök değerleri sırasıyla, *U. diocia*, *R. crispus*, *H. sphondylium*, gövdede *S. cinerea*, *U. diocia*, *H. sphondylium*, *R. crispus*, yaprakta *U. diocia*, *H. sphondylium*, *R. crispus* ve *S. cinerea*. Çiçekte *H. sphondylium* da *R. crispus* den fazla birikim gözlenmiştir. Vural (1984)' in belirlediği sınır değerlerin üzerinde birikim sonuçları bulunmuştur.

Lokalitelerimizde As (arsenik) kök değerleri sırasıyla *R. crispus*, *U. diocia*, *H. sphondylium*, gövdede sadece *S. cinerea* ve *H. sphondylium*, yaprakta *U. diocia*, *R. crispus*, *H. sphondylium* ve *S. cinerea*, çiçekte sonuçlar birikim değerleri altındadır. Kök sonuçlarımız Concon (1988)' in belirttiği sınır değer üzerinde, diğer bitki aksanlarında sonuçlarımız sınır değerler içindedir.

Lokalitelerimizde K (potasyum) kök değerleri sırasıyla, *U. diocia*, *H. sphondylium*, *R. crispus*, gövdede *H. sphondylium*, *U. diocia*, *R. crispus*, *S. cinerea*, yaprakta, *R. crispus*, *H. sphondylium*, *U. diocia*, *S. cinerea*. Çiçekte ise *H. Sphondylium* K değeri *R. crispus* dan fazladır (Erman vd., 2012).

Lokalitelerimizde Na (sodyum) kök değerleri sırasıyla *R. crispus*, *U. diocia.*, *H. sphondylium*, gövdede *U. diocia*, *R. crispus*, *S. cinerea* ve *H. sphondylium*, yaprakta *R. crispus*, *S. cinerea*, *H. sphondylium*, *U. diocia* dır. Çiçekte *R. crispus*, *H. sphondylium* a göre daha fazla birikim yapmıştır. Uygan ve Çetin (2004) Bor' un Tarımsal ve Çevresel Etkileri çalışmasında Seyitgazi Ovası' nda yer altı suyunda yüksek Na konsantrasyonlarının görülmesinin bor artışının yalnızca yüzey sulamasının etkisi altında olmadığı, bununla beraber bu bölgede belirli bir oranda formasyondan ileri gelen borun da bulunduğunu, yer altı suyundaki görülen bor derişimindeki artışının önemli nedeninin Çatören Barajını besleyen yüzey suyundaki bor miktarı artışının neden olduğunu belirtmişlerdir.

Lokalitelerimizde Si (Silisyum) kök değerleri sırasıyla *R. crispus*, *U. diocia.*, *H. sphondylium*, gövdede *U. diocia*, *R. crispus*, *H. sphondylium*, *S. cinerea* yaprakta *S. cinerea*, *R. crispus*, *H. sphondylium*, *U. diocia*, çiçekte ise *H. sphondylium* *R. Crispus'* e göre fazla birikim yapmıştır (Çolak vd., 2010).

Elementlerin kuru bitki minimum ve maksimum değerlerini karşılaştırdığımızda; Cd, Mn, Ca elementleri belirlenen sınır değerlerinin çok üzerinde, Fe ve Zn elementleri belirtilen sınır değerler arasında, Cu elementi sınır değerleri altında bulunmuştur. Analizi yapılan Mg, Al, Pb, Cr, Ar, K, Na, Si elementlerinin ise bitkilerdeki miktarları belirlenmiştir. Araştırma alanımız bor elementinin çevresel etkisinin en fazla görüldüğü bölgedir. Araştırma bitkilerimizden kökte *R. crispus* ve *U. diocia*, gövdede sırasıyla başta *S. cinerea* ve *H. sphondylium* olmak üzere tüm bitkilerin, yaprakta ise sırasıyla en fazla *U. diocia*, *S. cinerea*, *R. crispus* ve *H. sphondylium*, çiçekte de *R. crispus* ve *H. sphondylium* bitkilerinin bor içeriklerinin toksisite sınırlarını aştığı gözlenmektedir.

Bu verilerle karşılaştırdığımızda araştırmasını yaptığımız Seydisuyu kenarında doğal olarak yetişen *H. sphondylium*, *S. cinera*, *U. dioica*, *R. crispus* bitkileri bor toksisitesine dayanıklı doğal yayılış gösteren bitkilerdir.

Bitkilerin bor birikimi sırasıyla yaprak, gövde, çiçek ve köklerde gerçekleşmektedir. Michael vd. (1969), tütün bitkisi ile yaptıkları bir çalışmada, bitki gövdesinde borun yukarı doğru taşınmasının temelde ksilem iletim borularında

gerçekleştiğini, bitkinin transpirasyon ile buhar halinde su kaybedilmesi sürdükçe borun bitkide yukarı doğru taşındığını ve bitkinin tepe organlarında biriktiğini tespit etmişlerdir (Shorrocks, 1997). Bitkilerde bor toksisitesi; büyüme, gelişme ve membranların geçirgenliği vb. üzerlerindeki zararlarının dışında oksidatif zarara da neden olmaktadır (Bray et al., 2000; Karabal et al., 2000; Ardıç et al, 2009 a,b). Bitkilerde B toksisitesine toleransın genetik çeşitlilikle ilgisi olduğu konusunda (Torun vd., 2006; Bayrak vd., 2005; Riley and Robson 1994; Mahboobi et al 2000; Yau 2002; Ardıç et al. 2009 a, b) çalışmalar yapılmıştır. Çalışma alanından seçtiğimiz doğal yayılış gösteren bitkilerimiz Seydisuyundaki taşınımına bağlı olarak bora maruz kalmakta ve borun bitkilerde yarattığı etkileşimleri gözlenmektedir.

Bor birikimini etkileyen en önemli faktörlerden biri Seydisuyunun mevsimsel olarak debisi ve buna bağlı olarakta taşıdığı miktardır. Bitkiler suyun azaldığı dönemlerde boru daha fazla biriktirmektedirler.

Çiçek ve ark.'nın bölgede belirlediği Seydisuyu sediment element analiz sonuçları ile lokalitelerimizdeki bitki element birikimleri paralellik göstermektedir.

Uygan ve Çetin (2002-2004)'in toprak ve Seydisuyu örneklerinde yaptıkları çalışma sonucu bildirimlerinde çalışma alanının bor madeninin yoğun olduğu bir bölge olması nedeniyle, sulama sularına ETİ Kırka işletmesinde maden çıkarma işlemi nedeniyle açılan yataklardan ve çalışılmış ocaklardan yüzey akışı ile taşınabildiği gibi, yeraltı sularında jeolojik yapısı nedeniyle taşınabildiği, toprak ve sularında bor ölçümleri düşük olduğu halde bitkilerin bu elemente karşı hassas olmaları ve toprakta biriken borun yıkanmasında kolay olmaması nedeniyle bitkilere zararlı olabileceğini vurgulamışlardır.

Su yönetimi açısından bordan ileri gelebilecek olumsuzlukları gidermek için, sulama suyu kaynaklarındaki bor düzeyi devamlı izlenmeli, bor içeriği yüksek Çatören Baraj suyu, su sıkıntısı nedeni ile kullanılmak zorunda kalırsa bor içeriği daha az olan Kunduzlar Baraj suyu ile seyreltilerek kullanılmalıdır. Kırka Maden İşletmesi standart üzeri kontrol edilmeli, bor bekleme havuzları denetim altında olmalıdır. Borun çevreye etkilerinin belirlenebilmesi için sulama suyu ve toprakta

bor düzeyleri önemlidir. Doğal sular ve toprakta düşük derimde olduğu halde, bitkilerin bu elemente karşı hassas olmaları ve toprakta biriken borun yıkanmasının da kolay olmaması tarımsal ürünlere zarar verebilir. Sulama suyu bor derişimi limitlerin altında olsa da, doğal yapısında bor olan topraklarda birikme özelliği nedeniyle Kunduzlar ve Çatören barajlarında alınan sularla sulanan arazilerde zamanla bor birikmesi ortaya çıkacak ve tarımsal verim düşecektir. Topraklarda yüksek bor içeren tarım alanlarının bor miktarının azaltılmasında; toprağın düşük seviyede bor içeren sularla sulanması, toprağa kireç, kalsiyum, azot, sülfatça zengin maddelerin ilave edilmesi veya B'a yüksek toleranslı bitkilerin yetiştirilmesi önerilebilir. Bora genetik olarak dayanıklılığı belirlenmiş şekerpancarı, yonca, bakla, ayçiçeği, patates, nohut, arpa, buğday gibi bitki çeşitlerine öncelik verilmeli ve bor toksisitesine dayanıklı türlerin tespit edilmesi gereken çalışmalar desteklenmelidir.

Yazıdere köyü çevresel etkinin ve kirliliğın en fazla olduğu lokalitedir. Sırasıyla Hamidiye köprüsü, Mahmudiye-Çifteler arası, Sancar köyü, Çatören-Kunduzlar barajı birleşimi, Akin deresi ve Seydisuyu kaynağı, çevresel etki bakımından daha temiz bölgelerdir. Yazıdere Köyü en fazla tarımsal ilaçlama ve gübrelemeye maruz kalan bölgedir. Su arazisinde düz olması nedeniyle bölge halkının kullandığı ilaç araç ve gereçleri, tarım araçları ve artıkları su içerisinden geçmekte bu nedenlerle de en fazla etkilenen bu lokalite olmaktadır.

Tarımsal ilaçlamalarda organik çözüner ilaçlar kullanılması, ekolojik tarımın teşvik edilmesi v.b önlemler çevre halkı, doğal sular, tarım ve tüm canlılar açısından önemlidir. Bu çalışma bölgenin floristik çeşitliliğinin sürekliliği açısından ve çevresel faktörlerin doğal yayılış gösteren bitkilerdeki etkilerini göstermesi açısından diğer çalışmalara örnektir.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ

- Addemir, O., 2002, Bor Ürünlerinin Teknolojileri ve Türkiye'nin Durumu" 1. Uluslararası Bor Sempozyumu Kitabı, s. 15-21
- Akıncı E. , Öngel O. 2011, Nikelin Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Fide Gelişimi Üzerindeki Toksisitesinin Humik Asit ile Azaltılması, Ekoloji 20, 79, 29-37.
- Albert, L. S., Wilson, C. M., 1961, Effect of Boran on Elongation of Tomato Root ıps. Planı Physiology, 36, 312-315.
- Aller, A.J., Berna., J.L. Nozal, M.J., Deban, L., 1990, Effects of selected trace elements on plant growth, J. Sci. Food Agric., 51, 447- 479.
- Anonim, 1993 "Borik oksit, Borik asit ve Boratlar"., Etibank Ankara, Sayı 7, 4-10.
- Anonim, 2002, İklim Kayıt Rasatları, Köy Hizmetleri Eskişehir Araş. Ens., Eskişehir.
- Apostol, K.G. ve Zwiazek, J.J. 2004, "Boron and water uptake in jack pine (*Pinus banksiana*) seedlings", Environmental and Ex perimental Botany, **51**, 145-153.
- Ardıç, M., Sekmen , A.H., Turkan, I., Tokur, S ve Ozdemir, F., 2008, The effects of boron toxicity on root antioxidant systems of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars, Department of Biology, Osmangazi University, Eskişehir, Turkey.
- Ardıç, M., Sekmen , A.H., Turkan, I., Tokur, S ve Ozdemir, F., 2008, Antioxidant responses of chickpea plants subjected to boron toxicity, Department of Biology, Osmangazi University, Eskişehir, Turkey

6.KAYNAKLAR DİZİNİ EK

- Ataşlar, A., Potoğlu, İ. ve Tokur, S., 1995, Eskişehir Hamidiye’de Yayılış gösteren bazı bitkilerde bor değişimi, I. Spil, Fen Bilimleri Kongresi, 4-5 Eylül 1995, Manisa Bildiri Kitabı, 37-41 s.
- Avcı, S., 1999, Türkiye’ nin Doğal Söğütleri ve Coğrafi Dağılımları, İstanbul, s.13.
- Aydemir, O., ve İnce, F.,1988, Bitki Besleme, Dicle Üniv. Eğitim Fak. Yay.2, Diyarbakır, s.486.
- Aydemir, O., ve İnce, F., 1988, Bitki Besleme, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, s.653.
- Ayhan, A.,K., Çalışkan, Ö. Ve Çırak C., Isırganotu’nun Ekonomik Önemi ve Tarımı,Samsun, s. 358.
- Aytekin, Y., Polat, M., 1987, Bor Madenciliği ve Türkiye İçin Önemi, Etibank bülteni, 96-97, 20-38.
- Babaoğlu, M., Gezgin, S., Topal, A., Sade, B., Dural, H. 2004, *Gypsophila sphaerocephala* Fenzl ex Tchit.: A Boron Hyperaccumulator Plant Species That May Phytoremediate Soils with Toxic B Levels” *Turk J Bot*, 28, 273-278.
- Bayrak, H., Önder, M. ve Gezgin, S., 2005, Bor uygulamasının nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve bazı verim unsurlarına etkiler, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (35), 66-74 s.
- Blancaflor, E.B., Jones, D.L., Gilroy, S., 1998, Alterations in the cytoskeleton accompany aluminuru induced growth inhibition and morphological changes in primary roots of maize, *Plant Physiology*, 117, 753-759.
- Bennett, B.G., Kretzcshmar, J.G. ve Akland, G.G., 1985, Urban air pollution worldwide: *Env. Sci. Tech.*, 19.4, s. 298-304.

6. K AYNAKLAR DİZİNİ EK

Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ.İ., Savaşçı S. and Paslı N., 2001, Ekoloji II. Toprak, Başkent Klişe Matbaacılık, ISBN: 975-96377-2-3, Ankara, 669-675 p

Brown, J. C., Ambler, J. E., 1969, Characterization of Boran Deficiency in Soybeans. *Pysologia Planlarum*, 22, 177-18

Brown P. H., Bellaloui N., Wimmer M. A., Bassil E. S., Ruiz J., Hu H., Pfeffer H., Dannel F. and Römheld V., 2002, Boron in Plant Biology, *Plant Biology* 4, 205- 223 p.

Chen, J., Caldwell, R.D., Robinson, C.A.,Steinkamp, R., 2000, Silicon: The Estranged Medium Element, University of Florida IFAS Extension Bulletin 341.

Cheng, B.T., 1982, Some significant functions of silicon to higher plants. *J. PlantNutr.*, 5:1345-13.

Clark, R.B., and Gourley L.M., 1987, Leaf position and genotype differences for mineral element concentrations in sorghum grown on tropical acid soil. *J. Plant Nutr.*, 10: 921-935.

Concon, J.M. 1988, *Food Toxicology*, Mareel Dekker Ine. New-York.

Conway, W.S., Sams, C.E., Watada, A.E., Hyodo, H. 1995, Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride, *Acta Horticulturae* 398:31-39.

Çetin, H., 2005, Bor Kapanı

Çiçek, A ve Gence, S., 2001, Kırka-Seyitgazi (Eskişehir) yöresinde yetiştirilen tarım ürünleri ve toraktaki bor birikiminin araştırılması, Ulusal Sanayi-Çevre Sempozyumu ve Sergisi, 25-27 Nisan 2001, Bildiriler Kitabı, Mersin, 600-608 s.

6.KAYNAKLAR DİZİNİ

Çingı, F., 2007. Eser elementler.

Çolak G., Çatak E., Caner N., 2010, *Oryza sativa* L. ve *Capsicum annuum* L.'nin bazı fizyolojik ve makromorfolojik gelişim parametreleri üzerine silisyum'un etkisi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(4): 351-361.

Çöl, M. ve Çöl, C. 2003, "Environmental boron contamination in waters of Hisarcik area in the Küahya Province of Turkey" *Food and Chemical Toxicology*, 41, 1417-1420.

Dagcnhardt, J., Larsen, P.B., I-Iowell, S.H., Kochian, L.V., 1998, Aluminuru Resistance İn The Arabidopsis M Utant Alr-1 04 İs Caused By An Aluminuru İnduced İncease İn Rhizosphere Ph, *Plant Physiology*, 117, 19-27.

Çolak G., Baykul C., Tokur S., Gürler R. Caner N., *Lycopersicon Esculentum* Mill. Fideciklerinin bazı makro ve mikro elementleri alım düzeylerine alüminyum etkisinin analitik ve mikro analitik yöntemler ile incelenmesi, BAÜ Fen Bil. Enstitüsü 2002 4.1.

Davis, P. H., 1965, *Flora of Turkey and East Aegean Islans*, Edinburg University Press, Edinburg, Vol. 1-9.

Davis, P. H., 1972, *Flora of Turkey and East Aegean Islans*, Edinburg University Press, 4, 265.

Davis, P. H., 1982, *The Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Cilt 7. Edinburg: Edinburg University Pres, 633-635.

Dere, H. H., 2010, *Kırka Florası*, Yüksek Lisans Tezi, OGÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

6.KAYNAKLAR DİZİNİ EK

Devlet Planlama Teşkilatı, 1995.

DSİ, 1983., Kırka Yöresi Bor Kirliliği Araştırması Raporu. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, İçme suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Doğan, G., Sabah, E ve Erkal, T., 2005, Borun Çevresel Etkileri Üzerine Türkiye’de Yapılan Bilimsel Araştırmalar, Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi, 09-12 Haziran, İzmir.

Dündar, M. ve Çepel, N. 1979, Emet yöresindeki boraks maden işletmeciliğinin çevredeki orman vejetasyonu üzerinde yaptığı zararlı etkiler, Çevre sorunları-vejetasyon ilişkileri sempozyumu, Tübitak yayınları No: 423, TOAG-Seri No: 89, Ankara.

El-Ghamery, A.A., El-Kholy, M.A and El-Yousser, A., 2003, Evaluation of cytological effects (L., Mutation Research, 537: 29-41.

Epstein, E., Silicon, 1999, Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50,641-664.

Erdoğrul, Ö., Tosyalı, C ve Erbilir, F., 2005, Kahramanmaraş’ta Yetişen Bazı Sebeplerden Demir, Bakır, Manganez, Kadmiyum ve Nikel Düzeyleri, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 8 (2), Kahramanmaraş.

Erman, M., Çığ F., Çelik M. 2012, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 5 (1): 124-127.

Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Güçdemir, İ. ve Talas, S. (2002), Boron status of central Anatolian soils, International conference on sustainable land use and management, Çanakkale, Türkiye.

FAO, 1976, Water Quality for Agriculture.Irrigation and Drainage Paper 29, Rome, 81.

6.KAYNAKLAR DİZİNİ EK

French, D. H., 1971, Ethnobotany of the Umbelliferae, The Biology and Chemistry of the Umbelliferae, Academic Press., London, 385-402.

Gezgin, S., Gökmen, F., Dursun, N., Babaoğlu, M ve Hakkı E.E., Tarımda Borun Önemi, 2005,1. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, 28-29 Nisan, Ankara.

Gonzales, R.C. ve Gonzales-Chavez, M.C.A. 2006 “Metal accumulation in wild plants surrounding mining wastes”, *Environmental Pullution*, 144, 84-92.

Graedel, T. F., 1978, Inorganic elements, Hydrieds, oxides and corbonates. In Chemical commpounds in the ainiospheie, NY Academic Pres, New York, pp 35-49.

Gupta, U.C., 1979, “Boron nutrition of crops”, *Adv. Agro.*, 31, 273-307.

Güner, H., 1961, Gübreleme Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:40, İzmir

Gürtunca, Ş., Ceylan, S. ve Şanlı Y., 1973, Ankara ve yöresindeki bazı içme ve kullanma suları örneklerinin arsenik yönünden araştırılması. A.U. Vet. Fak. Derg. 20 (i): 85-95.

Güven, 2002, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt:11, Sayı:1-2

6.KAYNAKLAR DİZİNİ EK

Güzel, N., Gülüt, K.Y., Tuli, A., İbrikçi, H. ve Ortaş, İ. 1992, Toprakta bulunan mikroelementlerle diğer faydalı elementler ve bunların gübre bileşikleri, Ç.Ü. Zir. Fak. Yayın. No: 48, Adana.

Haktanır, K., 1987, Çevre Kirliliği, A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu, Teksir No:140.

Hapke, H.J., 1988, Toxikologie für Veterinarmendiziner. 2 neuocarbeiete auflage. Ferdinandenke verlag, Stuttgart.

Harlow, W.M., Harrer, E.S., 1958, Textbook of Dendrology, Mc Graw Hill Book Company, Inc, New York.

HO, S.B., 2000, Boron Deficiency of Crops in Taiwan, Department of AgriculturalChemistry, National Taiwan University, 106: 1-15.

Horst, W.J.J., 1995, The role of the apoplast in aluminium toxicity and resistance of higher plants, Zeitschrift für Pflanzenerrahrung und Bodenkunde, 158:5,419-428.

Hunt, C. D., 1996, Biochemical effects of physiological amounts dietary boron. J Tace E177 Med Voi 9. Pp 185-213.

Kaçar, B. ve Fox, R.L. 1967, "Boron status of some Turkish soils", Univ. of Ankara, Yearbook of the Faculty of Agriculture, Ankara.

6.KAYNAKLAR DİZİNİ EK

Kacar, B., Katkat, A.V., 1998. Bitki Besleme, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Vipaş Yayınları, 441 s.

Kacar, B., ve Katkat, V., 2006, Bitki Besleme, Nobel Yayın No:849.

Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2003, Metallerin çevresel etkileri II, Metalurji Dergisi, 136:47-53.

Kalafatoğlu, E., ve Örs, N., 2002, Bor Bileşikleri Durum Değerlendirmesi, Tübitak Marmara Araştırma Merkezi, Bandırma.

Karahan, F., Öz, L., Demircan, N. Ve Stephenson, R. 2006, ‘‘Succulent plant diversity in Turkey I. Stonecrops (Crassulaceae)’’, Haseltonia, 12 (1),41-45.

Karataş, S., Erdem, C., Cicik, B., 2005, Kadmiyumun *Cyprinus carpio*’ d serumaspartat aminotransferaz, alaninaminotransferaz ve glukoz düzeyi üzerine etkileri, Ekoloji Çevre Dergisi, 14: 18-23.

Kartal, A ve Gürtekin, H., 2002, Çeşitli bor hammaddelerinin sırım erime davranışlarına etkileri, I. Uluslar arası Bor Sempozyumu, 3-4 Ekim, Kütahya.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ EK

Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö. ve Timur, S., 2004, Metallerin Çevresel Etkileri-II.TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Dergisi, Sayı: 137:46- 531.

Kaya, N., Öztürk, M., 2003, Elazığ- il sınırları İçerisindeki Sulama Sularının İncelenmesi, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü.

Kaya, S., Bilgili, A., Doğan, A. ve Liman., B.C., 1990, Mezbahada kesilen sığırların et ve bazı organlarında arsenik kalıntıları, A.U. Vet. Fak. Derg. 37 (2): 359-363.

Kelling, K. A., 2003, Soil and Applied Boron.

Larsen, P.B., Degenhardt, J., Tai, C.Y., Stenzler, L.M., Howell, S.H., Kochian, L.V., 1998, Aluminum resistant Arabidopsis mutants that exhibit altered patterns of aluminum accumulation and organic acid release from roots, Plant Physiology, 117, 9-17.

Locascio, S.J., Bartz, J.A., Weingartner, D.P. 1992. Calcium and potassium fertilization of potatoes grown in North Florida. I.Effect on potato yield and tissue Ca and K concentrations, American Potato Journal. 69(2): 95-104.

Loomis, W. D., Durst, R. W., 1992, Chemistry and Biology of Boron Bio Fact Vol 3. pp 229-239.

Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2001, Metal Madenler Alt Komisyon Bakır-Pirit Çalışma Grubu Raporu, Ankara.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ EK

Mahboobi, H., Yücel, M. and Öktem H.A., 2000, Changes in total protein profiles of Barley cultivars in response to toxic boron concentration, *Journal of Plant Nutrition*, 23(3), 391-399 p.

Malina, G. 2004, 'Ecotoxicological and environmental problems associated with the former chemical plant in Tarnowskie Gory, Poland', *Toxicology*, 205, 157-172.

Marschner, H., 1995, *Mineral nutrition of higher plants*, Acad. Pres., 2nd.ed., London.

Mastromatteo, E., Sullivan, F., 1994, *Summary International Symposium On Health Effects Of Boron And Its Compounds Environ Health Respect*, Vol 102(7). Pp 139-141.

Maze, K., Driver, A. ve Brownlie, S. 2003, *Mining and Biodiversity in South Africa: A Discussion Paper, Planing for Living Landscapes: Perspectives and Lessons from South Africa*, Washington.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Eskişehir Bölge Müdürlüğü, 1970-2011 Verileri, Eskişehir.

Mengel, K., Özbek, H., Kaya, Z., Tamcı, M., 1984, *Bitkinin Beslenmesi ve Metabolizması*, Çukurova Üniversitesi, Adana, s.590.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ EK

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Eskişehir Bölge Müdürlüğü, 1970-2011 Verileri, Eskişehir.

Moseman, RF, 1994, Chemical disposition of boron in animals and humans. Environ Health Perspect., 102:113-117 (Abstr.)

Nable, R.O., Lance, R.C.M., and Cartwright, B., 1990, Uptake of boron and silicon by barley genotypes with differing susceptibilities to boron toxicity. Ann. Bot. 66:83-90.

Ocak, A., Çiçek, A., Zeytinoğlu, H ve Mercangöz, A., 2002, Porsuk Çayı Suyunun Bazı tarım Bitkileri Üzerindeki Ekotoksikolojik Etkileri, Sayı:45, Eskişehir.

Ocak, A., 2012, Eskişehir, Afyon ve Kütahya'nın Floristik Çeşitliliği, Biyolojik Çeşitlilik Sempozyumu 22-23 Mayıs, Ankara.

Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M ve Kaptan, H., 1995, Toprak Bilimi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Adana, Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No:16.

Özgül, Ş., 1974, Tuzluluk ve Sodıklık, Uluslar arası Sulama ve Drenaj Komisyonu Türk Milli Komitesi, Teknik Rehber, 04.02-02 Neşriyat Vol 2. Ankara, s 18-14.

Özkurt, S., Solak, K., 1993, Kırka Yöresi (Eskisehir) Sularında Bor Kirliliğinin Tespiti, SDÜ. 12. Mühendislik Haftası, Isparta, Mayıs.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ EK

Polat, M., 1987, Türkiye’de ve Dünya’da Bor ve Bor Teknolojisi Uygulamalarının Araştırılması, İzmir.

Provin, T.L., Pitt, J.L., 2002. Description of Water Analysis Parameters. Soil and Crop Science Department, The Texas A&M University.

Riley, M.M. and Robson A.D., 1994, Pattern of supply affects boron toxicity in barley, Journal Of Plant Nutrition 17 (10), 1721-1738 p.

Rengel, Z., 2002, Calcium, Encyclopedia of Soil Science, 135 – 138.

Rerkasem, B, Nirantrayagul, S. ve Jamjod, S. 2004, “Increasing boron efficiency in international bread wheat, durum wheat, triticale and barley germplasm will boost production on soils low in boron”, Field Crop Research, 86, 175-184.

Rout, G.R. and Das, P., 2003, Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I.Zinc. Agronomie 23:3-11.

Ryan, J., Singh, M. ve Yau, S.K. 1998, “Spatial variability of soluble boron in Syrian soils, Soil & Tillage Research, 45, 407-417.

Sağlam, T., Bahtiyar, M., Cangir, C., Tok, H.A. 1993, “Toprak Bilimi” Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat fakültesi, 1, 2-3, 17-23.

6.KAYNAKLAR DİZİNİ EK

- Samman, S., Naghıı, M.R., Lyons, Wall P.M., Verus, A.P., 1998, The Nutritional and Metabolic Effects of Boron in Humans and Animals, Biol Trace Elem. Res., 66(1-3): 227-35.
- Sartaj, M. ve Fernandes, L. 2005, "Adsorption of boron from landfill leachate by peat and the effect of environmental factors", J Environ Eng Sci, 4, 19-28.
- Saygıdeğer, S., 1995. *Lycopersicum esculentum* L. Bitkisinin çimlenmesi ve gelişmi üzerine kurşunun etkileri. 2. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. Ankara. 588-597
- Saylı, B. S., Tüccar, E ve Elhan, A.H. 1998, "An assesment of fertility in boron-exposed Turkish populations", ReReproductive Toxicology, 12 (3), 297- 304.
- Saylı, B. S., 2002, Bor Mineralleriyle Temasın İnsan Sağlığına Olumsuz Etkileri.
- Schachtschabel, P., Blume, H.P., Brümmer, G.,Hartge, K.H., Schwertmann, U., Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 2001, Toprak Bilimi, Çukurova Üniversitesi, Adana, s.816.
- Schobel, S.S., 1993, Toprak Bilimi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, 12. Baskı, 73.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ EK

- Shelp, B. J. and Brown P.H., 1997, Boron mobility, *Plant and Soil*, 193, 85-101 p.
- Sheoran, I.S., Singal, H.R and Singh, R., 1990, Effect of cadmium and nickel on photosynthesis and enzymes of the photosynthetic carbon reduction cycle in pigeon pea (*Cajanus cajan L.*). *Photosynthesis Research*, 23, 345-351.
- Shorrocks, V.M., 1997, The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and Soil Sci*, 60, 41.
- Simpson, M. G., 2012, *Bitki Sistematigi*, 309-312.
- Skvortsov, A. K., Edmonson, J.R. 1982, 'Salix L.' ,*Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Volume 7 Edinburgh Üniversitesi yayını, s. 694-716, Edinburgh
- Sossé, B.A., Genet, P., Dunand-Vinit, F., Toussaint, L.M., Epron, D and Badot, P.M., 2004, Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationships with carbohydrate accumulation and changes in ion contents. *Plant Science* (166):1213-1218.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2012.
- Şanlı, Y., Kaya, S., 1984, Biyolojik materyalde arsenik aranması, A.Ü. Vel. Fak. Dergisi 1.14.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ EK

Şimşek, A., Veliöğlu, S., Coşkun, A.L., Şaylı, B.S., 2003, Boron concetrations of selected foods from borate-producin regions in Turkey, J.Sei. Food Agr..Vol:83(6). Pp 586- 592.

Temizel, K.Ersin., Ondokuzmayıs Üni. Ziraat fakültesi Sulama Suyu kalitesi ve tuzluluk ders notları.

Togay, Y., Anlarsal E., 2008, Farklı Çinko ve Fosfor Dozlarının Mercimek (*Lens culinaris Medic.*)’de Verim ve Verim Öğelerine Etkisi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 18(1): 49-59.

Torun, A. A., Yazıcı, A., Erdem, H. and Çakmak, İ., 2006, Genotypic variationin tolerance to Boron toxicity in 70 Durum wheat genotypes, Turkish Journal of Agricultural 30, 49-58 p.

TSE İçme suyu standartları, Türk Standartlar Enstitüsü, 1987, 266, Ankara.

Türe, C ve Bell, R.W., 2004, ‘‘Plant Distribution and its Reletionship to Extractable Boron in Naturally-Occuring High Boron Soils Turkey’’, Israel Journal of Plant Science, 52, 125-132.

Türkiye Borat Yatakları, 2001, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.

Türkiye’nin Petrolü, Petrol-_s Yayınları, Sayı 69.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ EK

- Uygan, D., ve Çetin, Ö., 2004, Bor'un Tarımsal ve Çevresel Etkileri:Seydisuyu Su Toplama Havzası, II. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Eylül 2010, Eskişehir.
- Vaillant, N., Monnet, F., Hitmi, A., Sallanon, H and Coudret, A., 2005, Comparative study of responses in four *Datura* species to a zinc stress. *Chemosphere*, 59: 1005-1013.
- Who, 1998, Boron, Environmental health criteria. A WHO Monograph.. World Health organization. No:204, Geneva-Switzerland, 201 p.
- Widell, S., Asp, H., Jensen, P., 1994, Activities of plasma membrane bound enzymes isolated from roots of spruce (*Picea abies*) grown in the presence of aluminium, *Physiologia Plantarum*, 92: 3, 456-466.
- Yağmur, B., Hakerlerler, H. ve Kılınç, R., 2003, Gübreler ve İnsan Sağlığı, *Çiftçi dergisi*, Sayı:2
- Yau, S. K., 2002, Comparison of European with West Asian and North African winter barleys in tolerance to boron toxicity, *Euphytica*, 123, 307–314 p.
- Yang, Y.H., Zhang, H.Y., 1998, Boron amelioration of aluminuru toxicity in mungbean seedlings, *Journal of Plant Nutrition*, 21: 5, 1045-1054.
- Yıldız, N., 2004, Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller, ZT-531, Erzurum, Yüksek Lisans Ders Notları.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ EK

Yıldız M., Terzi H., Uruşak B. Bitkilerde Krom Toksisitesi ve Hücrel Cevaplar, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 27(2): 163-176 (2011).

Yücel, E., Doğan, F ve Öztürk, M., 1995, Porsuk Çayında Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri ve Halk Sağlığı İlişkisi, Sayı:17, Eskişehir.

Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği 2012.

Zengin, K.F ve Munzuroğlu, Ö., 2005, Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L.Strike) Klorofil ve Karotenoid Miktarı Üzerine Bazı Ağır Metallerin (Ni^{+2} , Co^{+2} , Cr^{+3} , Zn^{+2}) Etkileri, F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(1); 164-172.

Zengin M.,Gökmen F., Yazıcı A.,Gezgin S. Effects of potassium, magnesium, and sulphur containing fertilizers on yield and quality of sugar beets (*Beta vulgaris* L.) Tübitak, Turk J Agric For 33 (2009) 495-502.

Zhengyi, H., Herfried, R., Gerd, S., Ewald, S., 2004, Physiological and Biochemical Effects of Rare Earth Elements on Plants and Their Agricultural Significance: A Review, Journal of Plant Nutrition, 27(1):183-220.

Zhao, D. and Oosterhuis, D. M., 2002, Cotton carbon exchange, nonstructural carbonhydrates, and boron distribution in tissues during development of boron deficiency, Field Crops Research, 78, 75-87 p.