

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DİYARBAKIR YÖRESİNDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN
MEYAN KÖKÜ (Glycyrrhiza glabra) BİTKİSİNDE BAZI ESER
ELEMENTLERİN SPEKTROSKOPİK YÖNTEMLERLE TAYİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selvi DİRİCAN

091117127

Anabilim Dalı: Analitik Kimya

Danışman: Prof. Dr. Ali ÖLÇÜCÜ

MART-2016

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİYARBAKIR YÖRESİNDE DOĞAL OLARAK YETİŞEN MEYAN KÖKÜ
(Glycyrrhiza glabra) BİTKİSİNDE BAZI ESER ELEMENTLERİN
SPEKTROSKOPİK YÖNTEMLERLE TAYİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selvi DİRİCAN

091117127

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 8 Şubat 2016

Tezin Savunulduğu Tarih : 4 Mart 2016

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ali ÖLÇÜCÜ (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Habibe ÖZMEN (F.Ü)

Prof. Dr. Işıl AYDIN (D.Ü)

MART-2016

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, Diyarbakır yöresinde doğal olarak yetişen meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*) bitkisinde bazı eser elementlerin spektroskopik yöntemlerle tayini yapıldı. Eser element tayinleri İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrofotometresi ve İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Kütle Spektrofotometresi (ICP-OES ve ICP-MS) ile yapıldı. Ayrıca eser elementlerin tayini için kapalı ortamda mikrodalga ile çözünürleştirme metodu uygulandı.

Çalışmamın her aşamasında, planlanması ve tamamlanmasında yoğun çalışmalarına rağmen benden destek ve ilgisini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesi ile çalışmama ışık tutan, tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ali ÖLÇÜCÜ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Eser elementlerin tayininde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Fırat AYDIN' a,

Tezin hazırlanması sırasında beni cesaretlendiren ve bana manevi destek sağlayan aileme, eşime ve değerli arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Selvi DİRİCAN
ELAZIĞ-2016

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
GRAFİKLER DİZİNİ.....	IX
KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Meyan Kökü (<i>Glycyrrhiza glabra</i>).....	2
2.1.1. Meyan Kökünün Tarihçesi.....	2
2.1.1. Meyan Kökü Genel Özellikleri	3
2.1.3. Meyan Kökünün Biyokimyasal Özellikleri	5
2.1.4. Meyan Kökü Faydaları ve Kullanımı	6
2.2. Eser Elementler	7
2.2.1. Eser Elementlerin Çevreye Etkisi	8
2.2.2. Eser Elementlerin Canlılar Üzerindeki Etkisi	8
2.2.3. Tayin Edilen Metallerin Özellikleri ve Toksik Etkileri	8
2.2.3.1. Bakır (Cu)	9
2.2.3.2. Çinko (Zn).....	9
2.2.3.3. Baryum (Ba).....	10
2.2.3.4. Demir (Fe).....	11
2.2.3.5. Kadmiyum (Cd)	11
2.2.3.6. Kalsiyum (Ca).....	11
2.2.3.7. Kobalt (Co)	12
2.2.3.8. Krom (Cr).....	12
2.2.3.9. Kurşun (Pb).....	13
2.2.3.10. Magnezyum (Mg)	13
2.2.3.11. Mangan (Mn)	13

2.2.3.12.	Molibden (Mo).....	14
2.2.3.13.	Nikel (Ni)	14
2.2.3.14.	Potasyum (K)	15
2.2.3.15.	Selenyum (Se).....	15
2.2.3.16.	Sodyum (Na).....	16
2.2.3.17.	Vanadyum (V)	16
2.2.3.18.	Fosfor (P)	17
2.3.	Literatür Çalışmaları	17
2.4.	Biyolojik Örneklerde Eser Elementler	22
2.5.	Eser Element Analizlerinde Örnekleme ve Örnek Hazırlama	23
2.6.	Eser Element Analizlerinde Çözünürleştirme Teknikleri	24
2.6.1.	Eser Elementlerde Mikrodalga Çözünürleştirmeler.....	25
3.	MATERYAL ve YÖNTEM	26
3.1.	Kullanılan Cihazlar	26
3.2.	Kullanılan Standart Çözeltilerin ve Reaktiflerin Hazırlanması	27
3.3.	Örneklerin Temini.....	28
3.4.	Bitki Örneklerinin Metal Tayini İçin Çözünürleştirilmesi.....	28
3.4.1	Kapalı Ortamda Mikrodalga İle Çözünürleştirme	28
4.	BULGULAR.....	29
5.	TARTIŞMA ve SONUÇ	46
	EKLER.....	51
	KAYNAKLAR	61
	ÖZGEÇMİŞ.....	70

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Diyarbakır yöresinde doğal olarak yetişen meyan (*Glycyrrhiza glabra*) bitkisinde bazı eser elementlerin (Cd, Pb, Ca, Mg, Cr, Mn, Ba, K, Na, Zn, Fe, Co, Mo, Se, P, Cu, Ni, V) spektroskopik yöntemler ile tayin edilmesidir. Çalışma Gaziantep (Oğuzeli-Yeşildere), Şanlıurfa (Birecik), Diyarbakır (Karacadağ) illerinden toplanan bitki örnekleri ile gerçekleştirilmiştir.

Bitki örneklerindeki eser elementlerin tayini için İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrofotometresi (ICP-OES) ve İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Kütle Spektrofotometresi (ICP-MS) kullanıldı. Ayrıca eser elementlerin tayini için kapalı ortamda mikrodalga ile çözünürleştirme yöntemi kullanıldı. Seçilen yörelerden toplanan meyan bitkisi örneklerinde en yüksek düzeyde tayin edilen element 50107.58 ± 22030.09 ppm ortalama ile Na, en düşük düzeyde tespit edilen eser element ise 0.04 ± 0.01 ppm ortalama ile Cd'dir. Çalışma alanından toplanan meyan bitkisinde Co, Mo, ve Se elementleri tespit edilememiştir.

Elde edilen sonuçlar neticesinde Şanlıurfa ve Diyarbakır yöresinden toplanan meyan bitkisinde eser elementlerin düzeyleri, Gaziantep yöresine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Meyan, eser element, spektroskopi

SUMMARY

DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN LICORICE (*Glycyrrhiza glabra*) NATURALLY GROWING IN DIYARBAKIR REGION WITH SPECTROSCOPIC METHODS

The aim of this study is to determine some trace elements (Cd, Pb, Ca, Mg, Cr, Mn, Ba, K, Na, Zn, Fe, Co, Mo, Se, P, Cu, Ni, Va) in licorice (*Glycyrrhiza glabra*) naturally occurring in Diyarbakır region with spectrophotometric methods. The study was carried with plant samples collected from, Gaziantep (Oğuzeli-Yeşildere), Şanlıurfa (Birecik) and Diyarbakır (Karacadağ) provinces during 2011-2012.

Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer (ICP-OES and ICP-MS) were used for the determination of trace elements in plant samples. Also, solubilization with microwave in a closed cup was used for the trace elements determination.

In this study, the trace element determined the highest level in the licorice plant samples collected in elected regions is Na element with $50107,58 \pm 22030,09$ ppm mean, the lowest level element is Cd with 0.04 ± 0.01 ppm average. Co, Mo and Se elements were not detected in licorice plant collected from the study area.

As a result, it has seen that the trace element level of the licorice samples collected from Şanlıurfa and Diyarbakır region is higher than Gaziantep region.

Key Words: Licorice, trace element, spectrophotometer

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Meyan bitkisi ve çiçeği .	4
Şekil 2.2. Meyan kökü.....	4



TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Bitkilerdeki eser elementlerin ortalamaları (ppm).....	29
Tablo 4.2. Meyan bitkisinde Cd elementi miktarının illere göre karşılaştırması.....	31
Tablo 4.3. Meyan bitkisinde Pb elementi miktarının illere göre karşılaştırması	32
Tablo 4.4. Meyan bitkisinde Ca elementi miktarının illere göre karşılaştırması.....	33
Tablo 4.5. Meyan bitkisinde Mg elementi miktarının illere göre karşılaştırması.....	34
Tablo 4.6. Meyan bitkisinde Cr elementi miktarının illere göre karşılaştırması	35
Tablo 4.7. Meyan bitkisinde Mn elementi miktarının illere göre karşılaştırması.....	36
Tablo 4.8. Meyan bitkisinde Ba elementi miktarının illere göre karşılaştırması.....	37
Tablo 4.9. Meyan bitkisinde K elementi miktarının illere göre karşılaştırması	38
Tablo 4.10. Meyan bitkisinde Na elementi miktarının illere göre karşılaştırması.....	39
Tablo 4.11. Meyan bitkisinde Zn elementi miktarının illere göre karşılaştırması.....	40
Tablo 4.12. Meyan bitkisinde Fe elementi miktarının illere göre karşılaştırması	41
Tablo 4.13. Meyan bitkisinde P elementi miktarının illere göre karşılaştırması	42
Tablo 4.14. Meyan bitkisinde Cu elementi miktarının illere göre karşılaştırması.....	43
Tablo 4.15. Meyan bitkisinde Ni elementi miktarının illere göre karşılaştırması	44
Tablo 4.16. Meyan bitkisinde Va elementi miktarının illere göre karşılaştırması.....	45

GRAFİKLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Grafik 4.1. Bitkilerdeki eser elementlerin ortalamaları (ppm)	29
Grafik 4.2. Kadmiyum (Cd) elementinin illere göre durumu.....	31
Grafik 4.3. Kurşun (Pb) elementinin illere göre durumu	32
Grafik 4.4. Kalsiyum (Ca) elementinin illere göre durumu	33
Grafik 4.5. Magnezyum (Ca) elementinin illere göre durumu.....	34
Grafik 4.6. Krom (Cr) elementinin illere göre durumu	35
Grafik 4.7. Mangan (Mn) elementinin illere göre durumu.....	36
Grafik 4.8. Baryum (Ba) elementinin illere göre durumu	37
Grafik 4.9. Potasyum (K) elementinin illere göre durumu.....	38
Grafik 4.10. Sodyum (Na) elementinin illere göre durumu	39
Grafik 4.11. Çinko (Zn) elementinin illere göre durumu	40
Grafik 4.12. Demir (Fe) elementinin illere göre durumu	41
Grafik 4.13. Fosfor (P) elementinin illere göre durumu.....	42
Grafik 4.14. Bakır (Cu) elementinin illere göre durumu.....	43
Grafik 4.15. Nikel (Ni) elementinin illere göre durumu	44
Grafik 4.16. Vanadyum (Va) elementinin illere göre durumu	45

KISALTMALAR

AAS	: Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
AES	: Atomik Emisyon Spektroskopisi
⁰ C	: Santigrat Derece
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
ICP-OES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektroskopisi
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometri
mL	: Mililitre
N	: Normalite
mM	: Milimolar
ppm	: mg/kg, mg/L, µg/mL, µg/g
ppb	: µg/kg , µg/L
UV	: Ultra Viyole
n	: Analizi Yapılan Çözelti Sayısı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Türkiye’de hızla artan şehir nüfusu ve şehir merkezlerinde yoğunlaşan ekonomik aktiviteler neticesinde su, hava, toprak ve bitkilerde ciddi kirlenmeler ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’de evsel ve endüstriyel atıklar çoğunlukla herhangi bir arıtma yapılmaksızın tarımsal alanlarda sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Kirli su kaynakları ile yapılan tarımsal sulamalardan dolayı toprak verimliliği ve bitki kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir.

Canlı bünyesine alınan toksik maddelerin önemli bir bölümünün besinler yolu ile alındığı dikkate alınacak olursa, tüketilen besinlerin metal içeriklerinin tespit edilmesi koruyucu sağlık açısından ne denli önemli olduğu daha iyi anlaşılır. Evsel ve endüstriyel atıklar yalnızca su ortamlarına değil, yakın ve uzak çevre ile birlikte ekosisteme zarar veren kirleticilerdir. Bu atıkların çevresel etkileri yüzyıllar boyunca devam edebilecek olan ağır metal kirlenmelerine yol açmaktadır [1].

Hızlı nüfus artışı ve sanayileşme ile birlikte insan sağlığına zarar veren maddelerin yoğunluğunda önemli bir artış gerçekleşmiştir. Bu nedenle toprak, su, hava ve bitkilerde insan sağlığı açısından önem arz eden elementlerin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda önemli artış gerçekleşmiştir.

Bitkiler insanlık tarihinin başlangıcından itibaren tedavi edici olarak kullanılmaktadır. Nesiller boyu günümüze kadar, deneme ve yanılgılar hangi bitkilerin hangi hastalıkların tedavisinde kullanılacağı tespit edilmiştir [2].

Türkiye bulunduğu coğrafi konum ve sahip olduğu iklim nedeniyle bitki çeşitliliği açısından oldukça önemli bir yerdedir.

Bu çalışmanın amacı Diyarbakır yöresinde doğal olarak yetişen meyan (*Glycyrrhiza glabra*) bitkisinde bazı eser elementleri spektroskopik yöntemler ile tayin edilmesi hedef alınmıştır. Bitki örneklerindeki eser elementlerin tayini için İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrofotometresi (ICP-OES) ve İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Kütle Spektrofotometresi (ICP-MS) kullanıldı. Ayrıca eser elementlerin tayini için kapalı ortamda mikrodalga ile çözünürleştirme yöntemi kullanıldı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra*)

2.1.1. Meyan Kökünün Tarihçesi

Tedavi edici özelliği nedeniyle meyan kökü tıpta 3 bin yıldan beri tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Çinliler M.Ö. 2800 yıllarından beri, Yunanlıların ise M.Ö. 400'den beri kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra Sümerler ve Mısırlar tarafından o zaman için bilinen meyan kökü İngiltere'ye götürülmüştür. Romalı hekim Alexander 6. Yüzyılda tıpta meyan balının oldukça yoğun bir şekilde kullanıldığını belirtmiştir [3].

Meyan Kökünün (rizomun) esas maddesini *Glycrrhizin* adı verilen bir glikozit oluşturmaktadır. Söz konusu bu kimyasalın, günümüzde kullanılmakta olan birden fazla ilacın içeriğini oluşturmaktadır. Bu bitkinin yani meyanın ekstraktı, geniş bir alan da alkol, tütün, şarap, bira ve şekerleme sanayinde kullanılmaktadır [4].

Hititler (M.Ö.1500) döneminde tüketilen bitki menşei ilaçlar içinde Meyan bitkisinin kökü de bulunmaktadır. Hititler döneminden beri Anadolu da Meyan kökünden ilaç elde edilmeye, Doğudaki ve Batıdaki ülkelere satışları yapılan çok önemli ilaçlar arasında yer almakta idi [5].

Sümerlere ve Hititlere ait tarihi belge ve yazıtlar da, meyan bitkisi kökünden farklı yerlerde kullanılması kayıt altındadır. Her hastalığa ilaç ve özellikle panzehir olarak çok uzun seneler Çinliler tarafından kullanıldığı ve bu durum günümüzde de devam etmekte olan ilaçların bileşimine giren ilaçlardan bir tanesidir [5].

Seyahatnamesinde Evliya Çelebi meyan öğütüp bir gece suda beklettikten sonra elde edilen şerbetinin çeşitli hastalıklara iyi geldiğini yazmıştır [6]. Eski Mezopotamya Kodeksinde kayıtlara girmiş birçok ilaç arasında meyan kökü de bulunmaktadır. Eski İran'da süs olarak bilinirdi. Eski Yunanlılar ise dışardan yara tedavisinde, içerden ise göğüs hastalıkları tedavisinde kullanmıştır [6]. Eski Roma'da Materia Medica kitabının yazarı Dioscorides (M.S. I. yüzyıl), hem meyan kökünden hem de içeriğinden bahsetmiştir. Ayrıca meyan balını boğaz yaraları için kullanmıştır. Major ise, "Theophraste'in Enquiry Into Plants" eserinde meyan kökünü astım, kuru öksürüğe karşı kullanıldığı yazmıştır [7].

Meyan kökü en çok orta çağda kullanılmıştır. Ortaçağın ünlü islam düşünürlerinde Abu Yusuf Yakub İbn İshak Al-kindî'nin (800-870), "Grabadhin" adlı eserinde, meyan

kökünden söz etmiştir. Orta Fırat ve Babil’de de “Akaçta Shusha” olarak adlandırılmıştır ve yaygın olarak da yetişmektedir. İdrar yolları ve mide tedavisinde kullanılmaktadır [8].

Askeri amaçlı ilk kullanımı ise Roma İmparatorluğu zamanında Büyük İskender’in yaptığı Seferlerde, askerin susuzluğunu gidermek için kullanılmıştır [9]. Sultan III. Mehmet için hazırlanan “Terkib-i Sahi” nin içinde bulunan 6 ilaç dan biride meyan balıdır. 1873 yılında hekimbaşının aldığı kayıtlarda bu açıkça belirtilmiştir [10].

2.1.1. Meyan Kökü Genel Özellikleri

Baklagiller (Fabaceae) ailesinin bir üyesidir. Yüksekliği 1m’ye ulaşsa da genellikle 30-60cm’dir. Tüysü yapraklara sahiptir. Yapraklar 5-9 yaprakçıktan oluşur ve birleşiktir. Kış aylarında yapraklarını döker. Mavimsi mor renkte çiçeklidir. Çiçeklerin uzunluğu 5-15cm arasında değişmektedir. Çiçekler yaprakların altında kümeler biçimindedir. Çok yıllık bir bitkidir. Haziran ve Temmuz ayında çiçek açmaktadırlar. Meyveleri badıç olarak adlandırılmaktadır. Meyveleri 7-10 cm uzunluğunda olup üzeri çıplak veya tüylüdür. Lakin dikenli değildir. Çıplak meyveli olanları “glabra”, tüyleri bulunanları ise “glandulifera” olarak adlandırılır. Kökleri 05-2,5cm çapında olup silindir biçimindedir[5]. Bikinın kullanılan kısmını kökleri (*Liquiritiae radix*) ve köklerinin kaynatılıp suyunun uçurulmasıyla elde edilen konsantre sulu ekstresi (*Liquiritiae succus*) oluşturmaktadır. Avrupa piyasasında köklerin kabuğu soyulmuş (*Radix Liquiritiae mundata*) ve kabuğu soyulmamış (*Radix Liquiritiae naturalis*) olarak kullanılan iki farklı drog şeklinde meyan kökü bulunmaktadır. Kabuğu soyulmamış drog ülkemizde elde edilememektedir. Soyulmamış olanların dış kısmı ise esmerdir. Kokusu özel, tadı önce tatlı ve sonra acımsıdır. Sonbaharda topraktan çıkarılan kök ve rizomlar temizlenip kurutularak drog elde edilir. Başlıca anatomik karakterleri arasında geniş kambiyum, geniş öz kolları ve bol nişasta etrafındaki billur dizileriyle sklerankima demetleridir [11].



Şekil 2.1. Meyan bitkisi ve çiçeği [12].



Şekil 2.2. Meyan kökü.

Genellikle dere ve nehir kenarındaki kumluklar da yetişmektedir. Yayılışları ise; Güney Avrupa (Doğu Akdeniz, İtalya ve İspanya) ülkelerinde, İran, Rusya, Kafkaslar, Anadolu, Kuzey Irak, Afganistan, Türkmenistan, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri'nin bazı bölgelerinde yetişmektedir.

Dünya üzerinde yayılış gösteren oniki meyan çeşidi olduğu bildirilmektedir. Türkiye de ise Meyan kökü bitkisinin altı farklı çeşidi ve bunlardan birine ait iki varyete vardır. Yetişen bu türler ise;

- *Glycyrrhiza iconica* Hub.-Mor. (Endemik-Konya ve çevresi)
- *G. flavecens* Boiss.(Endemik-Mersin – Adana)
- *G. asymetrica* Hub.-Mor. (Endemik-Antalya ve çevresi)
- *G. aspera* Pall. (Kahramanmaraş ve çevresi)
- *G. Echinata* L.'dır [13].

Bunların arasında en yaygın olanı *G. Echinata* olup meyveleri küremsi topluluklar oluşturur. Legümenin üzerinde bulunan dikenlerle kolayca ayırt edilir. Kökleri acı ve lezzetli olmasından dolayı kullanılmaz [14].

Buna ait bazı varyeteleri vardır. Bunlar ise; *Glycyrrhiza glabra* L. var. *glandulifera* . Boiss., *G. glabra* L. var. *glabra*, *G. glabra* var. *Violacea* [15].

2.1.3. Meyan Kökünün Biyokimyasal Özellikleri

Meyan kökü nişasta, şekerler, zambak, rezin ve flavon türevlerinden oluşmaktadır [5]. Yapısında 30'dan fazla flavon glikoziti bulunur. Meyan kökünün sarı rengini flavonoidler ve isoflavonoidler oluştururlar [16].

Bunlar:

- Liquiritin (Temel flavonoid)
- İsoliquiritin
- Liquiritigenin
- Rhamnoliquiritin
- Neoliquiritin
- Licoflavonol
- Licoisoflavonlar A ve B
- Licoisoflavon
- Formononetin glabrol
- Glabrol
- Glisarin
- Glabidin
- Glabrene
- 3-hydroxyglabrol
- 4'-O-methylglabridin
- 3'-methoxyglabradin
- Formononetin
- Phaseocollinisoflavan
- Hispaglabridin A ve B'dir [17].

Glabridin, hispaglabridin A ve B, 4'-O-methylglabridin 3'methoxyglabradin, 3-hydroxy-4'-O-methylglabridin, Isoprenylchalcone, Isoliquiritigenin ve formononetin meyan kökünün biyoaktif içerikleri olup antioksidatif aktiviteye sahiptirler [18].

İsoflavanlar, düşük dansiteli lipoprotein (LDL) oksidasyonuna karşı antioksidan olarak görev yaparlar [18-21].

Hispaglabridin A ve 3-hydroxy-4'-O-methylglabridin peroksidasyonu güçlü bir şekilde inhibe eder. NADPH-bağılı peroksidasyonu önlemede en etkili 3-hydroxy-4'-O-methylglabridin'dir. Bunun yanında mitokondrial solunum enzim aktivitelerini yine NADPH-bağılı peroksidasyon hasarından korur [6].

Meyan kökünün ihtiva ettiği diğer bileşikler ise; saponinler, kumarinler, steroller, kolinler, ligninler, gum, biyotin, folik asit, inositol, lesitin, östrojenik maddeler, pantotenik asit, para-amino benzoik asit, pentasiklik terpetenler, protein, şeker, sarı boya, B1,B2,B3,B6 ve E vitaminleridir [22-24].

2.1.4. Meyan Kökü Faydaları ve Kullanımı

İçeriğinde bulunan flavonoidlerin antioksidan oluşturan yapısının yanında glyclerrhizik asit ise şekerden elli kat daha tatlı olmasını sağlar [25], [26]. Yapılan çalışmalarda meyan kökünde bulunan flavonoidlerin antioksiditesinin diğer flavonlara göre daha çok olduğu saptanmıştır. Çin Bilim Akademisi ve Huhehot'taki Mongolian Medikal Kolejindekinki bilim adamlarının kullandıkları çeşitli testler sonucunda meyan kökündeki flavonoidlerinin antioksiditesinin E vitamininden 100 kat daha güçlüdür. Serbest oksijen radikalleri kirliliğinin test edilmesi için yapılan çalışmada 2,58mg/mL meyan kökündeki flavonoidlerin E vitaminin 258mg/mL dozundan daha fazla serbest oksijen radikali temizlediği bulunmuştur [26-27].

Meyan kökü ilaç sanayisinde önemli hammaddelerin başında gelmektedir. Bu ülkeler arasında birinci sırada Çin bulunurken onu Japonya takip etmektedir. Meyan kökünde bulunan glabridin ve glabren *Helicobacter pylori* gelişmesini engellemektedir [28-29]. Bileşenleri antiülserojenik etki göstermektedir [30]. Glabradin izaflavan kökenli olup LDL oksidasyonunu antioksidatif etkisiyle önlemektedir [31].

Meyan kökünün tıpta;

- Anti-alerjik
- Anti-bakteriyel
- Anti-mutajen
- Antioksidan
- Anti-viral
- Adrenal-modulator
- İnflamasyonlu iki doku arasında lökositlerin hareketlerini arttırıcı, yatıştırıcı, tatlandırıcı, karaciğer koruyucu, immun sistem uyarıcı olarak kullanılır [32], [33].

Ayrıca halk arasındada bir çok hastalığa ve ağrıya karşı kullanılmaktadır. Bunlar ise;

- Diş ağrısı,
- Mide,
- Böbrek,
- Boğaz ağrısı,
- Mesane hastalıklarında,
- Kolesterol,
- Öksürük,
- Deri hastalıklarında,
- Ses kısıklığı,
- Ateşli hastalıklar kullanılmaktadır [34].

Meyan bitkisinin kökleri halk arasında kabuğu soyularak ya da soyulmadan kurutularak kullanılır.

2.2. Eser Elementler

Eser element, canlı organizmada az miktarda bulunan ve aynı zamanda belirli standartların altında veya üstünde olmaları durumunda çeşitli hastalıklara sebep olan elementlere denir. Çok farklı konsantrasyonlarını tanımlamak zor da olsa, çok zor tayin edilebilen konsantrasyonları izah etmek maksadıyla ‘eser’ tanımı kullanılmaktadır [35].

Analiz işlemlerinde derişim içinde tayin edilen bileşenler çok geniş bir aralığa yayılır. Numunenin %1-100’ünü oluşturan maddeler bileşenlerdir. İçerisinde yer aldığı örneğin %0,01-1’i “tali bileşenler”; %0,01 (1 ppm -10² ppm) aralığındakiler ise “eser bileşenler”dir. Örnekte de 1 ppb’den daha düşük olan bileşenler ise ultra eser bileşenlerdir.

Analizleri tasnif etmek örnek miktarına göre olmaktadır. Analizlerde kullanılan örnek miktarı 0,1g'ı fazla ise makro analiz, 0,01-0,1g aralığı için yarı-mikro analiz, 10^{-4} - 10^{-2} g aralığı için mikro analiz, 10^{-4} g'dan daha az örnekler için ise ultra-mikro analiz olarak isimlendirirler [36] .

2.2.1. Eser Elementlerin Çevreye Etkisi

Globalleşen dünya beraberinde çevre ve gıda kirliliğini getirir. Kirliliğin temelinde ise evsel ve sanayi atıklarındaki toksik metaller gelir. Bu toksik metallere maruz kalan bitkilerde ağır metal kirliliği gittikçe yayılmaktadır. Gelişmiş ülkeler, ağır metal kirliliğinin önüne geçebilmek ve yeniden rehabilite edebilmeye önemli bütçeler ayırmaktadır. Atık sulara bırakılan ağır metallere maruz kalan çevre ve canlılarda telafisi olmayan zararlara sebebiyet verir. Bunu engelleyebilmenin yolu bunları bilmekle mümkündür.

2.2.2. Eser Elementlerin Canlılar Üzerindeki Etkisi

Doğada kirlilik sonucunda oluşan metal birikimesi ve sebepleri çevreye ait çok önemli sorunlar doğurmaktadır. Bu elementlerin çoğunluğu canlı ortamlarda birikime gösterir. Bu birikime tek bir metal içinde gıda halkasının farklı kademeleriyle farklı ön deriştirme faktörüyle ortaya çıkar. Bu kirlenmiş ortamlar ve ortamdan geçen canlı bünyelerinde yoğunlaşmasıyla ciddi hastalıklar hatta ölümlerle sonuçlanabilmektedir [37]. Su ve havaya göre toprağın biriktirme kapasitesi daha yüksektir. Bu nedenle kirli sularla yapılan tarım sonucu gıda zinciri ile hayvan ve insan sağlığını tehdit eder boyutlara ulaşır.

2.2.3. Tayin Edilen Metallerin Özellikleri ve Toksik Etkileri

Bitkiler tarafından çok az kullanılan besin elementleri demir, mangan bakır ve çinkodur. Bu elementler mikro, minör yada eser elementler olarak isimlendirilirler. Az kullanımları önem derecesinden kaynaklanmamaktadır. Makro elementler kadar gerekli ve önem arzetmektedirler. Çoğu toprak demir ve mangan haricinde yeterli mikro elementi içermektedir. Çok düşük miktarda alımlarına karşın uzunca seneler gerçekleştirilen tarım sonucu önemli bir azalma olur. Mikro elementlerin noksanlığı sorunu yaşanan toprak çeşitleri ise; kumlu, organik ve kuvvetli alkalın topraklardır. Mikro element

yoksunluğunun sebebi ise; kumlu ve organik topraklarda az olması ve kuvvetli bazik topraklarda ise bu elementlerin düşük olmasıdır [38].

Toksik özellik taşıyan metallerin canlılar üzerinde rollerinin ortaya çıkarılması için bu elementlerin özelliklerinin ortaya konulması gereklidir.

Diyarbakır yöresinde doğal olarak yetişen Meyan Kökü (*Glycyrhiza glabra*) bitkisinde spektroskopik tayin sonucunda birçok eser element bulunmaktadır.

2.2.3.1. Bakır (Cu)

Vücutsal fonksiyonlar için önem taşıyan bakırın özellikle saçın, derinin esnek olan yerlerine, bazı iç organların ve kemiğin esas yapı taşıdır. Yetişkin bir bireyde 50-120mg bulunan bakır, aminoasit, vitaminler ve yağ asitlerinin yapı taşıdır [39]. Günlük minimum 2-4 mg alınması gerekmektedir. Bebek ve çocuklarda bu gereksinim ise; 0,05 mg/kg'dır. Pelifenolaz enzimin yapısında bulunmaktadır. Kuvvetli bir pro-oksidanttır. Askorbik asitin ve sıvı yağların oksitlenmesinde katalizör görevi üstlenir. Demir elementinin görevini yerine getirmesinde aktivatör rolü oynar [40, 41].

Yetersizliğinde; canlılar da gelişme bozukluğu, büyüme, kemik erimesi, solunum sistemi enfeksiyonları, saçın ve derinin renginin değişmesi ve anemi gözlenir. Eklemlerdeki kireçleme ve romatizma tedavisinde bakır bilezikler kullanılır [39]. Fazla alınımında ise; toksik etki ortaya çıkar, birçok enzimin çalışmaları engelenir [40-41].

2.2.3.2. Çinko (Zn)

Hava su ve toprakta doğal olarak bulunmaktadır. Çinko bazı enzim ve hormonların bileşiminde bulunur ve bunların çalışmalarını etkiler. Çinko DNA ve RNA sentezinde rol almakta olup, hücrelerin ve dokuların yenilenmesinde görev almaktadır [40]. Yiyeceklerde ve içilen sularda insanların çeşitli faaliyetleri sonucunda çinko içeriği artmaktadır. Bu artış kömür ve atık madde yakılması, demir-çelik işletme sanayisi ve madencilik kaynaklıdır. Kullanım alanları ise; metal ve çeliği galvanizlemede, çinko oksit boya maddesi olarak plastiklerde, kozmetik sanayinde, duvar kâğıdı, yazıcı mürekkepleri, fotokopi, kauçuk sanayi, seramik ve gübrede kullanılır. Tıbbi amaçlı olarak ise çinko oksit kullanılmaktadır. Tıbbi amacı ise kaş ve deri yaşlanmasını engelleme amaçlıdır [42].

Yetersizliğinde; karboksil peptidaz, karbonik anhidraz ve alkol dehidrogenaz enzimlerinin değişik organlarda azaldığı saptanmıştır [40]. İnsan vücudunda tat ve koku kaybı, iştahsızlık, yara iyileşmesinde gecikme, bağışıklık sisteminde zayıflama, deri sorunları ve bebeklerde doğum esnası ve sonrasında sorunlara sebep olur. Fazla alınımında ise; bağışıklık sistemi aktivitesi ve iştah azalması, deride hassasiyet, kolesterol yükselmesi, ishal, karın ağrısı, yaraların geç iyileşmesi ve sindirim sistemi rahatsızlıklarına sebep olur [42].

2.2.3.3. Baryum (Ba)

Doğal olarak doğada bulunma yüzdesi oldukça düşüktür. Fındık, fıstık, balık, deniz yosunu ve bazı bitkilerde yüksek oranda bulunur. Doğal ortamda sularda ve gıdalarda bulunan baryum bir sağlık riskine neden olacak seviyede değildir.

Baryum açısından risk grubunu ise baryum sektöründe çalışan kişilerde gözlenmektedir. Soludukları havada bulunan baryum sülfat veya baryum karbonat sağlık sorunları yaşanmasına yol açar. Tehlikeli atık bölgeleri de içerdikleri baryumla buralara yakın yaşayan, buradaki havayı soluyan ve bu bölgede yetişen bitkilerin yenmesiyle de baryuma maruz kalınabilir. Bunun yanı sıra ten temasıyla da maruz kalma gözlenir. Sağlık sorunları yaşanabilmesi suda çözünübilirliğe bağlı olarak değişir.

Suda çözünen baryumun fazla alınması sonucunda ise; felç ve hatta bazı durumlarda ölüm bile meydana gelebilir. Ayrıca baryumun fazla alınımı kansere sebebiyet verdiği gözlenmiştir. Eksik alınımında ise; kan basıncının artması, kalp ritminde değişim, nefes alıp verme zorluğu, kas güçsüzlüğü, mide tahrişi, beyin ve karaciğerde şişkinlik, sinir reflekslerinde değişim, böbrek ve kalp rahatsızlıkları olabilmektedir [43] .

İnsan beslenmesinde gerekli olan maddeler arasında yer almamaktadır. Baryum sülfat gibi suda erimeyen şekilleri oldukça zor absorbe olur ve çok az toksik etkiye sahiptir. Suda eriyebilen baryum tuzları kolay emilmektedir. Normal olarak gıdalarda çok az miktarda baryum absorbe olur. Emilen baryumun büyük miktarı kemiklerde toplanmakta ise de böbrek, karaciğer ve kalpte de tespit edilmiştir. Vücut içerisinde izlemiş olduğu yol kalsiyuma benzemektedir. Fakat kalsiyuma kıyasla daha hızlı bir şekilde atılır [44].

2.2.3.4. Demir (Fe)

Doğada diğer elementlere nazaran daha yüksek bulunurken element halinde bulunmaz. Demire sadece meteronların yapısında rastlanır. Bileşikleri yaygın olarak doğada bulunur. Bu bileşikler ise; oksit, karbonat ve sülfürdür. Toprağa deniz, akarsular ve göllerle taşınmaktadır. Endüstriyel atıklarda kirletici kaynakları oluşturmaktadır [45]. Kırmızı kan hücrelerinin yapısında bulunan hemoglobinin fonksiyonel bir parçasını oluşturması bakımından önemlidir [46]. Kadınlarda 2,45 gr, erkeklerde 3,45 gr bulunan demirin %60-70'i hemoglobin içinde, %15-30'u karaciğer, dalak ve kemik iliğinde, %10-12'si kaslarda miyoglobin içinde ve enzimlerde depolanmıştır [47].

Eksikliğinde; anemi gözlenir. Başlıca belirtileri dikkatsizlik, yorgunluk, çaba harcamınca kalp çarpıntısı, bazen ağrılı dil, dudak kenarlarında çatlaklar, yutma güçlüğü, konkav tırnaklardır. Çocuklarda iştahsızlık, yavaş büyüme ve enfeksiyona dirençsizlik de görülür. Demir eksikliğinden kaynaklanan anemide mide ve bağırsak yolunda anomaliler görülür. Bunlardan biri mide asidi azlığıdır. Kısacası, demir eksikliği mide asidinin azalmasına ve bedende yetersiz demir emilimine yol açtığı gibi, bu iki rahatsızlık da demir anemisine neden olabilir [48].

2.2.3.5. Kadmiyum (Cd)

Toksik bir metal olan kadmiyum en saf halde bile çinko ile karışık olarak bulunur. Bu element vücuda alındıktan sonra kolay bir şekilde uzaklaştırılmaz. Toksik etkisini genel olarak enzim sistemlerinde çinko ile yer değiştirerek bu sistemleri çalışmaz duruma getirerek gösterir [49]. İnsanlarda kadmiyumun esas biriktiği yer böbrek korteksidir. Bu yüzden kadmiyum zehirlenmelerinde proteinüri, glukozüri ve aminoasidoüri daima bulunmaktadır.

2.2.3.6. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum vücudun hemen hemen bütün fonksiyonlarında iyonize bir şekilde reaksiyonlarda, kasların kasılmasında, kanın pıhtılaşmasında yahut kompakt bir şekilde kemiklerin ve dişlerin yapısında önemli rollere sahip olan oldukça önemli yaşamsal bir maddedir. Tüm bireylerin günlük olarak belirli miktarlarda kalsiyum alması

gerekmektedir. Özellikle kemik yapımının hızlı bir şekilde devam ettiği ergenlik döneminde, gebelik döneminde, kadınlarda emzirme döneminde ve kemik yapılarının nispeten hızlı bir şekilde erime tehlikesinin arttığı menopoza döneminde bedenin kalsiyum dengesinin korunması son derece önemlidir. Günlük olarak 2,5g dolayında kalsiyum alanlarda herhangi bir yan etki gözlenmez iken daha yüksek dozlarda kalsiyum alanlarda demir, çinko ve diğer gerekli minerallerin emiliminin azalmasına bağlı yan etkiler gözlenmiştir [50], [51].

2.2.3.7. Kobalt (Co)

Kobalt temel bir iz elementtir fakat B12 vitamini ile birlikte verilmesi halinde fizyolojik olarak olumlu etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle de en iyi kaynakların hayvansal yiyecekler olduğu söylenebilir. Hayvanlarda intestinal florada bakteriler tarafından da sentezlenirler. Kobalt havadan solunum yoluyla, içme suları ve diyet yoluyla organizma tarafından alınır. Aşırı miktarda kobalt alınması halinde ise kandaki alüvyar miktarında önemli oranda artmalar saptanmıştır [49].

2.2.3.8. Krom (Cr)

Krom, dünyada en fazla bulunan yedinci elementtir [52]. İnsan vücudunda kromun kullanılabilmesi için B3 vitamini (nikotinik asit) ile ve üç spesifik aminoasitle bileşim oluşturduğu bir molekül formunda olmalıdır. Buna glikoz tolerans faktörü adı verilmektedir. Kromun kan şekerini regülasyonunda etkili olduğu bilinmektedir. Vücutta kromun belirli bir düzeyin altına düşmesi halinde eksiklik belirtileri ortaya çıkmakta ve kan şekeri düzeyinin denetimi azalarak bazı kronik dejeneratif bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Elementel Cr, Cr (III) ve Cr (IV) olmak üzere üç temel formda bulunabilen krom bileşikleri tatsız ve kokusuzdur. Yalnızca Cr (III) bileşikleri vücut için diyetle eser miktarlarda alınması gerekli olan elementlerdir. Krom bileşiklerinin bu üç formunun yüksek oranlarda alınması halinde toksik etkiler görülebilir. Uzun süre yüksek ve orta düzeylerde maruz kalınması halinde burun kanaması ve yaraları, akciğer hasarı ve kanser dışındaki akciğer hastalıklarında artışa yol açabilir. Sindirim yolu ile yüksek seviyelerde alınması halinde mide şikayetleri ve ülser, böbrek ve karaciğer hastalıklarına, hatta ölüme yol açabilir. Cilde temas etmesi halinde cilt ülserlerine neden olabilir. Aynı zamanda ciltte

alerjik reaksiyonlara da neden olabilir. Bazı Cr (IV) bileşiklerinin akciğer kanserine yol açtıkları bilinmektedir [53].

2.2.3.9. Kurşun (Pb)

Doğada az miktarlarda ancak her yerde bulunabilen, mavimsi-gümüş grisi renginde bir ağır metaldir. İnorganik ve organik formları bulunmakta olup organik kurşun bileşiği, petrol yapısına eklenen formdur. Kurşun yıllar boyunca birçok kullanım alanı olan yumuşak bir metaldir. İnsan sağlığına en fazla zarar veren dört metalin dışındadır. İnsan vücuduna gıdalardan (%65), sudan (%20) ve havadan (%15) girebilir. Meyve, sebze, et, tahıllar, deniz ürünleri, alkolsüz içecekler ve şarap gibi gıdalar önemli oranlarda kurşun içerirler. Sigara dumanında da az miktarda kurşun bulunmaktadır. Kurşun çok sayıda istenmeyen etkiye yol açabilir [54] :

2.2.3.10. Magnezyum (Mg)

Magnezyum, sinir sisteminin ve kasların gevşemesini sağlayan önemli bir mineraldir. Bunun yanı sıra kemik ve dişleri güçlendirme, adet öncesi sendrom belirtilerini hafifletme, kalp kasları ve sindirim sistemini rahatlatma gibi önemli fonksiyonlara da sahiptir. Aynı zamanda kandaki şekerin enerjiye dönüştürülmesinde önemli bir paya sahiptir. Gebelik döneminde yüksek tansiyonu engelleme konusunda da oldukça etkili bir mineraldir. Çok sayıda metabolik işlem için, özellikle de sodyum, potasyum ve kalsiyumun hücre zarında doğru bir şekilde yayılımını sağlayan hücrel pompalar için gereklidir [55].

2.2.3.11. Mangan (Mn)

İnsan vücudunda yaklaşık olarak 10-40mg Mn bulunmaktadır. Mangan vücutta değişik yoğunluklarda olmak üzere kemikte, yumuşak dokularda, hipofiz bezinde, karaciğer ve böbrekte bulunur. Ceninin dölyatağında gelişebilmesi, normal kıkırdak dokusu ve sinir dokusunun işlevini yapabilmesi için gereklidir. Aynı zamanda aminoasit ve karbonhidrat metabolizmaları için de oldukça önemli bir elementtir. Mn eksikliğinde büyüme geriliği, iskelet bozuklukları ve üreme bozuklukları gibi durumlar ortaya

ıkabilmektedir. Vücutta fazla oranda Mn birikmesi neticesinde ise nörolojik bozukluklar ve hormon bozuklukları görülmektedir [56].

2.2.3.12. Molibden (Mo)

İnsan ve hayvanlar için esansiyel bir eser elemen olan molibden, 1782 yılında keşfedilmesine karşın biyolojik özellikleri 1938 yılında incelenmeye başlanmıştır. İngiltere’de belli bölgelerde samanın fazla miktarda alınması sonucu ortaya çıkan zayıflatıcı bir hastalık olarak bilinen “scouring” hastalığı ile başlamış ve bakır sülfatın yüksek olduğu dağlarda Cu ile Mo arasındaki etkileşim nedeniyle bakır zehirlenmesine karşı koruduğu ve tedavi ettiği düşüncesi ile daha da popüler hale gelmiştir [57].

Mo’nun biyolojik fonksiyonları genellikle Cu metabolizması ile ilişkilidir [58],[59]. Bakır ile ilişkili olamayan fonksiyonlarının en önemlileri; xanthine oksidaz, aldehid oksidaz ve sülfid oksidaz enzimlerinin yapısına [60] , aynı zamanda sitokrom C ile xanthin oksidaz reaksiyonuna ve aldehid oksidaz ile sitokrom C’nin indirgenme reaksiyonuna katıldığı kaydedilmektedir.

Mo, en çok kemik ve karaciğerde bulunmaktadır, bunun yanı sıra tüm vdut doku ve sıvılarında az miktarda bulunur ve vücutta depolanması azdır. Dokulardaki Mo seviyesi rasyondaki protein, demir, çinko, kurşun, askorbik asit ve alfa tokoferal tarafından etkilenmektedir [61] .

Mo hızlı bir şekilde emildiği gibi hızlı bir şekilde özellikle de idrar ve safra aracılığı ile atılabilmektedir [62], [63] . Ruminantlar tarafından Mo’nun atılımı hem rasyondaki hem de gastrointestinal sistemdeki dozu ile alakalıdır [64] .

Mo fazlalığı (10mg/g) genellikle Cu yetersizliğine neden olduğu için Cu yetersizliği semptomlarının oluşmasına neden olmaktadır [62] .

2.2.3.13. Nikel (Ni)

Nikel gümüş rengine, doğada silikat, sülfid veya arsenit cevherleri ile birlikte bulunmaktadır. Nikel bileşiklerinin her bir formu fiziksel özellikler göstermektedir. Suda znen nikel tuzları klorit, sülfat ve nitrat tuzlarıdır. Nikel karbonil bileşikleri oldukça kararsız bir yapıya sahip olmaları sebebiyle hızlı bir şekilde bozunurlar ve doğada bulunmazlar [65] .

Nikelin organizmada 10mg kadar bulunduğu düşünölmektedir. Dağılımın yüksek olduğu yerler deri ve kemik, özellikle de kemik iliğidir. Bunun yanı sıra diyet ile alımından en fazla karaciğer ve kaslar etkilenmektedir. Plazmada nikel konsantrasyonu 1,1-1,6µg/L'dir. Diyet ile alımda emilin yalnızca %3 kadar olduğu için en büyük atılım dışkı yoluyla olur.

Hamilelikte emilim azaldığı için, hamilelerin serum düzeylerinin düşük olduğu bildirilmiştir. Nikelin hem insan hem de hayvan metabolizmasındaki fizyolojik rolü çok nemlidir. Tavşanlarda ve köpek barsak dışındaki dokularda bulunan Nikel, insülin hormonunun kan şekerini düşürme etkisini artırmaktadır. Büyük dozlardaki Ni ise yağ metabolizmasını değıştirir. İnsanlarda ise adrenalinin kan basıncını yükseltme etkisine karşı bir panzehir olarak çalışmaktadır [49].

2.2.3.14. Potasyum (K)

Bitkilerin büyüme ve gelişme dönemleri boyunca topraktan en çok aldıkları elementlerden birisi potasyumdur. Potasyum bitki bünyesinde karbonhidrat ve protein sentezi, meristematik gelişme, fotosentez, su rejimi, hormon aktivitesi ve enzim aktivasyonu gibi çok sayıda fizyolojik ve metabolik olaya katılmaktadır. Aynı zamanda bitki bünyesinde lignifikasyonu ve silifikasyonu artırıcı özelliğe sahiptir [66]. Bu yüzden bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direncini artırmakta, parazit gelişimini ve zararını azaltabilmektedir. Potasyum eksikliğinde karbonhidrat metabolizması bozulmakta, yapsak ve sapların dışı bakan hücrelerinin yapısında selüloz ve lignin miktarı ve kutikula tabakasının kalınlığı azalmaktadır [67] .

2.2.3.15. Selenyum (Se)

Selenyum insan sağlığı için esansiyel besin olarak bilinen bir eser elementtir. İlk olarak 1878 yılında Jons Jacob Berzelius tarafından keşfedilmiştir. Kimyasal özellikleri kükürte çok benzeyen, kırmızı toz, kırmızı kristaller, koyu kahverengi yosun ve gümüş griliği gibi çok sayıda allotropik formda bulunabilen, yüksek dozlarda Toksik etkiye sahip olan en güçlü beslenme ajanlarındanr. İnsan vücudunda az miktarda gereksinim duyulmaktadır. Özellikle böbrekler, karaciğer ve dalakta olmakla birlikte tüm hücrelerde mevcuttur. E vitamini ile beraber alınması halinde daha etkilidir. En önemli selenyum

kaynakları bitkilerdir. Tahıl tüketen hayvanlar gibi bazı et ve deniz besinlerinde de selenyum bulunmaktadır [68] .

2.2.3.16. Sodyum (Na)

Sodyum besinlerde doğal olarak bulunan bir mineraldir. Hücre dışı sıvının başlıca katyonu olup vücuttaki sodyumun yaklaşık %60'ı hücre dışı sıvıda bulunur. Bununla birlikte %30-40'i kemik kristallerinin yüzeyinde bulunur ve gerektiği zaman hızla çözünerek kana karışır. Geri kalan yaklaşık %10'luk sodyum ise plazmada, sinir ve kas dokusunda bulunur. Klor ve potasyum gibi diğer mineraller ile birlikte elektrik akımını iletmede görev almaları sebebiyle elektrolit olarak adlandırılır. Bunun yanı sıra sıvı dengesinin sağlanmasında, asit-baz dengesinin kurulmasında, sinir-kas çalışmasında önemli bir paya sahiptir [69].

2.2.3.17. Vanadyum (V)

Vanadyumun varlığı ilk olarak 1801 yılında İspanyol mineralojist Manuel Del Rio tarafından Meksika'da kurşun vanadat cevheri üzerinde yapılan araştırmalar neticesinde keşfedilmiştir. Del Rio'nun vanadyuma vermiş olduğu ilk isim "kahverengi kurşun (Brown lead)" olarak kayıtlara geçmiştir. Del Rio daha sonra bu elementin ısıtılması halinde kırmızı bir renge dönüştüğünü gözlemlemiş ve kahverengi kurşunu "kırmızı" anlamına gelen "eritronyum" olarak değiştirmiştir. Vanadyum hafif mavimsi çelik grisi bir renge sahiptir. Kolay parçalanabilen bir yapıya sahiptir, dövülerek sekil verilebilmekte tel ve levha haline getirilebilmektedir. Yüksek ergime ısısına sahiptir ve korozyona karşı dayanımı yüksektir. Vanadyumun yerkabuğundaki konsantrasyonu ortalama 150 g/t 'dur. Bu orana göre vanadyumun dünyada en fazla bulunan elementler arasında 22. sırada yer aldığı ve 50'den fazla mineral türünün içeriğinde bulunduğu bilinmektedir [70]. Vanadyum seyrek olarak geniş alanlara yayılmış olmasına rağmen doğada hiçbir zaman saf halde bulunmamakta; karnotit, roskolit, vanadinit, motramit, boksit ve patronit gibi vanadyum metalinin önemli kaynaklarından oluşan çeşitli mineral türleri ile bileşik halinde bulunmaktadır [71].

2.2.3.18. Fosfor (P)

Fosfor doğada, bitki ve özellikle hayvanların gövde yapısında (hücre ve dokular) bulunan önemli bir elementtir. Bitki gelişimi için mutlak gerekli olan elementlerin başında yer almaktadır. Bu nedenle yoğun tarım faaliyetlerinin yapıldığı topraklarda organik ve inorganik fosfor kaynaklarından sürekli olarak fosfor ilavesi yapılmasına karşın toprakların fosfor düzeyi ürün gelişimi açısından değerlendirildiğinde kritik düzeydedir [72] , [73] .

Tüm canlılar ve bitkiler için önemli olan esaslı bitki besin elementlerinden olan fosfor, bitkilerde organik ve inorganik bileşikler halinde bulunmakta [74] ve bitki kuru ağırlığının yaklaşık %03,-0,5'ini oluşturmaktadır [72] .

Fosfor, bitki bileşiminde, enerji transferi gibi hayatsal bir fonksiyonunun olmasının yanı sıra nükleik asitler, koenzimler, nükleotidler, fosfoproteinler, fosfolipidler ve şeker fosfatlar gibi önemli işlevlerde gerekli olan birçok enzim için de mutlak bulunması gereken bir elementtir [72] .

2.3. Literatür Çalışmaları

Meyan bitkisinde eser element tayiniyle ilgili yapılan çalışmalar ve aynı zamanda diğer bitkilerde eser element tayiniyle ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında önemli bulgular elde edildiği görülmektedir.

Wheeteska ve arkadaşları, yapmış oldukları çalışmada bitkileri seyreltilmiş olan asit çözeltileri ile çok sayıda elementin ekstrakte edilebileceğini göstermişlerdir. Bu şekilde ekstraksiyonun özellikle HNO_3 ve HCl veya her ikisinin karışımının kullanımı, bütün analit-matrik kombinasyonları için uygun olduğunu bildirmişlerdir [75] .

Murillo et al. (1999), yapmış oldukları çalışmada ayçiçeği ve sorgum bitkilerinde As, Bi, Cd, Cu, Mn, Pb, Sb, Tl ve Zn elementlerinin depolanmasını araştırmışlar ve çalışılan elementlerin toksik sınırların altında olduğunu tespit etmişlerdir [76] .

Yarsan ve ark. (2000), Van Gölü'nden toplanan midye örneklerinde ağır metal düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmada analiz edilen tüm midyelerdeki kurşun düzeyi 1.43 ± 0.81 ppm, kadmiyum düzeyi 0.09 ± 0.02 ppm, bakır düzeyleri 5.83 ± 0.73 ppm, çinko düzeyleri 15.93 ± 3.26 ppm ve arsenik düzeyleri de 0.06 ± 0.05 ppm olarak tesbit edilmiştir. Çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi ile

örneklerde tespit edilen metal yoğunluklarının, ülkemiz ve diğer ülkeler için kabul edilen normal değerler içerisinde olduğu sonucuna varıldı [77].

Yusuf ve ark., (2003), Nijerya’da bamya, balkabağında Cd değerlerini endüstriyel olmayan alanlarda sırası ile 0,69, 0,82 ppm, Cu değerlerini 24,81, 30,31 ppm ve Ni değerlerini 0,48, 1,31 ppm olarak tespit etmişlerdir [78] .

Türkdoğan ve ark. (2002) Van’da yapmış oldukları bir çalışmada bölgedeki bitki ve meyvelerden bakır 70 ppm, mangani 160 ppm olarak tespit etmişlerdir. Bölgede sindirim sistemi kanser olguları açısından bu değerlerin bir risk olduğunu belirtmişlerdir[79] .

Kılıçel ve ark., (2004), Van da yapılan otlu peynirin birtakım kimyasal özellikleri ile mineral ve ağır metal içerikleri sade lorlar ile karşılaştırdıkları çalışmada otlu lorlarda ortalama kurumadde %33.72±3.82, kül %19.04±2.91, tuz %13.88±2.49; Ca 638.43±101.04 mg/10²g, Na 3212.96±218.97 mg/10²g, P 422.66±34.76 mg/10²g, Mg 38.50±11.42 mg/10²g; Zn 29.19±3.45ppm, Cu 8.18±1.32ppm, Fe 74.77±13.54ppm, Mn 6.93±0.83ppm, Co 0.29±0.13ppm, Cr 0.25±0.15ppm, Ni 0.30±0.11ppm ve Cd 0.20±0.0ppm olarak belirlenmiştir. Otlu lorlar sade lorlara göre kül, tuz, Ca, Na, Fe, Co ve Cd içerikleri bakımından önemli bir değişiklik gösterdiği ortaya konmuştur.[80] .

Erdoğrul ve ark., (2005), Çalışmada, Kahramanmaraş sebze- meyva satanlardan temin edilen patates, havuç ve ıspanakta Fe, Cu, Mn, Cd ve Ni miktarları Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile incelemek için gerçekleştirdikleri araştırmada patates, havuç ve ıspanakta ortalama demir değerleri sırası ile 1,26, 0,98 ve 13,02 ppm; ortalama bakır değerleri; 0,02, 0,05 ve 0,04 ppm’ dir; ortalama mangan değerleri 0,37, 0,18, ve 0,59 ppm ve ortalama kadmiyum değerleri; 0,02, 0,019, 0,021 ppm olarak saptanmıştır. İncelenen sebze örneklerinde nikel tespit edilememiştir[81] .

Jonnalagadda et al. (2006), yapmış oldukları çalışmada mantar türü bitki örneklerinde Ca, Mg, Mn, Cr, Cd ve Pb konsantrasyonlarını incelemişler ve bazı türlerde metal konsantrasyonlarını yüksek bulmuşlardır[82] .

Sapkota et al. (2005), yapmış oldukları çalışmada gübre ve bitki örneklerinde HNO₃+H₂BO₄+H₂O₂ asit karışımını kullanarak PTFE kaplarda mikrodalga çözünürleştirmelerden sonra Al, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Sr, Ti ve Zn elementlerinin ICP-OES ile analizlerini yapmışlar ve bu elementlerin konsantrasyonlarını sınırlar içerisinde bulmuşlardır[83] .

Kır ve ark. (2007), Kovada Gölü’nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin birikiminin incelenmesi amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir Örneklerin ağır metal

analizi ICP-OES cihazı ile yapılmıştır. Kovada Gölü'nün suyunda yapılan ağır metal analizinde Fe her mevsimde, Zn İlkbahar-2005 ve Kış-2006'da, Al sadece Yaz-2005'de ve Ni sadece İlkbahar-2005'de belirlenmiştir. Buna karşın Mn Kış-2006'da, Cd, Cr, Cu ve Pb tüm mevsimlerde ICP-OES'nin analiz limitinin altında çıkmıştır. Suda en fazla bulunan metalin Fe olduğu tespit edilmiştir. Suda tespit edilen metallerin yaz ve ilkbahar aylarında arttığı saptanmıştır. Kovada Gölü'nün sedimentinde yapılan ağır metal analizinde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni tüm mevsimlerde belirlenirken Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-2005'de ICP-OES'nin analiz limitinin altında kalmıştır. Sedimentte en fazla biriken metal Al'dur. Metal birikiminin yaz aylarında en yüksek düzeye ulaştığı belirlenmiştir. Sonuç olarak; Kovada Gölü'nün suyunda tespit edilen ağır metal miktarlarının Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın verdiği sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerlerine göre Fe'in Yaz-2005, Zn'nun İlkbahar-2005 ve Kış-2006'daki miktarları dışında herhangi bir tehlikenin olmadığı görülmüştür [84] .

Deveci (2012) Gaziantep'te atık sulardan etkilenen toprak ve bitkilerde eser element (Cu, Co, Mn ve Zn) ve Fe konsantrasyonlarının ICP-MS ile tayini amacıyla yapmış oldukları çalışmada toprak örneklerinde ortalama Cu, Co, Mn, Zn ve Fe seviyeleri sırasıyla, 79.78, 13.57, 40.52, 506.31 ppm ve % 2.06 olarak tayin edilmiştir. Yine bu alanlarda atık sularla yetiştirilen sebze örnekleri 17 köy/nokta'dan toplanmış olup patlıcan, biber ve domates sebzelerinin yenilen kısımlarında ortalama Cu, Co, Mn, Zn ve Fe konsantrasyonları sırasıyla, 15.98, 0.33, 19.53, 29.84 ve 154.51 ppm olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda metal konsantrasyonları Türk Gıda Kodeksi ve WHO/FAO'nun gıda bitkileri için izin verdiği sınır konsantrasyonları ile karşılaştırıldı, birçok örnekteki en azından bir metal seviyesinin sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir [1] .

Bitkilerdeki metal konsantrasyonları toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına ve çok sayıda çevresel faktöre bağlıdır [85] . Bu bağlamda bitkilerde demiri çoğunlukla Fe^{2+} formunda alırlar. Demir hangi formda alınırsa alınsın bitki bünyesinde Fe^{2+} formuna dönüşmeden kullanılamaz. Toprakta çinko çözünürlüğü toprak pH'sı ile ters orantılıdır[86] .Bitkiler çinkoyu suda çözünebilir formda ve aktif olarak alırlar. Çinko alımı ile bakır, demir, mangan ve kalsiyum alımı arasında rekabet söz konusudur. Fosfor ile çinko arasında antagonistik bir etki bulunur [87] .

Özbay ve ark. (2013), Mersin ilinin en önemli akarsularından olan Berdan Çayı'nda mevsimsel olarak toplanan sediment örneklerinde Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Mangan (Mn), Nikel (Ni), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Demir (Fe) ve Alüminyum (Al)

gibi ağır metallerin birikim düzeyleri araştırmışlar ve çalışma neticesinde sedimentte ağır metal birikim düzeyleri, Fe; 18521.91ppm , Al; 12907.70 ppm, Mn; 377,40 ppm, Ni; 167,68 ppm, Cr; 57,81 ppm, Zn; 45,59 ppm, Cu; 28,38 ppm, Pb; 22,82 ppm ve Cd; 4,54 ppm olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak Berdan Çayı'nın kirlilik tehdidi altında olduğu saptamıştır [88] .

Mendil ve ark. (2004), “Karayolu kenarından toplanan bazı aromatik bitkilerde atomik absorpsiyon spektrofotometrik yöntemiyle eser metal tayini” konulu çalışmalarında Tokat-Ankara karayolunun 5 ve 1500 metre uzaklıklarından toplanan 7 tür aromatik bitki örnekleri HNO₃, H₂O₂ ve bidestile su kullanılarak mikro dalga çözme yöntemi ile çözüldükten sonra alevli AAS ile demir, mangan, bakır, nikel ve çinko, grafitli AAS ile kurşun tayini yapmışlardır. Çalışma sonucunda ortalama metal konsantrasyonları (µg/g) cinsinden 165-322 (Fe), 14-69 (Mn), 1-2 (Pb), 5-11 (Ni) ve 1-32 (Zn) bulundu. Kurşun tayin limitinin altında kaldığı için bu metal grafit fırında tayin edilmiştir [89] .

Özdağ ve ark. (2004) Denizli ili çevresinde yetişen yenilebilir yeşil bitkilerin eser metal derişim düzeylerini tespit etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada Denizli civarında sonbahar ve kış aylarında yetiştirilen yenilebilir yeşil bitkilerdeki (Melisa, Defne, Funda, Hatmi, Pazı, Mercanköşk, Biberiye, Karabaş, Kantaron, Ebegümeci, Lavanta, Civan Perçemi, Sığır Kuyruğu, Kuzu Kulağı, Çörtük, Fesleğen, Brokoli, Börülce, Deniz rezenesi, Enginar, Radika, Turp otu ve Cipez) Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, Fe, Mn ve Zn derişimleri alevli atomik absorpsiyon spektrometresi ile tayin edilmiştir. Analit derişimleri bitkiden bitkiye ve elementten elemente 0,18- 606,6 ppm aralığında değişmektedir. Kadmiyum hariç, verilen maksimum derişim düzeyi, WHO tarafından izin verilen derişim altında bulunmuştur [90] .

Saygıdeğer ve ark. (2006), azometin bileşimini kullanarak UV-Vis’de bor miktarını beyaz üzümde 1.48-9.51 ppm, kırmızı üzümde 0.59-9.09 ppm arasında tayin etmişlerdir [91] .

Coşkun ve ark. (2006), çam örnekleri üzerine yapmış oldukları “Trakya bölgesinde yetişen karaçam (Pinus nigra L.) kabuklarında” As, Cd, Cu, Pb ve Zn tayini yaparak verilerin çevre kirlenmesinde kullanılabilme olasılığını araştırmışlardır. Bu çalışmada kabuklarda bulunan ortalama Pb (12.9), Cd (0.16), Zn (15.2) ve Cu (6.92) derişiminin çok büyük olmadığı görülmüş ise de 0.68 ppm’e varan Cd ve 46.7 ppm’e varan Cu düzeylerine de rastlanılmıştır [92] .

Bakır, toprakların pH ve kireç oranına bağlı olarak bitkilerce farklı formlarda alınır. Toprağın pH'sının 7'nin altında olduğu durumlarda Cu^{2+} iyonu toprakta etkin iken, pH değeri 7'nin üzerinde olduğunda ve toprağın kireç oranının yüksek olduğu durumlarda hidroliz olan CuOH^+ , $\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}$, $\text{Cu}(\text{OH})^{3-}$ ve $\text{Cu}(\text{CO}_3)^{2-}$ gibi türler toprakta daha etkindir ve bitkiler de bakırın bu formlarını alırlar [93] .

Rykowska ve Wasiak (2008) Polonya'da akça ağaç bitkisinde Hg, Cu, Fe, Mn, S ve Zn elementlerini tespit etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada Hg konsantrasyonunu 0.22-0.50 ppm, Cu konsantrasyonunu 2.1-16.1 ppm, Fe konsantrasyonunu 58.2-254.8 ppm, Mn konsantrasyonunu 10.5-23.2 ppm, Zn konsantrasyonunu ise 6.9-154.3 ppm arasında bulmuşlardır [94] .

Yörük (2008), Ergene Havzasında yetiştirilen ayçiçek bitkisinde (*Helianthus annuus* L.) ve bitkinin yetiştiği topraklarda bakır, demir, mangan, çinko, kurşun ve kadmiyum içeriklerinin incelenmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmadan elde sonuçlara göre; toprak örneklerinin metal konsantrasyonları Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nce belirlenen sınırların altında bulundu. Sadece kadmiyum (Cd) değerleri bu sınırların üzerinde tayin edilerek “toksik” olarak nitelendirildi. Bitki örneklerinde ise, köklerdeki metal konsantrasyonları (Cu ve Mn hariç), ayçiçeği (baş+çekirdek) örneklerindeki metal konsantrasyonlarından daha yüksek bulundu [95] .

Tosun (2009), Malatya ilinde tıbbi önemi nedeniyle halk arasında ilaç olarak tüketilen meyve olarak elma, kiraz, armut, nar, ayva, çilek ve ceviz, sebze olarak da nane ve reyhan bitkilerinin dokularındaki eser element mineral tayini amacıyla yapmış oldukları çalışma neticesinde Meyve ve meyve dokularında eser element ve mineral içerikleri; Al 1.45–92.83mg/10²g, Cu 0.11–1.84 mg/10²g, Fe 0.30–61.54 mg/10²g, K 114–4658. 33 mg/10²g, Mg 11.03–637.79 mg/10²g, Mn 0.034–10.97 mg/10²g, Zn 0.17–6.26 mg/10²g, Cd 0.10–4.21 x 10⁻³ mg/10²g, Pb 8.91 – 351.55 x 10⁻³ mg/10²g ve Se 0.55–45.45x10⁻³ mg/10²g düzeylerinde belirlenmiştir. Ayrıca sebzelerdeki eser element ve mineral derişimleri; 12.80–19.16 mg/10²gAl, 0.34–1.03 mg/10²gCu, 29.91–30.00 mg/10²gFe, 2791.67–4754.17 mg/10²gK, 508.33–600.69 mg/10²g, 5.07–5.67 mg/10²g Mn, 2,59–4.48 mg/10²g Zn, 6.48 x 10⁻³ mg/10²g Cd, 63.22–115.38 x 10⁻³ mg/10²gPb ve 41.9–56.1 x 10⁻³ mg/10²gSe aralıklarında bulunmuştur [96] .

Kaya ve ark. (2010), sanayi ağırlıklı bölgelerde değişik bölgelerden alınan Pinus nigra L. bitkisinde Pb, Cd ve Cu tayinlerini F-AAS ile gerçekleştirmiler ve Cu derşimini 1.6-4.ppm olduğunu bulmuşlardır. [97] .

Aydın (2012), Yozgat Akdağ Madeni Pb ve Zn yatakları civarındaki kimyasal maddelerin bitkiler üzerindeki etkilerini incelemek üzere yaptıkları aratırmada farklı yerlerden temin edilen *Astragalus pycnocephalus* Fischer (keven) bitkisinin kök, dal, yaprak ve toprağındaki bazı elementlerin dağılımına bakıldığında, elementlerin genel olarak (Au, P, Ti, Te, Cs, Ge, Nb, Rb, Ta ve Ce dışındaki elementler) kök, dal, yaprak ve toprakta benzer bir dağılım sunduğı gözlenmiştir. Mo, Cr, K, Se, Te, Ga, Cs, Ge, Sn, In, Li'un dal-kök değerleri; Cu'un kök-toprak değeri; Pb, Zn'nun yaprak-toprak değerleri; Ag'un dal-toprak değerleri; As'in yaprak-toprak değerleri diğer değerlerden daha yüksek ve birbirine paralel dağılım sunmaktadır. İşletme içerisinde ve çevresinde farklı yerlerden alınan *Verbascum euphraticum* L. (sığır kuyruğı) bitkisinin kök, dal, yaprak, çiçek ve toprağındaki bazı elementlerin iv dağılımına bakıldığında, Pb, Zn, Ni, Co, Mn, Sr, Bi ve Cs elementlerinin genel olarak (kök, dal, yaprak ve toprakta) benzer bir dağılım sunduğı görülmüştür. Cu, Pb, Zn, Ni ve Sr'un dal-kök-çiçek değerleri birbirine paralel ve diğer değerlerden daha yüksek iken Bi, Cr, Se, Te, Rb, Nb, Sn ve Zr'un değerleri diğer değerlerden düşük bulunmuştur [98] .

Bardak (2012), İç Anadolu Bölgesinden toplanan bazı yabancı yenilebilir mantar türlerinin eser element (Cu, Cd, Pb, Zn, Mn, Fe, Cr ve Ni) içeriklerini tespit etmek amacıyla atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) kullanmışlar ve çalışma neticesinde ortalama eser element konsantrasyonları; 13.5 (Cu), 0.42 (Cd), 2.35 (Pb), 42.3 (Zn), 22.5 (Mn), 202 (Fe), 0.53 (Cr) ve 5.42 (Ni) ppm olarak tespit edilmiştir [99] .

Özcan (2013), Kırklareli il merkezinde yetişen bazı bitki türlerinin eser elementlerini tespit etmek için yapmış olduğı çalışmada hasır otu (*Typha latifolia*), defne (*Laurus azorica*) ve karaçam (*Pinus nigra*) örneklerindeki ağır metal birikimi ve biyomonitör özellik göstermeleri üzerine yapılmıştır. Bunun için radyal plazmalı inductive-coupled plazma-optic emission spektroskopisi (ICP-OES) cihazı kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda defnede bitkisinde B elementi miktarı, hasır otunda Mn elementi miktarı yüksek derişimde bulunmuştur [100] .

2.4. Biyolojik Örneklerde Eser Elementler

Eser elementler atmosfer ve endüstriye verdikleri kirlilikten dolayı topraktaki birikmesi nedeni ile ekosistemi etkileyebilir. Bu nedenle toprakta ve bitki örneklerinde eser

elementlerin araştırılması çevre kirliliğinde özellikle de besin gereksinimleri hususunda oldukça önemli bir yere sahiptir.

Eser elementlerin biyolojik ortamlardaki tayinlerinin önem arzemesi analitik çalışmalar için önemlidir.. Biyolojik ortamlar, bitki dokularının, en yaygın türdeki bitki ve hayvan ürünlerini içermektedir. Hayvan ve bitkilerdeki element konsantrasyonları çevre ve bulundukları doğal ortam başta olmak üzere çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler bitkiler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Toprak yapısı
- Gübreler
- Ürün koruyucu maddeler
- Herbisit ve pestisitler
- Karayolu ve endüstriyel tesislere olan yakınlık

Bir çevresel analiz süresince incelenen biyolojik maddelerden özellikle bitki ve hayvanlardan trafik arterleri, endüstriyel bölgeler, nehirler gibi bazı bölgelerin incelenmesinde biyoindikatör gibi faydalanılabilir. Organizmalarda önemli olan sağlıklı beslenmenin yanında mineral ve eser elementlerin uygun miktarda alınmasıdır.

Biyolojik maddelerin analizinde en önemli konu, beslenme, hayvansal yemler, yada topraktan sağlığa zararlı ağır metal konsantrasyonlarının alımıdır. Bu aşamada zararlı konsantrasyonların kaynağını bulmak gerekmektedir [101] .

2.5. Eser Element Analizlerinde Örnekleme ve Örnek Hazırlama

Örnekleme, tüm analizlerde olduğu gibi biyolojik maddelerin analizlerinin doğruluğunda da oldukça önemli bir husustur. Doğru olmayan örnekler üzerinde yapılan duyarlı analitik ölçümler yalnızca zaman kaybıdır. Örneğin seçilmesi, kirlilikler, örnek miktarı, örnekleme zamanı, bazı ön işlemler bu adımda önem kazanmaktadır. Örnekler alındıktan sonra homojenize edilmeli ve uygun koşullarda saklanmalıdır. Eser element analizlerinde kontaminasyon son derece önemli bir husustur. Numunenin kontaminasyonu yada tayin elementinin kaybı olasılığından dolayı örneklere analiz öncesinde uygulanacak olan her türlü işlemde azami özen gösterilmelidir. Çoğu örnekte analiz edilecek olan element eser seviyede olduğu için küçük miktarlardaki kontaminasyon bile bu eser

elementlerin konsantrasyonunu önemli ölçüde değiştirmektedir. Aynı şekilde adsorpsiyon, çökme gibi yollar ile birkaç mikrogram element kaybı bile çok ciddi yanlışlıklara yol açar [102] .

Kayıpların en önemli nedenlerinden birisi tayin elementlerinin örnek çözeltilerinin kullanılan kapların çeperlerine adsorpsiyonudur [103]. Bu durum yüksek konsantrasyonlarda bile ortaya çıkmakta fakat eser seviyede daha fazla önem arz etmektedir. Adsorpsiyon, adsorbe eden yüzey alanı ile orantılı olduğu için bu yüzeyin olabildiğinde küçük tutulması gerekir. süzgeç kağıtları çok büyük bir yüzey alana sahip olmaları nedeniyle eser elementlerin adsorpsiyon kayıplarına ilaveten kontaminasyona da yol açabilir [104] .

Eser element analizlerinde tüm reaktifler, su ve asitler dahil, tayin elementi tarafından kontrol edilmelidir. Analitik saflıktaki bazı reaktifler dahi önemli miktarda yabancı madde içermektedir. Bu reaktifler numuneye ilave edildiklerinde önemli miktarda tayin elementi de ortama girebilir. Eser elementlerin ekstraksiyonu yapılacak ise şelatlayıcılar eser element bakımından kontrol edilmelidir. Şelat yapıcı reaktiflerin metallere karşı afinitesi yüksek olup bunları temizlemek zor olabilir.

2.6. Eser Element Analizlerinde Çözünürleştirme Teknikleri

Katı örneklerin çözünürleştirilmesi çok sayıda analitik metodun önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Elektrotermal atomizasyon gibi bazı analitiksel metodlar direkt katı örneklerle uygulanabilir ve ölçümden önce örneklerin çözünürleştirilmesi gerekmez. Oysa AAS, ICP, AES gibi analitiksel metod oldukça yüksek duyarlılığa sahip olan metodlardır. Örneğin çözelti formunu gerektirir. Elementin zenginleştirilmesi ve kimyasal ayırmalar da ölçüm kalitesini artırmak için gereklidir. Organik ve inorganik örneklerin farklı çözünürleştirme metodları mevcuttur. En eski ve günümüzde de en sık kullanılan teknik, açık sistemlerde yaş çözünürleştirmedir. Yaş çözünürleştirme, kapalı sistemlerde de kullanılmaktadır. İdeal olarak eser element analizlerinde örnek tamamen çözünmelidir. Çoğu inorganik madde, çözünürleştirme işlemlerinde bazı elementler uçucu hale gelseler de asit yada asit karışımlarında çözünürleştirilirler. Kuartz, silika gibi çok sayıda mineral ve maden cevheri asitlerle çözünmezle, eritilerek çözeltiliye alınırlar. Eritme işleminin reaktif ve eritme kaplarından kaynaklanan yüksek kör değerleri nedeniyle eser elemen analizlerinde kullanışlılığı fazla değildir.

2.6.1. Eser Elementlerde Mikrodalga Çözünürleştirmeler

Asit çözünürleştirme örnek 100-500 psi basınç ve 50-180°C sıcaklıkta nitrik asit yada hidroklorik asit ile çözünürleştirilir. Çözünürleştirme işlemleri ile örnekler daha basit yapılara ayrılırlar. Bu çözünürleştirme tekniği Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre'de yada İndüktif Eşleşmiş Plazma'da eser element analizi için oldukça sık kullanılır. Mikrodalga çözünürleştirme özel yapılmış kaplarda asitlendirilmiş örnek, belirli bir basınç ve sıcaklıkta kontrollü olarak çözünürleştirilir. Kapalı yada açık sistem çözünürleştirme metodları uygulanabilmektedir. Yüksek basınçlı işlemler biyolojik ve organik örneklerle uygulanırken daha düşük basınçlı işlemler ise yağ analizlerinde, çevresel analizlerde ve katalizör analizlerinde kullanılmaktadır [105] .

Atomik absorbsiyon spektrofotometre, İndüktif eşleşmiş plazma, indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrofotometre ve diğer yöntemler ile yapılacak olan analizlerde mikrodalga fırınlarda hazırlanan örnekler ile hızlı, doğruluğu ve tekrarlanabilirliği yüksek sonuçlar elde edilebilmektedir. Yeni sistemlerde basınca dayanıklı 36 kap aynı anda kullanılabilmekte, 300-600W arası güç uygulanabilmekte, sıcaklık 300°C'ye kadar, basınç ise 1500 psi'ye kadar ulaşabilmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Kullanılan Cihazlar

- Thermo Scientific ICAP-Q ICP-MS sistemi,
- Thermo ICP-OES sistemi
- 25 mL ve 250 mL' lik ISOLAB polipropilen balon joje,
- 15 mL' lik Sarstedt marka falkon (standartlar için),
- 2-20 µL; 20-200 µL; 100-1000 µL ve 1-10 mL' lik otomatik pipet ve pipet uçları,
- 10 mL' lik polipropilen numune tüpleri,
- Polipropilen pastör pipeti,
- %65' lik Optima Nitrik asit,
- %30' luk Merck hidrojen peroksit,
- 100 mL' lik teflon mikrodalga yakma kapları,
- CEM MARS mikrodalga yakma ünitesi,
- Ohaus marka 4 digit kabinli analitik terazi,
- Sartorius Arium Ultra saf su cihazı,

Kullanılan reaktifler

- %2' lik (v/v) nitrik asit,
- %0,05' lik (v/v) nitrik asit (ICP-MS ve ICP-OES sistemleri yıkama çözeltisi),
- Ultra saf su,

Kullanılan standartlar

- Cd (Accustandard) 10000 µg/mL
- Pb (Accustandard) 100 µg/mL
- Co (Accustandard) 10001 µg/mL
- Mo (Merck) 1000 µg/mL
- Se (Accustandard) 10000 µg/mL
- Ba (Merck) 1000 µL/mL
- Ca (Accustandard) 10000 µg/mL
- K (Accustandard) 10000 µg/mL
- Mg (Accustandard) 10000 µg/mL
- Na (Accustandard) 1000 µg/mL

- Cr (Accustandard) 10004 µg/mL
- Zn (Accustandard) 10000 µg/mL
- Mn (Accustandard) 10000 µg/mL
- Fe (Accustandard) 10000 µg/mL
- Bi-In-*Li*-Sc-Tb-Y Internal Standard (Inorganic Ventures) 10 µg/mL
- P (Perkin elmer) 1000 µg/mL
- V(Perkin elmer) 1000 µg/mL
- Cu(Perkin elmer) 1000 µg/mL
- Ni(Perkin elmer) 1000 µg/mL

3.2. Kullanılan Standart Çözeltilerin ve Reaktiflerin Hazırlanması

Deneysel çalışmalar için Standart Çözeltilerin Hazırlanması;

Cd Stok Çözeltisi: Accustandard marka 10000 ppb'lik kadmiyumun standart stok çözeltisinden 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2, 4 ppb'lik çözeltiler hazırlandı.

Pb Stok Çözeltisi: Accustandard marka 100 ppb'lik kurşunun standart stok çözeltisinden 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2, 4 ppb'lik çözeltiler hazırlandı.

Co Stok Çözeltisi: Accustandard marka 10001 ppb'lik kobaltın standart stok çözeltisinden 50, 100, 150, 200, 250 ppb'lik çözeltiler hazırlandı.

Mo ve Ba Stok Çözeltisi: Merck marka 1000 ppb'lik molibdenin standart stok çözeltisinden 50,100,150,200,250 ppb'lik çözeltiler hazırlandı.

Ca, Mg, Zn, Mn, Fe Stok Çözeltileri: Accustandard marka 10000 ppb'lik kalsiyumun standart stok çözeltisinden 50, 100, 150, 200, 250 ppb'lik stok çözeltiler hazırlandı.

Se Stok Çözeltisi: Accustandard marka 10000 ppb'lik selenyumun standart stok çözeltisinden 10, 25, 50, 100, 200 ppb'lik çözeltiler hazırlandı.

K Stok Çözeltisi: Accustandard marka 10000 ppb'lik potasyumun standart stok çözeltisinden 100, 150, 200, 250, 300 ppb'lik çözeltiler hazırlandı.

Na Standart Çözeltisi: Accustandard marka 1000 ppb'lik sodyumun standart stok çözeltisinden 50, 100, 150, 200,2 50 ppb'lik çözeltiler hazırlandı.

Cr Standart Çözeltisi: Accustandard marka 10004 ppb'lik kromun standart stok çözeltisinden 50, 100, 150, 200, 250 ppb'lik çözeltiler hazırlandı.

V, Cu, Ni Stok Çözeltileri: Perkin Elmer marka 1000 ppm'lik vanadyumun standart stok çözeltisinden 0.5,1,2,5,10 ppm'lik çözeltiler hazırlandı.

P Stok Çözeltileri: Perkin elmer marka 1000 ppm’lik fosforun standart stok çözeltisinden 0.25,0.5,1,2,5 ppm’lik çözeltiler hazırlandı.

3.3. Örneklerin Temini

Bu çalışma Gaziantep (Oğuzeli-Yeşildere), Urfa (Birecik), Diyarbakır (Karacadağ) illerinden toplanan meyan bitkisi üzerinde gerçekleştirildi. Örnekler analize kadar dondurucuda muhafaza edildi. Saf suyla yıkanarak 60°C de 48 saat etüvde kurutuldu. Kurutulan örnekler öğütülerek hem homojen bir şekilde karışması hem de çözünürleştirme işlemleri için hazır hale getirilmesi sağlandı.

3.4. Bitki Örneklerinin Metal Tayini İçin Çözünürleştirilmesi

3.4.1 Kapalı Ortamda Mikrodalga İle Çözünürleştirme

Örnekler CEM Mars –Express marka mikrodalga fırın ile çözünürleştirildi. Örneklerin eser element tayinleri için İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrofotometresi (ICP-OES) ve İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Kütle Spektrofotometresi (ICP-MS) kullanıldı.

Cd, Pb, Ca, Mg, Cr, Mn, Ba, K, Na, Zn, Fe, Co, Mo, Se eser elementleri için;

0,5 gram numune yakma kaplarında tartıldı. Üzerine 5 mL %65’lik Optima nitrik asit ve 1 mL hidrojen peroksit eklendi ve mikrodalga yakma ünitesinde yakıldı. Yakma işlemi sonrasında kapakları çeker ocak içerisinde açıldı ve soğumaya bırakıldı. Soğuduktan sonra numuneler çeker ocak içerisinde 25 mL’lik polipropilen balon jojelere alındı ve hacimleri 25 mL’ye ultra saf su ile seyreltilerek karıştırıldı. Elde edilen çözeltilerin ICP-MS de ölçümleri yapıldı [121].

P, Cu, Va ve Ni eser elementleri için;

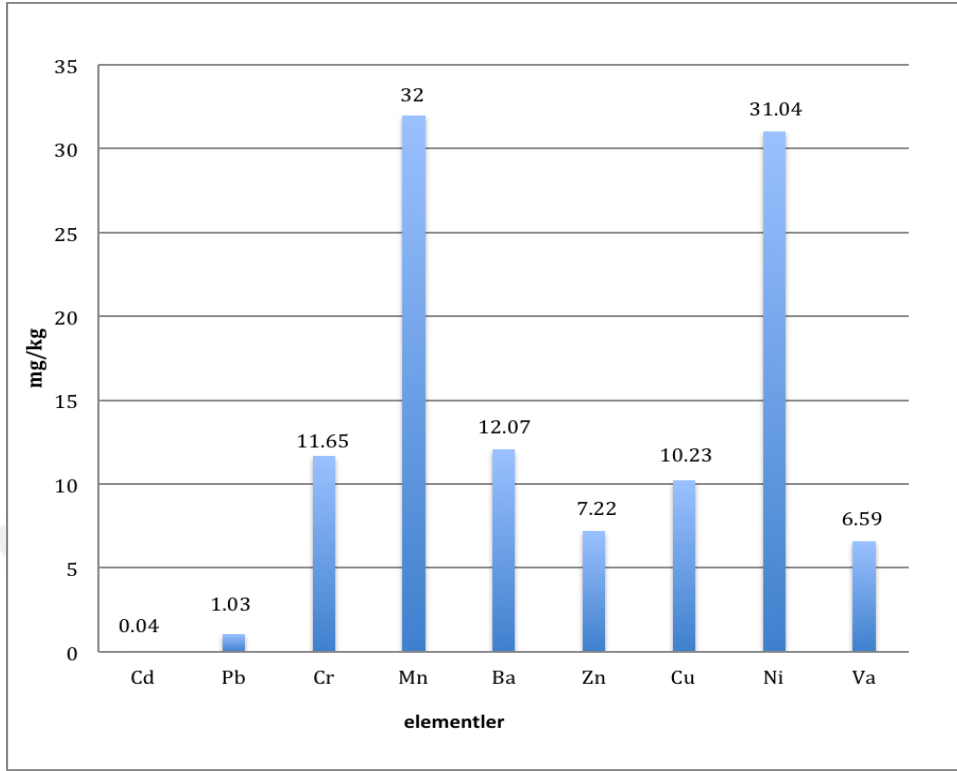
0,25-05 gr arası numune, numune kaplarında tartıldı. Üzerine 8 mL Nitrik asit , 3 mL Hidrojen peroksit eklendi ve mikrodalga yakma ünitesinde yakıldı. Yakma İşlemi sonrasında, kapları çeker ocak içerisinde açıldı ve soğumaya bırakıldı. Soğuduktan sonra numuneler çeker ocak içerisinde 50 mL’lik polipropilen balon jojelere alındı, hacimleri 50 mL’ye ultra saf su ile seyreltilip karıştırıldı. (Fosfor; 50 mL’lik balondan 5 mL çekilip üzerine 5 mL ultra saf su ile seyreltilip okuma yapıldı) Elde edilen çözeltilerin ICP-OES de ölçümleri yapıldı [121].

4. BULGULAR

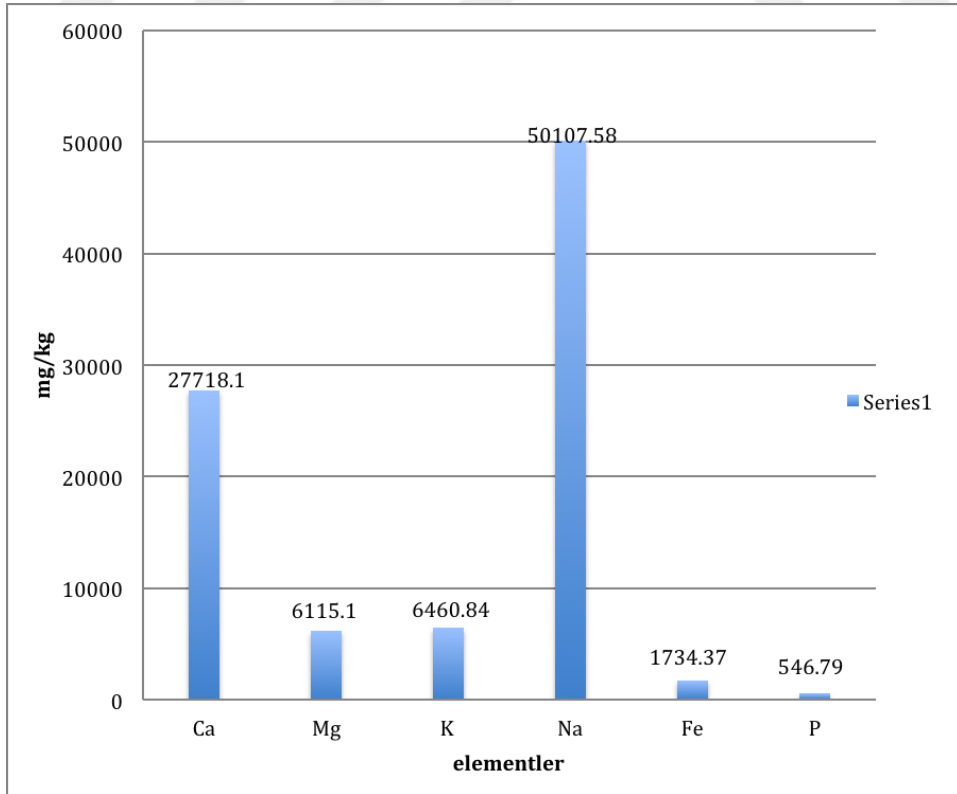
2011-2012 yılları arasında Diyarbakır yöresinde doğal olarak yetişen meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*) bitkisinde bazı eser elementlerin spektroskopik yöntemler ile tayin edilmesi sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir. Çalışmalarımızda kullanılan spektroskopik yöntem ile tayin edilen eser elementlerin lineer çalışma grafiği ve bunlara ait doğru denklemlerinin orijinal çıktıları Ekler bölümün de verilmiştir.

Tablo 4.1. Bitkilerdeki eser elementlerin ortalamaları (ppm)

	Minimum	Maksimum	Ortalama	ss ($\pm$)
Cd	0.02	0.06	0.04	0.01
Pb	0.75	1.23	1.03	0.20
Ca	21232.10	33795.60	27718.10	4918.11
Mg	4054.70	8369.60	6115.10	1676.33
Cr	9.22	15.66	11.65	2.82
Mn	19.77	54.22	32.00	15.56
Ba	8.89	14.73	12.07	2.49
K	5107.30	7694.40	6460.84	888.47
Na	32897.90	80044.90	50107.58	22030.09
Zn	5.81	8.85	7.22	1.22
Fe	1103.50	2230.50	1734.37	479.73
Co	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Mo	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
Se	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi	Tespit edilemedi
P	479.20	627.70	546.79	63.49
Cu	8.10	13.47	10.23	2.41
Ni	24.30	34.90	31.04	5.01
Va	4.72	8.27	6.59	1.45



Grafik 4.1. Bitkilerdeki eser elementlerin ortalamaları (ppm)

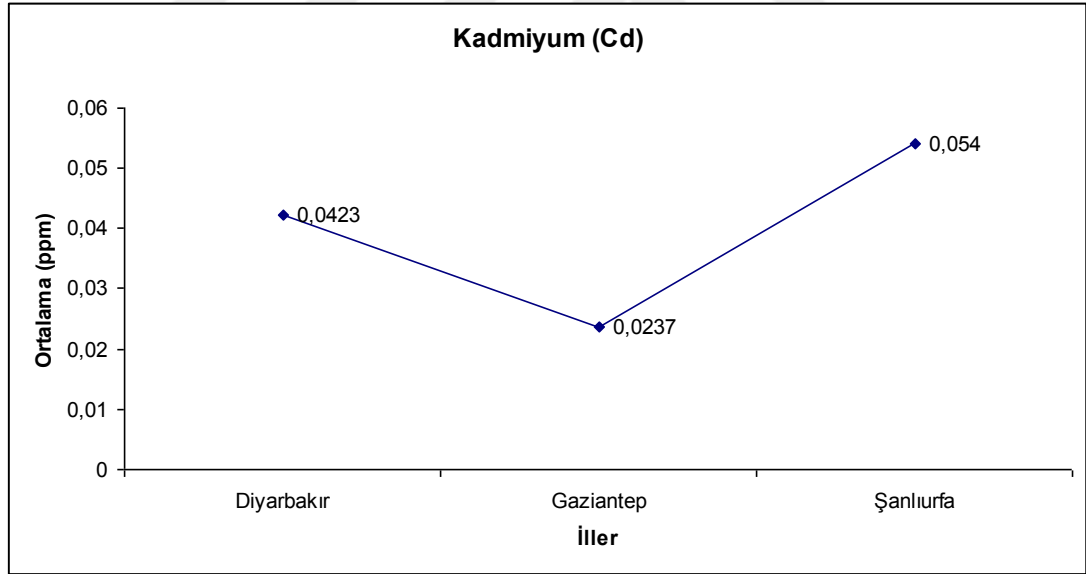


Grafik 4.1.1 Bitkilerdeki eser elementlerin ortalamaları (ppm)

Çalışma bölgesinden toplanan meyan örneklerinin eser element analizleri neticesinde elde edilen ortalama değerler Tablo 4.1 ve Grafik 4.1’de görülmektedir. Buna göre çalışma alanındaki meyan örneklerinde en yüksek düzeyde tespit edilen eser element $50107.58 \pm 22030,09$ ortalama ile Na, en düşük düzeyde tespit edilen element ise 0.04 ± 0.01329 ortalama ile Cd’dir. Çalışma alanından toplanan meyan bitkisinde Co, Mo, ve Se elementleri tayin edilmemiştir.

Tablo 4.2. Meyan bitkisinde Cd elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	0.04	,0015	7.26	0.03
Gaziantep	0.02	,0011		
Şanlıurfa	0.05	,001		



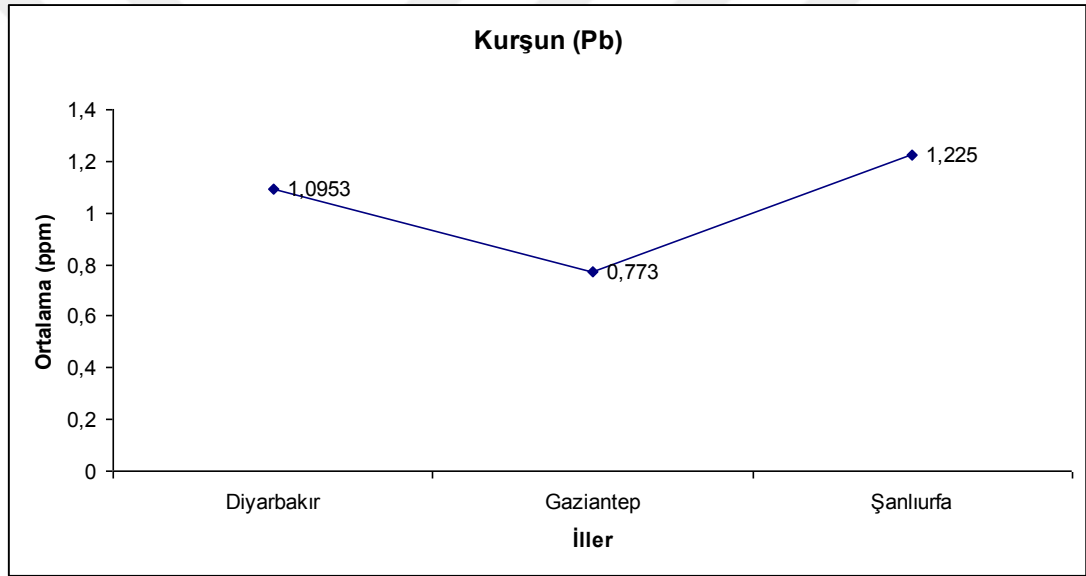
Grafik 4.2. Kadmiyum (Cd) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Cd elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.2’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Şanlıurfa’dan toplanan meyan örneklerindeki Cd elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Şanlıurfa’yı 0.04 ± 0.0015 ortalama ile Diyarbakır ve 0.024 ± 0.0015 ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Cd ortalamaları

arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).

Tablo 4.3. Meyan bitkisinde Pb elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	1,20	0,045	7.20	0.03
Gaziantep	0,77	0,02		
Şanlıurfa	1,23	0,0046		

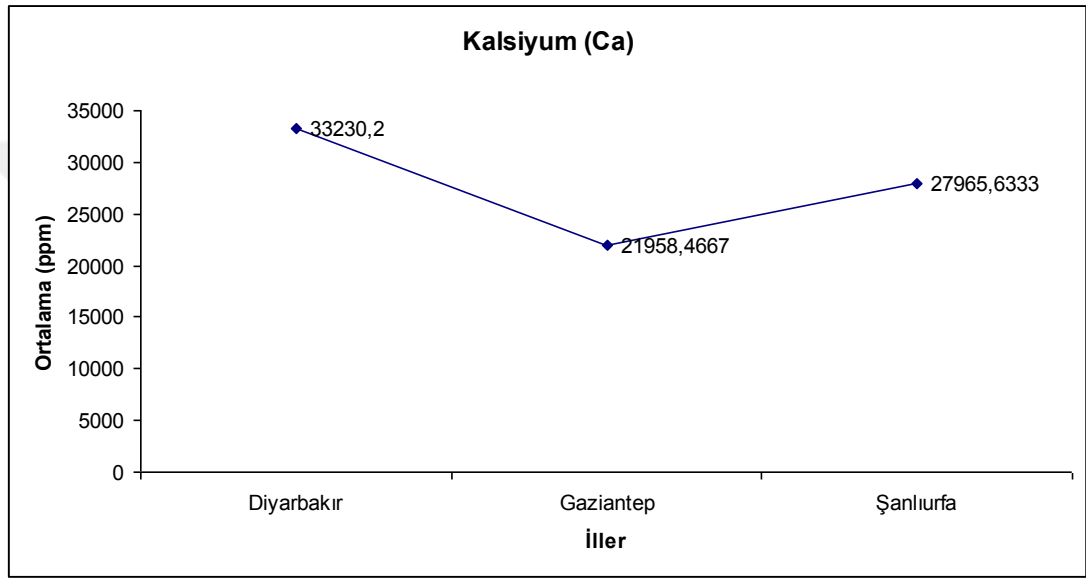


Grafik 4.3. Kurşun (Pb) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Pb elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.3’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Şanlıurfa’dan toplanan meyan örneklerindeki Pb elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Şanlıurfa’yı 1.20 ± 0.04 ortalama ile Diyarbakır ve 0.77 ± 0.02 ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Pb ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).

Tablo 4.4. Meyan bitkisinde Ca elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	33230,20	795,78	7.200	.027
Gaziantep	21958,47	717,52		
Şanlıurfa	27965,63	420,01		

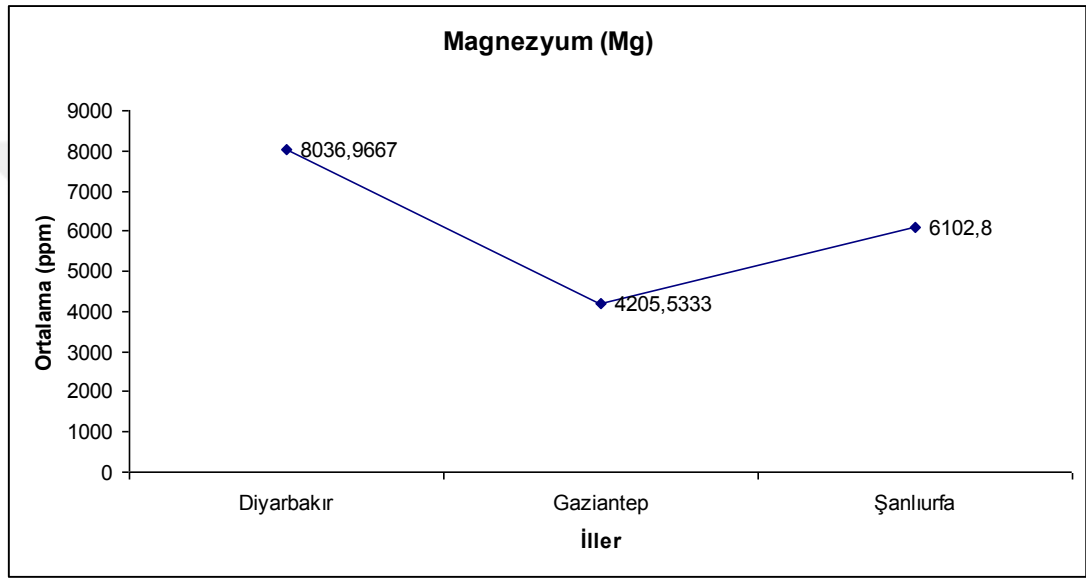


Grafik 4.4. Kalsiyum (Ca) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Ca elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.4’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki Ca elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı 27965.63 $\pm$ 420.01 ortalama ile Şanlıurfa ve 21958.47 $\pm$ 717.51 ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Ca ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.5. Meyan bitkisinde Mg elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	8036,97	377,61	7.20	0.03
Gaziantep	4205,53	133,62		
Şanlıurfa	6102,80	263,99		

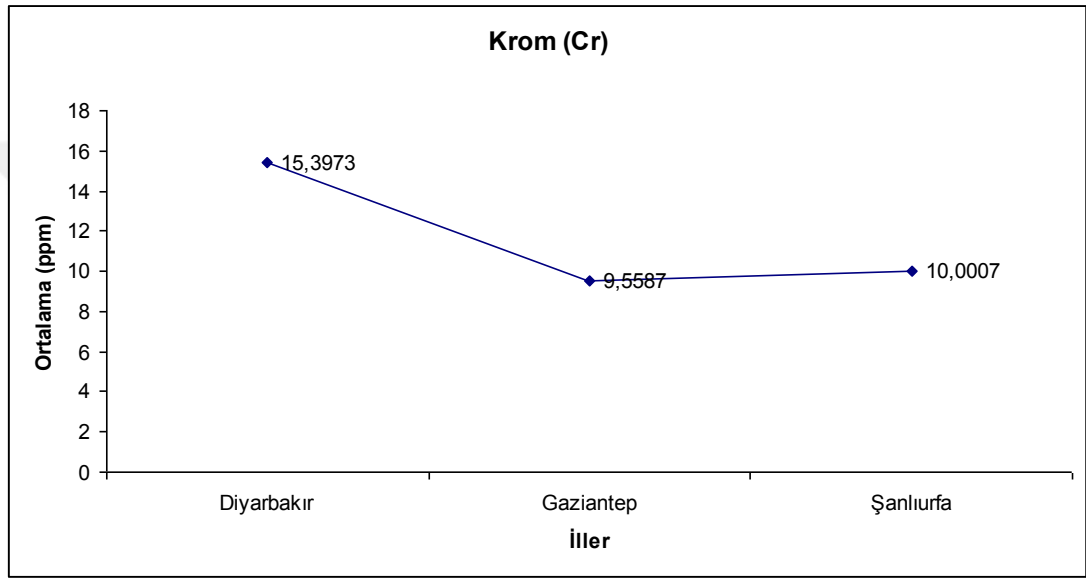


Grafik 4.5. Magnezyum (Ca) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Mg elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.5’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki Mg elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı 6102.8 ± 263.99 ortalama ile Şanlıurfa ve 4205.53 ± 133.62 ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Mg ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.6. Meyan bitkisinde Cr elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	15,40	0,29	7.20	0.03
Gaziantep	9,56	0,31		
Şanlıurfa	10,00	0,04		

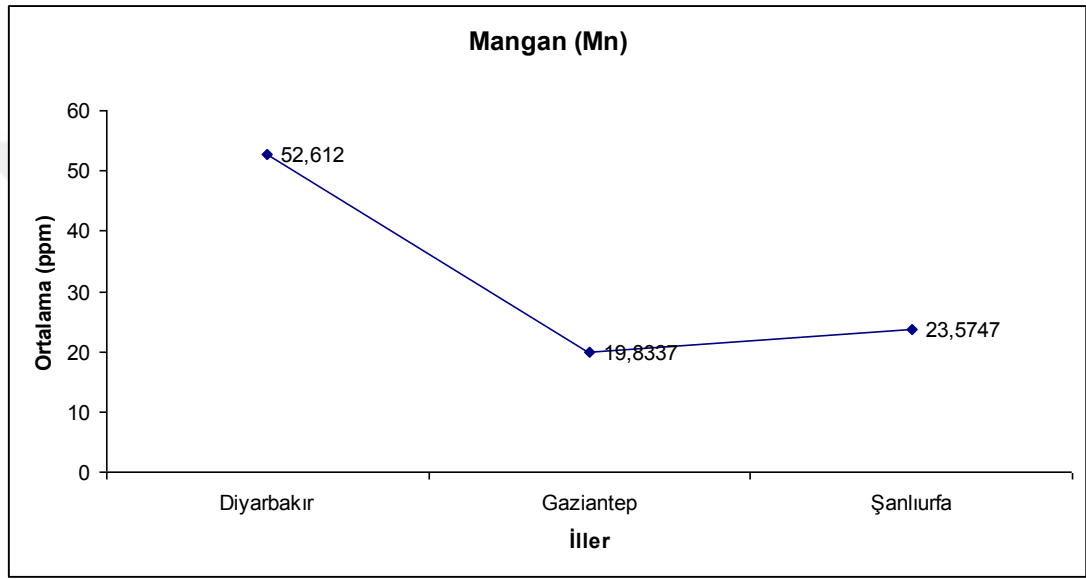


Grafik 4.6. Krom (Cr) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Cr elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.6’da görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki Mg elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı 10.00 ± 0.04 ortalama ile Şanlıurfa ve 9.56 ± 0.31 ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Cr ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.7. Meyan bitkisinde Mn elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	52,61	1,75	7.20	0.03
Gaziantep	19,83	0,05		
Şanlıurfa	23,57	0,42		

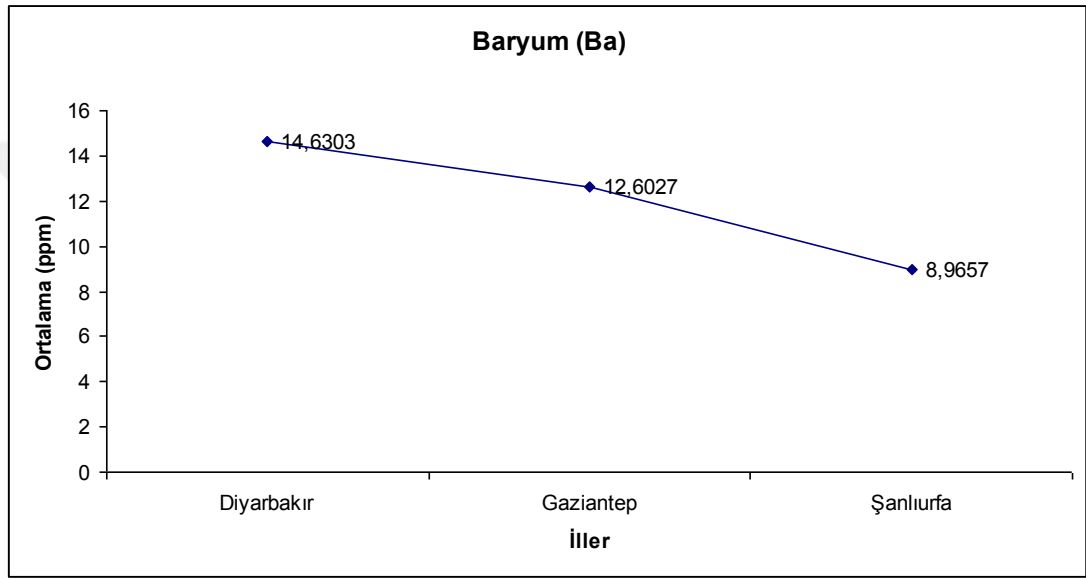


Grafik 4.7. Mangan (Mn) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Mn elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.7’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki Mg elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı 23.57 ± 0.42 ortalama ile Şanlıurfa ve 19.83 ± 0.05 ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Mn ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.8. Meyan bitkisinde Ba elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	14,63	0,12	7.20	0.03
Gaziantep	12,60	0,16		
Şanlıurfa	8,97	0,10		

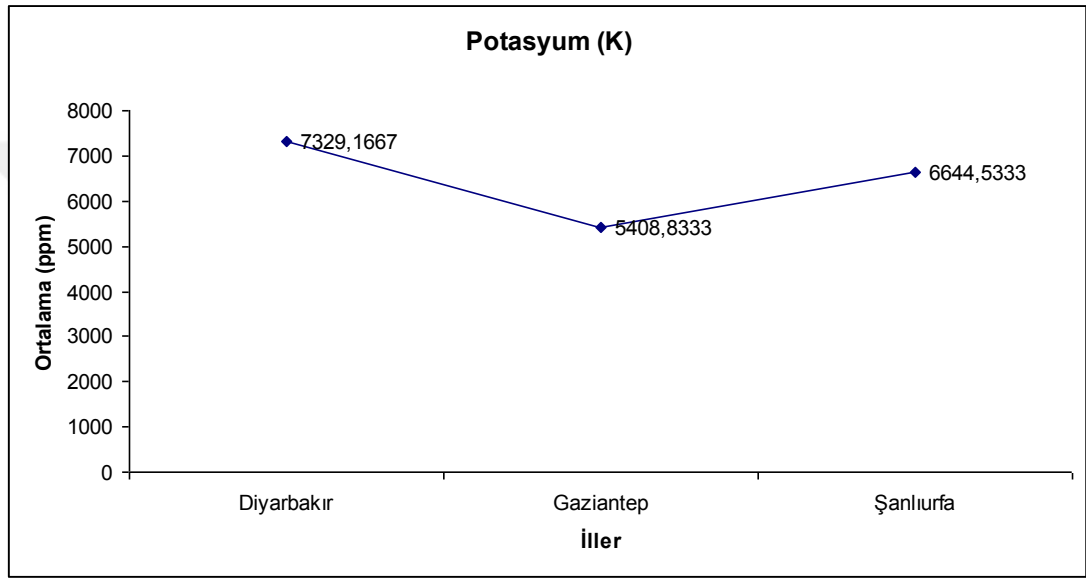


Grafik 4.8. Baryum (Ba) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Ba elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.8’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki Mg elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı $12,60 \pm 0,16$ ortalama ile Gaziantep ve $8,97 \pm 0,10$ ortalama ile Şanlıurfa takip etmektedir. İllere göre Ba ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.9. Meyan bitkisinde K elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	7329,17	318,64	7.20	0.03
Gaziantep	5408,83	261,48		
Şanlıurfa	6644,53	382,04		

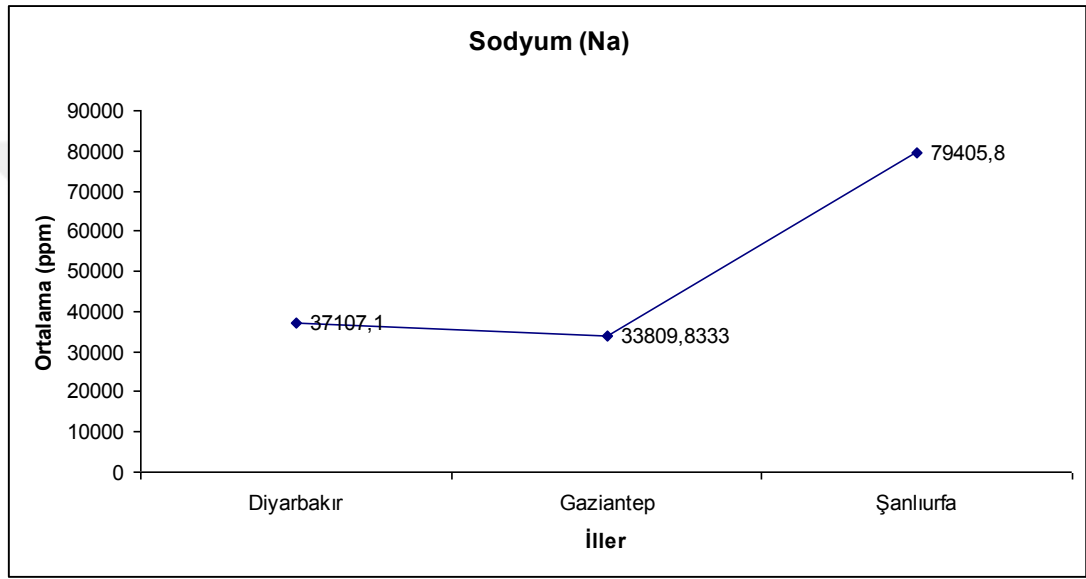


Grafik 4.9. Potasyum (K) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen K elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.9’da görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki Mg elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı 6644,53 $\pm$ 382,04 ortalama ile Şanlıurfa ve 5408,83 $\pm$ 261,48 ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre K ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0.05).

Tablo 4.10. Meyan bitkisinde Na elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	37107,10	838,37	7.20	0.03
Gaziantep	33809,83	815,58		
Şanlıurfa	79405,80	639,90		

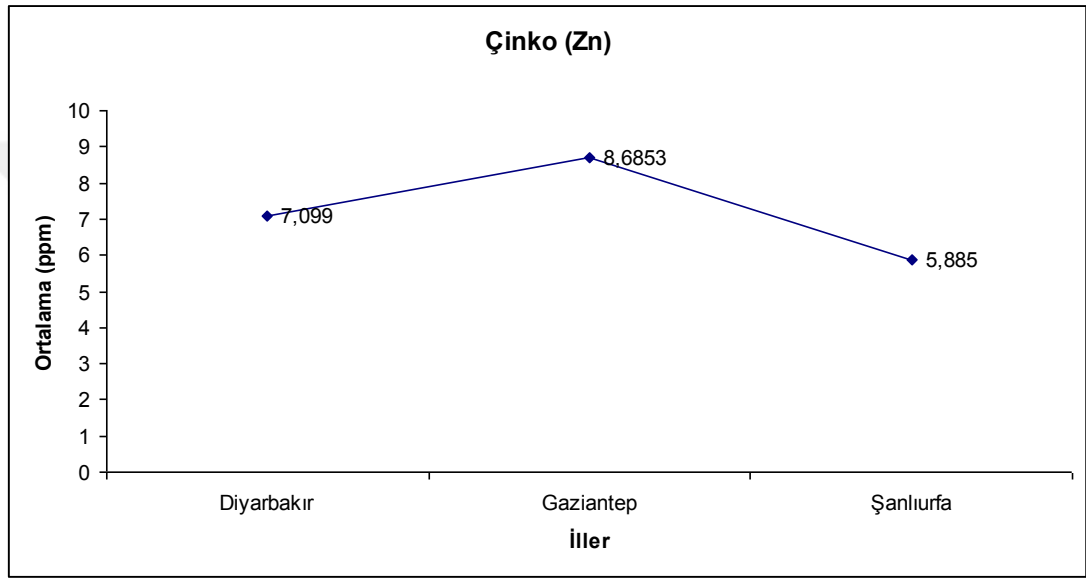


Grafik 4.10. Sodyum (Na) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen K elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.10’da görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Şanlıurfa’dan toplanan meyan örneklerindeki Na elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Şanlıurfa’yı $33809,83 \pm 815,58$ ortalama ile Gaziantep ve $37107,10 \pm 838,37$ ortalama ile Diyarbakır takip etmektedir. İllere göre Na ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.11. Meyan bitkisinde Zn elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	7,10	0,10	7.20	0.03
Gaziantep	8,69	0,20		
Şanlıurfa	5,89	0,08		

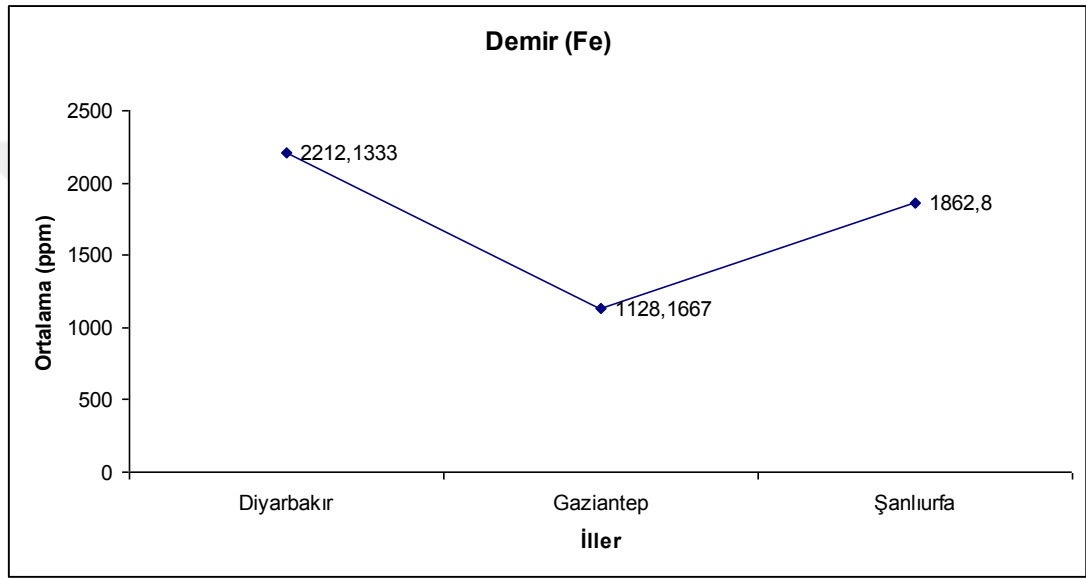


Grafik 4.11. Çinko (Zn) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Zn elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.11’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Gaziantep’ten toplanan meyan örneklerindeki Zn elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Gaziantep’i $7,10 \pm 0,10$ ortalama ile Diyarbakır ve $5,89 \pm ,079$ ortalama ile Şanlıurfa takip etmektedir. İllere göre Zn ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.12. Meyan bitkisinde Fe elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	2212,13	16,44	7.20	0.03
Gaziantep	1128,17	21,83		
Şanlıurfa	1862,80	38,53		

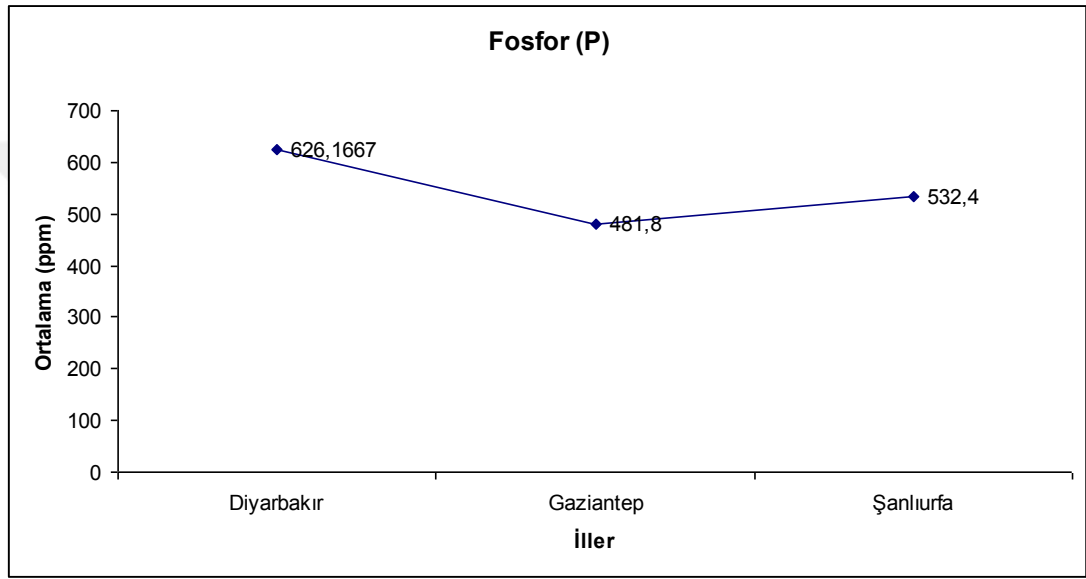


Grafik 4.12. Demir (Fe) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Fe elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.12’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki Fe elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı 1862,80 $\pm$ 38,53 ortalama ile Şanlıurfa ve 1128,17 $\pm$ 21,83 ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Fe ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.13. Meyan bitkisinde P elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	626,17	2,32	7.20	0.03
Gaziantep	481,80	4,08		
Şanlıurfa	532,40	3,04		

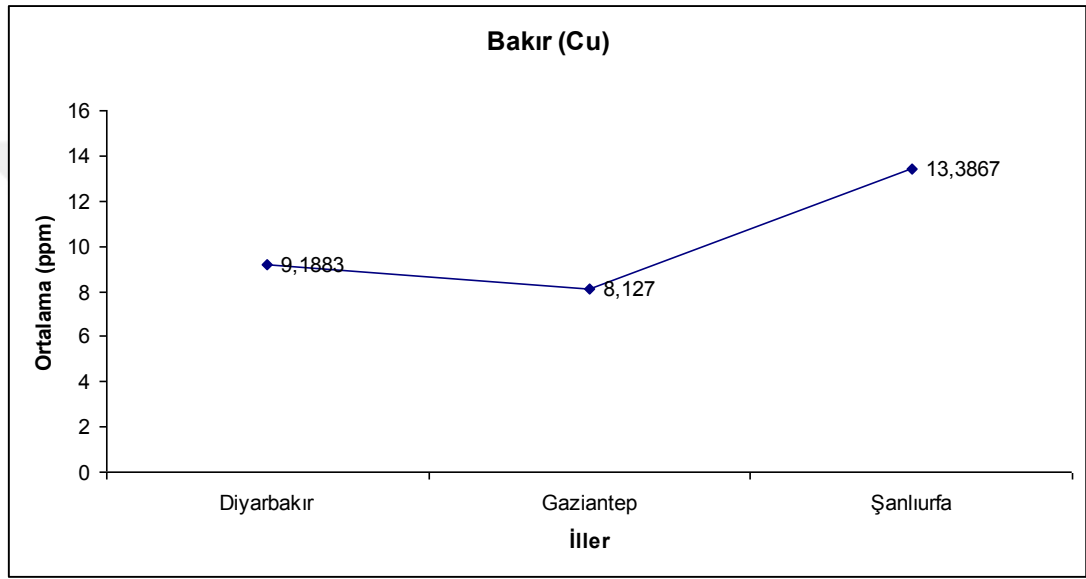


Grafik 4.13. Fosfor (P) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Fe elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.13’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki P elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı $532,40 \pm 3,04$ ortalama ile Şanlıurfa ve $481,80 \pm 4,08$ ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre P ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.14. Meyan bitkisinde Cu elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	9,19	0,37	7.20	0.03
Gaziantep	8,13	0,04		
Şanlıurfa	13,39	0,08		

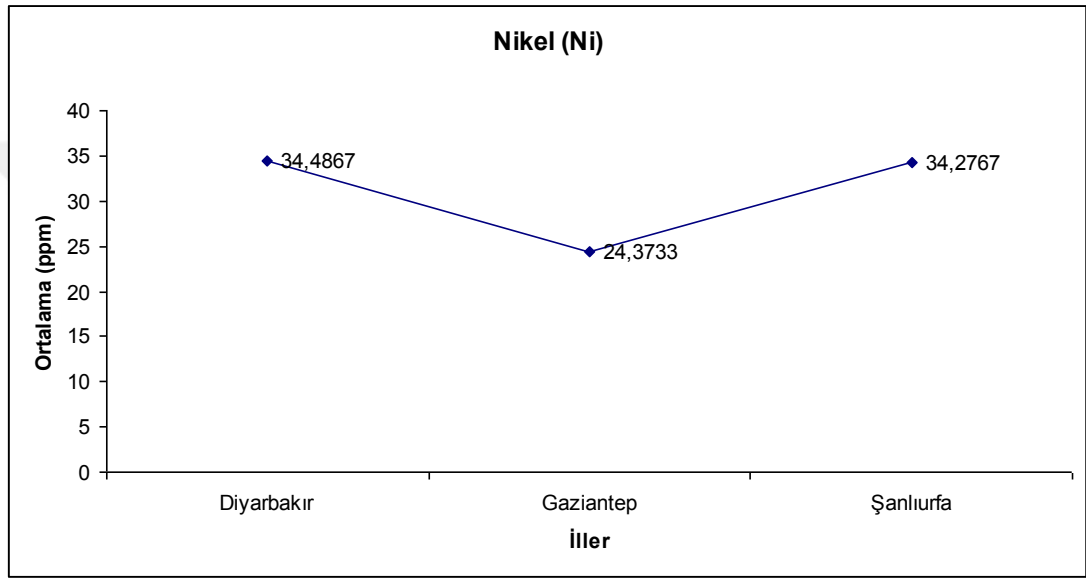


Grafik 4.14. Bakır (Cu) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Cu elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.14’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Şanlıurfa’dan toplanan meyan örneklerindeki Cu elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Şanlıurfa’yı $9,19 \pm 0,37$ ortalama ile Diyarbakır ve $8,13 \pm 0,04$ ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Cu ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.15. Meyan bitkisinde Ni elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	34,49	0,45	5.96	0.05
Gaziantep	24,37	0,08		
Şanlıurfa	34,28	0,30		

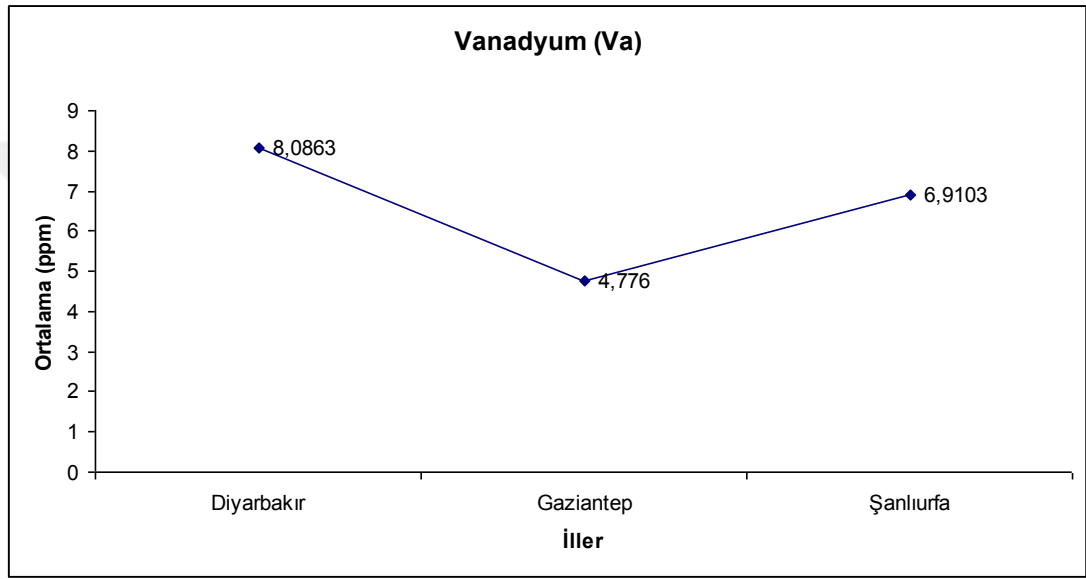


Grafik 4.15. Nikel (Ni) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Ni elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.15’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki Ni elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı $34,28 \pm 0,30$ ortalama ile Şanlıurfa ve $24,37 \pm 0,08$ ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Ni ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında sınırda anlamlılık saptanmıştır ($p = 0.05$)

Tablo 4.16. Meyan bitkisinde Va elementi miktarının illere göre karşılaştırması

	Ortalama	ss ($\pm$)	χ^2	p
Diyarbakır	8,09	0,19	7.20	0.03
Gaziantep	4,78	0,05		
Şanlıurfa	6,91	0,14		



Grafik 4.16. Vanadyum (Va) elementinin illere göre durumu

Çalışma alanından toplanan meyan bitkisi örneklerinden elde edilen Va elementinin illere göre ortalama değerlerinin karşılaştırılması neticesinde Tablo 4.16’da görülen sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Diyarbakır’dan toplanan meyan örneklerindeki Va elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır’ı $6,91 \pm 0,14$ ortalama ile Şanlıurfa ve $4,78 \pm 0,05$ ortalama ile Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Va ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bitkilerde çok sayıda mineral, vitamin ve protein bulunmaktadır. Bunun yanı sıra bitkilerde toksik elementler de bulunmaktadır (arsenik ve civa gibi ağır metaller) [113] . Bu çalışmada; Diyarbakır yöresinde doğal olarak yetişen meyan (*Glycyrrhiza glabra*) bitkisinde bazı eser elementlerin (Cd, Pb, Ca, Mg, Cr, Mn, Ba, K, Na, Zn, Fe, Co, Mo, Se, P, Cu, Ni, V) spektroskopik yöntemler ile tayin edilmesi sonucunda miktarları tayin edilmiştir. Eser elementlerin tayini için İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrofotometresi (ICP-OES) ve İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Kütle Spektrofotometresi (ICP-MS) kullanıldı. Ayrıca metal tayini için kapalı ortamda mikrodalga ile çözünürleştirme yöntemi kullanıldı.

Meyan bitkisinde eser element tayiniyle ilgili yapılan çalışmalar ve aynı zamanda diğer bitkilerde eser element tayiniyle ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında önemli bulgular elde edildiği görülmektedir.

Bitkilerde tespit edilen metaller toprağın fiziksel ve kimyasal yapısına, bitkilerin topraktan metal emebilme potansiyeli gibi çevresel unsurlara bağlıdır [85,81].

Eser elementler gıdalarda 50ppm'in altında bulunurlar, fakat bu miktar toprak yapısı, su, işleme ve depolama gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle meyan bitkisindeki eser element içerikleri toprak yapısı, iklim koşulları, kullanılan gübre çeşidi, hastalık ve zararlılar için kullanılan kimyasallardan etkilenebilir [40] .

Singh ve Garg (1997), Hindistan'daki tıbbi bitkilerde eser element tayiniyle ilgili yapmış oldukları çalışmada meyan bitkisinde Ba miktarını 5.09 ppm, Br miktarını 5.07 ppm, Ca miktarını 17100 ppm, Co miktarını 357 ng.g⁻¹, Cr miktarını 1.33 ppm, Cu miktarını 21.4 ppm, Fe miktarını 215 ppm, K miktarını 5610 ppm, Mn miktarını 30.4 ppm, Na miktarını 1200 ppm, P miktarını 510 ppm, Rb miktarını 10.7 ppm, Se miktarını 0.03 ppm Zn miktarını da 43.8 ppm olarak tespit etmişlerdir. Üç ayrı ilden alınan meyan örnekleriyle ilgili yapılan çalışma sonucunda ise; Ba miktarı 12.067 ppm, Ca miktarı 27718.10 ppm, Co miktarı tayin edilemedi, Cr miktarı 11.65 ppm, Cu miktarı 10.23 ppm, Fe miktarı 1734.37 ppm, K miktarı 6460.84 ppm, Mn miktarı 32.01 ppm, Na miktarı 50107.58 ppm, P miktarı 546.79 ppm, Se miktarı tespit edilemedi, Zn miktarı 7.22 ppm olarak tespit edildi [114] .

Khuder ve ark. (2009). Suriye'deki tıbbi bitkilerde eser elementleri tespit etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada meyan bitkisinde TXRF analiz yöntemiyle K

miktarını 6400 ± 250 ppm, Ca miktarını 14.20 ± 380 ppm, Cr miktarını 4.20 ppm den düşük, Mn miktarını 10.0 ± 2.5 ppm, Fe oranını 127 ± 5 ppm, Ni miktarını 1.30 ppm den düşük, Cu miktarını 5.11 ± 0.66 ppm , Zn miktarını, 12.8 ± 0.7 ppm, Sr miktarını 2.30 ± 0.95 ve Pb miktarını da 1.00 ppm den daha düşük bulmuşlardır. Aynı çalışmada meyan bitkisindeki eser element miktarları XRF yöntemiyle şu şekildedir; K miktarı 5892 ± 284 ppm, Ca miktarı 14.30 ± 640 ppm , Cr miktarı 24.1 ppm den düşük, Mn miktarı 10.0 ± 3.0 ppm, Fe miktarı 130 ± 8 ppm, Ni miktarı 2.42 ppm den düşük, Cu miktarı 5.20 ± 1.23 ppm, Zn miktarı 13.2 ± 1.3 ppm, Br miktarı 2.51 ± 0.39 ppm, Rb miktarı 2.23 ± 0.26 ppm, Sr miktarı 110 ± 4 ppm ve Pb miktarı da 1.70 ppm den düşüktür. Bizim çalışmamızda elde edilen bulgularda ise K miktarı 6460.84 ± 888.47 ppm, Ca miktarı 27718.10 ± 4918.11 ppm, Cr miktarı 11.65 ± 2.82 ppm, Mn miktarı 32.01 ± 15.56 ppm, Fe miktarı 1734 ± 479 ppm, Ni miktarı 31.05 ± 5.01 ppm, Cu miktarı 10.23 ± 2.42 ppm, Zn miktarı 7.2 ± 1.2 ppm, Pb miktarı da 1.03 ± 0.20 ppm olarak tespit edilmiştir. Her iki çalışma sonucunda da Ca miktarı en yüksek değere sahipken, Pb en düşük değere sahiptir [115] .

Desideri ve ark. (2010), esansiyel ve esansiyel olmayan bazı tıbbi bitkilerde polarize X ışını floresan spektrometre ile eser elementlerin tayin edilmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmada meyan bitkisinde K miktarını 6502.6 ppm, Mg miktarını 1806.8 ppm, Ca miktarını 12835.1 ppm, P miktarını 352.0 ppm, S miktarını da 739.7 ppm olarak tespit etmişlerdir. Üç ayrı ilden toplanan meyan örneklerindeki eser elementlerin miktarına bakıldığında ise ; K miktarı ortalama değeri 6460.8 ppm, Mg miktarı 6115.1 ppm, Ca miktarı 27718.1 ppm, P miktarı 546.7 ppm olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde Ca miktarının en yüksek ,P miktarının ise en düşük olduğu gözlenmiştir. S eser elementiyile ilgili çalışma yapılmamıştır [116] .

Garankina ve ark. (2009), Ural meyanında (*Glycyrrhiza uralensis*) Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Nb, Mo, Hg, Pb, Bi, Th ve U elementlerinin konsantrasyonlarını tespit etmek amacıyla yapmış oldukları çalışma neticesinde Cu elementi hariç diğer elementler toprakaltı organlarda toprak üstü organlara göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışma neticesinde meyan bitkisinde en yüksek konsantrasyonun Fe'ye en düşük konsantrasyonun da Pb'ye ait olduğu görülmüştür [117] .

Badr ve ark. (2013), Yabani, çay formunda ve demlenen formdaki meyan bitkilerinin kimyasal kompozisyonu tespit etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada Ca, P, Na, K, Fe, Zn and Cu elementlerini tespit etmek için ICP-OES yöntemini kullanmışlardır. Yapılan çalışma neticesinde yabani meyanda Na konsantrasyonu 18580 mg/100g, K

konsantrasyonu 7276 mg/100g, Fe konsantrasyonu 1224 mg/100g, Zn konsantrasyonu 17.08 mg/100g, Cu konsantrasyonunu 11.01 mg/100g olarak; çay formundaki meyanda Na konsantrasyonu 455.2 mg/100g, K konsantrasyonu 178.4 mg/100g, Fe konsantrasyonu 4.189 mg/100g, Zn konsantrasyonu 0.118 mg/100g olarak, Cu konsantrasyonu 0.076 mg/100g olarak; demleme formundaki meyanda da Na konsantrasyonu 550 mg/100g, K konsantrasyonu 215.1 mg/100g, Fe konsantrasyonu 2.28 mg/100g, olarak tespit edilmiştir. Demleme formundaki meyanda Zn ve Cu konsantrasyonları oldukça düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir [118] .

Ansari ve ark. (2004) tıbbi açıdan önemli olan 35 farklı bitkide Zn, Mn, Cu ve Fe konsantrasyonlarını tespit etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada meyan bitkisinde Zn konsantrasyonunu 12.7 ± 0.0 ppm, Mn konsantrasyonu 107 ± 15 ppm, Cu konsantrasyonunu 80.4 ± 24.2 ppm ve Fe konsantrasyonunu da 4823 ± 1370 ppm olarak tespit etmişlerdir [119] .

Rajurkar ve Pardeshi (1997), Hindistan’da şeker hastalığı kontrolünde kullanılan bazı tıbbi bitkileri NAA ve AAS teknikleriyle analiz ettikleri çalışmada meyan bitkisinde NAA analizine göre Mn oranı %2.066, Na oranı %28.62, K oranı %0.68 ve Al oranı da %1.37 olarak tespit edilmiştir. AAS yöntemiyle meyan bitkisinde Cu konsantrasyonu %0.54, Co konsantrasyonu %1.18, Pb konsantrasyonu %1.1, Ni konsantrasyonu %0.98, Cr konsantrasyonu %0.98, Cd konsantrasyonu %48, Fe konsantrasyonu %4.1, Ca konsantrasyonu %12.3, Zn konsantrasyonu %0.2 ve Hg konsantrasyonu da %2 olarak tespit edilmiştir [120] .

Sonuçlar

Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Çalışma alanındaki meyan örneklerinde en yüksek düzeyde tespit edilen eser element Na, en düşük düzeyde tespit edilen element ise Cd’dir. Çalışma alanından toplanan meyan bitkisinde Co, Mo, ve Se elementleri tespit edilmemiştir.
- Şanlıurfa’dan toplanan meyan örneklerindeki Cd elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Şanlıurfa’yı Diyarbakır ve Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Cd ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0.05$).

- Şanlıurfa'dan toplanan meyan örneklerindeki Pb elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Şanlıurfa'yı Diyarbakır ve Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Pb ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki Ca elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Şanlıurfa ve Gaziantep takip etmektedir. Ca ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki Mg elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Şanlıurfa ve Gaziantep takip etmektedir. Mg ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki Mg elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Şanlıurfa ve Gaziantep takip etmektedir. Cr ortalamaları arasında gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki Mn elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Şanlıurfa ve Gaziantep takip etmektedir. Mn ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki Ba elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Gaziantep ve Şanlıurfa takip etmektedir. İllere göre Ba ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki K elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Şanlıurfa ve Gaziantep takip etmektedir. K ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Şanlıurfa'dan toplanan meyan örneklerindeki Na elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Şanlıurfa'yı Gaziantep ve Diyarbakır takip etmektedir. Na ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Gaziantep'ten toplanan meyan örneklerindeki Zn elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Gaziantep'i Diyarbakır ve Şanlıurfa takip etmektedir. Zn ortalamaları arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki Fe elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Şanlıurfa ve Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Fe ortalamaları açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).

- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki P elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Şanlıurfa ve Gaziantep takip etmektedir. İllere göre P ortalamaları açısından anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$).
- Şanlıurfa'dan toplanan meyan örneklerindeki Cu elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Şanlıurfa'yı Diyarbakır ve Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Cu ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan analiz neticesinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır.
- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki Ni elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Şanlıurfa ve Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Ni ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan analiz neticesinde gruplar arasında sınırda anlamlılık saptanmıştır.
- Diyarbakır'dan toplanan meyan örneklerindeki Va elementi oranı diğer illerdekine göre daha yüksektir. Diyarbakır'ı Şanlıurfa ve Gaziantep takip etmektedir. İllere göre Va ortalamaları arasında farklılık olup olmadığını tespit etmek için yapılan Kruskal Wallis-H testi neticesinde gruplar arasında anlamlılık saptanmıştır.

EKLER

Tablo 1. Kalibrasyon standart konsantrasyonları

Element	Standart Konsantrasyonları (ppb)					
	Std-1	Std-2	Std-3	Std-4	Std-5	Std-6
Cd	0.1	0.25	0.5	1	2	4
Pb	0.1	0.25	0.5	1	2	4
Ba	50	100	150	200	250	
Ca	50	100	150	200	250	
K	100	150	200	250	300	
Mg	50	100	150	200	250	
Na	50	100	150	200	250	
Cr	50	100	150	200	250	
Zn	50	100	150	200	250	
Mn	50	100	150	200	250	
Fe	50	100	150	200	250	
Se	10	25	50	100	200	
Mo	50	100	150	200	250	
Co	50	100	150	200	250	

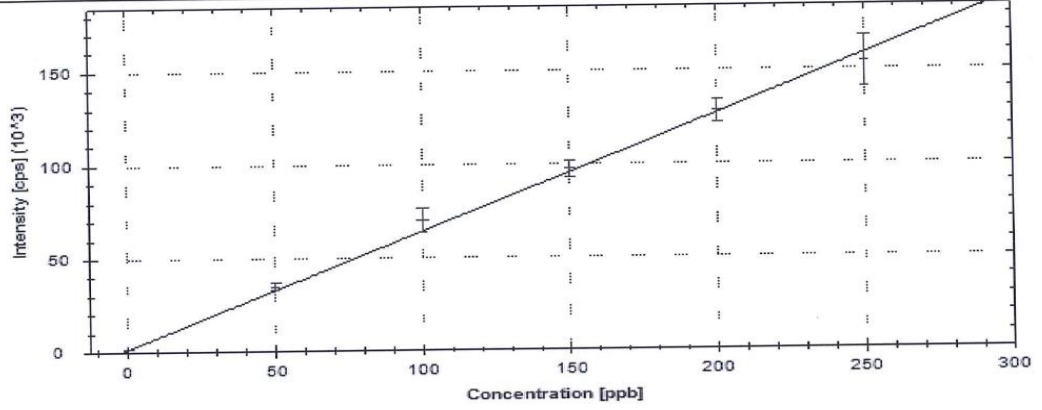
ELEMENT	STANDART KONSATRASİYONLARI (ppm)				
	STD-1	STD-2	STD-3	STD-4	STD-5
V	0,5	1	2	5	10
Cu	0,5	1	2	5	10
Ni	0,5	1	2	5	10
P	0,25	0,5	1	2	5

Analyte: 24Mg (KED)

$$f(x) = 627.552 \cdot x + 1230.228$$

$$r = 0.998$$

BEC = 1.960 ppb



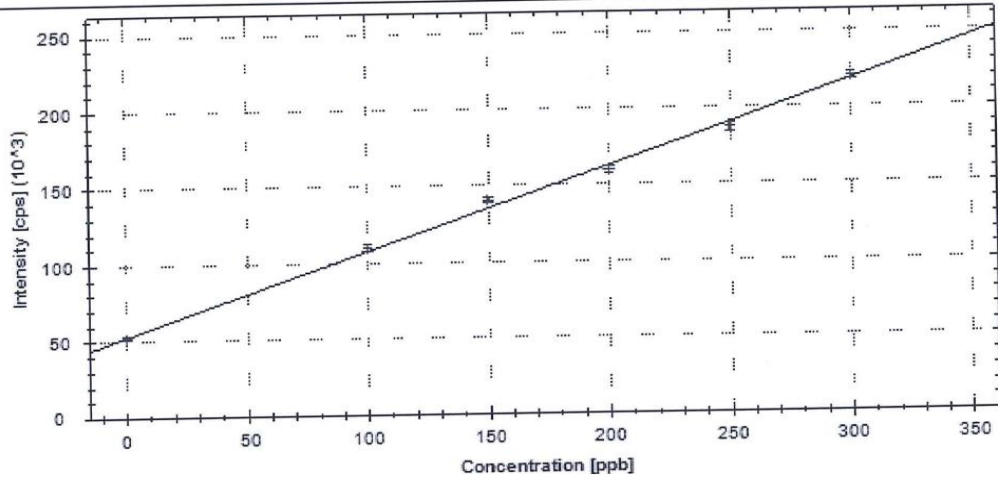
Grafik 1. Magnezyum (Mg) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: 39K (KED)

$$f(x) = 549.941 \cdot x + 52672.572$$

$$r = 0.998$$

BEC = 95.779 ppb



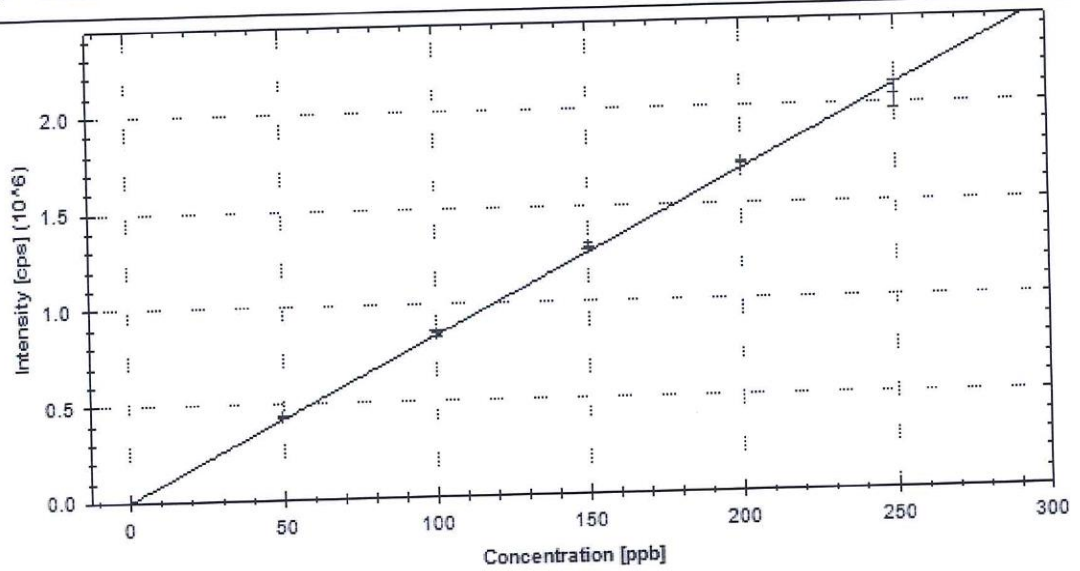
Grafik 2. Potasyum (K) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: ⁹⁵Mo (KED)

$$f(x) = 8366.772 \cdot x + 156.334$$

$$r = 0.999$$

BEC = 0.019 ppb



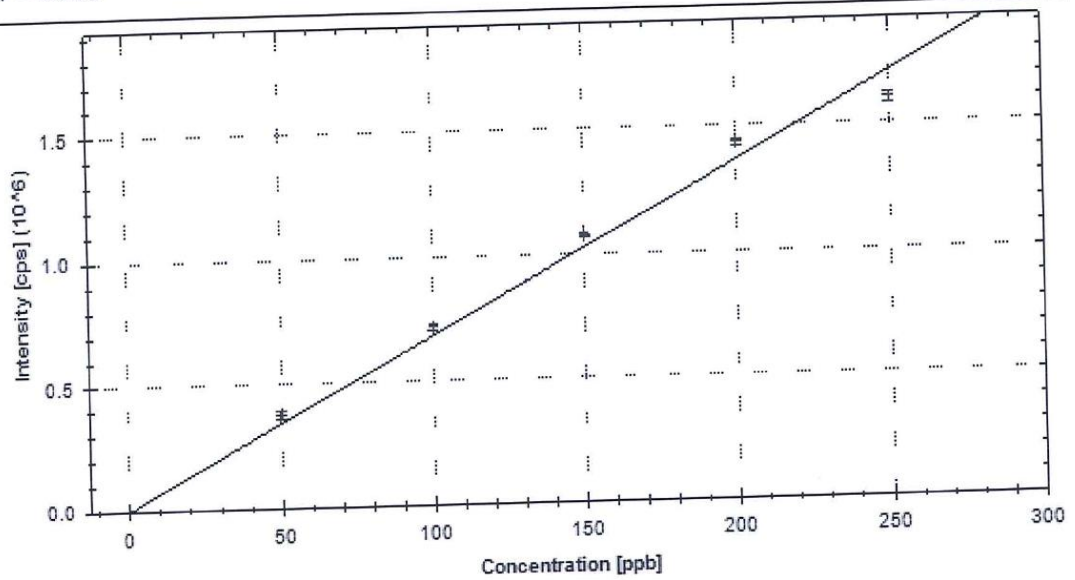
Grafik 3. Molibden (Mo) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: ¹³⁷Ba (KED)

$$f(x) = 6823.559 \cdot x + 235.169$$

$$r = 0.995$$

BEC = 0.034 ppb



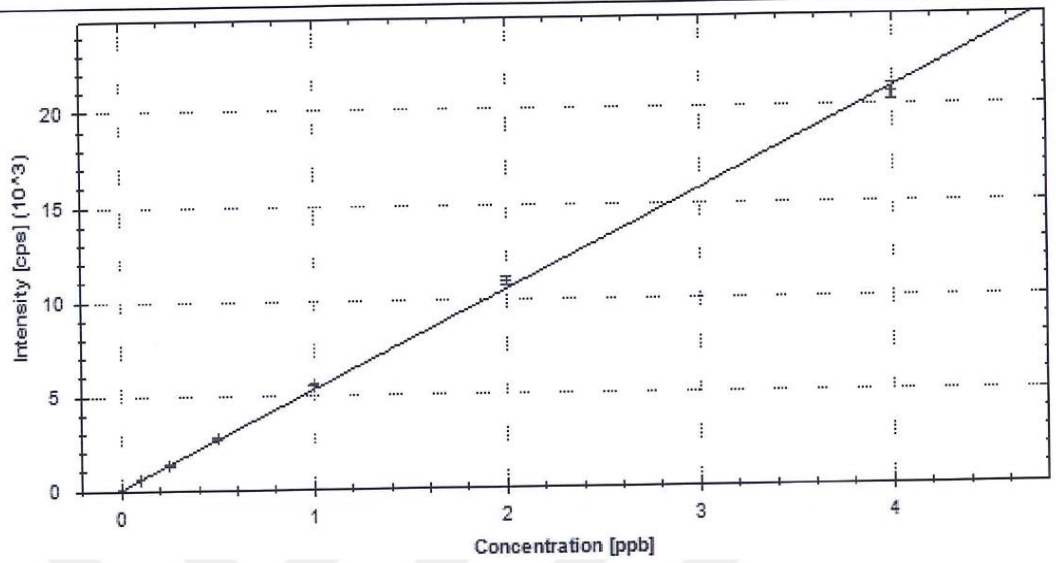
Grafik 4. Baryum (Ba) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: ^{111}Cd (KED)

$$f(x) = 5233.437x + 24.667$$

$$r = 0.999$$

BEC = 0.005 ppb



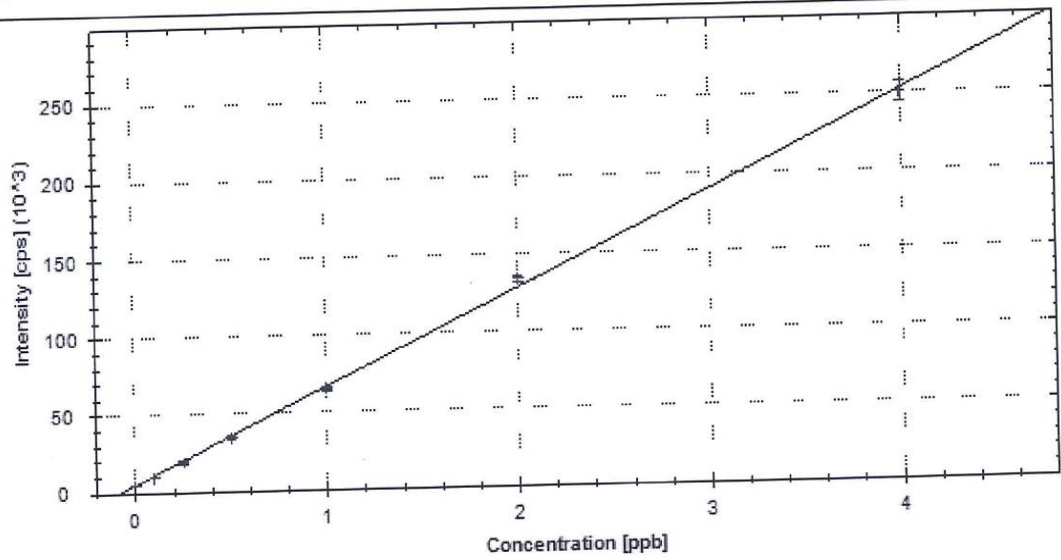
Grafik 5. Kadmiyum (Cd) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: ^{208}Pb (KED)

$$f(x) = 61615.183x + 4892.964$$

$$r = 1.000$$

BEC = 0.079 ppb



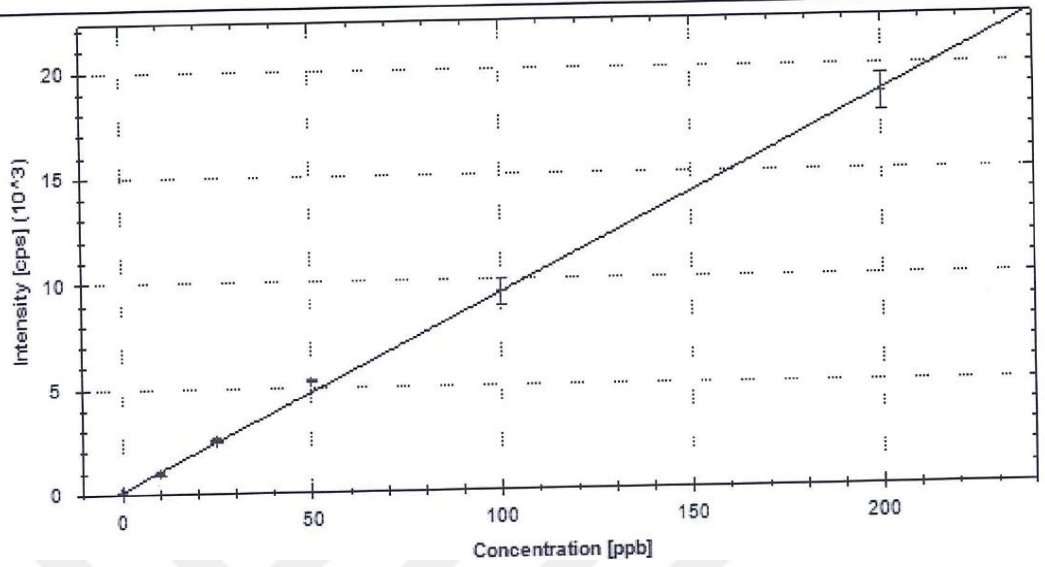
Grafik 6. Kurşun (Pb) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: ^{82}Se (KED)

$$f(x) = 93.052x + 86.167$$

$$r = 0.999$$

BEC = 0.926 ppb



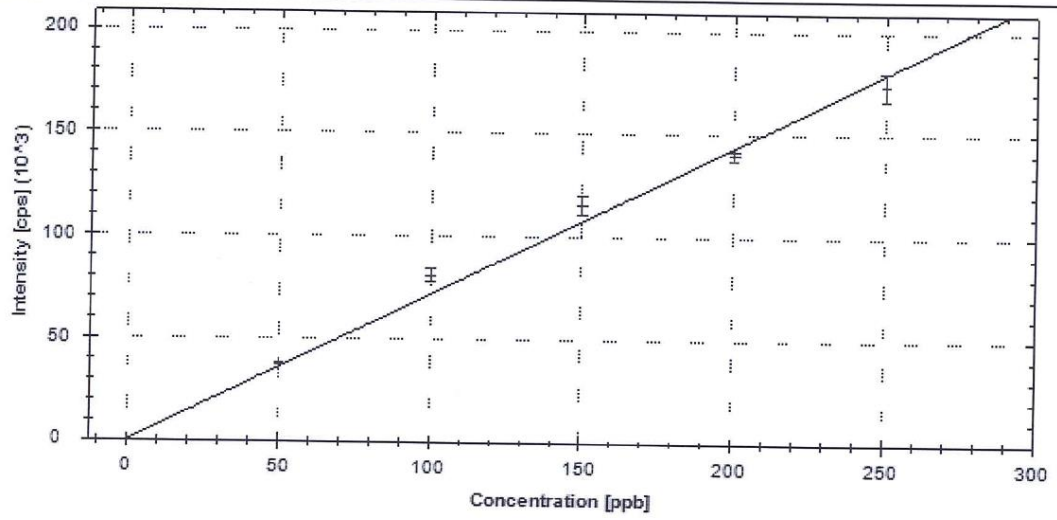
Grafik 7. Selenyum (Se) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: ^{53}Cr (KED)

$$f(x) = 716.786x + 166.835$$

$$r = 0.995$$

BEC = 0.233 ppb



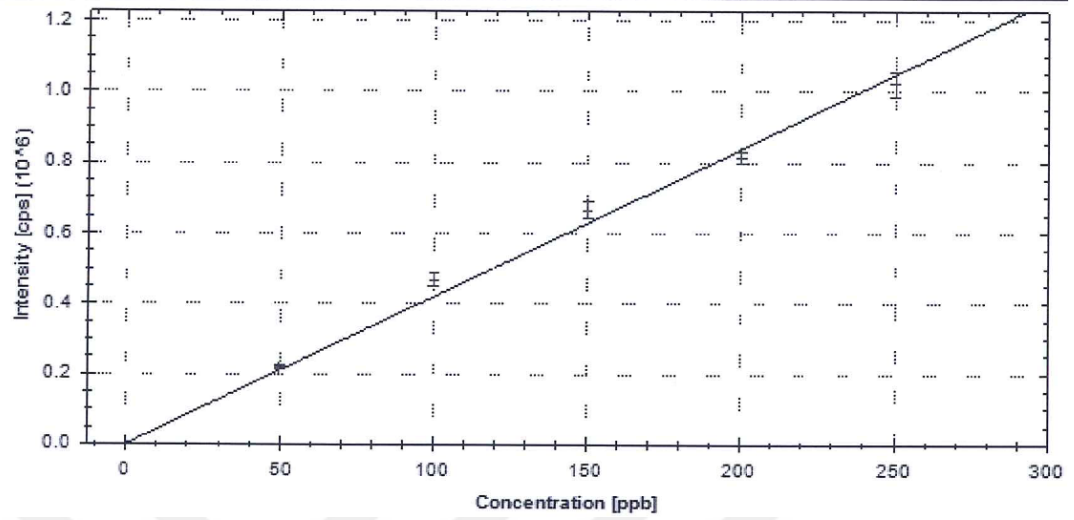
Grafik 8. Krom (Cr) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: 55Mn (KED)

$$f(x) = 4186.469 \cdot x + 135.001$$

$$r = 0.997$$

BEC = 0.032 ppb



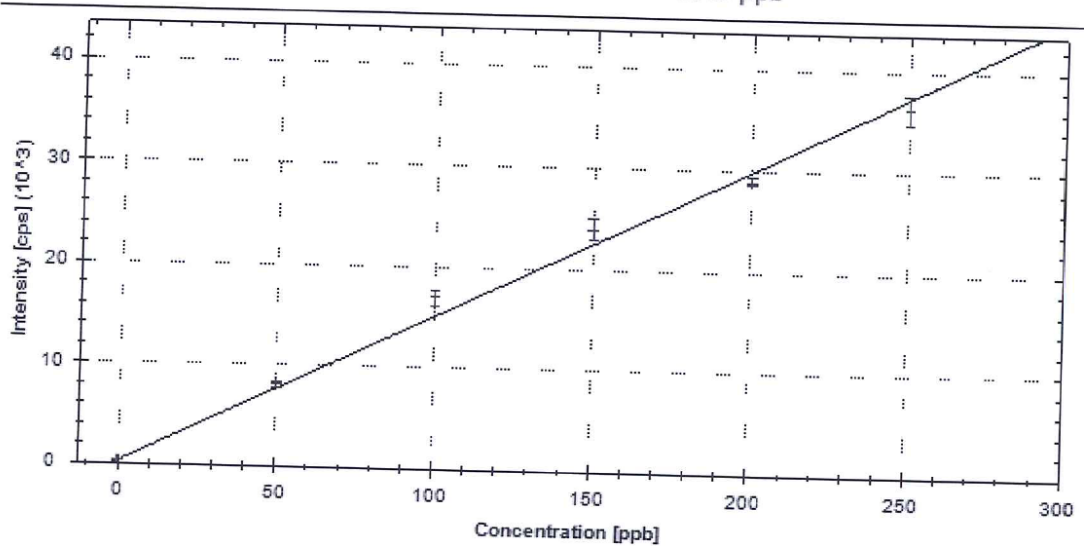
Grafik 9. Mangan (Mn) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: 57Fe (KED)

$$f(x) = 148.025 \cdot x + 287.170$$

$$r = 0.996$$

BEC = 1.940 ppb



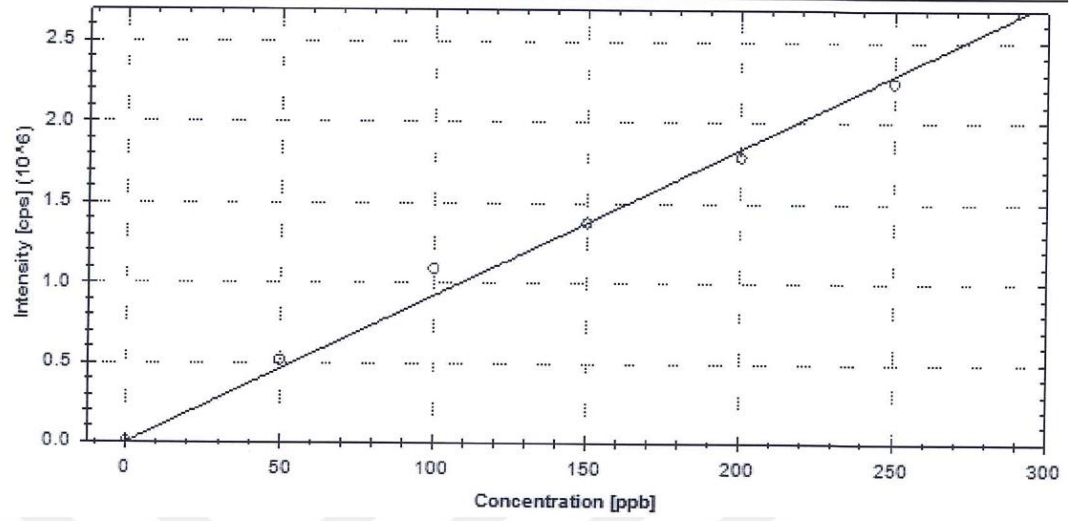
Grafik 10. Demir (Fe) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: 59Co (KED)

$$f(x) = 9166.257 \cdot x + 25.833$$

$$r = 0.995$$

BEC = 0.003 ppb



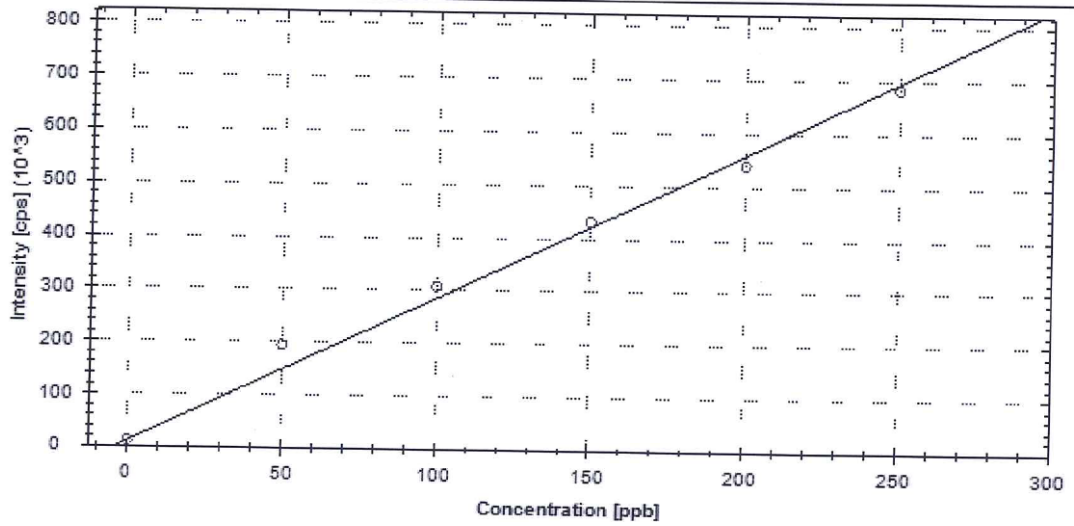
Grafik 11. Kobalt (Co) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: 64Zn (KED)

$$f(x) = 2739.437 \cdot x + 10704.708$$

$$r = 0.995$$

BEC = 3.908 ppb



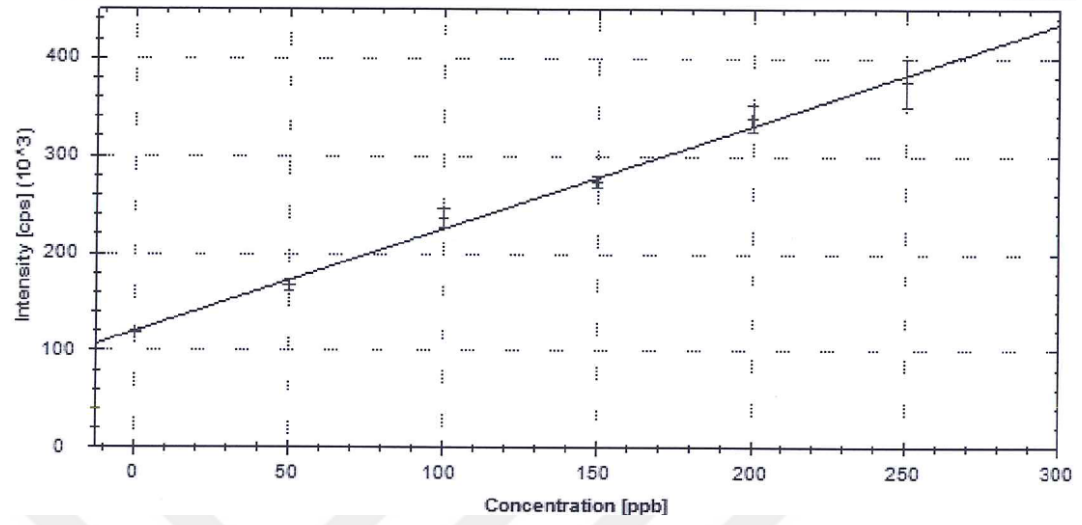
Grafik 12. Çinko (Zn) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: ^{23}Na (KED)

$$f(x) = 1052.222 \cdot x + 119556.566$$

$$r = 0.997$$

$$\text{BEC} = 113.623 \text{ ppb}$$



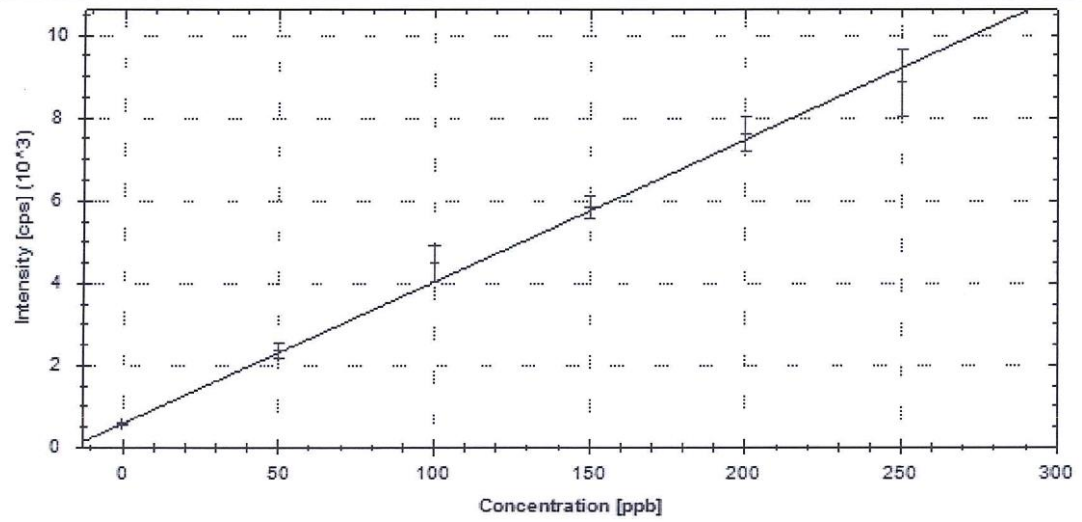
Grafik 13. Sodyum (Na) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

Analyte: ^{44}Ca (KED)

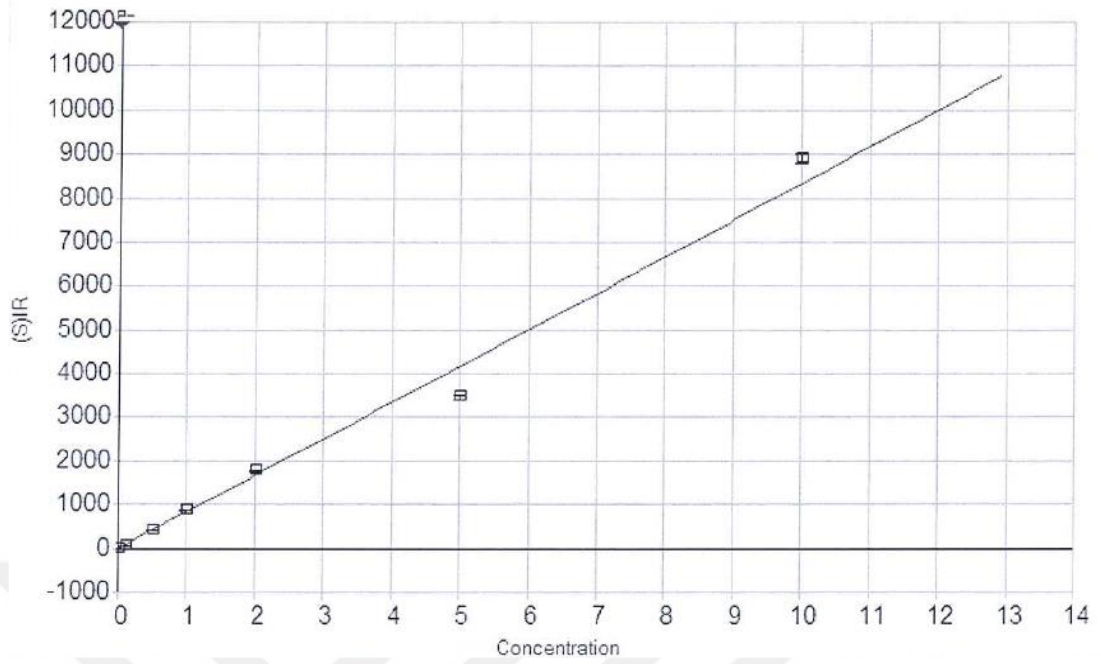
$$f(x) = 34.470 \cdot x + 578.514$$

$$r = 0.996$$

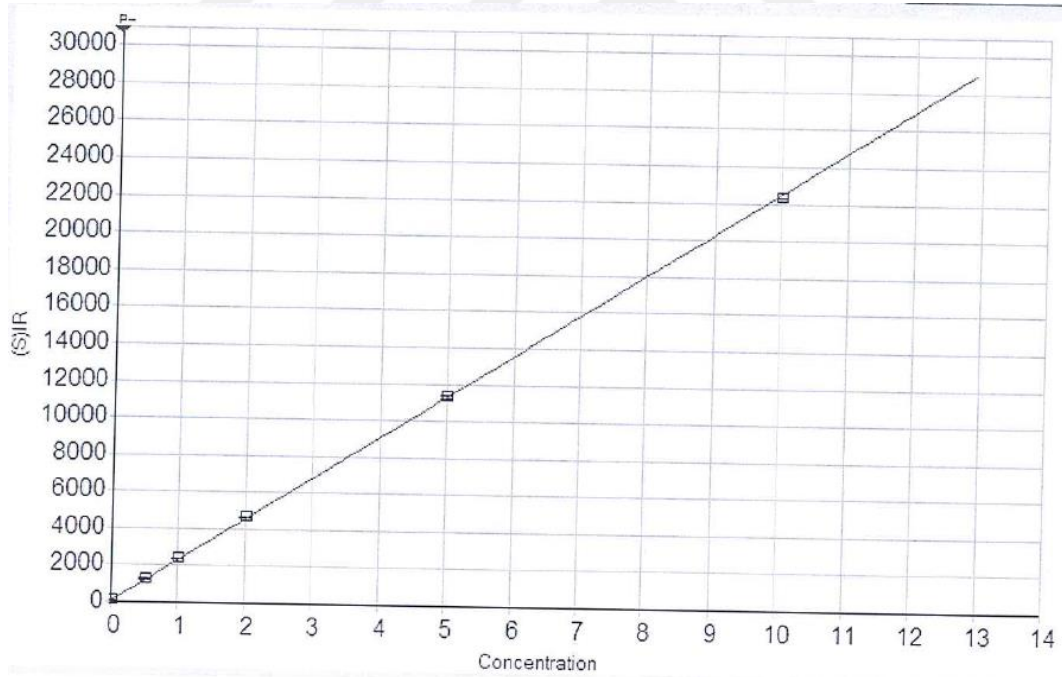
$$\text{BEC} = 16.783 \text{ ppb}$$



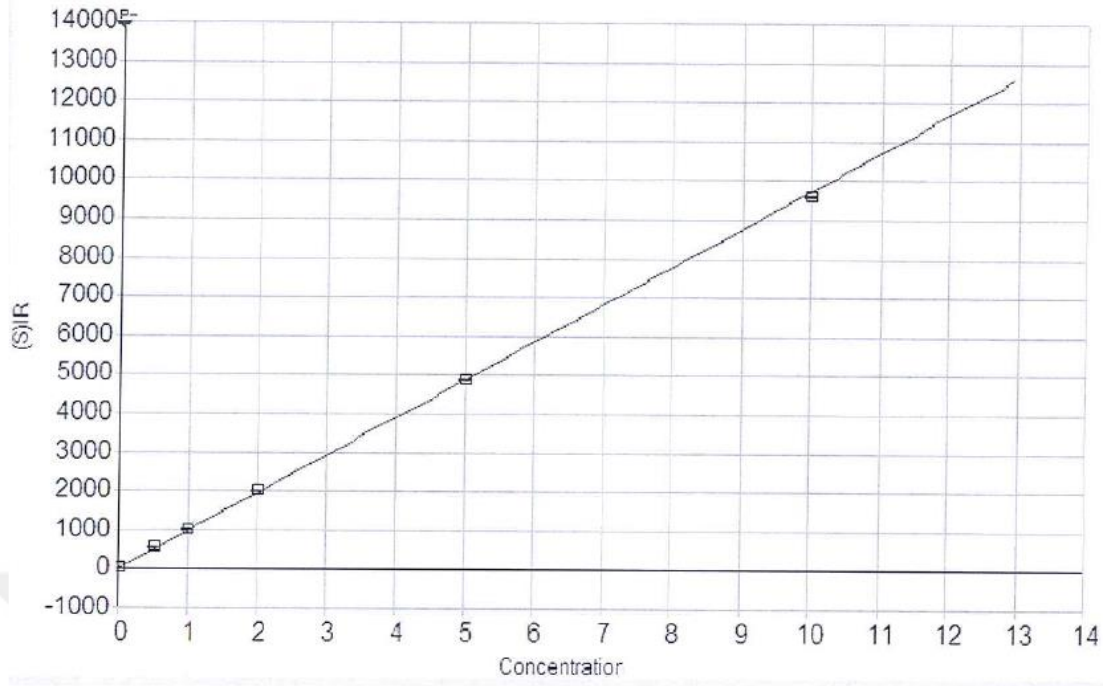
Grafik 14. Kalsiyum (Ca) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği



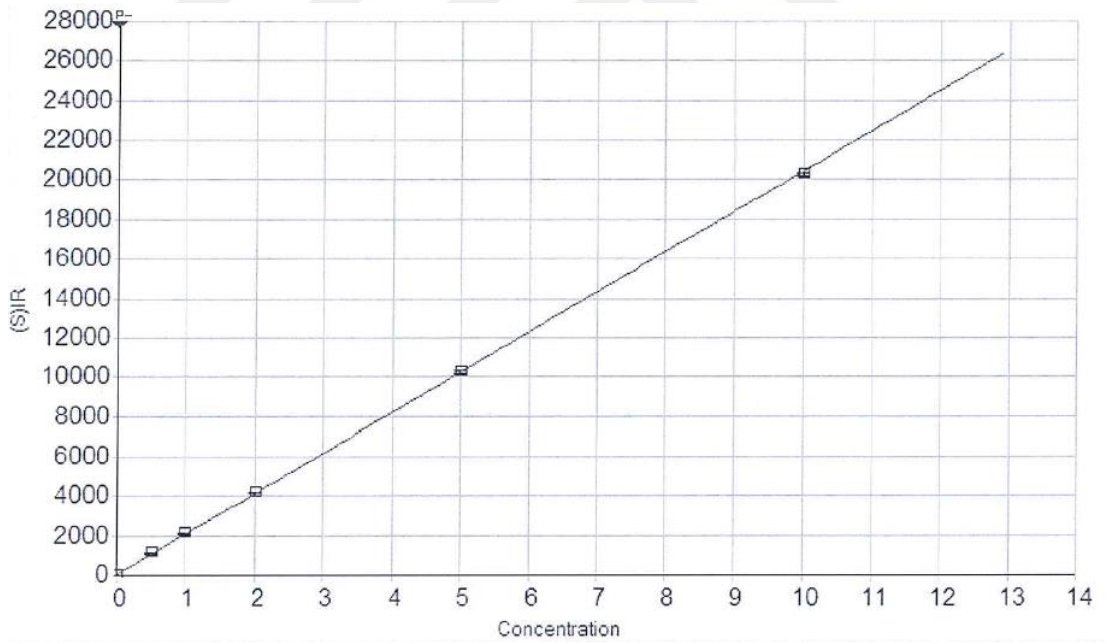
Grafik 15. Fosfor (P) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği



Grafik 16. Vanadyum (V) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği



Grafik 17. Nikel (Ni) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği



Grafik 18. Bakır (Cu) elementine ilişkin kalibrasyon grafiği

KAYNAKLAR

- [1]. Deveci, T. (2012). Gaziantep’te Atık Sulardan Etkilenen Toprak ve Bitkilerde Eser Element (Cu, Co, Mn ve Zn) ve Fe Konsantrasyonlarının ICP-MS ile Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.
- [2]. Martinez Ballesto, MC, Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health A review, AGRONOMYFOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (30), (1990), 295, 309.
- [3]. Van Marle, J., Aarsen, P.N., Lind, A. (1981). Deglycyrrhizinised liquorice (DGL) and the renewal of rat stomach epithelium. Eur. J.Pharmacol 1981;72219-225.
- [4]. Oğuz, G. (1987). “Meyan Kökü ve Önemi” Fırat Üniv. Basın Bülteni 2(37): 3.
- [5]. Baytop, T. (1999). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 578s.
- [6]. Hiroyuki, H. (2000). Protection of Mitochondrial Fuctions aganist Oxidative Stresses by Isoflavan from Glycyrrhiza glabra. J. Pharm. Pharmacol. 52:219-223.
- [7]. Demirhan, E.A. (2001). Şifalı Bitkiler Doğal İlaçlarla Geleneksel Tedaviler. Sayfa: 306-313, Alfa Yayıncılık, İstanbul.
- [8]. Kuroyanagi, T. (1966). Effect of prednisone and Glycyrrhizin on Passive Transfer of Experimental Allergic Encephalomyelitis, Allergy, 1966,15:67-75.
- [9]. Oğuz, G. (1987). “Meyan Kökü ve Önemi” Fırat Üniv. Basın Bülteni 2(37): 3.
- [10]. Sezik, E. (1990). Meyan kökü eski bir ilaca yeni etkiler. Bilim ve Teknik. 23(267):20-22.
- [11]. Acartürk, R. (2001). Şifalı Bitkiler Flora ve Sağlığımız Syf. 60, Ankara.
- [12]. Saxena, S. (2005). Glycyrrhiza glabra: Medicine over the millennium. Natural Product Radiance, 4(5): 358-367.
- [13]. Chamberlain, D.F. (1970) in Davis PH (ed.). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. vol.3. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [14]. Seçmen, Ö., Gemici, Leblebici, E., Görk, G., Bekat, L. (1986) Tohumlu Bitkiler Sistematigi E.Ü.FEN Fak. Kitaplar Ser. no:116, 1.baskı. ss. 446
- [15]. Tanker N, Koyuncu M, Coşkun M, (1998). Farnosötik Botanik, Ankara Üniversitesi Eczacılık fakültesi yayınları, Ders Kitapları No:78, Ankara, s. 269-270.

- [16]. Li, W., Asada, Y., and Yoshikawa, T. (2000). Flavonoid constituents from *Glycyrrhiza glabra* hairy root cultures, *Phytochemistry* 2000 55(5):447-456.
- [17]. Hayashi, H., Hosono, N., and Kondo, M. (2000). Phitogenetic relationship of the *Glycrrhiza* species based on rbcL sequences chemical constituents. *Biol. Pharm. Bull.* 23(5):602-606
- [18]. Raggi, M.A., Bugamelli, F., and Nobile, L. (1995). The choleretic effects of licorice. Indentification and determination of the pharmacologically active components of *Glycyrrhiza glabra*. *Boll Chim Farm* Dec; 134(11): 634-8.
- [19]. Kitagawa, I., Chen, W.Z., and Hori, K, (1994). Chemiccal studies of Chinese meyan kökü-roots. I. Elucitdation of five new flawonoid constituents from the roots of *Glycyrrhiza glabra* L.collected in Xinjiang; *Chem. Pharm Bull* (Tokyo). 42 (5):1056-1062
- [20]. Homma, M., Oka, K., Niitsuma, T., and Itoh, H. (1994). A novel 11 beta-hydroxysteroid dehydrogenase inhibitor contained in saiboku-to, a herbal remedy for steroid-dependet bronchial asthma. *J.pharm Pharmacol* 1994;46 (4):304-309.
- [21]. Elgamal, M.H., Handy, F.K., and Hana, A.G. (1990). A further contribution to the triterpenoid constituents of *Glycyrrhiza glabra* L.; *Z Naturforsch [C]*. 45: (9-10):937-941.
- [22]. Ohyashiki, T., Ohtsuka, T., and Mohri, T. (1986). A change in the lipid fluidty of the porcine intestinal brush-border membranes by lipid peroxidation. Studies using pyrene and fluorescent stearic acid derivatives. *Biochimica et Biophysica acta*, 861:311-318.
- [23]. Esterbauer, H., and Cheeseman, K.H. (1990). Determination of aldehydic lipid peroxidation products: Malonaldehyde and 4-hydroxynonenal. *Methods in Enzymology*, 186:407-421.
- [24]. Pietta, P., Simonetti, P., and Mauri, P. (1998). Antioxidant activty of selected medicinal plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:4487-4490.
- [25]. Yoshida T, Mori K, Hatano T, Okumura T, Uehara I, Komagoe K, Fujita Y and Okuda T. (1989). Studies on inhibition mechanism of autoxidation by tannins and flavonoids. V. Radical-scavenging effect of tannins and related polyphenols on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 37:1919-1921.

- [26]. Ju, H.S. (1989) Effects of Glycyrrhiza Flavonoids on Lipid Peroxidation and Active Oxygen Radicals. *Acta Pharmaceutica Sinica*, 24:11, 807-812.
- [27]. Pieter, M. (1975). Constituents of local palnts, XVIII.28-hydroxyglycyrrhetic acid, a new triterpenoid isolated from the roots of *Glycyrrhiza glabra*. *Planta Med.* 27(2):159-163.
- [28]. Fukai, T., Marumo, A., Kaitou, K., Kanda, T., Terada, S., and Nomura, T. (2002). Anti-*Helicobacter pylori* flavonoids from *G.glabra* extract; *Life Sci*, 9(71):12:1449-1463.
- [29]. Williamson, E.M. (2001). Synergy and other interactions in phtomedicines. *Phytomedicine*, 8(5):401-409.
- [30]. Khayua, M.T., el-Ghazaly, M.A. and Kenawy, S.A. (2001). Antiülserogenic effect of some gastrointestinally acting acting plant extracts and their cobination. *Arzneimittelforschung*, 51(7):545-553.
- [31]. Belinky. P.A. (1998). Aviram M. and Fuhrman B, The antioxidative effect of the isoflavan glabridin on endogenous constituents of LDL during its oxidation. *Atherosclerosis*, 137(1):49-61.
- [32]. Beil, W. Birkholz, C., and Sewing, K.F. (1995). Effects of flavonoids on parietal cell acid secretion, gastric mucosal prostaglandin and *Helicobacter pylori* growth. *Arzneim Forsch*, 45697-700.
- [33]. Amamoto, K., Kakegawa, H., and Ueda, H. (1992). Gastric cytoprotective anti-ulcerogenic actions of hydroxychalcones in rats. *Planta med*, 58389-393.
- [34]. Tanker, M., ve Tanker, N. (1985). Farmakognazi, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, Syf:240-244.
- [35]. Shan, X.Q., Aw, T.Y., Jones D.P., Glutathione-Dependent protection against oxidative injury, *Pharmacology & Therapeutics* 47, 1, 61-71, 1990.
- [36]. Skoog, D.A., Holler, F.J., West, M.D., Crouch, R.S. (2008). Analitik Kimya-Temel İlkeler. Çeviri Editörleri, Kılıç, E., Yılmaz, H., ISBN: 975-556-025-4,Bilim Yayıncılık, Ankara, 175-224.
- [37]. Topbaş, M.T., Brohi, A.R., Karaman, M.R. (1998). Çevre Kirliliği, T.C. Çevre Bakanlığı, Ankara.
- [38]. Sağlam, T., Bahtiyar, M., Cangir C., Tok, H. A. (1993). Toprak Bilimi. Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Tekirdağ.

- [39]. Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S. (2004). Metallerin Çevresel Etkileri-II. *Metalurji Dergisi*, 137:46-51.
- [40]. Özkaya, H. (1991). Gıda Bilimi ve Teknolojisi. A.Ü. Yayın No:97, Ankara, 66-67s.
- [41]. Tarakçı, Z., Küçüköner, E. (2003). Değişik ot Katkılı Süt Ürünlerinin Bazı Mineral Madde ve Ağır Metal İçeriklerinin İrdelenmesi. III. Gıda Mühendisliği Kongresi, (2-3 Ekim) Ankara, 448-449.
- [42]. Çınar, Ö. (2008). Çevre Kirliliği ve Kontrolü. Nobel Yayın Dağıtımı. 1. basım, 201s. Ankara.
- [43]. www.food-info.net/tr/metal/barium.htm
- [44]. Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. (1997). Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, T.C. Sağlık Bakanlığı Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, Ankara, 1997, 77.
- [45]. Tuncay, Y. (2007). “Kovada Gölü’nde Yaşayan Istakozlarda (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Ağır Metal Birikiminin incelenmesi”. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 51s, Isparta.
- [46]. Alhas, E., Oymak, S.A., Karadede-Akın, H. (2009). Heavy metal concentrations in two barb, from *Barbus anthopter* and *Barbus rajanorum* my staceus from Atatürk Dam Lake, Turkey, Environmental Monitoring and Assessment 148,11–18.
- [47]. Onat. T., Emerk, K., Sözmen, Y. (2002). İnsan biyokimyası, s 529-531 Palme yayıncılık, Ankara.
- [48]. Gilman, A.G., Rall, T.W., Nies, A.S., and Taylor, P. (2000). The Pharmacological Basis of Therapeutics" pp. 1282-92., 8th ed. Pergamon Press.
- [49]. Davies, S. and Stewart, A. (1995). Nutritional Medicine, 84-86.
- [50]. Baysal, A. (1996). Beslenme, Ankara, 1996, 110-130, 258-260.
- [51]. Saldamlı, B. (1998). Gıda Kimyası, Ankara, 1998, 379-392.
- [52]. **Cervantes et al.,2001**
- [53]. Türk Tabipler Birliği Raporu (2004). İnsan Sağlığını Etkileyen Faktörler.
- [54]. Örün, E., ve Yalçın, S.S. (2011). Kurşun, Civa, Kadmiyum: Çocuk Sağlığına Etkileri ve Temasın Belirlenmesinde Saç Örneklerinin Kullanımı, *Ankara Üniv. Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(2):73-81.
- [55]. Wilkie, C.H. (1994). Ginseng: a root just like a carrot?, *J.R. Soc. Med.*, 87:594.
- [56]. Keskin, H. (1987). Besin Kimyası, İstanbul, 369-380.
- [57]. McDowell, L.R. (1992). Copper and Molybdenum.. in: Cunha TJ (Ed). Minerals in Animal and Human Nutrition. 176-204, Academic Press Inc. San Diego.

- [58]. Allen, JD., and Gawthorne, JM., (1987). Involvement of the solid phase of Rumen digesta in the interaction between copper, molybden and sulphur in sheep, *Brit J Nutr*, 58: 265-276
- [59]. Gooneratne SR., Chaplin RK., Trent AM. And Christensen DA.,(1989). Effect of Tertathiomolybdate administration on the Excretion of Copper, Zinc, Iron and Molybdenum in Sheep Bile, *Br Vet J* 145-162.
- [60]. Dewlin, TM. (1992). Principles of Nutrition II: micronutrients. Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations, Third edition, Newyork.
- [61]. NRC. (1980). *Mineral tolerance of domestic animal*, National Academic Sci., Washington DC.
- [62]. Barceloux DG., (1999). Molybdenum, *J Toxicol Clin Toxicol*, 37(2): 231-237.
- [63]. Kalaycıoğlu L., Serpek B., Nizamlıoğlu M., Başpınar N. ve Tiftik AM., (2000): İz elementler, Biyokimya ,2.Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- [64]. Miller, JK., Ramsey, N. and Madsen, FC. (1988). The Trace Elements, (Ed) Church, DC. The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. Waveland Press, 342-400.
- [65]. EPA. (1986). Health Assessment Document for Nickel. EPA/600/8-83/012F. National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Washington, DC.
- [66]. Aktaş, M. (1995). Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Yayın no:142, Ders Kitabı:4.
- [67]. Marshner, H. (1986). Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition. University of Hohenheim Federal Republic of Germany. Academic Press.
- [68]. **www.hammaddeler.com**
- [69]. Ayaz, A. (2008). Tuz Tüketimi ve Sağlık, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara.
- [70]. Habashi, F. (1997). “Handbook of Extractive Metallurgy”, Volume II, WILEY-VCH, Germany.
- [71]. Perron, L. (2001). Vanadium, Natural Resources Canada, Minerals & Resources Sector, Canada Minerals Yearbook, 59.1-59.7.
- [72]. Ragothama, K.G. (1999). Phosphate Acquisition. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50:665-693.

- [73]. Zhu, Y., Smith, F.A., Smith, S.E. (2003). Phosphorus Efficiencies and Responses of Barley (*Hordeum vulgare* L.) to Arbuscular Mycorrhizal Fungi Grown in Highly Calcerous Soil. *Mycorrhiza*, 13:93-100.
- [74]. Blair, G. (1993). Nutrient Efficiency-What Do We Really Mean? P.J. Randall et al. (eds). *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, 205-213.
- [75]. Welz, B. Sperling, M. (1999). *Atomic Absorption Spectrometry*, Germany, 614-648.
- [76]. Murillo, J.M., Maranon, T., Cabrera, F., Lopez, R., (1999). *Science of the Total Environment*, 242, 281-292.
- [77]. Yarsan, E., Bilgili, A., Türel, İ. (2000). Van Gölü'nden Toplanan Midye (*Unio stevenianus* Krynicki) Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri, *Türk J Vet Anim Sci.*, 24 (2000):93-96.
- [78]. Yusuf, A.A., Arowolo, T.A., Bamgbose, O. (2003). Cadmium, copper and nickel levels in vegetables from industrial and residential areas of Lagos City, Nigeria. *Food and Chemical Toxicology*, 41: 375-378.
- [79]. Türkdoğan, M.D., Kılıçel, F., Kara, K., Tuncer, İ., Uygan, İ. (2002). Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13: 175-179.
- [80]. Kılıçel, F., Tarakçı, Z., Sancak, Z., Durmaz, H. (2003). Otlu Lorların Mineral Madde ve Ağır Metal İçerikleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 14(1): 41-45.
- [81]. Erdoğan, Ö., Tosyalı, C., Erbilir, F. (2005). Kahramanmaraş'ta Yetişen Bazı Sebzelerde Demir, Bakır, Mangan, Kadmiyum ve Nikel Düzeyleri, *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2):27-29.
- [82]. Jonnalagadda, S.B., Pienaar, D.H., and Haripersad, K., (2006). *Journal of Environmental Science and Health Part A*, 41, 507-514
- [83]. Sapkota, A., Krachler, M., Scholz, C., Cheburkin, A.K., Shotyk, W., (2005). *Analytica Chimica Acta*, 540, 247-256.
- [84]. Kır, İ., Özcan, S.T., Tuncay, Y. (2005). Kovada Gölü'nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2):155-158.
- [85]. Zurera, G., Moreno, R., Salmeron, J., Pozo, R., (1989). Heavy metal uptake from greenhouse border soils for edible vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 49, 307-314.

- [86]. Aydemir, O., İnce, F., (1988). “Bitki Besleme”, Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Yayınları No:2, Diyarbakır. 653 s.
- [87]. Aydemir, O., (1992). “Bitki Beslenme ve Toprak Verimliliği”. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:734, Erzurum. 247s.
- [88]. Özbay, O., Göksu, M.Z.L., Alp, M.T., Sungur, M.A. (2013). Berdan Çayı (Tarsus - Mersin) Sedimentinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması, *Ekoloji* 22, 86, 68-74.
- [89]. Mendil, D., Tüzen, M., Sarı, H., Hadsemir, E. (2004). Karayolu Kenarından Toplanan Bazı Aromatik Bitkilerde Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrik Yöntemiyle Eser Metal tayini, *XVIII. Ulusal Kimya Kongresi, Kars, 2004*, s. 221.
- [90]. Özdağ, A., Divrikli, Ü., Elçi, L., Horzum, N. (2004). Denizli Çevresinde Yetişen Yenilebilir Yeşil Bitkilerin Eser Metal derişim düzeyleri, *XVIII. Ulusal Kimya Kongresi, Kars, 2004*, s. 79.
- [91]. Saygıdeğer Demir, B., Serindag, O. (2006). Determination of boron in hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties by inductively coupled plasma optical emission spectrometry and spectrophotometry, *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 1(1): 11-18.
- [92]. Coşkun, M. (2006). Toxic Metals the Austrian Pine (*Pinus Nigra*) Bark in the Thrace Region, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 121, 173-179.
- [93]. Kabata-Pendias, A. and Mukherjee, A.B. (2007). Trace Elements from Soil to Human, ISBN: 3540327134, Springer, New York-USA .
- [94]. Rykowska, I., Wasiak, W. (2011). Bioconcentration of mercury and heavy metals by the bark of mapleleaf plane tree, *Ecological Chemistry and Engineering S*, 18(2): 233-241.
- [95]. Yörük, O. (2008). Ergene Havzasında Yetiştirilen Ayçiçek Bitkisinde (*Helianthus annuus* L.) Bazı Eser Element İçeriklerinin ICP-OES İle Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniv. Fen Bil.Enst. Edirne
- [96]. Tosun, E. (2009). Hastalık Tedavisinde Kullanılan Bazı Meyve Ve Sebzelerin Dokularında Eser Element Ve Mineral Tayini. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- [97]. Kaya, G., Ozcan, C., Yaman, M. (2010). Flame Atomic Absorption Spectrometric Determination of Pb, Cd, and Cu in *Pinus nigra* L. and *Eriobotrya japonica* Leaves Used as Biomonitors in Environmental Pollution, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 84, 191–196.

- [98]. Aydın, N. (2012). Akdağmadeni (Yozgat) Pb – Zn Yatakları Çevresindeki Metallerin Bitkilere Yansımaları. Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat.
- [99]. Bardak, H. (2012). İç Anadolu Bölgesinden Toplanan Bazı Yenilebilir Yabani Mantar Türlerinde Eser Element Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniv. Fen Bil.Enst. Tokat.
- [100]. Özcan, E. (2013). Kırklareli İl Merkezinde Yetişen Bazı Bitki Türlerinin Eser Element Analizleri. *Electronic Journal of Vocational Colleges-May/Mayıs*, 184-193.
- [101]. Morgan , M. E. (1964). At. Absorb. Newsletter, 3, 43-45
- [102]. Robertson, D.E. (1968). Anal. Chem., 40, 1067.
- [103]. Sandel, E.B., Onishi, H. (1978). Photometric Determination of Traces-of Metals-General Aspects, Wiley, New York.
- [104]. Robertson, D.E. (1972). Contaminasyon Problems in Trace Elements Analysis and Ultrapurification, New York, 207.
- [105]. Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J. (1996). Fundamentals of Analytical Chemsitry, Sounders Collage Publishing, Philadelphia, New York
- [106]. Kellner, R. (1998). Analytical Chemistry, pp.453,461, Germany
- [107]. Willard, H.H. (1988). Instrumental Methods of Analysis, pp.229-230, 234, 243-244, Belmont, California
- [108]. Yılmaz, A., Genç, Ö. ve Bektaş, A., (1997). Enstrümental Analiz Yöntemleri. ISBN: 975-491-028, Hacettepe Üniversitesi Yayınları A-64, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- [109]. Skoog, D.A., Holler, F.J., Nieman, T.A. (1998). “Principles of Instrumental Analysis”, 5 th ed., Saunders, Philadelphia.
- [110]. Uğurlu, G. (2006). “Fenton reaktifi ve demir sülfat/dikromat yükseltgenleriyle demir kolonunda sulardan arsenik ve krom giderilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 9-51.
- [111]. West, B.M., (2004). “A Primer for ICP-Mass Spectrometry”, *Labmedicine*, 35(12), 745-747
- [112]. Akçin, G. (1991). Bitkisel Materyalde Ağır Metal Analizi ve Eichhornia Crassipes Bitkisinin Ağır Metal Alımı. Doçentlik Tezi. Yıldız Üniversitesi. Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, İstanbul, 27s

- [113]. Alam, M.G.M., Snow, E.T., Tanaka, A. (2003). Arsenic and heavy metal contamination of vegetables grown in Satma village, Bangladesh. *The Science of the Total Environment* 308, 83-96.
- [114]. Singh, V., and Garg, A.N. (1997). Availability of Essential Trace Elements in Ayurvedic Indian Medicinal Herbs using Instrumental Neutron Activation Analysis. *Appl. Radiat. Isot.* Vol. 48(1):97-101
- [115]. Khuder, A., Sawan, M.Kh., Karjou, J., Razouk, A.K. (2009). Determination of trace elements in Syrian medicinal plants and their infusions by energy dispersive X-ray fluorescence and total reflection X-ray fluorescence spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B* 64 (2009) 721–725.
- [116]. Desideri, D., Meli, M.A., Roselli, C. (2010). Determination of essential and non-essential elements in some medicinal plants by polarised X ray fluorescence spectrometer (EDPXRF). *Microchemical Journal* 95 (2010) 174–180.
- [117]. Garankina, V.P., Savchenko, T.I., Chankina, O.V., Kovalskaya, G.A., and Kutzenogü, K.P. (2009). Trace Element Composition of Ural Licorice *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. (Fabaceae Family)
- [118]. Badr, SEA., Sakr, D.M., Mahfouz, S.A., and Abdelfattah, M.S. (2013). Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.): Chemical Composition and Biological Impacts, *RJPBCS*, 4(3): 606-621.
- [119]. Ansari, T.M., Ikram, N., Najam-ul-Haq, M., Fayyaz, I., Fayyaz, Q., Ghafoor, I., and Khalid, N. (2004). Essential Trace Metal (Zinc, Manganese, Copper and Iron) Levels in Plants of Medicinal Importance, *Journal of Biological Sciences*, 4(2): 95-99.
- [120]. Rajurkar, N.S., and Pardeshi, B.M. (1997). Analysis Used in by of Some Herbal Plants from India the Control of Diabetes Mellitus NAA and AAS Techniques, *Appl. Radiat. Isot.* Vol. 48, No. 8, pp. 1059-1062
- [121]. Kacar B. ve İnal A. (2008). Bitki Analizleri, Ankara, 157-158.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Adıyaman’da doğdum. İlköğrenimimi Ankara’da, orta öğrenimimi Mardin’de, lise öğrenimimi de Gaziantep’te tamamladım. 2004 yılında Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde lisans eğitime başladım ve 2008 yılında mezun oldum. Aynı yıl Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tezsiz yüksek lisansa yerleştim ve 2009 yılında mezun oldum. 2009 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Analitik kimya Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladım.

