

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FERULA CİNSİ BİTKİLERDE BAZI ESER VE
GEREKLİ ELEMENT DÜZEYLERİNİN NİCEL TAYİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şermin YELKENCİ

Enstitü Anabilim Dalı : **KİMYA**
Enstitü Bilim Dalı : **ANALİTİK KİMYA**
Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Hüseyin ALTUNDAĞ**

Şubat 2017

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FERULA CİNSİ BİTKİLERDE BAZI ESER VE
GEREKLİ ELEMENT DÜZEYLERİNİN NİCEL TAYİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ


Şermin YELKENCİ


Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Enstitü Bilim Dalı : ANALİTİK KİMYA

Bu tez 24/02/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği - oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
M. Şahin DÜNDAR
Jüri Başkanı


Doç. Dr.
Hüseyin ALTUNDAĞ
Üye


Yrd. Doç. Dr.
Ayşe Bengü SÜNBÜL
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Şermin YELKENCİ

24/02/2017

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Hüseyin ALTUNDAĞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tüm çalışmalarım boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve bugünlere gelmemi sağlayan aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
-------------	---

BÖLÜM 2.

ESER ELEMENTLER.....	4
2.1. Aluminyum	5
2.2. Bor	5
2.3. Baryum	6
2.4. Krom	6
2.5. Bakır	6
2.6. Demir	7
2.7. Mangan	7
2.8. Nikel	8
2.9. Kurşun	8
2.10. Antimon	9
2.11. Selenyum	9
2.12. Stronsiyum	9

2.13. Çinko	10
BÖLÜM 3.	
İNDÜKTİF EŞLEŞMİŞ PLAZMA OPTİK EMİSYON SPEKTROMETRESİ	11
3.1. ICP-OES Cihazı	11
3.2. ICP-OES Cihazının Yapısı ve Özellikleri	12
3.3. Cihazın Parçaları	12
3.3.1. Örnek giriş üniteleri	13
3.3.1.1. Nebulizerler	13
3.3.1.2. Püskürtme odaları	16
3.3.1.3. Atık boruları	17
3.4. Girişimler	17
BÖLÜM 4.	
MATERYAL VE METOT	19
4.1. Kullanılan Cihazlar	19
4.2. Kullanılan Kimyasallar	20
4.3. Referans Madde Analizi	20
4.4. Bitki Örneklerinin Saklama Koşulları ve Ön Hazırlığı	21
4.5. Numunelerin Mikrodalga ile Çözündürülmesi	21
BÖLÜM 5.	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	23
5.1. Alüminyum	23
5.2. Bor	23
5.3. Baryum	23
5.4. Krom	24
5.5. Bakır	24
5.6. Demir	24
5.7. Mangan	24
5.8. Nikel	25
5.9. Kurşun	25

5.10. Antimon	25
5.11. Selenyum	25
5.12. Stronsiyum	25
5.13. Çinko	26
BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	29
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	35

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Al	: Aluminyum
B	: Bor
Ba	: Baryum
°C	: Santigrad derece
cm	: Santimetre
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
HNO ₃	: Nitrik asit
ICP-OES	: İndüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometre
FAO	: Gıda Tarım Örgütü
Fe	: Demir
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
µg	: Mikrogram
Mn	: Mangan
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
Sb	: Antimon
Se	: Selenyum
Sr	: Stronsiyum
Zn	: Çinko
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
w/w	: Hacimce yüzde

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. <i>Ferula</i> bitkisi	1
Şekil 1.2. <i>Ferula</i> bitkisinin doğadaki görüntüsü.....	2
Şekil 3.1. Atomlaşma ve uyarılmanın şematik gösterimi	12
Şekil 3.2. Genel bir ICP-OES cihazının tasarımı ve bileşenleri	13
Şekil 3.3. Plazma kaynağına numunenin enjeksiyonu için tipik bir sisleştirici.....	14
Şekil 3.4. Babington nebulizer	15
Şekil 3.5. Desolvasyon kısmı ile birlikte ultrasonik nebulizer	16
Şekil 3.6. ICP-OES cihazında kullanılan tipik bir püskürtme odası	17
Şekil 5.1. Bitkilerin meyveli kısımlarında element düzeylerinin ICP-OES ile belirlenmesi	27
Şekil 5.2. Bitkilerin çiçekli kısımlarında element düzeylerinin ICP-OES ile belirlenmesi	28

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. ICP-OES cihazı çalışma şartları	19
Tablo 4.2. Sertifikalı standart malzeme sonuçları ve çalışma sonuçlarının karşılaştırılması.....	20
Tablo 4.3. Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan <i>Ferula</i> cinsine ait bitki örnekleri.....	21
Tablo 4.4. Mikrodalga çözündürme sisteminde örnekler için çalışma şartları	22
Tablo 5.1. Bitkilerde bulunan elementlerin minimum ve maksimum miktarları....	26

ÖZET

Anahtar Kelimeler: *Ferula*, Eser element, Mikrodalga, ICP-OES

Bu çalışmada, *Ferula* L. (Apiaceae) cinsine ait bitkilerin 20 türüne ait örnekler Türkiye'nin çeşitli yörelerinden toplandı. Kurutulan numuneler mikrodalga çözünürleştirme yöntemi kullanılarak çözünürleştirildi. Farklı elementlerin (Al, B, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Zn) düzeyleri ICP-OES ile belirlendi. Çalışmada kullanılan yöntemin doğruluğu Tomato Leaves (SRM 1573a) ve Tea Leaves (INCT-TL-1) sertifikalı referans maddelerinin analizi yapılarak kontrol edildi. Sonuçlar aynı cinsin farklı bitki türlerinin meyveli ve çiçekli kısımları arasında, özellikle Al, B, Ba ve Fe elementleri için derişim farklılıkları olduğunu gösterdi. Bu durum her bir bitki türü için farklı metallerin emilim ve birikme kapasitesi olduğunu gösterdi.

QUANTITATIVE DETERMINATION OF TRACE AND ESSENTIAL ELEMENTS IN THE PLANT SPECIES OF *GENUS FERULA*

SUMMARY

Keywords: *Ferula*, Trace element, microwave, ICP-OES

In this study, samples from 20 varieties of plants belonging to 20 species of the genus *Ferula* L. (Apiaceae) were collected from various regions of Turkey. After air drying, the samples were solubilized by using the microwave solubilization dissolution technique. The concentration levels of the different elements (Al, B, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, and Zn) were determined by ICP-OES. The accuracy of the proposed method was verified by analyzing certified reference materials SRM 1573a Tomato and INCT-TL-1 Tea Leaves. The results showed a significant variation of elemental content, especially for Al, B, Ba and Fe amongst the fruit- and flower-bearing plants of the different plant species of the same genus. This clearly indicates that each plant species has a different absorption and accumulation capacity for different metals.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Latince *Ferula* olarak adlandırılan bitki cinsi Türkçe’de genellikle Çaşır veya Çakşır olarak adlandırılır. Literatürde *Ferula* isminin ilk kullanılışı Linne (1753) ile başlar. *Ferula* cinsi, Güney-Batı Avrupa, Orta Avrupa, Orta Asya, Çin, Afganistan, Suriye, Filistin-İsrail, Kuzey Afrika ve Kuzey Amerika olmak üzere geniş bir coğrafyada yayılış göstermektedir [1].

Ferula drogları, insanlar tarafından geçmişte çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Günümüzde ise kuvvet verici (afrodizyak), mikropları öldürücü, öksürük sökücü, hemoroid tedavisinde, idrar yolu hastalıklarında, kabızlıkta gevşetici olarak ve zehirlenmelere karşı panzehir olarak kullanılmaktadır [1]. *Ferula* bitkisi Şekil 1.1.’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. *Ferula* Bitkisi [1]

Ferula (Apiaceae) bitkileri 180-185 türden oluşur. Gen merkezi orta Asya olmakla birlikte Orta ve Güney Asya'da en yüksek çeşitliliğe sahiptir [2]. Türkiye'de *Ferula* için ilk araştırma Peşmen tarafından yapıldı [3]. Biri bilinen ve dokuzu endemik olan 18 tür tanımlandı. O günden bu yana Türkiye'nin bitki örtüsüne 4 yeni tür eklendi [4,5,6]. Ayrıca önceden bilinen türlerden biri Sağıroğlu ve Duman tarafından tanımlandı [7].

Ferula bitkisi ülkemizde bol miktarda bulunmakta ve kendiliğinden yetişmektedir. Bilimsel kaynaklara göre *Ferula* cinsi bitkiler gaz söktürücü ve uyarıcı etkilerinden dolayı anason meyvesi yerine kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra bağışıklık sistemini güçlendirici ve kökün kimyasal yapısında bulunan gummi-resina'nın bağırsaklardan kurt düşürücü etkisi olduğu da bilinmektedir. Aynı zamanda *Ferula* bitkisinin Doğu Anadolu bölgesinde sığırların kuyruk altı yaralarını iyileştirmek için de kullanıldığı belirtilmiştir [8]. Ayrıca Türkiye'nin değişik yörelerinde besin amaçlı ve hayvan yemi olarak da kullanılırlar. Erzurum, Van, Hatay, Osmaniye, Kahramanmaraş, Niğde, Malatya çevrelerinde bu bitkiler yaygın olarak tüketilmektedirler. *Ferula* bitkisinin doğadaki görüntüsü Şekil 1.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. *Ferula* bitkisinin doğadaki görüntüsü [8].

Bu çalışmada, Türkiye'nin çeşitli yörelerinden toplanan 20 çeşit *Ferula* (Apiaceae) cinsine ait bitkilerde Al, B, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Zn eser elementlerinin derişimleri, mikrodalga sistemi ile çözünürleştirildikten sonra ICP-OES ile belirlendi. Çalışmanın amacı, doğal bitkisel ilaçlarda kullanılan bu bitkilerin farklı kısımlarında metal düzeylerinin belirlenmesidir. Çalışılan yöntemin doğruluğu Tomato Leaves (SRM 1573a) and Tea Leaves (INCT-TL-1) sertifikalı referans maddelerinin analizi ile kontrol edildi.

BÖLÜM 2. ESER ELEMENTLER

İnsan sağlığı için gerekli olan bazı mineral maddeler uzun süre veya fazla miktarda alındığında toksik özellik sergileyebilirler [9]. Özellikle son yıllarda artış gösteren endüstriyel ürünlerdeki ağır metal oranının fazla olması insan sağlığını tehdit etmektedir [10]. Çünkü bu metaller solunum, beslenme ve deri emilimi gibi yollarla insan vücudundaki dokularda birikmektedirler [11,12].

Atmosfere salınan eser elementler, öncelikle yeryüzüne, sonra bitkilere, ve en son hayvan ve insanlara ulaşırlar. Bu ulaşım besin zinciri yoluyla gerçekleşir. Hayvan ve insanlar bu eser elementleri havadan aerosol veya toz halinde solumaktadırlar [13]. Ayrıca eser elementlerin, hayvan ve insanlar üzerindeki diğer etkenleri endüstriyel atık suların içme sularına karışması veya eser elementlerle kirlenmiş partiküllerin tozlaşmasıdır [14].

İnsanların besinlerle alabileceği eser element miktarlarının belirli limit değer aralığı vardır. Besin olarak kullanılan bazı maddeler, çeşitli organizmalarda depolanmalarının yanı sıra insanlarda akut zehirlenmelere yol açarlar. Eser elementlerin yol açtığı toksik etkiden dolayı bitkiler için gerekli olan temel elementler alınamamakta ve bu durum da enzimlerin yapısal bütünlüklerini bozmaktadır [15].

Eser elementler, periyodik cetvelde geçiş elementleri olarak adlandırılmaktadırlar. Eser elementleri diğer toksik elementlerden ayıran en önemli özellikleri, insanlar tarafından oluşturulabilir ya da yok edilebilir olmamalarıdır [16].

Bu çalışmada, *Ferula* (Apiaceae) cinsine ait bitkilerde derişimleri belirlenen eser elementlere (Al, B, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Zn) ait özellikler aşağıda belirttikleri gibidir;

2.1. Aluminyum (Al)

Aluminyum, 1807 yılında Sir Humphrey Davy tarafından ilk defa oksit halindeki bileşğinden ayrıştırılarak elde edilmiştir. Aluminyum hafif olması, yüksek ısı ve elektrik iletkenliğı, kolay işlenebilirliğı, korozyona karşı direncinin yüksek oluşu, soğuk ve sıcak şekillenebilme gibi özelliklerinden dolayı kullanım alanı geniş bir elementtir [17]. Benzer özelliklerdeki diğer metallerle karşılaştırıldığında daha ucuz oluşu, daha kolay temin edilebilir oluşu aluminyumu tercih edilir kılmaktadır. Bu nedenlerden dolayı aluminyum dünyada kullanılan en yaygın ikinci metaldir [18].

Aluminyum elementinin toksik özelliklerinden dolayı aşırı miktarda alınmasına bağlı olarak merkezi sinir sistemi üzerine olumsuz etkileri saptanmıştır. Alzheimer hastalığına yakalanan insanların beyin dokularında aluminyum miktarının sağlıklı insanlara göre daha fazla çıkması, vücutta aşırı aluminyum birikmesinin bu hastalığa yakalanma ihtimalini artırdığı sonucunu ortaya çıkarmıştır [19].

2.2. Bor (B)

Bor mineralleri ve ürünleri yaklaşık 400 farklı alanda kullanılmaktadır. Bunlar arasında cam, seramik, deterjan, ilaç ve kimya sanayi, tarım, metalürji, enerji depolama, arabalar, su arıtma, pigment ve kurutucu olarak, nükleer uygulamalar gibi alanlar önde gelen kullanım alanlarıdır. Bor elementi hem ekonomik, hem de çevre açısından çok önemlidir. Bor'un yararlı özelliklerinin yanı sıra belli bir seviyenin üzerine çıktığında zararlı olma durumu da vardır. Bor gereksinimi ve toleransı çeşitli organizmalar arasında farklılık gösterir. Bitkiler için mikro besin elementi olan Bor elementinin eksikliği veya fazlalığı dezavantaj oluşturmaktadır [20].

2.3. Baryum (Ba)

Suda erimeyen baryum çeşitleri güçlükle absorbe olur ve toksisite oranı düşüktür. Suda eriyebilen baryum tuzları ise kolay absorbe olurlar ve bu durumda %50'den fazla miktarı vücuda girer. Emilen baryumun büyük miktarı kemiklerde toplanır. Bunun yanında böbrek, karaciğer ve kalpte de baryum saptanmıştır. Vücuda alınan baryumun yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ü 24 saat içinde vücudu terk etmektedir [21].

2.4. Krom (Cr)

Elementel Cr, Cr(III) ve Cr(VI) olmak üzere 3 ana şekilde bulunabilen krom bileşikleri tatsız ve kokusuzdur. Krom kan şekerinin düzenlenmesinde rol almaktadır [22]. Vücutta krom miktarı düşük seviyede olduğunda, deride irritasyon ve ülser meydana gelir [23]. Bunun yanı sıra yüksek ve orta düzeylerde kroma maruz kalındığında burun kanaması, akciğer hasarı ve kanser dışındaki akciğer hastalıklarında artışa neden olma olasılığı vardır. Sindirim yoluyla yüksek seviyede alınırsa mide şikayetleri ve ülser, böbrek ve karaciğer hastalıklarına, hatta ölüme neden olabilir. Cilde temas etmesi durumunda cilt ülserleri meydana gelebilir. Ayrıca ciltte alerjik reaksiyonlara da yol açabilir. Ayrıca Cr(VI) bileşiklerinin bazılarının kanserojen olup akciğer kanserine neden oldukları da bilinmektedir [24].

2.5. Bakır (Cu)

Bakırın en önemli özellikleri arasında yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, aşınmaya ve korozyona karşı direnci yer almaktadır. Ayrıca bakır alaşımları çok çeşitli olup endüstride otomotiv, basınçlı sistemler, borular, vanalar, elektrik santralleri ve elektrik, elektronik vb) değişik amaçlarla kullanılmaktadır [25]. Ayrıca bakırın canlı metabolizmasının çalışması için gerekli bir element olduğu bilinmektedir. Bazı bakır içeren enzimlerin beyin metabolizması ile alakalı olduğu bilinir. Bunun yanı sıra bakır, enzim aktivatörü görevi de yapmaktadır. C vitamininin oksitlenmesinde de rol almaktadır. Beslenme yoluyla alınan bakırın yaklaşık % 10'u absorbe olur. Bakırın kan kolesterolünün düzenlenmesinde rol aldığına dair kanıtlar bulunmaktadır [26].

Bakır zehirlenmesi sonucunda karaciğerde lekeler oluşabilir, bu durum siroz, sinir sisteminin bozulması ve böbrek fonksiyonlarının zayıflaması gibi olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olur [27].

2.6. Demir (Fe)

Demir tabiatta oksit, sülfür ve karbonat bileşikleri şeklinde bulunmaktadır. Doğal olarak toprakta bulunan demir, akarsulara, denizlere ve göllere taşınmaktadır. Ayrıca endüstriyel atıklarda kirletici unsurları oluşturduğu bilinmektedir [28].

Hemoglobin, miyoglobin ve transferin proteininin yapısında bulunur. Hemoglobin yapısına katılan demir mineralinin görevi, hücrelerin yaşamını devam ettirmesi için bu yapılara oksijen taşımaktır. Vücutta demir eksikliği olması durumunda “demir yetersizliği anemisi” ortaya çıkmaktadır. Demir yetersizliği anemisi sonucunda kan hücrelerinin sayısı azalır, hemoglobin sayısı düşer [29].

2.7. Mangane (Mn)

Mangan yaşam için gerekli olan esansiyel bir eser element olup gıdaların pek çoğunda bulunmaktadır. Havaya karışması demir-çelik fabrikaları, güç santralleri, yakma fırınları ve maden yataklarının tozları yoluyla gerçekleşir. Suya ve toprağa karışımı ise doğal kaynaklar yoluyla, atıkların deşarjıyla ve atmosferik taşınım ile olmaktadır. Nehir, göl ve yer altı sularında doğal olarak bulunmaktadır [30].

Mangan, kemikte, yumuşak dokularda, hipofiz bezinde, karaciğerde ve böbrekte olmak üzere vücutta değişik yoğunluklarda bulunur. Ceninin dölyatağı içinde gelişebilmesi için mangana ihtiyaç vardır. Ayrıca normal kıkırdak dokusu ve sinir dokusunun işlevini yapabilmesi için, aminoasit ve karbohidrat metabolizmaları içinde çok gereklidir. Vücutta mangan eksikliğinde büyüme geriliği, iskelet bozuklukları ve üreme bozuklukları gibi istenmeyen durumlar meydana gelebilmektedir. Fazla miktarda Mn birikmesi sonucunda ise nörolojik bozukluklar ve hormon bozuklukları görülmektedir [31].

2.8. Nikel (Ni)

Nikel, beyaz renkli, yumuşak ve işlenebilir bir metaldir. Ferromanyetiktir ve değişik ortamlarda korozyona karşı dayanıklıdır. Elektriksel iletkenliğinin iyi olduğu bilinmektedir. Nikel, alaşımlarda, madeni paralarda, metal levha yapımında kullanılmasının yanı sıra katalizör olarak da kullanılmaktadır. Nikelin yer kabuğundaki miktarı 10-1000 mg/kg civarındadır. Nikel miktarı 1000 g toprakta 10 ile 50 mg arasında olduğunda kabul edilebilir sınırlarında sayılmaktadır [32].

Nikel, gerek insan gerekse hayvan metabolizmasındaki fizyolojik rolü oldukça önemli olan bir metaldir. Tavşanlarda ve köpeklerde bağırsak dışındaki dokularda bulunur ve insülin hormonunun kan şekerini düşürme etkisini artırır. Nikel büyük dozlarda olduğunda ise yağ metabolizmasını değiştirir. İnsanlarda, adrenalinin kan basıncını yükseltme etkisine karşı bir panzehir görevi yapmaktadır [33].

2.9. Kurşun (Pb)

Kurşun doğal olarak bulunabilen bir element olup hava, toprak ve suda çok çabuk yayılma özelliğine sahiptir [34]. Kurşunun akuatik ortama, madencilikten, kömür yataklarından, kauçuk sanayinden, pil ve boya sanayinin atıklarından ve benzin katkı maddesi olarak girdiği saptanmıştır [35].

İnsan vücudunda normal seviyenin üzerindeki kurşun birikiminin karaciğerde, bağırsaklarda ve böbreklerde bir takım rahatsızlıklara neden olduğu görülmüştür. Vücuda giren kurşunun büyük bir kısmı kemiklerde zor çözünen kurşun fosfat şekline dönüşmektedir. Bunun sonucunda tedavisi mümkün olmayan kemik hastalıkları meydana gelmektedir. Ayrıca kurşun, kan için gerekli olan hemoglobinin sentezini de durdurur [36].

2.10. Antimon (Sb)

Antimon, genellikle kurşunla birlikte olmak üzere çeşitli alaşımlar içinde bulunmaktadır. Antimonun oksitli bileşikleri, pamuk ve polyester karışumlu liflerde yangın geciktirici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca oto tamircileri, elektrikçi ve inşaat işçilerinin ellerinde de antimon bulunabileceği literatürde yer almaktadır [37].

2.11. Selenyum (Se)

Antioksidan enzim olan glutathione peroksidaza bağlı esansiyel bir faktör olarak görev yapması, selenyum elementini hayvanlar ve insanlar için oldukça önemli kılmaktadır. Bu enzim (GSH Px) lipidlerin peroksidasyonunun neden olduğu zararlardan hücre membranını koruyan ve peroksitleri azaltma yeteneğine sahip bir antioksidandır [38]. Antioksidanların kanser ve kalp hastalıklarını önleyici rolünün anlaşılması, selenyum son yıllarda ön plana çıkarmıştır. Selenyum proteinlerinin ve diğer selenyum metabolitlerinin bağışıklık fonksiyonlarını ve kanser riskini azalttığı bilinmektedir [39].

2.12. Stronsiyum (Sr)

Stronsiyum hava ile temas ettiğinde hızlı bir şekilde sarımsı renk alan gümüşümsü bir metaldir. Stronsiyum doğada başlıca selestit ($SrSO_4$) ve strontianit ($SrCO_3$) mineralleri şeklinde bulunmakta ve yer kabuğunun % 0.025'lik kısmını oluşturmaktadır [40].

Kimyasal özellikleri kalsiyuma benzer. Kemik yapısında birikme eğilimi vardır. Stronsiyum, doğal halde radyoaktif değildir. Bundan dolayı suda stronsiyum tayini, radyoaktif kirlenmelerden gelebilecek stronsiyumu kapsayacaktır [41].

2.13. Çinko (Zn)

Çinko; bitki, hayvan ve insanlarda, çok düşük miktarda ihtiyaç duyulan ve alınmasının zorunlu olduğu bir mikro elementtir [42]. Çinko yetersizliğinde yalnızca bitkilerde değil insanlarda da birçok biyolojik, fiziksel ve zihinsel bozuklukların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Kısa boyluluk, zeka gelişiminin yetersizliği, seksüel olgunlaşmanın geriliği, saç dökülmesi, deri hastalıkları, bağışıklık sisteminin zayıflaması gibi sorunlar Zn eksikliği sonucu meydana gelmektedir [43].

BÖLÜM 3. İNDÜKTİF EŞLEŞMİŞ PLAZMA - OPTİK EMİSYON SPEKTROMETRESİ (ICP-OES)

ICP-OES metodu, birçok elementin aynı anda nicel tayininde kullanılabilmesinin yanı sıra düşük derişim seviyelerinin tayininde de kullanılan analitik metottur [44]. ICP-OES kaynağı, argon gibi inert gazlardan yüksek enerjili ve yüksek frekanslı iyonlaşmış bir plazmayı üretir. Numune, plazmanın merkezine enjekte edildiğinde, 10000 °K sıcaklıktaki plazma, numunedeki elementlerin ayrışması, atomlaşması ve uyarılması durumlarını gerçekleştirir. Bu aşamalar, çalışılan elementlerin kendilerine özgü frekansta ışığı yayması ile tayin edilir [45]. Işık şiddeti, numune içerisindeki elementlerin derişimi ile doğru orantılıdır ve bir emisyon spektrometresi tarafından ölçülür. Spektrometre özgün frekansları farklı dalga boylarına ayırabilme ve nicel sonuca ulaşmakta görev alır.

3.1. ICP-OES Cihazı

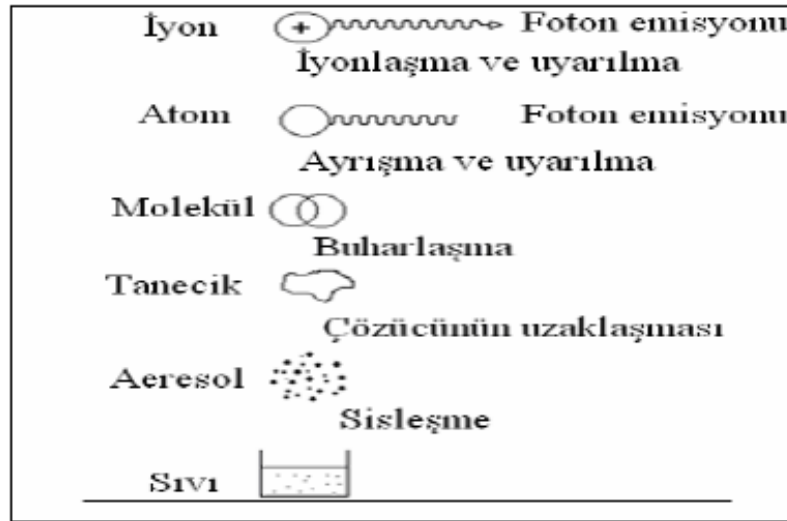
ICP-OES cihazının çalışma prensibi, çözelti halinde bulunan örneğin yüksek sıcaklıktaki plazmaya püskürtülmesi ile gaz fazına geçen ve atomlaşan elementlerin uyarılmış hale geçmesi ve sonrasında yaydıkları ışını uygun bir dedektör ile ölçerek çözelti içerisindeki elementlerin miktarının belirlenmesi esasına dayanır [46].

ICP-OES cihazının bazı avantajları aşağıdaki gibidir;

- Çok sayıda elementin eş zamanlı ölçümünün yapılabilmesi
- Kimyasal girişimlerinin düşük olması
- Yüksek kararlılık sayesinde kesinlik ve doğruluğunun oldukça iyi olması
- Düşük derişimlerde gözlenebilme sınırı
- Elementler arası etkileşimin düşük olması

3.2. ICP-OES Cihazının Yapısı ve Özellikleri

Diğer analitik uyarma kaynağı olan cihazlar ile karşılaştırıldığında ICP-OES cihazını avantajlı kılan çeşitli matrisler içindeki geniş aralıktaki elementleri buharlaştırma, atomlaştırma ve iyonlaştırma yeteneği mevcuttur. Bu yeteneği ICP-OES cihazının ölçüm bölgesinde oluşturduğu 6000-7000 °K sıcaklığına ulaşan plazma sıcaklığı destekler. ICP-OES cihazının yüksek sıcaklığı aynı zamanda ısıya dayanıklı elementlerin uyarılması için de yeterli olmaktadır. Şekil 3.1.'de atomlaşma ve uyarılmanın şematik gösterimi verilmiştir. ICP-OES, uyarma ve iyonlaştırma için yüksek sıcaklıklar gerektiren doğru akım ve alternatif akım temelli elektrik boşaltım sistemli diğer kaynaklara oranla daha az gürültülü çalışır ve sıvı örnekler için daha kullanışlıdır. Bu özelliklerin yanı sıra, ICP-OES elektrotsuz bir kaynaktır ve bu nedenle safsızlık içeren elektrot malzemelerden gelebilecek kirlilikten kaçınılması gerekmektedir [47].

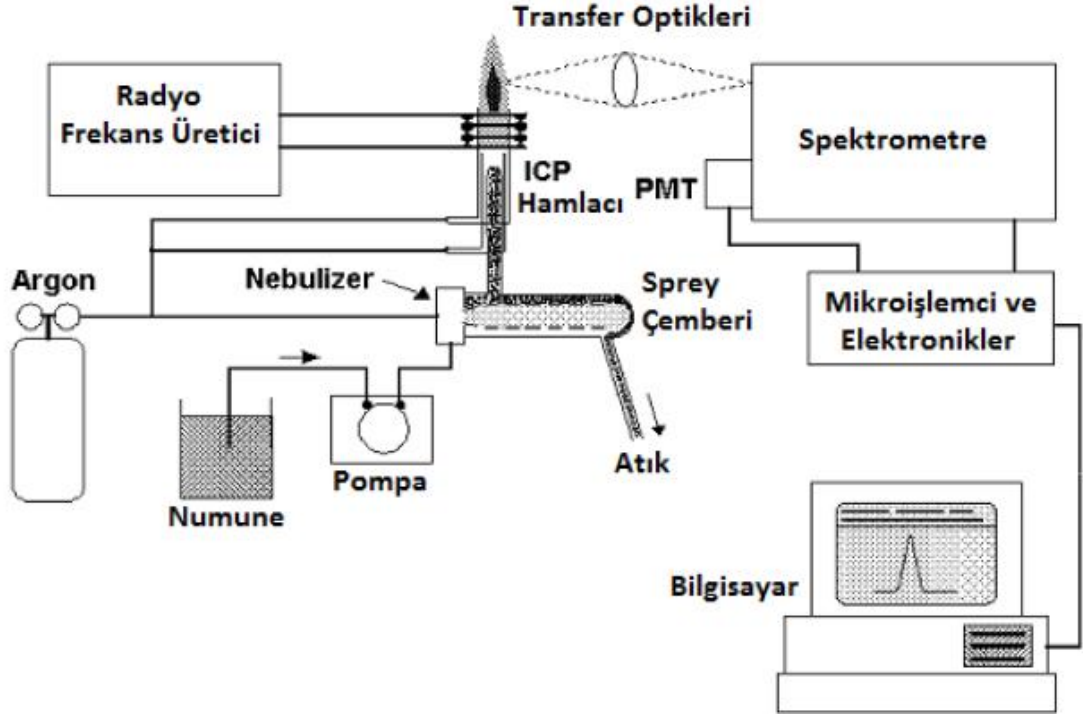


Şekil 3.1. Atomlaşma ve uyarılmanın şematik gösterimi [44].

3.3. Cihazın Parçaları

ICP-OES cihazında sıvı örnek genellikle akıntı halinde cihazın içine taşınmaktadır ve burada sıvı nebulizasyon olarak bilinen işlem aracılığı ile aeresole çevirilir [47]. Sonrasında aeresol plazmaya taşınarak desolvatasyona, buharlaşmaya, uyarılmaya ve iyonlaşmaya uğrar. Uyarılan atomlar ve iyonlar kendi karakteristik ışımalarını

yayınlayarak dalga boyu seçici bir cihaz tarafından sınıflandırılırlar. Saptanan ışınım elektronik sinyallere çevrilerek derişim olarak bilgisayarda okunur [48]. Genel bir ICP-OES cihazının tasarımı Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



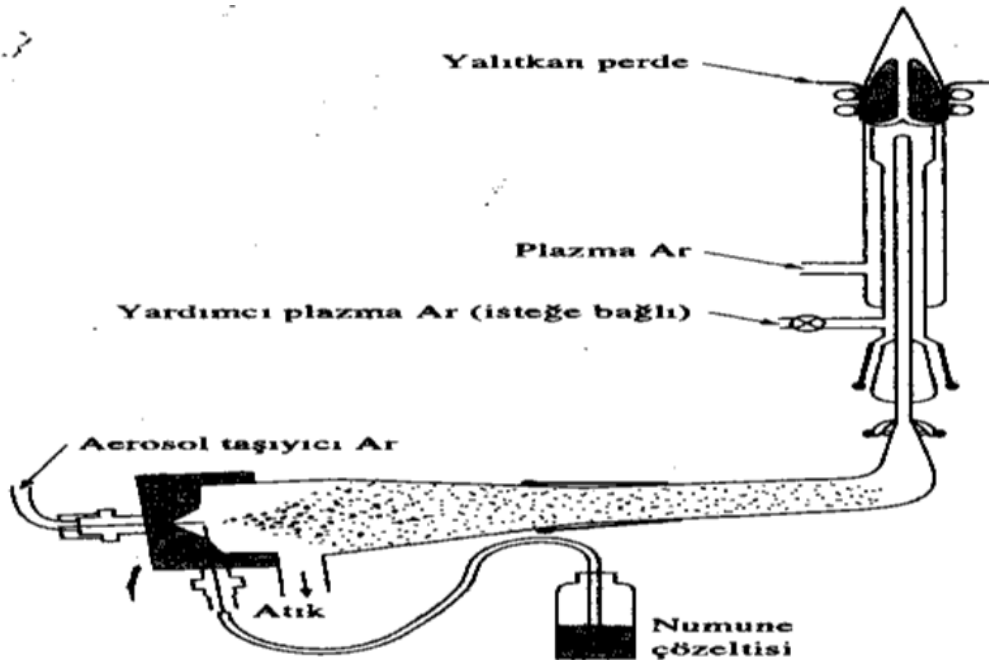
Şekil 3.2. Genel bir ICP-OES cihazının tasarımı ve bileşenleri [48]

3.3.1. Örnek giriş üniteleri

3.3.1.1. Nebulizerler

ICP-OES cihazındaki sıvıyı aerosole çevirip plazmaya gönderen cihazlar nebulizerler diğer bir deyişle sisleştirciler olarak tanımlanırlar (Şekil 3.3.). İdeal bir numune iletim sistemi bütün maddeyi uygun yapıda plazmaya iletip plazmanın sürekli olarak desolvasyon, buharlaşma, atomlaşma, iyonlaşma ve uyarılma işlemlerini yapmasına olanak sağlamalıdır. ICP-OES cihazında yalnızca küçük damlalar kullanışlı ve ölçülebilir olduğundan, geniş çeşitlilikteki maddelerin küçük damlalar halinde üretilebilme kabiliyeti nebulizer cihazının ICP-OES için faydalı olduğunu gösterir [48].

Sıvıyı aerosol haline getirmek amacıyla parçalama işlemi yapılmasında birçok farklı kaynak kullanılabilir olmasına rağmen, ICP-OES için yalnız pnömatik ve ultrasonik mekanik kuvvetler başarılı olarak kullanılabilmiştir [48].



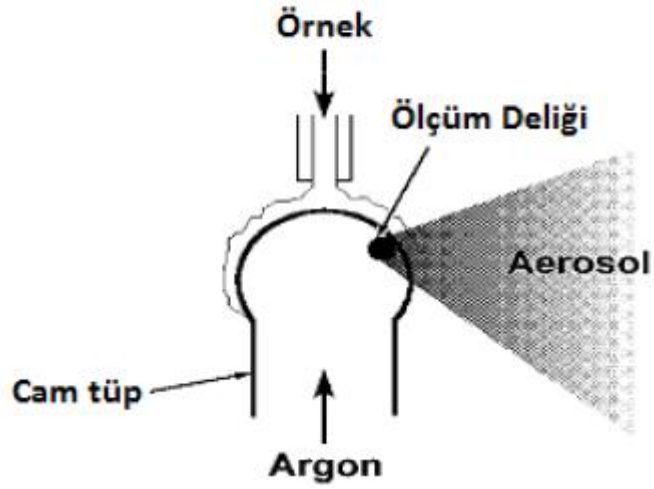
Şekil 3.3. Plazma kaynağına numunenin enjeksiyonu için tipik bir sisleştirici [49]

3.3.1.1.1. Pnömatik nebulizerler

Numuneler nebulizer içerisine bir pompa ya da aspirasyon ile beslenir. Daha sonra aerosol taşınmasını sağlayan yüksek hızlı gaz akışı ile numune çözeltisi damlacıklar haline dönüştürülür. Girişi sağlanan numunenin bir kesiti sisleştirilir, kalan kısmı atık kısmına gönderilir. Aerosol içerisinde büyüklükleri farklı olan damlalar mevcuttur ve büyük damlacıkların küçük damlacıklar haline getirilmesi için aerosol bir sprej çemberi içerisine gönderilir [44]

Babington nebulizer pnömatik nebulizere örnek olarak verilebilir (Şekil 3.4.). ICP-OES için Babington nebulizerin geliştirilmiş bir türü kullanılır. Çözelti, V-şekilli tüp içerisinden geçer ve numune deliğinin altından sürekli olarak geçen bir gaz yardımıyla darbe uygulayıcıya gönderilir.

Babington Nebulizer

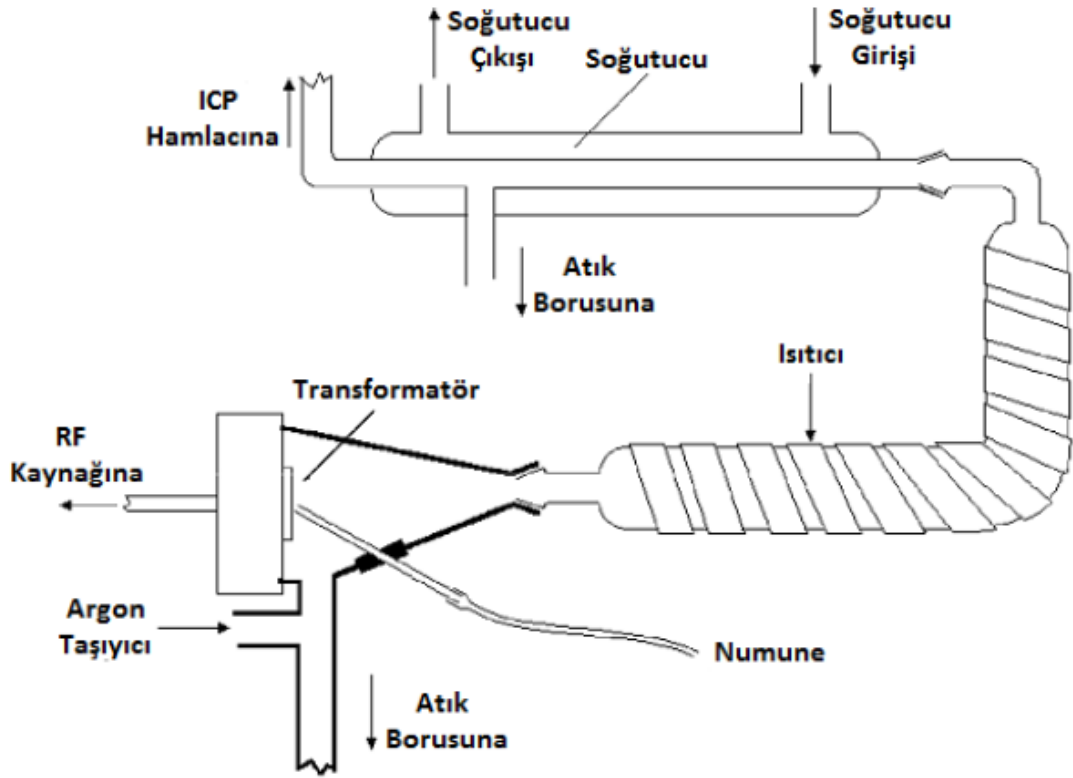


Şekil 3.4. Babington nebulizer [48]

3.3.1.1.2. Ultrasonik nebulizerler

Ultrasonik nebulizerlerde gözlemlenebilme sınırları genellikle pnömatik nebulizere göre 10 kat daha düşüktür. Bunun nedeni ultrasonik nebulizerlerde daha fazla numunenin ICP-OES cihazına ulaşmasıdır. ICP-OES cihazına verilen su oranıyla ultrasonik nebulizerin verimi artmaktadır, bu nedenle desolvasyonlama kısmı nebulizerden sonra gelmektedir. Soğutma kısmı ile desolvasyon kısmı ultrasonik nebulizerde yer değiştirmiştir, ancak ultrasonik nebulizer matriks etkilerine, yüksek oranda katı girişlerine hala duyarlıdır ve HF rezistansı bulundurmamaktadır [48].

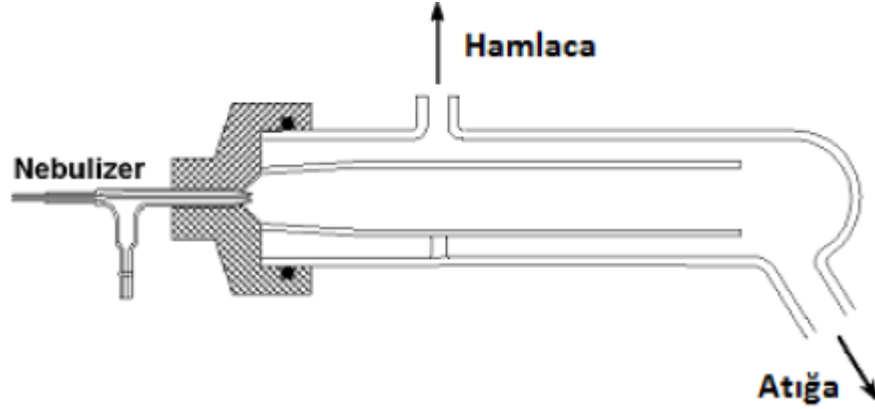
Ultrasonik nebulizerler oldukça başarılı tayin edebilme gücüne sahiptirler, ancak özellikle yüksek oranda tuz içeren çözeltilerde gösterdikleri kararsızlıkları ve çözücünün uzaklaştırılma mecburiyeti dezavantajları olarak bilinmektedir [44]. Şekil 3.5.'de desolvasyon kısmı ile birlikte ultrasonik nebulizer gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Desolvatasyon kısmı ile birlikte ultrasonik nebulizer [48]

3.3.1.2. Püskürtme odaları

Nebulizer tarafından sıvı numune aerosol haline geldikten sonra plazmaya enjekte edilebilmesi amacıyla hamlaca taşınmalıdır. Plazmaya aerosol içindeki çok küçük damlalar enjekte edilebileceğinden dolayı nebulizer ile hamlaç arasına püskürtme odası yerleştirilmiştir. Püskürtme odasının öncelikli görevi aerosol içindeki büyük damlaları ayırmak, ikinci görevi ise nebulizer kaynaklı akış düzensizliklerini gidermektir. ICP-OES cihazı için tasarlanan püskürtme odaları genellikle 10 mm ya da daha küçük çaptaki damlaların plazmaya aktarılması için tasarlanmıştır. Püskürtme odalarının hangi malzemeden yapıldığı önem taşımaktadır. Aşınmaya dayanıklı malzemeden yapılan püskürtme odaları, cam olarak yapılan püskürtme odalarına kıyasla daha dayanıklıdır, ayrıca hidroflorik asit içeren örneklerde kullanılabilirler [50]. Şekil 3.6.'da ICP-OES cihazında kullanılan tipik bir püskürtme odası gösterilmiştir.



Şekil 3.6. ICP-OES cihazında kullanılan tipik bir püskürtme odası [47]

3.3.1.3 Atık boruları

Tahliye borusu ICP-OES cihazının performansında önemli etkisi olan bir parçadır ve püskürtme odalarından gelen fazla sıvıyı atık kabına taşımanın yanında, tahliye sistemi geri basınç sağlayarak örneğin aerosol taşıyan gaz akış sistemi yoluyla hamlacın enjekte tüpüne ve plazma içine daha kolay bir şekilde akmasını sağlar. Tahliye borusu dengeli şekilde çalışmaz ve sistemin içerisinde kabarcık oluşmasına neden olursa, numunenin plazma içine enjeksiyonu aksayabilir ve gürültülü emisyon sinyalleri oluşabilir. Düzgün bir performans sağlanması için, tahliye borusundaki sıvı seviyesini önerilen pozisyondaki seviyede tutmak gerekir. Ayrıca, organik maddeler ICP-OES cihazına verildiğinde, tahliye borularının organik çözücüler için uygun olması gerekmektedir [48].

3.4. Girişimler

ICP-OES tekniğine ait bazı temel girişimlere ait açıklamalar aşağıda yer almaktadır;

Ortam girişimi: Numune giriş sisteminin etkinliği, numune içerisindeki çözülmüş olan katı madde miktarı, yüzey gerilimi ve viskozite ile ilgilidir. Bu etkiler analiz sonuçlarında dalgalanmalara neden olabilirler. Ortam girişimleri, ortam benzetilmesi, iç standart veya standart ekleme metotlarının kullanımıyla giderilebilirler [44].

Kimyasal ve fiziksel girişimler: Argon plazmanın sahip olduğu yüksek sıcaklık (10000 K) sayesinde ICP-OES tekniğindeki kimyasal girişimler engellenmiş olur. Bu sıcaklık bileşiklerin atomlara ayrışması ve çok sayıda kimyasal bağın parçalanması için yeterlidir. Numune tüketimi, numune taşınma hızındaki değişimler ve damlacık oluşumu nedeniyle fiziksel girişimler oluşur. Numune akış hızının peristaltik pompa ile kontrol edilmesi fiziksel girişimlerin en aza düşürülmesini sağlar [44].

İyonlaşma girişimleri: Numune içerisinde analit haricindeki türlerin elektron alışverişinden ve tayin edilecek türlerin atom veya iyon derişimlerinin değişmesinden kaynaklanır. ICP-OES’de oluşan iyonlaşma enerjisinin sabit kalmasının nedeni; iyonlaşmış argon gazının sahip olduğu zengin elektron doğasının, yüksek sıcaklık ortamındaki iyonlaştırma etkisini tamponlamasıdır [44].

Spektral ve zemin değer girişimleri: Uyarma kaynağının, analitin dalga boyunda ışık yayması ile zemin değer girişimleri oluşur. Bir numunedeki herhangi bir elementin, analitin dalga boyuna yakın seviyede emisyon hattına sahip olduğu durumlarda ise spektral girişimler oluşur. Doğru dalga boyu seçimi, girişim yapan elementin uzaklaştırılması ve zemin değer düzeltilmesi ile spektral girişimler en aza düşürülebilir [44].

BÖLÜM 4. MATERYAL VE METOT

4.1. Kullanılan Cihazlar

Bitki örneklerinin çözündürülmesi amacıyla, Milestone Ethos D marka mikrodalga kapalı sistem (maksimum basınç 1450 psi, maksimum sıcaklık 300°C) (Milestone, İtalya) kullanıldı. A Spectro Arcos model 165 indüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometre (ICP-OES) cihazı bütün elementlerin derişimlerinin tayininde kullanıldı (Spectro Analytical Instruments, Kleve, Germany). ICP-OES cihazı ile ilgili çalışma şartları Tablo 4.1.'de belirtilmiştir.

Tablo 4.1. ICP-OES cihazı çalışma şartları

Cihaz	Spectro Arcos 165 ICP-OES
Görüntüleme yüksekliği	12 mm
Dalga boyu	Al: 176.641 nm, B: 182.527 nm, Ba: 455.404 nm, Co: 230.786 nm, Cr: 267.716 nm, Cu: 324.754 nm, Fe: 238.204 nm, Mn: 257.611 nm, Ni: 231.604 nm, Pb: 220.353 nm, Sr: 407.771 nm, Zn: 213.856 nm
Replikasyon	3
RF Güç	1450 W
Sprey odası	Siklonik
Nebulizer	Modifiye edilmiş ışık
Nebulizer akış hızı	0,8 L/dk
Plazma tork	Kuartz, karıştırılmış, 3.0 mm Enjektör tüp
Replikasyon okuma zamanı	50 sn her replikasyon
Plazma gaz akışı	13 L/dk
Yardımcı gaz akışı	0.7 L/dk
Örnek aspirasyon oranı	2.0 mL/dk
Örnek pompa hızı	25 rpm

4.2. Kullanılan Kimyasallar

Çalışmada kullanılan cam ve plastik malzemelerin temizliği için %10'luk HNO₃ çözeltisi kullanıldı. 1 gün boyunca %10'luk HNO₃ çözeltisinde bekletilen malzemeler ultra saf su (Milli-Q Millipore 18.2 MΩ.cm) ile durulandıktan sonra kullanıldı. Suprapure nitric acid (65%, w/w) ve analitik dereceli hidrojen peroksit (30%, w/w) Merck (Germany)'den satın alındı. Kalibrasyon çözeltisi olarak 1000 mg L⁻¹ derişimdeki ICP-OES multi-element standart çözeltisi istenilen derişimlere seyreltildi. Bu seyreltme işlemleri için ultra saf su kullanıldı.

4.3. Referans Madde Analizi

Çalışmada Tomato Leaves SRM 1573a ve Tea Leaves INCT-TL-1 sertifikalı referans maddeleri kullanılarak; Al, B, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sr ve Zn elementlerinin derişimleri belirlendi. Tablo 4.2.'de gösterildiği üzere sonuçların sertifikalı değerler ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Bu durum bize bitki numunelerinde kullandığımız yöntemin geçerliliğini kanıtlamaktadır.

Tablo 4.2. Sertifikalı Standart Malzeme Sonuçları ve Çalışma Sonuçlarının Karşılaştırılması (N = 3)

Elementler	TEA LEAVES (INCT-TL-1)			TOMATO LEAVES 1573a		
	Sertifika değeri	Bu çalışma	Geri kazanım (%)	Sertifika değeri	Bu çalışma	Geri kazanım (%)
Al	0,229±0,228	0,218±0,197	95	598 ± 12	580 ± 8	97
B	-	-	-	33,3 ± 0,7	31,4 ± 0,4	95
Ba	43,2±3,9	41,5±2,8	96	-	-	-
Co	0,387±0,042	0,368±0,039	95	0,57 ± 0,02	0,54 ± 0,01	92
Cr	1,91±0,22	1,98±0,25	94	1,99 ± 0,06	1,89 ± 0,05	94
Cu	20,4±1,5	19,9±1,1	98	4,70 ± 0,14	4,65 ± 0,09	95
Fe	-	-	-	368 ± 7	361 ± 6	99
Mn	0,157±0,011	0,149±0,009	95	246 ± 8	234 ± 4	98
Ni	6,12±0,52	5,94±0,48	97	1,59 ± 0,07	1,54 ± 0,04	95
Pb	1,78±0,24	1,71±0,29	96	-	-	97
Sr	20,8±1,7	19,8±1,5	95	-	-	95
Zn	34,7±2,7	34,0±2,6	98	30,9 ± 0,7	29,9 ± 0,3	97

Konsantrasyon (µg g⁻¹)

4.4. Bitki Örneklerinin Saklanma Koşulları ve Ön Hazırlığı

Toplanan bitki örnekleri kurutularak herbaryum materyali haline getirilmiş ve böcek yumurtalarından arındırmak amacı ile -20 C de 2 gün bekletilmiştir. Bitkilerin meyveli kısımları 150 dakika 105 °C' de, çiçekli kısımları ise 60 dakika 105 °C' de etüvde kurutulmuştur. Kurutulan meyve ve çiçekli kısımları porselen havanda homojenize edilerek analiz gününe kadar oda sıcaklığında polietilen torbalarda saklanmıştır.

Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan *Ferula* cinsine ait bitki örnekleri Tablo 4.3.'de belirtilmiştir. Çiçekli kısımlarda *F. tingitana*, *F. Lycia*, *F. duranii* ve meyveli kısımlarda *F. szowitsiana*, *F. orientalis*, *F. tingitana*, *F. duranii*, *F. Lycia* ve *F.halophila* türleri Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış bitki örnekleridir.

Tablo 4.3. Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan *Ferula* cinsine ait bitki örnekleri

Çiçekli bitki örnekleri	Meyveli bitki örnekleri		
<i>F. elaeochytris</i>	<i>F. tingitana</i>	<i>F. brevipedicellata</i>	<i>F. halophila</i>
<i>F. haussknechtii</i>	<i>F. caspica</i>	<i>F. elaeochytris</i>	<i>F. szowitsiana</i>
<i>F. tenuissima</i>	<i>F. lycia</i>	<i>F. tingitana</i>	<i>F. orientalis</i>
<i>F. communis</i>	<i>F. anatolica</i>	<i>F. hermonis</i>	<i>F. tingitana</i>
<i>F. tingitana</i>	<i>F. orientalis</i>	<i>F. haussknechtii</i>	<i>F. duranii</i>
<i>F. duranii</i>	<i>F. hermonis</i>	<i>F. duranii</i>	<i>F. rigidula</i>
<i>F. rigidula</i>	<i>F. duranii</i>	<i>F. halophila</i>	<i>F. lycia</i>
<i>F. durudeana</i>	<i>F. parva</i>	<i>F. tenuissima</i>	<i>F. caspica</i>
<i>F. brevipedicellata</i>	<i>F. szowitsiana</i>	<i>F. parva</i>	<i>F. huber-morathii</i>
<i>F. lycia</i>	<i>F. halophila</i>	<i>F. szowitsiana</i>	<i>F. anatolica</i>
<i>F. huber-morathii</i>	-	<i>F. orientalis</i>	<i>F. mervynii</i>
<i>F. mervynii</i>	-	<i>F. lycia</i>	<i>F. durudeana</i>
<i>F. longipedunculata</i>	-	<i>F. communis</i>	<i>F. longipeduncuata</i>

4.5. Numunelerin Mikrodalga ile Çözündürülmesi

Mikrodalga ile çözündürme işleminde referans maddelerden 0,25 g, bitki numunelerinden ise 1 g alınarak dublike çalışıldı. Örneklerin üzerlerine 6 mL % 65'lik HNO₃ ve 2 mL %30'luk H₂O₂ ilave edilerek mikrodalga sisteminde çözüldü.

İşlem tamamlandıktan sonra çözünen örnekler ultra saf su ile 25 ml'lik hacimlere seyreltildi. Mikrodalga sistemi için çözündürme şartları Tablo 4.4.'de belirtilmiştir.

Tablo 4.4. Mikrodalga çözündürme sisteminde örnekler için çalışma şartları

Adımlar	Süre (dk)	Güç (W)	Sıcaklık (°C)
1	2	250	100
2	2	250	100
3	5	300	120
4	5	550	170
5	6	700	200

*Havalandırma 12 dakika.

BÖLÜM 5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Ferula cinsine ait 20 çeşit bitki türünün meyveli ve çiçekli kısımlarındaki eser element konsantrasyonları sırasıyla Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.'de belirtilmiştir.

Bu çalışmada derişimleri belirlenen eser elementlerin insan vücudunda bulunması gereken miktarlar araştırılmıştır.

5.1. Alüminyum

Ortalama 70 kg ağırlığındaki bir birey tarafından günlük olarak gıdalardan alınan alüminyum miktarı kg başına 0,01-1,4 mg'dır [51]. Şekil 1 ve 2'den görüleceği üzere bitkilerin meyveli ve çiçekli kısımlarında alüminyum miktarı kişi başına günlük alınması gereken miktarın üzerindedir.

5.2. Bor

Ortalama 60 kg ağırlığında sağlıklı bir birey için günlük alınması önerilen bor miktarı 10-20 mg'dır [52]. Bitkilerin meyveli kısımlarının tümünde bor içeriği bu değerin üzerinde iken, çiçekli kısımlarında sadece *F. anatolica* türü bu değerin altındadır.

5.3. Baryum

Ortalama 60 kg ağırlığında sağlıklı bir birey için günlük yiyecek ve içecekler yolu ile alınması önerilen baryum miktarı 1,24 mg'dır [53]. Bitkilerin meyveli kısımlarında *F. tingitana* (Ödemiş), *F. duranii* (Antalya, Akseki Çukurköy), *F. parva* ve *F. Longipedunculata* türlerinin yanı sıra çiçekli kısımlarında *F. longipedunculata*, *F.*

Tingitana (Ödemiş), *F. Lycia* (Konya, Hadim) ve *F. anatolica* bitki türlerinin bu değerin altında olduğu görülmektedir.

5.4. Krom

Ortalama 60 kg ağırlığında sağlıklı bir birey için tavsiye edilen krom miktarı 50-200 µg'dır [54]. Bitkilerin meyveli kısımlarında sonuçların tamamı bu değerlerin üzerinde iken çiçekli kısımlarında sonuçların ağırlıklı olarak bu değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir.

5.5. Bakır

Ortalama 60 kg ağırlığındaki bir birey için günlük alınması gereken bakır miktarı 3 mg olarak tavsiye edilmiştir [55]. Bitkilerin meyveli kısımlarında sonuçların tamamı ve çiçekli kısımlarında sonuçların büyük bir kısmı bu değerin üzerinde bulunmuştur.

5.6. Demir

Ortalama 60 kg ağırlığındaki sağlıklı bir birey için günlük alınması gereken demir miktarı 48 mg olarak belirlenmiştir [55]. Bitkilerin meyveli kısımlarında yalnız *F. durani* (Antalya, Akseki Çukurköy) bu değerin altında sonuç gösterirken, çiçekli kısımlarında sonuçların bir kısmı bu değerin altında ve bir kısmı da üzerindedir.

5.7. Mangan

Ortalama 60 kg vücut ağırlığında bir birey için günlük tolere edilmesi gereken miktar 2-9 mg aralığındadır [56]. Bitkilerin meyveli kısımlarında sonuçların tamamı bu değerlerin üzerinde iken; çiçekli kısımlarında sonuçların birçoğunun bu değer aralığında olduğu görülmektedir.

5.8. Nikel

Ortalama 60 kg vücut ağırlığındaki sağlıklı bir bireye göre günlük alınması gereken nikel miktarı 100-300 µg olarak belirlenmiştir [56]. Bitkilerin meyveli kısımlarında sonuçlar bu değer aralığının üzerinde iken, çiçekli kısımlarında sonuçların bir kısmı bu değer aralığında bulunmuştur.

5.9. Kurşun

Ortalama 60 kg ağırlığındaki sağlıklı bir birey için günlük tolere edilebilir kurşun miktarı 3,57 mg olarak önerilmektedir [57]. Bitkilerin meyveli ve çiçekli kısımlarında yalnız *F. tingitana* (Efes harabeleri) türüne ait sonuçların bu değer üzerinde olduğu görülmüştür.

5.10. Antimon

Ortalama 60 kg ağırlığında sağlıklı bir birey için günlük tolere edilmesi gereken antimon miktarı 6 mg'dır [58]. Bitkilerin meyveli kısımlarında yalnız *F. mervynii* türünde ve çiçekli kısımlarında yalnız *F. tingitana* türünde sonuç bu değer üzerindedir.

5.11. Selenyum

Ulusal Araştırma Konseyi tarafından önerilen günlük alınması gereken selenyum miktarı 0,5 mg'dır. Bitkilerin meyveli ve çiçekli kısımlarında sonuçların tümü bu değer üzerindedir.

5.12. Stronsiyum

Bir birey normal diyet ile tahıl ve sebzelerden günlük 2-4 mg stronsiyum alabilmektedir [59]. Bitkilerin meyveli kısımlarında *F. tingitana* (Ödemiş) ve *F. duranii* (Antalya) türlerinin sonuçları bu değer aralığında ve diğer türlerin sonuçları

bu değerlerin üzerinde iken; çiçekli kısımlarında türlerin tamamı bu değerlerin üzerinde sonuçlara sahiptir.

5.13. Çinko

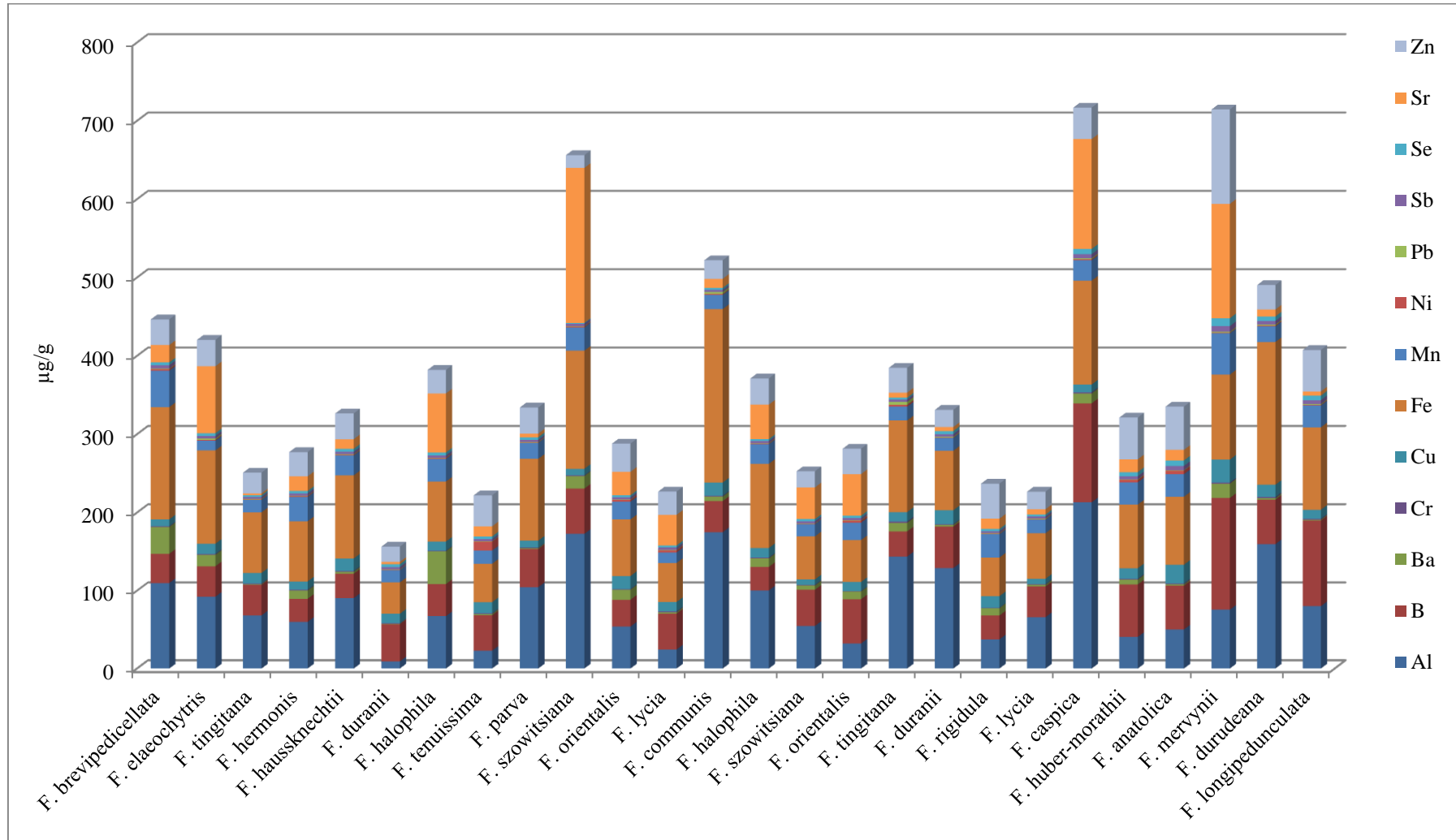
Ortalama 60 kg ağırlığında sağlıklı bir birey için günlük tolere edilmesi gereken çinko miktarı 60 mg olarak belirlenmiştir [55]. Bitkilerin meyveli kısımlarında yalnız *F. mervynii* türünün sonucu bu değer üzerinde iken çiçekli kısımlarında türlerin tamamının sonuçları bu değer altında kalmaktadır.

Çeşitli elementlerin yukarıda belirtilen değerleri ve onların tavsiye edilen tüketim miktarları, bitkisel tıbbi kullanım açısından bitki kısımlarının herhangi birini kullanmadan önce insan tüketimi için element içeriğinin ve doz formülasyonunun incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

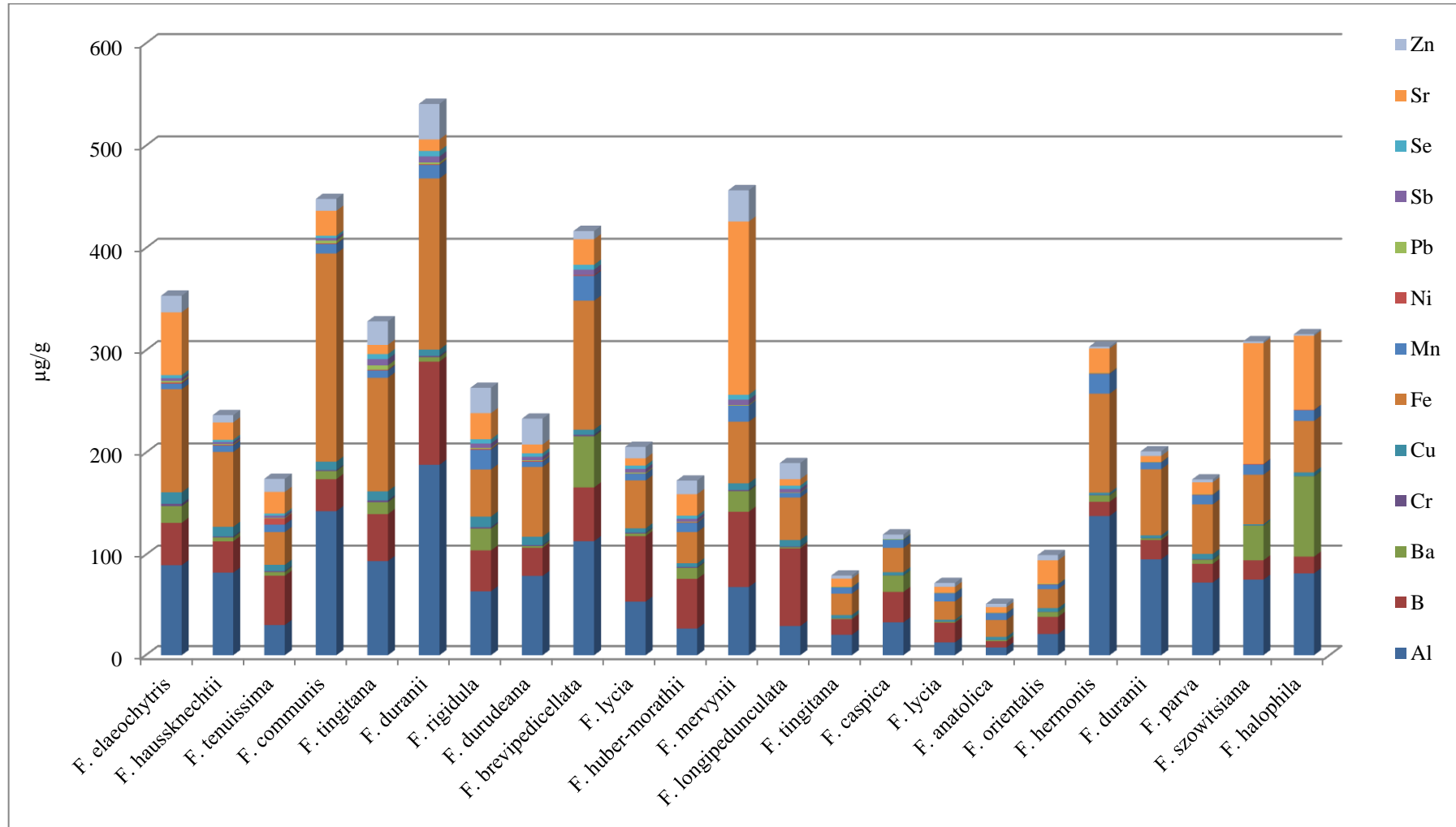
Bitkilerin meyveli ve çiçekli kısımlarında bulunan elementlerin minimum ve maksimum miktarları Tablo 5.1.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.1. Bitkilerde bulunan elementlerin minimum ve maksimum miktarları

Element	Bitkilerin çiçekli kısımları		Bitkilerin meyveli kısımları	
	Min Değer ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Max Değer ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Min Değer ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Max Değer ($\mu\text{g g}^{-1}$)
Al	7,80	188,20	9,20	213,10
B	6,10	100,90	29,60	143,00
Ba	0,70	78,80	0,40	42,10
Cr	0,10	2,30	0,50	1,60
Cu	1,20	11,20	6,90	29,30
Fe	16,90	203,60	40,30	221,50
Mn	4,50	24,20	12,50	52,70
Ni	0,10	6,00	0,30	11,40
Pb	0,05	4,10	0,50	3,80
Sb	2,00	6,20	2,40	7,20
Se	2,20	5,40	1,00	10,00
Sr	5,50	169,20	2,20	197,80
Zn	1,60	34,70	16,30	120,60



Şekil 5.1. Bitkilerin meyveli kısımlarında element düzeylerinin ICP-OES ile belirlenmesi



Şekil 5.2. Bitkilerin çiçekli kısımlarında element düzeylerinin ICP-OES ile belirlenmesi

BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Şifalı otlar olarak kullanılan *Ferula* cinsine ait, meyveli ve çiçekli kısımlarında Al, B, Ba, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sr ve Zn elementlerinin konsantrasyonlarının incelendiği bitki türleri; *F. anatolica*, *F. brevipedicellata*, *F. caspica*, *F. communis*, *F. durani*, *F. drudeana*, *F. elaeochytris*, *F. halophila*, *F. haussknechti*, *F. hermonis*, *F. huber-morathii*, *F. longipedunculata*, *F. lycia*, *F. mervynii*, *F. orientalis*, *F. parva*, *F. rigidula*, *F. szowitsiana*, *F. tenuissima*, *F. tingitana* olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca, bitkilerin meyveli kısımlarında *F. durani*, *F. halophila*, *F. Lycia*, *F. orientalis*, *F. szowitsiana*, *F. tingitana* ve çiçekli kısımlarında *F. durani*, *F. Lycia* ve *F. tingitana* türleri Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanmış bitki örnekleridir.

Bu çalışmanın sonuçları, bitki kısımlarında elementlerin değer aralığının normal olduğunu ve bu bitki kısımlarının tıbbi amaçlar için güvenle kullanılabilceğini gösterir. İnsanlar, solunum, deri emilimi, beslenme gibi çeşitli yollarla ağır metallere maruz kalmaktadırlar. Belirli miktarların altında toksik etki göstermeyen bu metaller, gerektiğinden fazla miktarda alındığında insan metabolizması için zararlı hale gelebilmektedirler. Bu nedenle günümüzde kuvvet verici (afrodizyak), mikropları öldürücü, öksürük sökücü, hemoroid tedavisinde, idrar yolu hastalıklarında, kabızlıkta gevşetici olarak ve zehirlenmelere karşı panzehir ve hayvan yemi olarak kullanılan *Ferula* cinsi taksonlarının içeriğinin bilinmesi önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Elibol, Z., Türkiye'deki bazı *Ferula* L. (Apiaceae) türlerinin moleküler teknikler kullanarak taksonomik olarak incelenmesi. Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [2] Pimenov, M.G., Leonov, M.V., Turkish J. of Botany 28, 139, 2004.
- [3] Pesmen, H., Flora of Turkey the East Aegean Isls, Vol. 4. Edinburgh, U.K., Edinburgh University Press, 440–453, 1972.
- [4] Sagiroglu, M., Duman, H., Turkish J. of Botany 30, 399, 2007.
- [5] Sagiroglu, M., Duman, H., Annales Botanici Fennici 47, 293, 2010.
- [6] Sagiroglu, M., Duman, H., Botanical J. of the Linnean Society 153, 357, 2007b.
- [7] Sagiroglu, M., Duman, H., Botanical J. of the Linnean Society 153, 357, 2007b.
- [8] Aysu, T., Yaban çasırlı bitkisi (*Ferula orientalis* L.) saplarının sıvılaştırılması, pirolizi ve optimum şartlarda elde edilen sıvı ürünlerin karakterizasyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Doktora Tezi, 2014.
- [9] Altundag H., Tuzen, M., Food Chem. Toxicol. 49(11), 2800, 2011.
- [10] Altundag H., Dundar, M.S., Fresenius Environm. Bull. 18(1), 98, 2009.
- [11] Dundar, M.S., Altundag, H., Trace Elements Electrolytes 19(2), 55, 2002.
- [12] Altundag, H., Dundar, M.S., Dogancı, S., Celik, M., Tuzen, M., J. of AOAC International 6(1), 166, 2013.
- [13] Albayrak, S., Toprak ile bitki örneklerinden eser elementlerin biyoalmabilirliğinin araştırılması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Doktora Tezi, 2015.

- [14] Tosyalı, K., Araç egzozlarından kaynaklanan ağır metallerin tayini. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [15] Demir, R., Aydın, F., Foseptik atıkları ile sulanan marullarda (*Lactuca Sativa* L. var. *longifolia* Lam.) ağır metal miktarları üzerinde bir çalışma. *Eko. Çevre Der.*, 9(36):11-17, 2000.
- [16] Karakaş, D., Ağır metallerin toksik etkileri. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Eğitim Notları, 2000.
- [17] Kocabıçak, G., Malzeme seçiminde bilgi tabanlı sistemler ve alüminyum döküm alaşımlarına uygulanması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 1996.
- [18] Ediz, Ç., Alüminyumun geri dönüşüm süreci ve süreçte kullanılan malzemelerin alüminyum bileşenlerine etkileri. Bilecik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [19] Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, T.C. Sağlık Bakanlığı Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, Ankara, 56, 1997.
- [20] Karakaya, R., Bazı bakteri türlerinin bor toleranslarının sds-page profillerinin belirlenmesi ve Bursa Kestelek bor maden yatakları ve çevresinden bor toleransı yüksek bakterilerin izolasyonu. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- [21] Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, T.C. Sağlık Bakanlığı Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, Ankara, 59, 1997.
- [22] Başgel, S., Çeşitli şifalı bitkilerde eser element ve bazı önemli polifenollerin tayini. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2005.
- [23] Dağhan, H., Doğal kaynaklarda ağır metal kirliliğinin insan ve sağlığı üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2):15-25, 2011.
- [24] Türk Tabipler Birliği Raporu, İnsan Sağlığını Etkileyen Faktörler, 2004.
- [25] Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., Metallerin çevresel etkileri-I. İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Dergisi, 2004.
- [26] Onianwa, P.C., Adeyemo, A.O., Idowu, O.E., Ogabiela, E.E., Copper Zinc contents of the Nigerian foods estimate of adult dietary intakes, *Food Chemistry*, 72, 89-95, 2001.

- [27] Yılmaz, E., Toprakta bulunan eser miktardaki bazı ağır metalleri bazı tiyosemikarbazonlarla organik bir faza ekstrakte ettikten sonra ICP-AES ile tayini. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Doktora Tezi, 2006.
- [28] Tuncay, Y., Kovada Gölü'nde yaşayan ıstakozlarda ağır metal birikiminin incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [29] Çetin, M., Anemi Çeşitleri, Hacettepe Üniversitesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Hematoloji Ünitesi, Ankara, 2005.
- [30] Deveci, T., Gaziantep'te atık sulardan etkilenen toprak ve bitkilerde eser element (Cu, Co, Mn, Zn ve Fe) konsantrasyonlarının ICP-MS ile tayini. Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- [31] Keskin, H., Besin Kimyası, İstanbul, 369-380, 1987.
- [32] Özcan, N., Sakarya 1. Organize Sanayi Bölgesi cadde tozlarında eser element türlendirme çalışması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [33] Davies, S., Stewart, A., Nutritional Medicine, 84-86, 1995.
- [34] Maruldalı, O., Kurşun ve kurşun-selenyum'un etkisine bırakılan *Oreochromis Niloticus* (L.)'da kurşunun karaciğer, böbrek, beyin ve solungaç dokularında birikimi ve AChE aktivitesine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- [35] Rogers, J.T., Richards, J.G., Wood, C.M., Ionoregulatory disruption as the toxic mechanism for lead in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology*, 64(2): 215-234, 2003.
- [36] Habashi, F., Handbook of extractive metallurgy, Vol.2, Wiley-vch, Germany.
- [37] Fidan, N., Atış artıklarında et-aas ile antimon analizi ve gözlenen analitik problemler. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [38] Ayçetin, M., Türkiye'de yaygın yetiştirilen bazı fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) çeşitlerinde selenyum (Se) uygulamalarının selenyum birikimi ve bazı esansiyel elementlerin alınımı üzerine etkisi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [39] Tinggi, U., Essentiality Toxicity of Selenium Its Status in Australia, A Review, *Toxicology Letters*, 137, 103-110, 2003.

- [40] Bulut, A., Kalsiyum bazlı doğal adsorbanlar ve doğal hidroksiapatit ile sulu çözeltilerden stronsiyum gideriminin incelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nükleer Bilimler Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2013.
- [41] Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43, T.C. Sağlık Bakanlığı Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, Ankara, 77, 1997.
- [42] Bahadırılı, M., Sera koşullarında çinko noksanlığına sahip bir toprakta farklı çinko düzeylerinde ve organik kaynakların buğdayın büyümesi üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [43] Welch, R.M., Graham, R.D., Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *J. of Exp. Bot.* 55: 353-364, 2004.
- [44] Çağran, F., ICP-OES ile Menengiç ve ürünlerinde metal ve yarı metallerin tayini. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [45] Yılmaz, F.T., Yeni nesil iyon baskılı polimerik oksim ve adsorbentlerin sentezi Ni(II) ve Cu(II) iyonlarına olan ilgisinin ICP-OES ile araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- [46] Daş, Ö.B., ICP-OES kullanılarak bitkilerdeki makro ve mikro elementlerin birlikte tayininde çok değişkenli kalibrasyon tekniklerinin uygulanması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2013.
- [47] Boss CB., Fredeen KJ., Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, Second Edition. Perkin elmer., 36-71.
- [48] Caner, C., Bazı metal iyonlarının bulutlanma noktası ekstraksiyonu ile zenginleştirilerek usn- ICP-OES ile tayini. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
- [49] Kılıç E., Köseoğlu F., Yılmaz H., Enstrümantal Analiz İlkeleri, Bilim Yayıncılık, 1998.
- [50] Mosqueda Y., Pomares M. Determination of major, minor and trace elements in cobalt-substituted lithium nickelate ceramic powders by inductively coupled plasma optical emission spectrometry., 1855-1862.
- [51] Tayfur, M., Ünlüoğlu, Ö. Bener, *Food Magazine* 27(4), 305, 2002.
- [52] FAO. Irrigation Drainage, Rome, Italy, 81, 29 pp., 1985.
- [53] IPCS Barium. World Health Organization, Geneva, Switzerland, Environmental Health Criteria 107, 1990.

- [54] RDA, Recommended dietary allowance (10th ed.). Washington, DC: National Academic Press, USA, 1989.
- [55] Joint FAO/WHO, In 53rd Meeting, Rome, Italy, June 1–10, 1999.
- [56] World Health Organization, WHO, 197, 1994.
- [57] World Health Organization, Forty first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO Technical Report Series, 837, 1993.
- [58] World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2008.
- [59] Nielsen, P.S., Bone 35(3), 583, 2004.

ÖZGEÇMİŞ

Şermin Yelkenci, 11.04.1988'de Zonguldak'ta doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Zonguldak'ta tamamladı. 2005 yılında Zonguldak Ereğli Lisesi'nden mezun oldu. 2007 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Kimya Öğretmenliği Bölümü'nü 2012 yılında bitirdi. 2013 yılında Sakarya üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümü Analitik Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.