



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**DİYARBAKIR AKTARLARINDA SATILAN BAZI TIBBİ
BİTKİLERDEKİ As, Cd, Hg ve Pb ELEMENTLERİNİN
ICP-MS İLE TAYİNİ**

Erdem TEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANALİTİK KİMYA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Elif VARHAN ORAL

DİYARBAKIR-2019



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DİYARBAKIR AKTARLARINDA SATILAN BAZI TIBBİ BİTKİLERDEKİ As, Cd, Hg ve Pb ELEMENTLERİNİN ICP-MS İLE TAYİNİ

Erdem TEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANALİTİK KİMYA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Elif VARHAN ORAL

DİYARBAKIR-2019



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ONAY

Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Analitik Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Erdem TEKİN'in hazırladığı "DİYARBAKIR AKTARLARINDA SATILAN BAZI TIBBİ BİTKİLERDEKİ As, Cd, Hg ve Pb ELEMENTLERİNİN ICP-MS İLE TAYİNİ" başlıklı tez Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim - Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarih: 01/07/2019

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Elif VARHAN ORAL

Jüri Üyeleri

Jüri Başkanı Prof. Dr. Abdulkadir LEVENT

Üye Doç. Dr. Mehmet BOĞA

Üye Dr. Öğr. Üyesi Elif VARHAN ORAL

İmza

Bu tez Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/.../20.. tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Hakkı Murat BİLGİN
Dicle Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve tezimi Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu standartlarına uygun bir şekilde hazırladığımı beyan ederim.

...../...../20...

Erdem TEKİN

İmza

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca tecrübelerinden faydalandığım, bilim insanı profili ve insani yönü ile örnek aldığım ve her konuda yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Işıl AYDIN'a,

Tez çalışma süresi boyunca her zaman yanımda olan ve her konuda rehberliğine başvurduğum ve desteğini aldığım, yaptığım çalışmalarda en ufak desteğini esirgemeyen çok değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Elif VARHAN ORAL'a,

Tez çalışma süresince yakın zamanda tanıdığım laboratuvar çalışmaları ve istatistik konusunda bilgisini desteğini ve her türlü yardımını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Enes ARICA'ya,

Tez çalışmam boyunca her türlü desteğini veren, laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan ve her zaman yanımda olan üniversite yıllarımdan beri tanıdığım değerli arkadaşım Mehmet SÖNMEZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ONAY	i
BEYAN	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER	ix
1. ÖZET	11
1.1. ABSTRACT	12
2. GİRİŞ ve AMAÇ	14
3. GENEL BİLGİLER	15
3.1. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler	15
3.2. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Yerleri	16
3.3. Tıbbi Bitkilerin Sağlık İçin Önemi	16
3.4. Tıbbi Bitkilerin Bileşimi	17
3.4.1. Tanenler	17
3.4.2. Uçucu Yağlar	17
3.4.3. Organik Yapılı Asitler	17
3.4.4. Glikozitler	17
3.4.5. Alkaloidler	18
3.5. Analizi Yapılan Tıbbi Bitkiler	18
3.5.1. Yaban mersini (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	18
3.5.2. Meyan Kökü (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	18
3.5.3. Ketan Tohumu (<i>Semen lini</i>)	18
3.5.4. Yeşil Çay (<i>Camellia sinensis</i>)	18
3.5.5. Ada Çayı (<i>Salvia fruticosa</i> L.)	19
3.5.6. Meryemhort (<i>Teucrium polium</i> L.)	19
3.5.7. Nane (<i>Mentha piperita</i> L.)	20
3.5.8. Keçiboynuzu (<i>Ceratonia siliqua</i>)	20
3.5.9. Sarı Kantaron (<i>Hypericum perforatum</i>)	20

3.5.10.	Rezene (<i>Foeniculum vulgare</i> L.)	20
3.5.11.	Aslan Pençesi (<i>Alchemilla</i>).....	21
3.5.12.	Isırgan Otu (<i>Urtica dioical</i>).....	21
3.5.13.	Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	21
3.5.14.	Kuşburnu (<i>Rosa caninae</i>)	22
3.5.15.	Hatmi (<i>Althaea officinalis</i>)	22
3.5.16.	Sinameki (<i>Cassia anqustifolia</i>).....	22
3.5.17.	Ayva Yaprağı (<i>Cydonia oblonga</i>).....	23
3.5.18.	Kırkkilit Otu (<i>Equisetum arvense</i>)	23
3.5.19.	Ihlamur (<i>Tillia cordata</i>).....	23
3.6.	Tıbbi Bitkilerin Resimleri.....	24
3.7.	Metaller.....	25
3.8.	Ağır Metaller.....	27
3.8.1.	Arsenik (As).....	27
3.8.2.	Kurşun (Pb).....	28
3.8.3.	Kadmiyum (Cd)	28
3.8.4.	Civa (Hg)	29
3.9.	Ağır Metallerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	30
3.10.	İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometrisi (ICP-MS)	32
3.10.1.	Tarihçe	32
3.10.2.	ICP-MS Cihazının Çalışma Yöntemi	33
3.10.3.	ICP-MS Genel Parçaları	33
3.10.4.	Örneğin Cihaza Girişi.....	35
3.10.5.	Plazma (Atomlaştırıcı)	35
3.10.6.	İyon Değiştirici	36
3.10.7.	Kütle Filtresi	37
3.10.8.	Dedektör Bileşeni.....	37
3.10.9.	Veri İşleme ve Sistem Kontrolörü	38
3.11.	Literatür Taraması Özetleri.....	38
4.	GEREÇ ve YÖNTEM	42
4.1.	Kullanılan Cihazlar	42
4.2.	Çalışmalarda Kullanılan Çözücüler	43

4.3.	Standartların Hazırlanması	43
4.4.	Bitki Örneklerinin Hazırlanması	43
5.	BULGULAR.....	44
5.1.	Bitki örneklerinin analizi	44
5.2.	Metod Validasyonu	45
5.2.1.	Dedeksiyon Limiti (LOD) ve Tayin Limiti (LOQ)	45
5.3.	Standart Referans Madde.....	45
5.4.	İstatistiki Çalışmalar	46
6.	TARTIŞMA	49
7.	SONUÇ ve ÖNERİLER	54
8.	KAYNAKLAR	55
9.	ÖZGEÇMİŞ	62
10.	TEZ SAVUNABİLİRLİK ve ORJİNALLİK BEYAN FORMU	62

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1. Tıbbi bitkilerin resimleri	25
Şekil 2. Ağır metallerin hücre içindeki etkileri	31
Şekil 3. Ağır metallere bağlı semptomlar.	32
Şekil 4. ICP-MS genel parçaları	34
Şekil 5. Bir ICP-MS sisteminin Şematik gösterimi.	34
Şekil 6. Oluşan plazmadaki bölgeler	36
Şekil 7. Örnek çözeltisinin plazmadaki davranışı.	36
Şekil 8. Kütle filtresi.	37
Şekil 9. ICP-MS cihazında bulunan ETP dedektörü.....	38

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1. Numunelerin analizi için optimum ICP-MS'in çalışma koşulları.	43
Tablo 2. Çözünürleştirme sonrası bitkilerdeki metal konsantrasyonları.	44
Tablo 3. İnfüzyon sonrası bitkilerdeki metal konsantrasyonları	44
Tablo 4. Lineer aralık, regresyon korelasyon katsayısı (R), LOD, LOQ.	45
Tablo 5. SRM NIST 1515 Elma yaprağı analizinin doğruluk değerlendirmesi.	45
Tablo 6. Fark Verilerinin Normallik Testi Sonucu.	47
Tablo 7. Pb için bitki ve infüzyon verilerinin Eşleştirilmiş T Testi sonucu.	47
Tablo 8. Wilcoxon T Testi sonucu.	47
Tablo 9. Wilcoxon T Testine göre; As, Cd ve Hg konsantrasyon değişimleri.	48
Tablo 10. Bitki numunelerindeki metal miktarlarının normal dağılım test sonucu.	48
Tablo 11. Bitki numunelerinden elde edilen verilerin Spearman Korelasyon Analizi sonucu.	48
Tablo 12. İnfüzyon numunelerindeki metal miktarlarının normal dağılım test sonucu.	49
Tablo 13. İnfüzyon numunelerinden elde edilen verilerin Spearman Korelasyon Analizi sonucu.	49

KISALTMALAR VE SİMGELER

Ag	: Gümüş
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
B	: Bor
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Cl	: Klor
cm	: Santimetre
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
EPA	: Çevre koruma ajansı
Fe	: Demir
GC-MS	: Gaz Kromatografisi-Kütle spektrometresi
g	: Gram
H	: Hidrojen
ICP-MS	: İndüktif eşleşmiş plazma- Kütle spektrometrisi
ICP-OES	: İndüktif eşleşmiş plazma- Optik emisyon spektrometresi
K	: Potasyum
LOD	: Belirleme alt sınırı
LOQ	: Tayin alt sınırı
M.Ö	: Milattan Önce
m/z	: Kütle/Yük
m	: Metre
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
Mn	: Mangan
MΩ	: Megaohm
N	: Azot

Na	: Sodyum
NIST	: Uluşlararası standartlar ve teknoloji enstitüsü
Ni	: Nikel
O	: Oksijen
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
ppb	: Milyarda bir birim
ppm	: Milyonda bir birim
PTFE	: Politetrafloroetilen(teflon)
S	: Kükürt
Se	: Selenyum
Si	: Silisyum
Sn	: Kalay
SRM	: Standart referans madde
V	: Vanadyum
WHO	: Dünya sağlık örgütü
Zn	: Çinko
µg/kg	: Mikrogram/kilogram
°C	: Santigratderece
W	: Watt

DİYARBAKIR AKTARLARINDA SATILAN BAZI TIBBİ BİTKİLERDEKİ As, Cd, Hg ve Pb ELEMENTLERİNİN ICP-MS İLE TAYİNİ

Öğrencinin Adı ve Soyadı: Erdem TEKİN

Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Elif VARHAN ORAL

Anabilim Dalı: Analitik Kimya

1. ÖZET

Amaç: Ülkemizin birçok bölgesinde yetişen tıbbi bitkiler sağlık açısından önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada amacımız, Diyarbakır aktarlarında satılan kırkkilit otu, hatmi, ayva yaprağı, ada çayı, biberiye, ısırgan otu, meryemhort, aslanpençesi, ihlamur, sinameki, rezene, nane, keten tohumu, sarı kantaron, keçiboynuzu, yeşil çay, meyan kökü, yaban mersini gibi halk arasında hastalıkların tedavileri için sıklıkla kullanılan bazıları baharat olarak ta tüketilen 19 çeşit tıbbi bitkinin ve infüzyonlarının As, Hg, Cd ve Pb seviyelerini belirleyip karşılaştırmak ayrıca elde edilen bu sonuçları istatistiki olarak değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Tıbbi bitkilerde ve infüzyonlarında As, Hg, Cd ve Pb miktarları ICP-MS tekniği ile analiz edildi. Bitkiler analiz öncesi derişik nitrik asit ve hidrojen peroksit ile mikrodalga sisteminde çözünürleştirildi. SRM 1515 Elma Yaprağı kullanılarak metodun doğruluğu ve kesinliği değerlendirildi. Ayrıca istatistik çalışmalarımızda SPSS-21 programında, "Eşleşmiş T Testi", "Wilcoxon T Testi", "Spearman Korelasyon Analizi" ve "Shapiro-Wilk Analizi" uygulandı.

Bulgular: Çalışılan bitkilerin ve infüzyonlarının As, Hg, Pb ve Cd değerlerinin WHO tarafından belirlenen sınır değerlerin altında olduğu belirlendi. İstatistik çalışmaları sonucunda sadece Pb için ($p=0,279$ ($p>0,05$)) verilerin normal dağıldığı, bitki ve infüzyon numuneleri arasında Pb elementi miktarı açısından istatistik açıdan anlamlı bir fark olduğu $p=0,032$ ($p<0,05$), bitkilerin hepsinde As ve Hg konsantrasyonları infüzyon numunelerindeki konsantrasyona göre yüksek olduğu fakat Cd konsantrasyonu için sadece 15 bitki numunesinde elde edilen miktarın infüzyon numunelerinden fazla olduğu tespit edildi.

Sonuç: Bitkilerdeki ağır metal düzeylerinin WHO tarafından belirlenen sınır değerlerin altında olduğundan tıbbi bitki ve bitki çayı olarak tüketilmeye uygun oldukları, fakat yine de tıbbi bitkilerin bilinçli olarak doz kontrollü tüketilmesi gerektiği sonucuna varıldı.

Anahtar Sözcükler: Tıbbi bitkiler, Ağır metaller, ICP-MS, Eşleşmiş T Testi, Wilcoxon T Testi.



**DETERMINATION of As, Cd, Hg and Pb ELEMENTAL LEVELS in SOME
MEDICINAL PLANTS SOLD in DİYARBAKIR HERBALISTS
by ICP-MS**

Student's Surname and Name: TEKİN Erdem

Adviser of Thesis: Dr. Elif VARHAN ORAL

Department: Analytical Chemistry

1.1. ABSTRACT

Aim: Medicinal plants grown in many regions of our country have an important role in human health. The purpose of our study is to determine and compare the levels of As, Hg, Cd and Pb in studied plants and their infusions; and also statistically to evaluate both acid dissolved and infused forms of plants. The studied plants

sold in Diyarbakır herbalists which are herba equiseti, hibiscus, quince leaves, salvia, rosemary, stinging nettle, lady's mantle, linden, senna, fennel, mint, flax seed, aaron's beard, carob, green tea, licorice, blueberries; are commonly used as treatment in many diseases and as spices by local people.

Material and Method: The amounts of As, Hg, Cd and Pb in the medicinal plants and their infusions were analyzed by ICP-MS technique after dissolution of plants with concentrated nitric acid and hydrogen peroxide in microwave system. The accuracy and precision of the method were evaluated using CRM 1515 apple leaves. Moreover our results were statistically evaluated by using "Paired T Test", "Wilcoxon T Test", "Spearman Correlation Analysis" and "Shapiro-Wilk Analysis" in SPSS-21.

Results: It was determined that As, Hg, Pb and Cd values of the studied plants and infusions are below the limit values determined by WHO; only distribution of Pb data were normal ($p > 0,05$) and there are a statistically significant difference in the amount of Pb element between the plant and infusion samples ($p < 0,05$); in all plants, As and Hg concentrations were higher than infusion samples, however only Cd concentrations were higher than 15 infusion samples.

Conclusion: It was concluded that heavy metal levels in studied plants are suitable for consumption as medicinal herbs and herbal tea; since they are below the limit values determined by WHO. However, it was resulted that medicinal plants should be consumed as consciously dose-controlled.

Keywords: Medicinal plants, Heavy Metals, ICP-MS, Paired T Test, Wilcoxon T Test

2. GİRİŞ ve AMAÇ

İnsanlık tarihi boyunca tıbbi aromatik bitkilerin sağlık için önemli bileşikleri bünyesinde taşıdıkları bilinmektedir (1). Günümüzde yiyecek ve içecek endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sentetik materyallerin kanser gibi ölümcül hastalıklara sebebiyet vermesi doğal ve organik gıdalara olan talebin artmasına neden olmaktadır (2). Tıbbi aromatik bitkiler hem etken madde ve hem de tüketim alanları bakımından çok büyük bir alanı kapsamaktadır. Bu bitkiler genellikle familyalarına, içerdikleri etken maddelere, tüketim ve kullanımlarına, etkilediği organlara ve farmakolojik etkilerine göre gruplandırılmaktadırlar.

Bir bitkinin ilaç için kullanılan kısmı drog olarak tanımlanır. Bitkisel drog tabiri bitkisel ilaç hammaddesi ile eşdeğerdir. Droglara tedavi etme özelliğini veren etken maddeler, kimyasal yapılarına göre bahsedilirse; tanenler, uçucu yağlar, organik asitler, glikozitler, alkaloidler, reçineli bileşikler, sabit yağlar şeklinde gruplandırılmaktadır (3). Bitkisel droglar farklı yollarla ilaç haline getirilip kullanıma hazır hale getirilirler. Bunlardan en kolay olanı ise drogun toz hale getirilmesidir. Tıbbi bitkiler hap, dekoksasyon ve infüzyon şekillerine getirilerek kullanımında kolaylık sağladığı ve bu ilaç şekillerinden başka merhem, tıbbi yağ, tentür, draje gibi şekillerde de bulunduğu bilinmektedir.

Yaygın olarak kullanılan tıbbi bitkiler her ne kadar doğal ve zararsız olarak tarif edilse de olumsuz etkileri de vardır. Bu da nüfusun genel sağlık durumunda önemli rol oynar. Tıbbi bitkilerin kullanımının alerjik reaksiyonlar, toksik reaksiyonlar gibi bilinmeyen etkileri belirlenmiştir. Bazı tıbbi bitkiler ve bunların karışımları ağır metal içeriklerinden dolayı sağlık riski oluşturabilirler. Özellikle toksik etkiler ağır metal zehirlenmesinden kaynaklanmaktadır (4). Kirlenmiş sulama suları, atmosferik tozlar, otomobil ve endüstriyel egzozlar, böcek ilaçları ve gübrelerle ağır metal içeriği yönünden kirlenmiş topraklar tıbbi bitkilerin kirlenmesinde önemli rol oynar (5). Toprağın jeokimyasal özelliği ve tıbbi bitkinin ağır metalleri biriktirme özelliği de tıbbi bitkilerin kirlenmesindeki başka bir etkidir.

Bazı metaller (çinko, demir, bakır krom ve kobalt) sadece yüksek konsantrasyonlarda toksik iken arsenik, civa, kurşun ve kadmiyum her seviyede toksiktir, bilinen faydalı özellikleri yoktur. Arsenik en toksik eser elementlerden biridir. As (III) ve As (V) dahil inorganik arsenik türleri, organik arsenik türlerinden daha toksiktir.

İnorganik arseniğe maruz kalma, deri lezyonları ile ilişkilidir ve cilt, akciğer, karaciğer ve böbrek kanseri gelişme riskini arttırır (6). Kadmiyum, güçlü bir hücre zehiridir. Aynı zamanda sinir sistemini de etkiler ve çocuklarda öğrenme güçlüğü ve hiperaktivite gibi nörolojik bozukluklar oluşabilir (7). Kurşun; insanlar, hayvanlar ve bitkiler için en toksik unsurlardan biridir. Birikimi sonucunda, ciddi hematolojik, beyin ve böbrek fonksiyon bozukluğu sorunlarına neden olabilir (8).

Bazı eser elementlerin konsantrasyonlarının kantitatif tayini çeşitli hastalıkların tedavisinde tıbbi bitkilerin etkilerinin belirlenmesi, onların farmakolojik etkilerinin anlaşılması ve tıbbi bitkilerden oluşturulan bitkisel ilaçların dozajının belirlenmesi açısından önemlidir (9,10). Bitkiler, eser elementlerin topraktan insana geçişinde önemli bir yol oynamaktadır (11). Dolayısıyla bu tıbbi bitkilerin eser element içerikleri açısından kalite kontrolü önemlidir.

Tıbbi bitkilerin eser element içeriğinin belirlenmesinde kullanılan teknikler grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometresi (GF-AAS), alevli atomik absorpsiyon spektrometresi (F-AAS) indüktif eşleşmiş plazma optik-emisyon spektrometresi (ICP-OES) indüktif eleşmiş plazma-kütle spektrometresi ICP-MS, Enstümental nötron aktivasyon analizi (INNA) veya X-ışını floresans spektrometresi (XRF)'dir (12, 13).

Bu tekniklerden ICP-MS, eser düzeydeki çoklu element tayininde yüksek hasasiyeti, doğruluğu ve geniş dinamik aralığından dolayı daha etkin bir tekniktir. Bu yüzden biz çalışmamızda ICP-MS ile ağır metal analizlerimizi gerçekleştirdik.

Ayrıca istatistik çalışmalarımızda SPSS-21 programında, normal verilerde parametrik test olan "Eşleşmiş T Testi" normal dağılmayan verilerde "Wilcoxon T Testi" uyguladık. Aynı şekilde numunelerde tespit edilen elementlerin birbirleri ile olan korelasyonunu irdelemek için ise "Spearman Korelasyon Analizi" uyguladık.

Bizim çalışmamızın amacı, Diyarbakır aktarlarından satın alınan kırkkilit otu, hatmi, ayva yaprağı, ada çayı, biberiye, ısırgan otu, meryemhort, aslan pençesi, ıhlamur, sinameki, rezene, nane, keten tohumu, sarı kantaron, keçiboynuzu, yeşil çay, meyan kökü, yaban mersini gibi genellikle çay ve baharat olarak tüketilen 19 çeşit bitkinin ve infüzyonlarının yukarıda bahsettiğimiz toksik etkilerinden dolayı As, Cd, Pb ve Hg elementlerinin düzeylerini ICP-MS metodu ile belirleyip karşılaştırmaktır. Ayrıca bu 19 bitki ve infüzyon sonuçlarını istatistiki olarak değerlendirmektir.

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Ülkelerin bitki örtüsü zenginlikleri, o ülkede yetişen bitki türlerinin sayısı ile bitkilerin tanınmışlığı ve çeşitli yetişme tiplerine sahip olması ile ölçülebilir. Ülkemizdeki bitki çeşitliliği diğer ülkelere kıyasla zengin ve en farklı ülkelerin başında gelmektedir. Bu zenginlik farklı iklim tiplerinin etkisi altında olması, coğrafik konumu, jeolojik yapısı, değişik yeryüzü yapılarına ve toprak türlerine sahip olması ve üç farklı fitocoğrafik kıtanın birleştiği noktada olmasından kaynaklanmaktadır (14).

Tıbbi ve aromatik bitkiler insanlığın oluşumundan bu yana insan sağlığı için değerli bileşikleri bünyesinde taşımaktadırlar (15). Özellikle son yıllarda ağır bir hastalık olan kanser gibi ve ölümcül birçok hastalığa neden olan yiyecek ve içecek sektöründe çokça kullanılan yapay materyaller, organik ve doğal gıdalara olan talebi arttırmaktadır (16). Dünya genelinde yaklaşık 50 000-75 000 arasında bitki çeşidi, geleneksel ve modern tıpta kullanılmaktadır (17).

Uzun süreden beridir insanlar ve bitkiler arasındaki ilişkiler neticesinde, bugüne kadar süregelen ve bütün dünyanın da önemini idrak ettiği ve bu konuda ciddi araştırmaların yapıldığı etnobotanik bilim dalı ortaya çıkmıştır (18).

Etnobotanik bilim dalı hakkındaki bilgiler, deneme yanılma yoluyla elde edilmiş ve uzun bir zaman sonucunda nesilden nesile aktararak bugüne kadar ulaşan çok değerli bilgileri yansıtan içerikleri ile bitkilerin bilimsel olarak değerlendirilmelerine önemli katkılar sunmaktadır (19).

Yaprak, kök, meyve, gövde, yumru, dal ve tohum gibi kısımlarından oluşan ve özellikle ilaç sanayinde kullanılmak üzere doğadan veya üretimi yapılarak yetiştirilen bitkilere tıbbi bitkiler, uçucu yağları alınıp koku gibi özelliklerinden faydalanılarak kullanılan tıbbi bitkilere de kısaca aromatik bitkiler denilmektedir. Dünyada yaklaşık olarak 300 bin tohumlu veya çiçekli bitki çeşidin kayıtlı olduğu, bunların 20 bin civarının tedavi amaçları için tüketilmeye uygun olduğu, dört bin civarında bitkisel drogların da fazlasıyla kullanıldığı belirtilmektedir. Türkiye'nin iç ticareti ve dış ticareti ile yapılan bitki sayısının alt türleri de dâhil olmak üzere aşağı yukarı 350 adet olup, bunlardan yaklaşık 140'nın dış satımı yapılmaktadır (20).

3.2. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Yerleri

Tıbbi bitkiler, ilaç sektöründe bitkiler için kullanılan genel bir isimdir. Bu bitkinin tamamı yaş veya kurutulmuş bir halde ilaç yapımında kullanılabileceği gibi, bitkinin bir ya da birkaç organı veya bir kesiti de aynı amaçla kullanılabilir. Bir bitkinin ilaç için kullanılan kısmı drog olarak tanımlanır. Bitkisel drog tabiri bitkisel ilaç hammaddesi ile eşdeğerdir. Bitkilerde, aromatik bitkiler özellikle parfümeri, kozmetik ve gıda sektöründe öncü olan koku ve tat sanayileri tarafından kullanılmakla birlikte ilaç sanayisinde de tatlandırıcı ve kokulandırıcı olarak ve hatta tıbbi etkilerinden dolayı değerlendirilmektedirler. Bu bitkilerden yine elde edilen uçucu yağlar parfümeri sanayinde, unlu mamuller ve şekerleme sanayinde, gıda sanayinde, diş macunu ve sakız imalatında, içki yapımında ve sabun yapımında da kullanılmaktadırlar (21).

3.3. Tıbbi Bitkilerin Sağlık İçin Önemi

Tıbbi bitkilerden elde edilen ürünler çok yönlü etki gösterme şansına sahiptir. Uygun formda kullanılırsa insan vücudu tarafından kolaylıkla kabul edilir. Son yıllarda tıbbi bitkilerin değerinin hızla artmasının sebeplerinden biri de hastalık yapan mikroorganizmaların yapay maddelere dayanıklı yeni türleri hızlıca meydana getirmesidir. Sentetik ilaçların insan vücudunda ve çevre kirlenmesine olumsuz etkisi fazladır. Türkiye gibi geniş

bitki ağı bulunan, ilaç sanayisinin geliştirilmemiş ve ekonomik kaynakları kısıtlı olan ülkelerin, doğal maddelerden elde edilmiş ilaçların geliştirilmesi, kullanımının arttırılması sentetik ilaç sektöründen kaçınmak için akıllıca bir yaklaşımdır (22).

3.4. Tıbbi Bitkilerin Bileşimi

Droglarda pektin, protein, selüloz, nişasta, şeker ve benzeri, tedavi yönünden etkisiz maddelerin yanında, minimum seviyede farmakolojik etki gösterebilen maddeler de mevcuttur. Bu tür bileşikler etkin madde adını almaktadır. Tedavi özelliğini gösteren bu maddeler kimyasal özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (21).

3.4.1. Tanenler

Fenollerin yapısındaki katı bileşiklerdir. Suda çözünme özellikleri vardır, bitkiler aleminde çok yaygındırlar. Özellikle bitkilerin kök ve kabuklarında mevcuttur. Meşe mazısı ve meşe palamudu tanenler açısından oranları yüksek bitkilerdir. Tıpta ve dericilik sanayisinde kullanılabilen tanenler bu bitkilerden üretilmektedir. Tanen bileşikler antiseptik ve konstipasyon (kabızlık) önleyici özelliklere sahip maddelerdir (21).

3.4.2. Uçucu Yağlar

Genel olarak terpenlerden üretilmiş karışım bileşikleridir. Çoğunlukla sıvısal olup, etkili uçuculuğu olan kokulu maddelerdir. Sudan çıkan buharla sürüklenirler ve suda çözünmeyen bileşiklerdir. Ancak organik yapılı çözücüler içinde kolaylıkla çözünebilmektedir. Özellikle meyve ve çiçeklerde bulunmalarına rağmen bitkilerin başka organlarında da bulunurlar. Sulu buhar distilasyonu, sıkma veya organik yapılı çözücüler ile ekstrakte etme yolu ile elde edilmeleri mümkündür (21).

3.4.3. Organik Yapılı Asitler

Bitkilerde bulunan karbonhidratlı maddelerin yükseltgenmesi ile oluşan asit tepkimeli organik yapılı maddelerdir. Bitkilerin içinde tuzlu ve bağımsız olmak üzere iki türde bulunabilirler. Tadları ekşi, sıvı veya katı haldedirler. Farmakolojik tesirleri az da olsa bulunmaktadır (21).

3.4.4. Glikozitler

Seyreltik asitlerin veya enzimlerin yardımıyla şekerli kısmın bir veya birden fazla şeker molekülüne ayrılan bileşik yapılardır. Tedavide şekerli olmayan bölümü etkilidir. Şekerli tarafı ise bu maddenin suda çözünmesini arttırır. Bitkilerde bulunan glikozitlerden çoğunun farmakolojik etkisi bulunmamakla birlikte bir kısmı da yüksek farmakolojik etkiye sahiptirler. Örneğin; yüksük otu yaprağındaki glikozitler kalp için güçlendirici olarak kullanılır (21).

3.4.5. Alkaloitler

Bileşiminde azot elementi bulunan bazik yapıda olan bileşiklerdir, alkaloit ismi alkaliye benzer olmaları sebebiyle verilmiştir. 1803 yılında ilk alkaloiti bulan Fransız eczacı C.L. Derosnedir. İlk bulunan alkaloit ise morfindir. Katı halde ve genellikle renkli olmayan maddelerdir. Asitlerle beraber tuzu meydana getirirler. Baz fazda suda çözünmezler ancak tuzları suda çözünürler. Düşük dozlarda bile güçlü bir etkiye sahip bileşiklerdir. Morfin, kokain, kodein, atropin ve kafein gibi alkaloitler çeşitli tedavi alanlarında kullanılırlar (21).

3.5. Analizi Yapılan Tıbbi Bitkiler

3.5.1. Yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*)

Dünyada pek çok sağlık sorununa karşı yaygın olarak kullanılan şifalı bir bitkidir. Oldukça besleyici bir meyve olan yaban mersini içerisinde A, C, K ve E vitaminlerinin yanı sıra kalsiyum, demir, potasyum ve magnezyum gibi insan sağlığı için faydalı olan çok sayıda mineral bulunur. Yaban mersini, ülkemizde farklı yörelerde çay üzümü, mavi yemiş, turna yemişi, çoban üzümü ve kekre yemişi gibi adlar ile bilinir. Günümüzde özellikle idrar yolu enfeksiyonları ve sistit tedavisi için çok yaygın olarak kullanılan yaban mersini, ayrıca çok etkili bir antioksidan özelliğe sahip olup insanın bağışıklık sistemini de güçlendirmektedir (23).

3.5.2. Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra*)

Uzun zamandır mide ve solunum problemlerinin tedavisinde kullanılan, şifalı bir bitkidir. Lifli kökleri tatlandırıcı olarak kullanılan meyan kökü, yönlendirici olduğu için Çin tıbbında, ‘kılavuz ilaç’ olarak kabul edilmektedir. Kökün tatlılığı, içeriğinde bulunan ve şekerden 50 kat daha tatlı olan glisirizik asitten kaynaklanır. Günümüzde öksürük ve soğuk algınlığı, mide hastalıkları, kabızlık, bağırsak iltihabı, menopoz semptomları dahil pek çok rahatsızlığın tedavisi için kullanılmaktadır. Cilt ve saç bakımı için çok faydalı olan meyan kökü bitkisel ilaç olarak, baharat olarak, şampuan yapımında ve gıda ürünlerine tat vermek için yaygın olarak kullanılır. Güçlü bir şeker aromasına sahip meyan kökü kaynatılarak şerbeti yapılır ve yaz aylarında bolca tüketilir (24).

3.5.3. Keten Tohumu (*Semen lini*)

Ketengiller familyasına ait keten, genellikle yaz aylarında sarı veya mavi renkli yumuşak çiçekli bir bitkidir. Boyu 65 cm seviyesine kadar büyüebilmektedir. Bu bitkiler tohumlarını almak ve liflerinden faydalanmak için yetiştirilir. Yetiştikten sonra ise asıl sağlık bakımından mucize olan tohumları elde edilmektedir. Bu bitkinin tohumları yaklaşık olarak %45 oranında yağ içerir. İçinde bulunan bu yağ oranı Omega 3 olarak bilinen diğer bir ismiyle balık yağı açısından yeterince zengin bir bitkidir. Bu bitkinin içeriğinde, sabit yağlar, müshil etkisi yapan maddeler, proteinler ve linamarin maddesi bulunur. Üretilen keten yağının bileşiminde oleum lini asitleri ve bezir yağı bulunmaktadır (12).

3.5.4. Yeşil Çay (*Camellia sinensis*)

Camellia sinensis bitkisinin yaprağından üretilen çayın bir türüdür. Ayrıca bu bitkiden siyah çay da üretilmektedir. Yalnız siyah çay elde etmek için yaprakların yavaşça kurutulması gerekir. Yeşil çay

üretiminde siyah çaydan farklı olarak yapraklar toplatılınca zaman kaybı olmadan kavrulup hızlı bir şekilde kurutulması gerekir. Böylece siyah çayın oksijenle reaksiyona girmesi sağlanırken, yeşil çayın bu reaksiyona girmesine izin verilmez. Yeşil çay ile siyah çayın hasat edilme ve yetiştirilme biçimi birbirine benzer. Farklı olan tek tarafı oksijen ile olan tepkimeleridir. Her iki çayın içerisinde de kafein maddesi ve antioksidan bulunur ancak yeşil çayın antioksidanı daha fazla kafein miktarı ise daha azdır.

Bundan binlerce yıl öncesinde kullanılmaya başlanan yeşil çay, ilk keşfedildiği zamanlarda vücudun bağışıklık sistemini güçlendirmesi ve kötü kolesterolü düşürmesi gibi özelliklerinden faydalanılıyordu. Oysaki günümüzde; diş eti hastalıklarında, kanseri önlemede, kan basıncını düşürmede, kalp sağlığını korumada, metabolizmayı çalıştırmada ve yağ yakımında yeşil çayın mucizevi etkilerinden fayda sağlamaktayız (26).

3.5.5. Ada Çayı (*Salvia fruticosa* L.)

Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına ait, cinsi *Salvia* olan, hoş kokulu ve sağlık için şifalı bir bitki türüdür. Ülkemizde genellikle Akdeniz yöresinde ılıman iklimde yetişmektedir. Sivri yapraklı ve yeşil renkli griye çalan bir renktedir. Ada çayı yumuşak yapılı ve tatlımsı bir tadı bulunmaktadır. Acımtırak ve etrafa aromatik bir koku saçarlar. Bu bitkinin boyu 35-75 cm arasında değişebilmektedir.

Bitkinin tohumları koyu kahve renkli ve yumurtaya benzeyen bir biçimdedir. Çoğalması kendi tohumunu kullanarak kendi kendine artan bir bitki türüdür. Ada çayı bitkisi eter yağları (sineol, borneol, pinen) içeren, tanen, fumarik asit, glikozid, reçine, irsol asidi, asparagin, flavon, oleanol asidi gibi çeşitli maddeler içermektedirler. İklim koşullarına göre ve özellikle soğuğa karşı oldukça hassas bitkilerdir. Bu nedenle önlem amacıyla kışın soğuk aylarında ağaçların dalları ile örtülmesi bitkiye zarar verilmesi engellenebilir.

Bu bitkinin yaprakları içerisinde eter yağları gibi etken maddelerinin en fazla olduğu öğle vakitlerinde toplanır. Kurutma işlemi serin bir gölge ve hava alan bir ortamda olmalıdır. Ada çayı'nın hasat işlemi yaz aylarında olmaktadır. Bu aylarda bitki çiçeklenme öncesi ve eterli yağların oluşumundan sonrasına denk düştüğü için en uygun zamandır (27).

3.5.6. Meryemhort (*Teucrium polium* L.)

Meryemhort bitkisi Ballıbabagiller (*Lamiaceae*) familyasına ait olan bir bitki türüdür. Uzunluğu 10-45 cm civarında, gri ve beyaz renkli tüylerle sarılı, dört köşeli, yatık veya yatık gövdeli şekilli, dalları sık dar ve uzun olan, dikdörtgensel veya uzun şekil yumurtamsı, bitkinin ucuna doğru tırtıklı, beyaz veya gri tüylü olan, küçük yapraklarını kış aylarında döken; yaz aylarında küremsi ve yumurtamsı başçıkları olan kısa saplı, 6-16 mm uzunluğunda, kirli renkli veya sarı renkli beyaz çiçekleri olan; 4-9 mm boyutunda fındıksı meyveleri olan, tabanında odunsu yapılı, çokça yıllık, otsu bir bitki türüdür (28).

Baharda çiçek açan step bitkisidir. Yaprakları ve çiçekleri tıbbi olarak mide sancılarını giderici olarak çay şeklinde demlenerek içilir. Şeker düşürücüdür. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mardin, Diyarbakır, Şanlıurfa, Siirt ve Adıyaman illerinde yaygın olarak yetişmektedir (29).

3.5.7. Nane (*Mentha piperita* L.)

Nane, C ve A vitamini bakımından oldukça zengindir. Ayrıca içeriğinde yüksek oranda potasyum, protein, folik asit, kalsiyum, çinko, demir ve lifler bulunur. İçeriğinde % 1 ile 3 civarında mentol, menton, fenoller, tripten, flavonoidler, ve tanenler içeren uçucu özelliği olan yağ taşırlar. Kalori içermez. Salatalara ve yemeklere hoş koku katan taze nane yaprakları yemeklerin besin değerin de artmasını sağlar. Nane solunum yolları sorunlarını gidermekte çok etkilidir. Soğuk algınlığına, bronşite ve astıma iyi gelir. İçerdiği esansiyel yağlar antiseptik ve ağrı kesici özelliktedir. Balgam sökücüdür, ağız kokusunu önlemede, sindirim sisteminde biriken gazları gidermede destekleyici olarak kullanılmaktadır. İçerdiği yüksek antioksidan nedeniyle hücre hasarını önlemektedir (30).

3.5.8. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*)

Keçiboynuzu bitkisi, 6-12 metre boyunda, kış aylarında yaprakları dökülmeyen, devamlı yeşil renkli olan, yaz aylarında ise yeşil renkte çiçekler açabilen, siyah veya kahverengi boynuz şekline benzeyen meyveleri olan bir ağaçtır.

Keçiboynuzu faydaları arasında kemik erimesine iyi gelmesi, balgam söktürücü olması, kansızlığa fayda sağlaması sayılabilir. Genellikle ağacın yaprakları sert yapılı ve koyu yeşil renkli olup genellikle sıcak ve ılıman iklimlerde yetişen bir bitkidir. Çeşitli şekerler içerip, A, E ve B vitaminlerini barındıran, karbonhidratlar, yağlar, selüloz, potasyum, kalsiyum, fosfor, tanenler ve azotlu bileşikler içeren bitki türüdür. Genellikle Harnup adıyla halk arasında bilinir, ballıbaba, carob, ballıboynuz, kaluş, meluk, adıyla da bilinmektedir (31).

3.5.9. Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*)

Afrika'nın kuzeyi, Batı Asya ve Avrupa'dan ortaya çıktığı varsayılan sarı kantaron, dünyada neredeyse her yerde yetişmektedir. Sağlık alanında en çok araştırılan ve tüketilen bitkiler arasında yer alan sarı kantaron, genellikle çiçek açan üst kısımlarının tıbbi özellikleri sebebiyle bilinir. Geleneksel tıbbi tedavide sarı kantaron çayı ve sarı kantaron yağı kullanılır.

Amerikan yerlileri eski zamanlarda bu bitkiyi yaraların iyileşmeside, yılan sokmasında, ishal ve bitler için kullanırlardı. Binbirdelik otu, yara otu, kılıç otu ya da kan otu olarak da bilinen sarı kantaron *Hypericaceae* ailesine ait bir bitkidir. Sarı renkli çiçeğe sahip olan bitkinin beş adet taç yaprağı bulunur. Çok dallı ve çalı formunda olan sarı kantaron bitkisi Ortaçağ'dan bu zamana kadar şifa verici özellikleri nedeniyle tüketilmektedir. Bitkinin çiçekleri sıkıldığında ya da sarı kantaron ve zeytinyağı birlikte kullanıldığında kırmızı renkli bir sıvı açığa çıkar. Bitkinin faydalarını sağlayan da çıkan kırmızı renkli akışkan sıvıdır (32,33).

3.5.10. Rezene (*Foeniculum vulgare* L.)

Uzun ömürlü bir bitki olana rezenenin boyu 1,5 metreyi bulabilir, esmer renkli ve hoş kokuludur; yemeklere tat verici olarak katılabilir. Pek çok vitamin ve mineral içeren bu şifalı bitkide başta sodyum, kalsiyum, potasyum, magnezyum ve fosfor gibi faydalı minerallerin dışında bolca A ve C vitamini bulunur. Şifa amacıyla rezenenin yaprakları ile çay yapılırken tohumları ve kökü gaz giderici olarak kullanılmaktadır. Bir Akdeniz bölgesi bitkisi

olan rezenenin çayı, yağı, rezene, ekstraktı, ekstresi, sabunu, merhemi ve şurubu üretilir. Ayrıca içeriğindeki flavonlar ve uçucu yağların zenginliğiyle çok çeşitli ilaçların yapımında da yaygın olarak kullanılır (34).

3.5.11. Aslan Pençesi (*Alchemilla*)

Gülgiller (*Rosaceae*) familyasına ait bir bitki türüdür ve Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarında, özellikle dağlık kesimlerde yaygın olarak yetişen bir bitkidir.

Yükseltisi fazla olan bölgelerde çok tüylü şekilleri de bulunmaktadır. Bitkinin şekli ot ile çalı boyutları arasında olmaktadır. Çiçek boyutları küçük ama gösterişsiz olup taç yapraksız olarak blunurlar. Genelde eşeysiz ürerler Avrupa türlerinde ise istisnasız eşeysizdirler. Yaklaşık bin türünden 300'ü kadar Avrupa'da yerli bitki olarak geçmektedir. Avrupa'da yıllardır şifa ilacı olarak kullanılmıştır. Türlerinden birkaçı verimli yem vermektedirler, bazıları ise süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir.

Aslanpençesi bitkisinin kadınsal hastalığına faydası olduğu ve özellikle menopoz dönemlerinde sıkça görülen terleme, stres, gerginlik ve ruhsal ve psikolojik sıkıntılar gibi rahatsızlıkları minimum düzeye indirdiğini belirtmektedir. Ayrıca aslanpençesinin etken maddesi, yağ asitleri, gliko protein, selüloz, tanen gibi bileşikler içeren sağlığa faydalı bir bitki olduğunu belirtmiştir. Aslanpençesinin bin civarı türü bulunmaktadır. Ilıman iklim bölgelerinde etkin yetiştiği ve neredeyse her ülkede yetiştirilmesi yapılmaktadır (35,36).

3.5.12. Isırgan Otu (*Urtica dioica*)

Deriye temas edildiği vakit rahatsız edecek derece bir kaşındırma özelliği bulursa da yüzyıllardan beridir şifa amacıyla kullanılan çiçek yapılı bir bitki türüdür. Yaprak ve gövdesinde bulunan içi boş tüp şeklindeki tüylere temas edildiği vakit tüylerin yapısına özgü olan asitli madde o dokuyu tahriş etmekte ve bölge bölge kızarıklığa, ilthaplanmaya, kaşıntıya ve uyuşmaya sebep olabilmektedir. Bu sebeple ülkemizde çokça varolan bu bitkinin hasadı yapılırken eldiven kullanmak kaşıntının önüne geçilecektir ancak bu bitkiyi kaynatıp güçlü yağları çıkarıldıktan sonra cilde olan zararını ortadan kaldıracaktır. Geçmiş Asya'nın soğuk iklim bölgelerine kadar uzanır ama günümüzde dünyanın her yerinde yetişebilir. Bu şifalı bitki ilk başta kalp ve damar hastalıkları için, antioksidan, böbrek taşları ve kemik sağlığı, anti mikrobiyal, anti ülser ve ağrı kesici özelliklere sahiptir ayrıca başta kalp ve damar tedavisinde, böbrekler için, üst solunum sisteminde ve kemik sağlığı için de faydalı bir bitki türüdür (37).

3.5.13. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

Akdeniz'e özgü olan hoş kokulu ince yapraklı bir bitki türüdür. Güzel kokusundan dolayı parfüm üretiminde kullanılır, sağlık açısından faydalı olduğu için de yemeklerde baharat olarak kullanılır. Ayrıca biberiye çay olarak da sağlık için oldukça faydalı bir bitkidir. Biberiye, fesleğen, kekik ve lavanta bitkileri gibi diğer birçok bitki ile beraber, nane ailesinin birer üyesidirler. Biberiye aynı zamanda zengin bir demir deposu, kalsiyum ve B6 vitamini kaynağı olarak da bilinmektedir.

Çay gibi sıvı halleri, taze ya da kurutulmuş yapraklarından elde edilirken, bitkinin özütü tamamen kurutulmuş biberiyelerden elde edilir.

Eski çağlardan beridir tıbbi tedavilerde kullanılan biberiye bitkisi birçok çeşitli etkileri vardır. Kas ağrısını azaltmada, hafızayı güçlendirmede, bağışıklık sistemini arttırmada, dolaşım sistemini destekleme ve saç büyümesini hızlandırma gibi biberiye bitkisinin faydalarından bir kaç sayılabilir (38).

3.5.14. Kuşburnu (*Rosa caninae*)

Kuşburnu bitkisi, eski çağlardan bu yana sağlık için kullanılan tıbbi bir bitkidir. Çoğunlukla C vitamini barındırdığından bağışıklık sistemini güçlendirir; bu nedenle genellikle kış aylarında soğuk algınlığı ve grip hastalığına karşı tüketilmektedir. Yakın tarihte özellikle de çayı ile tanınan kuşburnu bitkisi, yıllardır aktarların şifa maksadıyla yaygın olarak tüketilen bir bitkidir. Günümüzde halen C vitamini eksikliğinden kaynaklı hastalıklar başta olmak üzere, mide spazmları, mide asidi eksikliği, mide tahrişi, ülserlerin önlenmesi, mide ve bağırsak rahatsızlıkları tedavi için yaygın olarak kullanılan bir bitkidir. Kuşburnu çayı özellikle ishal sorunu, safra taşları, kabızlık, safra kesesi tedivisi için, alt üriner sistemi ve böbrek rahatsızlıklarının tedavisi, kilo dengeleme, göğüs rahatsızlıkları ve idrarın akmasını arttıran özellikler için kullanılabilir. Kuşburnu özünde, kardiyovasküler kalp hastalık risklerini düşürüp, kilo vermeye yardımcı olabilmektedir. 100 gr kuşburnu bitkisi içerisinde 1700-2000 mg arası C vitaminini içermektedir (39).

3.5.15. Hatmi (*Althaea officinalis*)

Hatmi çiçeği genellikle pembe ve mor renkli çiçekleri olan, tıbbi bitki denilince ilk olarak akla gelen, şifalı bitki isimleri arasında adı geçen bir bitkidir. Hatmi isminin yanı sıra gülhatmi, silindir çiçeği ve deve gülü isimleri olarak da bazı yörelerde bilinmektedir. İklim farklılıklarına yeterince dayanıklı ve sağlam olan bu bitkinin gövde kısmı ise dik ve tüylü bir yapıya sahiptir. Kökleri 50 cm'ye kadar yerin dibine uzanmaktadır. Dışarıda kalan boyu ise yaklaşık 160 cm'ye kadar boy vermektedir. İçerdiği maddeler bakımından bir şifa deposu olarak görülen hatmi çiçeğinin yapısında yağ, sakkaroz, tanen, aspargan, galaktoz ve nişasta gibi maddeler barındırır. Güzel görüntüsü sayesinde hemen fark edilen hatmi çiçeği, yaz aylarında özellikle temmuz ve ağustos aylarında çiçek açmaktadır. Yurdumuzda da geniş bir yetiştirme alanına sahip ve özellikle de Akdeniz yöresinde yetiştirildiği bilinmektedir. Sulu arazilerde daha verimli olarak yetişmektedir. Bitkinin tıbbi özelliğinden yararlanmak için kök, yaprak ve çiçeklerinden faydalanılır (40).

3.5.16. Sinameki (*Cassia anqustifolia*)

Baklagiller familyasına ait olan, *Cassia* çeşidi ve bu çeşidin meyvesine ait laksatif olarak özütlenen maddesinin tıp için çokça kullanıldığı bir bitki türü olarak bilinmektedir. *Cassia* türü, defnegiller familyasına ait tarçın bitkisiyle benzerlik gösterdiği için akraba sayılır. Sinameki bitkisinin on civarı türü olduğu bilinmektedir. Bu türlerden bazılarını şöyle sıralayabiliriz; Kenya yağmurlu sinameki bitkisi, pembe yağmurlu sinameki bitkisi, elma çiçeği sinamekisi ve sturt sinamekisi bulunmaktadır. Birçok toprak çeşidinde doğal olarak yetişebilmesi mümkündür.

Özelliklerinden en belirgin faydası müshil etkisi oluşturulması bu sebeple kabızlığı ortadan kaldırmasıdır. Ayrıca bağırsakların yumuşamasını da sağlar. İştah kesmesi özelliğiyle fazla kiloları vermede kullanılabilir.

Sinameki bitkisi kullanılarak hazırlanan losyonlar veya kremler hemoroid tedavisi için ve cilt hastalıklarından olan egzamanın tedavisi için de kullanılmaktadır. Kolonoskopi işlemi yapılmadan önce bağırsakların temizlenmesi zorunlu olduğundan, bu işlem öncesinde kullanılabilir. Bağırsakların sindirimini rahatlatma etkisi nedeniyle bağırsak ve mide hazımsızlıklarını iyileştirir ve ortadan kaldırır (41).

3.5.17. Ayva Yaprağı (*Cydonia oblonga*)

Ayva, gülgiller familyasına ait olup 4-5 m boy veren, kırmızı veya kahverengimsi gövdeli meyve ağacının adıdır. Derinleşmeyen, yüzeysel bir kök sistemi vardır. 10-1000 m arasında bulunan yükseltilerde ve hemen hemen her bölgelerde yetiştirilmesi mümkündür. Kumlu tınlı türden, sıcak ve suyu geçirgen toprakları sever. Soğuklara oldukça dayanıklı bir bitkidir. Yaklaşık olarak, 7 °C civarındaki sıcaklıklar ayva için uygundur. Üretimi üç şekilde yapılır; tohumla üreme, kök sürgünleri ve çelikleme yöntemi ile üremesi yapılmaktadır. Ayva bitkisinin yetiştirilmesi ilk başta Anadolu'da iken daha sonra Yunanistan ve İtalya'ya geçmiş olduğu, M.Ö 650 yılından sonra Yunanistan da yetiştirildiği ve buradan da Avrupa'nın diğer ülkelerine geçtiği tarihi bilgilerden ortaya çıkmaktadır. Ayva bitkisinin günümüzde Avustralya dışında, dünyanın tüm ülkelerinde yetişmektedir.

Dünyanın ayva üretimi sıralamasında, Türkiye yetiştirmede ilk sıradadır. Yıllık ayva üretimi yaklaşık 100 bin ton kadardır. İkinci sırada Çin ülkesi 85 bin ton, üçüncü sırada yer alan İran ise 36 bin ton, dördüncü sıradaki Fas ise 30 bin tondur. Ayva yaprakları genellikle boya sanayi ve kozmetik sanayisinde, tıp sektöründe de ilaç üretiminde de kullanılmaktadır. Ayva meyvesinden marmelat gıdası, reçel, jel ve meyve suyu da üretilmektedir. Yine meyvesinde pektin, tanenler, glikoz, organik asitler, A vitamini, C vitaminleri ve mineral tuzlardan bolca bulunmaktadır. Tohumlarında ise yaklaşık, %15-19 oranında yapıştırıcı maddeler, yüzde %18 civarında yağ, tanen, renkli maddeler içermekle beraber yüksek oranda protein de bulunmaktadır (42).

3.5.18. Kırkkilit Otu (*Equisetum arvense*)

Kırkkilit otu su kaynaklarına yakın yerlerde; bataklıklar, göller, nehirler, akiferlerde büyür. Prehistorik bir bitki olmasının yanında Asya, Avrupa, Kuzey Afrika ve Kuzey Amerika'nın birçok bölgesinde yaygın olarak bulunur. Kırkkilit otu sürekli büyüyen bir bitkidir. Kısacası, mevsimlerin ya da konumunun bir sonucu olarak bir büyüme döngüsünü takip etmez. Kökleri toprağın çok derinine iner ve bu bitki türüne özgü olan tüberkülleri filizlendirir.

Kırkkilit otunun özellikleri arasında, cildin yenilenmesine yardımcı olur. Güçlü bir doğal arındırıcıdır. Yüksek miktarda D ve E vitamini içerir. Protein ve amino asit içerir, yaşlanma karşıtı merhemlerin veya kremlerin hazırlanmasında kullanılır. Anti-septik ve anti-enflamatuvar ajan olarak bilinir. Sağlıklı kilo vermek için faydalıdır (43).

3.5.19. Ihlamur (*Tillia cordata*)

Ihlamur bitkisi, genellikle yaz aylarında ağustos temmuz gibi hasat edilen, beyaz ve sarı renklere sahip olup, Ihlamurgiller familyasına ait bir bitki türüdür. Ihlamur ağaçları genellikle yüksek boyutlarda olup, çok hoş

kokulara sahiptir. Ihlamur bitkisi kaynatılıp içilirken de hoş koku alınabilir. Ormanlık alanlarda doğal bir şekilde bulunabildikleri gibi süs amacı için de park ve bahçelerde kullanılabilir veya tüketmek için de yetiştirilebilir.

Söğüt ağacının yaprağı ya da iğde ağacının yapraklarıyla oldukça benzer görüntüleri bulunmaktadır. Yaprak kokularının dışında çiçekleri de hoş kokuyu vermektedir. Çiçekleri yuvarlak küre şekline ve tekli tohuma sahip bit bitkidir. Ihlamur ağacının filizinden itibaren devamlı büyümektedir ve devasa hale gelir. Bu ağaç en fazla bir sene yaşayabilir. Ihlamur bitkisinin içinde bulunan bileşikleri sıralarsak; manganez, tanen, saponin, glusid, C vitamini ve uçucu yağlar bulunmaktadır. Ihlamur bitkisinin sağlık için spazm çözücü etkisi, hazmettirici, balgam söktürücü, idrar söktürücü, rahatlatıcı gibi özelliklere sahip genel olarak çokça tüketilen kıymetli bir bitkidir (44).

3.6. Tıbbi Bitkilerin Resimleri



Ada Çayı (*Salvia fruticosa*)



Aslan Pençesi (*Alchemilla*)



Ayva Yaprığı (*Cydonia oblonga*)



Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)



Hatmi (*Althaea officinalis*)



Ihlamur (*Tilia cordata*)



Isırgan Otu (*Urtica dioica*)



Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*)



Keten Tohumu (*Semen lini*)



Kırkkilit otu (*Equisetum arvense*)



Kuşburnu (*Rosa Caninae*)



Meryemhort (*Teucrium polium* L.)



Meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*)



Nane (*Mentha piperita* L.)



Rezene (*Foeniculum vulgare* L.)



Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*)



Sinameki (*Cassia anqustifolia*)



Yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*)



Yeşil Çay (*Camellia sinensis*)

Şekil 1. Tıbbi bitkilerin resimleri

3.7. Metaller

İnsanlar hayatları boyunca, doğanın muazzamlığına ve doğada oluşan olaylara merak göstermişlerdir. Toprağın belirli durumlarında çimlenen tohumların kökünde, gövde ve yaprak gibi organların oluşturması sonucu, ilk çağ insanların merak ve ilgi duyduğu önemli meselelerinden birisi olmuştur. Bu nedenle insanoğlunun hayatını sürdürebilmesi için gıdaya, hammaddeye ve enerji ihtiyacı için devamlı bitkilerin yaşamalarına bağımlı hale gelmiştir. Bitkilerin büyümelerini ve gelişim evrelerini tamamlamak için ihtiyaç duydukları maddeleri rahatça toprağın içinden kökleri sayesinde alıp yaşamlarını sürdürmektedirler. Bu maddeler hem bitkilerde hem de toprakta aynı şekilde yer almaktadır. Tabi ki bitkilerde bulunan bu tür maddelerin bitkinin dışından alındığı fikri de oldukça yaygın bir kanıdır (45).

Bitkilerin hayatlarını sürdürmeleri sebebiyle mecburi olan elementler ‘Bitki besin elementleri’ adını almaktadır. Bitki organizmasının doku analizleri yapıldığında doğada varolan elementlerin hemen hemen hepsini bulmamız mümkündür. Bitkilerin besin iyon alımları her ne kadar özgül olsa da, yetiştikleri ortamdaki faydalı şekilde bulunan gıda elementleri miktarı arttıkça, bitki bünyesine aktif olmayan bir şekilde dahil olan ağır metaller, bitkilerin yapısına geçerek besin zincirine müdahil olmaktadır. Bunun neticesinde bitkilerin yapısına geçeceği gibi bitkilerle beslenen biz insanların ve hayvanların yapısına zehirli etkiler yapmaktadır. Bu nedenle bitkilerin yetişmesini sağladığı yerdeki var olan elementleri, kendi bünyesi için lazım olsun ya da olmasın az bir kısım da olsa bünyelerine almaktadırlar. Fakat bu elementlerden 16 tanesi (N, C, K, H, O, Ca, P, S, Mo, Zn, Cu, Mn, Mg, Cl, B ve Fe) bütün bitkilerin yaşamlarını sürdürmeleri için mutlaka alınması gereken besin gıdalarıdır. Öteki altı elementler de (V, Ni, Na, Al, Co ve Si) bazı endemik bitkilerde ve uygulamalarda zorunlu olduğu kabul edilen faydalı metallerdir (46).

Metaller doğada kendiliğinden oluşurlar ve bazıları küresel ekosistemlerin var olan parçalarıdır. Çinko (Zn) ve bakır (Cu) elementi gibi metaller canlıların yaşamlarını sürdürmeleri için gerekli metallerdir. Bitkilerde çinko, metabolizmal reaksiyonları düzenler ve enzim sisteminin çalışması için olması gereklidir. Fakat civa (Hg) ve kurşun (Pb) gibi metaller, hala nasıl bir biyokimyasal fonksiyonları yerine getirdiği tam anlamıyla anlaşılmamaktadır (47). Fazla yoğunluktaki durumları zehirli olmalarına rağmen, bakır (Cu) ve çinko (Zn), gibi

zehirli ama gerekli görülmeyen metallere olan civa (Hg) ve kurşun (Pb)'dan farklı olarak fotosentetik elektronların taşınmasında kilit rol oynayan moleküllerin bir parçası ve çoğu enzim aktivitesi için gerekli mikro besin elementleridir (48).

Havanın ağır metal sonucu kirliliği dünyanın üstünde birçok yerde biyosfer katmanını etkilemektedir (49,50). Toprakta bulunan metal yoğunlukları ya insan etkileri sonucu olarak ya da toprağın kendi yapısındaki jeolojik merkezine bağlı olarak 1 ile 100 000 ppm'ye kadar bulunan ve değişen miktarlardır (51). Cu, Cr, Cd, Zn ve Ni gibi toprakta bulunan bazı ağır metallerin yüksek derişimleri doğal suyun ve karasal ekosistemlerinin bozulmasına sebep olur (52).

Ağır metallerin bazılarının küçük doz miktarları bitkilerin yaşamları için önemli mikro-elementlerdir; ancak dozu yüksek olanlar birçok bitkilerin gelişmesini engeller ve metabolizmasını düzensiz hale getirebilir (53,54). Bilim insanları bazı bitki çeşitlerinin metal miktarı fazla olan topraklarda endemik olarak yetiştiğini, ağır metal ve diğer zararlı maddelerinin de bilinen dozunu azaltarak zararsız hale getirebileceğinin ortaya koymuşlardır (51,55,56).

Dünyada metal kirliliği birçok sebepten dolayı oluşmaktadır (57,58). Doğadan organizmaya alınan birçok metal, hava, su ve besinler bulunmaktadır (59). Organizmanın aldığı bu metaller, metabolizmanın üstündeki zararlı etkilerini farklı yollardan göstermektedir. Misal, bu organizmalar proteinlerle etkileşime girerek onların enzimatik fonksiyonlarını ve yapısal fonksiyonlarını farklı hale getirip inhibe edebilmektedir, bilinen en temel elementlerin yerine geçerek zararlı etki edebilirler ya da bazı toksik metal ve metaloitler, proteinlerle birleşmesi sonucu intraselüler maddelerin birikmesine sebep olmaktadır (60).

Ağır metaller çoğunlukla okyanusun yüzeyinde bulunan sularda mevcut olup bu sular buharlaşınca içinde bulunan metaller atmosfere karışmaktadır. Yerleşim yerlerine yakın yerlerde kirlilik, kanalizasyon çıkışlarıyla bir olur ancak endüstrinin bulunduğu yerlerde bu oran daha da artmaktadır (61).

Birçok açıdan zehirlenme etkisi mevcut ağır metaller bazı ortamlardan çevreye dağılmakta ve bu sebeple çevre sorunlarının en başında yer almaktadır (62).

Toprak, su, hava ve gıda maddelerinin saflığını yitirmesine sebep olan ağır metallerin kaynakları; volkanik patlama, deprem, sel taşkınları gibi doğal afetler (jeolojik kaynağından), endüstriyel atıklar, kentsel oluşumlar, tarımsal ve ulaşım gibi antropojenik (insan kaynaklı) sebepler olarak iki şekilde sıralanabilir (63).

Toprağın yüzeyinde bulunan yüksek yoğunluklardaki kanalizasyon suyu içeren çamurlu sulardaki toksik metaller, özellikle kurşun (Pb), çinko (Zn), nikel (Ni) ve bakır (Cu) gibi, gıda zinciri kapsamına taşınabilir, bu tür atıkların yüksek miktarda toksik metaller barındırması sebebiyle, canlıların sağlığı ve üretilen gıdalar üzerinde ciddi bir tehdit oluşturabilirler.

Suya ve gıda sektörünün zincirine giren ağır metaller insan sağlığına da zarar vermektedir. Ayrıca enerji üretmek için termik santrallerde tüketilen kömür yüksek sıcaklıklarda yakıldığı vakit, kömürde var olan bir çok ağır metaller (Mn, Fe, Cu, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni, Co) gibi ve bazen de polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAHs)

küle geçmektedir. Enerji santrallerinde enerji çıkarmak için kullanılan kömür miktarından artan kalan kül miktarı her ne kadar artarsa ardında bırakacağı ağır metal miktarı da o denli artmaktadır (64).

3.8. Ağır Metaller

Yoğunluğu 5 g/cm³'ten fazla, atom numarası da yirmiden büyük olan elementler periyodik cetvelde geçiş elementleri olarak bilinen geniş bir alana aittirler. Gerçekte ağır metal terimi, bilimsel alanda çevre kirliliği ile tanınmıştır. Kirlilik ve toksisite açısından ikinci bir ifade olarak kullanılmaktadır. Ortalama 70 kadar element olmakla birlikte çevreyle ilgili en önemli 20 element, dikkati üzerlerine çekmektedir. Bunlar; Co, Mn, Fe, Cu, V, Zn, Mo, Ni, Tl, Pb, Se, Be, Cd, Cr, Sb, Al, Hg, Ag, As, Sn metallere aittir. Bunların bazıları bitki ve hayvanların gelişimleri için mikrobeyin gıdası olup, zarar verecek sınırı aşmadığı sürece toksik etkisi oluşturmamaktadır (63).

3.8.1. Arsenik (As)

Kansere sebebiyet vermesiyle bilinen arsenik (As) metalinin kronik etkilerinin tartışması uzun zamandan beri yapılmaktadır. Bu kronik etkiler sonucu oluşan hastalıklar, kansersiz deri lezyonları, cilt kanseri ve çalışma sonucu oluşan hava yolu kanserleridir. Bu nedenle ABD'de 1977'de toplanan Heyet, 'Temiz Hava Hareketi'ni ve özellikle de havaya karışan arsenik miktarını değiştirerek, EPA (Çevre Koruma Ajansı) tarafından Arseniğin havadaki kirliliğe etki edip etmediği ediyorsa ne kadar etkili olduğu talebi edilmiştir. 1980'de EPA arsenik metalinin havayı kirletici etkisi olduğu ve bunun sonucunda da insan sağlığına olumsuz yönde zarar verdiğinin ilan etmiştir. Gerek çalışma ortamında gerekse çalışma ortamı dışında arseniğe maruz kalan bireyler hem akut sorunu yaşadıkları hem de kronik etkilere karşı zayıf kaldıkları geniş bir biçimde literatüre geçmiştir (65).

Arsenik metalinden dolayı zehirlenme belirtilerinden bazıları bulantı, kusma ve ishaldir. Bunun yanı sıra böbrek ve karaciğerde hasar, deri pigmentinde artış gözlemlenir, görmede bozukluk ve kaslarda kısmi felçler de oluşmaktadır. Arsenikle zehirlenme mide yoluyla gerçekleşir ölümle sonuçlanması kaçınılmazdır. EPA standart verilerine göre içme suyunda bulunması gereken maksimum izin verilebilir As değeri 0,01 ppm'dir.

Arseniğe maruz kalma, doğadan kaynaklanabileceği gibi insanlardan da kaynaklanmaktadır. Doğal olarak afetler, volkanik patlamalar ve yer altı sularıdır. Ayrıca arsenikle alakalı mesleki maruziyette bu sebepler arasında gösterilebilir. Toplum içerisinde bilinen doğal nedenlerin dışında ahşap koruma boyaları, pestisit ilaçlar, sigara kullanımı, organik olmayan yiyecekler ve yakıtların kullanılması sonucu oluşan baca dumanları ile maruziyet artmaktadır. Anorganik arsenik bileşiği organik arsenik metalinden daha zararlıdır. Arsenik bileşiğinin bireyler tarafından en temel tüketilme yolu mide ve bağırsak yolu ile gerçekleşir. Bu maruz kalma olayının yoğunluğu su ürünleri yoluyla bireylere geçtiği görülmüştür. Toksik arsenik vücuda alındıktan sonra karaciğer, akciğer, dalak, böbrek ve mide yoluna yerleşir. Her ne kadar bu bölgelerden temizlense de arseniğin keratine ilgisi özelliği nedeniyle saç, tırnak, deri gibi bölgelerde birikir. Bazı türleri ise fosfatlara benzemelerinden dolayı ATP gibi enerjisi yüksek fosfat bağları barındıran bileşiklerin yıkılmasına sebep olur. Arseniğin öldürücü dozu dışarıdan alınırsa 100 ile 200 mg arasındadır. Kronik zehirlenmeler 2 ve 8 hafta içerisinde semptomlarla başlar. Bilinen

tipik belirtileri deri-tırnak yapısındaki değişiklikleri, dermatitler, hiperkeratoz, hiperpigmentasyon, nöropatiler olarak özetlemek mümkündür (66-69). 1993 yılında Dünya Sağlık Örgütü (WHO) içme suyunda müsaade edilen maksimum arsenik derişimi 10 µg/L olarak belirlemiştir. Bu veri doğrultusunda çeşitli zorlukları ve yaşam koşulları sebebiyle gelişmekte olan ülkeler için belirlenen miktar ise 50 µg/L olarak belirlenmiştir. Arsenik metali, madenlerde bulunan sızıntı suları ile toprağa ve sulara karışabilmektedir (71).

3.8.2. Kurşun (Pb)

Kurşun metali en eski metallere birisidir. Doğada bol miktarda bulunup, eski tarihten bu yana kendine geniş kullanım alanı bulmuştur. Antik uygarlıklardan bu zamana kadar özellikle suyun taşınmasında yoğun bir şekilde dahil edilmiş ve buna bağlı olarak zararlı sonuçları o günlerden beri fark edilmeye başlanmıştır. Ekolojik sistemde metallerin geneli bileşikler halinde bulunur ve her konumda toksik özellik gösterirler. 1920'li yılların başlarında kurşun bileşikler (kurşuntetraetil $Pb(C_2H_5)_4$) benzine ilave edilmesiyle ekolojik sisteme dağılmasında önemli rol oynamıştır. Günümüzde kurşunsuz benzin yaygın olarak kullanma çabasıyla birlikte bu yolla yayılım halen devam etmektedir.

Kurşunun kullanım alanlarından birkaçını sıralarsak: Boyanın hammadde olarak kullanılması (kurşun oksit, kurşun karbonat), yemek saklama kaplarında, akü sanayisinde batarya yapımında, böcek ilaçlarında, su ve kanalizasyon borularında, kozmetik sanayide bulunan pigment ve diğer ana maddelerde, kuyumculuk işlemlerinde altının geri kazanımında ve sigara yapımında kullanılmaktadır. Kurşun metali birçok alanda kullanıldığı için insanların karşılaşma ihtimali yüksektir. Eskiden boya maddelerin yapımında kullanılmasıyla çocuklarda sıklıkla zehirlenmeler ortaya çıkmaktaydı. Bununla birlikte benzin yakıtında kullanılması nedeniyle de araçlardan çıkan egzoz dumanı sebebiyle çevrede kurşun metaliyle karşılaşması yüksek ihtimaldir. Bu zararların görülmesiyle günümüzde bulunan su borularının yapımında kullanılan kurşun metalinin eskiye nazaran kullanımı azalmıştır. Ancak kurşun ve akü fabrikalarında çalışanların kurşun riskinin devamı sürmektedir.

Kurşun zehirlenmelerinin önüne geçilmesinin en rahat yolu kurşunla teması yok etmektir. Etkilerinin azalması sonucu ile birlikte çevresel tehditler ile ilgili önlemler de günden güne daha etkili olarak kullanılmaktadır. Ancak metalurji veya akü sanayide yapılan çalışmalarda bu riskler hala devam etmektedir. Bu sebeple kurşun kontaminasyonu çok olduğu çalışma alanlarında; kılık kıyafet temizliğine, havalandırmaya, hava sirkülasyonun olması için gerekli mühendislik çalışmalarına gibi önlemlerin alınması ve çalışma ortamı havasındaki kurşun miktarının 10 m³ havada 1,5 mg'dan fazla olmaması insan sağlığına etkisinin en aza indirilmesini sağlamaktadır (68,70,72,73).

3.8.3. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum ağır metallere biri olup, günümüzde birçok kullanım alanı olmasına rağmen kirlenici etkisiyle kendinden bahsetmektedir. Doğada nadir element olup saf halde bulunmaz. Kirlenici olmasının en önemli nedeni biyolojik bozunma yarı ömrünün uzun olması ve toksik olmasıdır. Özellikle bitkilerin yaşamı için daha çok toksik

etkileri ile tanınan bir metaldir. Kadmiyumun üretilme nedeni çinkoya eşlik etmesi içindir. Çinko üretimine kadar havaya, suya veya toprağa karışmayan bu metal çinkodan sonra kirletici etkisini göstermeye başlamıştır.

Kadmiyumun günlük hayatta kullanım alanları endüstriyel olarak nikel-kadmiyum pillerde, korozyona karşı korumak için özellikle deniz şartlarında dayanıklı olması sebebiyle gemi sanayinde metallerin ve özellikle çeliklerin kaplanması için, boyar maddelerde, plastik sanayinde PVC stabilizatörü olarak kullanımı, alaşımlar ve elektrik-elektronik sanayinde oldukça kullanımı yaygındır. Kadmiyum empürüte özelliği ile fosfatlı gübrelerin üretiminde, deterjanlarda ve petrol ve türevlerinde yaygın olarak kullanılır. Bu nedenle çevre kirliliği ve insan sağlığı için tehlike arz etmektedir. Bitki yaşamını olumsuz etkileyen en önemli kadmiyum kaynakların başında; su borularının yapımında kullanılan kadmiyum, kömür yakılması sonucu açığa çıkan duman, tohum aşamasında ve endüstriyel üretim sırasında kullanılan çeşitli gübrelerden kaynaklı ve endüstriyel üretim aşamalarında oluşan baca gazları bunun sebepleri sayılabilir (62,75-77).

3.8.4. Civa (Hg)

Civa metali yeryüzünde karbonatlı halde, fosfatlı ve sülfid şeklinde çözünürlüğü az olan formlar oluşturmak şartıyla toprakta hareketsiz (immobilize) hale geçmektedir. Bitkiler bu sebeple toprakta hareketsiz halde olarak bulunan civa metalini alamıyorlar. Fakat bu bileşiklerin daha sonradan tekrar metalik civa dönüşme imkânı vardır. Bu nedenle civanın buharlaşması ve çevresel sistemlere hareket etmesi mümkün olur.

Civanın kullanım alanı bazı plastik maddelerin yapımında katalizör görevi olarak ve çeşitli ölçüm aletleri ve kontrol cihazlarında geniş bir alanda kullanılmaktadır. Buharlaşmış bütün civa metallerin bileşikleri zehirli haldedir. Civa metalinin tarımdaki kullanım alanları: esasen fungusitlerin tedavisinde kullanılan ilaçlar olmakla birlikte endüstriyel kullanımın %5'ini oluşturmaktadır. Doğaya dağılan civanın en önemli oluşum kaynakları tarım ilaçlamalarında tüketilen fungusit ilaçlar ile metalik civanın buharlaşması sonucu oluşan atmosferik kirlenmedir. Ayrıca bazı minerallerin yapısında bulunan Hg metalinin ayrışmasıyla birlikte, kömür madeninin ve yağların yanması sonucunda da Hg açığa çıkması mümkündür. Civanın türleri arasındaki farklar zehir etkisini de farklı kılmaktadır. Bunların en tehlikeli olanları alkil yapıya sahip Fenil civa gibi bileşiklerdir. Hayati tehlikesinin yanı sıra yağlardaki çözünürlüğün fazla olması özelliği de bulunmaktadır. Civa metali insan yaşamı ve hayvan dokusuna kolaylıkla nüfuz edip mekanizmayı çöktirmektedir.

Buharlaşıp havaya karışan civa buharı insan solunumu ve deri yoluyla vücuda bulaşması, sindirim yoluyla insan sistemine karışmasından daha fazladır. Dokulara kolaylıkla bulaşan inorganik civa metalinin beyin mekanizmasına ulaşması daha zordur. Bileşikleri halinde bulunmayan elemental civa metali canlı yapısında bulunan çözünebilir organik tuzlar, proteinler, tuzlar ve alkalilerle birleşmesiyle hücrenin protoplazmasına zehir olarak zarar vermektedir.

Humuslu topraklarda, asit karakterli topraklarda organik yapılu bileşiklerle çok sıkı affiniteye sahip olduğundan asitli yağışlarda veya tuzlu çözeltilerle de yıkanıp topraktan götürülmesi zordur. Bunun sonucunda bilinen el değmemiş ormanların topraklarında bile 0,2 ppm oranında civa tespit edilmesi bunu kanıtlar.

Buharlaşarak atmosfere karışan cıva metali; havayı topraktaki oranına göre daha çok fazla kirletir. A.B.D. lkesinde yapılan yaklaşık 900 toprak rneği numunesinde cıva düzeyi 0,01-4,6 ppm olarak tespit edilmiştir. İnsanlar ve hayvanlar için yüksek zehir özelliğine sahip olmasına karşın bitkilerdeki zehirleyici etkisi daha azdır.

Genellikle cıva metali endüstriyel kaynaklar ve bitki tohumlarının toprağa verilmesi ile toprağa karışırlar. Cıva metali hem insan vücuduna hemde mikrofloraya kuvvetli bir zehir tesiri vardır. Örneğin denizlerdeki bazı balık türlerindeki cıva düzeyleri alabalıkta 100 mg/L ile sazanda 0,80 mg/L arasında bir miktarda bulunmaktadır. Cıva organizmaya alındıktan sonra hemen atılamadığı organizmada bir kısmı birikmektedir. Turna balıklarında bulunan cıva oranı bulundukları suyun cıva oranına nazaran 3000 kat daha fazla Hg içerdiği tespit edilmiştir.

Birçok plastiklerin üretiminde katalizör görevi olarak kullanılan cıva metali, klor bileşiinde ve kostik sodanın elektrolizinde yüzücü görevinde ve çeşitli ölçü ve kontrol cihazlarında geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Ağaçları ve odunları mantarlı hastalıklardan korumak için kullanılan cıvalı fungusitlerin kağıt ve kartonlara da az miktarda geçtiği grlmştir (46).

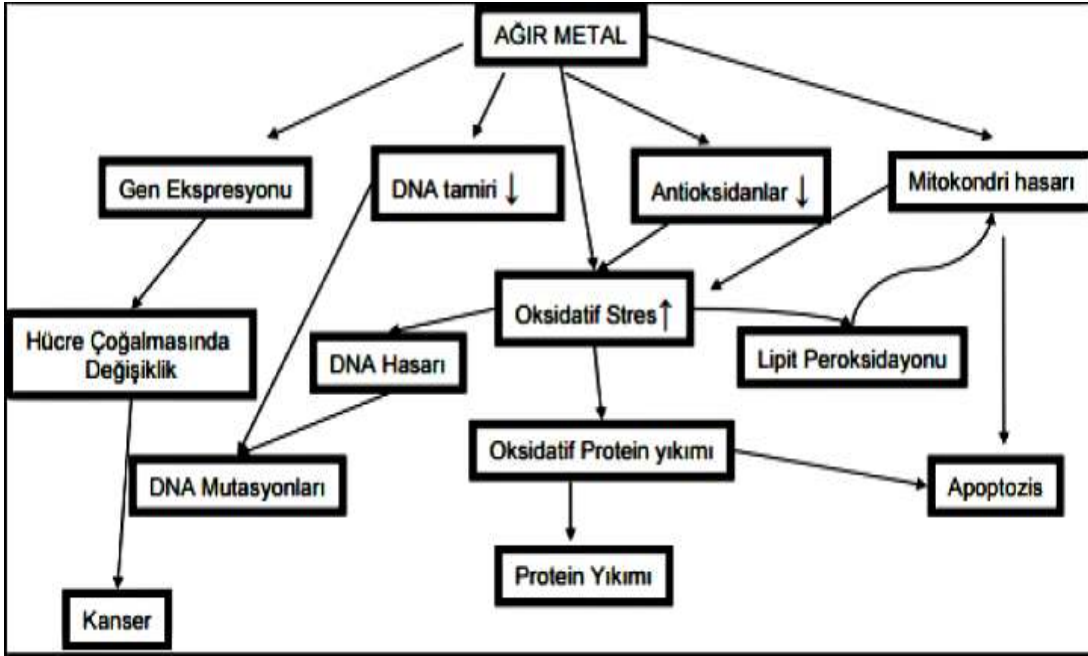
Akut ya da kronik zehirlenmelere sebep olan cıva zehirlenmeleri elemental, organik ya da inorganik formunda bulunan halde etki etmektedir. Akut etkileşimde hemen kendisini belli etmekte ve kısa süre zarfında halsizlik, güçsüzlük, korkma, ağızda metal tadı, ishal, kusma, bulantı, solunum güçlüğü ve kalpte göğüs sıkışması gibi rahatsızlıklar görülebilmesi muhtemeldir. Akciğer zehirlenmesi sonucu intersitisyel zature etkisi ve buna bağlı olarak kalıcı yönde etkili hasar oluşabilir. Kronik etkilenimde akut gibi hemen değil yavaş yavaş izleyen bir sonuç görülür. Sinirsel sonuçların yanında troitte radyoaktif iyot tutulumu, guatr, taşıkardi, düzensiz nabız atışı, dermografi ve idrar içerisinde fazla miktarda cıva bulunmaktadır. Bunların yanı sıra psikolojik halislasyonlar, unutkanlık, sabırsızlık, tükürük salgılaması artışı ve diş eti kanaması (gingivit) görülmektedir. Özellikle metilciva formuyla zehirlenen kişilerde ağırlıklı olarak nörolojik etkiler görülmektedir. Bunun dışında hamile annelerde bebekler de etkilendiğinden teratojenik etkilerinden bahsedilebilir. İlk tedavi, maruziyeti engellemek, cıva solunumdan uzaklaştırılması ve vücuttan uzaklaştırması gerekmektedir (67, 68, 78, 80).

3.9. Ağır Metallerin İnsan Sağlığı zerine Etkileri

Ağır metaller çok düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki gösterebilme yeteneğine sahip metallerdir. Bu metaller canlı organizmaya ağız yoluyla, deri ve solunum yoluyla da alınır ve bu metallerden çoğu herhangi özel bir destek olmadan vücuda bağlı boşaltım yolları ile dışarıya atılmaları mümkün değildir. Bu yüzden ağır metallerin büyük bir kısmı organizmada birikerek belli dozlarda sağlık için ciddi hastalıklara hatta ölümlere neden olurlar. Bu hastalıklara örnek olarak tiroid, nörolojik sorunlar, otizm ve kısırlık gösterilebilir. Ağır metallerin birçok örneğinin karsinojenik etki potansiyeli vardır. Kanserojen etkili birçok bileşiğin de DNA'da hasar meydana getirdiği bilinmektedir. Bu hasar oksidatif DNA hasarı şeklinde kendini göstermektedir. Tahrip olan DNA hücresi bölünme geçirdiği vakit mutant hücreler meydana getirmektedir. Bazı bileşikler DNA molekülünün alt basamaklarına bağlanarak zgn bileşikler (adduct) meydana getirebilmektedirler. Meydana gelen bu bileşikler DNA'nın kendini onarım mekanizmaları sayesinde bu metalleri ortamdaki uzaklaştıma gücüne

sahiptir. Ancak bu tür bileşikler bazen kalıcı hale gelip hücrenin bölünmesi sırasında hatalı translasyona uğrayarak mutant hücreler meydana getirebilirler (79).

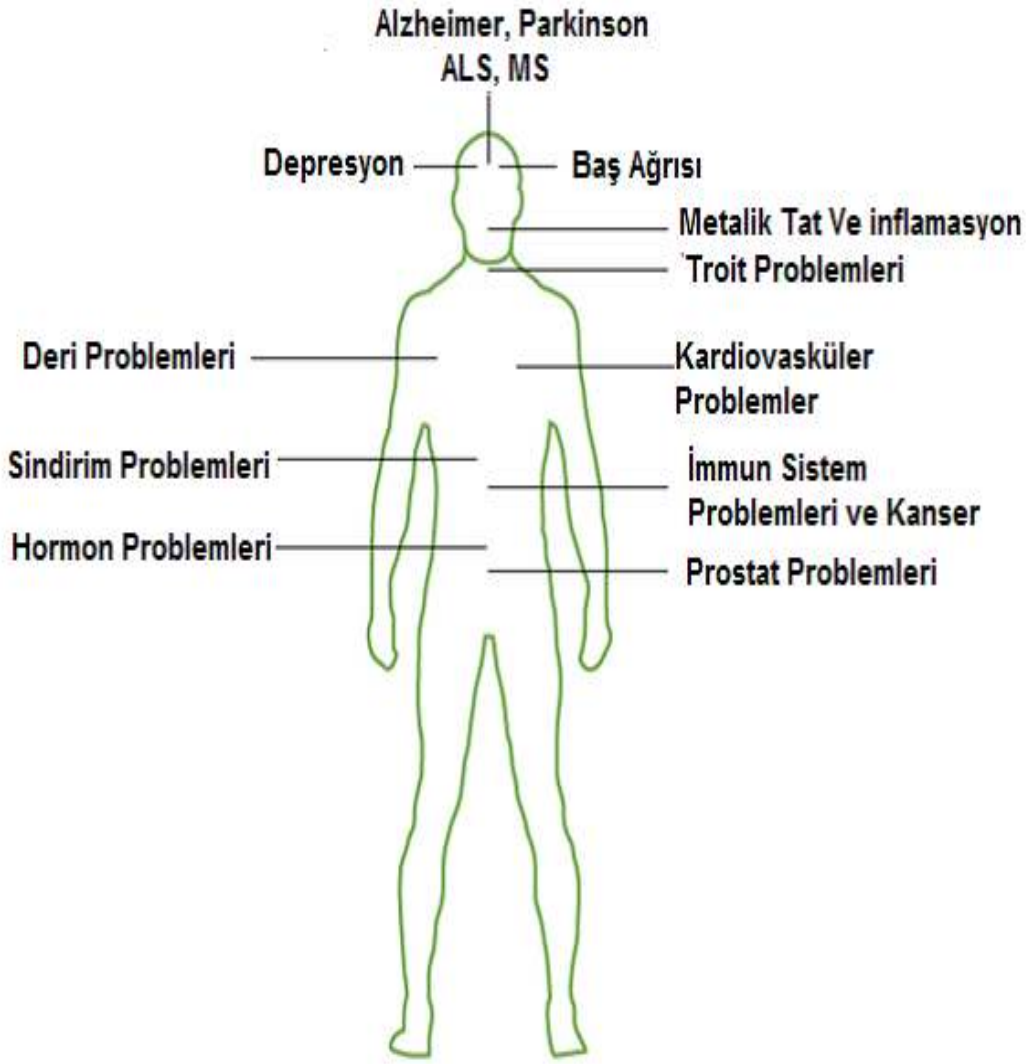
İnsan sağlığını önemli ölçüde etkileyen ağır metallerin hücre içi etkileri Şekil 2’de gösterilmiştir (79).



Şekil 2. Ağır metallerin hücre içindeki etkileri (79).

Ağır metallerin canlı orgnaizmanın içinde meydana getirdikleri toksik etkilerin genel sebebi, hücre içindeki metabolik süreçte oluşturduğu bozukluklardır. Oluşan bu tür bozukluklar oksidatif stresin meydana getirdiği protein yıkımı, mitokondride meydana gelen hasar, DNA hasarı ve apoptozisin indüklenmesi, otoimmün hastalıklar (crohn hastalığı, ülseratif kolit, romatizma gibi), organik rahatsızlıklar (böbrek rahatsızlığı, alerji, astım, egzema vb.) ve migren, depresyon, parkinson, alzheimer gibi nörolojik bulgular sayılabilir.

Ağır metallerin meydana getirdiği bu sağlık sorunlarının birçoğu ileri düzeyde tanı ve tedavi olması gerektiren kronik hastalıklar veya kanserlerdir. Birçoğunda da tedavi imkânı kısıtlı olup ölümlerle sonuçlanabilmektedir. Yukarıda sayılan ağır metallere bağlı insan vücudundaki semptomlar Şekil 3’te şematik olarak gösterilmiştir (79).



Şekil 3. Ağır metallere bağlı semptomlar (79).

3.10. İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometrisi (ICP-MS)

3.10.1. Tarihçe

Bilim insanı Houk ve arkadaşları tarafından 1980 yılında ICP-MS cihazı daha da geliştirilmiş ve 1980'li yıllerin ilk dönemlerinde ticari cihazlar piyasaya ilk defa sürülmüştür. ICP-MS cihazı mevcut olan iki sistem temel alınarak oluşmuştur. Bunlar ICP-OES ve GC-MS cihazlarıdır. Piyasaya sürülen öncü aletlerde çeşitli sorunlar çıkmasına karşın, yöntemin hassaslığı, seri olması ve minimum sınırları okuyabilmesi nedeniyle çabuk gelişen bir cihaz olarak piyasada yer edinmiştir. ICP-MS cihazı sonraki senelerde manyetik sektör ya da uçuş süreli MS olarak tercih edilmesine karşın, hiçbir quadrupole tipi kütle analizörleri kadar geniş kullanım alanına hâkim olamamıştır. Piyasaya çıkan ilk ticari kütle spektrometre cihazları yeterince pahalı, hacimce büyük ve sınırlı kullanım alanına sahip olmasına rağmen, mevcut zamanda çok daha ufak cihazlar ve teknoloji ile donatılmış kapsamlı çalışmaya imkan sağlamaktadır (80).

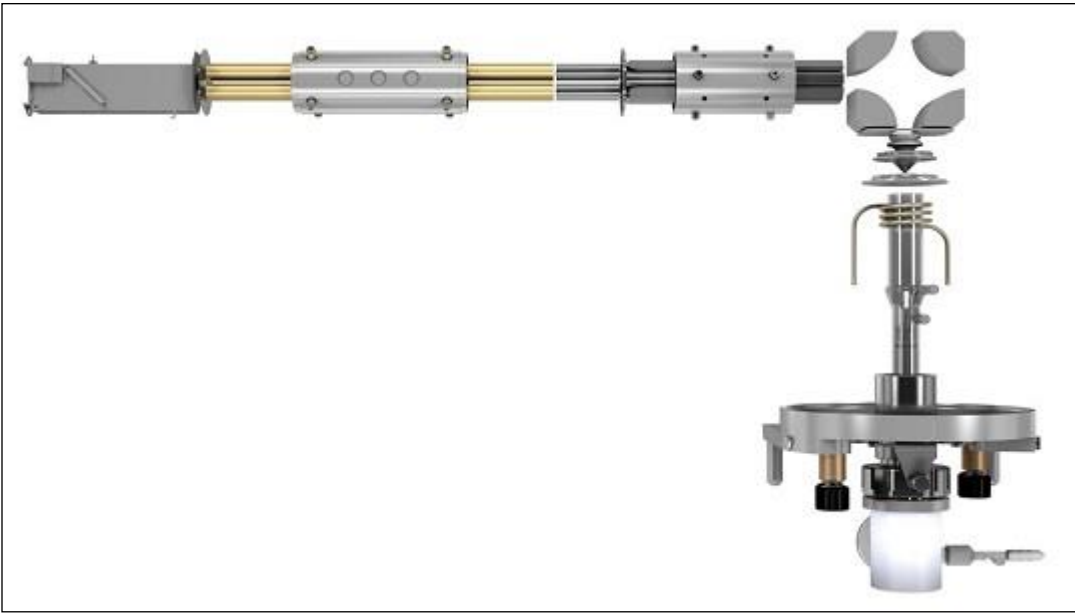
3.10.2. ICP-MS Cihazının Çalışma Yöntemi

Kütle spektrometre aleti genellikle iyonlaştırıcı kaynağa sahip, kütle spektrosu ve dedektör kısmından meydana gelmektedir. Bu cihaz diğer birkaç ICP-MS cihazında olduğu gibi iki farklı bölümden değil sadece bir bölümden oluşur. Yalnız ICP-MS aleti diğer uygulamalarla uyumlu bir şekilde kullanılabilir. Örnek verirken GC, HPLC ya da kapiler elektroforez bu sistemlerde kullanılabilir. Günümüzde MS-ICP-HPLC cihazlarının bağlantısı özellikle minimum sınırlarda çeşitlendirme analizlerinde çoğunlukla tercih edilir.

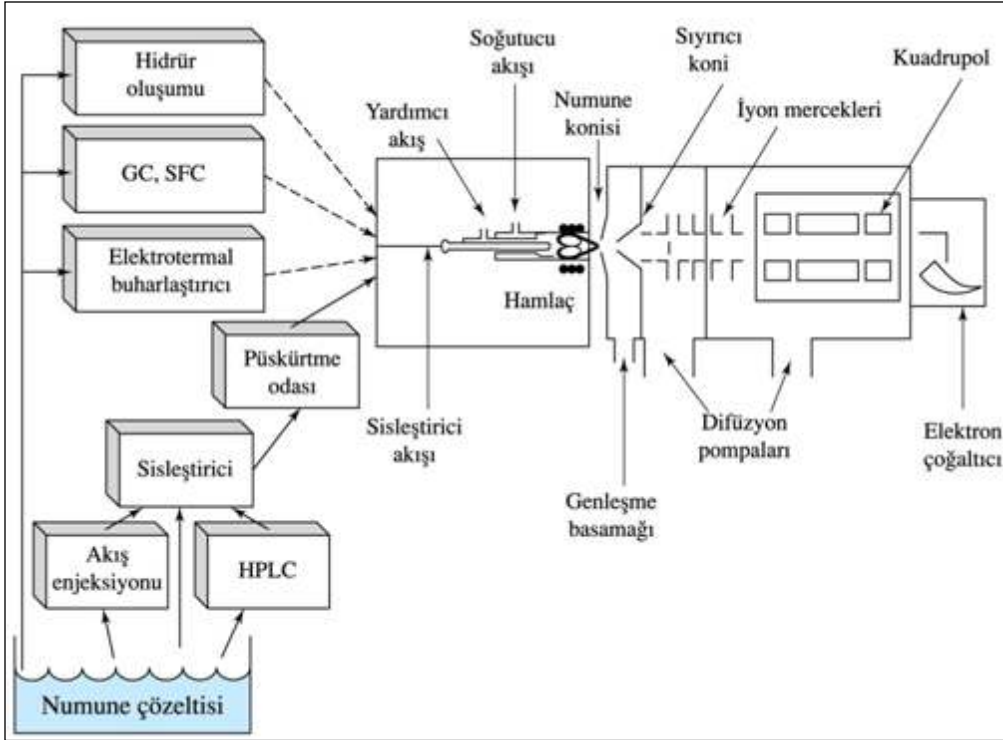
Bu cihazda yapılan ölçümlerin mantığı m/z (kütle/yük) değerine dayanmaktadır. Sistemde genellikle ölçümü yapılan pozitif yüklü tek iyonlar oluşmaktadır. Çift yüklü iyonların meydana gelmesi ise çok zor olduğundan ve girişim sayısını fazlaştırdığından bu yöntem ile çalışılması çok da doğru değildir. Bu iyonların oluşumunu engellemek için bazı tedbirler alınması mümkündür. Mesela plazma ortamını meydana getirmek için verilen radyo frekansı (RF) güç miktarının azaltılması çift yüklü iyonların oluşmasına izin vermez (81).

Cihaza sıvı şeklinde aktarılan bir örnek enjektör yardımı ile iyonlaştırma ortamına gönderilir. Bu ortamındaki sıcaklık miktarı tahminen 8 000-10 000 Kelvin civarındadır. Bu yüksek sıcaklık sayesinde örnek atomlarına ayrılmaya başlar. Son yörüngeden elektronu koparılan atom tek yüklü pozitif hale dönüşür. Bu sırada ortamda safsızlığı arttıran iyonlar farklı bölümler sayesinde ayrılarak uzaklaştırılır. Meydana gelen pozitif yüklerle yüklenmiş bu iyonlar bir kütle filtresi vasıtasıyla farklı kütle/yük miktarına göre birbirinde ayrıştırılıp dedektör bölümüne gönderilir. Dedektöre gelen bu iyonlar sayılarak bir uygulama yardımıyla monitörde birim zamanda geçen sinyal türünden sonuç almamızı sağlamaktadır (80).

3.10.3. ICP-MS Genel Parçaları



Şekil 4. ICP-MS cihazının genel parçaları.



Şekil 5. Bir ICP-MS sisteminin şematik gösterimi.

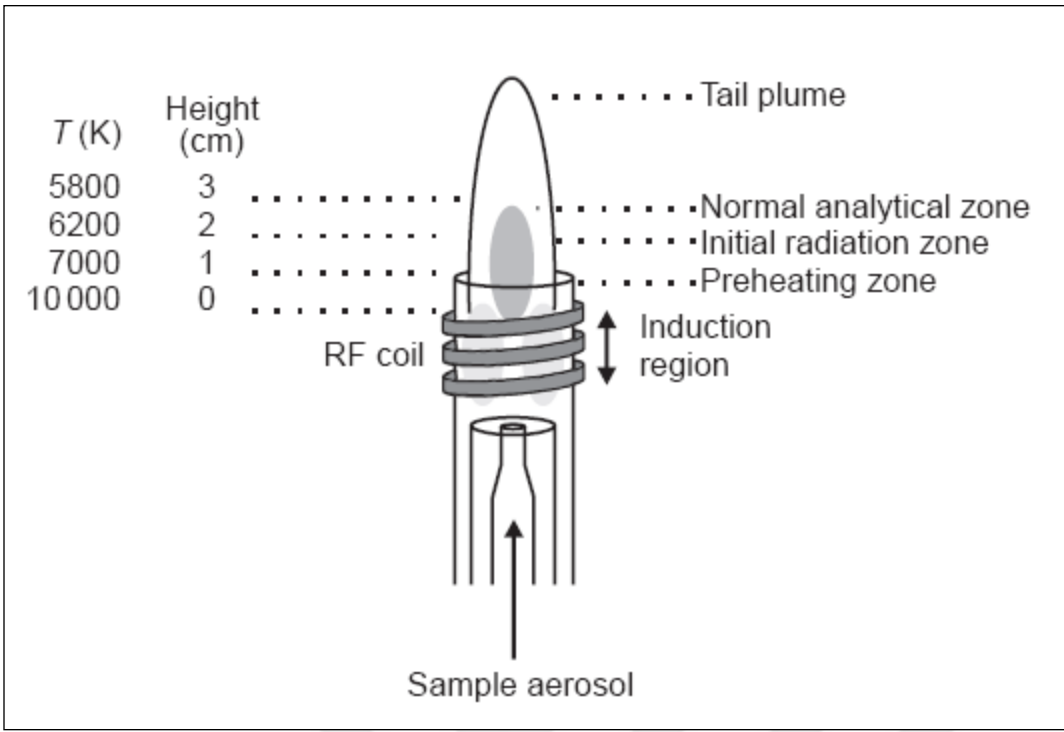
3.10.4. Örneğin Cihaza Girişi

ICP-MS sisteminde örnekler cihaza çoğunlukla sıvı şeklinde verilmektedir. Katı olan örneklerle ise doğrudan çalışılmaktadır. Fakat bunu yapmak için ikinci bir parçaya gereksinim duyulmaktadır. Katı örneklerde tercih edilen mekanizma Lazerle aşındırma sistemidir. Fakat bunlar çok maliyetli sistemlerdir. Analizi yapılmak istenilen maddeden benzer sonuçlar elde etmek için numunenin saf bir yapıya sahip olması gerekir. Bunun yanında nicel analizlerde her bir matris için uyumlu standart madde olması ve bu standart maddelerin maliyetliliğinden dolayı bu yöntem tercih edilmemektedir.

ICP-MS cihazında analizi yapılması istenen katı maddelere bütünüyle çözünürleştirme işlemi yapılmış olması gerekir. Örneklerin çözünürleştirilmesinde her bir matris için birbirinden farklı asitlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Tercih edilen bu asitlerde girişim tehlikesini mümkün mertebe hesaba katılması gerekmektedir. Bu çözünürleştirme işlemi sonucunda örnekte herhangi bir parçacık veya birikintilerin ortaya çıkması sistemdeki bazı parçaların kapanmasına sebep olabilir. Bulanıklık veya birikintilerin meydana gelmesi örneğin tamamen çözünmediği anlamını taşımaktadır. Bu sebeple sonuçların hatalı okunması ortaya çıkar. Örneğin temiz ve net olduğu hallerde küçük parçacıkları ve oluşabilecek tıkanmaların önüne geçmek için örnekler süzülerek ve daha sonra filtrelenerek cihaza verilmelidir. Sıvı haldeki örnekler ileri hareketli pompa yardımı ile cihaza aktarılır.

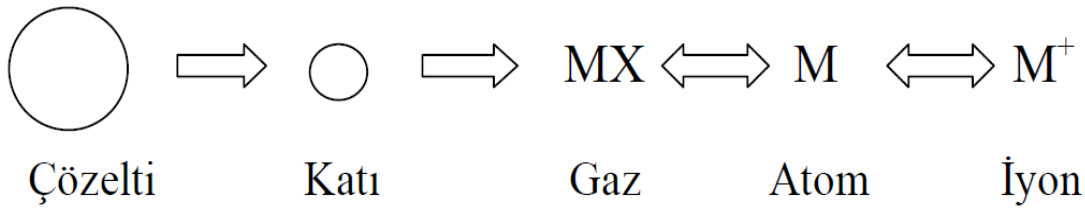
3.10.5. Plazma (Atomlaştırıcı)

Sıvı şeklinde cihaza verilen örneklerin atomlaştırıldıktan sonra pozitif (+) yüklü hale geçmesini sağlayan bölümdür. Yüksek derece saflıkta bulunan argon gazı, iç içe geçmiş olan kuartz yapılu tüplerin çevresini sararak geçirilmiştir. Bu parça ‘torch’ olarak isimlendirilmektedir. Torch parçasının üst tarafında helezonik bir şekilde yerleşmiş bakır maddeli helezonik bir yapı bulunmaktadır. Bu bakır yapılu sarmal doğrudan radyo frekanslı (RF) güç kaynağına bağlı bulunmaktadır. Radyo frekansı (RF) enerji bobini tarafından 1000 ile 1500 watt civarı enerji uygulanmaktadır. Bunun sayesinde torch parçasının üst tarafında manyetik ve elektriksel ortam oluşturulur. Bu oluşum sırasında torch cihazının etrafında dolanan argon yanıcı gazına bir kıvılcım yakılır. Bu kıvılcım sonucunda argon gazından elektron uzaklaştırılır. Kopan bu elektronların hızı manyetik ortam sayesinde artırılır. Hızlanan bu elektronlara bakır yapılu sarmal yapı sayesinde bir güç iletimi olur. Bu olaya indüktif eşlenmiş plazma denir. Meydana gelen enerjisi yüksek bu elektronlar argon atomlarına çarparak daha fazla elektron meydana gelmesine sebep olurlar. Çarpışmalı olan argon iyonizasyonu zincir reaksiyonu oluşturarak devam edecektir. Bunun sonucunda plazma şekli oluşur. Bu oluşan olaya ICP boşalımı denilmektedir (80). Şekil 6’te oluşan plazmada farklı alanlar gösterilmiştir.



Şekil 6. Oluşan plazmadaki bölgeler

Şekil 7’de ise bir numunenin plazma içerisindeki dönüşümlerini göstermektedir.



Şekil 7. Örnek çözeltisinin plazmadaki davranışı.

3.10.6. İyon Değiştirici

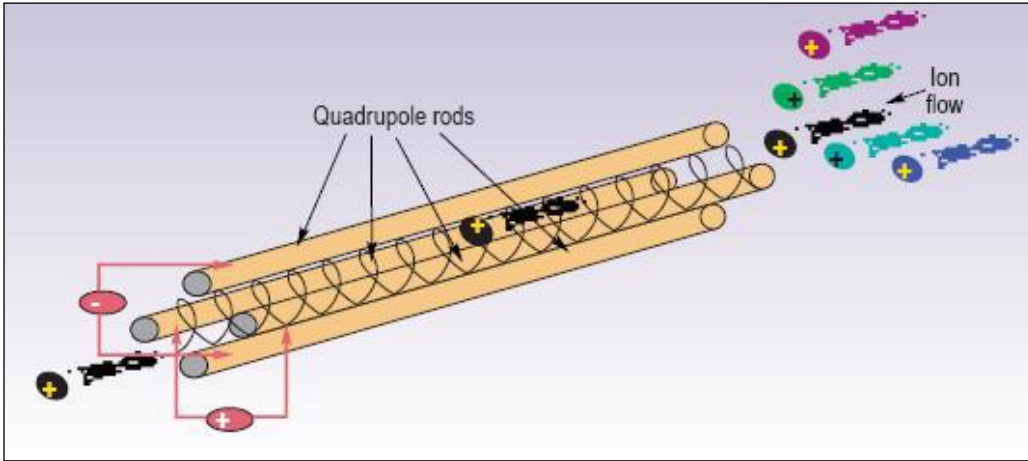
Kütle spektrometresinde sistem içine geçmesi istenilen pozitif iyonların geçmesi sağlanır. Analizi yapılacak iyonlar 90° çevrilerek sisteme girişi sağlanırken istenmeyen diğer iyonlar dışarı atılır. Ayrıştırılacak izotoplar farklı ağırlıklarına göre verilen elektiksel güç sonucu sisteme dahil edilirler. Bunu sağlayan cihaza iyon değiştirici denilmektedir.

Kütlesi küçük elementler için daha düşük elektiksel güç verilirken kütlesi daha büyük elementler için daha fazla enerji verilmesi gerekmektedir. Örneğin; ^9Be elementi için sisteme verilmesi gereken enerji miktarıyla ^{238}U için verilmesi gereken enerji miktarları çok farklıdır. Bu yüzden cihazın kütlesi farklı elementler için gerekli

enerjiyi verip sistem içine girişinin yapılması için sabit zamanlarla optimizasyon oluşturulması gerekmektedir (82).

3.10.7. Kütle Filtresi

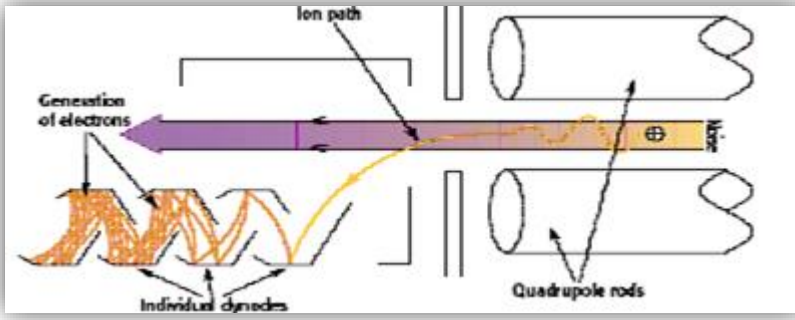
Kütle filtresi silindire benzeyen 4 adet çubuktan oluşmaktadır. Bu filtre şekil 8’de görülmektedir. Bu çubukların boşluğuna verilen doğru akım (DC) ve radyo frekansı (RF) enerjisi sebebiyle kütle filtresinde iyonlar ilerler ve hareketleri kontrol altına alınır. Kütle filtresi görülmesi istenilen bir zamanda sadece gerekli olan izotop elementi içeri göndermek için çalışır. Bu sayede yabancı iyonlar değil istenilen izotoplar sadece geçirilir. Bu filitreler seramik çubuklardan oluşup altınla kaplanmıştır. Altına sarılı olmasının sebebi ısı iletkenliğidir. Sistem içindeki bütün parçaların sıcaklığının sabit olması analizin doğruluğu için önemli bir unsurdur (80).



Şekil 8. Kütle filtresi.

3.10.8. Dedektör Bileşeni

ICP-MS sisteminde bulunan ETP (Electron Transfer Photomultiplier) tipi dedektördür. Buraya gelen iyonlar dedektördeki aktif yüzeylere (dinodlara) çarparak etkileşir. Buradan koparılan partiküllerle sinyaller artarak devam ederler. Ölçülebilecek seviyede bir şekilde sinyaller görülür ve bir saniyede geçen iyon sayısı türünden ölçümler hesaplanır. Dedektörde iki çeşit mod bulunur. Düşük miktardaki derişimi hesaplayan ‘Pulse modu’ ve yüksek derişimleri hesaplayan ‘Analog modu’ bulunur. Oluşan sinyalin şiddetine göre aynı anda iki farklı modda da okuma yapabilmektedir. İki modu da aynı anda kullandığı zaman dual mod devrededir anlamına gelmektedir. Belirli zamanlarla hem analog hem de pulse modu beraber çalışması için kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir (83).



Şekil 9. ICP-MS cihazında bulunan ETP dedektörü.

3.10.9. Veri İşleme ve Sistem Kontrolörü

Önceki işlemler tamamlandıktan sonra cihazın kontrolünün, ölçüm ve değerlendirme gibi uygulamalarının her basamağını kontrol eden kısımdır. ICP-MS cihazı verileri dört seçenektan biri şeklinde sunar bunlar: yarı niceliksel analiz, niceliksel analiz, izotop oranı analizi ve izotop dilüsyonu analizidir.

3.11. Literatür Taraması Özetleri

Türkmen ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada; Giresun bölgesinde doğal olarak yetişen yenilebilir dört bitki türünde metal birikimlerini incelemişler. Seçtikleri istasyonlardan (İstasyon A; 40° 52' K, 38° 22' D, İstasyon B; 40° 54' K, 38° 25' D) Mart 2012 ve Eylül 2012 tarihleri arasında toplam olarak dört türe ait 96 adet bitki örneği toplamışlar. Metal analizlerini ICP-MS cihazı ile yapmışlar. İnceledikleri türlerde metal birikimleri; kobalt: 0,10-1,60, krom: 0,17-2,95, bakır: 2,56-85,6, demir: 43,7-461, mangan: 9,26-106, nikel: 4,71-6,21, kurşun: 1,97-6,41 ve çinko: 10,1-110 mg/kg kuru ağırlık olarak analiz etmişler. Her iki istasyonda da analiz edilen tüm bitki türlerinde demir en yüksek birikimleri göstermiş olup, demirden sonra ikinci sırada çinko geldiğini bulmuşlar. Diğer yandan, krom ve mangandan elde edilen sonuçları diğer metallerle kıyasladıklarında en düşük birikim gösterdiğini bulmuşlar. İncelenen türlerdeki metal birikimleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmişler (84).

Yıldırım O. yaptığı çalışmada; İstanbul'da Eminönü, Fatih ve Kadıköy olmak üzere üç ayrı bölge aktarlarında satılan ve bitkilerin tohumlarını almış ve mineral element ve ağır metal miktarları ICP-MS cihazı kullanılarak analiz etmiştir. Çalışmada; acı bakla, acı badem, anason, Antep fıstığı, ardıç, arpa, at kestanesi, ayçiçeği, badem, bakla, bamya, beyaz biber, bezelye, buğday, ceviz, çam fıstığı, çavdar, çemen, çörek otu, defne, dereotu, deve diken, fasulye, fesleğen, fındık, haşhaş, hardal (siyah, hint, beyaz), havuç, hayıt, Hindistan cevizi, ısırgan, kabak çekirdeği, kahve, kaju, kakule, karabiber, kenevir, kereviz, kestane, keten, kırmızı karabiber, kimyon, kişniş, kuşburnu, marul, maydanoz, mercimek, mısır, muskat, nar, nohut, pirinç, rezene, roka, semizotu, sorgum, soya, susam, süpürge tohumu, üzerlik otu, üzüm çekirdeği, yeşil karabiber, yer fıstığı, yulaf, zeytin bitkilerine ait tohumları analiz etmiştir. Çalışma kapsamında, tohum örneklerinde bakır, demir, bor, çinko, kadmiyum, mangan, kalsiyum, kurşun, magnezyum, nikel, potasyum ve sodyum miktarları belirlemiştir (85).

Kılıç S. yaptığı çalışmada; Burdur ilinde yetiştirilen tıbbi aromatik bitkilerin (ada çayı, çörek otu, kekik, keten tohumu ve susam) ve bunlardan elde edilen yağlarının insan sağlığı açısından mineral element (Se, Cr, Zn, Mn, Cu ve Fe) miktarlarını ICP-MS cihazı ile tayin etmiştir. Bulunan sonuçlara göre tıbbi bitkilerin mineral element miktarı, elde edilen yağlarına göre daha zengin olduğunu tespit etmiştir (86).

Şimşek A. yaptığı araştırmasında; Ordu ve çevresindeki doğal vejetasyonda yetişen ve yöre halkı tarafından tüketilen 4 tür yabancı bitki (ısırgan otu (*Urtica dioica*), kaldırık (*Trachystemon orientalis*), melocan (*Similax excelsa*) ve sakarca (*Ornithogalum umbellatum*)) Mart-Mayıs 2008’de örnekleme kurallarına göre (tesadüfî örnekleme) toplamıştır. Bu çalışmada yabancı bitkilerdeki makro, mikro ve toksik elementlerinin miktarları daha hassas sonuç verdiği bilinen ICP-MS ile tespit etmiş ve ayrıca mineraller açısından zengin bitki tür/türleri saptamıştır. Alınan sonuçlara göre yabancı bitkilerde rutubet %79,44-93,23, toplam kuru madde %6,77-20,56 ve kül %0,79-2,26 arasında değiştiğini belirtmiştir. Bitki taze ağırlığında mg/kg (ppm) olmak üzere makro elementlerden K 213,34-7741,89, Ca 14,96-1074,52, Mg 66,79-953,73, Na 11,61-65,71 arasında değişim gösterirken, mikro elementlerden Cr, Fe, Zn, Ni, Cu, Mn, B, Ba, Co, Al, V, Se Mo, Be ve Ag ise sırasıyla 0,634-160,53, 3,80-8,39, 1,052-9,98, 0,975-18,21, 1,902-130,33, 0,542-6,11, 0,112-10,79, 0,035- 9,77, 0,297-2,61, 0,046-0,93, 0,010-0,502, 0,017-1,798, 0,000-0,009, 0,000-0,076 ve 0,011-0,161 arasında değiştiğini bulmuştur. Ayrıca toksik elementlerden (ağır metaller) As, Cd, Hg, Tl ve Pb ise taze bitkide mg/kg olmak üzere sırasıyla 0,014-0,586, 0,002-0,771, 0,084- 0,605, 0,087-0,635 ve 0,225-2,673 arasında saptamıştır. Bitkilerin tümünde antimon (Sb) miktarının tespit edilebilir düzeyde olmadığını belirtmiştir. Kırk örneğin analiz sonuçlarına göre yabancı bitkilerin Na ve Hg içeriklerinin bitki türüne göre değişkenlik göstermezken buna karşın rutubet, TKM, kül, Tl, K, Ca, Cd, Mg, Be, Fe, Zn, Co, Cu, Mn, Cr, Ba, Ni, Al, V, Se, B, Mo, As, Ag, ve Pb içeriklerinin ise bitki türüne göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir (87).

Anna Ł. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; nane yaprağında (*Mentha piperita folium*), ısırgan otunda (*Urticae folium*), ve bu bitkilerin infüzyonlarında makro ve mikro elementleri analiz etmişler (Zn, As, Ba, Ti, Cd, Co, Se, Cr, Cu, Fe, Sn, I, Li, Mg, Pb, Mn, Ni, V, Sr ve Ca). Analizler, indüktif olarak eşleşmiş plazmalı kütle spektrometrisi (ICP-MS) ve atomik absorpsiyon cihazı (AAS) kullanılarak yapmışlar. Bu çalışmada, analizi yapılan mikro elementlerden en yüksek konsantrasyona demirin sahip olduğu, nane ve ısırgan otunun yapraklarında ise sırasıyla 244 mg/kg ve 107 mg/kg demir olduğunu bulmuşlar. En düşük konsantrasyona ise kobaltın sahip olduğunu, nane ve ısırgan otunun yaprakları için sırayla 0,10 mg/kg ve 0,08 mg/kg kobalt bulmuşlardır. Ayrıca su ile en kolay ayrılan elementler stronsiyum, selenyum ve iyot iken; en zor ayrılanların ise baryum ve demir olduğu tespit etmişlerdir (88).

Tokaloğlu Ş. yaptığı çalışmada; Kayseri’de yaygın olarak tüketilen otuz tıbbi bitki örneğindeki Sr, Cr, Mn, Rb, Fe, Co, Zn, Ni, Cu, ve Pb elementlerinin konsantrasyonları, indüktif eşleşmiş plazmalı kütle spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak belirlemiştir. Numuneler, bir mikrodalga sisteminde konsantre nitrik asit ve hidrojen

peroksit ile çözünürleştirmiştir. Tıbbi bitkilerde ortalama metal seviyelerinin azalan sıralaması şöyledir: Fe> Sr> Mn> Zn> Rb> Cu> Ni> Cr> Co> Pb olarak belirlemiştir. Analitik sonuçları değerlendirmek için veri matrisine korelasyon analizi, temel bileşen analizi ve küme analizi uygulamıştır. Verilerdeki toplam varyansın% 80,6'sını dört temel bileşenin oluşturduğunu bulmuştur. Dört ana bileşenin, verilerdeki toplam varyansın %80,6'sını oluşturduğu bulmuştur. Yöntemin doğruluğunu ispatlamak için, GBW07605 Çay Sertifikalı Referans Malzemesi analiz etmiştir (89).

Tokaloğlu Ş. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; Kayseri'den toplanan 11 farklı markadan 19 farklı baharatta (toplam 69 örnek) Cr, Mn, Fe, Co, Ni, As, Cd, Pb ve Zn konsantrasyonları, indüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi (ICP-MS) ile mikrodalgayla parçalanmalarından sonra belirlenmiştir. Temel bileşen analizi (PCA), küme analizi (CA), korelasyon analizi ve tek yönlü ANOVA gibi çok değişkenli ve tek değişkenli istatistiksel teknikler elde edilen verilen yorumlanması için kullanmıştır. Toplam varyansın % 79,6'sını üç ana bileşen açıklamıştır (Cr, Fe ve Pb için PC1; Mn, As ve Cd için PC2; ve Ni ve Co için PC3). Kullanılan baharatları PCA ve CA tarafından türlerine ve markalarına göre sınıflandırmıştır. Sertifikalı referans materyali (GBW07605 Tea Leaves) yöntemin doğruluğunu onaylamak için analiz etmiştir (90).

Filipiak-Szok A. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; Geleneksel Çin Tıbbında (*Garcinia cambogia*, *Angelica sinensis*, *Embllica officinalis*, *Scutellaria baicalensis*, *Ocimum sanctum*, *Salvia miltiorrhiza* ve *Schisandra sinensis*), Avrupa'da kullanılan otlarda (*Echinacea purpurea*, *Cichorium intybus* ve *Vitis vini*) ve bu ürünlerden elde edilen bazı gıda takviyelerinde kullanılan bitkilerden seçilen numunelerin içerdikleri makro-elementlerin (K, Na, Ca ve Mg) ve mikro-elementlerin (Zn, Cu, Cr, Se, Mn, Mo ve Fe) konsantrasyonlarını belirlemek için dalga boylu ayrımlı X-ışını floresan spektrometresi (WD-XRF), taramalı elektron mikroskobu – enerji ayrımlı x-ışını spektrometresi (SEM-EDX), iyon kromatografisi (IC) ve indüktif olarak eşlenmiş plazma - kütle spektrometrisi (ICP-MS) cihazları ile analiz etmişler. Buna ek olarak, ağır metal toksisitesinin ilgili yönlerini tartışmışlardır (91).

Chen C. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; Qaidam havzasından (Çin) toplanan *Lycium barbarum* L. yapraklarındaki 14 elementin konsantrasyonları, mikrodalga ile parçalanmasından sonra indüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi ile belirlenmişler. Bu çalışmada *L. barbarum* yapraklarında bulunan 14 elementin belirlemek ve elementler arasındaki ilişkiyi incelemek için korelasyon analizi, temel bileşen analizi ve küme analizi kullanmak için yapılan deneylerin doğruluğu ve hassasiyeti, GBW07605 Tea Leaves sertifikalı referans materyali ile doğrulamışlar. Elde edilen sonuçlar, uygulanan yöntemin *L. barbarum* yapraklarındaki eser elementlerin konsantrasyonlarının belirlenmesi için güvenilir, tekrarlanabilir ve uygun olduğunu göstermişler. Korelasyon analizi, alüminyum-bakır, arsenik-çinko, mangan-selenyum ve krom demirin medyum korelasyon katsayılarına sahip olduğunu göstermişler. *L. barbarum* yaprakları için yapılan temel bileşen analizi, toplam varyansın yaklaşık % 85'ini açıklayan yedi bileşeni çıkarmışlar. Küme analizi sonucuna göre: (1) arsenik ve

titanyum; (2) kalsiyum, magnezyum, manganez, selenyum ve çinko; (3) kobalt, demir ve molibden; (4) alüminyum, bakır ve krom şeklinde dört kümeyi göstermişlerdir (92).

Xiangsheng Z. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; iki tıbbi ve yenilebilir bitki türünde, *Alpinia oxyphylla* ve *Morinda officinalis*, bulunan yirmi elementin miktarı (V, K, Ca, Pb, Fe, Al, Hg, Ba, Mn, Se, Mo, As, Ni, Cr, Cu, Cd, Zn, TL, Na ve Mg) mikrodalga sisteminde HNO₃-H₂O₂ (6:1, hac/hac) parçalayıcı solüsyon ile parçalandıktan sonra indüktif olarak eşlenmiş plazma - kütle spektrometresi (ICP-MS) kullanarak belirlemişler. Kullanılan yöntemin doğruluğunu değerlendirmek için sertifikalı standart referans malzemesi Poplar leaves kullanmışlar. En yüksek Mg, K, Ca, Al, Fe ve Na konsantrasyonları kurutulmuş *Alpinia oxyphylla* ve *Morinda officinalis* örneklerinde bulmuşlar. *Alpinia oxyphylla*'da bulunan Pb, Cd, As, Hg ve Cu ağır metallerinin miktarları belirlenen limitleri aştığını belirlemişler. *Morinda officinalis* numunelerinin iki grubunda bulunan Cd ve örneklerin % 76,67'inde bulunan Pb konsantrasyonu Çin Farmakopesi tarafından belirlenen limitleri aştığını belirlemişler. *Alpinia oxyphylla*'nın farklı kısımlarında (yapraklar, gövdeler, kökler ve meyveler) bulunan seçili elementlerin miktarı önemli ölçüde değiştiği gözlemişler. En yüksek Mg, Ca, Mn ve Se konsantrasyonları *Alpinia oxyphylla*'nın yapraklarında bulunurken; Cd, Cr, Cu, As, Pb'ünü da içeren 9 elementin en yüksek konsantrasyonu köklerde bulunduğunu tespit etmişler. Her iki bitki türünden seçilen elementlerin kaynatma noktalarına aktarılma oranları azaltmışlar. Özellikle ağır metaller için *Morinda officinalis*'teki As (% 79,73) hariç, transfer oranları % 30'un altında çıktığını belirlemişler. Sonuçlar, numunelerin kaynaşmasının ağır metal alımını azaltabileceğini belirlemişler (93).

Queralt I. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; beş tıbbi bitkinin (*Taraxacum officinale* Weber, *Plantago lanceolata* L., *Eucalyptus globulus* Labill, *Matricaria chamomilla* L. ve *Mentha piperita* L.) makro ve mikro element içerikleri ve bunların infüzyonlarında, X-ışını floresans teknikleri (WDXRF ve EDXRF, toplu ham bitkiler) ve indüktif olarak eşleşmiş plazma teknikleri (ICP-MS ve ICP-AES, infüzyonlar) ile belirlemişler. Bu çalışmada kullanılan analitik yöntemler, bitkilerde ve infüzyonlarında bulunan 17 elementin (Pb, Mg, Rb, Si, Fe, S, K, Mn, Ti, Ca, Cu, P, Zn, As, Al, Sr ve Na) belirlenmesini sağlamışlar. XRF tekniklerinin kullanımı, toplu ham bitki örneklerinin hızlı kalite kontrolü için iyi birçok elementli yaklaşım sağlarken, ICP teknikleri ile analizi yapılan bu çalışmada, tıbbi bitkilerin besleyici rolünü ve günlük diyet ile alımını belirlemek için infüzyonların analitik kontrolü çok uygun olduğunu belirlemişlerdir (94).

Basgel S. ve Erdemoğlu S.B.'nin yaptığı çalışmada; Türkiye'de tıbbi amaçlar için kullanılan bitkiler (papatya (*Matricaria chamomilla* L.), rezene (*Foeniculum vulgare*), ıhlamur (*Tilia vulgaris*), ısırgan otu (*Urtica dioica*), kuşburnu (*Rosa caninae*), ada çayı (*Salvia officinalis*) ve sinameki çayı (*Cassia anqustifolia*)) ve bunların infüzyonlarında bulunan on dört mineral ve eser element (Zn, Sr, Al, Mn, Ca, Ba, Cr, Cu, Mg, Cd, Co, Fe, Ni, ve Pb) belirlemişler. Tıbbi bitkilerin çözünmesi için mikrodalga parçalama prosedürü optimize edilmiş koşullar altında uygulamışlar. Tıbbi bitkilerdeki ve bunların infüzyonlarındaki element konsantrasyonları FAAS ve ICP-

AES cihazları ile belirlemişler. Kullanılan yöntemin doğruluğu ve hassasiyeti GBW 07605 Poplar leaf ve Tea sertifikalı referans materyali ile yapıldı. Kullanılan tıbbi bitkilerin ve bunların infüzyonlarının mineral ve eser element içeriği geniş bir değişkenlik olduğunu belirlemişler. Bununla birlikte, infüzyonlardaki elementlerin dağılımı yüksek olmadığı ve özellikle Cd, Co, Cr ve Pb için sıfır olduğu görmüşlerdir (95).

Varhan Oral E. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; Türkiye'nin beş bölgesinden toplanan 12 sarımsak (*Allium*) türünün toprak üstü kısımları ve kökleri indüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak eser elementler (Zn, As, Se, Co, Pb, Cu, Ni, Cr, Cd, Tl, Ag ve Zn) için çalışılmışlar. Gerçekleştirilen analizin doğruluğunu ve kesinliğini belirlemek için bir sertifikalı referans materyali olan domates yaprağı kullanmışlar. Her bir *Allium* türü Se (315-2740 µg/kg), Tl (2,75-71 µg/kg), V (77-6790 µg/kg) ve Zn (3,73-26,6 mg/kg) içerdiği ve bu sonuçlar minerallerin günlük alım miktarını karşılamakta yeterli olduğu görmüşler. Buna ek olarak, *Allium* türlerinde 12 eser elementinin ilişkisini belirlemek için korelasyon analizi, temel bileşen analizi ve hiyerarşik küme analizi gibi kemometrik analizler yapılmışlar. Kemometrik yöntemler kullanılarak, toprak üstü kısımlar ve kökleri arasında; ve *Allium* türlerinin coğrafi toplama bölgeleri arasındaki elementlerin dağılımını incelemişler. Bu çalışma, *Allium* türlerinin yüksek miktardaki tüketimi nedeniyle tüketiciler için önemli olduğu görmüşler. Bu rapor, *Allium* türlerinin metal içeriğinin ilk defa ayrıntılı olarak incelendiği ilk çalışma olduğu görmüşlerdir (96).

4. GEREÇ ve YÖNTEM

4.1. Kullanılan Cihazlar

Tıbbi bitki örneklerindeki ve infüzyonlarındaki As, Cd, Pb, ve Hg metallerin konsantrasyon tayini için Agilent 7700X model ICP-MS cihazı, ön işlemler sırasında ise Uni Bloc ATV224 hassas terazi, Elektro-mag M6040p model etüv ve Memmer SV1422 model su banyosu cihazı kullanıldı. ICP-MS cihazı için çalışma şartları Tablo 1'de gösterilmiştir. Örneklerin ICP-MS tekniği ile analizlerinden önce çözünürleştirme işlemi PTFE tüplere sahip (vessels) Milestone Start D marka mikrodalga fırında yapıldı.

Tablo 1. Numunelerin analizi için optimum ICP-MS'in çalışma koşulları.

Instrument parameter	Condition
RF power	1550 W
RF frequency	27,12 MHz
RF Matching	1,80 V
Carrier gas (inner)	1,1 L/ min
Makeup Gas	0,9 L/min
Plasma gas	Ar X50S 5,0
Plasma gas flow (Ar)	15 L/min
Nebulizer pump	0,1 rps
Sample intake	0,5 mL/min
Spray Chamber Temperature	2 °C
Resolutionm/z	244 amu
Back ground	<5 cps (9 amu)
Short-term stability	<3% RSD
Long-term stability	<4% RSD/2 h
Isotopes measured	⁷⁵ As, ¹¹¹ Cd, ²⁰¹ Hg, ²⁰⁸ Pb.

4.2. Çalışmalarda Kullanılan Çözücüler

Bütün deneylerde 18,2 MΩ deiyonize saf su ve çözünürleştirme işlemlerinde analitik saflıkta nitrik asit (Merck, Almanya) ve hidrojen peroksit (Merck, Almanya) kullanıldı.

4.3. Standartların Hazırlanması

Analizde kullanılacak As, Cd, Pb ve Hg metalleri için 1000 µg/L konsantrasyonunda stok standart çözeltiler hazırlandı ve bu stok çözeltiler 0-100 µg/L derişim aralığında seyreltilip kalibrasyon grafikleri çizildi.

Yöntemin doğruluğu ve kesinliği sertifikalı standart referans madde olan (SRM) 1515 Elma Yaprağı (National Institute of Standards and Technology, NIST, Gaithersburg, MD, USA) kullanılarak değerlendirildi.

4.4. Bitki Örneklerinin Hazırlanması

Aktardan satın alınan kırkkilit otu, hatmi, ayva yaprağı, ada çayı, biberiye, ısırgan otu, meryemhort, aslanpençesi, ıhlamur, sinameki, rezene, nane, keten tohumu, sarı kantaron, keçiboynuzu, yeşil çay, meyan kökü, yaban mersini bitkileri önce musluk suyla daha sonra deiyonize saf suyla yıkanıp kuruması için 104 °C sabit sıcaklıkta ısıtılan etüve konuldu. 24 saat bekletilen iyice kurumuş bitkiler soğuduktan sonra porselen havanda öğütölüp toz haline getirildi. Toz haline getirilen bitkilerden yaklaşık 0,25 g tartılıp üzerine 4 mL HNO₃ ve 2 mL H₂O₂ ilave edilerek mikrodalga fırında çözünürleştirildi. Çözünmüş örnekler PTFE tüplerden alınarak saf suyla 10 mL'ye tamamlandı.

İnfüzyon yönteminde ise;

Daha önceden öğütülen bitkilerden yaklaşık 0,50 g tartılıp 250 mL’lik beherlere konuldu ve üzerlerine kaynayan saf sudan 25 mL su dökülüp beherlerin ağızları saat camıyla kapatıldı ve 95 °C ısıtılan su banyosunda yarım saat beklettikten sonra çıkartılıp soğumaya bırakıldı. Soğuyan sıvılar süzgeç kâğıdıyla süzülerek 25 mL’ye tamamlandı. Sıvının içinde bulunan partikül ihtimaline karşı bütün sıvılara filterelendirme işlemi yapıldı (95).

5. BULGULAR

5.1. Bitki örneklerinin analizi

Örneklerin hazırlanması bölümünde bahsedilen şekilde hazırlanan bitkilerin As, Cd, Hg ve Pb miktarları Agilent marka ICP-MS cihazı ile üç paralel çalışma yapılarak belirlendi. Sonuçlar Tablo 2’de ve Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 2. Çözünürleştirme sonrası bitkilerdeki metal konsantrasyonları.

Örnek Adı (BİTKİ)	⁷⁵ As (µg/kg)	¹¹¹ Cd (µg/kg)	²⁰¹ Hg (µg/kg)	²⁰⁸ Pb (µg/kg)
Kırkkilit Otu (<i>Equisetum arvense</i>)	99,48±2,01	47,98±1,49	77,26±1,59	1201,95±25,05
Hatmi (<i>Althaea officinalis</i>)	133,39±2,72	86,78±2,65	30,71±0,93	336,06±6,75
Ayva Yaprağı (<i>Cydonia oblonga</i>)	533,46±10,71	92,48±2,79	57,98±1,69	368,93±7,38
Ada Çayı (<i>Salvia fruticosa</i> L.)	186,46±3,85	14,89±0,49	16,31±0,51	383,05±7,85
Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	157,82±3,26	27,49±0,89	41,66±1,34	1556,94±33,13
Isırgan Otu (<i>Urtica dioica</i>)	235,58±4,85	40,39±1,35	19,86±0,62	609,11±12,23
Meryemhort (<i>Teucrium polium</i> L.)	184,88±3,70	42,019±1,36	18,52±0,56	715,85±14,36
Aslan Pençesi (<i>Alchemilla</i>)	31,50±0,96	15,53±0,36	17,68±0,64	797,76±15,95
Ihlamur (<i>Tillia cordata</i>)	29,85±0,59	36,31±1,10	17,08±0,41	183,72±5,53
Sinameki (<i>Cassia anqustifolia</i>)	161,01±4,84	34,10±0,69	30,23±0,65	563,10±11,36
Kuşburnu (<i>Rosa Caninae</i>)	19,92±0,61	8,50±0,21	6,30±0,19	67,30±1,39
Rezene (<i>Foeniculum vulgare</i> L.)	47,66±0,95	26,79±0,64	10,02±0,23	114,90±2,33
Nane (<i>Mentha piperita</i> L.)	66,15±1,29	20,00±0,41	20,04±0,46	197,29±3,99
Keten Tohumu (<i>Semen Lini</i>)	73,25±0,48	64,80±1,89	5,15±0,13	83,34±1,71
Örnek Adı (İNFÜZYON)	⁷⁵ As (µg/kg)	¹¹¹ Cd (µg/kg)	²⁰¹ Hg (µg/kg)	²⁰⁸ Pb (µg/kg)
Sarı Kanarbon (<i>Hypericum perforatum</i>)	48,30±0,91	3,80±0,13	0,004±0,00	27,71±0,22
Kırkkilit Otu (<i>Equisetum arvense</i>)	53,32±1,12	3,80±0,13	0,004±0,00	66,41±1,32
Kacibonmaz (<i>Ceratania siliqua</i>)	50,87±1,25	12,62±0,94	7,85±0,19	147,48±4,84
Ayvalı Yaprağı (<i>Cydonia oblonga</i>)	298,38±5,87	137,45±2,133	7,64±0,31	866,40±27,45
Ada Çayı (<i>Salvia fruticosa</i> L.)	72,85±2,325	44,49±0,85	0,90±0,02	408,39±20,92
Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	80,64±2,44	12,59±0,39	6,69±0,17	321,14±6,42
Yaban Mersini (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	35,60±0,65	7,35±0,14	9,39±0,33	191,67±3,96
Isırgan Otu (<i>Urtica dioica</i>)	104,95±3,14	5,09±0,10	2,85±0,09	166,79±3,31
Meryemhort (<i>Teucrium polium</i> L.)	5,26±0,17	12,94±0,29	0,55±0,01	167,08±5,13
Aslan Pençesi (<i>Alchemilla</i>)	21,97±0,69	5,48±0,18	0,50±0,01	834,60±25,46
Ihlamur (<i>Tillia cordata</i>)	13,89±0,30	8,69±0,27	1,90±0,03	132,74±2,69
Sinameki (<i>Cassia anqustifolia</i>)	68,32±2,05	15,89±0,32	6,15±0,20	136,50±2,62
Kuşburnu (<i>Rosa Caninae</i>)	5,70±0,18	5,65±0,17	2,20±0,04	159,27±4,80

Tablo 3. İnfüzyon sonrası bitkilerdeki metal konsantrasyonları

Rezene (<i>Foeniculum vulgare</i> L.)	42,47±0,85	25,68±0,78	3,70±0,07	278,53±8,45
Nane (<i>Mentha piperita</i> L.)	28,54±0,60	22,80±0,70	1,05±0,03	777,09±15,55
Keten Tohumu (<i>Semen Lini</i>)	20,39±0,41	6,80±0,21	4,20±0,13	122,02±3,67
Sarı Kantaron (<i>Hypericum perforatum</i>)	19,28±0,60	179,47±3,78	0,10±0,01	536,61±11,83
Keçiboynuzu (<i>Ceratonia siliqua</i>)	3,85±0,08	6,44±0,19	0,45±0,01	145,98±2,95
Yeşil Çay (<i>Camellia sinensis</i>)	21,22±0,65	10,59±0,22	1,95±0,05	80,25±1,65
Meyan Kökü (<i>Gylcyrrhiza glabra</i>)	25,12±0,52	20,33±0,65	4,84±0,15	286,46±8,65
Yaban Mersini (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	24,59±0,75	12,34±0,30	2,95±0,05	171,50±3,45

5.2. Metod Validasyonu

Dört element için

çalışılan optimize koşullar altında çizilen kalibrasyon grafiğine ait lineer aralık, regresyon korelasyon katsayısı (R), dedeksiyon limiti (LOD) ve tayin limiti (LOQ) hesaplandı.

5.2.1. Dedeksiyon Limiti (LOD) ve Tayin Limiti (LOQ)

Gözlenebilme sınırı LOD (Limit of dedection): Zemin gürültüsünden farklı olarak tespit edilen fakat miktarı belirlenemeyen en küçük analit derişimidir. Tayin sınırı LOQ (Limit of quantification): Uygun doğruluk ve kesinlik miktarı saptanabilen en küçük drrişimdir. LOQ ve LOD değerleri aşağıdaki denklemlere göre hesaplanmaktadır:

$$LOQ= 10x (SD/a)$$

$$LOD= 3x (SD/a)$$

a: Kalibrasyon eğrisinin eğimi,

SD: Korelasyon doğrusunun y ekseninden standart sapması (99).

Bu değerler tablo 4 te gösterilmiştir. R² değerlerin 0,99'dan büyük olması lineerliği kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4. Lineer aralık, regresyon korelasyon katsayısı (R), LOD, LOQ.

Element	Liner aralık (µg/kg)	Regression	R ²	LOD (µg/kg)	LOQ (µg/kg)
As	0-100	y= 0,0184 x + 0,0015	1,0000	0,011370	0,034110
Cd	0-100	y= 0,0023 x + 4,3007	1,0000	0,007077	0,021231
Hg	0-100	y= 0,0013 x + 6,5283	1,0000	0,023600	0,070800
Pb	0-100	y= 0,0273 x + 0,0069	0,9996	0,010420	0,031260

5.3. Standart Referans Madde

Metodun doğruluğu ve kesinliği değerlendirmek için analiz edilen standart referans madde SRM 1515 Elma Yapağı (National Institute of Standards and Technology, NIST, Gaithersburg, MD, USA)'ın sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. SRM NIST 1515 Elma yapağı analizinin doğruluk değerlendirmesi.

Elements	Sertifikalı değerler (mg /kg)	Bulunan değerler (mg/kg)	Geri kazanım (%)
----------	-------------------------------	--------------------------	------------------

Cd	0,0132±0,0015	0,0128±0,0064	96
Hg	0,0432±0,0023	0,0430±0,00215	99
Pb	0,470±0,024	0,475±0,02375	101

5.4. İstatistiki Çalışmalar

19 farklı bitki ve bu bitkilerin infüzyonundan oluşan toplam 38 farklı numunede yapılan analiz sonrası; arsenik (As), kadmiyum (Cd), civa (Hg) ve kurşun (Pb)' dan oluşan 4 farklı ağır metal konsantrasyonları elde edildi. Elde edilen konsantrasyonlar üzerinde SPSS-21 programı ile yapılan istatistik çalışma sonrası; bitkiler ve infüzyonları arasında analizi yapılan her metal açısından anlamlı bir fark olup olmadığı, ayrıca 19 farklı bitki örneğinde ve 19 farklı infüzyon örneklerinde tespit edilen 4 farklı metalin birbirleri ile anlamlı bir ilişkide olup olmadıkları irdelendi.

Bitkiler ve infüzyonları arasında metal miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının irdelenmesi öncelikle verilerin normal dağılıp dağılmadığının tespiti ile başladı. Her element için, bitki konsantrasyonları ve infüzyon işlemi sonrası elde edilen numunelerdeki konsantrasyonları arasındaki farkların oluşturduğu veriler SPSS-21 programında normallik testi (test of normality) ile incelendi ve Tablo 6'da verildi. Verilerimizin sayısı 30'dan az olduğu için normallik testinde Sapiro-Wilk değerleri baz alındı ve tabloda 'Sig.' olarak gösterilen p değeri 0,05'den büyük olmadığı için verilerimiz normal dağılmış diyemeyiz. Tablo 6'da görüldüğü üzere sadece Pb için ($p=0,279$ ($p>0,05$)) veriler normal dağılmaktadır, diğer element verileri (sırasıyla $p=0,005$, $p=0,001$, $p=0,001$) normal dağılmamaktadır. Normallik testi sonrası As, Cd ve Hg için non-parametrik test ve Pb için parametrik test uygulanması gerektiği tespit edildi. Bitkilere infüzyon işlemi yapıldıktan sonra elde edilen numunelerdeki metal düzeyleri ile bitkilerdeki metal düzeyler arasında istatistikî açıdan anlamlı farkı olup olmadığı parametrik testlerden 'Eşleştirilmiş T Testi' ile non-parametrik testlerden 'Wilcoxon T Testi' uygulanarak tespit edilir.

Tablo 6. Fark Verilerinin Normallik Testi Sonucu.

Normallik Testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	Df	Anlamlılık	İstatistik	Df	Anlamlılık
As_FARK	0,177	19	0,119	0,840	19	0,005
Cd_FARK	0,183	19	0,096	0,793	19	0,001
Hg_FARK	0,259	19	0,002	0,786	19	0,001
Pb_FARK	0,155	19	0,200*	0,942	19	0,279

*. Düşük anlamlı.

a. Lilliefors anlamlı korelasyon.

Tablo 7. Pb için bitki ve infüzyon verilerinin Eşleştirilmiş T Testi sonucu.

Eşleştirilmiş Örneklerin İstatistikleri

	Ortalama	N	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası
1.Çift Pb_Bitki	491,5774	19	397,06091	91,09202
Pb İnfüz.	250,3605	19	224,18192	51,43086

Eşleştirilmiş Örnekler Testi

	Eşleşmiş Farklılıklar					t	df	Anlamlılık (iki yönlü)
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası	Farklılıkların %95 Güven Aralığı				
				En Düşük	En Yüksek			
1.Çift Pb BİTKİ Pb İNFÜZ.	241,21684	452,84547	103,88988	22,95231	459,48137	2,322	18	0,032

Tablo 8. Wilcoxon T Testi sonucu.

Test İstatistiği^a

As_INFÜZ.- As_BİTKİ	Cd_INFÜZ.- Cd_BİTKİ	Hg_INFÜZ.- Hg_BİTKİ
------------------------	------------------------	------------------------

Z	-3,823 ^b	-2,495 ^b	-3,823 ^b
Asimtotik Anlamlılık (Çift Yönlü)	0,000	0,013	0,000

a. Wilcoxon T Testi

b. Pozitif Sıralamaya Göre

Tablo 9. Wilcoxon T Testine göre; As, Cd ve Hg konsantrasyon değişimleri.

Wilcoxon T Testine

19 farklı
örneğinde
Pb
bir birleri ile
ilişki
olduklarının
edebilmek
yapılan
testinden
10'de

		N	Sıra Ortalaması	Ortalamaları n Sırası
As_İNFÜZ.-As_BİTKİ	Negatif Sıra	19 ^a	10,00	190,00
	Pozitif Sıra	0 ^b	0,00	0,00
	Eşitlik	0 ^c		
	Toplam	19		
Cd_İNFÜZ.-Cd_BİTKİ	Negatif Sıra	15 ^d	10,47	157,00
	Pozitif Sıra	4 ^e	8,25	33,00
	Eşitlik	0 ^f		
	Toplam	19		
Hg_İNFÜZ.-Hg_BİTKİ	Negatif Sıra	19 ^g	10,00	190,00
	Pozitif Sıra	0 ^h	0,00	0,00
	Eşitlik	0 ⁱ		
	Toplam	19		

bitki
As, Cd, Hg,
metallerinin
nasıl bir
içerisinde
tespit
için verilere
normalite
sonra Tablo
görüldüğü

üzere sig. ile ifade edilen Shapiro-Wilk p değerlerinin 0,05 den küçük olmasından dolayı verilerin normal dağılmadığı görülmüş olup non-parametrik test uygulanması gerektiği karar verilmiştir.

Tablo 10. Bitki numunelerindeki metal miktarlarının normal dağılım test sonucu.

Normallik Testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	Df	Anlamlılık	İstatistik	Df	Anlamlılık
As_BİTKİ	0,180	19	0,108	0,787	19	0,001
Cd_BİTKİ	0,283	19	0,000	0,511	19	0,000
Hg_BİTKİ	0,253	19	0,002	0,805	19	0,001
Pb_BİTKİ	0,187	19	0,080	0,876	19	0,019

a. Lilliefors anlamlı korelasyon.

Tablo 11. Bitki numunelerinden elde edilen verilerin Spearman Korelasyon Analizi sonucu.

Korelasyonlar

	As_BİTKİ	Cd_BİTKİ	Hg_BİTKİ	Pb_BİTKİ
--	----------	----------	----------	----------

Spearman's Rho	As_BİTKİ	Korelasyon Katsayısı	1,000	0,377	0,725**	0,572*
		Anamlılık (İki Yönlü)	0,0	0,111	0,000	0,011
		N	19	19	19	19
	Cd_BİTKİ	Korelasyon Katsayısı	0,377	1,000	0,372	0,256
		Anamlılık (İki Yönlü)	0,111	0,0	0,117	0,290
		N	19	19	19	19
	Hg_BİTKİ	Korelasyon Katsayısı	0,725**	0,372	1,000	0,639**
		Anamlılık (İki Yönlü)	0,000	0,117	0,0	0,003
		N	19	19	19	19
	Pb_BİTKİ	Korelasyon Katsayısı	0,572*	0,256	0,639**	1,000
		Anamlılık (İki Yönlü)	0,011	0,290	0,003	0,0
		N	19	19	19	19

**. 0.01 düzeyinde anlamlı korelasyon (çift yönlü)

*. 0.05 düzeyinde anlamlı korelasyon (çift yönlü)

Tablo 12. İnfüzyon numunelerindeki metal miktarlarının normal dağılım test sonucu.

Normallik Testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	Df	Anamlılık	İstatistik	df	Anamlılık
As_İNFÜZ.	0,238	19	0,006	0,627	19	0,000
Cd_İNFÜZ.	0,367	19	0,000	0,541	19	0,000
Hg_İNFÜZ.	0,141	19	0,200	0,901	19	0,051
Pb_İNFÜZ.	0,278	19	0,000	0,713	19	0,000

a. Lillieför anlamlı korelasyon.

Tablo 13. İnfüzyon numunelerinden elde edilen verilerin Spearman Korelasyon Analizi sonucu.

Korelasyonlar

			As_İNFÜZ.	Cd_İNFÜZ.	Hg_İNFÜZ.	Pb_İNFÜZ.
Spearman's rho	As_İNFÜZ	Korelasyon Katsayısı	1,000	0,184	0,504*	-0,170
		Anamlılık (İki Yönlü)	0,0	0,450	0,028	0,486
		N	19	19	19	19
	Cd_İNFÜZ.	Korelasyon Katsayısı	0,184	1,000	0,277	0,391
		Anamlılık (İki Yönlü)	0,450	0,0	0,251	0,098
		N	19	19	19	19
	Hg_İNFÜZ.	Korelasyon Katsayısı	0,504*	0,277	1,000	0,042
		Anamlılık (İki Yönlü)	0,028	0,251	0,0	0,864
		N	19	19	19	19
	Pb_İNFÜZ.	Korelasyon Katsayısı	-0,170	0,391	0,042	1,000
		Anamlılık (İki Yönlü)	0,486	0,098	0,864	0,0
		N	19	19	19	19

*. 0.05 düzeyinde anlamlı korelasyon (çift yönlü)

6. TARTIŞMA

Çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan tıbbi aromatik bitkilerin etkilerinin belirlenmesi, farmakolojik etkilerinin anlaşılması ve bu bitkilerden oluşturulan bitkisel ilaçların dozajının belirlenmesi açısından eser

element içeriklerinin belirlenmesi hem tüketiciler hem de sağlık uzmanları için gıdaların kalite ve koruyuculukları ile yakından ilişkili olduğu için önemlidir.

Yaygın olarak kullanılan tıbbi aromatik bitkiler her ne kadar doğal ve zararsız olarak tarif edilse de yapılan çalışmalar incelendiğinde, alerjik reaksiyonlar, toksik reaksiyonlar gibi olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir. Özellikle bu toksik etkilerin ağır metal zehirlenmesinden kaynaklandığı görülmüştür. Bitkilerde bulunan bu metallerin farklı konsantrasyonlarda bulunması, bitkinin türüne, kullanılan kısma toprak içeriğine, su kirliliğine, hava kirliliğine, endüstriyel faaliyetlere ve gübrelerin yanı sıra diğer kimyasalların kullanımına da bağlı olduğu görülmektedir. Bitkiler metal iyonlarını topraktan kökleri sayesinde bünyesine alırlar. Ağır metallerin konsantrasyonu bitkinin her bölümüne eşit olarak dağılmaz. Genel olarak, ağır metal birikimi en yüksek miktarı köklerde, daha sonra bitkisel dokularda en düşük miktarı da tohumlarında bulunmaktadır. Bitki kökleri tarafından element alımının sıklığı, mevcut eser elementlerin büyüklüğüne, kimyasal bileşimine, toprağın pH'ına nem, havalandırma, sıcaklık, organik madde ve fosfat içeriğine, diğer iyonların varlığı ve yokluğuna, bitkinin türleri, köklenme derinliği, yaş ve mevsimsel büyüme gibi birçok faktöre bağlıdır (89). Genellikle yerleşim merkezlerindeki bahçelerde üretilen gıdalardaki kurşun ve kadmiyum element birikiminin çoğunlukla çevre kirlenmesinden kaynaklandığı, yüksek seviyedeki arseniğin ise ilaç, pestisit ve gübre kullanımından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Biz çalışmamızda Diyarbakır aktarlarından satılan ve halk arasında sıklıkla hem baharat olarak hemde çay olarak tüketilen kırkkilit otu, hatmi, ayva yaprağı, ada çayı, biberiye, ısırgan otu, meryemhort, aslanpençesi, ihlamur, sinameki, rezene, nane, keten tohumu, sarı kantaron, keçiboynuzu, yeşil çay, meyan kökü, yaban mersini gibi 19 çeşit bitkinin hem infüzyonlarının hemde çözünürleştirme işlemi yapıldıktan sonraki hallerinin As, Cd, Hg ve Pb düzeylerini ICP-MS metodu ile belirleyip karşılaştırdık (Tablo 2, Tablo 3). Ayrıca bu 19 bitkinin hem asitte çözünmüş hem de infüzyonlarını istatistiki olarak değerlendirdik (Tablo 6).

Tablo 2 ve Tablo 3 incelendiğinde; Mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra en düşük As miktarı 7,867 µg/kg olarak keçiboynuzunda en yüksek ise 533,466 µg/kg olarak ayva yaprağında bulunurken infüzyon sonrasındaki As miktarı en düşük 3,846 µg/kg olarak keçiboynuzunda ve en yüksek 293,465 µg/kg olarak ayva yaprağında bulunduğu görülmüştür. Çalışılan bitkilerin hem infüzyonlarını hemde mikrodalga fırında çözünmüş halleri kendi aralarında incelendiğinde çalışılan bütün bitkilerin hepsinde As miktarı asit çözünmesiyle daha fazla miktarda bulunmuştur. Ayrıca çalışılan 19 çeşit bitkinin hem asit çözünmesi hem de infüzyonlarındaki As miktarlarının Dünya sağlık örgütü (WHO) tarafından ham tıbbi bitki örneklerinde belirlenen As 5 mg/kg konsantrasyon değerinden düşük olduğu görülmüştür (97,98). Lozak ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada; mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra nanede As miktarını 0,122 mg/kg, infüzyon sonrası ise 0,048 mg/kg olarak, Musa özen ve arkadaşları; sinameki ve yeşil çayda As miktarını sırasıyla 5,40 mg/kg ve 1,90 mg/kg olarak, Martin-Domingo ve arkadaşları mikrodalga asit çözünürleştirme işleminden sonra; nane, ada çayı, sinameki ve yeşil çayda As miktarını sırasıyla 0,15 mg/kg, 0,30 mg/kg, 0,17 mg/kg, 0,16 mg/kg olarak bulmuştur (88,100,101). Bizim çalışmamızda mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra ise nane, sinameki, yeşil çay ve

ada çayında As miktarları sırasıyla 0,06615 mg/kg, 0,16101 mg/kg, 0,08158 mg/kg, 0,18646 mg/kg olarak infüzyon sonrası nanede As miktarı ise 0,02854 mg/kg olarak bulunmuş. Yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında nane, sinameki ve yeşil çayda As miktarının diğer çalışmalra göre düşük, ada çayındaki As miktarının ise çok az yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca infüzyon sonrası nanede As miktarında lozak ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmadan daha düşük olduğu bulunmuştur.

Mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra en düşük Pb miktarı 67,305 µg/kg olarak kuşburnunda en yüksek ise 1556,943 µg/kg olarak biberiyede bulunurken infüzyon sonrasındaki Pb miktarı en düşük 66,41 µg/kg olarak kırkkilit otunda en yüksek ise aslanpençesinde 834,598 µg/kg olarak bulunmuştur. Çalışılan bitkilerin hem infüzyonlarını hemde mikrodalga fırında çözünmüş halleri kendi aralarında incelendiğinde keten tohumu ve sarı kantaron hariç çalışılan diğer bitkilerin hepsinde Pb miktarı asit çözünmesiyle daha fazla miktarda bulunmuştur. Çalışılan bütün bitkilerde Pb miktarı WHO tarafından belirlenen 10 mg/kg değerini geçmedikleri gözlenmiştir (5). Lozak ve arkadaşları yaptıkları çalışmada mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra nanede Pb miktarını 2,41 mg/kg, infüzyon sonrası ise 1,12 mg/kg olarak, Musa Özcan ve arkadaşları; sinameki ve yeşil çayda Pb miktarını sırasıyla: 1,43 mg/kg ve 3,85 mg/kg olarak, Martin-Domingo ve arkadaşları mikrodalga asit çözünürleştirme işleminden sonra nane, ada çayı, sinameki ve yeşil çayda Pb miktarını sırasıyla 1,17 mg/kg, 1,50 mg/kg, 0,53 mg/kg, 0,99 mg/kg olarak, Bilgiç Alkaya ve arkadaşları; aktardan açık olarak aldıkları ada çayı, biberiye, rezene, sarı kantaron, ıhlamur, nane, yeşil çay ve yaban mersini bitkilerin mikrodalga asit çözünürleştirme işleminden sonra Pb miktarlarını sırasıyla 1,618 mg/kg, 0,958 mg/kg, 0,188 mg/kg, 1,655 mg/kg, 1,728 mg/kg, 0,373 mg/kg, 0,226 mg/kg ve 1,765 mg/kg olarak bulmuşlar (88,100,101). Bizim çalışmamızda; mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra ada çayı, biberiye, rezene, sarı kantaron, ıhlamur, nane, yeşil çay, sinameki ve yaban mersininde Pb miktarları sırasıyla 0,38305 mg/kg, 1,55694 mg/kg, 0,11490 mg/kg, 0,34335 mg/kg, 0,18372 mg/kg, 0,19729 mg/kg, 0,86439 mg/kg, 0,56310 mg/kg ve 0, 19167 mg/kg olarak bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında ada çayı, rezene, sarı kantaron, ıhlamur, nane, yaban mersininde bulunan Pb miktarı düşük, biberiyedeki Pb miktarının yüksek olduğu yeşil çaydaki Pb miktarının ise Musa Özcan ve arkadaşlarının bulduğu Pb miktarından küçük Dilek Bilgiç Alkaya ve arkadaşlarının bulduğu Pb miktarından yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca infüzyon sonrası nanede Pb miktarında Lozak ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmadan daha düşük olduğu bulunmuştur.

Mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra en düşük Cd miktarı 7,351 µg/kg olarak yaban mersininde en yüksek ise 388,893 µg/kg olarak sarı kantaronda bulunurken infüzyon sonrasındaki Cd miktarı en düşük 3,797 µg/kg olarak kırkkilit otu en yüksek ise sarı kantaronda 179,47 µg/kg olarak bulunmuştur. Çalışılan bitkilerin hem infüzyonları hemde mikrodalga fırında çözünmüş halleri kendi aralarında incelendiğinde; hatmi, ada çayı ve rezene hariç çalışılan diğer bitkilerin hepsinde Cd miktarı asit çözünmesiyle değeri daha fazla bulunmuştur. Ayrıca çalışılan 19 çeşit bitkinin hem asit çözünmesi hem de infüzyon hallerindeki Cd konsantrasyonlarının

Dünya sağlık örgütü (WHO) tarafından ham tıbbi bitki örneklerinde belirlenen 0,3 mg/kg konsantrasyon değerinden düşük olduğu görülmüştür (98). Lozak ve arkadaşları; yaptıkları çalışmada mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra nanede Cd miktarını 0,09 mg/kg, infüzyon sonrası ise 0,008 mg/kg olarak, Musa Özcan ve arkadaşları sinameki ve yeşil çayda Cd miktarını sırasıyla 0,05 mg/kg ve 0,014 mg/kg olarak, Martin-Domingo ve arkadaşları mikrodalga asit çözünürleştirme işleminden sonra nane, ada çayı ve yeşil çayda Pb miktarını sırasıyla 0,04 mg/kg, 0,02 mg/kg ve 0,05 mg/kg olarak, Bilgiç Alkaya ve arkadaşları aktardan açık olarak aldıkları ada çayı, biberiye, rezene, sarı kantaron, ıhlamur, nane, yeşil çay ve yaban mersini bitkilerinin mikrodalga asit çözünürleştirme işleminden sonra Cd miktarlarını sırasıyla 0,159 mg/kg, 0,150 mg/kg, 0,096 mg/kg, 0,111 mg/kg, 0,132 mg/kg, 0,094 mg/kg, 0,040 mg/kg ve 0,048 mg/kg olarak bulmuşlar (88,100,101,102). Bizim çalışmamızda; mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra ise ada çayı, biberiye, rezene, sarı kantaron, ıhlamur, nane, yeşil çay, sinameki ve yaban mersininde Cd miktarları sırasıyla 0,01489 mg/kg, 0,02749 mg/kg, 0,02679 mg/kg, 0,38889 mg/kg, 0,03631 mg/kg, 0,02000 mg/kg, 0,07452 mg/kg, 0,03410 mg/kg ve 0,00735 mg/kg olarak bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında ada çayı, rezene, ıhlamur nane, yaban mersini, biberiye, yeşil çayda bulunan Cd miktarı düşük, sarı kantarondaki Cd miktarının yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca infüzyon sonrası nanede Cd miktarında Lozak ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmadan daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra en düşük Hg miktarı 5,153 µg/kg olarak keten tohumunda en yüksek ise 77,26 µg/kg olarak kırk kilit otunda bulunurken infüzyon sonrasındaki Hg miktarı en düşük 0,004 µg/kg olarak kırkkilit otunda en yüksek ise 7,643 µg/kg olarak ayva yaprağında bulunmuştur. Çalışılan bitkilerin hem infüzyonlarını hemde mikrodalga fırında çözünmüş halleri kendi aralarında incelendiğinde çalışılan bütün bitkilerin hepsinde Hg miktarı asit çözünmesiyle çok daha fazla miktarda bulunmuştur. Martin-Domingo ve arkadaşları; mikrodalga asit çözünürleştirme işleminden sonra nane, ada çayı ve sinamekide Hg miktarını sırasıyla 0,02, 0,01 ve 0,02 mg/kg olarak bulmuşlar (100).

Bizim çalışmamızda; mikrodalga çözünürleştirme işleminden sonra nane, ada çayı, ve sinamekideki Hg miktarları sırasıyla 0,02004 mg/kg, 0,01631 mg/kg ve 0,03023 mg/kg olarak bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında nane ve ada çayındaki Hg miktarları benzer çıkarken sinamekide bulunan Hg miktarı yüksek çıkmıştır.

Ayrıca istatistik çalışmalarımızda SPSS-21 programında, normal verilerde parametrik test olan ‘Eşleşmiş T Testi’ normal dağılmayan verilerde ‘Wilcoxon T Testi’ uyguladık. Aynı şekilde numunelerde tespit edilen elementlerin bir birleri ile olan korelasyonunu irdelemek için ise ‘Spearman Korelasyon Analizi’ uyguladık.

Tablo 6’de görüldüğü üzere sadece Pb için ($p=0,279$ ($p>0,05$)) veriler normal dağılmaktadır, diğer element verileri (sırayla $p=0,005$, $p=0,001$, $p=0,001$) normal dağılmamaktadır.

Tablo 7 incelendiğinde, bitki ve infüzyon numunelerinden elde edilen Pb elementi konsantrasyon verilerine uygulanan Eşleştirilmiş T Testi (Bağımlı İki Örnek T Testi) sonrası; bitki ve infüzyon numuneleri arasında Pb

elementi miktarı açısından istatistik açıdan anlamlı bir fark olduğu $p=0,032$ ($p<0,05$) olarak tespit edilmesi ile bulunmuştur. Ortalama Pb konsantrasyonlarına bakıldığında Bitki numuneleri için $491,58 \mu\text{g/kg}$, infüzyon numuneleri için $250,36 \mu\text{g/kg}$ olması ile bu farkın pozitif yönlü olduğu, infüzyon numunelerinde daha az Pb elementi konsantrasyonu olduğu tespit edilmiştir.

Bitki ve infüzyon numunelerindeki As, Cd ve Hg element konsantrasyonları arasında Wilcoxon T Testi sonrası Tablo 8’de gösterildiği üzere p değerlerinin sırayla $p=0,001$, $p=0,013$, $p=0,001$ olarak bulunması sonrası istatistiksel anlamlı bir fark olduğu tespit edildi.

Bitki numunelerinin hepsinde tespit edilen As ve Hg konsantrasyonları infüzyon numunelerindeki konsantrasyona göre yüksek olduğu fakat Cd konsantrasyonu için sadece 15 bitki numunesinde edilen miktarın infüzyon numunelerinden fazla, 4 bitki numunesinde ise infüzyon numunelerine göre miktarın daha az olduğu tespit edildi (Tablo 9).

Tablo 10’da görüldüğü üzere Sig. ile ifade edilen Shapiro-Wilk p değerlerinin 0,05 den küçük olmasından dolayı verilerin normal dağılmadığı görüldü.

Birbirinden bağımsız 19 farklı bitki numunesinde ölçümle elde edilen 4 farklı metal konsantrasyonlarının Spearman Korelasyon Analizi kullanılarak nasıl bir ilişki içinde olduğu tespit edildi. Tablo 11’de görüldüğü üzere As elementi Cd ile istatistiki açıdan anlamlı bir korelasyon içinde olmadığı fakat Hg elementi ile istatistiki açıdan anlamlı ve ileri derecede ($p=0,001$) pozitif (artınca artan, azalınca azalan) bir korelasyon içinde olduğu ve ayrıca Pb elementi ile istatistiki açıdan anlamlı ($p=0,01$) pozitif bir korelasyon içinde olduğu tespit edildi. Cd elementi geri kalan 3 elementten hiçbiri ile istatistiki açıdan anlamlı bir korelasyon içinde olmadığı tespit edildi. Hg elementi As elementinin yanı sıra aynı zamanda Pb elementi ile istatistiki açıdan yüksek anlamlı ($p=0,003$) pozitif korelasyon içinde olduğu tespit edildi.

İnfüzyon numunelerinden elde edilen veriler ile 4 element arasında korelasyon arandığında, yapılan normalite testi sonrası yine verilerin normal dağılmamasından ötürü (10), verilere Spearman Korelasyon Analizi uygulandığında Tablo 13’de gösterildiği üzere sadece As elementi ile Hg elementi arasında istatistiki açıdan anlamlı ($p=0,028$) pozitif bir korelasyon tespit edildi.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada; Diyarbakır aktarlarında satılan kırkkilit otu, hatmi, ayva yaprağı, ada çayı, biberiye, ısırgan otu, meryemhort, aslanpençesi, ıhlamur, sinameki, rezene, nane, keten tohumu, sarı kantaron, keçiboynuzu, yeşil çay, meyan kökü, yaban mersini bitkilerinin ve infüzyonlarının As, Cd, Hg ve Pb konsantrasyonları araştırıldı. SRM 1515 Elma Yapağı kullanılarak metodun doğruluğu ve kesinliği değerlendirildi. Ayrıca bu 19 bitkinin hem asitte çözünmüş hallerinden hem de infüzyonlarından elde edilen sonuçlar istatistiki olarak değerlendirildi. Ağır metal analizlerinde kullanılan ICP-MS yöntemi hızlı, doğru, kesin ve duyarlı bir yöntem olduğu için As, Cd, Hg ve Pb konsantrasyonları bu teknik ile belirlendi.

Sonuçlar incelendiğinde ise çalışılan bütün bitkilerde As ve Hg miktarlarının asitle çözünürleştirme işlemi sonrası bulunan konsantrasyonlarının, infüzyon sonrası bulunan konsantrasyon değerlerinden yüksek olduğu, Pb miktarlarının ise keten tohumu ve sarı kantaron hariç diğer bütün bitkilerde asitle çözünürleştirme işlemi sonrası bulunan konsantrasyonlarının, infüzyon sonrası bulunan değerlerinden yüksek olduğu, Cd miktarlarının ise hatmi, ada çayı ve rezene hariç çalışılan diğer bitkilerin hepsinde asit çözünmesiyle daha fazla miktarda olduğu bulundu. Çalışılan bitkilerin ve infüzyonlarının As, Cd, Hg ve Pb değerleri literatürlerle ve WHO tarafından belirlenen değerlerle karşılaştırıldı. Çalışılan bitkilerin ve infüzyonlarının As, Cd, Hg ve Pb değerlerinin WHO tarafından belirlenen sınır değerlerin altında olması tıbbi bitki ve bitki çayı olarak tüketilmeye uygun olduğunu göstermektedir. Fakat her bir bitki için bulunan ağır metal değerleri her ne kadar WHO tarafından belirlenen değerlerin altında olmuş olsada, bu bitkilerin çok fazla tüketilmesi durumunda toplamda toksisite sınırını geçerek sağlığı tehdit edici dozlara ulaşılabilceği unutulmamalıdır.

Yaptığımız çalışma ve literatür değerlendirmeleri sonucunda, bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmak üzere halk tarafından sıklıkla tercih edilen ve olumlu etkileri göz ardı edilemez bir gerçek olan tıbbi bitkilerin bilinçli olarak doz kontrollü tüketilmesi gerektiği kanısına varıldı. Tıbbi bitkilerin Bayhan Çubukçu ve arkadaşları tarafından günlük belirlenen doz miktarları; ada çayı için 4-6 g (günde birçok defa 1 çay fincanı), aslan peçesi için 2-4 g drog (günde 3 çay fincanı), biberiye için 4-6 g (günde 3-4 defa 1 çay fincanı), hatmi için 3-10 g (günde 3 defa 1 çay fincanı), ıhlamur için 10-15 g (günde 3-4 defa 1 çay fincanı), ısırgan otu için 8-12 g (günde birçok defa 1 çay fincanı), keçiboynuzu için 30 g, keten tohumu için 30-75 g (günde 3 defa bir çay fincanı), kırkkilit otu için 6 g (günde 2-3 defa 1 çay fincanı), kuşburnu için 8-10 g (günde birçok defa 1 çay fincanı), meyan kökü için 5- 15 g (günde 3 defa 1 çay fincanı), nane için 3-6 g (günde birkaç defa 1 çay fincanı), rezene için 7,5 g (günde birçok defa 1 çay fincanı), sarı kantaron için 2-4 g (günde 3 çay fincanı), sinameki için 20-60 mg hidroksi antreson türevi (akşamları 1-2 fincan ılık infüzyon) şeklinde belirtilmiştir (103).

Sonuç olarak, analizi yapılmış ağır metal içeriği belli olan, güvenilir bir şekilde temin edilen bitki türlerinin doz kontrollü olarak hastalıkların alternatif tedavisinde kullanılmasının insan sağlığı açısından önemli olduğuna karar verildi.



8. KAYNAKLAR

1. Schippmann U, Leaman D.J, Cunningham A.B. Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: Global trends and issues. Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture. Proc. 9 session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. 2002; Oct. 12–13, FAO Rome.
2. Akbulut S, Bayramoglu M. M. The trade and use of some medicinal and aromatic herbs in Turkey. Ethno-Med. 2013.
3. Çimen A, Uzundere ve Çevresinin Tıbbi Aromatik Bitkileri, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2009, Artvin (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Funda Erşen Bak).
4. Başgel S, Erdemoğlu SB. Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. Sci Total Environ. 2006; Apr. 15;359(1-3):82-9.
5. Baye H, Hymete A. Lead and cadmium accumulation in medicinal plants collected from environmentally different sites. Bull Environ Contam Toxicol. 2010; Feb;84(2):197-201.

6. Costa M, Klein CB. Toxicity and carcinogenicity of chromium compounds in humans. *Crit Rev Toxicol* 2006;36:155-63.
7. Maiga A, Diallo D, Bye R, Paulsen B.S. Determination of some toxic and essential metal ions in medicinal and edible plants from Mali *J Agric Food Chem*. 2005;p:2316 - 2337
8. Tokaloğlu Ş, Papak A, Kartal Ş. Separation/preconcentration of trace Pb(II) and Cd(II) with 2-mercaptobenzothiazole impregnated Amberlite XAD-1180 resin and their determination by flame atomic absorption spectrometry. *Arabian Journal of Chemistry* 2017;10: 9–23.
9. Abugassa I, Bashir A, Doubali K, Etwir R, Abu Enawel M, Abugassa S. Characterization of Trace Elements in Medicinal Herbs by Instrumental Neutron Activation Analysis. *J. Radioanal Nucl Chem*. 2008; 278(3): 559-563.
10. Nookabkaew S, Rangkadilok N, Satayavivad J. Determination of trace elements in herbal tea products and their infusions consumed in Thailand. *J Agric Food Chem*. 2006; Sep 6;54(18):6939-44.
11. Dufossé L, Mabon P, Binet A. Assessment of the coloring strength of *brevibacterium linens* strains: spectrophotometry versus total carotenoid extraction/quantification. *J Dairy Sci*. 2001; Feb;84(2):354-60.
12. Kalny P, Wyderska S, Fijałek Z, Wroczyński P. Determination of selected elements in different pharmaceutical forms of some Polish herbal medicinal products. *Acta Pol Pharm*. 2012; Mar-Apr;69(2):279-83.
13. Sołtyk K, Łozak A, Warowna-Grzeskiewicz M, Fijałek Z. The AAS, ICP-MS and electrochemical determinations of zinc in selected pharmaceutical preparations. *Acta Pol Pharm*. 2000; Jul-Aug;57(4):261-6.
14. Hedge, I.C. *The Flora of Turkey: Past, Present and Future*, Candollea, Edinburgh. 1975; 30:331-351.
15. Schippmann U, Leaman, J.D, & Cunningham, A.B. Impact of Cultivation and Gathering of Medicinal Plants on Biodiversity: Global Trends and Issues. Inter- Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. 2002; Oct. 12–13, FAO Rome.
16. Akbulut S, & Bayramoğlu, M.M. Reflections of Socio-Economic and Demographic Structure of Urban and Rural on the Use of Medicinal and Aromatic Plants: The Sample of Trabzon, *Studies on Ethno-Medicine*. 2014.
17. Schippmann U, Leaman D, & Cunningham A.B. A Comparison of Cultivation and Wild Collection of Medicinal and Aromatic Plants Under Sustainability Aspects. In: R J Bogers (Ed.): *Medicinal and Aromatic Plants*. Dordrecht: Springer. Wageningen, UR Frontis Series. 2006; 17: 75-95.
18. Koçyiğit M. Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma. İ.Ü Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2005, İstanbul (Danışman: Prof. Dr. Neriman ÖZHATAY)
19. Faydaoğlu E, Sürücüoğlu M. S. Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. Kastamonu 2011, 11 (1): 52 - 67.
20. Baydar H, Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilim ve Teknolojisi, S.D.Ü. Yayınları, Isparta, Yayın No: 51, 2007.
21. Baytop T. *Türkiy’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*, Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul, 1999.

22. Çimen A. Uzundere ve Çevresi Tıbbi Aromatik Bitkiler. Artvin Çoruh Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2009, Artvin (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Funda ERŞEN BAK).
23. Atalay M, Gordillo G, Roy S, Rovin B, Bagchi D, Bagchi M, and Sen C.K. Anti-Antigionic Property of Edible Berry in a Model of Hemangioma. FEBS Letters 2003; 544:252-257.
24. Asımgil A. Şifalı Bitkiler, Timaş Yayınları, İstanbul, 1997.
25. K. Hüsnü Can Başer Anadolu ünv. Eczacılık Fak. Bağ Bahçe dergisi 33(şubat-mart), 2011.
26. Vinson J.A and Dabbagh Y.A. Tea Phenols: Antioxidant Effectiveness of Teas, Tea Components, Tea Fractions and their Binding with Lipoproteins. Nutr. Res, 1998; 18: 1067-1075.
27. Baydar H. 2009. Tıbbi ve aromatic bitkiler bilimi ve teknolojisi (Geniştirilmiş 3.Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51, 2009, s:1-347.
28. Toroğlu S, Dıgırak M, ve Kocabaş Y.Z. Çay veya baharat olarak tüketilen *Teucrium polium* L, *Thymbra spicata* L. var. *picata*, *Ocimum basilicum* L. ve *Foeniculum vulgare* Miller'in uçucu yağlarının in-vitro antimikrobiyal aktivitesi ve bazı antibiyotiklerle etkileşimleri, KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2) 2005.
29. Kızıl S. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Bitkisel Gen Kaynaklarının Araştırılması. Sonuç Raporu, Diyarbakır, 2001-2004.
30. Baytop T. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, I.Ü. Yay. No: 3255, İstanbul, 1984.
31. Fikret P, Yüksel A. Keçiboynuzu Meyvesi (*Ceratonia siliqua* L.) ve Sağlık, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir 2016.
32. Baytop A. Farmasötik Botanik. İstanbul Üniv. Eczacılık Fak. İstanbul. 1972, s:246.
33. Baytop T. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün). İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, İstanbul, 1999, s:166-167.
34. Kan Y, Kartal M, Aslan S., Yıldırım N. Farklı Koşullarda Yetiştirilen Rezene Meyvelerinin Uçucu Yağ Bileşenleri, Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 2006;35 (2): 95-101.
35. Treben M. Gesundheit aus der Apotheke Gottes, Tanrı'nın Eczanesinden Sağlık, 2005.
36. Baytop T. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi, I.U Eczacılık Fak. 1999.
37. Ayan A. K, Çalışkan Ö, Çırak C.T. Isırgan otu (*Urtica* Spp.)'nın Ekonomik Önemi ve Tarımı. OMÜ Zir. Fak. Dergisi. 2006; 21(3): 357-363.
38. Baytop T. Türkiye'de bitkilerle tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3255, Ecz. Fak. Yayın No:40, İstanbul, 1984.
39. Selahvarzian A, Alizadeh A, Baharvand P.A, Eldahshan O.A, Rasoulıan B. Medicinal Properties of *Rosa canina* L, 2018.
40. Al-Snafi A.E. The Pharmaceutical Importance of *Althaea officinalis* and *Althaea rosea*, 2013.
41. Yılmaz G. *Cassia acutifolia*-*Cassia angustifolia* (Sinameki). In: Demirezer O, Ersoz T, Saracoğlu İ, Şener B. Tedavide Kullanılan Bitkiler "FFD Monografıları". 2nd ed. Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri, 2011, p:109-120.

42. Baker B. S, and Bhatia S. K. Factors effecting adventitious shoot regeneration from leaf explants of quince (*Cydonia oblonga*). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1993.
43. Sola-Rabada A, Rinck J, Belton DJ, Powell AK and Perry CC. Isolation of a wide range of minerals from a thermally treated plant: *Equisetum arvense*, a Mare's tale. JBIC Journal of Biological Inorganic Chemistry, 2016.
44. Toker G. Ihlamur çiçek ve kabuklarının biyolojik aktivitesi ve kullanılışı, FABAD J. Pharm. Sci., 1994.
45. Brohi A, Akgün A, Rüştü M ve Sabit K.E. Bitki Besleme. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:4 Kitaplar Serisi:4 Tokat, 1994.
46. Yıldız N. Toprak Kirleticisi Ağır Metaller ve Toprak Bitki İlişkileri. I. Ulusal Çevre Sempozyumu. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü Erzurum, 2003.
47. Allan R. Introduction: mining and metals in the environment. J. Geochem. Expl. 1997;58:95-100.
48. Raven J.A, Evans M.C.W and Korb R.E. The role of trace metals in photosynthetic electron transport in O₂-evolving organisms. Photosynth. Res. 1999;60:111-49.
49. Cunningham S.D, Shann J.R, Crowley D.E and Anderson T.A. Phytoremediation of Contaminated Water and Soil. Phytoremediation of Soil and Water Contaminants, American Chemical Society, Washington, D.C, 1997, p:2-17.
50. Raskin I and Ensley (Ed). Phytoimmidaitan of toxic metals: using plants to clean up to enviroment, John Wiley and Sons, N. York, 2000, p:303.
51. Huang J.W and Blaylock M.J. Phytoextracstion of Metals, In; I. Raskin and B.D. Ensley (Edw.) Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean Up The Environment, John Wiley and Sons, Inc, Toronto, Canada, 2000, p:303.
52. Thomaks D.P and Torresdey G. Determination of the content of hazardous heavy metals on *Larrea tridentata* grown arounds a contaminated areas. Proceedings of the elevent Anual EPA Conffi. On Hazardous Waste Research, Edited by L.R. Erickson, D.L.Tillison, S.C.Grant and J.P.Mc Donald, Albuquerque, NM, 1996, p:660.
53. Fernandez J. C and Henrikues F.S. Biyocehmical, physiological and structural effects of excess copper in plantss. The Botanicall Rewiev, 1991, p:57, 246-273.
54. Thoma D.P, Claire L.C, Adriano D.C and Driver J.T. Efects of selected tracce metalss on germinatinng seeds of six plant specyies. Water, Air, and Soil Polution, 1991, p:59,231-240.
55. Mackey B, Banuelos G. S, Cook Ç, Wu L, Akohoue S, Ajwa H.A and Zambruski S. Seleniyum- induced growth reduccion in brassica land races considered for phytoremediastion. Ecotoxikol. Environ. Saf., 1997, p:36, 282 - 287.
56. Oort F, Dahmanni-Muller H, Geliye B and Bılabene M. Strategies of Heavy Metal Uptake byy Tree Plants Species Growing Near a Metal Smellter, Pollut., Environ. 2000,p:109, 231 - 238.
57. Victory W, Goyerr R.A, Miler C.R and Zhu S.Y. Non-metalllothionein bound cadmium in the pathogenesis of cadmium nephropathy in the rat. Toxicol. Appl. Pharmacol., 1989;101: 232-244.

58. Lii LL.H. Geochemikal cycless of elements and human perturbation. *Geochim Cosmochim Acta*, 1981; 45:2073 - 2084.
59. Lauwerijs R. P, Bernad A. M. Buchner J.R and Raels H. H. Assessment of the healthy impact of environmental exposure to cadmium: Contribution of epidemiological studies carried out in Belgium. *Environ. Res.*, 1993; 62:200-206.
60. Yoshikawa H. Interaction of metals and metallothionein. Elsevier, North- Holland, New York Amsterdam Oxford, 1982,p:11-23.
61. Cotte-Krief M, Guieu C, Thomas A. J. and Martin J.M. Sources of Cd, Cu and Zn in Portuguese coastal waters. *Marr. Chem.* 2000;71; 199-214.
62. Goyer R. A. Toxic effects of metals. In: Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons (Eds. Amdur M. O. , Doull, J. , Klassen, C. D.) Pergamon Press, New York, 1991;1032.
63. Yıldız N. Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum, 2004;ZT-531.
64. Constantine, D. S, Constantine I.C and George A. P. , 2004. Enrichment of PAHs and heavy metals in soils in the vicinity of the lignite-fired power plants of West Macedonia(Greece). *The Science of the Total Environment* 204, 135 -146.
65. DPT, Sekizinci 5 Yıllık Kalkınma Planı, Demirdışı Metaller Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Nadir Toprak Metalleri, Antimon, Civa, Arsenik Raporu, 2000;193-246.
66. Güven A, Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Timur S. Metallerin Çevresel Etkileri-III, 2009.
67. Sarkar B. Heavy Metals in the Environment, Marcel Dekker, Inc. New York, 2002.
68. Dökmeci İ, Dökmeci A.H. Toksikoloji Zehirlendirmede Tanı ve Tedavi, 4.Baskı, Nobel Tıp Kitapevleri, 2005.
69. Howard, H. Heavy Metal Poisoning , Chapter 395 Harrison's Principles of Internal Medicine 15th Edition by The McGraw-Hill Companies, Inc., 2001.
70. Klaassen C.D. (Çeviri: Kalkan Ş, Soner BC), Ağır Metaller ve Ağır Metal Antagonistleri(Konu:65), Brunton LL, Lazo JS, Parker KL(Editors), (Çeviri Editörü: Süzer Ö), Tedavinin Farmakolojik Temeli, Nobel Tıp Kitapevleri, 2009.
71. Hall M, Chen, Y, Ahsan H, Slavkovich V, Van Geen A, Parvez F, Graziano J. Blood arsenic as a biomarker of arsenic exposure: results from a prospective study. *Toxicology*. 2006;15;225(2-3):225-33.
72. Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S. Metallerin Çevresel Etkileri-I, Metalurji, 136.Sayı, 2009.
73. Sönmez F. Lead exposure and Urinary N-Acetyl D Glucosaminidase activity in adolescent workers in auto repair. *Workshops Journal of Adolescent Health* 30, 2002, p:213–216.
74. Paglia D.E. Differential effects of low-level lead exposure on the natural isozymes of erythrocyte 5-nucleotidase, *Clinical Biochemistry*, 1999,p:193–199.
75. Kahvecioğlu, Ö, Kartal G, Güven A ve Timur S. Metallerin Çevresel Etkileri –I, 2007.

- 76.** Jiang and Li Jj. L. Effects of Cadmium on Photosynthtic Karacteristics of Tobacco, Plant Physiology Communications, 1989;6: 27-31.
- 77.** Çatak E, Güler Ç, Süleyman T ve Orhan B. Bazı Domates ve Tütün Genotiplerinde Kadmiyum Etkilerini İnceleyen İstatistiksel Bir Çalışma. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2 (1), 2000.
- 78.** Sienko, R.A. Temel Kimya (Chemistry: Principles and Properties), (Çevirenler: Gündüz N, Gündüz T, Tüzün C, Pulat E, Üneri S, Zeren A, Özgüner S.), Savaş Yayınları, Fen Bilimleri Dizisi. Eto K, Minamata Disease, Neuropathology 1983;20,S14-S19.
- 79.** Özbolat G, Tuli A. Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri, arşiv kaynak tarama dergisi, 2016;25(4):502-521.
- 80.** Thomas R. Practical Guide to ICP-MS, Marcel Dekker, Inc., USA, 2016
- 81.** Roos P, Appelblad P, Skipperud L, Sjögren A. The NKS-Norcmass guide to beginners in ICP-MS, Roskilde, Denmark, 2006.
- 82.** Technical Note. The 30-Minute Guide to ICP-MS, Perkin Elmer, Waltham, USA. 2013.
- 83.** Koppenaal D.W, Barinaga C.J, Denton M.B, Sperline R.P, Hieftje G.M, Schilling G.D, Andrade F.J, Barnes J.H. MS Detectors, American Chemical Society, USA. (2005).
- 84.** Mustafa T, İhsan A, Köksal D, Aysun T. Giresun Yöresinden Bazı Yenilebilir Bitkilerde Metal Birikimlerinin Değerlendirilmesi Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Sciences, 2016;6(14):99-105,1309-4726.
- 85.** Onur Y. Ülkemizde geleneksel tedavilerde yaygın olarak kullanılan bazı tıbbi bitkilerin tohumlarında ağır metal ve mineral besin element tayini' Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 2017, İstanbul, Danışman (Prof. Dr. İbrahim İlker ÖZYİĞİT).
- 86.** Kılıç S. Aromatik bitkiler ve yağlarının mineral içeriklerinin belirlenmesi. Gıda, 2018;43 (4): 617-623
- 87.** Aylin Ş. Ordu ili ve Çevresindeki Doğal Vejetasyonda Yetişen Bazı Yenilebilir Yabani Bitki Türlerinin Mineral Madde Kompozisyonun Belirlenmesi' Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tarla bitkileri anabilim dalı, 2010, Ordu, Danışman (Prof. Dr. Yumus ŞILBİR).
- 88.** Łozaka A, Sołtyka K, Ostapczuk P, Fijałek Z. Determination of selected trace elements in herbs and their infusions, The Science of the Total Environment 289, 2002, p:33-40.
- 89.** Tokaloğlu S. Determination of trace elements in commonly consumed medicinal herbs by ICP-MS and multivariate analysis, Erciyes University, Faculty of Sciences, Chemistry Department, Food Chemistry 134, 2012;2504-2508
- 90.** Tokaloğlu Ş, Çiçek B, İnanç N, Zararsız G, Öztürk A. Multivariate Statistical Analysis of Data and ICP-MS Determination of Heavy Metals in Different Brands of Spices Consumed in Kayseri, Food Analytical Methods, 2018;11:2407-2418
- 91.** Fillipiak-Szok A, Kurzawa M, Cichosz M. Elemental Analysis of Medicinal Herbs and Dietary Supplements, Analytical Letters, 2015;48:16, 2626-2638.

- 92.** Chen C, Shao Y, Li Y and Chen T. Trace Elements in *Lycium barbarum* L. Leaves by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry after Microwave Assisted Digestion and Multivariate Analysis, *Spectroscopy Letters*, 2015;48:10, 775-780.
- 93.** Xiangsheng Z, Jianhe W, Xiaoyan S, Weijun K, Meihua Y. Multi-elements determination in medical and edible *Alpinia oxyphylla* and *Morinda officinalis* and their decoctions by ICP-MS, *Chemosphere*, 164, 2016;430e435.
- 94.** Queralt I, Ovejero M, Carvalho M. L, Marques A.F and Llabre's J. M. Quantitative determination of essential and trace element content of medicinal plants and their infusions by XRF and ICP techniques, x-ray spectrometry, *X-Ray Spectrom*, 2005;34: 213–217.
- 95.** Basgel S, Erdemoglu S.B. Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey, *Science of the Total Environment* 359, 2006;82– 89.
- 96.** Varhan Oral E, Tokul-Ölmez Ö, Yener İ, Firat M, Tunay Z, Terzioğlu F, Aydın F, Öztürk M ve Ertaş A. Trace Elemental Analysis of *Allium* Species by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) with Multivariate Chemometrics, 2018.
- 97.** Sasmaz A, Yaman M. Distribution of Chromium, Nickel, and Cobalt in Different Parts of Plant Species and Soil in Mining Area of Keban, 2006.
- 98.** World Health Organization, Dept. of Technical Cooperation for Essential Drugs and Traditional Medicine. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2007.
- 99.** ICH Guideline. Validation of Analytical Procedures: Text and methodology, London, Q2(R1), 2005.
- 100.** Martin-Domingo M.C, Pla A, Hernandez A.F, Olmedo P, Navas-Acien A, Lozano-Paniagua D, Gil F. Determination of metalloid, metallic and mineral elements in herbal teas. Risk assessment for the consumers, *journal of food composition and analysis* 60, 2017;81-89.
- 101.** Musa Özcan M, Ünver A, Uçar T, Arslan D. Mineral content of some herbs and herbal teas by infusion and decoction, *Food Chem.* 106, 2008;1120-1127.
- 102.** Bilgiç Alkaya D, Karaderi S, Erdoğan G, Kurt Cücü A. İstanbul aktarlarında satılan bitkisel çaylarda ağır metal tayini, *Marmara pharmacutical journal* 19, 2015;136-140.
- 103.** Bayhan Ç, Günay S, Ali H. M, Nurhayat S, Afife M, Filiz M. İstanbul Üniversitesi Farmkognosi Anabilim Dalı, Fitoterafi, yardımcı ders kitabı, İstanbul, 2002.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



9. ÖZGEÇMİŞ

Adı	Erdem	Soyadı	Tekin
Doğum Yeri	Kızıltepe	Doğum Tarihi	28.03.1987
Uyruğu	T.C.	Tel	0505 470 35 35
E-posta	kimyagerdem47@gmail.com		

EĞİTİM DÜZEYİ

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Tezli Yüksek Lisans		
Tezsiz Yüksek Lisans		
Lisans	Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü	2011
Lise	Kızıltepe Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı Lise)	2005

İŞ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
Kimyager	Denge Toprak Analiz Laboratuvarı	2010-2011
Öğretmen	Furkan Doğan İmam Hatip Lisesi	2013-2014
Büro Görevlisi	Kızıltepe Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı	2014-Devam

Yabancı Dil Sınav Notu								
ÜDS/YDS	YÖKDİL	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
37,5								

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	72,08708	69,24820	58,55644

yüksek lisans tezi

ORIJINALLIK RAPORU

% **13**

% **11**

% **4**

% **7**

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	dergipark.gov.tr İnternet Kaynağı	%1
2	openaccess.artvin.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
3	Submitted to Dicle University Öğrenci Ödevi	%1
4	www.nefisyemektarifleri.com İnternet Kaynağı	%1
5	market.havuz.info.tr İnternet Kaynağı	%1
6	e-dergi.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	Submitted to Nevşehir Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
8	www.medikalakademi.com.tr İnternet Kaynağı	<%1
9	adudspace.adu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1

10	polen.itu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
11	Submitted to Ankara University Öğrenci Odevi	<%1
12	Submitted to Selçuk Üniversitesi Öğrenci Odevi	<%1
13	Submitted to Ondokuz Mayıs Üniversitesi Öğrenci Odevi	<%1
14	Submitted to Trakya University Öğrenci Odevi	<%1
15	e-dergi.marmara.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
16	www.science.gov İnternet Kaynağı	<%1
17	Elif Varhan Oral, Özge Tokul-Ölmez, İsmail Yener, Mehmet Firat et al. " Trace Elemental Analysis of Species by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) with Multivariate Chemometrics ", Analytical Letters, 2018 Yayın	<%1
18	Submitted to Mersin Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
19	www.tibbivearomatikbitkiler.com	

<% 1

20

dergipark.org.tr
İnternet Kaynağı

<% 1

21

Submitted to Hacettepe University
Öğrenci Ödevi

<% 1

22

Submitted to İzmir Katip Âelebi Âniversitesi
Öğrenci Ödevi

<% 1

23

Taner Bora, Çağdaş Aksoy, Zeki Tunay, Fırat Aydın. "Determination of trace elements in illicit spice samples by using ICP-MS", Microchemical Journal, 2015
Yayın

<% 1

24

acikerisim.deu.edu.tr
İnternet Kaynağı

<% 1

25

Bora, Taner, Çağdaş Aksoy, Zeki Tunay, and Fırat Aydın. "Determination of trace elements in illicit spice samples by using ICP-MS", Microchemical Journal, 2015.
Yayın

<% 1

26

acikerisim.nku.edu.tr:8080
İnternet Kaynağı

<% 1

27

www.nafiqad.gov.vn
İnternet Kaynağı

<% 1

28

İnternet Kaynağı

<%1

29

semspub.epa.gov

İnternet Kaynağı

<%1

30

kms.kaysis.gov.tr

İnternet Kaynağı

<%1

31

turizm.ege.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%1

32

acikerisim.selcuk.edu.tr:8080

İnternet Kaynağı

<%1

33

Submitted to The Scientific & Technological
Research Council of Turkey (TUBITAK)

Öğrenci Ödevi

<%1

34

www.dynatempintl.com

İnternet Kaynağı

<%1

35

Şerife Tokaloğlu, Betül Çiçek, Neriman İnanç,
Gökmen Zararsız, Ahmet Öztürk. "Multivariate
Statistical Analysis of Data and ICP-MS
Determination of Heavy Metals in Different
Brands of Spices Consumed in Kayseri,
Turkey", Food Analytical Methods, 2018

Yayın

<%1

36

dergipark.ulakbim.gov.tr

İnternet Kaynağı

<%1

openaccess.inonu.edu.tr:8080

37

İnternet Kaynağı

<%1

38

Submitted to Gazi University

Öğrenci Ödevi

<%1

39

www.mulkiyederigi.org

İnternet Kaynağı

<%1

40

Submitted to Uludag University

Öğrenci Ödevi

<%1

41

Submitted to Konya Necmettin Erbakan
University

Öğrenci Ödevi

<%1

42

Submitted to Eastern Mediterranean University

Öğrenci Ödevi

<%1

43

Submitted to Marmara University

Öğrenci Ödevi

<%1

44

www.scribd.com

İnternet Kaynağı

<%1

45

www.ekoloji.com.tr

İnternet Kaynağı

<%1

46

Submitted to Bahcesehir University

Öğrenci Ödevi

<%1

47

Juranovic Cindric, Iva, Michaela Zeiner, Darija
Mihajlov Konanov, and Gerhard Stingeder.
"Metal Characterisation of White Hawthorn

<%1

Organs and Infusions", Journal of Agricultural and Food Chemistry

Yayın

48

HAKVERDİ, Ayşe Esra and YİĞİT, Nurcan.
"Yozgat-Akdağmadeni Yöresinde Bulunan Bazı
Tıbbi ve Aromatik Bitkiler", Bartın Üniversitesi,
2017.

Yayın

<%1

49

slideplayer.biz.tr
İnternet Kaynağı

<%1

50

Submitted to Istanbul Medipol Üniversitesi
Öğrenci Ödevi

<%1

51

Submitted to Enka Schools Adapazari
Öğrenci Ödevi

<%1

52

Submitted to Mahidol University
Öğrenci Ödevi

<%1

53

www.maden.org.tr
İnternet Kaynağı

<%1

54

Submitted to Ege Üniversitesi
Öğrenci Ödevi

<%1

55

www.ofthalmoloji.org
İnternet Kaynağı

<%1

56

birimler.dpu.edu.tr
İnternet Kaynağı

<%1

57

ÖZTÜRK, Mustafa, ASLAN, Şükrü and DEMİRBAŞ, Ahmet. "Sulama sularındaki arseniğin bitkilerde birikimi", Pamukkale Üniversitesi, 2017.

Yayın

<%1

58

nevsehir.mitosweb.com
İnternet Kaynağı

<%1

59

www.smyrnatipdergisi.com
İnternet Kaynağı

<%1

60

ÖZKAN, Abdullah. "Antakya-Cilvegözü Karayolu Etrafındaki Tarım Arazilerinde ve Bitkilerdeki Ağır Metal Kirliliği", Çukurova Üniversitesi, 2017.

Yayın

<%1

61

www.jstage.jst.go.jp
İnternet Kaynağı

<%1

62

Basgel, S.. "Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey", Science of the Total Environment, The, 20060415

Yayın

<%1

63

researchreproduction.gr
İnternet Kaynağı

<%1

64

www.waset.org
İnternet Kaynağı

<%1

65	pt.scribd.com İnternet Kaynağı	<%1
66	www.sgs.com.tr İnternet Kaynağı	<%1
67	tdx.cat İnternet Kaynağı	<%1
68	Submitted to Mugla University Öğrenci Odevi	<%1
69	www.kto.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
70	acikerisim.istanbul.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
71	Submitted to Batman University Öğrenci Odevi	<%1
72	toad.edam.com.tr İnternet Kaynağı	<%1
73	Submitted to Pamukkale Üniversitesi Öğrenci Odevi	<%1
74	I. Queralt. "Quantitative determination of essential and trace element content of medicinal plants and their infusions by XRF and ICP techniques", X-Ray Spectrometry, 05/2005 Yayın	<%1

75

Submitted to TechKnowledge Turkey

Öğrenci Ödevi

<%1

76

FAYDAOĞLU, Emine and SÜRÜCÜOĞLU, Metin Saip. "Geçmisten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi", TUBITAK, 2011.

Yayın

<%1

77

Submitted to Anadolu University

Öğrenci Ödevi

<%1

78

Submitted to Beykent Üniversitesi

Öğrenci Ödevi

<%1

79

"Oral Presentation Abstracts", Turkish Journal of Biochemistry, 2018

Yayın

<%1

80

Submitted to Higher Education Commission Pakistan

Öğrenci Ödevi

<%1

Alıntılarını çıkart

Kapat
üzerinde

Eşleşmeleri
çıkart

Kapat

Bibliyograf
yayı Çıkart

10. TEZ SAVUNABİLİRLİK ve ORJİNALLİK BEYAN FORMU

	DİCLE ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ TEZ SAVUNABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU
ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI VE SOYADI	Erdem TEKİN
ÖĞRENCİ NO	16878010
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2018-2019
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI/BİLİM DALI	Analitik Kimya
PROGRAM	☒ Yüksek Lisans ☐ Doktora
TEZ BAŞLIĞI	DİYARBAKIR AKTARLARINDA SATILAN BAZI TIBBİ BİTKİLERDEKİ As, Cd, Hg ve Pb ELEMENTLERİNİN ICP-MS İLE TAYİNİ
İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ	
RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Öncesi
SAYFA SAYISI	83
BENZERLİK ORANI	% 13
RAPORLAMA TARİHİ	04/07/ 2019
Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 83 sayfalık kısmına ilişkin, 04/07/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından <i>Turnitin</i> adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 13' dir Uygulanan filtrelemeler: ☐ Kabul/Onay sayfaları hariç, ☒ Kaynakça hariç ☐ Alıntılar hariç/dâhil ☐ Diğer Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve bu Uygulama Esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim. Erdem TEKİN	

Yukarıda bilgileri verilen tezi bilimsel, şekilsel ve etik kurallar çerçevesinde inceledim. Tezin Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği ve Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olduğunu onaylarım. Jüri karşısında savunabilir olduğunu bilgilerinize arz ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Elif VARHAN ORAL