



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KİMYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**BİTKİSEL ÇAYLARDA BAZI AĞIR METAL
KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Berat ANLAŞ

Danışman: Prof. Dr. Durali MENDİL

TOKAT- 2023

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmama vesile olan ve çalışmamın her basamağında desteklerini ve bilgisini eksik etmeyen danışman hocam Prof. Dr. Durali MENDİL' e sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında desteğini hiçbir zaman esirmeyen eşim Sunay ANLAŞ'a en içten duygularımla saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Berat ANLAŞ

.../.../...

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BITKİSEL ÇAYLARDA BAZI AĞIR METAL KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

BERAT ANLAŞ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Kimya Ana Bilim Dalı

Danışmanı: Prof. Dr. Durali MENDİL

Bu tez çalışmasında, ülkemizde ve birçok ülkede geçmişten günümüze kadar iyileştirme özelliklerinden dolayı çay olarak kullanılan ve Tokat ili çevresindeki aktarlarda satılan ıhlamur (*Tilia cordata*), mayıs papatyası (*Matricaria chamomilla L.*), rezene (*Foeniculum vulgare*), sarı kantaron (*Hypericum perforatum*), bahçe nanesi (*Mentha piperita*), zerdeçal (*Curcuma longa*), meyan kökü (*Glychrrhiza glabra*), deve dikenini (*Silybum marianum*), zencefil (*Zingiber officinale*), kuşburnu (*Rosa canina L.*) bitki türlerinde Cu, Zn, Ni, Cd, Fe ve Mn derişimleri sırası ile ; 1,830-0,204 mg/kg, 1,80-0311 mg/kg, 4,164-0,120 mg/kg, 0,327-0,181 mg/kg, 20,059-0,419 mg/kg olarak Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS) ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: AAS, Ağır metaller, Bitkisel çaylar

ABSTRACT

Ms. C. Thessis

DETERMINATION OF SOME HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN HERBAL TEAS

Tokat Gaziosmanpasa University
Graduate School of Education
Department of Chemistry

BERAT ANLAŞ

Supervisor: Prof. Dr. Durali MENDİL

In this thesis work, used as a tea in our country and in many countries due to its healing properties and sold in herbalists in the province of Tokat in plant species (the linden (*Tilia cordata*), the May chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), the fennel (*Foeniculum vulgare*), the St. John's wort (*Hypericum perforatum*), the garden mint (*Mentha piperita*), the turmeric (*Curcuma longa*), the licorice root (*Glycyrrhiza glabra*), the thistle (*Silybum marianum*), the ginger (*Zingiber officinale*) and the rosehip (*Rosa canina* L.)) Cu, Zn, Ni, Cd, Fe and Mn concentrations were determined by Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) as 1,830-0,204 mg/kg, 1,80-0,311 mg/kg, 4,164-0,120 mg/kg, 0,327-0,181 mg/kg, 20,059-0.419 mg/kg, respectively.

Keywords: Atomic Absorption Spectroscopy, Heavy metals, Herbal tea

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
İÇİNDEKİLER	IV
TABLolar LİSTESİ	VIII
ŞEKİLLER LİSTESİ	IX
SİMGELER ve KISALTMALAR	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Çalışılan Bitkiler	3
2.1.1. İhlamur (<i>Tilia cordata</i>)	3
2.1.2. Mayıs papatyası (<i>Matricaria chamomilla</i> L.).....	4
2.1.3. Rezene (<i>Foeniculum vulgare</i>)	5
2.1.4. Sarı kantaron (<i>Hypericum perforatum</i> L.).....	6
2.1.5. Bahçe nanesi (<i>Mentha piperita</i>)	7
2.1.6. Zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>)	8
2.1.7. Meyan kökü (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	9

2.1.8. Devedikeni (<i>Silybum marianum</i>)	10
2.1.9. Zencefil (<i>Zingiber officinale</i>)	11
2.1.10. Kuşburnu (<i>Rosa canina L.</i>).....	12
2.2. Bitkilerden Tıbbi Çay Hazırlama	13
2.2.1. Çay Hazırlama Teknikleri.....	14
2.3. Tıbbi Çayların Fitoterapide Kullanım Alanları.....	14
2.4. Ağır Metaller	15
2.4.1. Krom	15
2.4.2. Bakır.....	15
2.4.3. Mangan	16
2.4.4. Çinko	16
2.4.5. Nikel	17
2.4.6. Kadminyum	17
2.4.7. Demir.....	18
2.5. Ağır Metallerin Doğada Yayılımları	18
2.6. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi	20
2.7. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi.....	20
2.7.1. Işın kaynakları.....	21
2.7.2. Atomlaştırıcılar	22
2.7.2.1. Alevli atomlaştırıcılar.....	22

2.7.2.2. Elektrotermal (alevsiz) atomlaştırıcılar.....	23
2.7.3. Monokromatörler	23
2.7.4. Dedektörler	23
2.8. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisinde Görülen Girişimler	24
2.8.1. Spektral Girişimler	24
2.8.2. Kimyasal Girişimler	25
2.8.3. İyonlaşma Girişimleri.....	25
2.9. Bazı Analitik Kavramlar	26
2.9.1. Doğruluk	26
2.9.2. Kesinlik	26
2.9.3. Duyarlık	26
2.9.4. Gözlenebilme sınırı (LOD)	27
2.9.5. Tayin Sınırı	27
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1. Kullanılan Cihazlar.....	28
3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler	29
3.3. Kullanılan Standart Çözeltiler	30
3.4. Numunelerin Toplanması	30
3.5. Numunelerin Çözünmesi ve Ağır Metal Derişimlerinin Ölçülmesi.....	30
3.5.1. Mikrodalga ile Numunelerin Çözünürleştirilmesi.....	30

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	37
5. KAYNAKLAR.....	41



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2. 1 Çeşitli Endüstri Gruplarından Çevreye Yayılan Ağır Metaller.....	19
Tablo 3. 1 Çalışılan Elementlerin Aas Çalışma Şartları.....	28
Tablo 3. 2 Kullanılan Kimyasal Maddeler Ve Özellikleri.....	29
Tablo 3. 3 Çay Olarak Kullanılan Bitki Numunelerindeki Cu, Zn, Ni, Cd, Fe, Mn Konsantrasyonları (Mg/Kg).....	32
Tablo 3. 4 Standart Referans Maddelerin Analiz Sonuçları (Mg/Kg)	36



ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. <i>Tilia cordata</i> (İhlamur) bitkisinin genel görünümü	3
Şekil 2.2. Aktarda satılan ihlamurun kurutulmuş çiçek ve yaprakları	3
Şekil 2.3. <i>Matricaria chamomilla</i> (Mayıs papatyası) bitkisinin genel görünümü	4
Şekil 2.4. Aktarda satılan Mayıs papatyasının kurutulmuş çiçekleri	4
Şekil 2.5. <i>Foeniculum vulgare</i> (Rezene) bitkisinin genel görünümü.....	5
Şekil 2.6. Aktarda satılan rezene bitkisinin tohumları	5
Şekil 2.7. <i>Hypericum perforatum</i> (Sarı Kantaron) çiçeğinin görünümü	6
Şekil 2.8. Aktarda satılan sarı kantaron bitkisinin kurutulmuş saplı çiçekleri	6
Şekil 2.9. <i>Mentha piperita</i> (Nane) bitkisinin genel görünümü	7
Şekil 2. 10. Aktarda satılan nane bitkisinin genel görünümü	7
Şekil 2. 11. <i>Curcuma longa</i> (Zerdeçal) bitkisinin kökleri.....	8
Şekil 2. 12. Aktarda satılan zerdeçal bitkisinin kökleri.....	8
Şekil 2. 13. <i>Glycyrrhiza glabra</i> (Meyan kökü) bitkisinin genel görünümü	9
Şekil 2. 14. Aktarda satılan meyan kökü bitkisinin kurutulmuş kökleri	9
Şekil 2. 15. <i>Silybum marianum</i> (Devedikeni) bitkisinin genel görünümü	10
Şekil 2. 16. Aktarda satılan devedikeni bitkisinin tohumları.....	10
Şekil 2. 17. <i>Zingiber officinale</i> (Zencefil) bitkisinin kökleri.....	11
Şekil 2. 18. Aktarda satılan zencefil bitkisinin kökleri	11
Şekil 2. 19. <i>Rosa canina</i> (Kuşburnu) bitkisinin genel görünümü	12

Şekil 2. 20. Aktarda satılan kuşburnu bitkisinin kurutulmuş meyveleri	12
Şekil 2. 21. Ağır metallerin doğadaki yayılım şeması	19
Şekil 2. 22. Atomik absorpsiyon spektrofotometresinin şematik gösterimi	21
Şekil 2. 23. Oyuk katot lambası	21
Şekil 2. 24. Elektrotsuz boşalım lambası.....	22
Şekil 3. 1. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Cu derişimleri	33
Şekil 3. 2. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Zn derişimleri	33
Şekil 3.3. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Ni derişimleri.....	34
Şekil 3. 4. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Cd derişimleri	34
Şekil 3. 5. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Fe derişimleri	35
Şekil 3. 6. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Mn derişimleri	35

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

°C

g

kg

m

mg

mL

ppm

Açıklamalar

Santigrad derece

Gram

Kilogram

Metre

Miligram

Mililitre

Milyonda bir birim

Kısaltmalar

AAS

EDL

FAAS

HCL

LD

LQ

Açıklamalar

Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi

Elektrotsuz Boşalım Lambası

Alevli Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi

Oyuk Katot Lambası

Gözlenebilme Sınırı

Alt Tayin Sınırı



1. GİRİŞ

İnsanoğlunun bitkilerle olan ilişkisi ve bitkilerin tedavi amaçlı kullanılması, insanlık tarihi kadar eski olup günümüzde de devam etmektedir. İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmek, beslenmek, barınmak ve şifa bulmak amacıyla doğadaki bitkilerden faydalanmışlardır (Gezgin, 2006). İlkçağa ait kalıntılar, bitkilerin besin ve tedavi amaçlı kullanıldıklarını desteklemektedir (Koçyiğit, 2005).

Teknolojinin ve sanayinin gelişmesi ile, sentetik ve yarı sentetik ilaçların kullanımı da artmıştır. Sentetik ilaçların kullanımından doğan yan etkiler, yol açtıkları tıbbi ve maddi sorunlar bitkisel kökenli tedaviye (fitoterapi) olan ilgiyi arttırmıştır.

Yapılan çalışmalardan, dünya üzerinde bulunan 422.000 bitki türünün 52.885'nin tıbbi bitki olduğu, ülkemizde ise 3.649'u endemik olmak üzere yaklaşık 12.000 bitki türünün bulunduğu, bunlarında 500 kadarının tıbbi amaçlı kullanıldığı ve 200 bitkinin ilaç potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir (Baytop, 1999 ; Nohutçu ve ark., 2019). Ülkemiz, sahip olduğu ekolojik koşullar nedeniyle bir çok bitki türünün ana vatanı konumunda olup, tıbbi ve aromatik bitki ticareti yapan ülkeler arasında yer almaktadır. Ayrıca Marmara, Ege, Akdeniz, Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yayılım gösteren tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen ürünler gıda, sağlık ve kozmetik sektöründe yoğun olarak kullanılmaktadır (Baytop, 1999 ; Nohutçu ve ark., 2019).

Sentetik ilaçlara alternatif olarak kullanılan bitkisel ilaçlar, halk arasında tamamen doğal ve zararsız olarak bilinse de güvenilirliği hakkında çok az bilgi mevcuttur. Özellikle tıbbi bitkilerde ağır metal birikimlerine bağlı olarak toksik etkiler görülmektedir. Çevresel etkiler, bitki koruma ürünleri, gübreler, üretimde kullanılan alet-ekipmanlar, depolama ve dağıtım sırasında kullanılan ambalaj malzemeleri bu bitkilerdeki ağır metal birikimlerinin en önemli nedenleridir (Lozak ve ark., 2002).

Bu çalışmada, birçok ülkelerde geçmişten günümüze kadar ilaç ve iyileştirme özelliklerinden dolayı kullanılan tıbbi-aromatik bitkilerden, Tokat aktarlarında satılan ve çay olarak kullanılan; *Tilia cordata* (Ihlamur), *Matricaria chamomilla* L. (Mayıs Papatyası), *Foeniculum vulgare* (Rezene), *Hypericum perforatum* (Sarı kantaron),

Mentha piperita (Bahçe nanesi), *Curcuma longa* (Zerdeçal), *Glycyrrhiza glabra* (Meyan kökü), *Silybum marianum* (Devedikeni), *Zingiber officinale* (Zencefil), *Rosa canina L.* (Kuşburnu) bitki türlerinde Cu, Mn, Zn, Ni, Cd, Fe derişimleri Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile belirlenmiştir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çalışılan Bitkiler

2.1.1. İhlamur (*Tilia cordata*)

Kışın yapraklarını döken, ilkbahar sonu yaz başında çiçeklenen, boyu 40 m'ye ulaşabilen yüksek ağaçlardır. Dallanması şemsiye şeklindedir. Yaprakları kalp şeklinde olup kenarları dişli ve sapları uzundur. Sarkık çiçek demetlerinde 5-10 adet çiçek bulundurulur. Açılan çiçekler haziran ve temmuz dönemi arasında toplanıp kurutularak çay olarak tüketilir. Dağların etek kısımlarında doğal olarak yetiştiği gibi park ve bahçelerde süs bitkisi olarak da yetiştirilir (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2). Anavatanı Avrupa olan ıhlamur yurdumuzda daha çok Kuzey Anadolu'da bulunur. Eterik yağ, tiliasin, hesperidin, saponinler, provitamin A ve vitamin C ihtiva eder. Şiddetli terletici ve idrar söktürücü özelliğe sahiptir. Spazm çözücü ve antimikrobik etkiye de sahiptir. Karaciğer, böbrek ve mide üşütmelerinde kullanılmaktadır. Bir bardak sıcak suya bir tutam kadar ıhlamur çiçeği konur 10 dk demlendikten sonra süzülerek içilir. Günde üç-dört defa tüketilebilir (Yücel, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



Şekil 2.1. *Tilia cordata* (İhlamur) bitkisinin genel görünümü (Anonim, 2016)



Şekil 2.2. Aktarda satılan ıhlamurun kurutulmuş çiçek ve yaprakları

2.1.2. Mayıs papatyası (*Matricaria chamomilla* L.)

Alman mayıs papatyası olarak da bilinen *Matricaria chamomilla*, yıldız çiçeği familyasının üyesidir. Çiçekleri küçük tek yıllık bir bitkidir. Boyu 10 ile 40 cm arasında değişir. İlkbaharın başında filizlenir haziranın sonunda büyümesini tamamlar, kısa ömürlü bir bitki olup ticari amaçla yetiştirilir. Açılan çiçekleri Nisan-Mayıs aylarında toplanıp kurutularak çay olarak kullanılır (Şekil 2.3 ve Şekil 2.4). Arjantin, Mısır, Slovakya , Çek Cumhuriyeti ve Macaristan mayıs papatyasının önemli üreticilerdendir. Mayıs papatyası etken madde olarak eterik yağ türevleri, flavonoid, flavon glikozitleri, yağ asitleri ve kumarin içerir. Sindirim sistemi üzerindeki rahatlatıcı ve yatıştırıcı etkisi sebebi ile sindirim sistemi rahatsızlıklarında, bakterisit etkisi ile ağız, boğaz ve diş iltihaplarında kullanılır. Lokal olarak da egzema tedavisinde kullanılır. Bir bardak kaynar suya bir çay kaşığı mayıs papatyası konulur. 5-10 dk (Etkiyi arttırmak amacıyla uzun süre demlendirilmesi tavsiye edilir.) demlenerek çay olarak tüketilir (Yücel, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



Şekil 2.3. *Matricaria chamomilla* (Mayıs Papatyası) bitkisinin genel görünümü (Anonim, 2020)



Şekil 2.4. Aktarda satılan mayıs papatyasının kurutulmuş çiçekleri

2.1.3. Rezene (*Foeniculum vulgare*)

Maydonozgiller familyasının üyesi olan rezene bitkisi, çok yıllık olmasına rağmen değerli olduğu için iki yıllık bitki gibi ekilir. Bitkinin altın renkli çiçekleri, 240 cm'ye kadar ulaşabilen boyu ve çizgili bir görüntüsü vardır. Soğuk iklim bitkisi olan rezenenin tüm kısımları yenilebilir. Çay olarak tohumları kullanılır (Şekil 2.5 ve Şekil 2.6). Çin, Hindistan, Mısır, Türkiye, Azerbaycan, Ukrayna ve Kuzey Kafkasya'da yaygın olarak üretilir. Tohumlarla, kolaylıkla çoğalır. İçeriğinde anethol, fenkon içeren uçucu yağ, sabit yağ, fenolik bileşikler, kumarin yer alır. Balgam söktürücü özelliği ile soğuk algınlığı ve öksürüklerde, kolik ağrıları ve adete bağlı kramplarda, gaz giderici etkisi ile sindirim ve üreme rahatsızlıklarında kullanılır. Ayrıca anne sütünü artırıcı özelliği de vardır. Ezilmiş rezene tohumlarından yarım çay kaşığı bir bardak kaynar suya atılır. 10 dakika demlenerek çay olarak tüketilir (Yücel, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



Şekil 2.5. *Foeniculum vulgare* (Rezene) bitkisinin genel görünümü (Anşin, 2019)



Şekil 2.6. Aktarda satılan rezene bitkisinin tohumları

2.1.4. Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.)

Halk arasında binbirdelik otu olarak da bilinen sarı kantaron, *hypericum* türlerinin en iyi bilinenidir. Çok yıllık dik bir bitki olup boyu 60 cm'ye kadar yükselebilir. Dikdörtgen şeklinde yapraklara sahip olan bitki güneşe tutulduğunda yarı saydam benekler ortaya çıkarır. Çiçekleri iri olup sarı ile turuncu arası renge sahiptir (Şekil 2.7 ve Şekil 2.8). Dona dayanıklı olup güneş alan yerlerde daha iyi yetişir. Bol gübreli, kireçli-kumlu toprakları seven bir bitki olup birçok toprakta yetişebilir. Kurutulmuş çiçekleri kullanılır. Anavatanı Avrupa olan sarı kantaron göç hareketleriyle birlikte dünyada geniş yayılış gösteren bir bitki haline gelmiştir. Asya 'da, Kuzey Amerika'da, Arjantin'de, Avustralya'da geniş çapta yetişir. Sarı kantaron, hiperisin ve psödohiperisin, hiperforin, floroglusinoller, tanen, fenolik asit, steroller olmak üzere farklı sınıflara dahil birçok sekonder metabolit içerir. Sarı kantaron, hafif ve orta şiddetteki depresyonun tedavisinde yaygın olarak kullanılır. Aynı zamanda aktif bileşiklerinden biri olan hiperisinin de HIV ve uçuğa neden olan olan virüs enfeksiyonlarına karşı etkili şekilde kullanılmaktadır. Bir bardak kaynamış suya bir çay kaşığı sarı kantaronu ilave edip 5-10 dk demlenerek günde iki-üç kere yemekten önce tüketilir (Çırak ve Kurt, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



Şekil 2.7. *Hypericum perforatum* (Sarı Kantaron) çiçeğinin görünümü (Anonim, 2021)



Şekil 2.8. Aktarda satılan sarı kantaron bitkisinin kurutulmuş saplı çiçekleri

2.1.5. Bahçe nanesi (*Mentha piperita*)

Aromatik bir bitki olan bahçe nanesi, oldukça geniş çeşitliliğe sahip olup, kullanılan yöntemler ile çeşit sayısı artırılarak gerçekte var olan 25 tür 2300'e kadar yükseltilmiştir. Parlak yapraklara sahip, 50-90 cm'e kadar uzayabilen çok yıllık bir bitki olan nane, filizleri sayesinde toprağa yayılır. Toprak üstü kısımları oldukça hoş kokuludur. Hoş kokusunun yanı sıra, barındırdığı değerli kimyasal içeriği sayesinde geniş bir yayılım gösterir (şekil 2.9 ve şekil 2.10). Çin, Hindistan, Kanada ve Almanya üretim potansiyeli yüksek olan yerlerdir. Yetiştiriciliği oldukça kolay olan nane, serin ve nemli toprakları sever. Toprak üstü kısımları kısımları özellikle yaprakları kuru ve yaş olarak kullanılır. Mentol, menton ve mentol asetat içerir. *Mentha piperita*, hazımsızlık ve bağırsak sendromu gibi sindirim sistemi rahatsızlıklarında, soğuk algınlığında, öksürük ve solunum sistemi rahatsızlıklarında kullanılır. Bir ay kaşığı kurutulmuş nane bir bardak kaynar suya eklenip 10 dakika demlenerek çay olarak tüketilir.. Yemeklerden sonra içilmesi tavsiye edilir (Yücel, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



şekil 2.9. *Mentha piperita* (Nane) bitkisinin genel görünümü (Anonim, 2016)



şekil 2.10. Aktarda satılan nane bitkisinin kurutulmuş yaprakları

2.1.6. Zerdeçal (*Curcuma longa*)

Görünüşü boğumlu bir parmağa benzeyen zerdeçal, taze iken sahip olduğu turuncu rengiyle tanınır. Özellikle, kök-sap bölümü kurutulup toz haline getirilince sarı-turuncu bir renk alır (Şekil 2.11 ve Şekil 2.12). Çok yıllık olmasına rağmen üreticiler tarafından genellikle tek yıllık olarak yetiştirilir. Kök ve sap bölümü kurutularak tüketilir. Gevşek, verimli, organik maddece zengin, hafif asidik topraklarda, sıcak ve nemli iklimlerde yetişir. Güney Asya kökenli olup Hindistan, Endonezya ve Çin’de yetiştirilir. Rezin, uçucu yağ, curcumin içerir. Özellikle sindirim sistemi rahatsızlıklarında çok kullanılır. Etken madde kurkumin nedeniyle Crohn hastalığı ve ülseratif kolit de yaygın olarak kullanılır. Ayrıca, yapılan bilimsel araştırmalarda kurkumin’in, Alzheimer hastalığında görülen beyindeki protein parçalarının oluşturduğu plakların birikmesini engellediği görülmüştür. İki bardak kaynamış suya bir çay kaşığı toz zerdeçal eklenip yaklaşık 10 dk demlenerek tüketilir (Yücel, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



Şekil 2.11. *Curcuma longa* (Zerdeçal) bitkisinin kökleri (Anonim, 2020)



Şekil 2.12. Aktarda satılan zerdeçal bitkisinin kökleri

2.1.7. Meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*)

Boyu 1-2 metre uzunluğuna kadar çıkabilir, oval küçük yapraklara sahip, rizomlu çok yıllık bir bitkidir. Bezelyeyi andıran küçük çiçekleri sarı, mavi ya da mor renge olabilmektedir (Şekil 2.13 ve Şekil 2.14). Kök ve gövde kısmı kurutularak kullanılır. Avrupa'nın Güney ve Doğu kesimlerinde ve kıtanın tamamında yaygın olarak yetişir. Kök çeliği ya da rizomların kesilmesi suretiyle üretimi yapılır. Ayrıca iyi hazırlanmış tohum yataklarında da yetiştirilebilir. Nemli ve kumlu topraklar, bitki için en verimli topraktır ve büyümelerini güçlü bir şekilde hızlandırır. Uçucu yağlar, triterpenik saponinler, zamk, glycyrrhizin gibi birçok etkin madde bulunduran meyan kökü, antiviral etkiye sahiptir. Gastrit, ülser, mide ekşimesi, öksürük, boğaz ağrısı, hazımsızlık gibi rahatsızlıklarda yaygın olarak kullanılır. Meyan kökü bitkisinin kök kısımları çay yapımında kullanılır. 1-2 çay kaşığı doğranmış kök iki bardak kaynar suya atılır. 10 dakika kaynatılıp soğutulduktan sonra çay olarak tüketilir. Bir haftadan uzun süre kullanılmamalıdır (Yücel, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



Şekil 2.13. *Glycyrrhiza glabra* (Meyan Kökü) bitkisinin genel görünümü (Anonim, 2011)



Şekil 2.14. Aktarda satılan meyan kökü bitkisinin kurutulmuş kökleri

2.1.8. Devedikeni (*Silybum marianum*)

Devedikeni (*Silybum marianum*), iğneli, mor renkli çiçeklere ve heybetli bir görünüme sahiptir. Boyu 1,5 m'ye kadar uzayabilen tek ya da çok yıllık dikenli bir bitkidir (Şekil 2.15 ve Şekil 2.16). Tepesinde kümelenmiş çiçeklere sahip olup bitkinin bütün kısımları yenilebilir. Akdeniz bölgesi doğal yetiştirme alanını oluşturur. Kuzey ve Güney Amerika'nın Akdeniz iklimiyle örtüşen kesimlerinde fazlasıyla yetiştirilir. Tohumları çay olarak tüketilir. Silymarin türevleri, rezin, tanen, poliasetilen, flavonoid türevleri ve müsilaj içerir. Devedikeni bitkisinin içeriğinde bulunan silymarinin karaciğeri zararlı etkilere karşı koruyucu özelliğe sahiptir. Mantar zehirlenmelerinde silymarin içeren preparatlar panzehir olarak kullanılmaktadır. Ezilmiş devedikeni tohumu bir bardak kaynamış suya bir çay kaşığı kadar atılır. 10 dk kadar demlenerek çay olarak tüketilir (Yücel, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



Şekil 2.15. *Silybum marianum* (Devedikeni) bitkisinin genel görünümü (Anonim, 2013)



Şekil 2.16. Aktarda satılan deve diken bitkisinin tohumları

2.1.9. Zencefil (*Zingiber officinale*)

Kökeni tam olarak bilinmeyen bir bitki olan zencefil, bulunduğu familyanın en bilinen üyesidir. Yabani çeşitlerine rastlanılmamış olan bitkinin belirgin kokusu ve aroması içeriğinde bulunan uçucu yağlardan gelir. Çok yıllık olup, dirençli ve uzunluğu yarım metreye kadar ulaşabilen otsu bir bitkidir. Ticari amaçla kullanılan ve değerli olan köksapları yerin altında bulunur (Şekil 2.17-18). Kök ve sapları kullanılan zencefil, tomurcukla çoğalan, nemli ve zengin topraklarda, güneşli ortamlarda kolay yetişir. Anavatanı Asya olup Avustralya, Japonya, Jamaika, Güney Amerika'da üretilir. Rezin, oleorezin, uçucu yağ, müsilaj bulunur. Mide bulantısı, sindirim sorunları, eklem iltihabları, soğuk algınlıkları, grip ve baş ağrısı tedavilerinde kullanılır. Yarım çay kaşığı zencefil tozu bir bardak kaynamış suya eklenip demlenir. 10 dk bekletilip süzülerek çay olarak hazımsızlık ve mide bulantısı sorunlarında yemeklerden sonra 1 bardak tüketilir (Yücel, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



Şekil 2.17. *Zingiber officinale* (Zencefil) bitkisinin kökleri (Parlar, 2016)



Şekil 2.18. Aktarda satılan zencefil bitkisinin kökleri

2.1.10. Kuşburnu (*Rosa canina* L.)

Kuşburnu, sert hava koşullarına dayanıklı, bakım istemeyen, 5 m'ye kadar uzayabilen çalı formunda odunsu bir bitkidir. Rizomlu olmaları onları olumsuz koşullara dayanıklı hale getirmiştir (Şekil 2.19 ve Şekil 2.20). Ülkemiz toprakları, bitkinin en çok çeşitlilik gösterdiği yerdir. Anavatanı Batı Asya olup Kafkasya, Kazakistan, Kırgızistan, Avrupa ve birçok ülkeyi içine alan geniş bir alanda doğal olarak yetişmektedir. Meyvesi çeşitli şekillerde kullanılır. İçeriğinde doymamış yağ asitleri, oleik, linoleik, linolenik asit, beta karoten, C vitamini, omega-3 içermektedir. Raşitizm, hemoroid, romatizmal rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Kuşburnunun tedavide önemli yer tutmasında içeriğinde C vitamini bulunmasıdır. İnsan vücudu C vitaminini sentezleyemez ve günlük olarak ortalama 50-60 mg C vitaminine ihtiyaç duyar. Zararlı radyoaktif ışınların meydana getirdiği hastalıklarda, geç iyileşen yaralarda, kemik kırılmalarında, enfeksiyon rahatsızlıklarında C vitamini içeren kuşburnu meyvesi sıkça tüketilmektedir. Meyvesi gıda, ilaç, boya ve parfüm endüstrisinde de kullanılmaktadır. Kurutulmuş 10 g kadar meyve iyice parçalanır ve bir bardak sıcak suya dökülerek yaklaşık 20 dk demlenir. Süzülerek çay olarak tüketilir (Koçan, 2010; Yücel, 2014; Johnson ve ark., 2017; Zeynalov, 2017).



Şekil 2.19. *Rosa canina* (Kuşburnu) bitkisinin genel görünümü (Anonim, 2020)



Şekil 2.20. Aktarda satılan kuşburnu bitkisinin kurutulmuş meyveleri

2.2. Bitkilerden Tıbbi ay Hazırlama

Tıbbi ay hazırlamak için kullanılabilecek bitki sayısı oldukça fazladır. Ülkemizde en çok ıhlamur, nane, kuşburnu, rezene, papatya, zencefil, meyan kökü, zerdeçal, sarı kantaron gibi bitkilerin droglarından tıbbi çay hazırlamada faydalanılmaktadır. (Akgl ve nver 2001).

Tıbbi aylar tek bir bitkisel kaynaklı hammaddeden oluşabileceği gibi birkaç drogun karışımından da oluşabilir. Birden fazla drogdan oluşan çaylarda; ana drog asıl etkiyi oluşturur, yardımcı drog ana drogun etkisini artırır veya tamamlar, tat düzeltici veya renk verici droğun acı tadını ve rengini düzeltir, hacim artırıcı drog ise çay karışımının uzun süre homojen kalmasını sağlar. Bu tip karışım aylarında yardımcı drogun en fazla iki tane olması istenir ki ana drogun etkili olup olmadığı ortaya çıksın. Tat düzeltici veya renk verici drogunda ana droga benzer etkiler gösteren ve aynı zamanda tadı ve rengi düzeltebilecek bitkilerden seçilir. Hacim tamamlayıcı drog ise çay karışımındaki bitkilerin hazırlanma safhasından son tüketimine kadar homojen kalmasını sağlar. ayların kullanıma hazırlanmasında bileşimindeki drogların özellikleri dikkat alınarak sıcak suda demlenerek, suda kaynatılarak ve suda bekletilme yöntemlerinden biriyle hazırlanır (Kökdil, 2002). Tıbbi aylar günlük ihtiyaç karşılayacak miktarda hazırlanmalı, ertesı güne bırakılmamalıdır. Çünkü ayın hem etkisi azalır hem de tadı değişir (Kökdil, 2002; Akgl ve nver, 2001).

2.2.1. Çay Hazırlama Teknikleri

2.2.1.1. İnfüzyon Tekniği: Bitkinin çiçek ve ince yaparak gibi yumuşak kısımlarının kullanıldığı tekniktir. Uçucu yağ taşıyan bitkilerde bu yöntem tercih edilir. Kabaca, bir yemek kaşığı drog veya drog karışımına bir bardak kaynar suya ilave edilir. Ağzı kapatılarak 5-10 dk bekletilip süzülerek çay hazırlanır (Kökdil, 2002).

2.2.1.2. Dekoksiyon Tekniği: Bitkinin kabuk, kök, tohum ve meyve gibi sert kısımlarının kullanıldığı tekniktir. Etken maddenin suya geçişini artırmak için bu yöntem tercih edilir. Kabaca bir yemek kaşığı drog veya drog karışımına bir bardak soğuk suya ilave edilip ısıtılır. Kaynama başladıktan sonra 5-10 dk süreyle kısık ateşte kaynatmaya devam edilir sonrasında süzülerek çay kullanıma hazırlanmış olur (Kökdil, 2002)

2.2.1.3. Maserasyon Tekniği: Müsilaj içeren bitkiler için kullanılan tekniktir. Drog veya drog karışımına su konur ağzı kapatılıp karanlık ortamda, oda sıcaklığında 6-8 saat bekletilir. Sonrasında süzülerek kullanıma hazırlanır (Kökdil, 2002).

2.3. Tıbbi Çayların Fitoterapide Kullanım Alanları

Bitkiler yaşamlarını sürdürebilmek için, genetik özelliklerine göre biyolojik olarak aktif kimyasal maddeler üretirler. Fitokimyasallar dediğimiz bu maddeler yeterli miktarda ve sürede vücuda alındığında hastalıklardan korunma, günlük rahatsızlıkları iyileştirme ya da yapılmakta olan tedaviyi destekler nitelikte etki gösterirler. Son yıllarda insanların sağlığını korumak ve hayat kalitesini artırmak için, diyet düzeninde meydana getirdiği değişiklikler, çeşitli fonksiyonel özelliklere sahip fitokimyasallar içeren bitkilerin kullanımını yaygınlaştırmıştır. Tamamlayıcı ve destekleyici olarak kullanılan fitokimyasalların piyasada kapsül, draje, tablet gibi farmasötik formları bulunsa da en yaygın kullanımlarından biri, hazırlanışının kolay olması nedeni ile tıbbi çaylardır. Tıbbi çayların antioksidan, antikanserojen, antiaging, antienflamatuvar, antimikrobiyal etkinlikleri vardır (Zhao ve ark., 2013). Bitki çayları, gastrointestinal rahatsızlıklar (iştah açıcı, kabızlığı giderici, ishal kesici, gaz söktürücü, spazm çözücü vb.), psikosomatik hastalıklar (sinirlilik, uykusuzluk vb.), soğuk algınlığı ve konjestiyon (öksürük kesici, antiseptik, tahriş azaltıcı, gargara vb.), üriner sistem rahatsızlıkları

(idrar söktürücü, idrar yollarını dezenfekte edici) ve menstural şikayetlerde (özellikle adet düzensizlikleri ve ağrılarında) geniş ölçüde kullanılmaktadır. Halk hekimliğinde bitki çaylarının daha yaygın kullanım alanları da vardır (Arslan, 2016).

2.4. Ağır Metaller

Ağır metaller, çevre kirliliğine neden olmaları ile son yıllarda yaygın olarak kullanılan bir terim olup yoğunluğu 5 g/cm^3 'den büyük olup düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki gösterebilen metaller olarak tanımlanmaktadır. Ağır metallerin en çok endüstriyel faaliyetler sonucu çevreye yayılırlar (Kahvecioğlu ve ark., 2003).

2.4.1. Krom

Sert, dayanıklı olması ve erime noktasının yüksek olmasından dolayı, çeliği sertleştirmede ve Ni ile beraber kullanılarak paslanmaz çelik yapımında kullanılır. Krom doğada +3 değerlikli halde bulunup indirgenme reaksiyonuyla +6 değerlik alır. Organizmada insülinin etkinliğini destekleyen krom kandaki glukoz seviyesinin normal düzeylerde kalmasını sağlar. Günlük ortalama 30-200 μg alınması yetişkin bir insanın günlük krom ihtiyacını karşılar (Kahvecioğlu ve ark., 2003).

Kromun +6 değerlikli şeklinin biyolojik membranlardan +3 değerlikli şekline göre daha kolay geçmesi nedeniyle Cr^{+6} 'yı daha toksik kılar. Akciğer, prostat ve mide kanserine neden olur (Anonymous., 2001).

2.4.2. Bakır

Bakır, hayvansal organizmalar için ihtiyaç duyulan önemli bir eser elementtir. Katalaz, dopamin beta hidroksilaz, peroksidaz, sitokrom peroksidaz ve seruloplazmin gibi enzim ve glikoproteinlerin yapısında bulunur (Anonymous., 2001). Oksidatif enzimlerin yapısında bakırın yer alması enerji üretimi ve organik maddelerin parçalanmasında görevli olduğunu gösterir (Sorenses, 1991).

Bakırın kimyasal etkisi, formuna ve organizmanın büyüklüğüne göre farklılık gösterir. Basit ve küçük canlılarda toksik etki gösterirken kompleks organizmalarda temel yapı taşı olarak görev yapar. Bakır ve bileşikleri biosit, fungusit ve pestisit olarak tarımda sıklıkla kullanılır (Anonymous., 2001).

Bakırın emilimi en fazla ince bağırsakta olur. Sindirim sisteminden emilen bakırın büyük bir kısmı albumine az bir kısmı da histidinle bileşik oluşturup karaciğere taşınır (Cartwrigth, 1977). Karaciğer, kalp, beyin ve böbrek vücudumuzda bakırın en fazla biriktiği organlardır. Dışkı ve idrar yoluyla vücuttan dışarı atılır. Vücutta fazla bakır Wilson Hastalığı ve bakır zehirlenmesine sebep olur. Bakır eksikliğinde ise Menkes Sendromu ortaya çıkar. Bu sendrom sonucunda vücut ısı azalır, saçlar beyazlaşır, beyin hücrelerinde hasar oluşur ve büyüme yavaşlar (Özgünen ve ark., 1997).

2.4.3. Mangan

Ağır metaller içerisinde toksik etkisi en az olan metallerdendir ve yeryüzünde geniş bir dağılımı vardır. Mangan, organizmadaki enzimlerin yapısında bulunan esansiyel bir elementtir. Eksikliğinde solunum, üreme ve sinir sistemi rahatsızlıkları görülmektedir. Demir-çelik fabrikaları, güç santralleri, maden yatakları başlıca kaynaklarıdır. İnsan vücuduna fazla alındığında özellikle karaciğer, böbrek ve pankreasta birikir. Aşırı mangan alımında nörolojik ve psikiyatrik bozukluklar ortaya çıkar (Köstekci, 2017; İpek, 2016).

2.4.4. Çinko

Çinko, atom numarası 30, yoğunluğu 7,14 g/cm³, kaynama noktası 907 °C olan mavimsi gri renkteki geçiş elementidir. Hava, toprak ve suda yaygın bir şekilde bulunur. Çinko miktarı insan faaliyetleri ile orantılı olup, metallerin kaplama işlemlerinden, madencilik ve sentetik fiber üretiminden kaynaklanmaktadır (Brayn, 1971).

Çinko, insanlar, bitkiler ve hayvanlar için gerekli esansiyel elementlerden biri olup canlı organizmanın gelişmesi, bağışıklığın güçlenmesi, yaraların iyileşmesi, hücrelerin çoğalması, karbonhidrat, yağ ve protein sentezi için önemlidir (Türkoğlu, 2008).

İnsan vücuduna yetersiz alındığında bağışıklığın düşmesi, iştah da azalma, yara iyileşmesinde gecikme, tat ve koku duyularında azalma görülmektedir (Kahvecioğlu ve ark., 2004; Çalışkan, 2005).

2.4.5. Nikel

Nikel, periyodik cetvelde geçiş metalleri içinde bulunan oldukça sert yapılı bir elementtir. Oksitlenmeye karşı dayanıklılığı nedeni ile madeni paralarda, çelik endüstrisinde, pil ve akülerin yapımında yer almaktadır. Bitkisel yağların hidrojenizasyonunda katalizör olarak kullanıldığından çikolata ve yağların içerisinde nikel saptanmıştır. En fazla kontaminasyon kaynağı bu yağlardan olmaktadır. Beslenme yoluyla alınan nikelin büyük bir kısmı emilmeden dışkı ile dışarı atılır. Nikel kaynaklı zehirlenme ender rastlanan bir durumdur (Dağhan, 2011). Küpe, kolye, bilezik, saat kayışı gibi takılar nikel veya alaşımı içermesinden dolayı özellikle kadınlarda nikel alerjisi görülmüştür. Nikelin vücut için bilinen bir görevi olmayıp orta derecede zehirleyicidir (Kahvecioğlu ve ark., 2004).

2.4.6. Kadmiyum

Kadmiyum, parlak, gümüşü, yumuşak ve hareketli bir metaldir (Türkoğlu, 2008). Kadmiyum endüstride yaygın kullanım alanı olan metaldir. Elektrik, pil, akü, seramik, bakır rafinesi, boya ve gübre sanayinde yaygın olarak kullanılır (Çınar, 2008; Türkoğlu, 2008). Kadmiyum diğer ağır metaller içinde suda çözünme oranı en yüksek metaldir. Bu yüzden doğada ki yayılım hızı yüksektir (Kahvecioğlu ve ark., 2003; Türkoğlu, 2008).

Kadmiyum kirliliği olan tarım topraklarında yetişen ürünler, bu ürünlerle beslenen hayvanlar, kadmiyum karışmış içme suları ile insan vücuduna alınırlar. Absorpsiyonu ve insan vücudunda yarılanma ömrü yüksek olan kadmiyum, ilerleyen yaşla orantılı olarak böbrek ve akciğerde birikim gösterir. Kadmiyum birikimi yüksek tansiyona, kronik akciğer rahatsızlıklarına ve kemiklerde sorunlara neden olur (Alacabey, 2014; Asri ve ark., 2006).

Japonya'da 1950 yılında, kurşun-çinko işletmesinden çıkan kadmiyum tozlarının pirinç yetiştirilen toprakları ve içme sularını kirlilemesi sonucu bu ülkedeki 200 kişide ağır kadmiyum zehirlenmesi, böbrek bozukluğu ve iskelet rahatsızlıkları görülmüştür (Asri ve ark., 2006).

2.4.7. Demir

Yer kabuğunda alüminyumdan sonra en fazla bulunan ikinci element olan demir, doğada serbest olarak bulunmaz. Doğada oksit, sülfür ve karbonat bileşikleri halinde bulunur. Element halindeki demire sadece meteorların yapısında görülmektedir (Bebek, 2001; Tuncay, 2007). Topraktaki demir, akarsu, nehir göl ve denizlerle taşınmaktadır. Ayrıca demirin en önemli kaynaklarından biri de endüstriyel atıklardır (Tuncay, 2007).

Demir, oksijenin kanda taşınmasını sağlayan alyuvar hücrelerinde ki hemoglobinin en önemli yapıtaşdır. Eksikliği halinde hücrelere yeterli oksijen taşınması mümkün olmadığından halsizlik, çabuk yorulma ve bağışıklığın düşmesi gibi belirtiler ortaya çıkar. Ayrıca demir vücudumuzda sitokrom, peroksidaz ve kataliz enzimlerinde kofaktör olarak da görev yapmaktadır (Alhas, 2007).

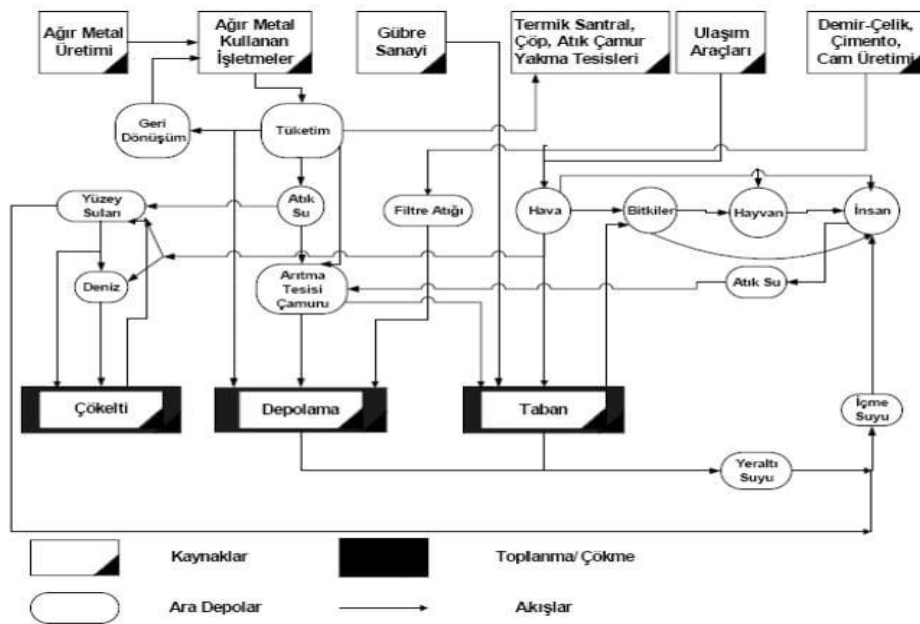
Vücut ağırlığına göre 20-60 mg/kg kadar alındığında akut zehirlenme belirtilerine rastlanmakta olup yaklaşık olarak vücut ağırlığına göre 200-250 mg/kg kadar alındığında ise ölümcül olmaktadır (Seven ve ark., 2018).

2.5. Ağır Metallerin Doğada Yayılımları

Ağır metallerin doğadaki yayılımının en önemli nedeni endüstriyel faaliyet gösteren sanayi kuruluşlarıdır. Çeşitli sanayi sektörlerinden doğaya salınan metal türleri Tablo 2.1’de yer almaktadır (Rether, 2002). Ayrıca doğaya bırakılan ağır metallerin ekolojik sistemdeki yayılma yolları da Şekil 2.21’ de gösterilmiştir (Kahvecioğlu ve ark., 2003).

Tablo 2. 1 Çeşitli endüstri gruplarından çevreye yayılan ağır metaller (Rether, 2002)

Endüstri	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn
Kağıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	-
Petrokimya	+	+	-	+	-	+
Klor-alkali Üretimi	+	+	-	+	-	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+
Demir-Çelik Sanayi	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi (Termik)	+	+	+	+	+	+



Şekil 2.21 Ağır metallerin doğadaki yayılım şeması (Kahvecioğlu ve ark., 2003)

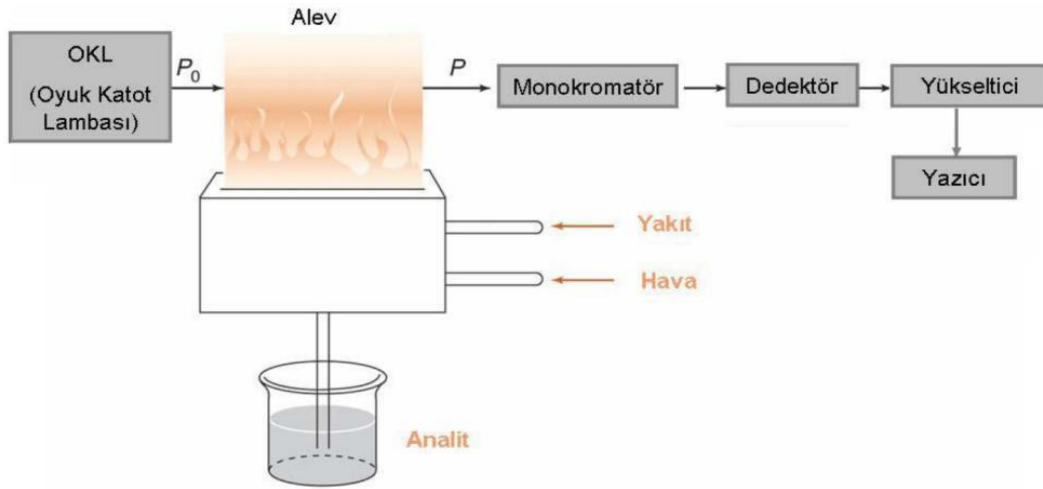
2.6. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi

Atomik absorpsiyon spektroskopisi, birçok metal ve yarı metalin eser miktarlarının hem kalitatif hem de kantitatif analizi için yaygın olarak kullanılan enstrümental analiz tekniğidir. Nötr ve temel haldeki analiz metal atomlarının buharları üzerlerine gönderilen belirli dalga boyundaki elektromanyetik ışımayı absorplaması ilkesine dayanır (Welz ve ark., 1999). Atomik absorpsiyon spektroskopisi teorisi ilk olarak 20. yüzyıl başlarında bazı fizikçi ve astrofizikçiler tarafından ortaya çıkarılmıştır. Oyuk katot lambasının Avustralya’da 1955 yılında icat edilmesiyle atomik absorpsiyon spektrofotometresi analitik amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır (Walsh, 1955).

2.7. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi

Atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile bir elementin analizi için o element önce nötr atom hale getirilir, gaz fazına dönüştürüldükten sonra elektromanyetik ışın yoluna püskürtülmesi ile yapılır. Temel enerji düzeyindeki atomları bu ışını absorplaması ile, kararsız uyarılmış enerji düzeylerine geçerler. Absorpsiyon şiddeti temel enerji düzeyindeki atom sayısına bağlıdır. Oda sıcaklığında uyarılmış enerji düzeyindeki atom sayısı, temel enerji düzeyindeki atom sayısının yanında ihmal edilebilecek kadar az olduğu için absorpsiyon miktarı temel düzeydeki atom sayısına bağlıdır (Armağan, 2000). Atomik absorpsiyon spektrofotometrelerinin temel bileşenleri; ışın kaynağı, atomlaştırıcı, monokromatör, dedektör ve sonuçları veren göstergedir (Wellz, 1999; Skoog ve ark., 1998).

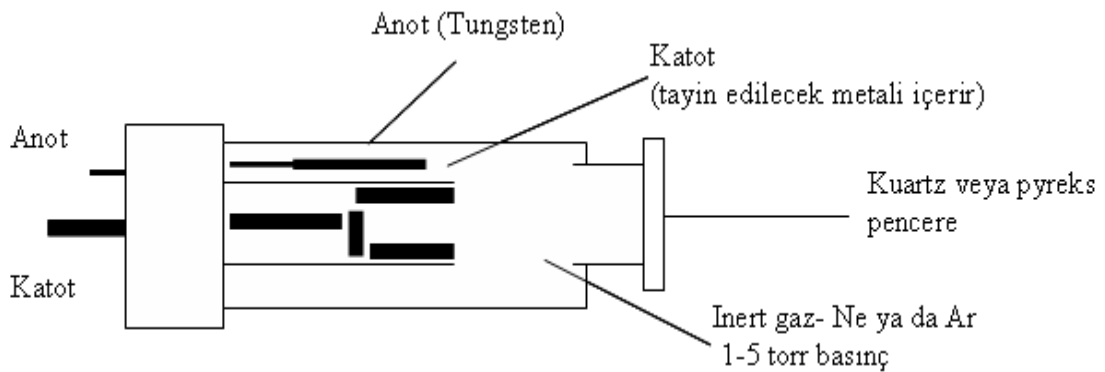
1960 yılında piyasaya çıkan ilk cihazlarda alevli atomlaştırıcılar kullanılmıştır (Prichard ve ark., 1996). Şekil 2.22’ de alevli atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazının şematik gösterimi verilmiştir.



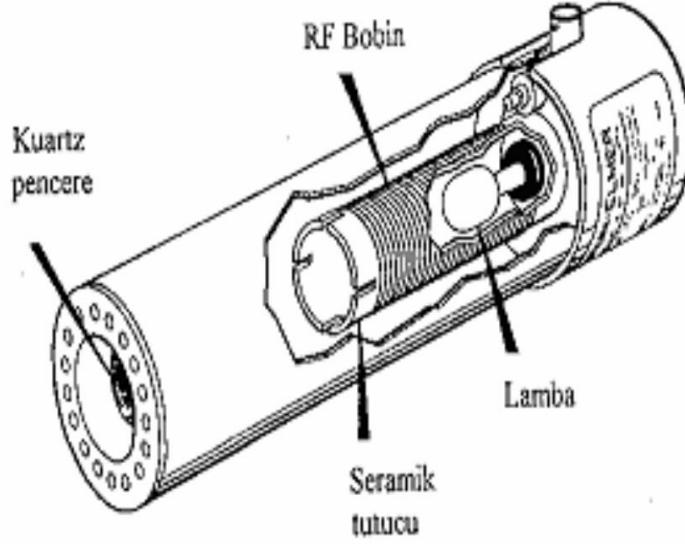
Şekil 2.22. Atomik absorpsiyon spektrofotometresinin şematik gösterimi (Aydın, 2008)

2.7.1. Işın kaynakları

Işın kaynaklarının atomik absorpsiyon spektrofotometresindeki görevi, numunedeki atomların absorplayacağı dalga boyundaki ışınları yayarak temel enerji düzeyindeki atomları uyarmaktır (Welz, 1985). Atomların absorpsiyon spektrumları dar hatlardan oluştuğu için AAS’ de kullanılan ışık kaynakları da bu dar hatlarda emisyon yapmalıdır. AAS’ de en çok kullanılan ışık kaynakları oyuk katot lambaları (HCL), yüksek ısımalı oyuk katot lambaları, elektrotsuz boşalım lambaları (EDL), buhar boşalım lambaları ve sürekli ışık kaynaklarıdır (Garbos, 2000). AAS’ de en yaygın kullanılanları oyuk katot ve elektrotsuz boşalım lambalarıdır (Gündüz, 1990).



Şekil 2.23. Oyuk katot lambası (Aydın, 2008)



Şekil 2.24. Elektrotsuz boşalım lambası (Özkaynak, 2014)

2.7.2. Atomlaştırıcılar

Örnek çözeltisi içerisindeki iyon ve moleküllerden, analiz edilecek elementin temel enerji düzeyindeki atom buharlarının oluşturulduğu kısımdır. Absorpsiyon hücresi olarak da bilinir. Analizin başarılı olabilmesi için analiz çözeltisindeki incelenen elementin temel seviyede ve gaz fazında olması gereklidir. Bu yüzden atomlaştırıcılar, atomik absorpsiyon spektrofotometresinin en önemli bileşenidir. Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde atomlaştırıcılar alevli ve alevsiz (elektrotermal) atomlaştırıcı olarak ikiye ayrılır (Yıldız ve ark., 1997).

2.7.2.1. Alevli atomlaştırıcılar

Alevli atomlaştırıcılar; atomik absorpsiyon, emisyon ve floresans spektroskopisinde kullanılır (Gündüz, 2005). Yanıcı gazın, yakıcı gazın ve örneğin karıştırma bölgesinde bir araya gelmesiyle aerosol oluşturan ön karıştırmalı alevli atomlaştırıcılar daha çok tercih edilmektedir. Aerosol aleve girmeden önce büyük damlacıklar engelleyiciler tarafından tutularak dışarıya atılır. Başlangıçtaki örneğin yaklaşık %5' i aerosol olarak aleve ulaşabilir. Aleve giren damlacıkların çözücüsü buharlaşır ve katı hale geçer

sonrakalan katı buharlaşarak temel enerji seviyesindeki atomlarına ayrışır (Harris, 2015).

Alevli atomlaştırmalarda numunenin tamamının kullanılamaması ve atomların alev içerisinde kalma sürelerinin çok az olmasından dolayı hassasiyetleri düşüktür (Gündüz, 2005).

2.7.2.2. Elektrotermal (alevsiz) atomlaştırmacılar

Elektrotermal atomlaştırmacılar, grafit bir kapsül içinde elektriksel olarak ısıtılan, merkezinde numune verilmesi için deliğe sahip olan grafit boruya numunenin birkaç mikrolitresinin verildiği atomlaştırmacıdır. Bu sistemde numune önce düşük sıcaklıklarda kurutma işlemi yapıldıktan sonra yüksek sıcaklıklarda kül edilir. Kül edilme işleminden sonra, sıcaklık 3000 °C 'ye kadar çıkarılıp atomlaşma gerçekleştirilir. Kısa sürede numunenin tamamının atomlaştırması ve bu atomların optik yolda daha uzun süre kalması, az miktardaki analiz örneğinin yüksek duyarlılıkta analizini sağlar (Skoog ve ark., 2013).

2.7.3. Monokromatörler

Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde monokromatörün görevi ölçülen hattı , ışık kaynağından gelen emisyonlardan ve dolgu gazlarından gelen diğer hatlardan ayırt etmektir. Monokromatörler, iki slitten ve dağıtıcı bileşenden oluşurlar. Plazma-AES' nin aksine AAS 'de monokromatörün çözme gücü çok önemli değildir (Lajunen ve Peramaki, 2004).

2.7.4. Dedektörler

Işın sinyallerini elektrik sinyallerine dönüştüren cihazlardır. Bu durum için, foto çoğaltıcı tüpler kullanılır. Foto çoğaltıcı cihazlar, fotokatot, dinot ve anotta oluşur. Fotokatot yüzey kolayca iyonlaşabilen antimon, bizmut ve/veya gümüş içeren metal alaşımlarla kaplıdır. Yeterli enerjiye sahip fotonların fotokatot yüzeye çarpması sonucu kopan elektron, uygulanan gerilim ile hızlandırılarak birinci dinoda çarptırılır ve çok sayıda elektron koparılır. Bu kopan elektronlarda sıradaki diğer dinotlara çarptırılmak suretiyle tekrarlanır. Sonuçta sayıları git gide çoğalan elektronlar anotta toplanır ve

elektrik akımına dönüştürülür. Dedektöre ulaşan düşük ışık şiddetleri bile elektrik sinyallerine dönüştürülür (Lajunen ve Peramaki, 2004; Welz ve Sperling, 1999).

2.8. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisinde Görülen Girişimler

AAS'de sinyali değiştiren etkilere girişim adı verilir. 3 çeşit girişim bulunmaktadır. Bunlar;

- 1) Analitin absorpsiyon ve emisyon çizgisinin, girişim yapan türün absorpsiyon veya emisyon çizgileriyle örtüştüğü ya da bu örtüşmenin monokromatörün ayırt edemeyeceği kadar yakın olduğu durumlarda meydana gelen spektral girişimler,
- 2) Analitin atomlaşması esnasında meydana gelen kimyasal tepkimeler sonucunda ortaya çıkan kimyasal girişimler,
- 3) Analitin atomlarının iyonlaşması neticesinde görülen iyonlaşma girişimleri gözlemlenir. Girişim kaynağını uzaklaştırarak veya aynı girişimleri veren standartlar hazırlayarak görülen girişimler düzeltiler (Harris, 2015; Skoog ve ark., 2013).

2.8.1. Spektral Girişimler

Atomik absorpsiyon spektroskopisinde analizi yapılan elementten başka, yabancı bir atomun veya taneciğin verdiği spektral çizgi ile analizi yapılanın verdiği spektral çizginin üst üste binmesi veya yakınına düşmesi sonucunda ortaya çıkan girişimlerdir. Modern monokromatör kullanılması veya analizi yapılan elementin farklı dalga boyundaki ışığının kullanılması bu tarz girişimleri düzeltebilir.

Diğer spektral girişim ise alevli atomlaştırıcılarda, meydana gelen partiküller ve moleküllerin, dedektöre ulaşan ışın şiddetinde meydana getirdikleri azalmalardır. Partiküllerin ışın kaynağından gelen ışınları saçması, moleküllerin ise geniş absorpsiyon bantları vermesinden dolayı dedektörün ölçtüğü ışın şiddeti düşer ve analizi yapılacak elementin konsantrasyonu daha fazla bulunur. Bu girişimlerin önlenmesi için alevli atomlaştırıcılarda, yüksek sıcaklıktaki alevler kullanılır. Eğer girişim yapan madde biliniyorsa, radyasyon tamponu hazırlama tekniği yapılır. Elektrotermal

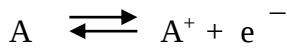
atomlaştırmalarda bu tarz girişimleri önlemek için yüksek saflıkta grafit kullanımı ve Zeeman zemin düzeltme metodu kullanılır (Gündüz, 2005).

2.8.2. Kimyasal Girişimler

Tayini yapılacak atomla, numune çözeltisi içerisinde veya atomlaştırmacı ortamında bulunan serbest atom ve iyonların reaksiyon vermesi neticesinde, kimyasal girişimler meydana gelir. Kimyasal girişimler ilk başta numune çözeltisinde başlayabilir. Matrikste bulunan anyonlarla analizi yapılan katyon arasında parçalanması güç tuzlar oluşur. Bu girişimin giderilebilmesi için atomlaştırmacının sıcaklığı yükseltilip, tuzun parçalanmasıyla atom tekrar serbest hale getirilebilir, numune çözeltisi içerisine şelat yapıcı maddeler (EDTA, 8-hidroksikinolin) eklenip analizi yapılan elementle kompleks oluşturarak girişim yapıla anyonlardan korunur ya da alev ortamına stronsiyum veya lantan (III) klorür tuzu gibi bağlama ayırıcı adı verilen maddeler eklenerek girişim yapan anyonların, eklenen bu katyonlara bağlanmasıyla ortamın kimyasal içeriği düzeltilebilir. Kimyasal girişimlerin nedenlerinden birisi de alevli atomlaştırmalarda analizi yapılacak elementin oksijenle reaksiyon vererek dayanıklı metal oksit ve hidroksitlerin oluşmasıdır. Oksit oluşumunu gidermek için alev ortamından kaynaklı oksijen miktarını azaltmaktır. Bunun için de hava-asetilen gaz karışımı yerine diazot monoksit-asetilen karışımı kullanılır (Gündüz, 2005).

2.8.3. İyonlaşma Girişimleri

Atomlaştırmacı içerisinde uygulanan sıcaklığın etkisiyle atomlar, elektron kaybedip iyonlarına dönüşürler.



Burada: A nötral bir atomu, A^+ da iyonlaşmış atomu göstermektedir. İyonlaşma atomlaştırmacı sıcaklığına ve atomun cinsine bağlı olarak değişmektedir. İyonlaşma neticesinde gaz halinde temel enerji düzeyinde bulunan atom sayısı azalır ve ölçülmesi gerekenden daha düşük absorbands değerlerinin okunmasına yol açar. Atomlaştırmacının sıcaklığı düşürülerek iyonlaşma derecesi azaltılabilir. Ancak bu yöntem tam bir çözüm değildir. Çünkü atomlaştırmacının düşük sıcaklıkları, analiz edilecek elementin atomlaşması için yetersiz kalacaktır. Ortamda bulunan kolayca iyonlaşabilen başka

metallerin varlığı, analiz edilecek atomun iyonlaşmasını azaltır. Kütle tesiri kanuna göre, ortamda bulunan elektronun artması yukarıdaki dengenin sola kaymasına neden olur ve analizi yapılan metal atomunun iyonlaşması engellenmiş olur. Bu amaç doğrultusunda, numune ve standart çözeltisine kolaylıkla iyonlaşabilen başka bir element ilâve edilmelidir (Gündüz, 2005).

2.9. Bazı Analitik Kavramlar

2.9.1. Doğruluk

Bir analiz sonucunda elde edilen ölçümlerin doğruluğu; bulunan sonuçların doğru değere yakınlığıdır. Doğru değer, teorik olarak sonsuz miktarda numunenin, sonsuz zamanda, sonsuz sayıda tekrar deneyleriyle elde edilen sonuçlarının ortalamasıdır. Uygulamada bu durum pek mümkün değildir. Pratikte 20 -30 tekrar deney sonuçlarının ortalamasına doğru değer veya doğru kabul edilen değer denir. Deneylerde sistemik (belirli) hata, rastgele (belirsiz) hata ve kapa hatalardan meydana gelen sapmalar azaldıkça elde edilen sonuçların doğruluk derecesi artar (Gündüz, 2005; Skoog, 2004).

2.9.2. Kesinlik

Yapılan analizin, kantitatif analiz olarak değerlendirebilmek için kesinliğinin verilmesi gerekir. Aksi halde analizin bilimsel bir değeri yoktur. Kesinlik; tamamen aynı yolla elde edilen analiz sonuçların birbirine yakınlığıdır. Standart sapma, varyans ve varyans katsayısı kesinlik için kullanılan sayısal fonksiyonlardır (Gündüz, 2005; Skoog, 2004).

2.9.3. Duyarlık

Bir analitik prosedürün veya cihazın hassaslığı, analizi yapılan madde konsantrasyonunda meydana gelecek küçük değişiklikleri yüksek hassaslıkla ayırt edebilme gücüdür. Kalibrasyon eğrisinin eğimi ve ölçüm aracının kesinlik veya tekrarlanabilirliği duyarlılığı kısıtlayan unsurlardır (Skoog ve ark., 2013).

2.9.4. Gözlenebilme sınırı (LOD)

En az %95' lik güven seviyesinde, analiz edilen bir maddenin tayin edilebildiği en düşük konsantrasyonuna veya kütlesine gözlenebilme sınırı denir. Analiz edilen maddenin konsantrasyonu analitik sinyallerin kaynağıdır. Ancak düşük konsantrasyonlarda analiz yapılırken analitik sinyallerle gürültü sinyalleri karışır ve tayin sınırını tespit etmek zorlaşır. Bu yüzden, tayin sınırı istatistiksel olarak hesaplanır (Gündüz, 2005).

2.9.5. Tayin Sınırı

Çalışma aralığı içinde, analitin sayısal ölçümü yapılabilen en küçük derişimi olan alt tayin sınırı (LOQ); tekrar tanık deneylerindeki standart sapmanın 10 katına eşit olan derişim veya kütledir. Üst tayin sınırı ise, kalibrasyon eğrisinin doğrusallıktan sapma gösterdiği noktanın % 5 fazlasına karşılık gelen, derişim veya kütledir (Skoog ve ark., 2013).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Cihazlar

Bu çalışmada, numunelerin çözünmesinde Mileston Ethos D model kapalı sistem mikrodalga çözünürleştirme cihazı, ağır metallerin analizinde Perkin Elmer AAnalyst 700 model döteryum zemin düzeltmeli atomik absorpsiyon spektrometresi, tartma işlemlerinde Precisa XB 22A marka analitik terazi, Aqua Max-ultra Younglin inst. markalı deiyonize saf su cihazı ve polietilen numune kapları kullanılmıştır. Ayrıca, çalışılan elementlere ait AAS çalışma şartları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3. 1 Çalışılan elementlerin AAS çalışma şartları

Element	Asetilen (Lmm-1)	Hava (Lmm-1)	Dalga Boyu (nm)	Slit Aralığı (Genişlik) (nm)
Cu	2,0	17,0	324,8	0,7
Zn	2,0	17,0	213,9	0,7
Ni	2,0	17,0	232,0	0,2
Cd	2,0	17,0	326,1	0,2
Fe	2,0	17,0		0,7
Mn	2,0	17,0	279,5	0,7

3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Çalışmada yer alan kimyasal maddeler ve özellikleri Tablo 3.2’ de yer almaktadır.

Tablo 3. 2 Kullanılan kimyasal maddeler ve özellikleri

Kullanılan Kimyasal Madde	Temin Edildiği Firma	Yoğunluk (g/mL)	% Derişim	Molekül Kütlesi (g/mol)
HNO ₃	Merck	1,4	65	63,01
H ₂ O ₂	Merck	1,11	30	34,02
Bakır standart çözeltisi	Carlo Erba	-	-	-
Çinko standart çözeltisi	Carlo Erba	-	-	-
Nikel standart çözeltisi	Carlo Erba	-	-	-
Kadmiyum standart çözeltisi	Carlo Erba	-	-	-
Demir standart çözeltisi	Carlo Erba	-	-	-
Mangan standart çözeltisi	Carlo Erba	-	-	-

3.3. Kullanılan Standart Çözeltiler

Cu, Zn, Ni, Cd, Fe ve Mn standart çözeltileri, 1000 ppm'lik stok standart çözeltilerden seyreltilerek hazırlanmıştır.

3.4. Numunelerin Toplanması

Çalışmada, çay olarak tüketilen *Tilia cordata* (Ihlamur), *Matricaria chamomilla* L. (Mayıs Papatyası), *Foeniculum vulgare* (Rezene), *Hypericum perforatum* (Sarı kantaron), *Mentha piperita* (Bahçe nanesi), *Curcuma longa* (Zerdeçal), *Glycyrrhiza glabra* (Meyan kökü), *Silybum marianum* (Devediken), *Zingiber officinale* (Zencefil), *Rosa canina* L. (Kuşburnu) aromatik bitkileri kullanılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız bitki numuneleri, Tokat ilinde yasal olarak faaliyet gösteren toplam 11 farklı aktardan, numune alma teknikleri kullanılarak, her bir numuneden üçer adet olmak üzere 2020-2021 yılları arasında toplanıp polietilen kaplara konularak laboratuvara getirilmiştir.

3.5. Numunelerin Çözünmesi ve Ağır Metal Derişimlerinin Ölçülmesi

Aktarlardan toplanarak laboratuvara getirilen bitki numunelerinin teşhisleri yapılmıştır. Teşhisleri yapılan bitkiler öğütülmüş ve her birinden üçer adet numune alınarak yaş yakma, kuru yakma ve mikrodalga çözünürleştirme teknikleri uygulanarak çözülmüş ve numunelerdeki ağır metaller (Cu, Zn, Ni, Cd, Fe ve Mn) Perkin Elmer 700 markalı AAS'de ölçülmüş ve ölçüm sonuçlarından en iyi çözme tekniğinin Mikrodalga çözünürleştirme tekniği olduğu bulunmuş ve çözme işlemi mikrodalga çözünürleştirme yöntemine göre yapılmıştır.

3.5.1. Mikrodalga ile Numunelerin Çözünürleştirilmesi

Çözünürleştirilmeye hazır hale getirilmiş olan numuneden 1,00 g tartılıp mikrodalga çözme kabına konmuştur. Üzerine 6 mL derişik HNO₃ (%65) ve 2 mL derişik H₂O₂ (%3) konarak uygun çözme programı (2 dak, 250W; 2 DAK, 0W; 6 dak, 250W; 5 dak, 400W; 8 dak, 550W; 8 dak bekleme) uygulanarak çözülmüştür. Bütün numuneler için aynı teknik uygulanmıştır.

Numuneler çözüldükten sonra mavi bant süzgeç kağıdından süzölüp numune kabına aktarılmış ve hacim 10 mL'ye deiyonize saf su ile tamamlanmıştır. Çözülen numuneleri Cu, Zn, Ni, Cd, Fe ve Mn konsantrasyonları Perkin Elmer AAnalyst 700 Marka Atomik Absorbsiyon Spektrometresinde ölçölmüş ve hesaplanarak yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 3.3 ve Şekil 3.1 - 3.6'da verilmiştir.

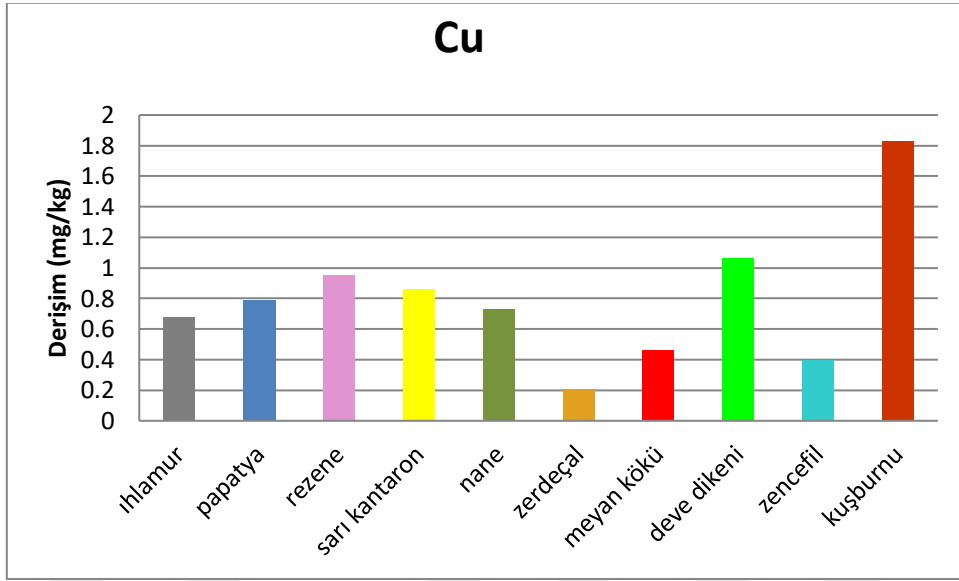
Yöntemin doğruluğunu test etmek için kullanılan standart referans maddelerden (IAE 336 Lichen SRM ve NIST SRM1573a Tomato Leaves) 0,10'ar gram alınarak aynı çözme tekniğı kullanılmış Cu, Zn, Ni, Cd, Fe ve Mn derişimleri de aynı yöntemle ölçölmüştür. Sonuçlar Tablo 3.4'de verilmiştir.



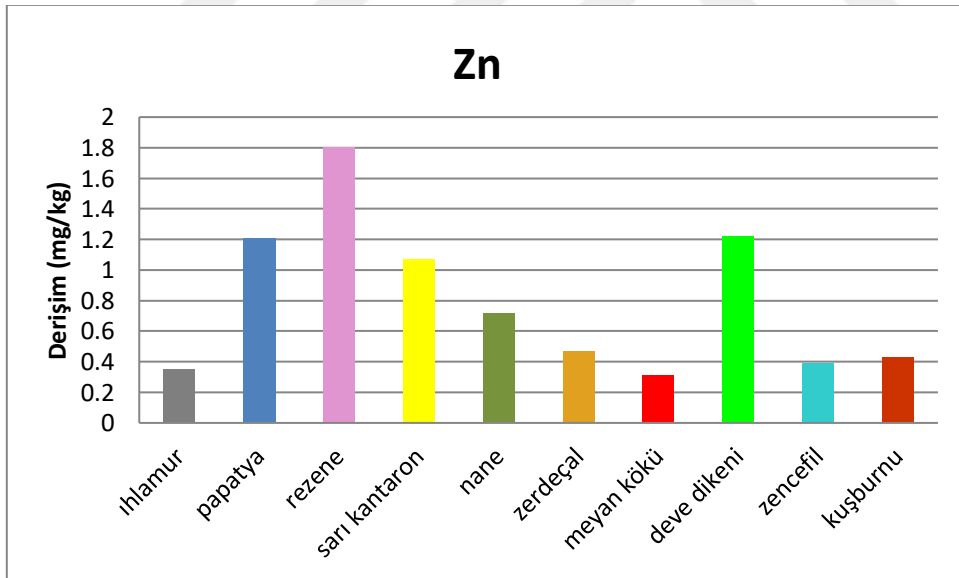
Tablo 3. 3 Çay olarak kullanılan bitki numunelerindeki Cu, Zn, Ni, Cd, Fe, Mn konsantrasyonları (mg/kg)

Numune Adı	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd(mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Sarı Kantaron (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	0,86±0,08	1,07±0,10	4,16±0,41	0,18±0,01	0,67±0,06	0,25±0,22
Kuşburnu (<i>Rosa canina</i> L.)	1,83±0,13	0,43±0,04	0,13±0,01	TSA	2,18±0,02	1,57±0,13
Rezene (<i>Foeniculum vulgare</i>)	0,95±0,09	1,80±0,11	0,15±0,01	TSA	4,54±0,41	2,18±0,20
İhlamur (<i>Tilia cordata</i>)	0,68±0,06	0,35±0,03	0,12±0,01	TSA	3,06±0,29	0,23±0,02
Papatya (<i>Matricaria chamomilla</i> L.)	0,79±0,08	1,20±0,11	0,26±0,02	TSA	16,95±1,51	3,83±0,32
Meyan Kökü (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	0,46±0,04	0,31±0,03	0,48±0,04	TSA	20,06±1,86	1,16±0,11
Deve Dikeni (<i>Silybum marianum</i>)	1,06±0,10	1,22±0,11	0,17±0,01	TSA	4,10±0,39	1,06±0,10
Zencefil (<i>Zingiber officinale</i>)	0,34±0,03	0,39±0,04	0,16±0,01	TSA	4,60±0,37	15,32±1,28
Zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>)	0,20±0,02	0,47±0,04	0,14±0,01	0,33±0,030	0,42±0,03	1,23±0,11
Nane (<i>Mentha piperita</i>)	0,73±0,07	0,72±0,07	0,29±0,02	TSA	1,07±0,10	3,79±0,30

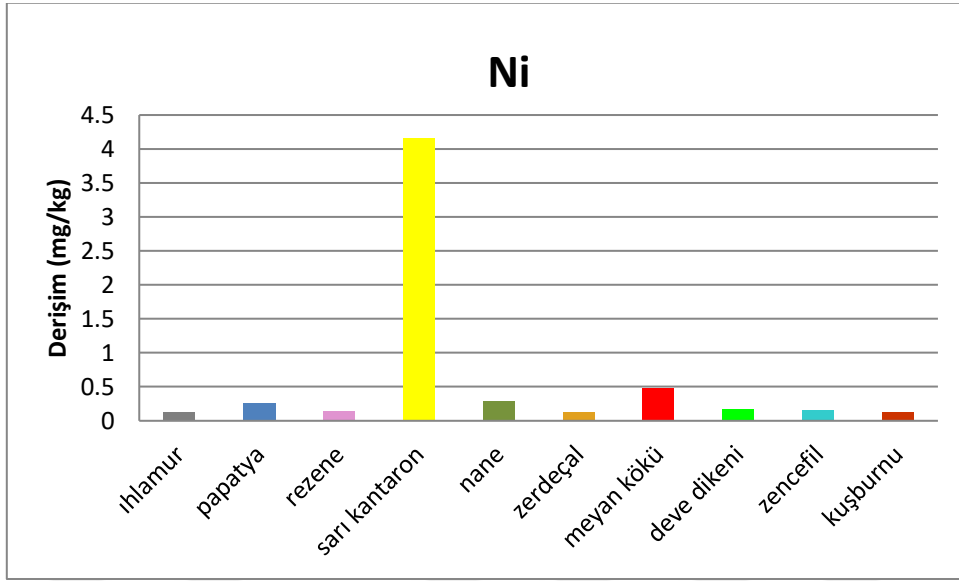
TSA : Tayin Sınırı Altında



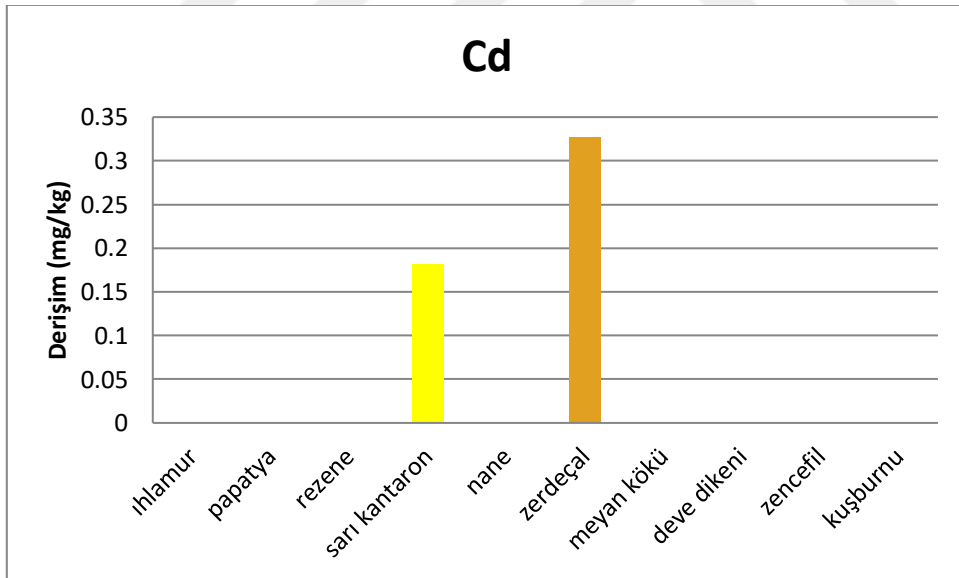
Şekil 3.1. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Cu derişimleri



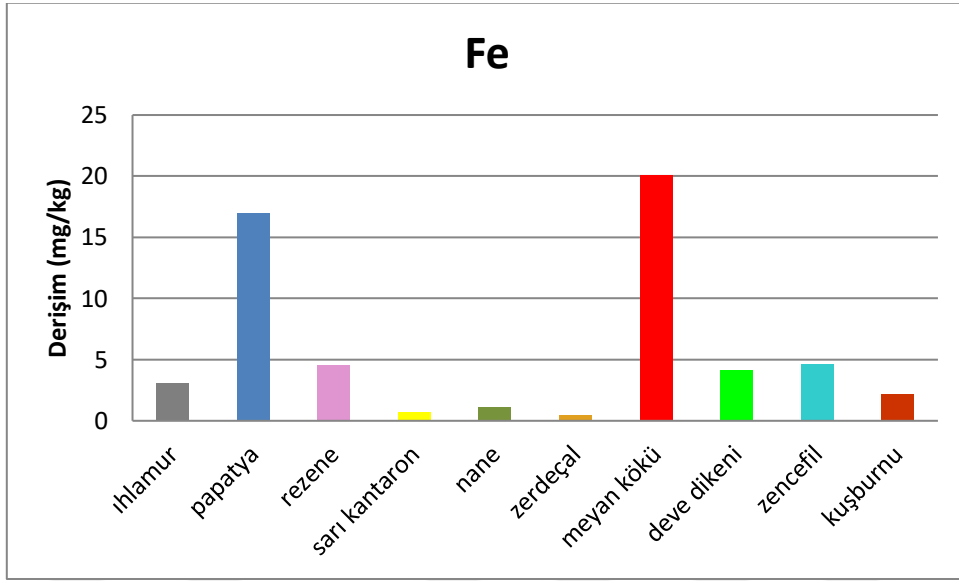
Şekil 3.2. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Zn derişimleri



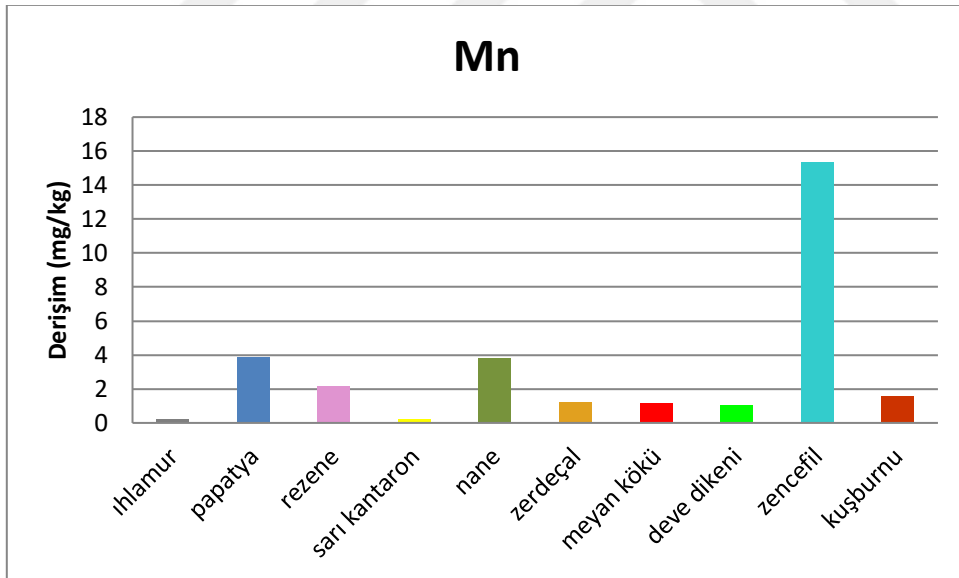
Şekil 3.3. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Ni derişimleri



Şekil 3.4. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Cd derişimleri



Şekil 3.5. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Fe derişimleri



Şekil 3.6. Çay olarak kullanılan bitki örneklerinin Mn derişimleri

Tablo 3. 4 Standart Referans Maddelerin Analiz Sonuçları (mg/kg)

IAE 336 Lichen SRM				NIST SRM1573a Tomato Leaves			
Element	Sertifika Değeri	Bulunan Değeri	Geri Kazanım %	Element	Sertifika Değeri	Bulunan Değeri	Geri Kazanım %
Cu	3,6	3,5±0,33	97	Cu	4,70	4,68	99
Fe	430	4,28±0,41	99	Fe	367,5	366,3	99
Zn	30,4	30,2±2,9	99	Zn	30,4	30,2	98
Cd	0,117	0,116±0,01	99	Cd	1,52	1,50	98
Ni	-	-	-	Ni	1,58	1,54	97
Mn	64	63±5,8	98	Mn	246,3	246,1	99

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yaptığımız bu çalışmada Tokat il sınırları içerisinde yasal olarak faaliyet gösteren aktarlarda satılan ve çay olarak en çok kullanılan Ihlamur (*Tilia cordata*), Mayıs papatya (*Matricaria chamomilla* L.) , Rezene (*Foeniculum vulgare*), Sarı kantaron (*Hypericum perforatum*), Bahçe nanesi (*Mentha piperita*), Zerdeçal (*Curcuma longa*), Meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*), Devediken (*Silybum marianum*), Zencefil (*Zingiber officinale*), Kuşburnu (*Rosa canina* L.) bitki türlerinden 2020-2021 yılları arasında numune toplanmış, toplanan numunelerdeki Cu, Zn, Ni, Cd, Fe ve Mn konsantrasyonları Grafit fırınlı AAS ile kuru ağırlık ve mg/kg olarak tayin edilmiştir. Sonuçlar Tablo 3.3 ve Şekil 2.1-2.6’da verilmiştir. Yöntemin doğruluğu, IAE 336 Lichen SRM ve 1573a- Tomato Leaves standart referans maddeler kullanılarak kontrol edilmiştir. Sonuçlar Tablo 3.4’de verilmiştir. Ölçülen değerler ile sertifika değerleri uyumlu bulunmuştur.

Bitki örneklerindeki en yüksek ve en düşük metal konsantrasyonları, Cu için; 1,830-0,204 mg/kg, Zn için; 1,800-0,311 mg/kg, Ni için; 4,164-0,120 mg/kg, Cd için; 0,327-0,181 mg/kg, Fe için; 20,059-0,419 mg/kg, Mn için; 15,319-0,230 mg/kg olarak bulunmuştur. Bulunan metal konsantrasyonları büyükten küçüğe doğru sıralandığında Fe>Mn>Ni>Cu>Zn>Cd gibidir.

Ayrıca en yüksek ve en düşük Cu derişimi, Kuşburnu (*Rosa canina* L.) (1,830±0,130 mg/kg) ve Zerdeçal’da (*Curcuma longa*) (0,204±0,02 mg/kg), en yüksek ve en düşük Zn derişimi, Rezene (*Foeniculum vulgare*) (1,800±0,11 mg/kg) ve Meyan kökünde (*Glycyrrhiza glabra*) (0,311±0,03 mg/kg), en yüksek ve en düşük Ni derişimi, Sarı kantaron (*Hypericum perforatum*) (4,16±0,41 mg/kg) ve Ihlamur’da (*Tilia cordata*) (0,12±0,011 mg/kg), en yüksek ve en düşük Cd derişimi, Zerdeçal (*Curcuma longa*) (0,327±0,03 mg/kg) ve Sarı kantaron’da (*Hypericum perforatum*) (0,181±0,012 mg/kg), en yüksek ve en düşük Fe derişimi, Meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*) (20,059±1,86 mg/kg) ve Zerdeçalda (*Curcuma longa*) (0,419±0,03 mg/kg) en yüksek ve en düşük Mn derişimi, Zencefil (*Zingiber officinale*) (15,319±1,28 mg/kg) ve Ihlamurda (*Tilia cordata*) (0,230±0,02 mg/kg) bulunmuştur.

2019 yılında Okut'un Van ilinden seçilmiş bazı tıbbi bitkilerin ağır metal içerikleri için yapmış olduğu çalışmada en yüksek ve en düşük Cu, Zn, Ni, Cd, Fe ve Mn konsantrasyonları sırasıyla; 0,292-0,063 mg/kg, 0,409-0,100 mg/kg, 0,015 mg/kg, 0,03 mg/kg, 18,797-0,331 mg/kg ve 1,06-0,081 mg/kg olarak bulunmuştur (Okut, 2019). Bulunan değerler, bu çalışmada ki sonuçlardan daha düşüktür.

Sultan ve Seçilmiş Canbey, bazı bitkilerde yaptıkları çalışmada, en yüksek Ni derişimini, 46,90 mg/kg, Zn derişimini de 32,8 mg/kg olarak bulmuşlardır (Sultan ve Seçilmiş Canbey, 2015). Bu literatür değerleri çalışmada ki sonuçlardan oldukça yüksektir.

Bilgiç Alkaya ve arkadaşlarının 2015 yılında yaptıkları çalışmada, Sarı kantaron, Rezene, Ihlamur, Papatya çayı ve Nane için en yüksek Cd derişimini sırasıyla; 0,189 ppm, 0,138 ppm, 0,165 ppm, 0,160 ppm ve 0,094 ppm olarak bulmuşlardır. Bulunan bu değerler çalışmada bulduğumuz değerlerden yüksektir (Alkaya ve ark.,2015).

2012 yılında yapılan çalışmada en yüksek Cu, Ni ve Cd derişimleri sırasıyla sarı kantaron için; 7,72 ppm, 2,62 ppm ve 0,12 ppm olarak, papatya için; 1,96 ppm, 0,70 ppm ve 0,12 ppm olarak, ıhlamur için; 2,08 ppm, 0,70 ppm, 0,02 ppm, olarak bulunmuştur (Leblebici ve ark., 2012). Papatya ve Ihlamur için bulunan Cu, Ni ve Cd değerleri bulduğumuz Cu, Ni ve Cd değerlerinden oldukça yüksektir. Sarı kantaron için bulunan Cu, Ni ve Cd değerinden de oldukça yüksektir. Sarı kantaron için bulunan Cu, Ni ve Cd değerleri çalışmamızda Sarı kantaron için bulduğumuz Cu değerinden yüksek, Ni ve Cd değerleri ise düşüktür.

2013 yılında Kulhari ve arkadaşlarının, Kuzeybatı Hindistan'dan toplanan bazı şifalı bitkilerdeki ağır metal analizleri ile ilgili yaptıkları çalışmada demir için; 17-44-11,03 ppm, çinko için 4,50-2,10 ppm, kadmiyum için; 0,21-0,03 ppm, nikel için; 0,59-0,19 ppm ve mangan için; 3,16-0,34 ppm değerlerini bulmuşlardır. Bulunan bu değerlerden Fe, Ni, ve Mn değerleri bizim bulduğumuz Fe, Ni ve Mn değerlerinden düşük, Zn ve Cd değerleri ise çalışmanın sonucunda bulunan Zn ve Cd değerlerinden yüksektir (Kulhari ve ark., 2013).

Nema ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Cu, Fe, Ni ve Mn değerlerini sırasıyla; 19,613 ppm, 1626,901-458,599 ppm, 26,655-2,626 ppm ve 871,884-118,011 ppm olarak bulmuşlardır (Nema ve ark.,2014). Bulunan bu değerler çalışmada bulduğumuz değerlerden oldukça yüksektir.

Leal ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, Fe, Zn,Ni ve Cd değerlerini sırasıyla; 2499-210 mg/kg, 46,8-2,9 mg/kg, 188-1,2 mg/kg ve 202-5,2 mg/kg (Alexandre ve ark., 2013).

Ziarati 2012 yılında İran'daki bazı popüler bitkisel ilaçlardaki kirletici maddelerin belirlenmesi için yaptığı çalışmada Cd, Cu ve Ni değerlerini sırasıyla 8,74-0,61µg/g, 146-7,51µg/g ve 22,96-2,37µg/g olarak bulmuşlardır. Bu değerler çalışmada bulunan değerlerden oldukça yüksektir (Ziarat, 2012).

Karahan 2023 yılında, Türkiye'nin güneyinde ilaç olarak kullanılan etnobotanik açıdan önemli bazı bitkilerdeki ağır metal düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili yaptığı çalışmada Cu, Fe, Zn, Ni ve Cd konsantrasyonlarını sırasıyla 42,586-13,276mg/kg, 1276,783-22,448 mg/kg, 190,263-67,250 mg/kg, 9,968-1,665 mg/kg ve 0,651-0,011 mg/kg olarak bulmuşlardır (Karahan, 2023). Bu değerler bulduğumuz değerlerden oldukça yüksektir.

Akram ve arkadaşlarının Pakistan ve Malezya menşeli bazı tıbbi bitkilerdeki ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ile ilgili 2015 yaptıkları çalışmada Cu, Ni, Zn, Cd, Mn ve Fe derişimleri sırasıyla 010-0,02ppm, 0,02-0,00 ppm, 0,29-0,02 ppm, 0,04-0,00 ppm ve 3,16-0,22 ppm olarak bulmuşlardır (Akram ve ark., 2015). Bu değerler çalışmada bulunan derişimlerden oldukça düşüktür.

Sepehri ve arkadaşlarının 2018 yılında bazı tıbbi bitkilerde ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmada Cd konsantrasyonunu 0,079-0,0116 mg/k, Cu konsantrasyonunu 9,87-3,80 mg /kg, Zn konsantrasyonunu 34,19-11,55 mg/kg ve Fe konsantrasyonunu 187,24-17,94 mg/kg olarak bulmuşlardır (Sepehri ve ark., 2018). Bulunan bu değerlerden, kadmiyum değeri çalışmada bulunandan düşük olup Cu, Zn ve Fe değerleri de bulduğumuz değerlerden yüksektir.

Dghaim ve arkadaşları 2015 yılında Birleşik Arap Emirlikleri' nde yaygın olarak tüketilen geleneksel bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonlarını belirlemek için yaptığı

Çalışmada papatya, adaçayı ve kekik için Cu, Fe, Zn ve Cd değerlerini sırasıyla papatya için; 12,99-6,12 mg/kg, 581,30-188,27 mg/kg, 38,93-25,23 mg/kg olarak, kadmiyum değerini de metal kantifikasyon limitinin altında bulmuşlardır (Dghaim ve ark., 2015). Bu değerler çalışmadaki papatya için bulunan değerlerden oldukça buyktr.



5. KAYNAKLAR

- Akgül, A., ve Ünver, A., 2001, Bitkisel Çaylar. Gıda Mühendisliği Dergisi 11, 21-24.
- Akram, S., Najam, R., Rizwani, G.H., Abbas, S.A. 2015. Determination of heavy metal contents by atomic absorption spectroscopy (AAAS) in some medicinal plants from Pakistani and Malaysian origin. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 28 (5), 1781-1787.
- Alacabey, İ., 2014. Doğal ve Aktive Edilmiş Van Gölü Sediment (Dip Çamuru) Örneklerinin Bazı Ağır Metallerle Adsorpsiyonunun İzoterm ve Termodinamik Analizi. (Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Alexandre Soares Leal, A.A., Prado, G., Gomes, T.C.B., Sepe, F.P., 2013. Determination of metals in medicinal plants highly consumed in Brazil. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 49 (3) 599-607.
- Alhas, E., 2007. Atatürk Baraj Gölü'nde Yaşayan Barbus Türlerindeki Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53s, Şanlıurfa.
- Anonim, 2011. Meyan Kökü. <https://bitkitohum.blogspot.com/2011/02/meyan-koku.html> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Anonim, 2013. Devedikeni Karaciğeri Temizliyor. <https://www.alternatifterapi.com/icerik/devedikeni-karacigeri-temizliyor> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Anonim, 2016. İhlamurun Faydaları. <https://www.bitkiler.com.tr/ihlamurun-faydaları/> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Anonim, 2016. Nane Nasıl Kurutulur? <https://www.ciftlikhayati.com/nane-nasil-kurutulur/> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Anonim, 2020. Kuşburnunun Faydaları Nelerdir? Neye İyi Gelir? <https://rehberimizbitki.com/kusburnunun-faydaları-nelerdir-neye-iyi-gelir/> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Anonim, 2020. Zerdeçal bitkisi nedir? <http://bitkilerimiz.com/zerdecal-bitkisi-nedir-faydaları-neler-nasil-kullanilir-nerelerde-yetisir/> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Anonim, 2020. Papatya Çayı, Papatya Bitkisi, Papatya Özü. <https://www.e-psikiyatri.com/papatya-cayi-papatya-bitkisi-papatya-ozu> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Anonim, 2021. Sarı Kantaron. <https://www.kantaron.gen.tr/sari-kantaron.html> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Anonymous, 2001. ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Copper, Cadmium, Chromium, Lead. Atlanta, Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Anşın, R., 2019. Şifalı Orman Bitkileri 53/ Rezene. <http://www.beykozses.com/sifali-orman-bitkileri-53-rezene.html> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Aranson, JK, Meyler's Side Effects of Herbal Medicines (2008) Elsevier, Amsterdam ISBN: 978-044-453269-5. 237-237 syf.
- Armağan, F., (2000). Kolonda Katı Faz Özütleme ile Bazı Eser Elementlerin Zenginleştirilmesi, Yüksek lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Arslan, N., 2016, Pencereimden Tıbbi Bitkiler, Bitki Çayları-2. TÜRKTOB(Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi) 19, 62.
- Asri, F.Ö. ve Sönmez, S. (2006) Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. *Derim*, 23(2), 36-45.

- Aydın, F., 2008. Birlikte Çöktürme ve Katı Faz Özütlemesi İle Bazı Ağır Metal İyonlarının Zenginleştirilmeleri. (Doktora Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ., 2010. “Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları”. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-I, 437–456, 11– 15 Ocak, Ankara.
- Baysal, A. (2005). Slurry Tekniği İle Eser Elementlerin Zenginleştirilmesi ve Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi İle Tayini. (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baytop T (1999) Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi Geçmişte ve Bugün, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul.
- Bryan, G., 1976. Heavy Metal Contamination in the Sea. Johnston, R. (Ed.), Marine Pollution (185-302). Academic Press Mc, London.
- Cartwright, C.E., 1977. Harrison’s principles of international medicin, Mc Graw- Hill Kogakuska Publishers, Tokyo, 65 p.
- Chakrapani, G., Murty, D.S.R., Mohanta, P.L., Rangaswamy, R., (1998). Sorption of PAR– Metal Complexes on Activated Carbon as a Rapid Preconcentration Method for the Determination of Cu, Co, Cd, Cr, Ni, Pb and V in Ground Water, Journal of Geochemical Exploration,63:145-152.
- Çalışkan, E., 2005. Asi Nehri’nde Su, Sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinu* BURCHELL, 1822)’ta Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, Hatay.
- Çınar, Ö., 2008. Çevre kirliliği ve kontrolü. Nobel yayın dağıtımı. 1. basım, 201s. Ankara.
- Çırak, Ç. ve Kurt D., 2014. Önemli Tıbbi Bitkiler Olarak Hypericum Türleri ve Kullanım Alanları. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 24(1), 38-52.
- Clark, R.B., 1992. Marine Pollution. Third edition. Clarendon Press. 64-82p. Oxford.
- Çubukcu, B., Sarıyar G, Meriçli AH, Sütülpınar N, Mat A, Meriçli F 2002. Fitoterapi Yardımcı Ders Kitabı. İÜ Eczacılık Fakültesi Yayın No: 79, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü.
- Dağhan, H., (2011). Doğal kaynaklarda ağır metal kirliliğinin insan sağlığı üzerine etkileri. MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2), 15-25.
- Dghaim, Khatib, S., Rasool, H., Khan M.A., 2015. Determination of Heavy Metals Concentration in Traditional Herbs Commonly Consumed in the United Arab Emirates. *Journal of Environmental and Public Health*, 2015, 1-6.
- Faydaoğlu E, Sürücüoğlu MS (2011) Geçmişten Günümüze Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi 11(1), 52-67.
- Garbos, S., Bulska, E., Hulanicki, A., Fijałek, Z., Sołtyk, K., (2000). Determination of Total Antimony and Antimony(V) by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry After Selective Separation of Antimony(III) by Solvent Extraction with N-BenzoylN-Phenylhydroxylamine, Spectrochimica Acta Part B, 55, 795-802.
- Gezgin, D. 2006. Bitki Mitosları. Sel Yayıncılık.
- Gündüz, T., 1990. Instrumental Analiz, Bilge Yayıncılık, Ankara.
- Gündüz, T., 2005. Kantitatif Analiz Ders Kitabı. Gazi Kitabevi Tic.Ltd. Şti., Ankara.

- Harris, D. C., 2015. Nicel Kimyasal Analiz. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Heinz, A., ve Reinhardt, A.G., 1996. Chemie und Umwelt. 4. Aktualisierte und erweiterte Auflage Vieweg, 233-235.
- İpek, B., 2016, Amasya Yöresinden Toplanan Bazı Yenilebilir Mantarlarda Ağır Metal Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 18-44.
- Johmson, R.L., Foster, S., Low Dog, T., Kiefer, D., 2017. Şifalı Bitkiler Ansiklopedisi. Hürriyet Kitap, 383s, İstanbul.
- Karahan, F. 2023. Evaluation of Trace Element and Heavy Metal Levels of Some Ethnobotanically Important Medicinal Plants Used as Remedies in Southern Turkey in terms of Human Health Risk. *Biological Trace Element Research* 201, 493-513.
- Kahvecioğlu Ö., Kartal G., Güven A. ve Timur, S., 2003. Metallerin Çevresel Etkileri-I. Metalurji Dergisi 136, 47-53.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2004. Metallerin çevresel etkileri-II. Metalurji Dergisi 137, 46-51.
- Koçan N., 2010. Peyzaj Planlama ve Tasarım Çalışmalarında Kuşburnu (*Rosa canina* L.) Bitkisinin Değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14 (4), 33-37.
- Koçyiğit, M. 2005. Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Kökçil, G., 2002, Tıbbi Çaylar. Galenova, 2: 19-21.
- Köstekci, H., 2017, Yeni sentezlenen bazı schiff bazlarının ve metal komplekslerinin floresans özellikleri incelenerek sularda metal analizinde kullanılabilirliğinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 4-9.
- Kruger, T., 2002. Effects of zinc, copper and cadmium on *Oreochromis Mossambicus* Free embryos and randomly selected Mosquito Larvae as biological indicators during acute toxicity testing (MSc thesis, not published) Rand Afrikaans University, Faculty of Science, Johannesburg S.A.
- Kulhari, A., Sheorayan, A., Bajar, S., Sarkar, S., Chaudhury, A. And Kalia, R., 2013. Investigation of Heavy Metals in Frequently Utilized Medicinal Plants Collected from Environmentally Diverse Locations of North Western India. *Springer Plus*, 2, 676.
- Kürekçi E. F., 2011. Sulardaki Arseniğin Uygun Ligandlar Kullanılarak Ön Zenginleştirilmesi ve AAS Hidrür Tekniği İle Tayini. (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Lajunen, L.H.J. ve Perämäki, P., 2004. Spectrochemical Analysis by Atomic Absorption and Emission. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Lozak A, Soltyk K, Ostapczuk P, Fijalek Z. Determination of selected trace elements in herbs and their infusions. *Sci Total Environ* 2002. 289, 33– 40.
- Nema, N.K., Maity, N., Sarkar, B.K., Mukherjee, P.K., 2014. Determination of trace and heavy metals in some commonly used medicinal herbs in Ayurveda. *Toxicology and Industrial Health*, 3 (10), 964-968.
- Nohutçu L, Tunçtürk M, Tunçtürk R (2019) Yabani Bitkiler ve Sürdürülebilirlik. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 24 (2), 142-151.

- Spehri, M., Zokaei, M., Zarei, A., Jafari, F. 2018. Determination of heavy metals concentration in some medicinal plants and health risk assessment of consumption, *Amazonia-investiga*, 7 (17), 387-397.
- Özbek, H., 2005. Cinsel ve Jinekolojik Sorunların Tedavisinde Bitkilerin Kullanımı. *Van Tıp Dergisi*: 12 (2), 170-174.
- Özcan, M., 2001. Grafit Fırınli Atomik Absorpsiyon Spektrometresi İle Kalay Tayininde Bazı Anorganik Tuzların Girişim Mekanizmalarının İncelenmesi. (Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özgünen, T. ve Üstal, M., 1997. Hekimlikte Biyokimya Barış kitapevi, İstanbul, 101-108.
- Özgünen, T. ve Üstal, M., 1997. Hekimlikte Biyokimya Barış kitapevi, İstanbul, 32.
- Özkaynak, S., 2014. Türkiyede Tüketilen Bazı Baklagil, Kuruyemiş Ve Şifalı Bitkilerde Grafit Fırınli Atomik Absorpsiyon Spektrometre İle Eser Element Tayini. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Parlar, S., 2016. Zencefil. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler <https://www.tibbivearomatikbitkiler.com/bitkiler/zencefil/> [Erişim tarihi: Ocak 2021].
- Prichard, E., Mackay, M. Ve Points, J., 1996. Trace Analysis: A Structured approach to obtaining reliable results. The Royal Society of Chemistry Cambridge. p. 404.
- Rether, A., 2002, Doktora Tezi, Münih Teknik Üniveristesi, Entwicklung und Charakterisierung wasserlöslicher Benzoylthioharnstoff-funktionalisierter Polymere zur selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen.
- Seven, T., Can, B., Darende, B. and Ocak, S., 2018, Hava ve toprakta ağır metal kirliliği, *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (2), 91-103.
- Skoog, D.A., Holler, F.L. ve Nieman, T.A., 1998. Enstrümantal Analiz İlkeleri (E. Kılıç ve F. Köseoğlu, H. Yılmaz Çev.). Bilim Yayıncılık, Ankara.
- Skoog, D.A., West, D.M. ve Crouch, S.R., 2004. Analitik Kimya Temel İlkeler (E. Kılıç ve H. Yılmaz Çev.). Bilim Yayıncılık, Ankara.
- Skoog, D.A., Holler, F.J. ve Crouch, S.R., 2013. Enstrümantal Analiz İlkeleri (E. Kılıç ve H. Yılmaz Çev.). Bilim Yayıncılık, Ankara.
- Sorensen, E.M., 1991. Metal Poisoning in Fish. CRC Press, Boca Raton, Florida, 243 p.
- Tuncay, Y., 2007. Kovada Gölü'nde Yaşayan Istakozlarda (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Türkoğlu, M., 2008. Van Gölünden Alınan Su, Sediment ve İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van.
- Ueno, K., Imamura, T., Cheng, K.L., (1992). Handbook of Organic Analytical Reagents, 129, 2nd Edition, CRC Pres.
- Vural, H., 1993. Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. *Çevre Dergisi* 8:3-8.
- Walsh, A., 1955. Application of atomic absorption spectrato chemical analysis *Spectrochim. Acta*, 7, 108-117.
- Welz, B., 1985. Atomic Absorption Spectrometry 2nd Ed. Federal Republic of Germany Weinheim.

- Yıldız, A., Genç, Ö. ve Bektaş, S., 1997. Enstrümantal Analiz Yöntemleri, 2. baskı, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Yücel, E., 2014. Türkiye’de Yetişen Tıbbi Bitkiler Tanıma Kılavuzu. Türmatsan Organize Matbaacılık, 236 s, Eskişehir.
- Zeynalov, Y., 2017. İlaç Bitkileri Tarihi Gelişimi ve Kullanımları. ND-Aden Yayıncılık, 242s, İstanbul.
- Zhao, J., Deng J.W., Chen Y.W., LI S.P. 2013, Advanced Phytochemicals Analysis of Herbal Tea in China. *Journal of Chromatography A*. 1323, 2-23.
- Ziarat, P. 2012. Determination of Contaminants in Some Iranian Popular Herbal Medicines. *Journal of Environmental and Analytical Toxicology*, 2 (120), 1-3.

