

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TİCARİ OLARAK SATILAN BAZI TIBBİ-AROMATİK BİTKİ
DROGLARININ MİNAREL ELEMENT KONSANTRASYONLARI, AĞIR
METAL İÇERİKLERİ İLE ANTİOKSİDAN MADDE MİKTARLARININ
BELİRLENMESİ**

Esra Nur GÜLBABA

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TORPAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

OCAK 2025

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**TİCARİ OLARAK SATILAN BAZI TIBBİ-AROMATİK BİTKİ
DROGLARININ MİNAREL ELEMENT KONSANTRASYONLARI, AĞIR
METAL İÇERİKLERİ İLE ANTİOKSİDAN MADDE MİKTARLARININ
BELİRLENMESİ**

Esra Nur GÜLBABA

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TORPAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

OCAK 2025

ANTALYA

ANTALYA
T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TİCARİ OLARAK SATILAN BAZI TIBBİ-AROMATİK BİTKİ
DROGLARININ MİNAREL ELEMENT KONSANTRASYONLARI, AĞIR
METAL İÇERİKLERİ İLE ANTİOKSİDAN MADDE MİKTARLARININ
BELİRLENMESİ

Esra Nur GÜLBABA

TORPAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 24/01/2025 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. İsmail Emrah TAVALI (Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi İnci TOLAY

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin OK

ÖZET

Ticari Olarak Satılan Bazı Tıbbi-Aromatik Bitki Droğlarının Mineral Element Konsantrasyonları, Ağır Metal İçerikleri ile Antioksidan Madde Miktarının Belirlenmesi

Esra Nur GÜLBABA

Yüksek Lisans, Tezi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İsmail Emrah TAVALI

Ocak 2025, 68 sayfa

Ülkemizde bitkisel droğların güvenilirlik ve etkinlik temelli kalite sorunları bulunmaktadır. Ticari olarak satılan droğlar (dökme şekilde) ile ilgili olarak bahsedilen kalite sorunu açısından referans alınabilecek çok fazla bilimsel bilginin bulunmadığı ve buna bağılı olarak tüketiciler ile tıbbi-aromatik bitki sektörü paydaşlarına yönelik çıktılara ihtiyaç olduğu açıktır. Bu çalışma, Antalya’da ticari olarak satılan bazı tıbbi-aromatik bitki droğlarının mineral element konsantrasyonları, ağır metal içerikleri ve antioksidan madde miktarlarının belirlenmesini ele almaktadır. Bu bağlamda bitki droğları iki ayrı tedarikçiden alınan ıhlamur, yeşilçay, rezene, kekik, ekinezya, papatya, adaçayı bitkilerinden oluşmaktadır. Çalışmada, ıhlamur (A1; B1), yeşilçay (A2; B1), rezene (A3; B3), kekik (A4; B4), ekinezya (A5; B5), papatya (A6; B6), adaçayı (A7; B7) lejantına göre toplam Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Sodyum (Na), Demir (Fe), Çinko (Zn), Mangan (Mn), Bakır (Cu), toplam Nikel (Ni), Krom (Cr), Kurşun (Pb), Kadminyum (Cd), Alüminyum (Al), toplam fenolik ve toplam flovonoid madde miktarları belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekildedir: En yüksek toplam azot (A2), toplam Ca (B5), toplam Mg (B5), toplam Na (A1 ve B6), toplam Fe (B7), toplam Zn (A1), toplam Mn (A2), toplam Cu miktarlarının (A3) önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Buna karşın toplam fosfor değerlerinin (A1, A3, B3, B6) önceki çalışmalardan farklı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, bu çalışmadaki en yüksek potasyum miktarının (A1) dahi çok düşük bir değerde olduğu anlaşılmaktadır. Çalışmada elde edilen en yüksek toplam Ni (B6), Pb (B7) ve Al miktarının (A1, A3) önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Buna karşın önceki çalışmalardan elde edilen değerler göz önünde bulundurulduğunda toplam Cr (A4) ve toplam Cd değerlerinin (B6) önceki çalışmalarda belirlenen değerlerin oldukça üzerinde tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen en yüksek toplam fenolik (B2) ve flavonoid (B7, A1, A2, A5) değerlerinin önceki çalışmalarla uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada tedarikçilerde satılan bitkisel drog olarak kullanıma potansiyeli olan çay yapraklarında mineral besin elementleri açısından toplam fosfor miktarının yüksek, toplam potasyum miktarının düşük olduğu ağır metaller açısından ise krom ve kadmiyum miktarının ise oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Yanı sıra antioksidan madde miktarlarının da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kaliteli olarak ifade edilen bitkisel droğların güvenli bir şekilde kullanımında özellikle ağır metaller yönünden problemli olmaması, mineraller ve antioksidan maddeler yönünden

zengin olması istenmektedir. Bu açıdan bakıldığında çalışma kapsamında elde edilen sonuçların tüketim açısından özellikle ağır metal toksisite riski barındırdığı ifade edilebilir. Bu drogların mekanik işlemten geçirilmiş olmaları söz konusu olduğundan dolayı işlem esnasında kullanılan ekipman bileşiminden ya da protokol kaynaklı olarak özellikle Cd ve Cr açısından kontamine olmuş olabilirler. Bu durum göz önünde bulundurularak gelecek çalışmalarda araziden doğrudan elde edilmiş örneklerin de ağır metal analizleri için kullanılmasının yerinde ve yararlı olacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Ağır metal, Antioksidan, Fenolik, Flavonoid, Tıbbi ve Aromatik Bitki

JÜRİ: Doç. Dr. İsmail Emrah TAVALI

Dr. Öğr. Üyesi İnci TOLAY

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin OK

ABSTRACT

DETERMINATION OF MINERAL ELEMENT CONCENTRATIONS, HEAVY METAL CONTENTS, AND ANTIOXIANDT AMOUNTS OF SOME COMMERCIALY SOLD MEDICINAL-AROMATIC PLANT DRUGS

Esra Nur GÜLBABA

M.Sc. Thesis in Soil Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İsmail Emrah TAVALI

January 2025, 68 pages

There are reliability- and efficacy-based quality issues regarding herbal drugs in our country. It is evident that there is a lack of sufficient scientific information addressing the quality concerns of commercially sold (bulk) herbal drugs. Consequently, there is a need for outputs targeting consumers and stakeholders in the medicinal and aromatic plant sector. This study focuses on determining the mineral element concentrations, heavy metal contents, and antioxidant compound levels of certain medicinal and aromatic plant drugs commercially sold in Antalya. In this context, the plant drugs studied include linden, green tea, fennel, thyme, echinacea, chamomile, and sage, obtained from two different suppliers. The study identifies the total nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na), iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), copper (Cu), total nickel (Ni), chromium (Cr), lead (Pb), cadmium (Cd), aluminum (Al), total phenolic, and total flavonoid contents for linden (A1; B1), green tea (A2; B2), fennel (A3; B3), thyme (A4; B4), echinacea (A5; B5), chamomile (A6; B6), and sage (A7; B7).

The results obtained in the study are as follows: The highest total nitrogen (A2), total Ca (B5), total Mg (B5), total Na (A1 and B6), total Fe (B7), total Zn (A1), total Mn (A2), and total Cu (A3) levels were found to be consistent with previous studies. However, total phosphorus levels (A1, A3, B3, B6) were determined to be higher compared to previous studies. On the other hand, it was observed that even the highest potassium content (A1) in this study was at a very low level. The highest total Ni (B6), Pb (B7), and Al (A1, A3) levels obtained in this study were found to be in agreement with previous studies. In contrast, considering the values obtained from previous studies, total Cr (A4) and total Cd (B6) levels were found to be significantly higher than those reported in previous research. The highest total phenolic (B2) and flavonoid (B7, A1, A2, A5) contents obtained in this study were determined to be consistent with previous studies.

As a result, this study determined that among tea leaves with the potential to be used as herbal drugs sold by suppliers, the total phosphorus content was high, while the total potassium content was low in terms of mineral nutrients. Regarding heavy metals, chromium and cadmium levels were found to be significantly high. Additionally, the antioxidant compound levels were also determined to be high. For herbal drugs to be considered high quality and used safely, they should not pose issues concerning heavy metals while being rich in minerals and antioxidant compounds. From this perspective, the findings of this study indicate that these plant drugs present a risk of heavy metal toxicity in terms of consumption. Given that these drugs have undergone mechanical

processing, they may have been contaminated with Cd and Cr due to the composition of the equipment used during processing or protocol-related factors. Considering this situation, it is deemed appropriate and beneficial for future studies to include heavy metal analyses of samples obtained directly from the field.

KEYWORDS: Heavy metal, Antioxidant, Medicinal and Aromatic Plant, Flovanoid, Phenolic

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. İsmail Emrah TAVALI

Assist. Prof. Dr. Üyesi İnci TOLAY

Assist. Prof. Dr. Hüseyin OK



ÖNSÖZ

Tıbbi ve aromatik bitkiler, insanlık tarihi boyunca sağlık ve beslenme alanında önemli bir yer tutmuş, günümüzde de hem geleneksel hem modern uygulamalarla kullanılmaya devam etmektedir. Ancak, bu bitkilerin içerdiği mineral elementler, ağır metaller ve antioksidan özellikleri üzerine yapılan çalışmalar, kullanım güvenliği ve etkinliğinin belirlenmesi açısından hayati bir öneme sahiptir. Artan çevresel kirlilik ve tarımsal faaliyetlerin, bitki bünyesindeki ağır metal birikimine olan etkileri dikkate alındığında, tıbbi bitkilerin sağlıklı tüketimi için bilimsel verilerin önemi giderek artmaktadır.

Bu çalışma, ticari olarak satılan bazı tıbbi ve aromatik bitki droglarının mineral içerikleri, ağır metal seviyeleri ve antioksidan özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarının, bu bitkilerin tüketicilere güvenli bir şekilde sunulması ve kalite standartlarının geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, elde edilen verilerin, bu alanda çalışan bilim insanları, sağlık profesyonelleri ve ilgili sektörler için değerli bir kaynak oluşturması hedeflenmektedir.

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, çalışmaya başladığımız süreçten itibaren ailem gibi destekleyen çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. İsmail Emrah Tavalı'ya teşvik edici ve sabrında dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamda analizlerime yardımcı olan Aylin Zambak Özgür'e teşekkürü borç bilirim.

Çalışma arkadaşlarım Selda Sönmezer ve İsmet Öksüz'e, manevi desteklerini esirgemeyen çok kıymetli dostlarım Merve Günay, Beyza Eker, Ayşe Ahsen Akıncı ve Suzan Hamarat'a desteklerinden dolayı teşekkürü borç bilirim.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, başarılarımla beraber zor zamanlarıma ortak babam Ökan Gülbaba, karanlık yollarıma ışık tutan annem Nuran Gülbaba ve her daim güvenen destek olan abim Furkan Gülbaba'ya sonsuz şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ.....	x
İÇİNDEKİLER.....	xi
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	3
2.1 Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Tarihi	3
2.2 Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Ticari Önemi	5
2.3 Bitkisel Drogların Özellikleri.....	7
2.4 Tedavi Amaçlı Kullanılan Ticari Olarak Satılan Bazı Tıbbi Aromatik Bitki Drogları ve Kullanım Alanları.....	7
2.4.1 Adaçayı.....	7
2.4.2 Ekinezya	8
2.4.3 Ihlamur	8
2.4.4 Kekik	9
2.4.5 Papatya	11
2.4.6 Rezene	11
2.4.7 Yeşilçay	12
2.5 Ağır Metaller	14
2.5.1 Ağır metal kirleticileri.....	14
2.5.2 Ağır metallerin özellikleri ve insan sağlığına etkileri	15
2.6 Ağır Metallerin Toprak ve Bitki Bünyesine Etkileri	15
2.6.1 Kadmiyum (Cd)	16
2.6.2 Toprakta ve bitkide kadmiyum	16
2.6.3 Bakır (Cu)	16
2.6.4 Toprak ve bitkide bakır	17
2.6.5 Krom (Cr)	17
2.6.6 Toprakta ve bitkide krom	17

2.6.7 Demir (Fe)	17
2.6.8 Toprak ve bitkide demir	18
2.6.9 Kurşun (Pb).....	18
2.6.10 Toprak ve bitkide kurşun.....	18
2.6.11 Mangan (Mn)	18
2.6.12 Toprak ve bitkide mangan	18
2.6.13 Alüminyum (Al).....	18
2.6.14 Toprak ve bitkide alüminyum.....	19
2.6.15 Nikel (Ni).....	19
2.6.16 Toprak ve bitkide nikel.....	19
2.6.17 Çinko (Zn)	19
2.6.18 Toprak ve bitkide çinko.....	19
2.7 Antioksidanlar ve Fenolik Bileşikler	20
3. MATERYAL VE METOT.....	21
3.1 Materyal.....	21
3.2 Metot.....	21
3.2.1 Makro ve mikro elementlerin analizi	21
3.2.2 Ağır metallerin analizi.....	22
3.2.3 Antioksidan madde miktarının belirlenmesi.....	24
3.3 İstatiksel Analiz Yöntemleri	27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	28
4.1 Mineral Besin Elementleri	28
4.1.1 Azot (N).....	28
4.1.2 Fosfor (P).....	29
4.1.3 Potasyum (K)	30
4.1.4 Kalsiyum (Ca).....	31
4.1.5 Magnezyum (Mg)	32
4.1.6 Sodyum (Na).....	33
4.1.7 Demir (Fe)	34
4.1.8 Çinko (Zn)	35
4.1.9 Mangan (Mn)	37
4.1.10 Bakır (Cu).....	38

4.2 Ağır Metaller	39
4.2.1 Nikel (Ni).....	39
4.2.2 Krom (Cr)	40
4.2.3 Kurşun (Pb).....	41
4.2.4 Kadmiyum (Cd)	42
4.2.5 Alüminyum (Al).....	43
4.3 Antioksidan Madde Miktarının Belirlenmesi	45
4.3.1 Fenolik madde miktarı	45
4.3.2 Flavonoid madde miktarı.....	46
5. SONUÇLAR.....	48
6. KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisan Tezi olarak sunduğum ‘‘Ticari Olarak Satılan Bazı Tıbbi-Aromatik Bitki Droğlarının Mineral Element Konsantrasyonları, Ağır Metal İçerikleri ile Antioksidan Madde Miktarının Belirlenmesi’’ adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

24/01/2025

Esra Nur GÜLBABA

İmzası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Al : Alüminyum

Ca : Kalsiyum

Cd : Kadmiyum

Cr : Krom

Cu : Bakır

Fe : Demir

K : Potasyum

Mg : Magnezyum

Mn : Mangan

N : Azot

Na : Sodyum

Ni : Nikel

P : Fosfor

Pb : Kurşun

Ppm : milyonda bir madde miktarı

Zn : Çinko

Kısaltmalar

A1 : Ihlamur

A2 : Yeşilçay

A3 : Rezene

A4 : Kekik

A5 : Ekinezya

A6 : Papatya

A7 : Adaçayı

B1 : Ihlamur

B2 : Yeşilçay

B3 : Rezene

B4 : Kekik

B5 : Ekinezya

B6 : Papatya

B7 : Adaçayı

FAO : Gıda Tarım Örgütü

ICP-OES : İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Optik Emisyon Spektrometresi

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

WHO : Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Öğütülen bitki droglarının N analiz tartımı	21
Şekil 3.2. Kjeldahl metoduna göre yanmış örnekler	22
Şekil 3.3. Digiblok analiz hazırlığı.....	23
Şekil 3.4. Digiblok yaş yakması.....	23
Şekil 3.5. Bitki droglarının analize hazırlanması	24
Şekil 3.6. Orbital çalkalayıcıda 150 devirde 1 saat çalkalama işlemi.	25
Şekil 3.7. Çalkalanan örnekler santifürj edilerek süzülme işlemi	25
Şekil 3.8. Örneklerin 30 saniye karıştırıcıda karıştırılma işlemi.....	26
Şekil 3.9. Örneklerin spektrofotometre okumaları	27
Şekil 4.1. Bitki droglarında %N miktarı	28
Şekil 4.2. Bitki droglarında P miktarı.....	29
Şekil 4.3. Bitki droglarında K miktarı	30
Şekil 4.4. Bitki droglarında Ca miktarı.....	31
Şekil 4.5. Bitki droglarında Mg miktarı.....	32
Şekil 4.6. Bitki droglarında Na miktarı.....	34
Şekil 4.7. Bitki droglarında Fe miktarı	35
Şekil 4.8. Bitki droglarında Zn miktarı.....	36
Şekil 4.9. Bitki droglarında Mn miktarı.....	37
Şekil 4.10. Bitki droglarında Cu miktarı.....	38
Şekil 4.11. Bitki droglarında Ni miktarı	39
Şekil 4.12. Bitki droglarında Cr miktarı	40
Şekil 4.13. Bitki droglarında Pb miktarı	41
Şekil 4.14. Bitki droglarında Cd miktarı.....	43
Şekil 4.15. Bitki droglarında Al miktarı	44
Şekil 4.16. Bitki droglarında fenolik miktarı	45

Şekil 4.17. Bitki droglarında flavonoid miktarı	46
--	----



1. GİRİŞ

Tıbbi bitkilerin kesin bir tanımını yapmak güçtür. Günümüzde genellikle "tıbbi" ve "aromatik" bitkiler terimleri bir arada kullanılmaktadır. Bu bitkiler, hastalıkları önlemek, sağlığı sürdürmek veya hastalıkları iyileştirmek için ilaç olarak kullanılmaktadır. Tıbbi droglar, gıda, kozmetik, tütsü veya çeşitli ibadet yöntemlerinde kullanılırken, aromatik bitkiler esans ve lezzet sağlamak amacıyla kullanılır (Anonim, 2005).

Aromatik bitkiler, gıda, kozmetik ve parfümeri sektörlerinde birçok işlev alanına sahiptir. Bitkisel ilaçların genellikle tıbbi bitkilerden türetildiği bilinmektedir. Bitkisel ilaçlar, ham halde yada işlem görerek bir veya daha fazla bitkiden elde edilen tedavi edici özelliklere sahip ürünlerdir. Bu ilaçlar, ham halde bulunan drog materyalleri, işlem görmüş drog materyalleri ve sağlık açısından faydalı ürünleri olmak üzere üç ana kategoride incelenebilmektedir (Van Overwalle, 2007).

Tıbbi ve aromatik bitkiler terimi, bitkilerin etken maddelerini, kullanım alanlarını ve özelliklerini kapsayan geniş bir alanı ifade etmektedir. Bu bitkiler genellikle familyaları, içerdiği etken maddeler, tüketim ve kullanım şekilleri, yararlanılan organları ve farmakolojik etkilerine göre sınıflandırılabilir. Ancak, etken maddelere dayalı sınıflandırma en yaygın kullanılan yöntemdir. Türkiye'nin floristik çeşitliliği açısından oldukça zengin olduğu, 174 familya, 1251 cins ve 12.000'den fazla tür ve alt tür taksonunu barındırdığı bildirilmektedir. Öte yandan, Türkiye'nin endemik bitki türleri bakımından Avrupa genelindeki bitki çeşitliliği içerisinde önemli bir yere sahip olduğu vurgulanmaktadır. (Güner vd., 2000).

Ülkemizde tıbbi olarak kullanılan bitkilerin sayısı kesin olarak bilinmese de tahmini olarak 500'e yakın olduğu ve 200 tıbbi ve aromatik bitkinin yurtdışına gönderilme potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir (Aydın, 2004). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), kullanılan ve satışı gerçekleştirilen bitkisel drogların sayısını 1.900 olarak rapor etmiştir (WHO, 1979). WHO verilerine göre, dünya nüfusunun önemli bir kısmı tıbbi bitkilere dayalı tedavi yöntemlerinden faydalanmaktadır (Başer, 1995). WHO, gelişmekte olan ülkelerde geleneksel tedavi yöntemlerinin yaygınlaşmaya başlaması ve standartlaşması amacıyla "2001–2005 yılı Geleneksel Tıp Stratejileri" programını başlatmıştır (WHO, 1998). Bu veriler, Türkiye'nin tıbbi ve aromatik bitkiler alanında büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Kendir ve Güvenç, 2010).

Ağır metallerin neden olduğu çevresel kirlilik, küresel ölçekte ciddi bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Ağır metal terimi, yoğunluğu 5 g/cm³'ten daha büyük olan ve düşük konsantrasyonlarda bile zehirli etkileri açığa çıkaran metalleri içerir. Bu kategori içinde; kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), civa (Hg) ve çinko (Zn) gibi 60'tan fazla metal bulunmaktadır (Özbolat ve Tuli, 2016).

Metaller, hava, su ve gıda aracılığıyla insan vücuduna giriş yaparak, "organizma metal yükü" oluşturlar (Öztürk, 2008). Ağır metalleri farklı toksik elementlerden ayıran önemli özellik olup, insanlar tarafından üretilmeyip ortadan kaldırılamamalarıdır (Seven vd., 2018).

Günümüz de metal kirliliği, çeşitli kaynaklardan doğa da hızla genişlemektedir (Li, 1981; Goyer vd., 1989). Temel olarak endüstriyel faaliyetler, egzoz emisyonları, maden

yatakları, volkanik etkinlikler, kentsel atıklar, tarım ilaç ve gübreler, metal kirliliğinin temel nedenleri arasında yer almaktadır (Stresty ve Rao, 1999). Ağır metaller kaynaklı çevresel kirlilik, dünya çapında ciddi bir problem haline gelmiş ve endüstrinin ilerlemesiyle bu soruna etkili bir çözüm bulmak pek mümkün olmamaktadır (Yaldız ve Şekeroğlu, 2013).

Bitkiler, tarih boyunca insanlığın varlığı süresince, alternatif tıp olarak bilinen ve çeşitli hastalıkları önleme veya hastalık anında rahatlama sağlama amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Baytop, 1999). Öncelikle, sağlık, besin, baharat, parfüm, kozmetik, sağlık ürünleri ve endüstriyel gibi alanlarda çeşitlilikleri sıkça kullanılmaktadır (Bayraktar, 2017). Tıbbi bitkilerin besin element içeriklerini belirleme konusu, araştırmacılar tarafından özenle ele alınan bir alan olup bu bitkilerin sağlık yararları ile birlikte potansiyel zararları ve günlük alım miktarları da dikkate alınmalıdır. Ayrıca bitkilerin yetiştiği bölge, topraktan bitkiye geçen ağır metallerin konsantrasyonu açısından göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Bitkilerde yüksek ağır metal konsantrasyonları, sadece çevresel sorunlara değil, aynı zamanda besin zinciri üzerinden hayvan ve insan sağlığı üzerinde önemli etkilere yol açabilir. Maruz kalınan ağır metallerin vücutta yüksek düzeylere ulaştığı durumlarda, vücut sistemlerinin bozulmasına ve ölüme neden olabilecek ciddi sonuçlar doğurabilir (Kamran vd., 2013).

Bitkiler açısından değerlendirildiğinde, ağır metallerle temas eden bitkilerin, kalite düşüşleri, birim alandan elde edilen verimde azalma, düşen tüketici talebi ve ihracatın olumsuz etkilenmesi gibi ekonomik kayıplara yol açtığı gözlemlenmektedir (Yerli vd., 2020) Tıbbi bitkilerin sıklıkla tercih edilen türlerinde ağır metal birikimi olduğu yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir. Bu bağlamda, bitkilerin element içeriklerinin analiz edilmesi ve buna bağlı olarak kullanım alanlarının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, tıbbi amaçla yetiştirilen ve farklı amaçlarla kullanılan tıbbi aromatik bitki örneklerinin hasat sonrası ağır metal seviyelerinin belirlenmesine yönelik veriler sunulmaktadır.

Çalışmanın amacı, ticari olarak satılan bazı tıbbi ve aromatik bitki droglarının mineral içeriklerini, ağır metal seviyelerini ve antioksidan kapasitelerini belirleyerek bu bitkilerin sağlık açısından taşıdığı potansiyel faydaları ve olası riskleri ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, farklı bitki türlerinin kimyasal bileşimleri detaylı bir şekilde incelenmiş ve elde edilen sonuçların, tüketiciler için güvenli kullanım standartlarının geliştirilmesine ve endüstriyel kalite kontrol süreçlerine katkı sağlaması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1 Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Tarihi

Dioskorides'in beş ciltlik ''De Materia Medica'' adlı eseri, beşyüz tıbbi bitki ve bu bitkilerden elde edilen ilaçların kullanımına dair detaylı içerikler barındırarak, ilk farmakope örneği olarak kabul edilmektedir (Baytop, 1999). Mezopotamya uygarlığında yaklaşık 250 bitkisel drog kullanılmış, tabletlerdeki reçetelerde günümüzde de tedavide yer bulan adamotu, banotu, haşhaş, kekik, rezene, nar kabuğu gibi bitkilere sıklıkla karışılmıştır (Limet, 1978).

Tarih öncesinden itibaren Mezopotamya, Eski Mısır, Hitit, Yunan, Roma, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde bitkisel ilaçlar yaygın biçimde kullanılmış, Osmanlı Dönemi'nden sonra ise halk tıbbı üzerine araştırmalar yapılmıştır. Anadolu insanının Paleolitik Çağ'dan bu yana yaklaşık 50.000 yıldır bitkilerden tedavi ve diğer amaçlarla yararlandığı bilinmektedir (Özbek, 2005).

Tarih boyunca, farklı hastalıkların tedavisinde bitkilerden yararlanılmıştır. Örneğin, şeker hastalığı, sarılık ve nefes darlığı gibi rahatsızlıklar bitkisel tedavilerle ele alınmıştır. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, dünya nüfusunun yaklaşık %80'i sağlık sorunlarını çözmek için öncelikli olarak bitkisel droglara başvurmaktadır; bu da yaklaşık 4 milyar insanı kapsamaktadır. Ayrıca, gelişmiş ülkelerde reçeteli ilaçların yaklaşık %25'inin bitkisel kökenli etken maddelerden (örneğin vimbilastin, rezerpin, kinin ve aspirin gibi) üretildiği belirtilmektedir (Farnsworth vd., 1985).

Etnobotanik bilgi birikimi, uzun bir süreç içinde deneme-yanılma yöntemiyle kazanılmış ve nesiller arası aktarılarak günümüze ulaşan son derece değerli bilgileri içermekte olup, bitkilerin bilimsel değerlendirmesine önemli katkılarda bulunmaktadır. "Fitoterapi" terimi, tıbbi bitkilerle tedavi anlamına gelir ve ilk olarak Fransız hekim Henri Leclerc (1870-1955) tarafından kullanılmıştır. Bitkilerin doğal olarak ürettiği primer ve sekonder metabolitler, endüstrinin temel ürünlerini oluşturan önemli bileşenlerdir. Bitkiler, topraktan aldıkları su, mineral ve diğer elementleri insan vücudu tarafından emilebilecek formlara dönüştürürler. Karbonhidratlar, proteinler, yağlar, vitaminler ve mineraller gibi temel besin öğeleri, bitki metabolizmasında yaygın olarak kullanılan etken maddeler arasında bulunur (örneğin eterik yağlar, alkaloidler, tanenler ve acı maddeler). Bu metabolitler, vücut savunma mekanizmasını güçlendirir, organ işlevlerini destekler ve iyileşmeyi hızlandırarak belirli dokuların ve organların olumlu etkilenmesini sağlarlar. Özellikle 1990'lı yıllardan sonra, tıbbi ve aromatik bitkilerin yeni kullanım alanlarının keşfedilmesi ve doğal ürünlere olan talebin artması, bu bitkilerin kullanımını giderek artırmaktadır. Günümüzde tıbbi bitkiler piyasasının yıllık tahmini değeri 60 milyar dolar civarındadır (Kumar, 2009).

Ülkemiz, jeopolitik konumu, iklim ve flora zenginliği, geniş tarımsal potansiyeli ve geniş yüz ölçümü sayesinde, tıbbi ve aromatik bitkiler ticaretinde öncü konumda bulunan ülkelerden biridir. Türkiye'nin bu stratejik önemi; gelişmiş ülkelerdeki köklü bitkisel ilaç, bitki kimyasalları, gıda ve katkı maddeleri, kozmetik ve parfümeri endüstrilerinin hammaddesini sağlayan pek çok bitkisel ürünün, ülkemizin florasında doğal olarak bulunmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, bu bitkiler genellikle doğadan

toplanarak ticarete konu olmaktadır. Ege, Marmara, Akdeniz, Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri, tıbbi ve aromatik bitkilerin ana toplama bölgeleridir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerde devamlı üretim ve pazar potansiyelini maksimize etmek için, bu ürünlerin istenilen kapasite ve nitelikte olması önemlidir. Kaliteli ve standart ürünlerin sunulabilmesi için, kültüre alınmış çeşitlerin geliştirilmesi, uygun ekolojik şartların tespit edilmesi, doğal bitkilerin çevreye zarar vermeden ve sürdürülebilir şekilde hasat edilmesi, hasat sonrası işlemler ve işleme teknolojisinin belirlenmesi gibi faktörler üzerinde çalışmak, tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim ve pazarlama olanaklarını artırabilir (Bayram vd., 2010). Anadolu'da birçok bitki türleri yetişmektedir. Ordu hekimi olan Pedanios Dioskorides, bu bitkileri kullanan tarih öncesi dönemde bilinen önemli uzmandır ve Anadolu tıbbi bitkileri hakkında detaylı bilgiler veren ilk hekim olarak bilinmektedir. Dioskorides'in eserinde 1000 kadar doğal maddenin özellikleri, bu maddelerin 4750 civarı tıbbi kullanılışı ve 350 civarı tıbbi etki bir araya toplanmıştır (Baydar, 2009).

1990'lı yılların sonu ve 2000'li yılların başında pazarlamadaki artış ve genetik çeşitliliğin muhafaza edilmesi ile ilgili kaygılar tıbbi bitkilerin ıslahını etkilemiştir. Bitki kaynaklarının kalite kriterleri, üretim aşaması ve kontamine olmadan, devamlılık isteyen ve resmi olarak belgelenmiş ürün istekleriyle çoğalmıştır (Khan vd., 2005).

Annan vd. (2010), Gana'da uzun yıllardır geleneksel halk sağlığında kullanılan 27 tıbbi bitkiyi mineral elementler açısından inceleyerek Fe, Cu, Zn, Mn gibi iz elementlerin yanı sıra Ni ve Cd gibi ağır metallerin analizini gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmaya göre, bu elementlerin günlük önerilen dozların altında kaldığı ortaya konulmuştur bununla birlikte Fe elementinin yüksek seviyelerde toksisite riski oluşturabileceği bildirilmiştir.

Ata vd. (2011), Pakistan'da geleneksel halk hekimliğinde yaygın şekilde kullanılan 24 tıbbi bitkinin mineral element içeriklerini (Na, K, Li, Ca, Mg, Fe, Zn, Pb, Mn, Cu, Ni, Cr ve Cd) incelenmiştir. Araştırmada, makro element içeriklerinin mikro element içeriklerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiş ayrıca bazı bitki örneklerinde Pb, Ni, Cr ve Cd gibi iz elementlere rastlanmadığı tespit edilmiştir.

Ashraf vd. (2010), özellikle Güneydoğu Asya'da sıklıkla tüketilen *Artemisia* cinsine ait 17 yerel türün mineral element içeriğini incelemiştir. Araştırılan bitki örneklerinde mikro element (Zn, Cu, Cr, Ni, Co, Cd, Pb, Mn ve Fe) ve makro elementin (K, Na, Ca ve Mg) tespit edildiği belirtilmiştir. En çok rastlanan mineral elementlerin Na, K, Ca, Mg ve Fe olduğu rapor edilmiştir. Öte yandan birkaç bitki örneğinde uluslararası standartlara göre güvenli kabul edilen ağır metal içeriğinin daha yüksek seviyelerde olduğu kaydedilmiştir.

Adnan vd. (2010), Pakistan'ın çeşitli nemli bölgelerinden topladıkları 5 tıbbi bitkinin makro (Ca, Mg, Na ve K) ve mikro (Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Co ve Mn) element konsantrasyonlarını araştırmıştır. Araştırmacılar, yarı nemli bölgelerden hasat edilen bitkilerin besin elementi içeriklerinin nemli bölgelerden hasat toplanan bitkilere kıyasla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan, Fe ve Mn arasında pozitif, Cu ve Cd arasında ise negatif yönde etkileşimler gözlemlenmiştir.

Koç ve Sarı (2009), yaptıkları çalışmada 13 bitkide Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, Fe, Cr ve Co gibi mikro elementlerin değerlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, bitki örneklerinde Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonlarının yüksek, Pb, Cd ve Cr konsantrasyonlarının ise düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Lasisi vd. (2005) yaptıkları çalışmada, 8 farklı bitki türünde ağır metal (Fe, Mn, Cu, Zn ve Pb) ve makro element analizi gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, bitki türlerinin çeşitli besin elementlerini farklı dozlarda depoladığını göstermektedir. Yapılan çalışmada elde edilen bulgulara göre, bitki örneklerindeki ağır metal konsantrasyonu, insan sağlığı için bir risk oluşturmamaktadır.

Chizzola vd. (2003) ise Avusturya'nın farklı bölgelerinde üretilen tıbbi ve aromatik bitkileri Cd, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn içerikleri açısından incelemişlerdir. İncelenen elementlerin analiz sonuçlarına göre, tıbbi ve aromatik bitkilerde toksik ağır metallerle bulaşmanın genel olarak düşük olduğu belirlenmiştir. İncelenen örneklerin birçoğunda 0,2 mg/kg'dan daha düşük Cd ve 1.5 mg/kg'dan daha düşük Pb içerdiği gözlemlenmiştir. Bitki örneklerinde Cu içeriği 3-34 mg/kg, Zn içeriği 20-95 mg/kg, Fe içeriği 33.5-1398 mg/kg ve Mn içeriği ise 16.4-175.0 arasında değişkenlik göstermiştir.

Şekeroğlu vd. (2008), Türkiye genelinde popüler olan ve satışı yapılan çeşitli tıbbi ve aromatik bitkilerin Cd ve iz elementi (Cu, Fe, Mn ve Zn) içeriklerini incelemiştir. Araştırılan bitki örneklerinde ıhlamur çiçeği, ısırgan yaprağı ve meyan balında Cd rastlanmamış, diğer bitki örneklerinde ise kadmiyum konsantrasyonu 7-126 µg/kg aralığında değişkenlik göstermiştir. Mikro besin elementleri bakımından en fazla demir, bakır, mangan ve çinko içerikleri sırasıyla zahter (520 mg/kg), kuşburnu (24 mg/kg), İzmir kekiği (58 mg/kg) ve zahter (50 mg/kg) örneklerinde belirlendi. Araştırma sonuçları, Ülkemiz'de sıkça kullanılan ve satışı yapılan tıbbi bitkilerin Cd ve mikro besin elementi içeriklerinin, insan sağlığına zarar verebilecek sınır değerlerinin altında kaldığını bildirmiştir.

Abu-Darvish vd. (2009), Ürdün'ün farklı ekolojik bölgelerinde doğal olarak yetişen kekik bitkilerinin ağır metal içeriklerini (Fe, Cu, Ni, Cd, Co, Pb ve Cr) detaylı bir şekilde bildirmiştir. Farklı lokasyonlardan hasat edilen kekiklerde Cu konsantrasyonu 8.62-10.40 mg/kg farklılık gösterirken, Fe konsantrasyonunda varyasyon daha fazla ve örneklerin demir içerikleri 15.31-205.80 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir. Öte yandan, kekik örneklerinde belirlenen Pb ile Cd gibi ağır metal içerik yüzdelerinin, insan sağlığına zarar verebilecek sınır değerlerinin altında kaldığı belirtilmiştir.

Bazı ülkelerdeki alternatif tedavilerde kullanılan bitkisel ürünlerde bulunan kurşun miktarı toksik etki düzeylerinde olabileceği bildirilmiştir (Bolan vd. 2016).

2.2 Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Ticari Önemi

Son on yılda dünyada geleneksel tıp kullanımına yönelik ilgi ve merak artmıştır. Örneğin, Çin'de geleneksel tıp uygulamaları sağlık hizmetlerinin yaklaşık %40'ını oluşturmakta, Şili'de nüfusun %71'i, Kolombiya'da ise %40'ı benzer tedavi yöntemlerini tercih etmektedir. Hindistan'da kırsal kesimde yaşayanların %65'i, temel sağlık ihtiyaçlarını karşılamak için geleneksel tıp yöntemlerinden faydalanmaktadır. Isparta ilinde yapılan bir araştırmada ise, hayatında en az bir kez geleneksel sağlık

uygulamalarını kullandığını belirtenlerin oranı %68 olarak tespit edilmiştir (Öztürk vd., 2005). Son yıllarda tıbbi bitkilerin değerinin artış göstermesinin bir diğer sebebi, hastalık etkenlerinin geliştirdiği direnç sonucu oluşan dirençli türlerdir. Tıbbi bitkilerden elde edilen preparatlar kapsamlı etkiler sunduğundan, bu dirençli türlere karşı etkili bir çözüm olarak öne çıkmaktadır (Ceylan, 1995).

Tıbbi aromatik bitki ticaretinde Dünya geneline ihracaat gerçekleştiren ABD, Çin, Hindistan, Almanya, Fransa, Hollanda gibi ülkelerin ihracaat yapmasında büyük bir paya sahiptir. Sağlık sektöründe tüketimi, yemeklere farklı aroma, lezzet sağlamak için bu bitkilerin tüketim oranları artmaktadır (Acıbuca ve Budak, 2018).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin dünyadaki ticareti her geçen yıl artmaktadır. Dünyada 2000'de 50 milyar dolar büyüklüğünde olan tıbbi ve aromatik bitki pazarı, yaşlanan nüfusun sağlık problemleri, refah artışı ve bilinçli tüketicilerin artması ile 2015 yılında 165 milyar dolar seviyelerine yükselmiştir (Anonim, 2019 a)

Son beş yılda, dünya bitkisel drog satışı yıllık ortalama 16,8 milyar dolarlık yurtdışına satışı gerçekleştirilmiş ve 18,6 milyar dolarlık yurtdışı satın alımı gerçekleşmiştir. Soğan-yumru, çay-kahve, baharat, çeşni, kök ve diğer bitkiler, üretimde öne çıkan başlıca gruplardır. ABD, İngiltere, Almanya, Fransa, Hollanda, Çin ve Hindistan gibi ülkeler, tıbbi ve aromatik bitkilerin hem ithalatını hem de ihracatını gerçekleştiren önemli aktörlerdir. Ayrıca, gelişmiş ülkelerde sağlık bilincinin artmasıyla yemeklerde tuz ve yağ kullanımının azalması, bu bitkilerin kullanımını da artırmıştır (Binici, 2002).

Ülkemiz'de doğadan hasat edilen ve satışı yapılan 347 bitki türü bulunmaktadır; bunların yaklaşık %30'u dış ticarete değerlendirilmektedir (Özhatay ve Koyuncu, 1997). Türkiye, dünya çapında ortalama 100 ülkeye tıbbi ve aromatik bitki ihraç etmektedir. İhracatın büyük bir kısmı Kuzey Amerika, Avrupa Birliği, Latin Amerika, Uzak Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerine yapılmakta olup, ABD, Almanya, Vietnam, Hollanda, Polonya, Brezilya, Kanada, İtalya, Belçika, Yunanistan, Fransa ve Japonya başlıca alıcı ülkeler arasındadır (Dagmar, 2002). Türkiye'nin ihraç ettiği başlıca tıbbi bitkiler arasında kekik, defne yaprağı, kimyon, anason, rezene tohumu, ardıç kabuğu, mahlep, çemen, biberiye, meyan kökü, nane, sumak, adaçayı ve ıhlamur çiçeği bulunmaktadır (Bayram vd., 2010). Dünya Sağlık Örgütü'nün, 91 ülkenin farmakopelerine ve tıbbi bitkiler üzerine yapılmış çeşitli çalışmaları baz alarak yapılan bir araştırmaya göre, tedavi amaçlı tüketilen tıbbi bitkilerin toplam sayısı yaklaşık 20.000'dir (Penso, 1983).

Dünyada satışı yapılan tıbbi ve parfümeri bitkilerin % 50'si gıda, %25'i kozmetik ve % 25'i de ilaç endüstrisinde kullanılmaktadır. Dünya bitkisel drog satışının 10-13 milyar dolar civarında olduğu düşünülmekle beraber, Türkiye zengin bitki çeşitliliğine rağmen bu ticaretin ortalama 5-60 milyon dolarlık bir gelir elde etmektedir. Nedeni ise söz konusu tıbbi ve aromatik bitki droglarının yurtdışına ticaretinin yapılmamasında kaynaklanmaktadır. 1980-1985 yılları arasında ABD'de bitkisel ilaçların piyasası 8 milyar dolardan 18 milyar dolara artmıştır. 1983 yılında Japonya'da ise reçeteli bitkisel ilaçların satışı 2.6 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Bu değer 1983'de yapılan tüm reçeteli ilaç satışının %15- 20'sini oluşturduğu rapor edilmiştir. Ayrıca bu durum ABD'de ki reçeteli ilaç piyasasının %25'ini, Almanya'da ise %35-40'ını kapsamaktadır (Başer, 1990).

2.3 Bitkisel Droğların Özellikleri

Günümüzde bitki çayları rahatlatıcı etkileri ve insan sağlığı ile ilgili pozitif etkileri nedeniyle sıkça tercih edilmektedir (Baydar, 2005). Bitkisel çayların sağlık için faydalarının belirtilmesi, bitkisel ürünlere olan ilgiyi giderek artırmaktadır (Ivanova vd., 2005). Son zamanlarda, bitkisel çayların ticari olarak piyasada yaygın hale gelmesi, tüketim oranlarının artmasına önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Bu nedenle, çaylar ve bitkisel infüzyonlar günlük beslenmemizde temel fenolik bileşik kaynakları arasında yer almaktadır (Atoui vd., 2005). Çay dışında, demlenerek hazırlanan ve sıkça kullanılan diğer bitkiler arasında adaçayı, ıhlamur, kuşburnu, papatya ve nane gibi çeşitler bulunmaktadır (Zheng ve Wang, 2001; Atoui vd., 2005; Başgel ve Erdemoğlu, 2005; Ivanova vd., 2005). Yapılan araştırmalar, söz konusu bitkilerin de çayda olduğu gibi yüksek miktarda antioksidan bileşikler içerdiğini göstermiştir (Kähkönen vd., 1999; Karakaya ve El, 1999; Toit vd., 2001; Zheng ve Wang, 2001; Exarchou vd., 2002; Ziakova ve Brandsteterova, 2003; Atoui vd., 2005; Ivanova vd., 2005).

2.4 Tedavi Amaçlı Kullanılan Ticari Olarak Satılan Bazı Tıbbi Aromatik Bitki Droğları ve Kullanım Alanları

2.4.1 Adaçayı

Adaçayının virüs ve bakterilere karşı savaşarak vücudu yenileyici etkiler sunduğu düşünülmektedir (Başgel ve Erdemoğlu, 2005; Ivanova vd., 2005). Bu bitkinin içerisinde bulundurduğu en önemli flavonoidlerden kuersetin ve luteolin, adaçayı bitkisinin sağlık açısından faydalarını artırmaktadır (Karakaya ve El, 1999). Adaçayının droğları; yaprakları, çiçekleri ve bu kısımlardan elde edilen uçucu yağdır. İçerdiği uçucu yağ, adaçayının en önemli biyoaktif maddesi olarak öne çıkar (Ekren vd., 2007; Başa vd., 2012; Yılmaz ve Gökdoğan, 2015).

Genellikle hoş kokulu bitkilerin yer aldığı Lamiaceae (ballıbabagiller) familyası, 45 farklı cinsle temsil edilmektedir ve uçucu yağ içerikleri nedeniyle farmakoloji ile parfümeri endüstrisinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu aile içinde, halk arasında adaçayı olarak bilinen *Salvia* cinsi önemli bir yer tutar (İpek ve Gürbüz, 2010). *Salvia* türleri, tarih boyunca halk tıbbında çay, merhem, tentür veya ekstrakt olarak hazırlanmış ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır (Topçu, 2006). Adaçayı, geçmişte Eski Mısır ve Çin kültürlerinde, beyin fonksiyonlarını iyileştirici özellikleriyle tanınmıştır. 12. yüzyılda Sinte Hillgarde, adaçayını çok yönlü bir bitki olarak nitelendirerek “gerçek bir panzehir” olarak adlandırmıştır. Adaçayı; üst solunum yolları hastalıklarında, sara, verem gibi hastalıkların tedavisinde ağrıyı durdurucu ve destekleyici olarak kullanılmıştır (Rivera vd., 1994; Topçu, 2006). Araştırmalar, adaçayının diyabetli bireylerde kan şekeri seviyelerini düşürme potansiyeline işaret etmektedir. Ayrıca karaciğeri güçlendirme, sindirim sistemini düzenleme, terlemeyi azaltma ve östrojen hormonunu uyarma gibi özellikleriyle menopoz döneminde olumlu etkiler sağlayabilir (Anonim, 2007). Günümüzde adaçayı, tonik olarak kullanılmakta ve güçlendirici, gaz giderici, antiseptik ve solunum yolu hastalıklarında uyarıcı etkilerinden dolayı hem dahili hem de harici tedavilerde tercih edilmektedir (Baytop, 1999). Malencic vd (2000) tedavi amacı ile kullanılan farklı çeşit adaçayı formlarının tıbbi uygulamalarında sindirim hastalıklarına, özellikle mideye iyi geldiğini tespit etmiştir.

2.4.2 Ekinezya

Ekinezya, Amerika'nın kuzey bölgesinde yetişen ve bölgeye ait nadir bulunan bir bitki olarak bilinmekte ve ilk kez Büyük Ovalar Bölgesi'nde bölge halkı tarafından kullanılmıştır. Daha sonra bu bitki, bölgedeki Beyaz yerleşimciler tarafından da benimsenmiştir. Günümüzde ekinezya, Kanada ve Avrupa gibi bölgelerde doğal olarak yetişmekte ve özellikle Avrupa ile Kuzey Amerika'da bağışıklık sistemini güçlendirmek için kullanılan bitkisel immünostimülanlar veya "soğuk algınlığı savaşçıları" adı verilen takviyeler arasında önemli bir yer tutmaktadır (Pepping, 1999). Geleneksel bitkisel ilaçlar, bağışıklık sisteminin farklı bileşenleri üzerinde etkili olarak vücudun hastalıklara karşı direncini artırmaya yönelik bir dizi tedavi sunmaktadır. Bitkisel tedavi veya fitoterapi, bitkilerin, bitki parçalarının veya bu bitkilerden elde edilen bileşiklerin terapötik amaçlarla kullanımını ifade eder ve genellikle tamamlayıcı bir tıp yöntemi olarak görülür (Chez ve Jonas, 1997).

Asteraceae (Papatyagiller) familyası, dünya genelinde 1.000'den fazla cins ve 20.000'den fazla türle, çiçekli bitkiler arasında oldukça zengin bir gruba oluşturur. Türkiye'de bu aileye ait 134 cins ve 1.156 tür bulunmaktadır (Mat, 2002). Bu familyanın ekonomik olarak dikkat çeken üyelerinden biri de Echinacea'dır. Kuzey Amerika kökenli bu çok yıllık otsu bitki, genellikle kökleri, yaprakları veya tüm bitki kısımları kullanılarak değerlendirilmektedir. Araştırmalara göre, ekinezya bitkisi özellikle kökleriyle bağışıklık sistemini destekleyici, iltihap giderici ve yara iyileştirici özelliklere sahiptir (Schulthess vd., 1991). Günümüzde ekinezya preparatları, solunum yolu hastalıklarının önlenmesi ve tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca dışarıdan uygulandığında yara ve yanıkların iyileştirilmesine katkı sağlar (Mat, 2002). Ekinezya, Amerikan yerlileri tarafından yaraların tedavisinde, baş ve mide ağrıları gibi şikayetlerin giderilmesinde, bronşit gibi kronik hastalıklarda kullanılmıştır. Modern araştırmalar, bu bitkinin bağışıklık sistemini uyarıcı özellikler taşıdığını ve antioksidan etkiler sunduğunu göstermektedir (Omidbaigi, 2002; Gülpınar, 2009).

Ekinezya, bitkisel çaylar şeklinde tüketilmesinin yanı sıra, bağışıklık sistemini güçlendirme ve enfeksiyonlara karşı vücut direncini artırma amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle, fitoterapi kapsamında ekinezya gibi bitkiler doğal bir destek yöntemi olarak değerlendirilmektedir (Chez ve Jonas, 1997). Almanya'da her yıl doktorlar tarafından üç milyondan fazla ekinezya içeren reçete düzenlenmesi, bu bitkinin popülerliğini ve güvenilirliğini göstermektedir (Keller, 1991).

2.4.3 İhlamur

İhlamur, *Tiliaceae* (ıhlamurgiller) familyasına ait olan ve *Tilia* cinsine dahil edilen büyük ağaçlardan biridir. Terapötik kullanımlar açısından, özellikle dar ayalı (*Tilia cordata*) ve geniş ayalı (*Tilia platyphyllos*) türleri ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, *Tilia vulgaris* türü genellikle bitki çayı olarak tercih edilmektedir (Albayrak vd., 2012). İhlamurgiller familyası, tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygın olup haziran ve temmuz aylarında sarı çiçekler açan, 40'tan fazla cins ve 350'den fazla tür barındırır. Türkiye'de ise küçük yapraklı ıhlamur, büyük yapraklı ıhlamur ve bu iki türün melezi olan bulgar ıhlamuru sıkça yetiştirilmekte ve çiçekleri kurutulularak çay yapımında kullanılmaktadır. Avrupa Farmakopesi'ne göre ıhlamur çiçeği (*Tilia flos*) ve çiçek sapının bağlı olduğu brakte yaprakları, bir bitkisel kuru yaprak olarak tanımlanmıştır (Başer,

2009; Tenche-Constantinescu vd., 2015). Tedavi edici özelliklerinden dolayı tüketilen bitkisel çaylar, kimyasal derişimlerinde aminoasitler, vitaminler ve mineraller gibi pek çok bileşii içermektedir. Sıklıkla kış aylarında tüketilen ıhlamur *Tilliaceae* (ıhlamurgiller) familyasındadır. Ihlamur bitkisinin kurutulan çiçekleri, brakteliçiçeklerin infüzyon biçiminde hazırlanalarak tüketilmektedir (EMA, 2010).

Tilia türleri, yetiştikleri coğrafi bölgeye bağılı olarak farklılık gösterebilir. Ancak türü ve yetiştiğı yer fark etmeksizin, ıhlamur bitkisi terapötik ve kozmetik özelliklere sahiptir (Viola vd., 1994; Daniel, 1998; Schmidgall vd., 2000). Ihlamur, şeker, yağ, kateşin, gallik asit, tanin, polifenoller, organik asitler, mineraller, amino asitler, vitaminler ve uçucu yağlar gibi birçok aktif bileşen içermektedir. Bu bileşenler, çeşitli ekstraksiyon yöntemleri ile bitkiden ayrıştırılabilir. Henüz tam açılmamış çiçekler, brakteleri ile birlikte toplanarak gölgede kurutulur ve ardından soğuk algnlığı, hazımsızlık, migren, karaciğer rahatsızlıkları ve spazmlar gibi hastalıkların destekleyici tedavisinde kullanılır. Ayrıca ıhlamur, güçlü kök yapısı ve dayanıklılığı sayesinde kent peyzajında sıklıkla tercih edilirken, kozmetik ve ilaç sanayisinde de önemli bir yer tutar (Soukand vd., 2013).

Ihlamur türleri, biyoakümülatör veya biyoindikatör olarak çevresel çalışmalarda kullanılmaktadır. Özellikle Pb, Cr, Fe, Ni, Zn ve Mn gibi ağır metallerin birikimini göstermek için bu bitkinin yapraklarının düzenli olarak kontrol edilmesi önerilmektedir (Bargagli, 1998; Piczak vd., 2003). Demlenerek tüketilen bitkisel çaylar arasında yer alan ıhlamurun içeriğindeki aktif maddelerin demleme sıvısına geçiş mekanizması üzerine kinetik modelleme çalışmaları yapılmıştır (Chan vd., 2014). Ihlamurun soğuk algnlığını hafiflettiğı ve sakinleştirici özelliklere sahip olduğı bilinmektedir (Başgel ve Erdemoğlu, 2005; Ivanova vd., 2005). Yapısında bulunan kuersetin ve kempferol, bu bitkinin en önemli flavonoid bileşenleri arasındadır (Karakaya ve El, 1999).

Dünya genelinde özellikle gastrointestinal rahatsızlıklar ve soğuk algnlığı gibi hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılan ıhlamur, bitki çayı formunda tüketildiğinde sağık açısından birçok fayda sunar. Çiçeklerinde bulunan flavonoidler, müsilaj ve uçucu yağ bileşikleri, ıhlamurun idrar söktürücü, terletici ve uykusuzluğa karşı etkilerini destekler. Bu nedenle, özellikle üst solunum yolu enfeksiyonlarının tedavisinde tercih edilmektedir (Kasapoğlu, 2015). Ayrıca, ıhlamur çayı sinir sistemi üzerinde olumlu etkiler gösterirken, uykusuzluğa iyi gelir, bronşları yumuşatır, yüksek tansiyonu düşürür ve kolesterol ile damar tıkanıklığını önleyebilir. Böbrek taşlarının düşürülmesine yardımcı olduğı da ifade edilmektedir (Tuttu vd., 2017).

2.4.4 Kekik

Kekik, dünya genelinde birçok farklı cins altında yer alan bitkilerden biridir ve bu bitkilerden biri olan *Origanum* cinsi, 38 tür, 6 alt tür ve 17 melez ile bilinmektedir. *Labiatae* (*Lamiaceae*) ailesine ait olan kekik cinsi, Türkiye’de 22 tür ve 32 taksonla doğal olarak yayılmaktadır (Tonçer vd., 2009; Bozdemir, 2019). Kekik, *Lamiaceae* (Ballıbabagiller) familyasına ait bir bitki olup, özellikle Türkiye’nin Akdeniz Bölgesi’nde yaygındır. Kekik, aynı zamanda kakuk, keklik otu, catır ve sater gibi isimlerle de anılmaktadır. Uçucu yağı, %20’nin üzerinde fenolik bileşikler (özellikle timol ve karvakrol) içerir. Bunun yanı sıra, kekik flavonoidler ve ursolik asit, oleanolik asit gibi triterpenik bileşikler de barındırır. Kekik, belirgin bir kokuya sahiptir ve yüksek oranda

uçucu yağ içerir; bu yağın ana bileşenleri timol ve karvakrol, kekiğin antioksidan özelliklere sahip olmasında önemli rol oynamaktadır. Uçucu yağın bu fenolik bileşikler, %78-82 oranında bulunur (Botsoglou vd., 2003; Saraç, 2005).

Türkiye'de *Origanum* türleri arasında İzmir kekiği ve İstanbul kekiği öne çıkmaktadır ve bu türler özellikle Türkiye'nin Ege ve Akdeniz bölgelerinde tabiat şartlarında yetişir. Kekik türleri, timol ve karvakrol gibi fenolik bileşikler içerir ve bu özellikleri, kekik bitkisinin antibakteriyel ve antioksidan etkiler göstermesini sağlar (Başer vd., 1993; Botsoglou vd., 2003). *Origanum onites*, yani İzmir kekiği, Türk kekiği olarak da bilinir ve Akdeniz sahil kuşağında, özellikle Türkiye ve Yunanistan'da yaygındır. Bu bitki, yarı çalimsı ve çok yıllık olup, 0-900m seviyelerine kadar olan doğal ortamlarda büyümektedir. Türkiye'de genellikle İzmir kekiği, Türk kekiği veya Bilyalı kekik olarak anılmaktadır (Özdemir ve Özkan, 2016; Sönmez, 2019).

Tarihsel olarak İzmir kekiği, çeşni olarak gıdalara tat eklemek için ve geleneksel sağlık uygulamalarında bağırsak hastalıklarında gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, İzmir kekiği içeriğindeki uçucu yağlar ve diğer sekonder metabolitlerin, bakteri, mantar, kanser, diyabet, viral, gibi etmenleri önleyici birçok biyoaktif ve farmakolojik özelliğe sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, İzmir kekiği, halk hekimliğinde baharat ve bitki çayı olarak kullanıldığı gibi, aynı zamanda beslenme, kozmetik, koku ve ilaç endüstrilerinde de saf bileşen olarak değerlendirilmektedir (Baydar ve Erdal, 2004; Kaçar vd., 2006; Raut ve Karuppayil, 2014; Özdemir vd., 2017). Kekik, baharat olarak tıp ve eczacılık alanlarında, gıdaların muhafazasında (doğal antioksidan olarak), biyolojik ve kültürel mücadelede, organik hayvancılıkta, yem rasyonlarında doğal antibiyotik ve antihelmintik (parazit düşürücü) olarak çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Aynı zamanda, parfümeri ve kozmetik ürünlerinde Thymol içeriği ile, cilt problemlerinin tedavisinde de kullanılmaktadır (Bahtiyarca Bağdat, 2008).

İzmir kekiği, ülkemizde ve dünya çapında yaygın olarak baharat olarak kullanılan, aynı zamanda önemli bir ihracat ürünüdür. Bu bitki, özellikle yaprak ve çiçeklerinde bulunan uçucu yağlar ile bilinir ve bu yağlar, kekiğin ticari değerini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Kekik ürününün kalitesini etkileyen en kritik unsurlardan biri, içerdiği uçucu yağ oranıdır. Uçucu yağ oranı, genetik yapı, iklim koşulları, toprak özellikleri ve tarımsal uygulamalar gibi etmenlere bağlı olarak değişir. İzmir kekiğinin uçucu yağ oranı, %0.2 ile %8 arasında büyük bir varyasyon göstermektedir (Kaçar vd., 2006; Gürtunca, 2011; Sönmez, 2019).

Uçucu yağların kalitesi, tıp, koku, beslenme ve kozmetik endüstrilerindeki artan tüketimi ile daha da önem kazanmaktadır. Bu endüstrilerde uçucu yağların kimyasal kompozisyonu, ürünlerin değerini belirleyen ana faktörlerden biridir (Raut ve Karuppayil, 2014; Bhardwaj vd., 2019). Uçucu yağın bileşimi, genetik faktörler tarafından büyük ölçüde şekillenir, ancak çevresel koşullar da bu bileşimi bir miktar etkileyebilir (Ramezani vd., 2009; Reily, 2013; Katar vd., 2019). İzmir kekiği üzerine yapılan araştırmalar, uçucu yağ bileşiminde karvakrol, timol, γ -terpinen, psimen, β -mirsen, 1.8-cineol, borneol ve linalool gibi bileşiklerin genellikle öne çıktığını bildirmiştir (Baydar ve Erdal, 2004; Yıldız vd., 2005; Tonçer vd., 2009; Avcı ve Bayram, 2013; Özdemir vd., 2017).

Kekik, tarihsel olarak zenginlik ve asilik simgesi olarak kabul edilmiştir. Türkiye coğrafyasında benzer kokulara sahip pek çok farklı kekik türü bulunur. (Başer vd., 1994). Kekik, Mayıs ile Eylül ayları arasında flora geliştiren, çok yıllık ve dallanabilen bir bitkidir. Kuru arazilerde ve yüksek dağlarda yetişebilir (Baytop, 1963). Kekik, yalnızca baharat olarak değil, aynı zamanda geleneksel tıpta ve eczacılıkta da yaygın olarak kullanılır. Doğal bir antioksidan olarak gıda muhafazasında, böcek ve yabancı ot kontrolünde, organik hayvancılıkta ise antibiyotik ve parazit öldürücü olarak değerlendirilir. Kozmetik alanında, Thymol içeren ürünler, cilt rahatsızlıklarını tedavi etmek için tercih edilmektedir (Bahtiyarca Bağdat, 2008). Tıbbi kullanım açısından, kekik özellikle bağırsaklar, sindirim sistemi, bronşlar, mide ve akciğer hastalıklarının tedavisinde etkilidir. Eczacılık sektöründe kekik uçucu yağları, çeşitli ilaç formülasyonlarında kullanılmaktadır. Kekik bitkisi, özellikle kramp, ağrı, bronşit gibi rahatsızlıkların tedavisinde faydalıdır. Ayrıca kan akışını düzenler, ağız kokusunu giderir, idrar ve balgam söktürür, gut ve romatizma tedavisinde de kullanılır. Kekik, raşitizm gibi gelişim bozukluklarında, sivilce tedavisinde, regl düzensizliklerinde de faydalıdır.

2.4.5 Papatya

Papatya bitkisi (*Matricaria chamomilla* L.) 10-45 cm uzunluğunda, tüysüz yapılıdır (Davis 1975). Güney ve Doğu Avrupa, Batı Asya, Kuzey Amerika ve Avustralya'da doğal şartlarda büyümektedir (Bisset 1994). *Matricaria chamomilla* (Tıbbi Papatya, Mayıs papatyası) *Asteraceae* (*Compositae*) familyasında yer almaktadır, bu familyaya ait bitkilerinin büyük bölümü otsu olup, küçük bir kısmı çalı veya ağaç formundadır. Familya 1000'e yakın cins ve 20.000'e yakın türü ile çiçekli bitkiler arasında en zengin familyadır. Ülkemizde 133 cins ve 1156 türü olduğu bilinmektedir (Baytop, 1996). Türkiye doğal olarak yetişen üç farklı türde papatya bulunur; bunlar *M. chamomilla*, *M. macrotis* ve *M. Aurea* olduğu bilinmektedir. Ülkemizde *M. chamomilla* türünün 3 varyetesi *M. chamomilla* var. *chamomilla*, var. *recutita* ve var. doğal olarak büyümektedir (Davis, 1975).

Papatyanın, antimikrobiyal ve antiseptik özelliklere sahip olduğu, bu yüzden tedavi amaçlı hazırlanan papatya çaylarının yaygın bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Papatya, çeşitli mikroorganizmaların büyümesini engelleme yeteneği ile bilinir ve bu özellikleri sayesinde halk arasında sıklıkla sağlık sorunlarının tedavisinde tercih edilir. Özellikle cilt enfeksiyonları, sindirim problemleri ve solunum yolu hastalıkları gibi durumların tedavisinde etkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan araştırmalar, papatyanın doğal bir antibakteriyel ve antifungal etkiye sahip olduğunu ve bu nedenle antiseptik özelliklerinin de önemli olduğunu ortaya koymuştur (Başgel ve Erdemoğlu, 2005; Ivanova vd., 2005). Bu özellikler, papatya çaylarının, vücuda zarar veren patojenlere karşı koruma sağlamada etkili bir araç olmasını sağlar.

2.4.6 Rezene

Rezene, *Apiaceae* familyasına ait önemli bir tıbbi ve aromatik bitki olup, özellikle Akdeniz iklimine sahip bölgelerde yetiştirilmektedir. Bu bitki, beslenme, kozmetik ve farmakoloji sektörlerinde genel olarak kullanılmaktadır. Rezene, iki ana çeşidiyle tanınır: acı rezene ve tatlı rezene (Baydar, 2007). Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde, halk arasında farklı isimlerle anılmaktadır; bu isimler arasında "Arap Saçı", "Çumra", "Mayana", "Sarı Ot" ve "Razıyane" gibi adlar yer alır (Koru, 2019). Toplumda rezene bitkisinin meyveleri,

sindirim rahatsızlıklarını, bağırsak rahatsızlıklarını iyileştirici özellikleri ile sıklıkla kullanılır. Ayrıca, rezene yaprakları yara iyileştirici olarak, kök kısmı ise idrar arttırıcı özelliklere sahip olduğuna inanılmaktadır. Özellikle meyve infüzyonları, süt çocuklarında gaz oluşumunu engellemeye yardımcı olmak amacıyla yaygın şekilde kullanılır. Meyvedeki uçucu yağdan maksimum fayda sağlamak için, infüzyon çayı hazırlarken meyvelerin önceden ezilmesi önerilmektedir (Baytop, 1984). Sindirim bozuklukları, diyabet, iştahsızlık, solunum yolu enfeksiyonları ve idrar yolu enfeksiyonları gibi sağlık sorunlarının tedavisinde de kullanılabilir (WHO, 2007).

2.4.7 Yeşilçay

Ülkemiz’de 1986-1990’ı arası gerçekleştirilen ilk kez Yeşilçay üretimi ile ilgili yapılan bir çalışmada (İlgaz, 1992), üretimi gerçekleştirilen yeşilçayların kalitesi çalışmanın son yıllarında daha üst düzeyde iken, verimlilik değerleri çalışmanın ilk yıllarında %18.5-20.0 aralığında iken, son yılında ise %17.8-18.9 değişmiştir (İlgaz, 1992). Yeşilçayın siyah çaydan farklılaşması, *Camellia sinensis* bitkisinin benzerliğine rağmen uygulanan işleme tekniklerinde yatmaktadır. Yeşilçay üretiminde yaş çay yaprakları, siyah çayın aksine daha az işleme tabi tutulur ve bu süreçte canlı ve yeşil rengini daha iyi korur. Siyah çay üretiminde yaş yapraklar oksidasyona maruz kalırken, yeşilçay üretiminde kimyasal değişim gerçekleşmediği için içerdikleri antioksidan içeriği ileri düzeyde muhafaza edilir (Müezzinoğlu, 2011).

Yeşilçay, çay yapraklarının metabolik işleme maruz bırakılmadan üretilen bir türdür; başka bir deyişle, kateşinleri meydana getiren fenolik bileşiklerin enzimatik oksidasyon sürecine izin verilmez (Zhen, 2002). Bu özel üretim tekniği, yeşilçayın belirgin özelliklerini oluşturan ve %20’lik kısmında karakteristik bileşiklere sahip bir yapıya sahiptir. Yeşilçayın popülerliği, özellikle Asya ülkelerinde köklü bir tüketim geleneğine dayanmaktadır. Bununla birlikte, oolong çayı, çay üretiminin yalnızca %2’sini kapsamasına rağmen, Güney Çin’deki büyük bir tüketici kitlesi tarafından kabul edilip talep edilmektedir (Kacar, 2010).

Yeşilçayın kimyasal bileşimi, iklim, şartları, mevsimsel değişiklikler, tarımsal uygulamalar ve bitkinin genetik yapısına bağlı olarak çeşitlenmektedir. Yeşilçayın başlıca bileşenleri arasında özellikle polifenoller ve flavonoidler bulunur. Bu bileşiklerin başlıcaları, epikateşin (EC), epigallokateşin (EGC), epikateşingallat (ECG) ve epigallokateşingallat (EGCG) olup, özellikle genç sürgün ve tomurcuklarda yüksek oranda EGCG bulunur (Pastore ve Fratellone, 2006). Yeşilçayda yer alan polifenoller, kateşin ve gallik asit gibi bileşiklerin türevlerinden oluşur. En önemli bileşiklerden biri flavanollerdir. Ayrıca, yeşilçayın içerdiği A vitamini, B kompleksi vitaminleri, C vitamini ve E vitamini gibi vitaminler de sağlık açısından önemli katkılar sunar (İlgaz vd., 2005). Yeşilçayın, siyah çaya oranla C vitamini açısından 10 kat fazla olduğu bildirilmiştir (Bokuchava ve Skobelova, 1958). Yeşilçayın yapraklarında bulunan C vitamini, siyah çay üretimi sırasında oksidasyon nedeniyle büyük ölçüde kayba uğrar (Wada ve Sakurai, 1952). Yeşilçay, kateşin açısından zengin olup, toplam antioksidan aktivitesinin %68’i bu bileşiklerden türemektedir. Ayrıca, bu oranın %30’unun yalnızca EGCG bileşiğinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Stewart vd., 2005).

Reto vd., (2007)’ de Portekiz’de, yeşilçay deminde bulunan bileşik madde ticarileştiri potansiyeli ile ilgili deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, çay

tüketiminin potansiyel faydalarını ve risklerini değerlendirmeyi amaçlamış olup, yeşilçay örneklerindeki bazı minerallerin, kafein ve kateşin seviyelerinin ticarileştirilebilirlik açısından incelenmiştir. Demde en yüksek seviyede bulunan metal potasyum (92-151 mg/L) ardından Na 36-69 mg/L, Ca 1.9-3.5 mg/L, Fl 0.8-2.00 mg/L, Al 1.0-2.2 mg/L, Mn 0.52-1.90 mg/L, Fe 0.0020-0.128 mg/L aralığında bulmuştur. Cr ve Se da tespit edilememiştir. Yapılan çalışmanın verilere göre, fenolik ve flavonoid içeriğinin önemli ölçüde değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar neticesinde demlenmiş yeşilçayda büyük ölçüde fenolik madde ve mineral madde bulunduğunu göstermektedir.

Müezzinoğlu (2011) tarafından yürütülen bir araştırma, üç farklı hasat döneminde elde edilen yeşilçaylardaki fenolik ve mineral madde değerlerini inceleyerek uygun demleme süresini belirlemiştir. Gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarına göre, fenolik madde içeriği 1. hasattan 3. hasata doğru azalmıştır. Ayrıca demleme süresinin artması ve partikül büyüklüğünün azalması ile demlenen maddenin oranında bir artış gözlemlenmiştir. Yeşilçayın içeriğinde bulunan flavanoller sayesinde sağlığımıza olumlu etkilerde bulunmaktadır. Flavanol içeriği, çayın hazırlanma şekline bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Almanya'da gerçekleştirilen bir çalışmada, yeşilçaydan en üst düzeyde faydalanmak için en etkili demleme nitelikleri incelenmiştir. Kriterler arasında 3 ila 7 dakika arasında değişen demleme süreleri ile demlenen çayın 70-100°C sıcaklığında olan çayların antioksidan madde miktarlarını karşılaştırmıştır. Yapılan araştırmalarda özel olarak yeşilçayın, yüksek ordan antioksidan madde içermesi nedeniyle; kanser hücrelerinin oluşumunu engellediği tespit edilmiştir (Wang ve diğ., 2000). Buna bağlı olarak 2000'li yılların başında yeşilçayda antioksidan maddelerin tesirlerini tespit etmek için çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. (Toyoda vd., 1997; Bronner ve Beecher, 1998; Lakenbrink vd., 2000; Mattila ve diğ., 2000; Khokhar ve Magnusdottir, 2002; Zuo ve diğ., 2002; Ramirez-Mares ve Mejia, 2003; Ramirez-Mares vd., 2004; Atoui vd., 2005).

Biyokimyasal araştırmalar, yeşilçayın zengin bir içerik sunduğunu ve içerisinde antioksidan, B3 vitamini, folat, B2 vitamini, B5 vitamini ve çeşitli mineral elementleri barındırdığını göstermektedir (Polychronopoulos vd., 2008). Yeşilçayın bileşenleri, başlıca fenolikler, flavonoidler, alkaloidler, aminoasitler, saponinler ile tanenler gibi birçok aktif bileşik içermektedir, bu da yeşilçayı oldukça çeşitli ve besleyici hale getirir (PalacioSánchez vd., 2013). Özellikle EGCG (epigallocateşingallat), yeşilçayın biyolojik açıdan en aktif bileşiği olarak kabul edilir ve bu madde, en yüksek antioksidan potansiyelini barındırmaktadır (Kelleci vd., 2013). Önceki araştırmalar, kilo alımını önlemede, kolesterol düşürücü, bakterilere karşı koruyucu, antiviral ve yaşlanmayı geciktirici gibi birçok olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuştur (Koo, 2004; Tas vd., 2005). Kateşinlerin, yeşilçaydaki varlığı sayesinde oksidatif stresi azaltarak, inflamasyonu engelleyip trombosit agregasyonunu ve vasküler düz kas hücrelerinin çoğalmasını inhibe etme gibi etkilere sahiptir. Bu mekanizmalar yüksek tansiyon, kalp rahatsızlıklarını önlenmesinde önemli bir rol oynayabilir (Bhardwarj ve Khanna, 2013).

Son yıllarda, yeşilçayın diş çürümelerini engelleme ve kompozit dolguları koruma gibi diş sağlığı üzerindeki olumlu etkileri de araştırılmış ve bu etkiler yeni çalışmalarla desteklenmiştir (Awadalla vd., 2011). Ayrıca, osteoporozun önlenmesinde, farmakolojik tedavilere ek olarak yeşilçay tüketiminin etkili bir yöntem olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Yapılan yurtdışı çalışmaları, yeşilçayın kemik yoğunluğunu düzenleme ve

kemik sağlığını koruma konusunda önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Demirel vd., 2015).

2.5 Ağır Metaller

Gıdalarda toksik elementlerin bulunmasının birçok farklı nedeni bulunmaktadır. "Ağır metal" terimi, bilim dünyasında farklı şekillerde tanımlanmaktadır ve genellikle konsantrasyonu 6 g/cm³'ten fazla olan ve metal grubuna yakın elementler bu kategoriye dahil edilir. Bazı bilim insanları ise ağır metallerin sınıflandırılmasında atom ağırlıkları, atom numaraları, kimyasal özellikleri ve toksik etkilerine bakarak farklı bir yaklaşım benimsemektedirler. Biyolojik açıdan bakıldığında, "ağır metal" terimi, bu elementlerin çevreyi nasıl kontamine edebileceği ve taşıdığı toksisite ya da ekotoksisite potansiyeliyle ilişkilidir (Duffus, 2002). Ağır metallerin bitkilerdeki rolü ise, bazı ağır metallerin düşük seviyelerde bitki gelişimi için gerekli olmasında yatmaktadır. Bu nedenle, ağır metaller bitkiler ve diğer canlılar için yaşamsal süreçlerdeki rolleri göz önüne alınarak iki ana gruba ayrılmaktadır: esansiyel ve esansiyel olmayan elementler. Esansiyel elementler, bitkilerin gelişimi için gerekli olan Cu, Mn, Fe, Ni, Zn benzeri metaller iken; Cd, Pb, Cr benzer metaller, bitkiler ile diğer canlılar için temel elementler değildir ve böyle kabul edilir (Bera vd., 2005).

2.5.1 Ağır metal kirleticileri

Günümüzde endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan atıklar, çevresel ağır metal birikimini artırarak ve toksik etkiler yaratarak ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bu atıklar, çimento fabrikaları, termik santraller, taşıma araçları, plastik ürünler ve tarım gibi farklı kaynaklardan gelir. Özellikle uçucu küller, boya atıkları, yakıt emisyonları, çöp ve diğer endüstriyel atıklar çevreye yayılmaktadır. Endüstriyel atıkların doğaya kontrolsüz bir şekilde bırakılması, ağır metallerin birikmesine neden olarak toksik etkilerin yayılmasına zemin hazırlayabilir (Robert, 1995; Dean vd., 1972; Kahvecioğlu vd., 2004).

Kirleticilerin çevredeki yayılımı çeşitli faktörlere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Endüstriyel faaliyetlerin artmasıyla, fabrika bacalarından atmosfere yayılan ağır metal içeren partiküller tarım alanlarına ulaşmakta ve bu durum çevresel bir tehdit oluşturmuştur. Gıdalarda toksik elementlerin bulunmasına neden olan başlıca kaynaklar arasında çevre kirliliği, endüstriyel atıklar, tarım ilaçları, gübreler, hayvan yemleri, su ve hava kirliliği yer almaktadır. Ağır metallerin toprak ve bitkiler üzerindeki etkisi, bu ortamların özelliklerine bağlı olarak değişebilir. Bu da, ağır metallerin yağışlar ya da sulama yoluyla bitkilere girmesine ve bu bitkilerde çeşitli hastalıklara yol açarak verim kayıplarına neden olmasına sebep olabilir, bu da tarım ekonomisine zarar verir. Ayrıca, ağır metallerle kirlenmiş alanlarda yetişen bitkiler, bu elementleri yüksek oranlarda bünyelerinde biriktirebilir ve bu da besin zinciri aracılığıyla hayvanlar ve insanlara geçerek sağlık sorunlarına yol açabilir (Vousta vd., 1996; Alloway, 1990; Forstner, 1984). Bakır, fosil yakıtların yanması sırasında atmosfere karışan bir elementtir. Tarım yapılan bölgelerde ortalama bakır konsantrasyonu, hava içerisinde 5-50 ng/m³ arasında değişmektedir. Aynı şekilde bakır, metalurjik işlemler sonucunda da atmosfere yayılmaktadır (Özkan G., 2009).

2.5.2 Ağır metallerin özellikleri ve insan sağlığına etkileri

Artan nüfus, sanayileşme, fosil yakıt kullanımı, egzoz emisyonları, volkanik etkinlikler, kirli sular ve ölçüsüz gübre kullanımı pestisit kullanımı gibi faktörler, atmosfer, su, toprakta ağır metal kirliliğine yol açmakta ve bu durum, canlı sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Ağır metaller, yüksek yoğunlukları nedeniyle düşük konsantrasyonlarda bile toksik etkiler gösterebilir. Bu nedenle, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı, yüksek konsantrasyona sahip metallerin 650 zehirli etkiye sahip, kirletici kimyeviler arasında 129 başlıca doğa kirletici olarak yer aldığını bildirmiştir (Batır MB., 2014).

Halk sağlığını tehdit eden bir diğer önemli sorun ise tedarikçiden temin edilen bitkilerin doğru şekilde tanımlanamaması ve ayırt edilememesidir. Ayrıca, bitkilerin toplama ve saklama koşullarının denetim eksikliği, kimyasal içeriklerinin bu şartlara bağlı olarak değişmesine neden olabilir (Tavlı vd., 2020). Ağır metallerin her biri, farklı biyolojik etkilere ve özelliklere sahiptir. Toksik etkileri nedeniyle kemikler ve sinir sistemine zarar verir, ayrıca kanser gibi hastalıkların gelişimine yol açabilir. Ağır metallerle temas eden bireylerde yapılan araştırmalar, psikolojik ve nörolojik etkilerin yanı sıra davranış bozukluklarının da ortaya çıktığını göstermektedir. Örneğin, bakır böbrek hastalıkları, nörolojik sorunlar ve Wilson hastalığına neden olabilir; çinko, gastrointestinal hasarlara yol açabilir; kurşun ise beyin hasarı, kansızlık, böbrek problemleri ve beyin hücrelerinde sorunlara sebep olabilir. Cd ise kansızlık, kemiklerde şiddetli ağrılara yol açabilir. Dolayısıyla, bu ağır metallerin gıda ürünlerinde bulunma oranı belirli sınırlar içinde tutulmaktadır (Özpolat ve Tuli, 2016).

Gebelik durumunda plasenta fetüsü korumaktadır ancak Pb ve Cd gibi toksik etki gösteren ağır metallere koruma sağlayamamaktadır (Nordberg vd. 2007). Hekzavalan krom (Cr^{6+}), kanserojen bir form olup genellikle çelik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakta ve yüksek toksisite göstermektedir. Akut maruziyet durumunda karaciğer ve böbreklerde hasar meydana gelebilirken, solunum yoluyla alındığında akciğer kanseri riskini artırabilmektedir (Gilbert, 2012).

2.6 Ağır Metallerin Toprak ve Bitki Bünyesine Etkileri

Toprağa çeşitli sebepler ile gelen ağır metaller, sürelilik göstererek toprakta birikipmesi ağır metal kirliliğine sebebiyet vermemektedir. Toprağın dengeleme kapasitesi ve toprakta bulunan organik bileşikler, kil, demir ve alüminyum oksitler sayesinde toprakta ağır metal birikimi indirgenerek ağır metal birikimini engelleme yeteneğine sahiptir. Yüksek KDK'ya sahip killi topraklar, ağır metalleri yüksek miktarda adsorbe etme özelliğine sahiptir. Organik madde miktarı yüksek ve katyon değişim kapasiteside yüksektir bu nedenle ağır metaller birikir ve bitkilerde toksik etki yapar (Montiel-Rozas vd., 2016).

Kil ve organik maddeye güçlü bağlanabildiğinden ağır metakker topraktaki birikimi genellikle toprağın üst katmanlarında daha yoğundur (Kızıloğlu vd., 2008). Toprakta ve su kaynaklarında bulunan ağır metaller bitkini bünyesine suyu absorbe ederek alır ve biriktirir. Öte yandan, havada bulunan ağır metal partiküllerinin taşınmasıyla bitkiye girerek ağır metalleri. Bu durum bitkide pekçok olumsuzluklara neden olmakta ve hatta bitki ölümleriyle sonuçlanabilmektedir (Jayakumar, 2007).

Ağır metallerin, bitki bünyesinde depolanması, bitkide üretim miktarıyla standartlarını düşüren konulardan biridir. Toprakta ağır metal birikimiyle, bitkilerin duyduğu besin elementlerini topraktan bitki besin elementi alınımını engellemektedir. Ağır metale maruz kalmış bitkilerde, temel besin maddelerinin eksikliğinden dolayı kök ve gövde boyları daha kısa, yaprak sayısı daha az ve yaprak alanı daha küçük olduğu tespit edilmiştir (Mengoni vd., 2000). Bitki için bir stres faktörü olan ağır metallerin toksisitesi bitki türüne, stres faktörüne, maruz kalma süresine göre değişiklik göstermektedir (Gür vd., 2004). Ağır metallerin kendi içinde farklı çeşitlerde tesirini gösterdiği organizmalara bağlı olarakda çeşitlilik göstermektedir. Bitkilerin ağır metallere maruz kalmaları, bitki içerisinde bu metalleri barındırma düzeyi, toprağın pH değeri, kation değişim kapasitesi, iklim koşulları, bitkinin kimyevi tercihleri, yağ içeriği ve türü gibi pek çok faktörle yakından ilişkilidir. (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010).

2.6.1 Kadmiyum (Cd)

İnsan bedeninde Cd'nin birçok enzim etkisi olduğu bilinmektedir. Besin alımı ve bütün tüketimi, kadmiyumun vücuda alındığı temel yollardır. Kadmiyum insan vücudunda birikebilen, nefrolojik sorunlara, kemik hasarları gibi önemli sağlık sorunlarına neden olan zehirli etki gösteren bir ağır elementtir (Manahan, 2003).

2.6.2 Toprakta ve bitkide kadmiyum

Toprakta en fazla bulunan ağır metallerden biri, kadmiyum olarak belirtilmiştir (Wuana ve Okieimen, 2011). Biyolojik döngüsünün uzun olması ve sınırlı konsantrasyonlarda dahi olsa tesiri büyük toksik etki gösteren metallere dendir. Aynı zamanda kadmiyumun suda yüksek çözünme kapasitesine sahiptir. Dolayısıyla, suda yaşayan organizmaların popülasyonunda düşüşe ve kaynakların kirliliğine yol açmaktadır (Singh vd., 2009).

Kadmiyum, motorlu taşıtların yaktığı yağların toz tanecikleri vasıtasıyla toprağa ve bitkiye geçebilmektedir (Yılmaz, 2015). Yapılan çalışmalarla fosforlu gübrelemeye maruz kalan topraklarda kadmiyum birikmesinde düşük de olsa bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Bitki bünyesine alınan kadmiyum azot ve karbonhidrat metabolizmasını değiştirmektedir (Asri ve Sönmez, 2006). Aynı zamanda bitkiye alınan kadmiyum enzim aktivitesini durdurarak, yaprak gözeneklerinin kapanmasına dolayısıyla terlemeyi engelleyerek su kaybetmesini azalmasına neden olmaktadır (Guo vd., 2008).

2.6.3 Bakır (Cu)

Doğada sıklıkla bulunan bir elementtir. Bakır saniyede ve tarımda sıklıkla kullanılmaktadır. Bakır pek çok besinde, sulara, toz partikülleri formunda havada bulunduğundan dolay solunum yolu il, içerek veya besin olarak tüketerek bünyemize almaktayız. (Özkan, 2009).

Aynı zamanda bitki ve hayvanlarda büyümesine katkı sağlayan ve başlıca ihtiyaç duyulan mikro besin maddesidir . İnsan sağlığına pek çok olumlu etkisi vardır. Söz konusu etkiler kan üretimi, kalp rahatsızlıklarını iyileştirir ancak toksik etkileri ise anemi, nefrolojik rahatsızlıklar, sindirim hastalıklarına yol açabilir. Bakır vücut tarafından emilimi zor olan bir elementtir. Tüketilen gıdalarda bakır yalnızca %5'i vücut tarafından

alınabilir. Bakır eksikliği hemoglobinde azalışa ve iskelet sisteminde sorunlar ile belirtilerini ortaya koyar (Martinez ve Motto, 2000). Bakır (Cu), yaşamsal öneme sahip bir element olup büyüme ve gelişim için gereklidir. Bağ dokusu, kan üretimi, iskelet, sinir ve bağışıklık sisteminin işleyişinde önemli bir rol oynar (Cuthbert, 1998). Yetişkin bir insan vücudunda yaklaşık 70-100 mg bakır bulunur ve birçok enzimin yapısında kofaktör olarak görev alır. (Ettinger, 1996).

2.6.4 Toprak ve bitkide bakır

Optimum sınır değerlerinde bulunan bakır bitkiler için gereklidir. Ancak yüksek dozlarda olduğunda zehir etkisi olup, bitkinin yaşam sürecini negatif etkileyeceği düşünülmektedir. Noksanlıdaysa bitki de genç yapraklar da kloroz, değişik renk açılmalarına, fizyolojik değişiminde azalma oluşabilir. Bitkiler bakır noksanlığı ile yaşayabilir ve bu durumu tolere edebilir. Ancak Cu^{+2} miktarı optimum seviyeyi aştığında bitki metabolizmasını bozar bitki de toksite yaratır. Yüksek seviyede Cu, bitkinin fizyolojik fonksiyonlarını bozar neticesinde bitkinin fotosentez yapmasını olumsuz yönde etkiler (Lillo vd., 2019; Zhang ve Li, 2019).

Bitki beslenmesin mutlak gerekli bir element olan bakır hücre metabolizmasında görev alan pekçok enzim için önemli bir yere sahiptir (Asada vd., 1977; Shkolnik, 1984). Yüksek seviyede zehir etkisi gösteren bakır bitki köklerini olumsuz etkiler ve neticesinde bitki-su dengesi olumsuz etkilenmektedir (Sönmez vd., 2006).

2.6.5 Krom (Cr)

Krom (III), insülinin işlevini destekleyerek karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasının düzenlenmesine katkıda bulunur. Ancak, krom (VI) kanserojen özellik taşır (Scragg, 2006). Karsinojenik etkisi bulunan kadmiyum (Cd), vücutta geniş bir dağılım göstererek yüksek düzeyde toksisiteye neden olan bir elementtir. Endüstriyel ve çevresel bir kirletici olup, başlıca maruziyet kaynakları Cd ile kontamine toprakta yetişen bitkiler ve tütün ürünleridir. Esansiyel elementleri taklit ederek onların fizyolojik bölgelerine bağlanabilen Cd, özellikle demir ve kalsiyumun yetersiz alındığı durumlarda vücutta birikme eğilimi göstermektedir (Mezynska ve Brzóska, 2018).

2.6.6 Toprakta ve bitkide krom

Krom, endüstriyel alanda, sanayide, kimya branşında kullanılan, bitki metabolizması için gerekli olmayan bitki metabolizmasına girdiğinde toksisite yapan ağır metallere biridir (Shanker, 2005)._Toprakta en fazla bulunan ağır metallere biri krom, olarak tespit edilmiştir (Wuana., & Okieimen, 2011).

2.6.7 Demir (Fe)

Demir, insan vücudunda en önemli görevi oksijen taşıma işlevini yerine getirir. Bitkilerde demir yalnızca demir (III) formunda bulunurken, hayvansal kaynaklı gıdalarda demirin %60'ı demir (II) formunda, %40'ı ise demir (III) formundadır. İnsan vücudunda demir (II) formu, daha yüksek emilim oranına sahipken, asidik ortamlar demir (III) iyonlarını demir (II) iyonlarına dönüştürme işlemi gerçekleştirir (Tezcan ve Tezcan, 2007).

2.6.8 Toprakta ve bitkide demir

Bitkilerde fotosentezin en önemli parçası demirdir. Klorofil pigmentlerinin sentezinden sorumludur. Demir toksisitesi yaygın olmamakla birlikte, genellikle toksisite etkisi, köklerden salgılanan salgılar toprağın pH'sını düşürür bunun sonucunda Fe alınımının artmasıyla olmaktadır (Becker & Asch, 2005). Demir toksisitesi, yapraklarda yanıklıklara, kök ve gövdenin bodurlaşmasına neden olmaktadır (Seven vd., 2008). Toprakta yüksek miktarda mangan bulunması demirin alınabilirliğini olumsuz etkileyerek antagonistik etki yapmaktadır (Kaçar ve Katkat, 2006). Demirin alınabilirliği topraktaki pH değerinin 8'den fazla olduğu durumlarda bitkiler tarafından emilimi durdurulmaktadır (San, 2007).

2.6.9 Kurşun (Pb)

Kurşun, vücutta gerekli bir element değildir. Zararlı olduğu iyi bir şekilde anlaşılmaktadır ve etkileri diğer iz elementlerin etkilerinden çok daha geniş bir şekilde incelenmektedir. Kurşun, nörolojik ve nefrolojik hastalıklara neden olabilir ciddi hasarlara yol açabilir (Baldwin ve Marshall, 1999).

2.6.10 Toprak ve bitkide kurşun

Kurşun doğada çok düşük miktarda bulunur. Genelde yeryüzündeki (üst tabaka) kurşun yoğunluğu yer altındaki kurşun yoğunluğundan yüksektir. Bitkilerdeki doğal kurşun seviyesi 5ppm' den azdır. Bitkinin bünyesine ve gelişme koşullarına bağlı olarak değişir. Bitki kurşunu bünyesine alarak köklerinde depolar. Ancak bitkinin biriktirdiği kurşundan ziyade topraktaki çözünabilir kurşun konsantrasyonu 0.05-5ppm seviyesindedir böylelikle fazla çözünen kurşun bileşiği toprakta çözünmeye uğramayan kurşun bileşikler olarak kalır (Özkan., 2009). Ancak toprakta en fazla bulunan ağır metallerden biri, kurşun olarak belirtilmiştir (Wuana ve Okieimen, 2011).

2.6.11 Mangan (Mn)

Mangan toksisitesi düşük bir element olup, insanda birçok metabolik faaliyetlerikolaylaştıran bir enzim faktörü olarak çalıştığı bilinmektedir. İskelet sisteminde, insülin düzenlemesinde, immün sistemde görev almaktadır (Anonymous, 2002).

2.6.12 Toprakta ve bitkide mangan

Yüksek mangan yoğunluğu nedeniyle, topraktaki demir alımını bitkiler için zorlaştırır (Kaçar ve Katkat, 2006).

2.6.13 Alüminyum (Al)

Alüminyum son yıllarda insan sağlığı açısından önem kazanmaya başlamıştır. Zararsız bir element olarak bilinsede yoğunluğu yüksek ya da düşük yoğunlukta sık sürekli etkileşimde olduğundan hastalıklara neden olabilmektedir. Dolayısıyla vücutta fazla yüksek konsantrasyonlar alüminyuma maruz kalması tehlike arz etmektedir. Sebep olduğu sıkça rastlanabilecek karşılaşabileceğimiz etkileri; mide, kanda rahatsızlıklara, kemik sistemine ve sinir sistemini etkilemektedir (Şahin ve Duru, 1994). Aşırı miktarda

Al alınmasına bağlı olarak merkezi sinir sisteminin etkilendiği, maruziyet uzadıkça tablonun konuşma bozuklukları ve demansa doğru ilerlediği görülmüştür (Yokel, 2001).

2.6.14 Toprakta ve bitkide alüminyum

Bitki beslenmesi yönünde ihtiyaç duyulmadığı halde toprakta O^{+2} ve silikondan sonra en çok bulunan (%7) üçüncü elementtir. Genellikle Al^{+3} formu şeklinde adlandırılan $Al(H_2O)_6^{+3}$, pH 4,5'dan az asidik karakterli topraklarda ve alüminyumun en zehirli formu olarak kabul edilmektedir. $Al(H_2O)_6^{+3}$ nötr ve baz karakterli topraklarda çözünmeyen aminosilikatlar ve oksitler formuna dönüşmektedir. Alüminyumun yapısındaki karmaşıklık kimyasından dolayı, toksik etkileri için yapılan araştırmaları zorlaştırmaktadır (Matsumoto, 2000).

Bitkide alüminyum toksisitesinden ilk etkilenen ve en hassas organ köktür (Hasenstein ve Evans, 1988). Kök ucu alüminyum iyonlarının geçiş sisteminde görev almaktadır. Ayrıca yapısı itibarıyla alüminyum daha fazla depolamaktadır. (Delhaize ve Ryan, 1995; Sasaki vd., 1996; Matsumoto vd., 1996; Vardar vd., 2011).

2.6.15 Nikel (Ni)

Nikel, mutlak gerekli bir element olup yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösterebilmektedir. Sağlık açısından insanlarda kanserojen etkileri, cilt sorunlarına solunum sisteminde rahatsızlıklara neden olabilir (Khodadoust vd., 2004).

2.6.16 Toprakta ve bitkide nikel

Nikel, genellikle enerji ham maddelerinde, teknolojiye, farklı endüstriyel sanayilerde fosil yakıtların yanmasında bilinen ağır metallerden biridir. Evsel ve endüstriyel atıklarda yüksek miktarda olduğu için arıtma çamurları ve atık suların tarım arazilerinde kullanılmasıyla toprağa, suya ve havaya geçmektedir. (Seven vd., 2008). Nikel killi ve mineral maddece zengin topraklarda çok, peat ve organik topraklarda ise sınırlı miktarlarda bulunmaktadır (Kaçar, 2009). Nikelin topraktaki miktarının yanı sıra asıl kanağı fosforlu gübreler ve volkanik kayaçlardır (Brohi vd., 1995).

Bitki beslemede kullanılan nikel elementi bitkilerde olması gereken temel elementlerden biri olup olmadığı bilinmemektedir. Ancak, nikel bitki bünyesinde bazı enzimlerin temel yapısını oluşturmaktadır bu durumda nikelin noksanlığı üre yapısına sahip gübreleri bünyesine alamamakla birlikte yararlanmamaktadır. (Kacar ve Katkat, 2007) Toprakta en fazla bulunan ağır metallerden biri, nikel olarak belirtilmiştir (Wuana ve Okieimen, 2011).

2.6.17 Çinko (Zn)

İçme suyu ve çeşitli gıda ürünleri belirli miktarlarda çinko içerir. Çinko, 300 civarında enzim ve proteinin işlevi için gerekli bir elementtir. Aynı zamanda bağışıklık sisteminin düzgün çalışması için vazgeçilmez bir iz elementtir. Çinko noksanlığı durumunda, anemi, ciltte farklılaşma, büyüme geriliği ve zihinsel gelişimde aksaklıklarla belirtilerle ortaya çıkar (Greany, 2005).

2.6.18 Toprakta ve bitkide çinko

Yapraktaki toplam çinko (Zn) yoğunluğu düşük veya yüksek seviyelerde olması, çeşitli faktörlerle ilişkilidir. Bitkinin yeterli çinko alımı, öncelikli olarak toprak çözeltisindeki Zn miktarına bağlıdır. Bununla birlikte, topraktaki çinko düzeyi, toprağın organik madde oranı, pH seviyesi, kireç içeriği, nem durumu ve diğer besin elementlerinin yoğunluğu gibi etkenlerle de bağlantılıdır. Eyüpoğlu ve arkadaşlarının (1995) yaptığı erken dönem çalışmalardan birinde, Türkiye'deki 1511 toprak örneğinin DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonlarının 0.5 mg kg⁻¹ sınır değerinin altında olduğu ve bu örneklerin %49.8'inde çinko eksikliği görüldüğü rapor edilmiştir.

2.7 Antioksidanlar ve Fenolik Bileşikler

Flavonoidler, bitkilerin ikincil metabolitleri olarak öne çıkan polifenolik bileşiklerdir. Güncel araştırmalara göre, bitkilerden izole edilen 4000 civarında flavonoid türü tespit edilmiştir. Bu bileşikler, şekil yapılarına bağlı olarak flavonoller, flavonlar, flavanonlar, antosiyaninler, kateşinler, izoflavonoidler şeklinde sınıflandırılmaktadırlar (Kasnak ve Palamutoğlu). Yapılan son çalışmalarda, polifenollerin in vivo koşullarda endotelial fonksiyonu artırıcı özelliklere sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Caton vd., 2010). Aynı zamanda, bu bileşiklerin hücresel sinyal iletimine katkı sağlama ve iltihap önleme gibi daha geniş öneme sahip etkiler gösterebileceği belirlenmiştir (Sies vd. 2005).

Serbest radikaller, bağışıklık sistemini olumsuz etkileyerek vücuda zarar verebilmektedir. Bu radikallerin nükleik asitlerle etkileşime girerek, bazı enzimlerin aktif hale gelmesine ve hücrelerde meydana gelen hasarın tümör oluşumlarına yol açmasına neden olabilmektedir. Serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasar, kanser gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu tür olumsuz etkilerin önlenmesinde ise antioksidanlar, kritik bir rol üstlenmektedir (Özgen ve Scheerens, 2006).

Bitkisel kaynaklı antioksidanlar çeşitlilik bakımından zengin bir dağılım göstermekle birlikte güvenilir ve doğaldır. İnsan sağlığı için faydalı olmaları sebebiyle doğal kaynaklardan yola çıkarak ve yüksek aktiviteye sahip içerikleri sentetik antioksidanların yerine kullanmayı amaçlanmaktadır (Selen İşbilir, 2008).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Ticari olarak faaliyetlerini yürüten ve dökme şekilde satış yapan iki farklı tedarikçiden, ülkemizde bitki çayı olarak yaygın bir biçimde tüketilen ıhlamur, yeşilçay, rezene, adaçayı, kekik, papatya, ekinezya bitkilerine ait droglar temin edilerek örneklendirilmiştir. Drog örnekleri laboratuvarında öğütme değirmeninde öğütülerek plastik torbalara sırasıyla A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7 adlandırılıp analize hazır hale getirilmiştir. (Kacar ve İnal 2008). Örneklerin analizinde kullanılacak metotlar aşağıda sıralanmıştır.

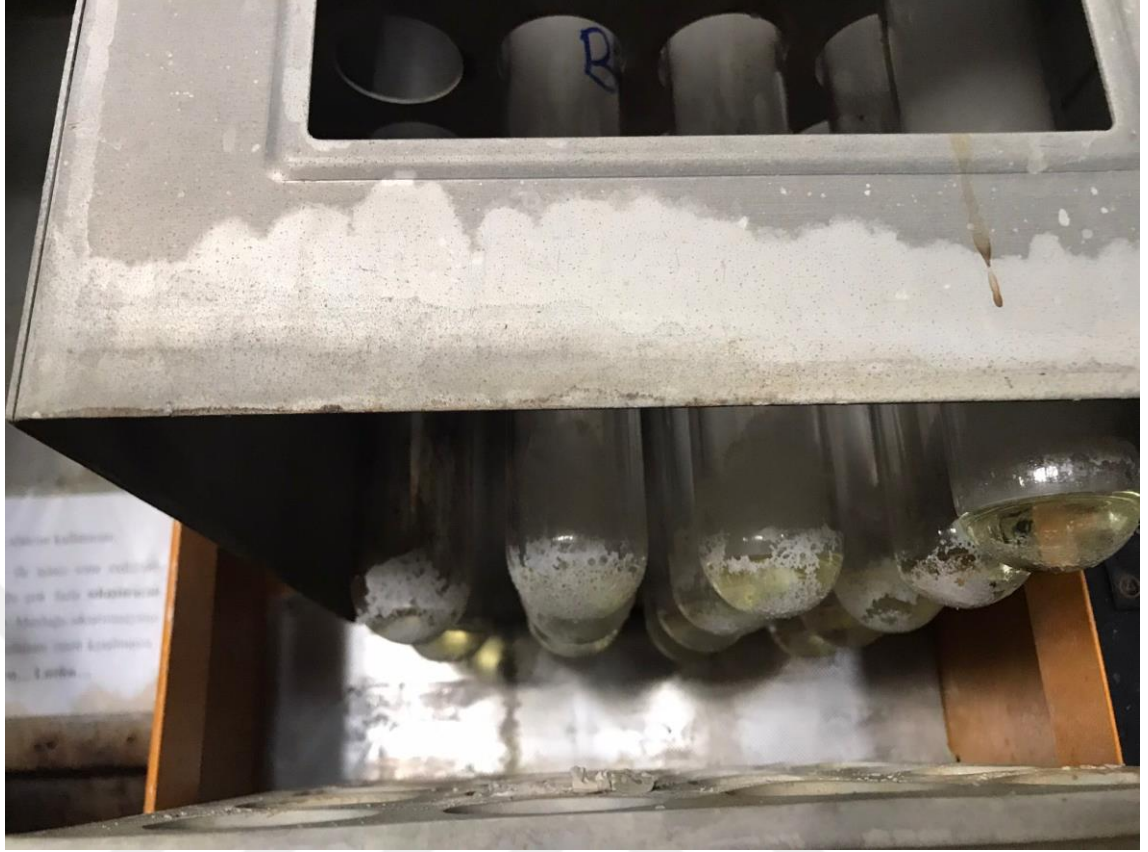
3.2 Metot

3.2.1. Makro ve mikro elementlerin analizi

Kurutulan örnekler öğütme değirmeninde öğütülerek N tayini modifiye Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır (Kacar ve İnal 2008).



Şekil 3.1 Öğütülen Bitki Droglarının N Analiz Tartımı

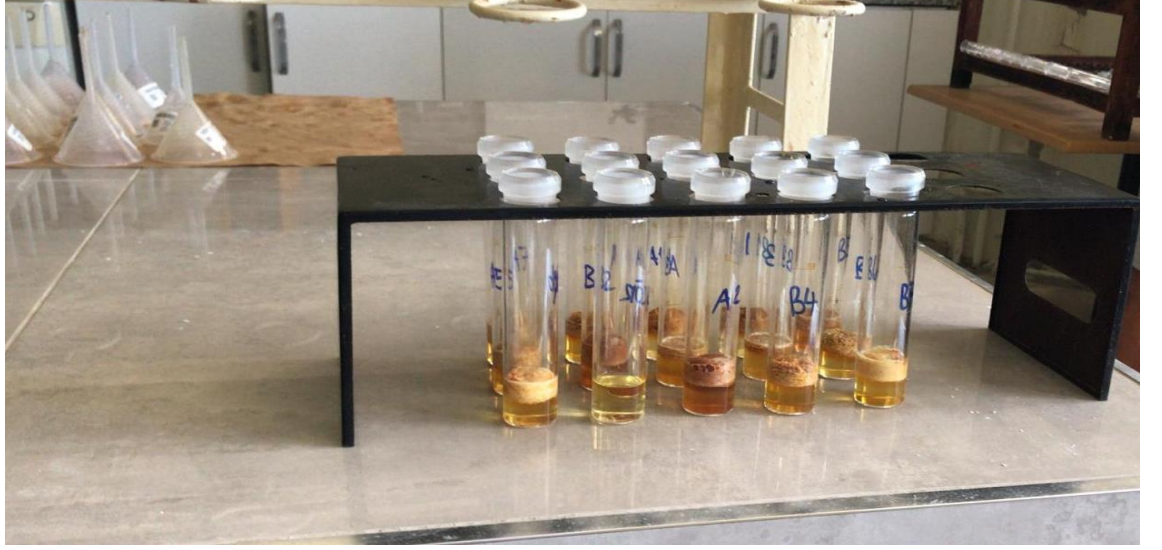


Şekil 3.2 Kjeldahl Metoduna Göre Yanmış Örnekler

3.2.2. Ağır metallerin analizi

Toplam fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) elementlerinin miktarları, yaş yakma metodu kullanılarak elde edilen süzüntülerde analiz edilmiştir. Bu analizler, ICP-OES Perkin Elmer 7000 Dv cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Kacar & İnal, 2008). Sonuçlar, fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) için kuru madde oranı (%), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) için ise kuru madde mg/kg' den verilmiştir.

Drog örnekleri, her biri 1 g tartılarak üzerine sırasıyla 3 ml HCl (%37) ve 9 ml HNO₃ (%65) eklenmiştir (Şekil 3.3). Ardından, bu karışım, Labtech ED 36S model digiblok ünitesinde yaş yakma işlemi ile ısıtılma tabi tutulmuştur. Elde edilen süzüntüde, toplam nikel (Ni), krom (Cr), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve alüminyum (Al) konsantrasyonları, ICP-OES cihazı (Perkin Elmer 7000DV) kullanılarak tespit edilmiştir (U.S. EPA 3051 A yöntemi).



Şekil 3.3. Digiblok Analiz Hazırlığı

Hazırlanan örnek, digiblok cihazına yerleştirilir ve belirli bir sıcaklıkta ısıtılma işlemi uygulanmaktadır. Bu işlem, organik bileşenlerin yok edilmesini ve metal iyonlarının serbest hale gelmesini sağlamaktadır. Digiblok cihazı, sıcaklığı kontrol etmek için dijital bir ekran kullanılır ve genellikle örnekleri 100-150°C arasında ısıtarak çözünürlük sağlar. Bu işlem birkaç saat sürmüştür. Şekil 3.4’de de görüldüğü gibi bu işlem sonrasında organik maddeler parçalanarak uçucu hale gelmiştir ve geriye çözünmüş mineraller ve metaller kalmıştır.



Şekil 3.4. Digiblok Yaş Yakması

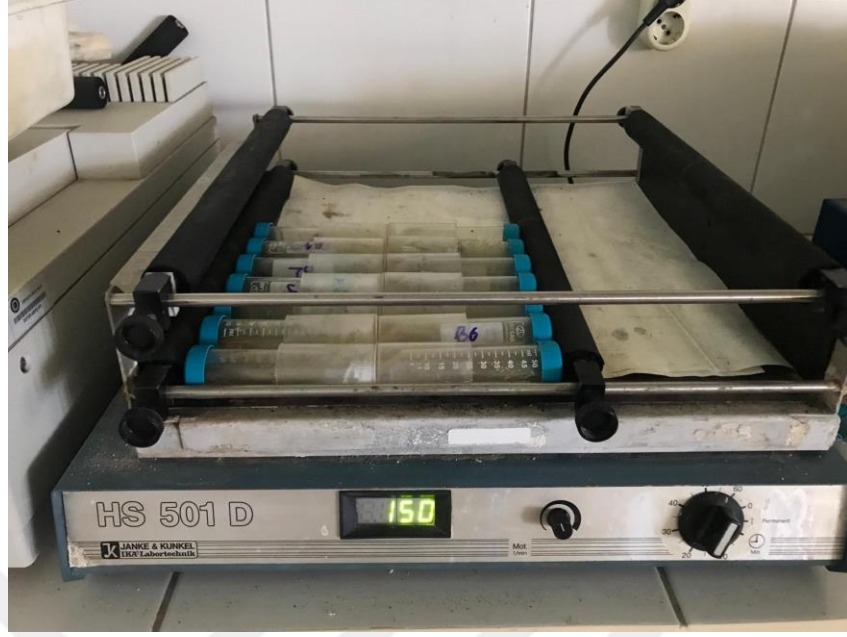
3.2.3. Antioksidan madde miktarının belirlenmesi

Fenolik ve flavonoid bileşiklerin miktarlarının belirlenmesi için ekstraksiyon işlemi şu şekilde gerçekleştirilmiştir: Bitkilerin toplam fenolik içeriklerini, antioksidan aktivitelerini ve toplam flavonoid miktarlarını analiz etmek amacıyla, metanol-su (80:20, v/v) ekstraktı kullanılmıştır. Ekstrakt hazırlamak için 0.5 ± 0.001 g hassasiyetle tartılan ve oda sıcaklığında kurutulup öğütülen bitki örnekleri, falcon tüplerine konulmuş (Şekil 3.5) ve üzerine 9.5 ml %80'lik metanol eklenmiştir. Tüpler, ağzı kapatılarak, bir orbital çalkalayıcıda 150 devir/dakika hızla 60 dakika boyunca karıştırılmıştır (Şekil 3.6). Ardından, bu tüpler 7000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra, tüpün üst kısmındaki sıvı, süzme kâğıdı kullanılarak 50 ml'lik bir balon jojeye süzölmüştür (Şekil 3.7). Bu işlem üç kez tekerrür etmiş ve elde edilen ekstraktlar 50 ml'lik (Sf:100) ölçü balonuna toplanarak, balon hacmine tamamlanmıştır. Son olarak, bu ekstraktlar analiz için hazırlanmış ve toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde içeriği ve IC50 değeri belirlenmiştir.



Şekil 3.5. Bitki Drog Örneklerinin Analize Hazırlanması

Süzülen örnekler falcon tüplerine tartılan bitki drog örneklerinin analize hazırlanması aşaması, bitkisel örneklerin kimyasal analizlere uygun hale getirilmesi için izlenen bir dizi işlemdir. Bu aşama, bitki örneklerinin doğru bir şekilde işlenmesi ve analiz için hazırlanması adına önemlidir.



Şekil 3.6 Orbital Çalkalayıcıda 150 Devirde 1 Saat Çalkalama İşlemi



Şekil 3.7. Santifürj Edilerek Süzülen Örnekler

Toplam fenolik madde analizi işlemi süreci, toplam fenolik madde spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Yukarıda elde edilen ekstraktlardan deney tüpüne 100 μ l örnek alınarak üzerine 900 μ l destile su eklenmiştir. Sırana uygun olarak 5 ml 0.2 N folinciocalteau karışımı ve 4 ml sodium karbonat (%7,5) karışımı ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında ve ışık almayacak koşullarda yaklaşık 120 dakika inkübasyon süresi sonunda spektrofotomere (Shimadzu UV-vis 160A) 765 nm dalga boyunda

şahide karşı absorbans okumaları yapılmıştır. Örnekte ölçülecek olan absorbans değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik madde miktarı, gallik asit ile hazırlanan standart eğrinin denkleminde hesaplanarak ve örnekteki toplam fenolik bileşik miktarı “mg gallik asit /g kuru ağırlık” cinsinden tanımlanmıştır (Spanas ve Wrolstad 1990).

Flavanoid madde tayini için ekstraktlardan alınan 0.5 ml örnek deney tüpleri içersine konularak üzerine 2.5 ml destile su ve 150 µl %5’lik NaNO₂ karışımı eklendikten sonra vortekste 30 saniye karıştırılmıştır (Şekil 3.8). Elde edilen çözelti 5’er dk bekletilerek önce 300 µl %10’luk AlCl₃ karışımı daha karışımı daha sonra 1ml 1M NaOH karışımı ve 550 µl saf su eklenmiştir. 5 dakika daha bekletilen çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 510 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Şekil 3.9). Elde edilen absorbans değerleri örneklerde olduğu gibi (+)- kateşinle hazırlanan kurve yardımıyla mg (+)- kateşin eşdeğeri/g kuru örnek ağırlığına çevirilmiştir (Chang vd 2006).



Şekil 3.8. Örneklerin 30 Saniye Karıştırıcıda Karıştırılma İşlemi



Şekil 3.9. Örneklerin Spektrofotometre Okumaları

3.3. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

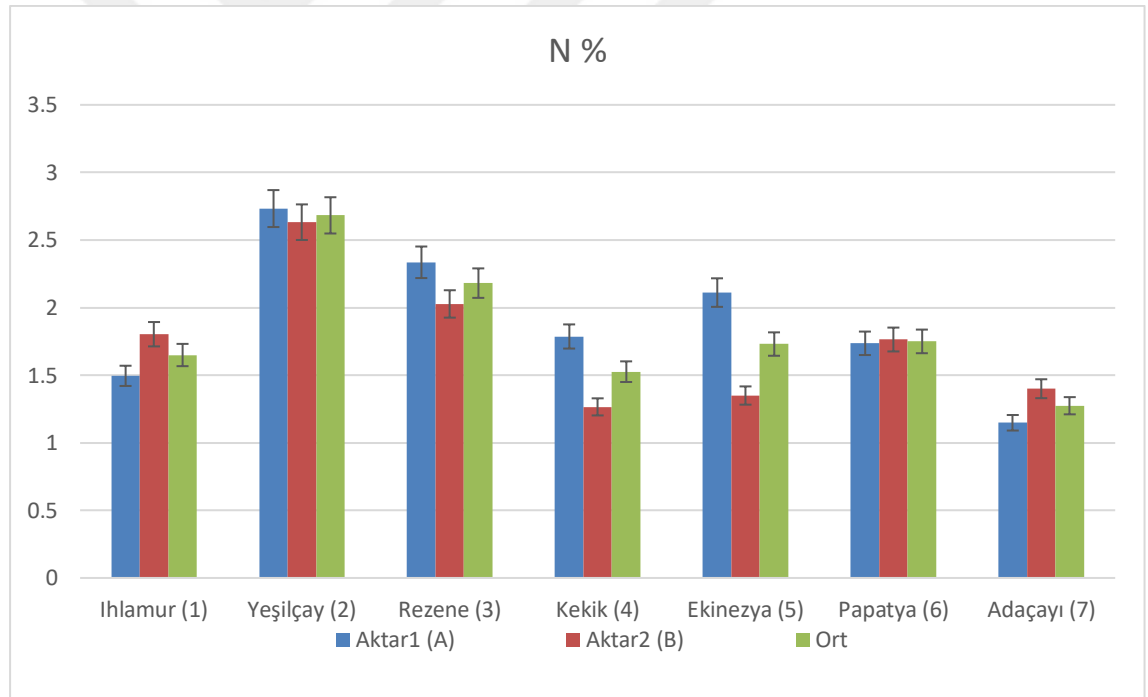
Tanımlayıcı istatistikler; frekans, yüzde, ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum, 25. yüzde (Q1) ve 75. yüzde (Q3) değerleri ile ifade edilmiştir. Verilerin normallik varsayımı, Shapiro-Wilk testiyle değerlendirilmiştir. İki grubun sayısal değerleri arasındaki farklılıkların analizinde, veriler normal dağılım gösterdiğinde Bağımsız İki Örneklem t Testi (Independent Samples t Test), normal dağılıma uymadığında ise Mann-Whitney U Testi tercih edilmiştir. Tüm analizler SPSS 23.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Mineral Besin Elementleri

4.1.1. Azot (N)

İncelenmiş olan drogların azot değerleri sırasıyla 1. aktedarikçiden alınan ıhlamur %1.4952, 2. tedarikçiden alınan ıhlamur % 1.8032 ve ortalama değeri % 1.6492 tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan yeşilçay bitki drogunda %2.7328 , 2. tedarikçiden alınan yeşilçay bitki drogu % 2.632 ve ortalama değeri % 2.6824 olup en yüksek azot miktarı 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda %2.3352, 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda %2.0272 ve ortalama %2.1812 tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda %1.7864 , 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda %1.2656 ve ortalama %1.526 tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda %2.1112 , 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda %1.3496 ve ortalama %1.7304 tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogu %1.736 ve 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda %1.764 ve ortalama %1.75 tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda %1.148 , 2. tedarikçiden alınan adaçayında %1.4 ve ortalama %1.274 azot değeri tespit edilmiştir.



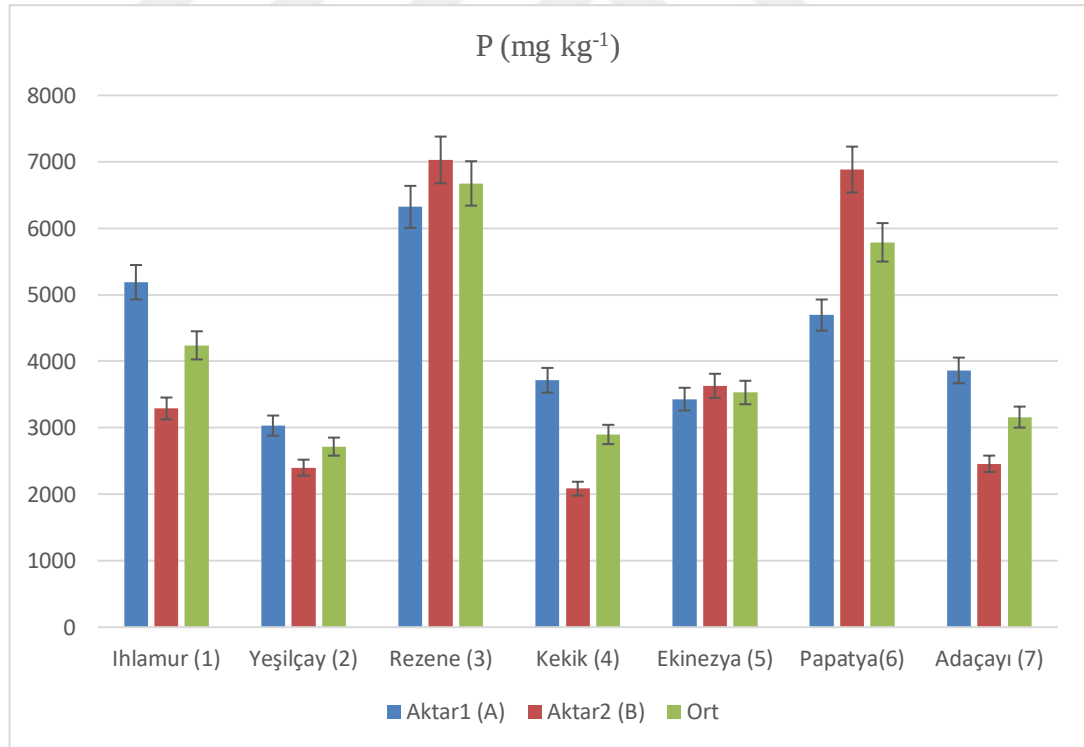
Şekil 4.1. Bitki droglarında %N miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam N konsantrasyonları değişimleri istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam N miktarı ortalamaları açısından yeşilçayda diğerlerine göre daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında belirgin bir farklılık olamadığı anlaşılmaktadır. Genel olarak kuru maddde kuralına göre bitkilerde toplam azot %0.2- 6 arasında değişmektedir.(Kacar ve İnal, 2008). Farklı

sürgün dönemlerinde hasat edilen çay bitkisi yapraklarında ise %2.71-3.41 arasında azot bulunduğu bilinmektedir (Horuz ve Korkmaz,2006). Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam azot miktarı (1. Tedarikçiden alınan yeşilçay : % 2.73) önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Drogun kullanımı açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.2.2 Fosfor (P)

İncelenmiş olan bitki droglarının fosfor miktarları sırasıyla 1.tedarikçiden alınan ıhlamur (%0.5188), 2. tedarikçiden alından ıhlamur (%0.329), ortalama (%0.4239) gözlenirken; 1. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (%0.3032), 2. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (%0.2400) ve ortalama (%0. 2716) tespit edilmiştir, 1. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (%0.6322), 2. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (%0.7028) ve ortalama (%0.6675) tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (%0.3714), 2. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (%0.2084) ve ortalama (%0.2899) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (%0.3430), 2. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (%0.3630) ve ortalama (%0.3530) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (%0.4694), 2. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (%0.6884) ve ortalama (%0.5779) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (%0.3862), 2. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (%0.2458) ve ortalama (%0.3160) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek fosfor 2. Tedarikçiden alınan rezene drogunda gözlemlenmiştir.



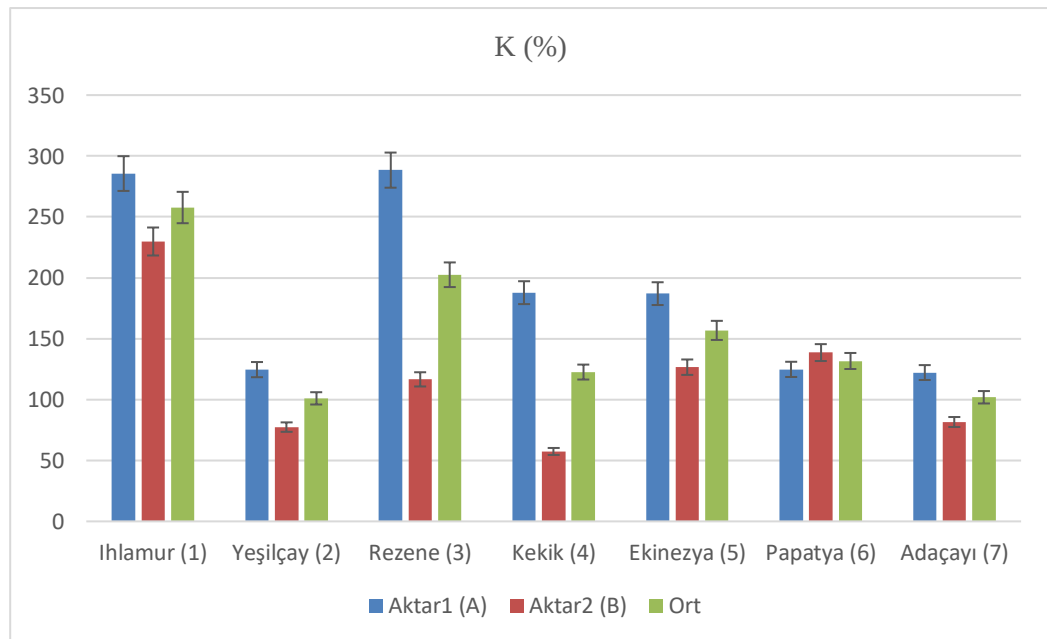
Şekil 4.2. Bitki droglarında P miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikcilerden elde edilen drogların toplam P konsantrasyonları değişimleri istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam P miktarı ortalamaları açısından

rezene diğerlerine göre daha yüksek gözükmekle birlikte tedarikçiler arasında belirgin farklılık olduğu görülmektedir. Kacar ve Katkat (2007) 'ye göre bitki yapraklarının fosfor içeriklerinin genellikle %0.3-0,5 arasında değiştiği bildirilmektedir. Konieczynski ve Wesolowski (2007) tarafından 27 çeşit tıbbi ve aromatik bitkide yapılan bir çalışmada bitkilerin ortalama toplam fosfor içeriğinin $850-4950 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bahsedilen sınır değerleri göz önünde bulundurulduğunda elde edilen drog toplam fosfor değerleri (A1 : %0.5188, A3 %0.6322 , B3 %0.7028, B6 %0.6884) %40'a varan oranda sınır değerlerinin üstünde bulunmuştur. Bu durumda söz konusu drogların (%5 üzerinde çıkan değerler) tüketiminin uygun olmayabileceği düşünülmektedir.

4.1.3 Potasyum (K)

İncelenmiş olan bitki droglarının potasyum miktarları sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (%0.02856), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (%0.02298), ortalama (%0.02577) gözlenirken; 1. Tedarikçiden alınan Yeşilçay drogunda (%0.01246), 2. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (%0.0774) ve ortalama (%0.0101) tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (%0.02884), 2. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (%0.01166) ve ortalama (%0.01725) tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (%0.01878), 2. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (%0.057.4) ve ortalama (%0.01226) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (%0.0187), 2. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (%0.01266) ve ortalama (%0.01568) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (%0.01248), 2. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (%0.01386) ve ortalama (%0.01317) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (%0.01222), 2. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (%0.00816) ve ortalama (%0.01019) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek potasyum miktarı 1. Tedarikçiden alınan rezene drogunda gözlemlenmiştir.

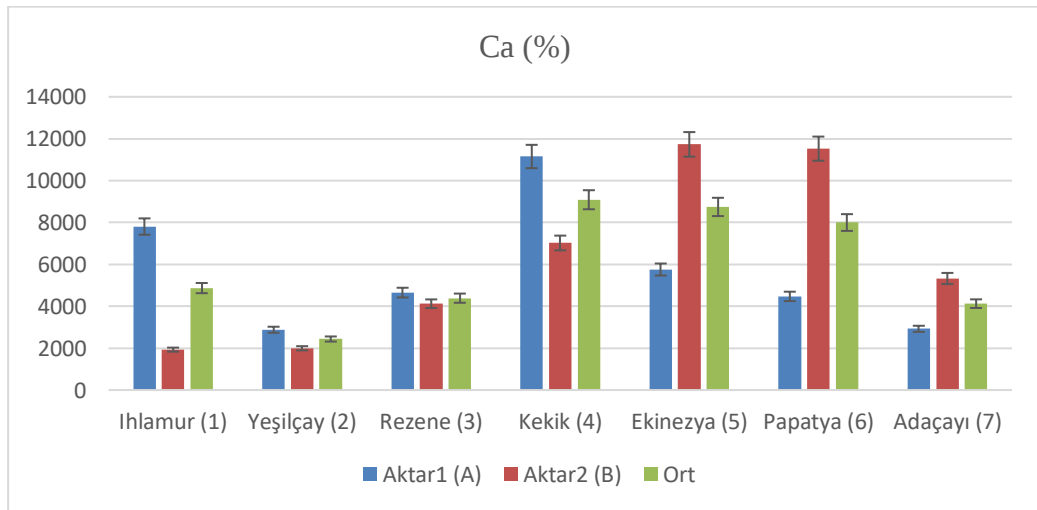


Şekil 4.3. Bitki droglarında K miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam K konsantrasyonları değişimleri istatiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam K miktarı ortalamaları açısından ıhlamur diğerlerine göre daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında belirgin farklılık olduğu görülmektedir. Aktar 1’de ki ıhlamur K konsantrasyonu diğerinden daha yüksek gözükmeyle. Güneş vd. (2007)’ye göre bitkilerde ortalama %1-6 arasında potasyum bulunduğu bildirilmektedir. Ayrıca Horus ve Korkmaz (2006) tarafından bildirildiğine göre farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çay bitkisi yapraklarında %1.21-1.65 arasında potasyum bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca bitki materyallerinde kuru madde esasına göre potasyumun %0.2-11 arasında olabileceği rapor edilmiştir (Johnson ve Urich, 1959). Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde bu çalışmadaki en yüksek potasyum miktarının (A3 : %0.02884) dahi çok düşük bir değerde olduğu anlaşılmaktadır.

4.1.4 Kalsiyum (Ca)

İncelenmiş olan bitki droglarının kalsiyum miktarları sırasıyla 1.tedarikçiden alınan ıhlamur (%0.7806), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (%0.19308), ortalama (%0.48684) gözlenirken; 1. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (%0.2880), 2. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (%0.19948) ve ortalama (%0.24374) tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (%0.4652), 2. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (%0.4122) ve ortalama (%0.4387) tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (%1.1150), 2. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (%0.7022) ve ortalama (%0.9086) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (%0.5754), 2. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (%1.1730) ve ortalama (%0.8742) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (%0.4472), 2. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (%1.1524) ve ortalama (%0.7998) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (%0.2924), 2. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (%0.5326) ve ortalama (%0.4125) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kalsiyum miktarı 2. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda gözlemlenmiştir.

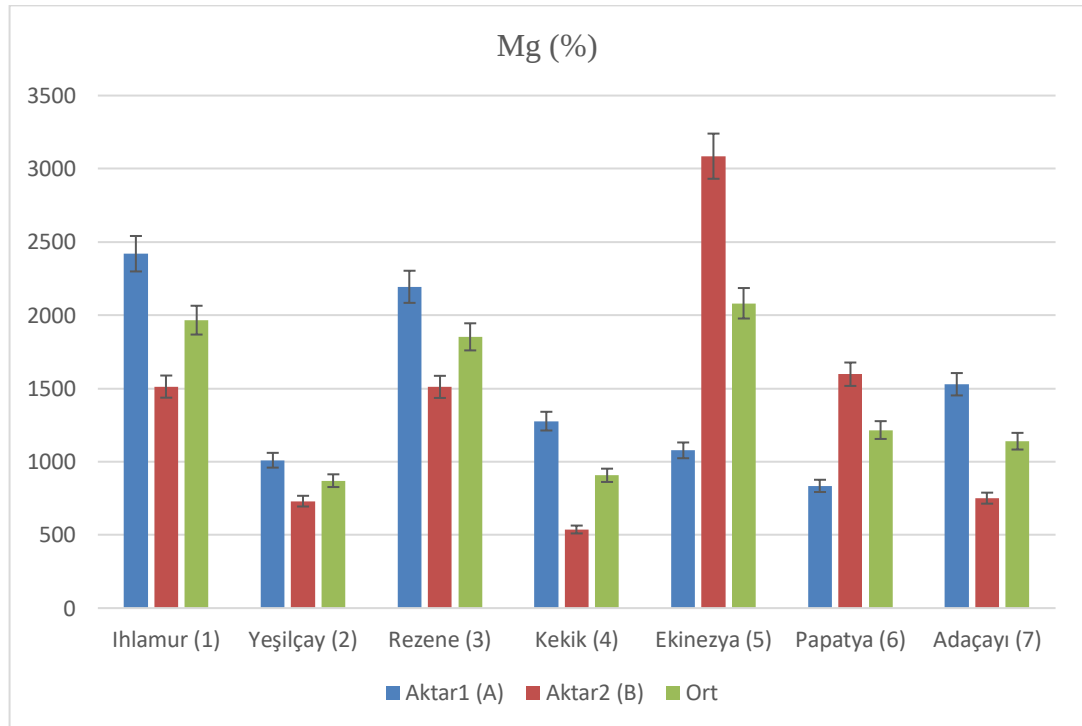


Şekil 4.4 Bitki droglarında Ca miktarı

Kacar ve Katkat (2007) 'ye göre bitkilerde bulunan Ca %0.2-3 arasında değiştiği ancak birçok bitki için yeterli Ca miktarının %0.3-1 arasında olduğu ve bazı bitkilerin yaşlı yapraklarında %5'den fazla Ca olduğu bildirilmektedir. Öte yandan farklı sürgün dönemlerinde hasat edilecek çay bitkisi yapraklarında ise %1.66-2.05 düzeyinde Ca bulunduğu rapor edilmiştir (Horuz ve Korkmaz,2006). Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Ca miktarı (2. Tedarikçiden alınan ekinezya : % 1.173) önceki yapılan çalışmalar ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Drogun kullanımı açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.1.5 Magnezyum (Mg)

İncelenmiş olan bitki droglarının magnezyum miktarları sırasıyla 1.tedarikçiden alınan ıhlamur (%0.2420), 2. tedarikçiden alından ıhlamur (%0.15126), ortalama (%0.19663) gözlenirken; 1. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (%0.10098), 2. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (%0.7304) ve ortalama (%0.04201) tespit edilmiştir, 1. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (%0.2194), 2. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (%0.15106) ve ortalama (%0.18523) tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (%0.12768), 2. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (%0.0536.8) ve ortalama (%0.9086) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (%0.10772), 2. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (%0.3086) ve ortalama (%0.20816) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (%0.08346), 2. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (%0.15972) ve ortalama (%0.12159) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (%0.15286), 2. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (%0.07502) ve ortalama (%0.11397) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek magnezyum miktarı 2. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda gözlemlenmiştir.

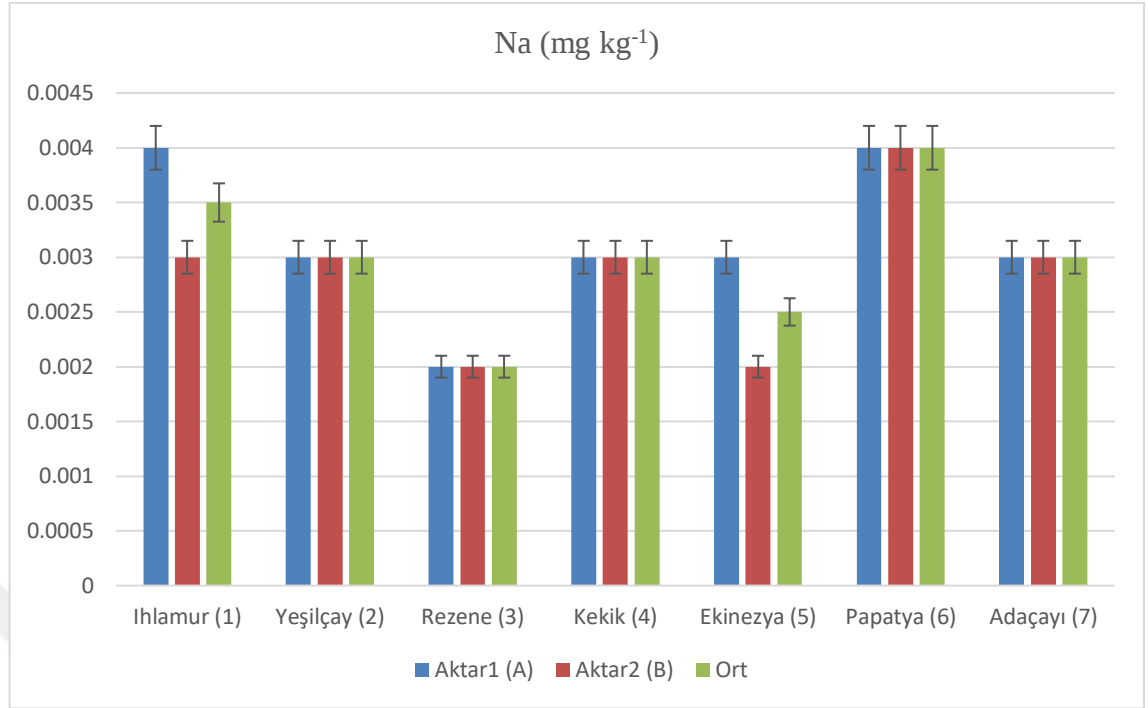


Şekil 4.5. Bitki droglarında Mg miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam Mg konsantrasyonları değişimleri istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Mg miktarı ortalamaları açısından ekinezya diğerlerine göre daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında belirgin farklılık olduğu görülmektedir. Bitkilerin değişik aksamalarında farklı miktarlarda Mg bulunmaktadır. Özellikle bitki yapraklarında daha fazla Mg bulunmaktadır. Mg bitkilerde genellikle %0.02-2,5 arasında değişen oranlarda bulunmaktadır (Kaçar ve İnal, 2008). Kaçar ve Katkat 2007'ye göre ise bitkilerde bulunan Mg %0.15-1 arasında değişmekte ve birçok bitki için yeterlilik düzeyinin %0.25 olduğu belirtilmektedir. Çay bitkisi yapraklarında yapılan çalışmaya göre ise %0.33-0,47 arasında Mg bulunduğu bildirilmiştir (Horuz ve Korkmaz,2007). Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Mg miktarı (2. Tedarikçiden alınan ekinezya : %0.3086) önceki çalışmalar uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda drogun tüketimi açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.1.6 Sodyum (Na)

İncelenmiş olan bitki droglarının sodyum miktarları sırasıyla 1.tedarikçiden alınan ıhlamur (0.004 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alından ıhlamur ($0,003 \text{ mg kg}^{-1}$), ortalama ($0.0035 \text{ mg kg}^{-1}$) gözlenirken; 1. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (0.003 mg kg^{-1}), 2. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (0.003 mg kg^{-1}) ve ortalama (0.003 mg kg^{-1}) tespit edilmiştir, 1. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (0.002 mg kg^{-1}), 2. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (0.002 mg kg^{-1}) ve ortalama (0.002 mg kg^{-1}) tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (0.003 mg kg^{-1}), 2. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (0.003 mg kg^{-1}) ve ortalama (0.003 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (0.003 ppm), 2. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (0.002 mg kg^{-1}) ve ortalama ($0.0025 \text{ mg kg}^{-1}$) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (0.004 mg kg^{-1}), 2. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (0.004 mg kg^{-1}) ve ortalama (0.004 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (0.003 mg kg^{-1}), 2. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (0.003 mg kg^{-1}) ve ortalama (0.003 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek sodyum miktarı 1. Tedarikçiden alınan ıhlamur drogu ile 1. ve 2. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda gözlemlenmiştir.



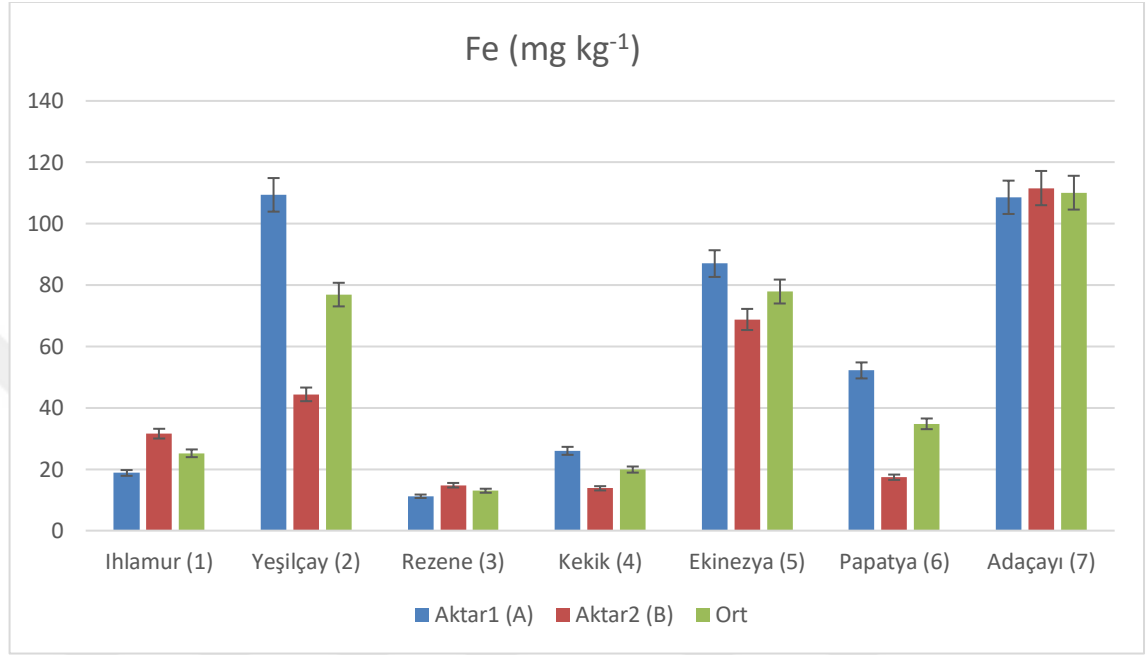
Şekil 4.6. Bitki droglarında Na miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam Na konsantrasyonları değişimleri istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Na miktarı ortalamaları açısından farklılık görülmemektedir. 1. Tedarikçiden alınan ıhlamur ve 1. Tedarikçi ve 2. Tedarikçi'den alınan papatya daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında belirgin farklılık olmadığı görülmektedir. Bitkilerin toplam Na içeriği genellikle %0.01-10 arasında değiştiği bildirilmektedir (Kacar ve Katkat,2007). Güneş vd (2007)'ye görede genel olarak bitkilerin Na içerikleri %0.004-2 arasında değiştiği belirtilmektedir. Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Na miktarı (1. Tedarikçiden alınan ıhlamur : 0.004 mg kg⁻¹ ve her iki tedarikçiden alınan papatya : 0.004 mg kg⁻¹) sınır değerleri içerisinde kaldığı, belirlenmiştir. Bu bağlamda drogun tüketimi açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.1.7 Demir (Fe)

İncelenmiş olan bitki droglarının demir miktarları sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (18.8 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (31.6 mg kg⁻¹), ortalama (25.2 mg kg⁻¹) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (109.4 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (44.4 mg kg⁻¹) ve ortalama (76.9 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (11.2 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda (14.8 mg kg⁻¹) ve ortalama (13 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (26 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (13.8 mg kg⁻¹) ve ortalama (19.9 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (87 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (68.8 mg kg⁻¹) ve ortalama (77.9 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (52.2 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (17.4 mg kg⁻¹) ve ortalama (34.8

mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (108.6 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (111.6 mg kg⁻¹) ve ortalama (110.1 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek demir miktarı 2. Tedarikçiden alınan adaçayında drogunda gözlemlenmiştir.



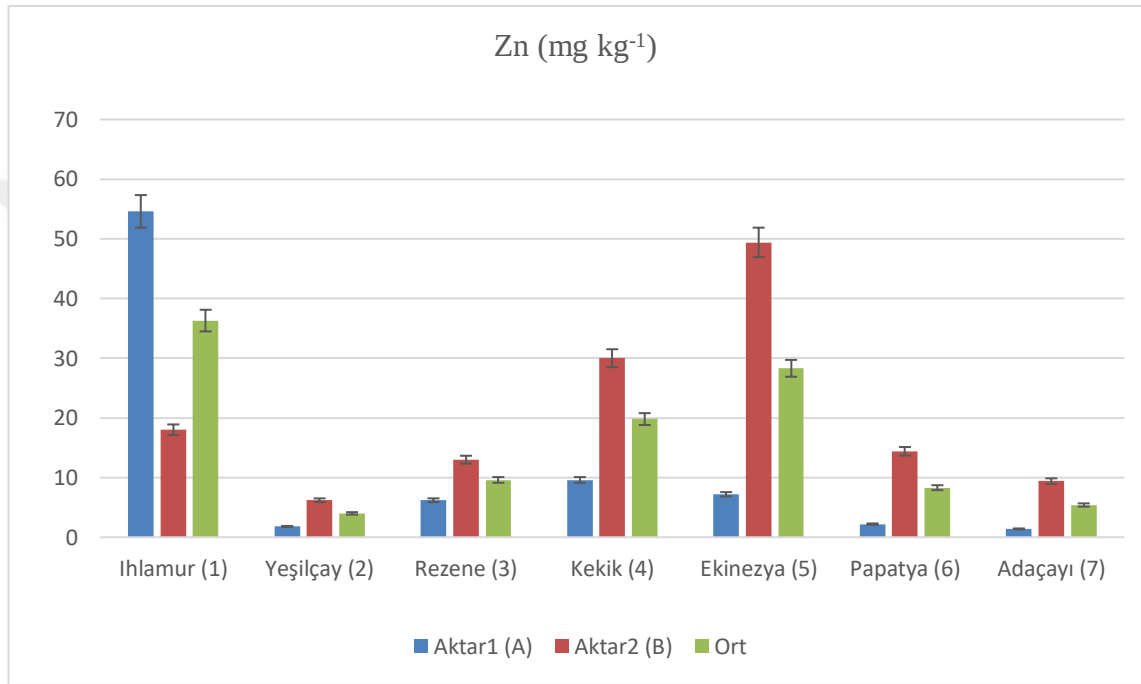
Şekil 4.7. Bitki droglarında Fe miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam Fe konsantrasyonları değişimleri istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Fe miktarı ortalamaları açısından adaçayında görülmekle birlikte tedarikçiler arasında farklılık gözükmemektedir. Aktar 1’den alınan yeşilçay da toplam Fe diğerinden daha yüksek gözükmemektedir. Kacar ve Katkat (2007) ‘ye göre bitkilerde bulunan Fe 10-1000 mg kg⁻¹ arasında göstermekte yeterli Fe miktarının 50-250 mg kg⁻¹ olduğu bildirilmektedir. Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çay bitkisi yapraklarında ise 21.29-37.64 mg kg⁻¹ arasında Fe bulunduğu rapor edilmiştir (Horuz ve Korkmaz, 2006). Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Fe miktarı (2. Tedarikçiden alınan adaçayı :111.6 mg kg⁻¹) önceki yapılan çalışmalar ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Drogun kullanımı açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.1.8 Çinko (Zn)

İncelenmiş olan bitki droglarının çinko miktarları sırasıyla 1.tedarikçiden alınan ıhlamur (54.6 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alından ıhlamur (18 mg kg⁻¹), ortalama (36.3 mg kg⁻¹) gözlenirken; 1. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (1.8 mg kg⁻¹), 2. Tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (6.2 mg kg⁻¹) ve ortalama (4 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir, 1. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (6.2 mg kg⁻¹), 2. Tedarikçiden alınan rezene drogunda (13 mg kg⁻¹) ve ortalama (9.6 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden

alınan kekik drogunda (9.6 mg kg^{-1}), 2. Tedarikçiden alınan kekik drogunda (30 mg kg^{-1}) ve ortalama (19.8 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (7.2 mg kg^{-1}), 2. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (49.4 mg kg^{-1}) ve ortalama (28.3 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (2.2 mg kg^{-1}), 2. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (14.4 mg kg^{-1}) ve ortalama (8.3 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (1.4 ppm), 2. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (9.4 mg kg^{-1}) ve ortalama (5.4 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek çinko miktarı 1. Tedarikçiden alınan ıhlamur drogunda gözlemlenirken, papatya drogunda 1. Tedarikçiden alınan ekinezya drogu ile 2. Akatardan alınan ekinezya drogu arasında (42.2 mg kg^{-1}) fark olduğu gözlemlenmiştir.



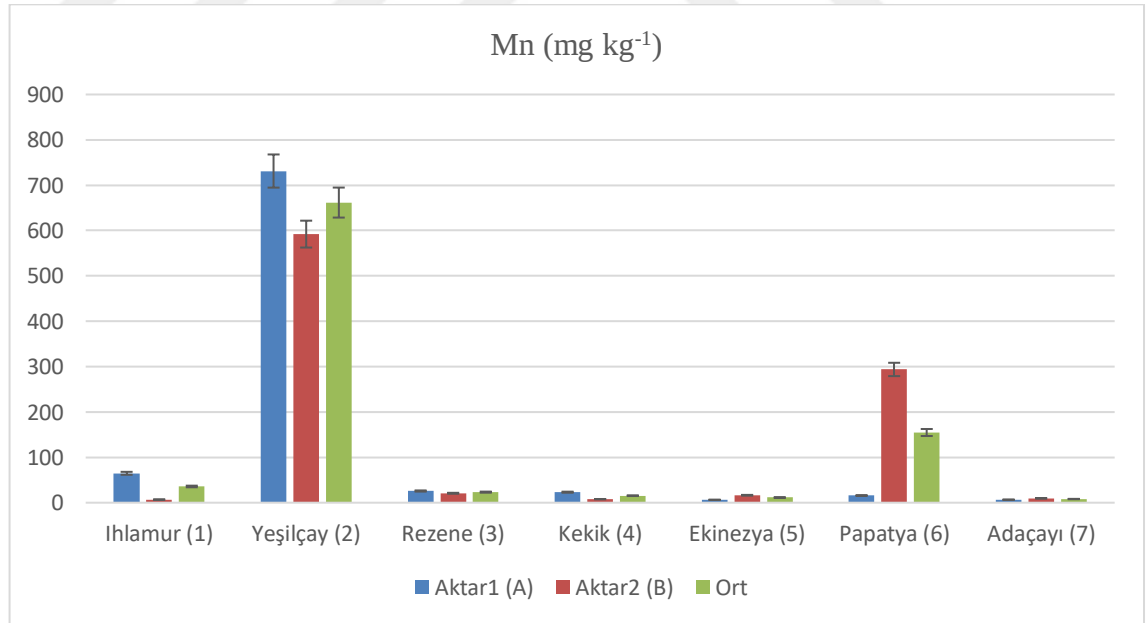
Şekil 4.8. Bitki droglarında Zn miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam Zn konsantrasyonları değişimleri istatiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Zn miktarı ortalamaları açısından ıhlamur diğerlerine göre daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında belirgin farklılık olduğu görülmektedir. Aktar 1'de ki ıhlamur Zn konsantrasyonu diğerden daha yüksek gözükmeyle birlikte Aktar 2'den alınan ekinezya Aktar 1'den daha yüksek Zn konsantrasyonuna sahip olduğu grafikte görülmektedir. Çinko bitkilerin çeşitli aksamalarında farklı oranlarda birikebilmektedir. Genellikle genç doku ve yapraklarda Zn fazla bulunmaktadır (Kacar ve İnal,2008). Çay bitkisi ile ilgili yapılan çalışmalarda Kacar ve Katkat 2007 tarafından yapılan çalışmada çay yapraklarında $24-60 \text{ mg kg}^{-1}$ Zn belirlenmişken Horuz ve Korkmaz 2006 tarafından yapılan çalışmada ise çay yapraklarında $30.29-43.90 \text{ mg kg}^{-1}$ Zn belirlenmiştir. Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Zn miktarı (1. Tedarikçiden alınan ıhlamur: 54.6 mg kg^{-1}) önceki çalışmalarla uyumlu olduğu belirlenmiştir. Geçmişten günümüze ıhlamur çiçekleri (*Flos tiliae*) soğuk algınlığına iyi geldiği ve öksürüğü hafifletmek için tüketildiği bilinmektedir. Yanı sıra sakinleştirici özelliği nedeniyle, baş ağrısına, sinüzite, uyku problemlerine,

stres, anksiyeteye karşı faydalı olabilmektedir. Terletici, tansiyon düşürücü gibi etkileri bilinmektedir (Chinou, 2012). Drogun tüketimi açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.1.9 Mangan (Mn)

İncelenmiş olan bitki droglarının mangan miktarları sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (64.8 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (8.8 mg kg^{-1}), ortalama (36.8 mg kg^{-1}) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (731.2 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan Yeşilçay drogunda (592.2 mg kg^{-1}) ve ortalama (661.7 mg kg^{-1}) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (25.8 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda (20.8 mg kg^{-1}) ve ortalama (23.3 mg kg^{-1}) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (23.2 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (7.8 mg kg^{-1}) ve ortalama (15.5 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (6.4 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (16.4 mg kg^{-1}) ve ortalama (11.4 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (15.8 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (293.8 mg kg^{-1}) ve ortalama (154.8 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (6.6 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (9.6 mg kg^{-1}) ve ortalama (8.1 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek mangan değeri 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda tespit edilmiştir. 2. Tedarikçiden alınan papatya drogu ile 1. Tedarikçiden alınan papatya drogunda (278 mg kg^{-1}) farklılık gözlemlenmiştir.



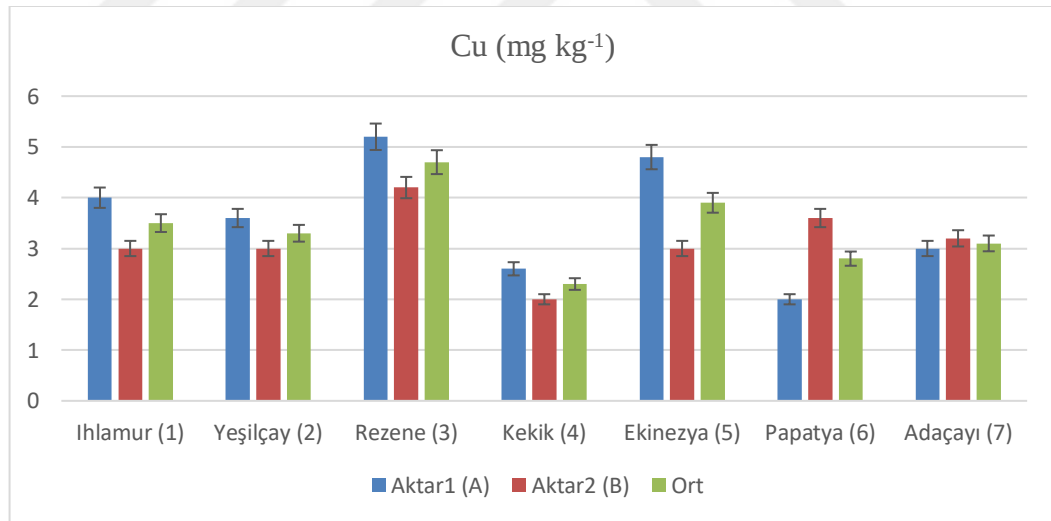
Şekil 4.9. Bitki droglarında Mn miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam Mn konsantrasyonları değişimleri istatiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Mn miktarı ortalamaları açısından yeşilçay diğerlerine göre daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında

belirgin farklılık olduğu görülmektedir. Aktar 1’de ki yeşilçay Mn konsantrasyonu diğerlerinden daha yüksek gözükmektedir. Kacar ve Katkat (2007) ‘ye göre 3 farklı sürgün döneminde tespit edilen Mn miktarının 555-2425 mg kg⁻¹ değişim gösterdiği rapor edilmiştir. Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Mn miktarı (1. Tedarikçiden alınan Yeşilçay : 731.2 mg kg⁻¹) önceki yapılan çalışmalarla uyumlu belirlenmiştir. Drogun tüketimi açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.1.10 Bakır (Cu)

İncelenmiş olan bitki droglarının bakır miktarları sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (4 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (3 mg kg⁻¹), ortalama (3.5 mg kg⁻¹) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (3.6 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (3 mg kg⁻¹) ve ortalama (3.3 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (5.2 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda (4.2 mg kg⁻¹) ve ortalama (4.7 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (2.6 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (2 mg kg⁻¹) ve ortalama (2.3 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (4.8 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (3 mg kg⁻¹) ve ortalama (3.9 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (2 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (3.6 mg kg⁻¹) ve ortalama (2.8 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (3 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (3.2 mg kg⁻¹) ve ortalama (3.1 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek bakır değeri 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Bitki droglarında Cu miktarı

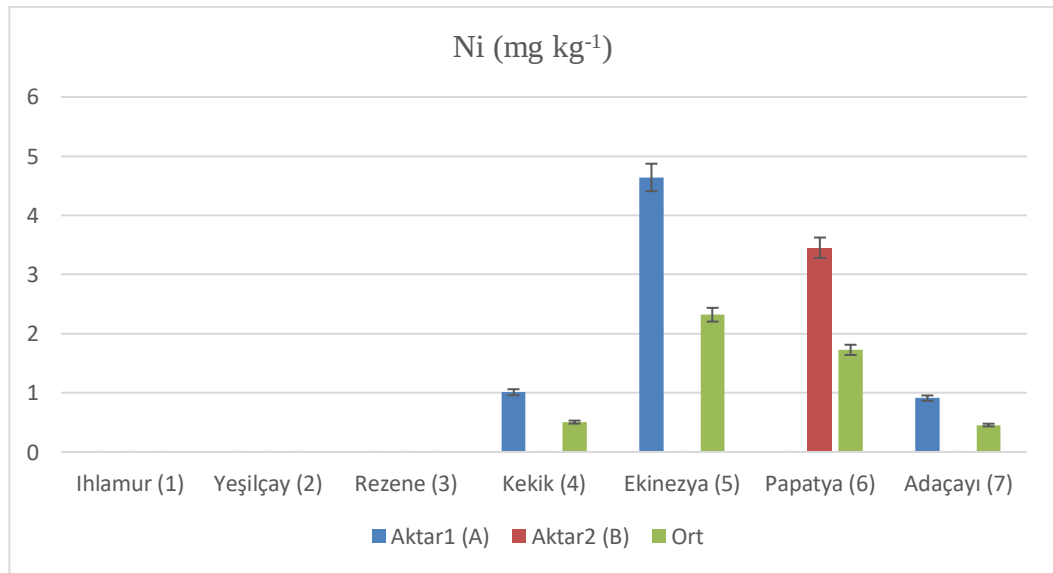
Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam Cu konsantrasyonları değişimleri istatiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Cu miktarı ortalamaları açısından rezene diğerlerine göre daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında belirgin farklılık olduğu görülmemektedir. Aktar 1’de ki ekinezya Cu konsantrasyonu diğerlerinden daha yüksek ve belirgin farklılık gözükmektedir. Bitkilerin Cu içeriklerini bitki türü, bitkinin olgunluk durumu, iklim ve toprak özellikleri etkilemektedir buna göre bitki yapraklarında genel olarak Cu 4.32 mg kg⁻¹ bildirilmektedir (Kacar ve İnal, 2008). Kacar

ve Katkat 2007 ile Horuz ve Korkmaz 2006'ya göre ise çay yapraklarında sırasıyla 10-26 mg kg⁻¹ ile 13-23.61 Cu bulunduğu bildirilmiştir. Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Cu miktarı (1. Tedarikçiden alınan rezene : 5.2 mg kg⁻¹) önceki yapılan çalışmalar ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Drogun kullanımı açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.2 AĞIR METALLER

4.2.1 Nikel (Ni)

İncelenmiş olan bitki droglarının nikel miktarları sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (0 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden ıhlamur adaçayında (0 mg kg⁻¹), ortalama (0 mg kg⁻¹) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (0 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (0 mg kg⁻¹) ve ortalama (0 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (0 ppm), 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda (0 mg kg⁻¹) ve ortalama (0 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (1.016 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (0 mg kg⁻¹) ve ortalama (0.505 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (4.645 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (0 mg kg⁻¹) ve ortalama (2.32 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (0 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (3.452 mg kg⁻¹) ve ortalama (1.726 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (0.9 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (0 mg kg⁻¹) ve ortalama (0.45 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek nikel miktarı 2. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda tespit edilmiştir.



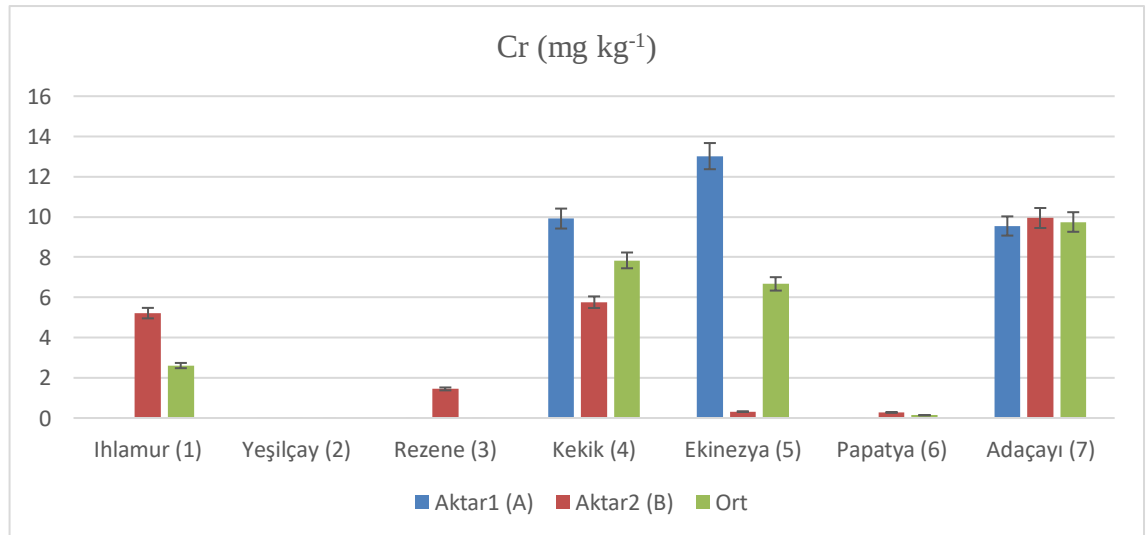
Şekil 4.11. Bitki droglarında Ni miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam Ni konsantrasyonları değişimleri istatiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Ni miktarı ortalamaları açısından ekinezya diğerlerine göre daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında belirgin

farklılık olduğu görülmektedir. Aktar 2’de ki papatya Ni konsantrasyonu diğerinden daha yüksek ve belirgin farklılık gözükmemektedir. Bitkilerin Ni içeriğini topraklarda bulunan yarayıslı Ni miktarı, bitki türü, bitki organı ve iklim etkilemektedir. Bitkiler için Ni kritik toksik düzeyi duyarlı bitkilerde (büyüktür 10mg kg^{-1} ve üzeri) orta dayanıklı bitkilerde ise 50 mg kg^{-1} üzeridir (Kacar ve İnal 2008). Soylak vd (2007) tarafından yapılan çalışmada çay örneklerinde bulunan Ni miktarının $3.1\text{-}5.7\text{mg kg}^{-1}$ arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Ni miktarı (1. Tedarikçiden alınan ekinezya : 4.64 mg kg^{-1}) yapılan önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Drogen kullanımı açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.2.2 Krom (Cr)

İncelenmiş olan bitki droglarının krom miktarları sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (0 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (5.214 mg kg^{-1}), ortalama (2.607 mg kg^{-1}) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (0 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (0 mg kg^{-1}) ve ortalama (0 mg kg^{-1}) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (0 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda (1.446 mg kg^{-1}) ve ortalama (0.723 mg kg^{-1}) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (9.916 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (5.758 mg kg^{-1}) ve ortalama (7.837 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (13.02 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (0.316 mg kg^{-1}) ve ortalama (6.668 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (0 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (0.278 mg kg^{-1}) ve ortalama (0.139 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (9.547 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (9.944 mg kg^{-1}) ve ortalama (9.7455 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek krom değeri 1. Tedarikçiden alınan ekinezya drogunda gözlemlenmiştir.

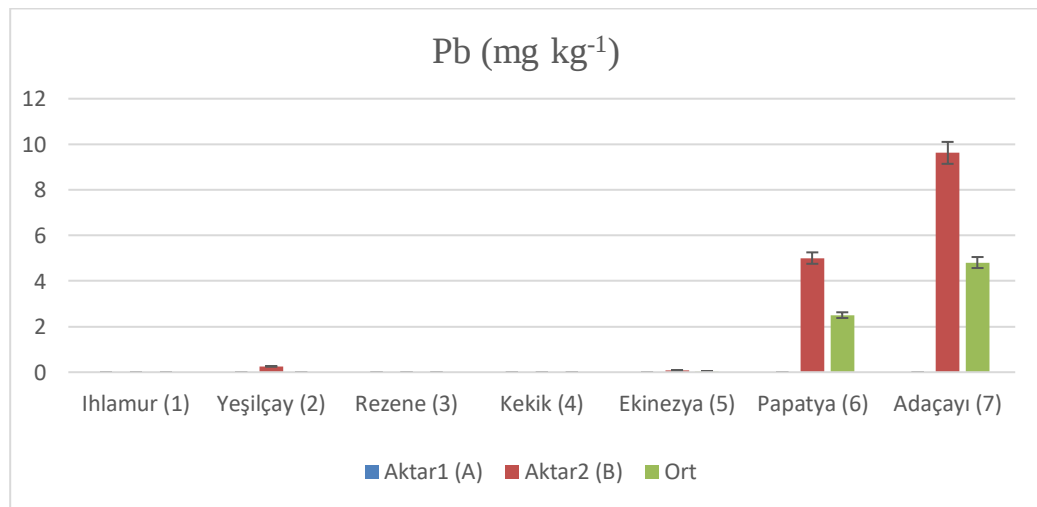


Şekil 4.12. Bitki droglarında Cr miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam Cr konsantrasyonları değişimleri istatiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Cr miktarı ortalamaları açısından yeşilçay diğerlerine göre daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında belirgin farklılık olduğu görülmektedir. Aktar 1’de ki ekinezya Cr konsantrasyonu diğerden daha yüksek ve belirgin farklılık gözükmeyle birlikte. Çoğu bitkide Cr eser miktarlarda ve 3-100 micro mg-1 arasında değişen düzeylerde bulunmaktadır. Ancak bazı bitkilerde Cr miktarının 1-4 mg kg⁻¹’e kadar çıkabildiği bildirilmiştir (Kacar ve İnal,2008). Başgel ve Erdemoğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada ülkemizde tüketilen adaçayı, kuşburnu ve bunun gibi tıbbi aromatik bitkilerde yapılan çalışmada bitki yapraklarında 0.34-1.22 mg kg⁻¹ Cr bulunduğu bildirilmiştir. Bahsedilen sınır değerleri göz önünde bulundurulduğunda elde edilen drog toplam Cr değerleri (A5 : 13.02 mg kg⁻¹) %225’e varan oranda yapılan çalışmalara oranla yüksek bulunmuştur. Bu durumda söz konusu drogların (4 mg kg⁻¹ üzerinde çıkanlar) kullanımı riskli olabileceği düşünülmektedir.

4.2.3 Kurşun (Pb)

İncelenmiş olan bitki droglarının kurşun miktarları sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (0 ppm), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (0 ppm), ortalama (0 ppm) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (0 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (0.256 mg kg⁻¹) ve ortalama (0.128 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (0 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda (0 mg kg⁻¹) ve ortalama (0 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (0 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (0 mg kg⁻¹) ve ortalama (0 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (0 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (0.075 mg kg⁻¹) ve ortalama (0.0375 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (0 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (5.007 mg kg⁻¹) ve ortalama (2.5035 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (0 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (9.623 mg kg⁻¹) ve ortalama (4.8115 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kurşun miktarı 2. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda gözlemlenmiştir.

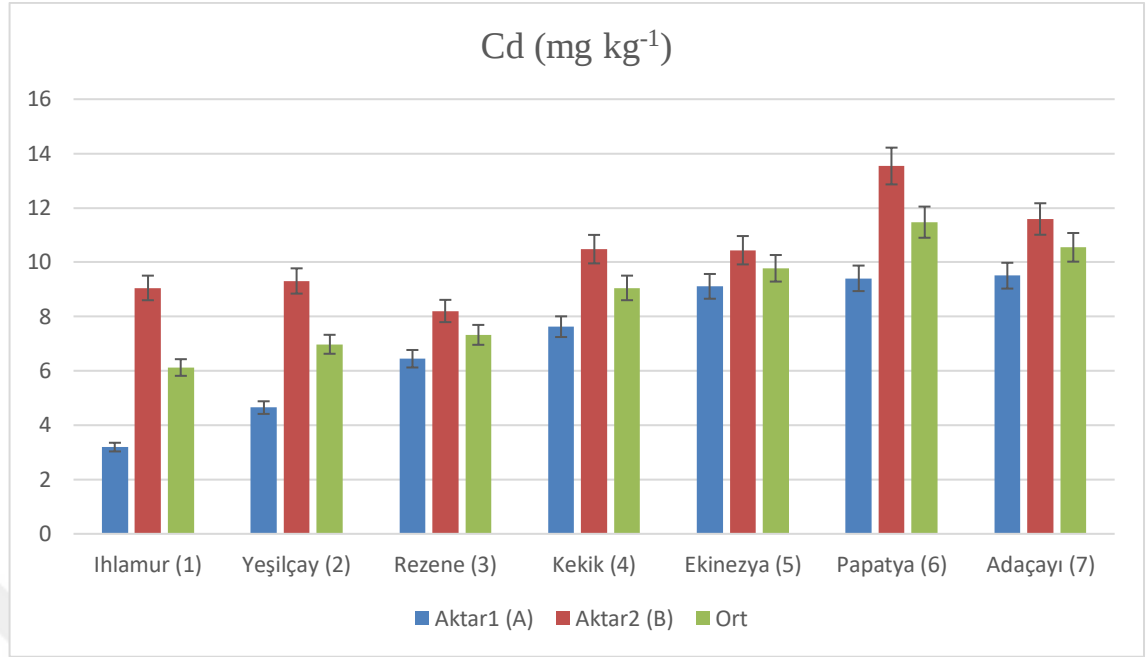


Şekil 4.13. Bitki droglarında Pb miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drokların toplam Pb konsantrasyonları değişimleri istatiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Pb miktarı ortalamaları açısından adaçayı diğerlerine gore daha yüksek gözükmekle birlikte tedarikçiler arasında belirgin farklılık olduğu görülmemektedir. Gebelik sürecinde ağır metallere uzun süre ve yüksek dozda maruz kalınması durumunda, bu metallerin plasentadan geçme ihtimali yüksektir ve fetüste kalıcı hasarlara yol açabilir. Bunun yanı sıra ilerleyen yaşlarda öğrenme glkleri, hafıza problemleri, hiperaktivite ve saldırganlık gibi davranışsal bozukluklar ortaya çıkabilmektedir (Jrup L. 2003). Pb özellikle, kan, kalp damar,böbrek, sinir sistemi, bağışıklık sisteminde toksik etkilerini göstermektedir. Kurşuna maruz kalma sonucunda anemiye neden olur. İnsan vücudunda en fazla kemik ve diş dokularında depolanmaktadır (Wani vd. 2015). Bitkilerde bulunan Pb miktarı üzerine toprak pH'sının yanı sıra bitki tür ve çeşitlerinin etkili olduğu bilinmektedir (Kacar ve İnal,2008). Bu nedenle bitkilerde Pb miktarı çok değişkenlik gösterebilmektedir. Ang vd (2005) tarafından yapılan çalışmada tıbbi bitkilerin %86'ında 10 mg kg⁻¹'dan daha az ve %14'nde ise 10-21 mg kg⁻¹ Pb bulunduğu bildirilmiştir. WHO'ya göre, bitkisel ilaçlar için önerilen limit değer , Pb'da 10.0 mg/kg'dır (WHO 2007) Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Pb miktarı (2. Tedarikçiden alınan adaçayı : 9.623 mg kg⁻¹) nceki yapılan çalışmalar ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar kurşun birikimi bitkiler için toksisite oluştursada burada ki sonuçlar açısından söz konusu drokların tüketimi açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.2.4 Kadmiyum (Cd)

İncelenmiş olan bitki droklarının kurşun miktarları sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (3.193 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (9.052 mg kg⁻¹), ortalama (6.1225 mg kg⁻¹) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan Yeşilçay drogunda (4.647 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (9.308 mg kg⁻¹) ve ortalama (6.9775 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (6.446 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda (8.203 mg kg⁻¹) ve ortalama (7.3245 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (7.625 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (10.14 mg kg⁻¹) ve ortalama (8.8825 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (9.11 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (10.44 mg kg⁻¹) ve ortalama (9.775 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (9.405 ppm), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (13.54 mg kg⁻¹) ve ortalama (11.4825 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (9.503 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (11.59 mg kg⁻¹) ve ortalama (10.5465 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kadmiyum miktarı 2. Tedarikçiden alınan papatya drogunda gözlemlenmiştir.



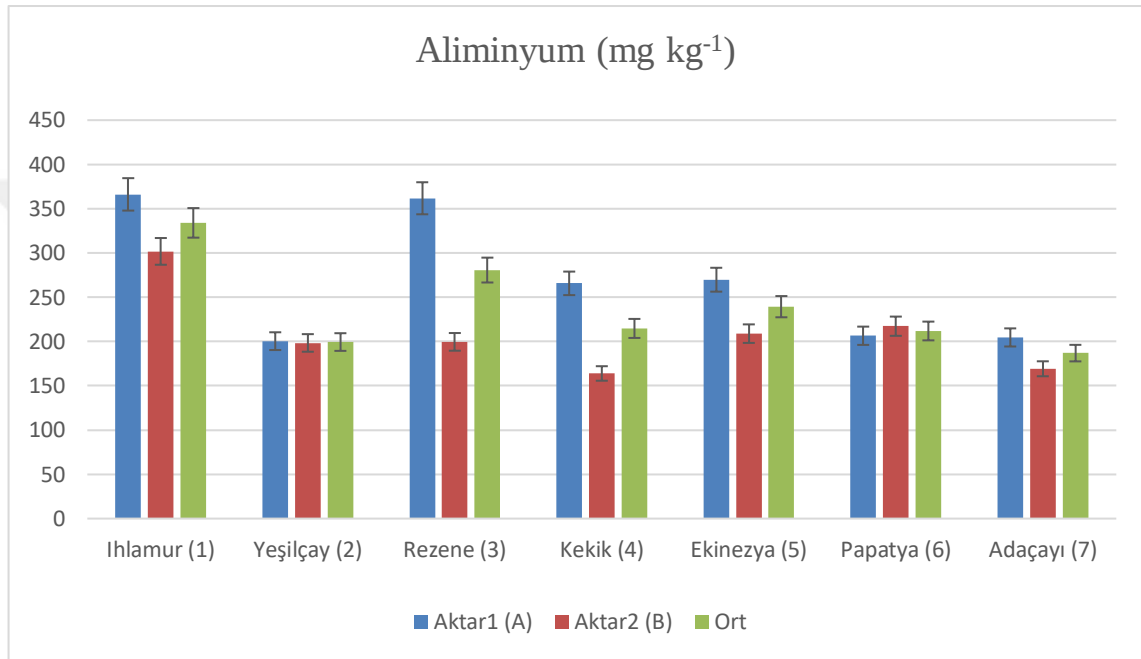
Şekil 4.14. Bitki droglarında Cd miktarı

Yapılan bu çalışmada farklı tedarikçilerden elde edilen drogların toplam Cd konsantrasyonları değişimleri istatiki açıdan önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, grafikten elde edilen veriler değerlendirildiğinde toplam Cd miktarı ortalamaları açısından papatya diğerlerine göre daha yüksek gözükmeyle birlikte tedarikçiler arasında belirgin farklılık olduğu görülmektedir. Aktar 2’de ki papatya Cd konsantrasyonu diğeriden daha yüksek ve belirgin farklılık gözükmemektedir. Kadmiyumun yeşil yapraklı tüketilen sebzelerde yaprakta birikmesine karşın tahıllarda kök kısımlarında birikim gösterdiği bilinmektedir (Cutler ve Rains,1974). Sigaralık tütünlerde yapılan bir çalışmada yapraklarda 0.7-2.3 mg kg⁻¹ arasında Cd bulunmuştur (Nnorom vd. 2005). Öte yandan Narin vd (2004) tarafından yapılan çalışmada tütün yapraklarında 1-3.8 mg kg⁻¹ ve çay yapraklarında ise 0.1-0.9 mg kg⁻¹ arasında Cd tespit edilmiştir. Önceki yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda elde edilen drog toplam Cd değerleri (B6 : 13.54 mg kg⁻¹) %228’e varan oranda yapılan diğer çalışmaların üstünde bulunmuştur. WHO, Avrupa Gıda Güvenlik Otoritesi (EFSA), Dünya Gıda Tarım Teşkilatı (FAO), Gıda Katkı Maddeleri Ortak FAO/WHO Uzman Komitesi (JECFA) gibi kuruluşlar bazı standartlar oluşturmaktadır. WHO’ya göre, bitkisel ilaçlar için önerilen limit değer Cd’da 0.3 mg/kg, (WHO 2007). Avrupa Farmakopesi 9.0 sürümüne göre, belirli bir drog özgü farklı bir değer belirtilmediği sürece, Cd için 1.0 mg/kg, üst sınır olarak kabul edilmektedir (Drugs, 2016). Bu durumda söz konusu drogların kullanımı riskli olduğu düşünülmektedir.

4.1.5 Alüminyum (Al)

İncelenmiş olan bitki droglarının alüminyum miktarları sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ihlamur (366.2 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan ihlamur (301.8 mg kg⁻¹), ortalama (334 mg kg⁻¹) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (200.4 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (198.4 mg kg⁻¹) ve ortalama (199.4 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (361.8 mg kg⁻¹), 2. tedarikçiden alınan

rezene drogunda (196.6 mg kg^{-1}) ve ortalama (280.7 mg kg^{-1}) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (265.7 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (163.9 mg kg^{-1}) ve ortalama (214.8 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (269.8 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (208.9 mg kg^{-1}) ve ortalama ($239.35 \text{ mg kg}^{-1}$) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (206.5 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (217.3 mg kg^{-1}) ve ortalama (211.9 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (204.6 mg kg^{-1}), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (169.2 mg kg^{-1}) ve ortalama (186.9 mg kg^{-1}) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek alüminyum miktarı 1. Tedarikçiden alınan adaçayı ve rezenedrogunda gözlemlenmiştir.



Şekil 4.15. Bitki droglarında Al miktarı

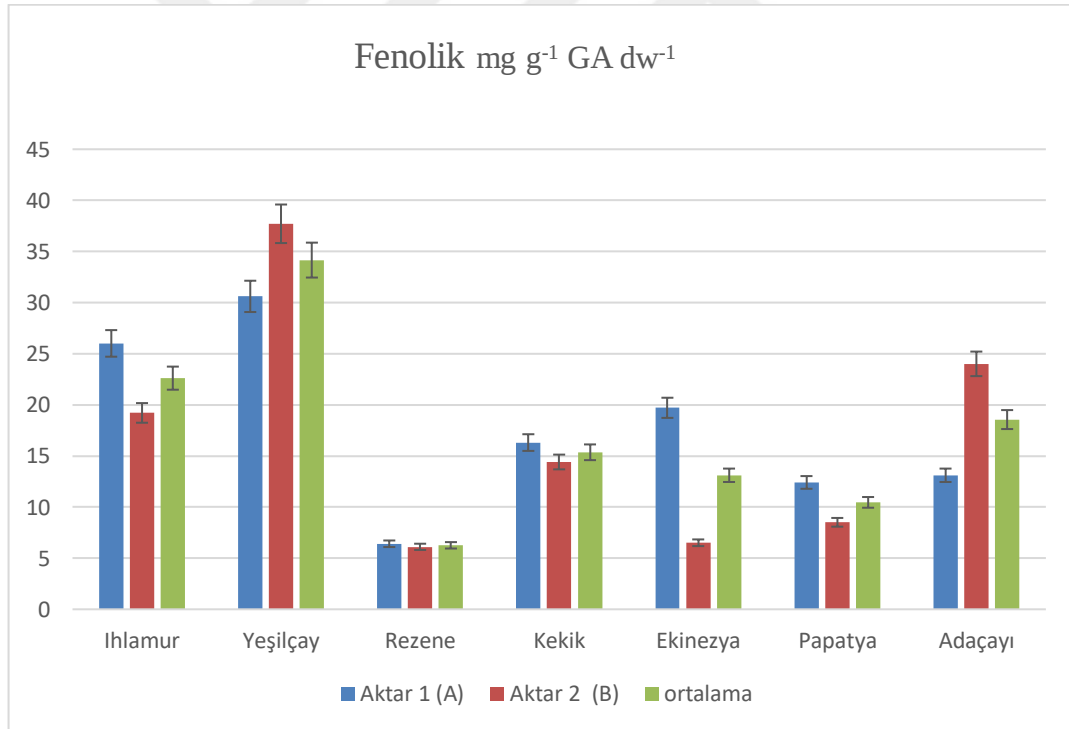
Yapılan bu çalışmada analiz edilen bitkisel droglar arasında, rezene, ıhlamur ve ekinezya 1. Tedarikçisin ortalama değerler açısından en yüksek alüminyum konsantrasyonuna sahiptir. Yeşilçay, kekik, rezene ve adaçayı droglar, hem tedarikçiden elde edilen veriler arasında hem de ortalama değerler açısından benzerlik göstermiştir. Çay bitkisi, yosunlar, eğreltiotu, taşkıran öiöğü, süpürge otu ve sarkık otu gibi birçok tıbbi aromatik bitkinin alüminyuma dayanıklı bitkiler olduğu bildirilmektedir. Genel olarak bu bitkilerin alüminyum içeriklerinin $50-400 \text{ mg kg}^{-1}$ değişim gösterdiği ancak çay bitkisinde bu rakamın $200-3000 \text{ mg kg}^{-1}$ e çıkabildiği rapor edilmiştir (Kacar ve Katkat, 2007). Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Al miktarı (1. Tedarikçiden alınan ıhlamur : 366.2 mg kg^{-1} , 1. tedarikçiden alınan rezene : 361.8 mg kg^{-1}) önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu, belirlenmiştir. İnsanlar alüminyuma başlıca içme suyu, gıdalar ve bazı ilaçlar yoluyla maruz kalmaktadır. Günlük alım miktarı besinlerle 2-44 mg, suyla 0.2 mg ve solunumla 0.2 mg seviyesindedir (WHO 2010). Yüksek miktarda alüminyum alımı merkezi sinir sistemini etkileyebilir ve uzun süreli maruz kalma durumunda, konuşma bozuklukları ile demansa yol açabilecek nörolojik bozulmalara neden olabilir Yaşlı bireylerde maruziyet oranı daha yüksek olabilmektedir.

(Leikin J. vd 2010). Bu bağlamda drogun tüketimi açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.3 Antioksidan Madde Miktarlarının Belirlenmesi

4.3.1 Fenolik madde miktarı

İncelenmiş olan bitki droglarının alüminyum miktarları mg g^{-1} GA dw^{-1} sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (26.6), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (19.21), ortalama (22.61) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (30.61), 2. tedarikçiden alınan Yeşilçay drogunda (37.71) ve ortalama (34.16) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (6.41), 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda (6.16) ve ortalama (6.26) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (16.31), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (14.41) ve ortalama (15.36) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (19.71), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (6.51) ve ortalama (13.11) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (12.41), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (8.51) ve ortalama (10.46) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (13.11), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (24.01) ve ortalama (18.56) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek fenolik madde 2. Tedarikçiden alınan yeşilçayda gözlemlenmiştir.



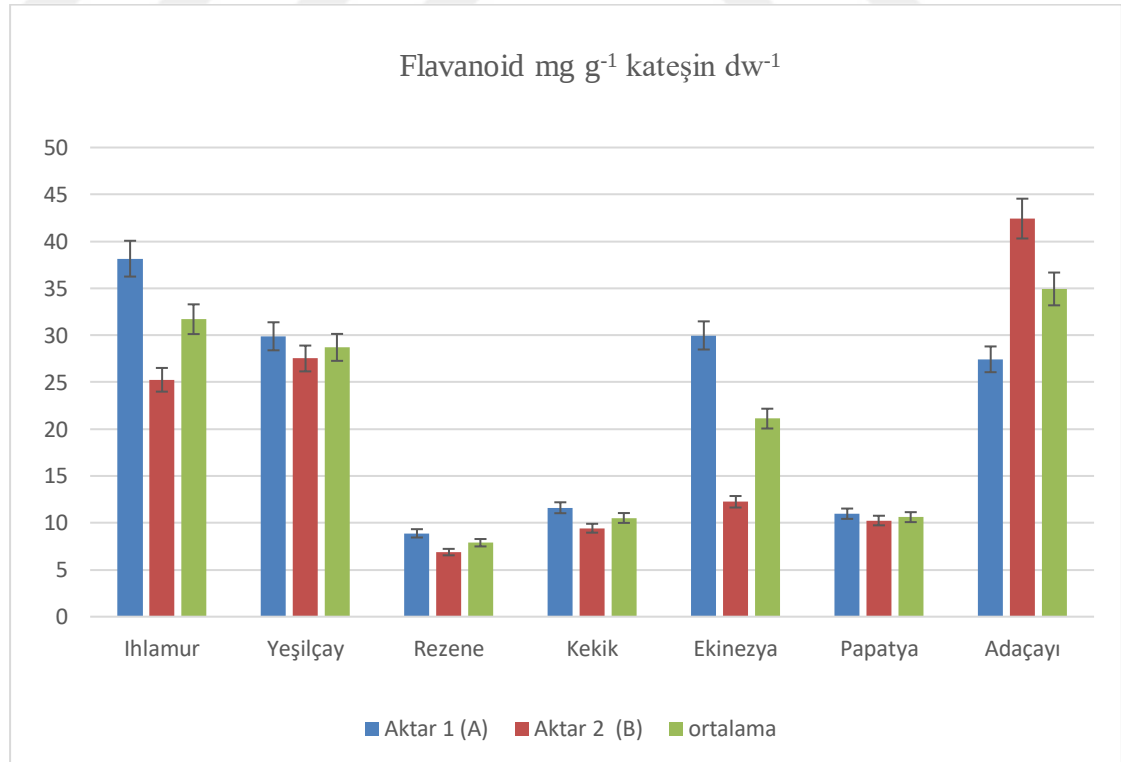
Şekil 4.16. Bitki droglarında fenolik madde miktarı

Gıdalardaki fenolik maddelerin türünün ve miktarının bitkinin yetişkinliğine, çevresel faktörlere, besinin işlenmesi ve muhafazası gibi yöntemlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Fenoliklerin depolama ve işlenme süreçlerinde oksidasyona maruz kalarak besinde istenmeyen bileşiklerin oluşmasına neden olmaktadır. (Bravo L. 1998). 2015 yılında yayınlanan (Facino vd.,1995) bir çalışma sonucunda ekinezya

ekstraktlarının toplam fenolik bileşik içeriği %10.57 GAE, IC₅₀ değeri ise 15.67 µg/mL olarak bulunmuştur. Ekinezya ekstraktları kuvvetli antioksidan aktivite sergilemiştir (Zor, M 2007). Yapılan bu çalışmada analiz edilen bitkisel droglar arasında, adaçayı , ekinezya ve yeşilçay ortalama değerler açısından en yüksek fenolik madde konsantrasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam fenolik madde miktarı (2. Tedarikçiden alınan yeşilçay : 37.71 mg g⁻¹ GA dw⁻¹) yapılan diğer çalışmalara göre uyumlu olmadığı, belirlenmiştir. Bu bağlamda drogun tüketimi açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

4.3.2 Flavonoid madde miktarı

İncelenmiş olan bitki droglarının flavanoid miktarları mg g⁻¹ katesin dw⁻¹ sırasıyla 1. tedarikçiden alınan ıhlamur (38.1545), 2. tedarikçiden alınan ıhlamur (25.2454), ortalama (31.7) gözlenirken; 1. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (29.8818), 2. tedarikçiden alınan yeşilçay drogunda (27.5181) ve ortalama (28.7) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan rezene drogunda (8.8818), 2. tedarikçiden alınan rezene drogunda (6.8818) ve ortalama (7.8818) tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan kekik drogunda (11.6090), 2. tedarikçiden alınan kekik drogunda (9.4272) ve ortalama (10.5181) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (29.9727), 2. tedarikçiden alınan ekinezya drogunda (12.2454) ve ortalama (21.1090) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan papatya drogunda (10.97272), 2. tedarikçiden alınan papatya drogunda (10.2454) ve ortalama (10.6090) olduğu tespit edilmiştir. 1. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (27.4272), 2. tedarikçiden alınan adaçayı drogunda (42.4272) ve ortalama (34.9272) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek flavonoid madde miktarı 2. Tedarikçiden alınan adaçayı drogunda gözlemlenmiştir.



Şekil 17. Bitki droglarının flavonoid miktarı

Cavlak ve Yağmur (2016), yaptığı bir çalışmada en fazla fenolik madde miktarını yeşilçay ve adaçayıda, en az fenolik maddde miktarını rezene ve papatya çaylarında olduğunu bildirmiştir. Xu vd (2018), yaptıkları çalışmada bitkilerin Toprak üstünde kalan aksamalarında çoğunlukla çiçek ve yapraklarda flavonoidleri, Toprak altı kısım köklerde ise fenolik asitlere yüksek oranda rapor etmiştir. İki farklı *Salvia* türünün vitamin E ve karotenoid içeriklerine bağlı olarak antioksidan etkinliklerinin önemli olduğu vurgulanmıştır (Zirkovic ve ark., 2017). Yüce ve Dursun (2017) çalışmasında ise en fazla antioksidan madde miktarını yeşilçayda olduğunu rapor etmiştir. Zeynep vd (2021)'de yapılan bir araştırmada en yüksek flavonoid miktarı adaçayıda $35.16 \pm 1.26 \text{ mg}^{-1}$ ve yeşilçay da $20.94 \pm 0.35 \text{ mg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar yapılan çalışmadaki sonuçlarla örtüşmektedir. çalışmada analiz edilen bitkisel droglar arasında, (adaçayı : 42.42 mg^{-1} kateşin dw^{-1} , ıhlamur 38.15 mg^{-1} kateşin dw^{-1} , Yeşilçay : 29.88 mg^{-1} kateşin dw^{-1} ve ekinezya 29.97 mg^{-1} kateşin dw^{-1}) değerler açısından en yüksek flavonoid konsantrasyonuna sahiptir. En düşük ortalama değerler ise rezene, kekik ve papatya görülmektedir. Bu bağlamda drogun tüketimi açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır.

5. SONUÇLAR

Tıbbi ve aromatik bitkilerle ilgili olarak genellikle kurutulmuş bazen taze, bütün, parçalanmış veya kesilmiş bitkilere veya bitki parçalarına “drog” denilmektedir. Bu droglar günümüzde özellikle fitoterapi ve/veya aromaterapi alanında yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Drog olarak ifade edilen ürünlerin dünya genelinde kullanımına ilişkin ülkeler özelinde farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Kimi ülkelerde halk ilacı şeklinde kimi ülkelerde ise modern tıbbı entegre edilmiş bir biçimde kullanım alanı bulmaktadırlar. Bitkisel ilaçlar hakkında birçok kişi genel olarak “bunlar doğal ürünlerdir, o nedenle güvenlidir” görüşünü benimsemiştir. Bu görüş tüm dünyada bu ürünlerin kullanımının hızla artmasına neden olmuştur. Ancak bu görüşün her zaman doğru olmadığı bilimsel çalışmalar neticesinde tespit edilmiştir.

Ülkemizde bu ürünlerin üretiminden tüketimine kadar olan süreç ile ilgili olarak kat edilmesi gereken önemli bir mesafe bulunmaktadır. Çünkü drog niteliğinde olan bitkisel ürünlerin doğadan toplanması ya da üretilmesi aşamasından sonraki kurutma, işleme, standardize etme, depolama, denetleme gibi konu başlıklarında belirli bir yol haritası mevcut değildir. Halk sağlığını destekleme noktasında rağbet gören bu ürünlerin halk sağlığını tehdit etmesi söz konusu olabilmektedir. Bu durumun önüne geçilmesi için hem Tarım ve Orman Bakanlığı ile Sağlık Bakanlıkları nezdinde mevcutta işleyen mevzuatların genişletilmesi hem de halkın kolaylıkla bu ürünlere ulaşım sağladığı yerlerin denetlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, eczanelerde satılan ürünlerin belirli standardizasyon işlemlerinden geçtiği ve çeşitli analizlere tabi tutulduğu bilinmekle birlikte özellikle tedarikçilerde satılan ürünlere ilişkin önemli bir bilgi eksikliği olduğu açıktır. Bu durum bitkisel droglara karşı güvensizlik oluşturmaktadır. Ülkemizde bu alanda yapılan/yapılacak bilimsel çalışmalarla bahsedilen ürünlerle ilgili mevcut durumun ortaya koyulması ürünlerin gelecekte daha kaliteli üretilmesi/piyasaya arz edilmesi adına belirli bir yol haritasının ortaya koyulması ve uygulanmasını destekleyecektir.

Bitkisel çaylardaki elementlerin miktarı; bitkinin akümüle etme özelliği, toprak yapısı, iklim, çevre kirliliği gibi çok sayıda faktörle ilişkili olabilmektedir (Pohl vd., 2016). Tıbbi ve aromatik bitki çaylarının bileşiminde bulunan element miktarı bitkini biriktirme kapasitesi, toprak yapısı, iklim, çevre kirliliği ve buna benzer birçok faktörle ilişkilidir. Demir ve bakır gibi bazı elementlerin organizmada varlığı işlevsel olarak önem teşkil etmekle birlikte, insan vücudunda yüksek miktarda bulunmaları durumunda çeşitli sağlık riskleri oluşturabilecekleri de göz önünde bulundurulmalıdır (Brewer, 2010). Abacıoğlu ve ark (2019), yaptıkları bir araştırmada yol kenarlarında yetişen ıhlamur bitkisinin tohum, yaprak gibi kısımlarını trafik yoğunluğuna göre alıp incelemişlerdir. Bitkideki ağır metal konsantrasyonunun trafiğin yoğunluğuna bağlı olarak arttığını tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada ise şehir içinde bulunan gümüş ıhlamur ağacının yapraklarında bulunan yaprak tozu ve ağır metal konsantrasyonu rapor edilmiştir. Trafik yoğun olduğu dönemlerde farklı lokasyonlardan toplanan bitki örnekleri mevsimlere göre de farklılık göstermiştir. Sonbaharda yapraklarda demir ve kurşun birikimi 5-10 kat artmış, diğer ağır metallerde değişim gözlemlenmemiştir öte yandan tüylü yapraklarının olmasından kaynaklı toz ve ağır metalleri yakalamada etkili olduğu rapor edilmiştir (Hrotkó vd., 2021).

Bitkisel ürünlerin kalitesini etkileyen en önemli nedenler tür farklılıkları ve mevsimsel değişikliklere bağlı olarak aktif kimyasal maddelerin bitki içindeki miktarlarının değişebilmesi, çevresel faktörler, farklı tarım metodları, hasat sonrası depolama, bitkisel ilaçların üretimindeki farklılıklar, toksik maddelerle kontaminasyon ve benzeri nedenlerdir. Bitkilerin mikroplarla, mikrobiyal toksinlerle, çevresel toksik maddelerle veya ağır metallerle kontamine olması nedeniyle bunlardan elde edilen ürünlerin kullanımının da yan etkilere yol açması kaçınılmazdır. Bu nedenle bitkisel droglarda kirlilik tayinlerinin yapılması gerekmektedir. Bunlar arasında; pestisit kalıntıları, ağır metaller, radyoaktif kirlleticiler ve mikroorganizma kirlilikleri gibi parametreler yaygın biçimde incelenmektedir. Ayrıca bu ürünlerin mineral besin elementleri ve antioksidan madde miktarlarının da belirlenmesi ile ürün kalitesinin ve doğru kullanımının belirlenmesi mümkün olabilmektedir.

Mineral besin elementlerinin bitkilerdeki konsantrasyonları üzerine birçok faktör etkilidir. Bunlar arasında bitki türü, çeşidi, yaşı, bitki organı, toprak pH'sı, elementin topraktaki kapsamı, tekstür, organik madde, KDK'sı, topraktaki yarayışlı su miktarı, toprak mikrobiyal aktivitesi, sıcaklık, bağıl nem, yağış, gün uzunluğu, rüzgar ve bunun gibi kimi bitki, toprak ve iklim faktörleri ön plana çıkmaktadır. Bitkilerin mineral besinler yönünden iyi beslenmesi hem onların sağlıklı olmasına hem de bu bitkileri tüketen insan ve hayvanların da iyi beslenmelerine yardımcı olmaktadır. Drog olarak değerlendirilen bitki organlarının en önemlileri arasında bitki yaprakları gelmektedir. Bu açıdan bitki yapraklarının mineral besin element konsantrasyonları birçok araştırmacı tarafından incelenmekte ve bulunan sonuçlar birçok bitkide olduğu gibi tıbbi ve aromatik bitkiler açısından da ilgi çekici olmaktadır. Bu çalışma, Antalya'da iki farklı tedarikçiden ticari olarak satılan bazı tıbbi ve aromatik bitki droglarının mineral içeriklerini (N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Mn, Cu), ağır metal (Ni, Cr, Cd, Pb, Al) seviyelerini ve antioksidan kapasitelerini inceleyerek bu drogların sağlık açısından taşıdığı potansiyel ve riskleri değerlendirmeyi amaçlamıştır. Analiz edilen yedi bitki drogu (ıhlamur, yeşilçay, rezene, kekik, ekinezya, papatya ve adaçayı), farklı yetiştirme ve işleme koşullarının kimyasal bileşim üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada daha önceki yapılan çalışmalara göre elde edilen sonuçlar üzerinden bildirilen değerler baz alınarak bitki yapraklarındaki mineral besin elementi konsantrasyonları incelenmiş ve buna göre çalışma kapsamındaki bitkiler ve tedarikçilerin mevcut durumları tespit edilmiştir. Bu bağlamda çalışmada elde edilen mineral elementlerin en yüksek değerleri şu şekildedir: Toplam azot (A2), toplam Ca (B5), toplam Mg (B5), toplam Na (A1 ve B6), toplam Fe (B7), toplam Zn (A1), toplam Mn (A2), toplam Cu miktarlarının (A3) önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Buna göre söz konusu drogların kullanımı açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır. Buna karşın toplam fosfor değerlerinin (A1, A3, B3, B6) önceki çalışmalarda elde edilen değerlerle uyumsuz ve üzerinde bulunmuştur. Bu durumda söz konusu drogların (%5 üzerinde çıkan değerler) tüketiminin uygun olmayabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan, önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde bu çalışmadaki en yüksek potasyum miktarının (A1) çok düşük bir değerde olduğu anlaşılmaktadır.

Tarım sanayi ve kentleşme faaliyetleri sonucunda toprakların ağır metal içerikleri artabilmekte ve bunun sonucu olarak birçok bitkide ağır metallerin birikimi söz konusu olabilmektedir. Ağır metallerin topraktaki birikim düzeyi önemli olduğu kadar üzerinde yetiştirilen bitkilerin bu ağır metalleri yaprak ve dokularında biriktirme kapasiteside insan

sağlığı açısından yakın bir ilişki oluşturmaktadır. Buna göre çalışmada elde edilen en yüksek toplam Ni (B6), Pb (B7) ve Al miktarının (A1, A3) önceki çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda drogun tüketimi açısından bir sorun teşkil etmediği anlaşılmaktadır. Buna karşın önceki çalışmalardan elde edilen değerler göz önünde bulundurulduğunda toplam Cr (A4) ve toplam Cd değerlerinin (B6) önceki çalışmalarda belirlenen değerlerin oldukça üzerinde tespit edilmiştir. Bu durumda söz konusu drogların kullanımının riskli olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan, bu drogların mekanik işlemde geçirilmiş olmaları söz konusu olduğundan dolayı işlem esnasında kullanılan ekipman bileşiminden ya da protokol kaynaklı (örneğin, farklı kaynaklardan elde edilen bitkilerin aynı ekipmanla işlenmesi) olarak özellikle Cd ve Cr açısından kontamine olmuş olabilirler. Bu durum göz önünde bulundurularak gelecek çalışmalarda araziden doğrudan elde edilmiş örneklerin de ağır metal analizleri için kullanılmasının yerinde ve yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bitkilerin tedavi amaçlı kullanılması ya da bitkilerle tedavi yöntemleri günümüzde fitoterapi veya alternatif tıp adıyla sıkça rastlanmaktadır. Geçmişten günümüze insanlar, bitkilerden başta hastalıkların tedavisi olmak üzere, eczacılık, gıda, baharat, kozmetik, boya, ziraat gibi pek çok alanda sıklıkla yararlanmışlardır (Göktaş ve Gıdık,2019). Antioksidan maddelerin sağlığın korunması açısından son derece önemli olduğu bilinmektedir. Birçoğunun dışarıdan alınması gereken bu maddeler arasında birçok vitamin (A, C, E, vb.), mineral, yağ asidi ile fenolik ve flavonoid bileşikler yer almaktadır. Özellikle fenolik ve flavonoid bileşiklerin hastalık yapıcı mikroorganizmalar açısından koruyucu özellik gösterdiği bilinmektedir. Farklı *Salvia* türleri üzerinde yapılan bir araştırmada, bu türlerin antioksidan, antibakteriyel ve sitotoksik etkiler gösterdiği tespit edilmiştir (Doğan ve ark., 2021). Bu çalışmada elde edilen en yüksek toplam fenolik (B2: 37.71 mg kg⁻¹) ve flavonoid (B7: 42.42 mg⁻¹ kateşin dw⁻¹, A1: 38.15 mg⁻¹ kateşin dw⁻¹, A2 29.88 mg⁻¹ kateşin dw⁻¹ ve A5: 29.97 mg⁻¹ kateşin dw⁻¹) değerlerinin önceki çalışmalarla uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

İnsan sağlığı için tehdit oluşturan ve en önemli toksik elementler olarak bilinen kurşun ve kadmiyum maruziyetin başlıca kaynaklarından biri de besinlerdir. Metal zehirliliğini belirleyen etkenler arasında dozu, maruz kalma süresi ve sıklığı, bireyin yaşı gibi faktörler yer almaktadır. Ağır metallerle karşı çocukların daha hassas olduğu bilinmektedir (Song vd., 2015). Kadmiyum (Cd), majör toksik metallerden biri olup serbest radikal oluşumunu tetikleyerek oksidatif hücre hasarına yol açmaktadır. Cd'un en fazla zarar verdiği organ böbrek olup, mesleki maruziyet nedeniyle tübüler lezyonlar gelişebilmektedir. Uzun süreli kadmiyum (Cd) maruziyeti, kemiklerde birikerek mineralizasyon bozukluklarına neden olmaktadır. D vitamini sentezini engelleyerek kemik metabolizmasını olumsuz etkilemektedir (Barbier vd., 2005). Toprak ve bitkilerde kadmiyum (Cd) birikimi, insan sağlığı açısından önemli bir araştırma konusudur. WHO tarafından belirlenen 0.3 mg/kg sınır değeri belirlenmiştir, Avrupa Farmakopesi'nin 1.0 mg/kg limiti altında kalmaktadır (JECFA, 2013).

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada tedarikçilerde satılan bitkisel drog olarak kullanıma potansiyeli olan çay yapraklarında mineral besin elementleri açısından toplam fosfor miktarının yüksek, toplam potasyum miktarının ise düşük olduğu ağır metaller açısından ise krom ve kadmiyumun oldukça yüksek olmasının yanı sıra antioksidan madde miktarlarının da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kaliteli olarak ifade edilen

bitkisel drogların güvenli bir şekilde kullanımında özellikle ağır metaller yönünden problemli olmaması, mineraller ve antioksidan maddeler yönünden zengin olması istenmektedir. Bu açıdan bakıldığında çalışma kapsamında elde edilen sonuçların tüketim açısından bazı riskler barındırdığı ifade edilebilir. Yapılan incelemeler, zararsız olarak kabul edilen doğal ürünlerin, üretim aşamasından tüketiciye ulaşana kadar pek çok dış etkiye maruz kaldığını göstermektedir. Bu durum, bu ürünlerin güvenliği için kapsamlı analizlerin gerçekleştirilmesinin ve alınabilecek tedbirlerin belirlenip uygulanmasının ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, toksikolojik açıdan incelenmiş ve güvenilir olduğu belirlenmiş ürünlerin kullanımı, halk sağlığının korunması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra, tüketicilerin ürünleri hazırlama yöntemlerinin de elementlerin düzeylerini etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalı, bu durumun önemi unutmamalıdır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde bitkisel droglarla ilgili kalitenin yükseltilebilmesi açısından çok sayıda tedarikçiden alınan numunelerin incelendiği kapsamlı bilimsel çalışmalara gerek olduğu anlaşılmaktadır. Yapılacak bu çalışmaların bitkilerin toplanması ya da üretilmesi, işlenmesi, depolanması, analiz edilmesi gibi süreçlerle ilgili planlanması neticesinde standardize edilmiş ve böylece tüketiciler açısından güvenilirliği artırılmış bitkisel droglar ortaya çıkartılabilecektir.

6. KAYNAKLAR

- Abacıoğlu, E., Akarsu, H., Genç, Ç., Öztürk, A. (2019). *Tilia tomentosa*'da bazı ağır metal konsantrasyonlarının organ ve trafik yoğunluğuna bağlı değişimi. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 7(12), 2275-2281.
- Abacıoğlu, E., Akarsu, H., Özer Genç, Çiğdem, & Öztürk, A. (2019). Changes in Some Heavy Metal Concentrations Due to Organ and Traffic Density in *Tilia tomentosa*. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(12), 2275–2281.
- Acıbuca, V. ve Budak, D. B., 2018, Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi, Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33 (1), 37-44.
- Albayrak, S., Aksoy, A., Sagdic, O., Albayrak, S. (2012). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Different Extracts of Some Medicinal Herbs Consumed As Tea and Spices in Turkey, *J Food Biochem*, 36 (5): 547-554.
- Ang, H. H., Lee, K. L., & Kiyoshi, M. (2005). Determination of lead in *Smilax luzonensis* herbal preparations in Malaysia. *International journal of toxicology*, 24(3), 165-171.
- Anonim, (2005). www.bitkisel-tedavi.com/kekik.htm - 20k
- Anonim, 2005. Medicinal and Aromatic Plants Working Group-ECP/GR.
- Anonim, 2019a, Tıbbi ve Aromatik Bitki Çeşitliliğinin Korunmasında, Bunların Üretiminde ve Pazarlanmasında Karşılaşılan Sorunlar ile Alınması Gereken Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu, 1-159. , TBMM Basımevi.
- Anonymous (2002). Türk gıda kodeksi. Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ (2002/63). 23 Eylül 2002 tarih ve 24885 sayılı Resmî Gazete, Ankara
- Asati A, Pichhode M, Nikhil K. (2006). Effect of heavy metals on plants: an overview. *International J. of Application or Innovation in Engineering & Management*. 5:2319-4847.
- Asati A, Pichhode M, Nikhil K. Effect of heavy metals on plants: an overview. *International J. of Application or Innovation in Engineering & Management*. 2006;5:2319-4847.
- Asati, A., Pichhode, M., & Nikhil, K. (2006). Effect of heavy metals on plants: An overview. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 5, 2319-4847.
- Asri FÖ, Sönmez F. (2006). Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim*. 23(2):36-45.

- Asri, F.Ö., & Sönmez, F. (2006). Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim*, 23(2), 36-45.
- Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G. and Kefalas, P., (2005) Tea and herbal infusions: Their antioksidant activity and phenolic profile, *Food Chemistry*, 89, 27-36.
- Avcı AB ve Bayram E (2013). Geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) klonlarının farklı ekolojik koşullarda bazı agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (1): 13-20. ISSN 1018-8851
- Awadalla HI, Ragab MH, Fayed MT. (2011). Evaluation Of The Effect Of Green tea On Dental Caries And Compositere Storations. *TAF Prev Med Bull*, 10(3): 269274.
- Awadalla, H. I., Ragab, M. H., Fayed, M. T., Abbas, M. O., & Bassuoni, M. W. (2011). Evaluation of the effect of green tea on dental caries and composite restorations.
- Aydın, S. 2004. Anadolu Diyagonalı: Ekolojik Kesinti Tarihsel-Kültürel bir Farklılığa İşaret edebilir mi?, *Kebikeç İnsan Bilimleri için Kaynak Araştırmaları Dergisi*, 17, ss117-137.
- Bahtiyarca Bağdat, R. (2008). Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve Ülkemizde Kekik Adıyla Bilinen Türlerin Yetiştirme Teknikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. Özel Sayı. 15(1- 2): 19-28.*
- Bahtiyarca Bağdat, R. (2008). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve Ülkemizde Kekik Adıyla Bilinen Türlerin Yetiştirme Teknikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. Özel Sayı. 15(1- 2): 19-28.*
- Barbier, O., Jacquillet, G., Tauc, M., Cougnon, M., & Poujeol, P. (2005). Effect of heavy metals on, and handling by, the kidney. *Nephron Physiology*, 99(4), p105-p110.
- Bargagli,R. 1998. Trace elements in terrestrial plants. An ecophysiological approach to biomonitoring and biorecovery. Ed. Springer-Verlag, Berlin, 324 p.
- Başa AG., Roman GV., Ion V., Toader M and Epure LI., 2012. Research on productivity and yield quality of *Salvia officinalis* L. species grown in organic agriculture conditions. *Scientific Papers Series A Agronomy*, LV: 271- 278.
- Başer KHC, Özek T, Tümen G, Sezik E 1993. Composition of the Essential Oils of Turkish *Origanum* Species with Commercial Importance. *J. Essent. Oil Rest.*, 5(6): 619-623
- Başer, K.H.C, Özek, T., Tümen, G., Sezik, E., (1994). Ticari Önemi Olan Türk *Origanum* Türlerinin Uçucu Yağları. *TAB Bülteni*. 10: 28-32.
- Başer, K.H.C. 1990. Tıbbi Bitki ve Baharatların Dünyada ve Türkiye'deki Ticareti ve Talep Durumu, *Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Dergisi*, 53; ss18-22.

- Başer, K.H.C. 1995. *Tıbbi Bitkiler, Bilim ve Teknik, Sayı 331*, Haziran, ss76-79.
- Başer, K.H.C. 2009. Ihlamur (Tiliaspp.). tema.Bağbahçe, Çevre Bahçe Çiçek Dergisi, 24.
- Başgel, S. and Erdemoğlu, S.B., 2005. Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey, Science of the Total Environment, *Baskıdaki makale*.
- Başgel, S., & Erdemoğlu, S. B. (2006). Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. *Science of the total environment*, 359(1-3), 82-89.
- Baydar H ve Erdal İ (2004). Bitki büyüme düzenleyicilerinin İzmir kekiğinin (Origanum onites L.) yaprak kalitesine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (1): 9-13.
- Baydar, H. 2007. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No:51, Isparta.
- Baydar, H. 2009. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 51, ss.122-123.
- Baydar, H., 2005. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:51, Isparta.
- Bayraktar, Ö.V, Öztürk, G ve Arslan, D, (2017). Türkiye’de Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Üretimi ve Pazarlamasındaki Gelişmelerin Değerlendirilmesi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 216–229
- Bayraktar, Ö.V, Öztürk, G ve Arslan, D, (2017). Türkiye’de Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Üretimi ve Pazarlamasındaki Gelişmelerin Değerlendirilmesi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 216–229
- 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.
- Baytop A., (1996), Farmasötik Botanik Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi. Ünivesite Yayın No:3637, Eczacılık Fakültesi Yayın No:58, 315s
- Baytop, T. (1963). Türkiye’nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri. *İstanbul Üniv Yayınları* No:1039.499 İsmail Akgün Matbaası, İstanbul.
- Baytop, T. (1984). Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Baytop, T. (1999). Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün). İlaveli İkinci Baskı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, s:307. ISBN:975-420-021-1.

- Becker, M., & Asch, F. (2005). Iron toxicity in rice: Conditions and management concepts. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168, 558–573.
- Bhardwaj, P., Khanna, D. (2013). Green Tea Catechins: Defensive Role In Cardiovascular Disorders. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 11(4): 345-353.
- Bhardwaj, S., Rashmi, & Parcha, V. (2019). Effect of Seasonal Variation on Chemical Composition and Physicochemical Properties of *Hedychium spicatum* Rhizomes Essential Oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22(6), 1593–1600. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2019.1703828>
- Binici, A., 2002. Baharat Değerlendirme Raporu, Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, ss.1-37.
- Bisset, N.G. (Ed.) (1994). *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers
- Bokuchava, M.A. ve Skobelova, N.I., (1958). The Chemistry and Biochemistry of Tea and Tea Manufacture. *Adv. Food Res.*, 17, 215-280.
- Bolan, S., Naidu, R., Kunhikrishnan, A., Seshadri, B., Ok, Y. S., Palanisami, T., ... & Clark, I. (2016). Speciation and bioavailability of lead in complementary medicines. *Science of the Total Environment*, 539, 304-312.
- Bozdemir Ç (2019). Türkiye’de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (3): 583-594
- Braun, M., Margitai, Z., Tóth, A., Leermakers, M. 2007. Environmental monitoring using linden tree leaves as natural traps of atmospheric deposition: A pilot study in Transylvania, Romania. *AGD Landscape and Environment*, 1(1):24-35.
- Bravo, L., 1998. Polyphenols Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritionalsignificance. *Nutr Rev*, 56: 317-333..
- Brewer, G. J. (2010). Risks of copper and iron toxicity during aging in humans. *Chem Res Toxicol*, 23(2), 319–326.
- Brohi, A. R., Aydeniz, A., & Karaman, M. R. (1995). Toprak verimliliği. G.O.P. Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:5, Kitaplar Serisi: 5. Tokat.
- Bronner, W.E. and Beecher, G.R., 1998. Method for determining the content of catechins in tea infusions by HPLC, *Journal of Chromatography, A*. 805, 137-142.
- Caton, P.W., Potheary, M.R., Lees, D.M., Khan, N.Q., Wood, E.G., Shoji, T., Kanda, T., Rull, G., Corder, R. (2010). Regulation of vascular endothelial function by procyanidin-rich foods and beverages. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58,4008–4113.

- Cavlak, S., Yağmur, C., (2016). Bazı poşet çayların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(4), 11-9.
- Ceberoğlu, B. 2010. Gıda Analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları: 34*. Ankara, 657 s.
- Ceylan, A. 1995. Tıbbi Bitkiler I. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları III. Basım No:312. Bornova/İzmir.
- Chan, C.H., Yusoff, R., Ngoh, G.C., 2014. Modeling and Kinetics Study of Conventional and Assisted Batch Solvent Extraction. Tenche-Constantinescu, A.M., Madosa, E., Chira, D., Hernea, C., Enche-Constantinescu, R.V., Lalescu, D., Borlea, G.F. 2015. *Tilia spp.-Urban trees for future. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(1):259-264.
- Chang, Ching-Hui & Lin, Hsing-Yu & Chang, Chi-Yue & Liu, Yung-Chuan. (2006). Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 77. 478-485.
- Chez, Ronald A, and Wayne B Jonas. 1997. "The Challenge of Complementary and Alternative Medicine." *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 177 (5): 1156-61.
- Chinou, I. (2012). Assessment report on *Tilia cordata* Miller, *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia x vulgaris* Heyne or their mixtures, flos.
- Craker, L.E., Z. Gardner, Etter, S.C. 2003. Herbs in American Fields: A Horticultural Perspective of Herb and Medical Plant Production in the United States, 1903-2003. *Horticultural Science* 38:977-983.
- Cuthbert, J. A. (1998). Wilson's disease: Update of a systemic disorder with protean manifestations. *Gastroenterology Clinics*, 27(3), 655-681.
- Cutler, J. M., & Rains, D. W. (1974). Characterization of cadmium uptake by plant tissue. *Plant Physiology*, 54(1), 67-71.
- Çağlarırnak, N., & Hepçimen, A. Z. (2010). Ağır metal toprak kirliliğinin gıda zinciri ve insan sağlığına etkisi. *Akademik Gıda Dergisi*, 8(2), 31-35.
- Dagmar, L. 2002. The Role of East and Southeast Europe in the Medicinal and Aromatic Plants Trade, Medicinal Plant Conservation Group, Germany.
- Daniel, A., 1998. Preparation lavante a usage capillaire. French Patent, FR2752730.
- Davis, P.H. (1975). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands (Vol 5)*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Davis, P.H. 1965-1985. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 1-9. Edinburgh: Edinburgh University Press. Davis, P. H., Mill, R.R., Tan, K.

1988. Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Vol. 10, *Edinburgh University Press*. Edinburgh.
- Delhaize, E., Ryan, P. (1995). Aluminum Toxicity and Tolerance in Plants. *Plant Physiology*, Vol. 107, No. 2, 315-321.
- Demirel, G., Karakoç Kumsar, A., Taşkın Yılmaz, F. (2015). Kadınlarda Osteoporozun Önlenmesinde Yeşil Çayın Yeri, *Türk Osteoporoz Dergisi*, 21: 84-6.
- Demirel, G., Karakoç Kumsar, A., Taşkın Yılmaz, F. (2015). Kadınlarda Osteoporozun Önlenmesinde Yeşil Çayın Yeri, *Türk Osteoporoz Dergisi*, 21: 84-6.
- Doğan, M., Akıcı, N., Diken, M. E., Doğan, S., Yılmaz Kardas, B., Dirmenci, T., 2022. Biological activities of some *Salvia* species. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 77(3-4):133-143.
- Dórea J. G. (2019). Environmental exposure to low-level lead (Pb) co-occurring with other neurotoxicants in early life and neurodevelopment of children. *Environ Res*, 177, 108641.
- Drugs, H. (2016). General Monograph 1433. *Ph. Eur. 9th edition*. Strasbourg, France: Council of Europe
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı, Ankara (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler), Red Data Book Of Turkish Plants (Pteridophyta And Spermatophyta), 246s, Ankara.
- Ekren S., Sözmez Ç., Sancaktaroğlu S ve Bayram E., 2007. Farklı biçim yüksekliklerinin adaçayı (*Salvia officinalis* L.) genotiplerinde agronomik ve teknolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1): 55-70.
- El-Ghamery, A. A., El-Kholy, M. A., & El-Yousser, A. (2003). Evaluation of cytological effects of Zn²⁺ in relation to germination and root growth of *Nigella sativa* L. and *Triticum aestivum* L. *Mutation Research*, 537, 29-41.
- Ettinger, M. J. (1996). Hepatic copper metabolism. *Hepatology textbook of liver disease*, 80(3), 554-61.
- European Medicines Agency. Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC) Assessment Report on *Tilia cordata* Miller, *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia x vulgaris* Heyne or their mixtures, flos. EMA/HMPC/337067/2011. https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/final-assessment-report-tilia-cordata-miller-tilia-platyphyllos-scop-tilia-x-vulgaris-heyne-their_en.pdf (Erişim tarihi : 7 Ocak 2025)
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., & Talaz, S. (1995). Türkiye topraklarının bitkiye yararlı mikro elementler bakımından genel durumu. *Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü*.
- Facino, R. M., Carini, M., Aldini, G., Saibene, L., Pietta, P., & Mauri, P. (1995). Echinacoside and caffeoyl conjugates protect collagen from free radical-induced

- degradation: a potential use of Echinacea extracts in the prevention of skin photodamage. *Planta medica*, 61(06), 510-514.
- Gilbert, S.A. (2012). A small dose of toxicology, 2nd edition, Ed.; S. G. Gilbert Healthy World Press, Seattle, 12-230.
- Göktaş, Ö., Gıdık, B. 2019. Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1):145-151.
- Guo J, Dai X, Xu W, Ma M. Over expressing GSHI and AsPCSI simultaneously increases the tolerance and accumulation of cadmium and arsenic in Arabidopsis thaliana. *Chemosphere*. 2008;72:1020–1026.
- Guo, J., Dai, X., Xu, W., & Ma, M. (2008). Over expressing GSHI and AsPCSI simultaneously increases the tolerance and accumulation of cadmium and arsenic in Arabidopsis thaliana. *Chemosphere*, 72, 1020–1026.
- Gülpınar, A.R. (2009). Türkiye’de Kültürü Yapılan Echinacea purpurea (L.) Moench. ve Echinacea pallida (Nutt.) Nutt. Türleri Üzerinde Farmokognozik Çalışmalar. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 133s.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C. 2000. Flora of Turkey, Volume 11, *Edinburgh University Press*. Edinburgh.
- Güneş A., M. Alpaslan, A. İnal (2007). Bitki besleme ve gübreleme (4. Baskı). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No. 1551, Ders Kitabı :504
- Gür N, Topdemir A, Munzuroğlu Ö, Çobanoğlu D. Ağır Metal İyonlarının (Cu, Pb, Hg, Cd) Clivia sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*. 2004;16(2):177-182.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö., & Çobanoğlu, D. (2004). Ağır metal iyonlarının (Cu, Pb, Hg, Cd) Clivia sp. bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.
- Gürtunca R (2011). Trakya koşullarında bazı kekik (Origanum spp.) genotip ve çeşitlerinin verim ve kalite unsurlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, s.55. Tekirdağ.
- Hasenstein, K., Evans, M. (1988). Effects of Cations on Hormone Transport in Primary Roots of Zea mays. *Plant Physiology*, Vol. 86, No.3, 890-894.
- Horuz, A., & Korkmaz, A. (2006). FARKLI SÜRGÜN DÖNEMLERİNDE HASAT EDİLEN ÇAYIN VERİMİ, AZOT İÇERİĞİ VE MİNERAL MADDE KOMPOZİSYONU. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1), 49-54.
- Konieczynski, P., & Wesolowski, M. (2007). Fractionation of nitrogen and phosphorus compounds from medicinal plant samples. *Chemia analityczna*, 52(2), 243.

- Hrotkó, K., Gyeviki, M., Sütöriné, D. M., Magyar, L., Mészáros, R., Honfi, P. et al. (2021). Foliar dust and heavy metal deposit on leaves of urban trees in Budapest (Hungary). *Environ Geochem Health*, 43(5), 1927–1940.
- Ilgaz Ş. (1992). Türkiye’de Yeşil Çay Üretimi ve Farklı Sürgün Dönemlerinde Üretilen Yeşil Çayların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Ilgaz, A.Ş., Sarıme Mehmet, M. ve Kalcıoğlu, Z. (2005). 2004 Yılı 1. Sürgün Dönemine Ait ÇAYKUR Yeşil Çay Nevilerinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi ve Yabancı Ülkelerde Üretilen Yeşil Çaylarla Mukayesesi. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, (Rapor) Rize.1-30s.
- Ivanova D., Geroval, D., Chervenkov, T. and Yankova, T., 2005. Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants, *Journal of Ethnopharmacology*, 96, 145-150.
- İlisulu, K. (1992). İlaç ve Baharat Bitkileri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakùltesi Yayınları, Yayın No: 1256/360, Ankara, s: 302.
- İpek, A., Gürbüz, B. (2010). Türkiye Florasında Bulunan Salvia Türleri ve Tehlike Durumları, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 19 (1-2): 30-35 Derleme (Review)
- Järup L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *Br Med Bull*, 68, 167–182
- Jayakumar, K., Jaleel, C. A., & Vijayarengan, P. (2007). Changes in growth, biochemical constituents, and antioxidant potentials in radish (*Raphanus sativus* L.) under cobalt stress. *Turkish Journal of Biology*, 31(3), 127–136.
- JECFA (2013). Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), Cadmium. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/1376> Erişim tarihi : (2 Şubat 2025)
- JOHNSON, D., & URICH, V. (1959, January). TESTICULAR TUMOR GONADOTROPHINS. In *ANATOMICAL RECORD* (Vol. 134, No. 3, pp. 588-588). DIV JOHN WILEY & SONS INC, 605 THIRD AVE, NEW YORK, NY 10158-0012: WILEY-LISS.Kacar B, Katkat AV, Gübreler ve Gübreleme Tekniğı. 1. Baskı. Nobel Yayınları No: 1119. Ankara; 2007.
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Meeting, & World Health Organization. (2013). *Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants: Seventy-Seventh Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (Vol. 77). World Health Organization.
- Kacar B, Katkat V. Bitki Besleme. 1. Baskı. Nobel Yayın No:849, İstanbul; 2006.
- Kacar B. Toprak Analizleri. 2. Baskı. Nobel Yayınları No:1387, Ankara; 2009.

- Kacar, B. (2009). Toprak analizleri (2. baskı). Nobel Yayınları No:1387.
- Kacar, B., & Katkat, V. (2006). Bitki besleme (1st ed.). Nobel Yayın No:849. İstanbul.
- Kaçar B. ve İNAL, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları:1241 (63).
- Kaçar O, Göksu E ve Azkan N (2006). İzmir kekiğinde (*Origanum onites* L.) farklı sıklıkların bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2 (2): 51-60
- Kaçar, B. (2010). Çay Bitkisi Biyokimyası Gübrenmesi İşleme Teknolojisi. Nobel Yayınları, 356 s, Ankara.
- Kaçar, B., & Katkat, A. V. (2007). Gübreler ve gübreleme tekniği (1. baskı). Nobel Yayınları No: 1119. Ankara.
- Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., & Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(10), 3954-3962.
- Kamran, S., Shafaqat, A., Samra, H., Sana, A., Samar, F., Muhammad, B. S., Hafiz, M. T., 2013, Heavy Metals Contamination and what are the Impacts on Living Organisms, *Greener Journal of Environmental Management and Public Safety*, 2(4), 172–179
- Karakaya, S. and El, S.N., 1999. Quercetin, luteolin, apigenin and keampferol contents of some foods, *Food Chemistry*, 66, 289-292.
- Karakaya, S., El, S.N. and Taş, A.A., 2001. Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52, 501-508.
- Karakuş, M., Küçükboyacı, N. (2020). Yeşil Çayın Hepatotoksisite Riskinin Değerlendirilmesi, *FABAD J. Pharm. Sci.*, 45 (3):229-241.
- Kasapoğlu, C. (2015). Püskürtmeli Kurutucu ile Çözünür İhlamur Çayı Üretimi. İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kasnak, C., Palamutoğlu, R. (2015). Doğal Antioksidanların Sınıflandırılması ve İnsan Sağlığına Etkileri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5),226-234.
- Katar N, Katar D, Temel R, Karakurt S, Bolatkıran I, Yıldız E ve Soltanbeigi A (2019). The effect of different harvest dates on the yield and quality properties of rosemary *Rosmarinus officinalis* L. plant. *Biological Diversity and Conservation*. 12 (3): 7-13. DOI: 10.5505/biodicon.2019.29292.
- Kelleci, F., Sipahi, H., Charehsaz, M., & Aydın, A. (2013). Yeşil Çay ve İlaç Etkileşimleri, *Journal of Literature Pharmacy Sciences*, 2(2): 85-92. <https://www.turkiyeklinikleri.com/>

- Kendir, G., Güvenç., A. 2010. Etnobotanik ve Türkiye’de Yapılmış Etnobotanik Çalışmalara Genel Bir Bakış, Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi Cilt 30, Sayı 1, ss. 49-80.
- Khan, I.A., Smillie, T.J. Craker, L.E., 2005. Quality and Safety Issues Related to Botanicals. Z.E. Gardner (eds.), *Acta Horticulturae*. 720.
- Khokhar, S. and Magnusdottir, S.G.M., 2002. Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 565-570.
- Kızıloğlu, F. M., Turan, M., Şahin, U., Kuşlu, Y., & Dursun, A. (2008). Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey. *Agricultural Water Management*, 95(6), 716-724. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.02.008>
- Koo, MWL, Cho, CH. (2004). *European Journal of Pharmacology*, 500:177– 185.
- Koru, T., (2019). *Foeniculum Vulgare* Miller (Rezene) Bitkisinin Fitoterapide Kullanımı, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s, İzmir
- Koru, T., (2019). *Foeniculum Vulgare* Miller (Rezene) Bitkisinin Fitoterapide Kullanımı, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s, İzmir.
- Lakenbrink, C., Lapczynski, S., Mailwald, B. and Engelhardt, U.H., 2000. Flavanoids and other polyphenols in consume brews of tea and other caffeinated beverages, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,
- Lange, D., 2006. International Trade in Medicinal and Aromatic Plants, *Medicinal and Aromatic Plants*, 155-170.
- Leikin, J., & Paloucek, F. (2007). *Poisoning and Toxicology Handbook*, Boca Raton.
- Li, L.H., (1981). Elementlerin jeokimyasal döngüleri ve insan pertürbasyonu. *Geochim Cosmochim Acta*,45: 2073-2084.
- Limet, H. 1978. Pharmacopée et Pharmacie Sumeriennes- Rev. *Hist. Pharm.* 25 (238): 147.
- Malenčić, D., Gašić, O., Popović, M., Boža, P., 2000. Screening for antioxidant properties of *Salvia reflexa* Hornem. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*,14(7):546-548.
- Mat, A. (2002). *Echinacea* Türleri. 14. Bitkisel ilaç hammaddeleri toplantısı, Bildiriler, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir.
- Matsumoto, H. (2000). Cell Biology of Aluminum Toxicity and Tolerance in Higher Plants. *International Review of Cytology*, Vol. 200, 1-46.

- Mattila, P., Astola, J. and Kumpulainen, J., 2000. Determination of flavanoids in plant material by HPLC with diode-array and electro-array detections, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5834-5841.
- McGowen, S. L., Basta, N. T., & Brown, G. O. (2001). Use of diammonium phosphate to reduce heavy metal solubility and transport in smelter contaminated soil. *Journal of Environmental Quality*, 30(3), 493-500.
- Menekşe, Z., Marangoz, B., & Kahraman, S. (2021). Piyasada satılan bazı poşet çayların toplam fenolik, flavonoid bileşen içeriği ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 340-354.
- Mengoni, A., Gonnelli, C., Galardi, F., Gabbrielli, R., & Bazzicalupo, M. (2000). Genetic diversity and heavy metal tolerance in populations of *Silene paradoxa* L.(Caryophyllaceae): a random amplified polymorphic DNA analysis. *Molecular ecology*, 9(9), 1319-1324.
- Mezynska, M., & Brzóska, M. M. (2018). Environmental exposure to cadmium—A risk for health of the general population in industrialized countries and preventive strategies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 3211-3232.
- Montiel-Rozas, M. M., Madejón, E., & Madejón, P. (2016). Effect of heavy metals and organic matter on root exudates (low molecular weight organic acids) of herbaceous species: An assessment in sand and soil conditions under different levels of contamination. *Environmental Pollution*, 216, 273-281. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.05.076>
- Müezzinoğlu N. (2011). Yeşil Çayın Fenolik ve Mineral Madde İçerikleri Üzerine Üretim Yöntemi, Hasat Dönemi ve Demleme Süresinin Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Müezzinoğlu N. (2011). Yeşil Çayın Fenolik ve Mineral Madde İçerikleri Üzerine Üretim Yöntemi, Hasat Dönemi ve Demleme Süresinin Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Nnorom, I. C., Igwe, J. C., & Oji-Nnorom, C. G. (2005). Trace metal contents of facial (make-up) cosmetics commonly used in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 4(10).
- Oğuz, A. (2008). *Bazı çerez gıdaların antioksidan kapasiteleri* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Omidbaigi R. (2002). Study of cultivation and adaptability of purple coneflower (*Echinacea purpurea*) in the North of Tehran. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 6(2): 231-241
- Özbek, H., 2005. Cinsel ve Jinekolojik Sorunların Tedavisinde Bitkilerin Kullanımı. *Van Tıp Dergisi*: 12 (2):170-174.

- Özbolat, G. ve Tuli, A. (2016). Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(4):502-521
- Özdemir N, Özgen Y, Kıralan M, Bayrak A, Arslan N and Hassanien MFR (2017). Effect of different drying methods on the essential oil yield, composition and antioxidant activity of *Origanum vulgare* L. and *Origanum onites* L. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12: 820-825. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9696-x>
- Özdemir N, Özgen Y, Kıralan M, Bayrak A, Arslan N and Hassanien MFR (2017). Effect of different drying methods on the essential oil yield, composition and antioxidant activity of *Origanum vulgare* L. and *Origanum onites* L. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12: 820-825. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9696-x>
- ÖZGEN, M., & SCHEERENS, J. C. BAZI KIRMIZI VE SİYAH AHUDUDU ÇEŞİTLERİNİN ANTİOKSİDANT KAPASİTELERİNİN MODİFİYE EDİLMİŞ TEAC YÖNTEMİ İLE SAPTANMASI VE ANTİKANSER ÖZELLİKLERİNİN TARTIŞILMASI.
- Özhatay, N., Atay, S. 1997. Kekik in Trade in Turkey, Proceeding of the XI World Forestry Congress, Vol:3:234-237, 13-22 October, Antalya.
- Özkan G., 2009, Endüstriyel Bölge Komşuluğunda Kıyısız Kırsal Alandaki Hava Kalitesi; Muallimköy’de Partikül Maddede ve Topraktaki Ağır Metal Kirliliği, Yüksek Lisans Tezi, GYTE Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 9,12-22.
- Özpolat, G., Tuli, A. (2016). Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(4):502-521.
- Öztürk, M., Uskun, E., Özdemir, R., Çınar, M., Alptekin, F., Doğan, M. 2005. Isparta İli’nde Halkın Geleneksel Tedavi Tercihi, *T K J Medical Ethics*, 13, 179-186
- Palacio Sánchez, E., Ribero Vargas, M.E., & Restrepo Gutiérrez, J. C. (2013). Hepatotoxicity Due To Green Tea Consumption (*Camelliasinensis*): A Review, *Revista Colombiana De Gastroenterologia*, 28(1): 46-52.
- Pastore R. L. ve Fratellone P. (2006). Potential Health Benefits Of Green Tea (*Camellia Sinensis*): A Narrati ve Review. *Diet and Nutrition Explore* November/December 2006, Vol. 2, No. 6, 531-539 s.
- Penso, G. 1983. *Index Plantarum Medicinalium Totius Mundi Eorumque Synonymorum*, Milano.
- Pepping, J. 1999. “Echinacea.” *American Journal of Health-System Pharmacy* 56 (2): 121–22.
- Pohl, P., Dzimitrowicz, A., Jedryczko, D., Szymczycha-Madeja, A., Welna, M., & Jamroz, P. (2016). The determination of elements in herbal teas and medicinal plant

- formulations and their tisanes. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 130, 326-335.
- Polychronopoulos, E., Zeimbekis A., Kastorini, CM., Papairakleous, N., Vlachou, I., Bountziouka, V. (2008). Effects Of Black And Green Tea Consumption On Blood Glucose Levels İn Non-Obese elderly Men And Women From Mediterrane An Islands (MEDIS Epidemiological Study), *Eur J Nutr*, 47: 10-6.
- Polychronopoulos, E., Zeimbekis A., Kastorini, CM., Papairakleous, N., Vlachou, I., Bountziouka, V. (2008). Effects Of Black And Green Tea Consumption On Blood Glucose Levels İn Non-Obese elderly Men And Women From Mediterrane An Islands (MEDIS Epidemiological Study), *Eur J Nutr*, 47: 10-6.
- Ramirez-Mares, M.V., Chandra, S. and Mejia, E.G., 2004. In vitro chemopreventive activity of *Camellia sinensis*, *Ilex paraguariensis* and *Ardisia compressa* tea extracts and selected polyphenols, *Mutation Research*, 554, 53-65.
- Raut JS and Karuppayil SM (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial Crops and Products*, 62: 250-264
- Reily K (2013). On farm and fresh produce management (Part II, p:198-234) in B.K. Tiwari, Brunton, N.P. and Brennan, C.S. (ed.) *Handbook of Plant Food Phytochemicals Sources, Stability and Extraction*, ISBN 978-1-4443-3810-2 (hardback: alk. Paper), this edition first published 2013 © 2013 by John Wiley & Sons, Ltd., The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK
- Reto, M., Figueira, E.M., Filipe, H.M. ve Almeida, C.M.M. (2007). Chemical Composition of Green Tea (*Camellia Sinensis*) Infusions Commercialized in Portugal. *Plant Foods Hum Nutr* (2007) 62:139–144.
- Rivera, D, Obon, C, Cano, F (1994). The Botany, History And Traditional Uses Of ThreeLobed Sage (*Salvia Fruticosa* Mill.) (Labiatae). *Economic Botany*, 48: 190-195.
- San N. Ağır metal ve boyar madde içeren atıksuların *Rhodotorula* sp. ile arıtımı [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara Üniversitesi, Ankara; 2007.
- San, N. (2007). Ağır metal ve boyar madde içeren atıksuların *Rhodotorula* sp. ile arıtımı [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Saraç E 2005. Doğanın Şifalı Eli, Doğan Kitap, İstanbul.
- Schmidgall, J., Schnetz, E., Hensel, A., 2000. Evidence for Bioadhesive Effects of Polysaccharides and Polysaccharidecontaining Herbs in an ex vivo Bioadhesion Assay on Buccal Membranes. *Planta Medica*, 66: 48-53.
- Schulthess, B. H., Giger, E. R., & Baumann, T. W. (1991). Echinacea: anatomy, phytochemical pattern and germination of the achene. *Planta Med.*, 57, 384388.

- Selen İşbilir, Ş. (2008). Yaprakları salata-baharat olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi.
- Seven T, Can B, Darende BN, Ocak S. (2018), Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimi Dergisi*, 1(2): 91-103.
- Shanker, A. K., Cervantes, C., Loza-Tavera, H., & Avudainayagam, S. (2005). Chromium toxicity in plants. *Environment International*, 31(5), 739-753.
- Shimamura, T. (1996). "Sterilization Effect of Green Tea" Showa University Medical School, Kakegawa City, August 22, Shizuoka, Japan.
- Sies, H., Schewe, T., Heiss, C., Kelm, M. (2005). Cocoa polyphenols and inflammatory mediators. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81, 304–312.
- Singh A, Sharma RK, Agrawal M, Marshall F. 2009, Effects of wastewater irrigation on physicochemical properties of soil and availability of heavy metals in soil and vegetables. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 40(21- 22):3469-3490.
- Singh, A., Sharma, R. K., Agrawal, M., & Marshall, F. (2009). Effects of wastewater irrigation on physicochemical properties of soil and availability of heavy metals in soil and vegetables. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40(21-22), 3469-3490.
- Song, Q., & Li, J. (2015). A review on human health consequences of metals exposure to e-waste in China. *Environ Pollut*, 196, 450–461.
- Sonmez, S., Kaplan, M., Sonmez, N. K., Kaya, H., & Uz, I. (2006). High level of copper application to soil and leaves reduce the growth and yield of tomato plants. *Scientia Agricola*, 63, 213-218.
- Soukand, R., Quave, CL., Pieroni, A., Pardo-de-Santayana, M., Tardío, J., Kalle, R., Łuczaj, L., Svanberg, I., Kolosova, V., Aceituno-Mata, L., Menendez-Baceta, G., Kołodziejska-Degórska, I., Piroznikow, E., Petkevicius, R., Hajdfari, A., Mustafa, B. 2013. Plants used for making recreational tea in Europe: a review based on specific research sites. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1):58
- Soylak, M., Tuzen, M., Narin, I., & Sari, H. (2004). Comparison of microwave, dry and wet digestion procedures for the determination of trace metal contents in spice samples produced in Turkey. *Journal of Food and Drug Analysis*, 12(3), 7.
- Soylak, M., Tuzen, M., Souza, A. S., Korn, M. D. G. A., & Ferreira, S. L. C. (2007). Optimization of microwave assisted digestion procedure for the determination of zinc, copper and nickel in tea samples employing flame atomic absorption spectrometry. *Journal of Hazardous materials*, 149(2), 264-268.
- Sönmez Ç (2019). Effect of different harvest times on some yield and essential oil characteristics in *Origanum onites* L. *Turkish Journal of Field Crops*, 24 (1): 106-110. DOI: 10.17557/tjfc.571844

- Sönmez S, Kaplan M, Sönmez NK, Kaya H, Uz İ. High level of copper application to soil and leaves reduce the growth and yield of tomato plants. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*
- SPANOS G.A. and WROLSTAD R.E. 1990. Influence of Processing and Storage on the Phenolic Composition of Thompson Seedless Grape Juice. *J Agric FoodChem.*, 38: 1565–1571.
- Stewart, A.J., Mullen, W. ve Crozier, A. (2005). On-Line High -Performance Liquid Chromatography Analysis of the Antioxidant Activity of Phenolic Compounds in Green and Black Tea. *Molecular Nutrition and Food Research*, 49, 52-60.
- Stresty, T.V.S. ve Madhava Rao, K.V. (1999). Güvercin Kök Hücrelerinde Çinko ve Nikel Stresine Karşı Ultrastrüktürel Değişiklikler, *Çevresel ve Deneysel Botanik*, 41: 3-13.
- Sud, R.G., Prasad, R. ve Bhargava, M.(1995). Effect of weather conditions on concentration of calcium, manganese, zinc, copper and iron in green tea (*Camellia sinensis*(L) O kuntze) leaves of North Western India. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67, 341- 346.
- Şahin G and Duru S.(1994) Alüminyum toksisitesi. *Yeni Tıp Dergisi* ;11
- Tavlı, Ö. Hazman, Ö. Büyükben, A. Yılmaz, F. Çelik, B. Özkan, E. (2020). İstanbul Aktarlarında Satılan *Hypericum Perforatum* Örneklerinin Farmakognozik Açından İncelenmesi. *Ankara Ecz. Fak. Derg.*, 44(2):265-280.
- Toker, G., Aslan, M., Yeşilada, E., Memişoğlu, M., Ito, S., 2001. Comparative Evaluation of the Flavonoid Content in Official *Tiliae flos* and Turkish Lime Species for Quality Assessment. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 26: 111-121.
- Tonçer Ö, Karaman S, Kızıl S and Dıraz E (2009). Changes in essential oil composition of oregano (*Origanum onites* L.) due to diurnal variations at different development stages. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (2):177-181.
- Topçu, G., (2006). Bioactive Triterpenoids From *Salvia* Species. *Journal Of Natural Products*, 69(3): 482-487.
- Toyoda, M., Tanaka, K., Hoshino, K., Akiyama, H., Tanimura, A. and Saito, Y., 1997. Profiles of potentially antiallergic flavonoids in 27 kinds of health tea and green tea infusions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2561-2564.
- Tuttu, G. Ursavaş, S. Söyler, R. (2017). Ihlamur Çiçeğinin Türkiye’deki Hasat Miktarları ve Etnobotanik Kullanımı, *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3 (1): 60-66.
- Van Overwalle, G., 2007. Medicinal and Aromatic Plants, Chapter 9.

- Viola, H., Wolfman, C., Levi de Stein, M., Wasowski, C., 1994. Isolation of Pharmacologically Active Benzodiazepine Receptor Ligands from *Tilia tomentosa* (Tiliaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 44: 47-53.
- Wada, T. ve Sakurai, F. (1952). The Vitamin B2 Content of Tea. Food Nutrition Chemistry. Japan.
- Wang, H., Provan, G.J. and Helliwell, K., 2000. Tea flavanoids: Their functions, utilisation and analysis, *Trends in Food Science & Technology*, 11, 152-162
- Wani, A. L., Ara, A., & Usmani, J. A. (2015). *Lead toxicity: a review. Interdiscip Toxicol* 8: 55–64.
- WHO (2007). Monographs on Selected Plants. Vol.3. Fructus Foeniculi.
- WHO (2010). Environmental Health Criteria. Aluminum. World Health Organization, Geneva.
- WHO: 1979. “Traditional Medicine”, World Health Organization, Geneva.
- Williams, R.J., Spencer, J.P.E., Rice-Evans, C. (2004). Flavonoids: antioxidants or signaling molecules? *Free Radical Biology and Medicine*, 36, 838–849.
- World Health Organization (2007). *WHO Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues*. Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (WHO), 1998. Guidelines for the Appropriate Use of Herbal Medicines. WHO, Manila. WHO Regional Publications, Western Pacific Series no. 23.
- Wuana, R. A., & Okieimen, E. F. (2011). Heavy metals in contaminated soils: A review of sources, chemistry, risks, and best available strategies for remediation. *International Scholarly Research Network ISRN Ecology*, 1-20.
- Xu, J., Wei, K., Zhang, G., Lei, L., Yang, D., Wang, W., Li, M., 2018. Ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacology of Chinese *Salviaspecies*: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 225:18-30.
- Yaldız, G., Şekeroğlu, N. (2013). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Bazı Ağır Metallerle Tepkisi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6 (1): 80-84.
- Yaldiz, G., Sekeroglu, N., Özgüven, M., & Kirpik, M. (2005). Seasonal and diurnal variability of essential oil and its components in *Origanum onites* L. grown in the ecological conditions of Çukurova. *Grasas Y Aceites*, 56(4), 254–258.
- Yıldırım, A., Mavi, A., Oktay, M., Kara, A.A., Algur, O.F., Bilaloğlu, V., 2000. Comparison of Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Tilia* (*Tilia argenta* Desf Ex DC), Sage (*Salvia triloba* L.) and Black Tea (*Camellia sinensis*) Extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 5030-5034.

- Yılmaz D ve Gokduman ME., 2015. Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Bitkisinin farklı nem düzeylerinde fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 73-82.
- Yılmaz, T. (2015). Ağır metallerin (kurşun, çinko, bakır ve kadmiyum) bazı karayosunu türlerinin klorofil içeriği üzerine etkisi [Yüksek lisans tezi]. Ömer Halis Demir Üniversitesi.
- Yokel, R. A. (2001). In: Aluminium and Alzheimer's Disease Elsevier, ed.; Exley C, New York. 233–260
- Yüce-Dursun, B., (2017). Çeşitli bitki çaylarının monoamin oksidaz inhibisyonlarının ve antioksidan etkilerinin belirlenmesi. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 18(2), 105-113.
- Zhen, Y. (2002). Tea: Bioactivity and Theraputic Potential. Taylor and Francis. 257 p, 11 New Fetter Lane, London.
- Zimmermann, Benno & Passon, Maïke. (2011). The effect of ascorbic acid, citric acid and low pH on the extraction of green tea: How to get most out of it. 124. 1543-1548. 10.1016/j.foodchem.2010.08.009.
- Zivković, J., Ristić, M., Kschonsek, J., Westphal, A., Mihailović, M., Filipović, V., Böhm, V., 2017. Comparison of chemical profile and antioxidant capacity of seeds and oils from *Salvia sclarea* and *Salvia officinalis*
- Zor, M. (2007). Depolamanın ayva reçelinin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile antioksidan aktivitesi üzerine etkisi.
- Zuo, Y., Chen, H. and Deng, Y., 2002. Simultaneous determination of catechins, caffeine and gallic acids in green, oolong, black and pu-erh teas using HPLC with a photodiode array detector, *Talanta*, 57, 307-316.

ÖZGEÇMİŞ

Esra Nur GÜLBABA

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2021-2024	Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2016-2020	Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Topraksız Çilek Üretim Danışmanı	Türkiye- Belçika
2020 - devam ediyor	Türkiye Proje Lideri