

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AÇIK VE PAKET ÇAYLARDA BULUNAN
AĞIR METALLERİN ICP-OES İLE ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nihal BEDİR

Enstitü Anabilim Dalı : FEN BİLİMLERİ

Enstitü Bilim Dalı : KİMYA

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Esra ALTINTIĞ

Ocak 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AÇIK VE PAKET ÇAYLARDA BULUNAN
AĞIR METALLERİN ICP-OES İLE ANALİZLERİ

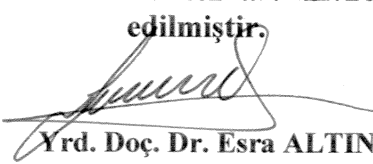
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nihal BEDİR

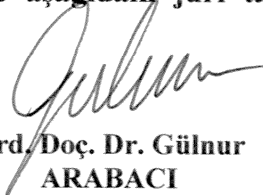
Enstitü Anabilim Dalı : FEN BİLİMLERİ

Enstitü Bilim Dalı : KİMYA

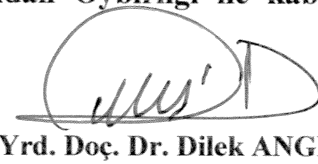
Bu tez 29/01/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Yrd. Doç. Dr. Esra ALTINTIĞ

Jüri Başkanı


Yrd. Doç. Dr. Gülnur
ARABACI

Üye


Yrd. Doç. Dr. Dilek ANGIN

Üye

ÖNSÖZ

Çayların hayatımızdaki önemi büyüktür. Özellikle kış aylarının vazgeçilmez içeceklerindendir. Hastalıklara sağladığı direnç, zayıflama, cilt güzelliği gibi yararlı etkileri nedeniyle bitki çaylarına talep günden güne artmaktadır. Bitkilerin koruyucu, rahatlatıcı, iyileştirici özelliklerinden yararlanmak ve modern insanı tekrar doğayla bütünleştirmek yolunda, bitki çayları yaşamın içinde önemli bir yer tutmaktadır. Ancak piyasada birçok çeşidi bulunan bitki çayları sanıldığı kadar masum değildir. Bitki çaylarından fayda görmek tüketim şekline ve miktarına bağlıdır.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince her türlü konuda bana destek olan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Esra ALTINTIĞ' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans dönemi boyunca deneyimlerinden ve bilgilerinden yararlandığım Kimya Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ali Osman AYDIN, Eğitim Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Vahdettin SEVİNÇ, Prof. Dr. Murat TEKER, ve Yrd. Doç. Dr. Gülnur ARABACI' ya, diğer öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine göstermiş oldukları ilgilerinden dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca deneylerin yapım aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sakarya Büyükşehir Belediyesi Belediye Başkanı Zeki TOÇOĞLU, ADASU Genel Müdürlüğü Genel Müdürü Dr. Rüstem KELEŞ, Su ve Atık Su Kontrol Laboratuvarında görevli Kimyager Fatih KABUKÇU ve Uzman Kimyager Zeynep KARAÇOBAN' a teşekkür ederim.

Tez yazım sırasında manevi desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Cihat KOMUT' a, teknik destek konusunda yardımcı olan Connect Bilgisayar işyeri sahibi Zekeriya BEDİR, Fen ve Teknoloji Öğretmeni Fatih BEDİR, Kimya öğretmeni Seyhan BİLGİN ve Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği öğrencileri Mesut EKER, Zeynep ÇETİN, Fatih Sultan SARI ve master öğrencisi Mustafa DURSUN' a teşekkür ederim.

Manevi desteğini esirgemeyen okul müdürlerim, müdür yardımcılarım, öğretmen arkadaşlarım ve milli eğitim camiasına sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Eğitimim için maddi ve manevi hiçbir fedakarlıktan kaçırılmayan değerli aileme, hep destekçim olan anneme ve kardeşime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY	x

BÖLÜM 1.

1. GİRİŞ	1
----------------	---

BÖLÜM 2.

2. ÇAYLAR	3
2.1. Melisa Çayı	3
2.2. Kantaron Çayı	4
2.3. Nane Çayı.....	6
2.4. Rezene Çayı	7
2.5. Kekik Çayı	8
2.6. Biberiye Çayı	8
2.7. Siyah Çayı	10
2.8. Forever Living Çayı	11
2.9. Herbalife Çayı	12

BÖLÜM 3.

3.AĞIR METALLER.....	14
3.1. Çevreden Geçen Ağır Maddeler.....	15

3.1.1. Bakır (Cu).....	15
3.1.2. Nikel (Ni)	16
3.1.3. Kurşun (Pb)	18
3.1.4. Kadmiyum (Cd)	22
3.1.5. Krom (Cr).....	24
3.1.6. Demir (Fe).....	26
3.1.7. Aliminyum (Al).....	27
3.3. Ağır Metallerin Fonksiyonları.....	29
3.4. Ağır Metallerin Vücuttaki Metabolik Olaylara Etkileri.....	29
3.5. Ağır Metallerin Sağlık Üzerine Etkisi.....	31

BÖLÜM 4.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	33
4.1. Numune Olarak Kullanılan Çaylar.....	33
4.2. Kullanılan Materyal ve Maddeler	34
4.3. Kullanılan Kimyasallar	35
4.4. Deneysel Çalışma Yöntemi.....	36

BÖLÜM 5

5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME.....	37
5.1. Toplam Metal Konsantrasyonları.....	37
5.2. Çay Demlemeleri	39

BÖLÜM 6

6.SONUÇLAR	50
------------------	----

KAYNAKLAR	52
-----------------	----

ÖZGEÇMİŞ	56
----------------	----

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ICP-OES	: İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Optik Emisyon Spektrometresi
FAO	: Gıda-Tarım Örgütü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
K	: Kelvin
⁰ C	: Derece Santigrat
DNA	: Deoksiriboz Nükleik Asit

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	a)Çiçekli melisa bitkisi; b)Çiçeksiz melisa bitkisi.....	3
Şekil 2.2.	a) Çiçekli kantaron bitkisi; b) Kurutulmuş kantaron bitkisi.....	5
Şekil 2.3.	a) Çiçekli nane bitkisi; b) Çiçeksiz nane bitkisi; c) Kuru nane.....	6
Şekil 2.4.	a) Rezene bitkisi; b) Kurutulmuş rezene.....	7
Şekil 2.5.	a) Çiçekli kekik bitkisi; b) Çiçeksiz kekik bitkisi; c) Kurutulmuş çiçek bitkisi.....	8
Şekil 2.6.	Biberiye bitkisinin a) Çiçekli; b) Çiçeksiz; c) Kurutulmuş.....	9
Şekil 2.7.	a) Çay bitkisi; b) Yeşil çay; c) Okside edilmiş (siyah çay).....	10
Şekil 3.1.	Kurşun yayılımı (katı ve sulu ortam toplam) kg/km ² /yıl (2001)...	20
Şekil 5.1.	Biberiye, nane ve kantaron (paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Al konsantrasyonları (ppm).....	40
Şekil 5.2.	Biberiye, nane ve kantaron (paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Cr konsantrasyonları (ppm).....	40
Şekil 5.3.	Biberiye, nane ve kantaron (paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Cu konsantrasyonları (ppm).....	41
Şekil 5.4.	Biberiye, nane ve kantaron (paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Fe konsantrasyonları (ppm).....	41
Şekil 5.5.	Biberiye, nane ve kantaron (paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Ni konsantrasyonları (ppm).....	42
Şekil 5.6.	Biberiye, nane ve kantaron (paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Pb konsantrasyonları (ppm).....	42
Şekil 5.7.	Kantaron çayının ağır metal miktarları.....	43
Şekil 5.8.	Rezene çayının ağır metal miktarları.....	44
Şekil 5.9.	Kekik çayının ağır metal miktarları.....	44
Şekil 5.10.	Melisa çayının ağır metal miktarları.....	45
Şekil 5.11.	Nane çayının ağır metal miktarları.....	45

Şekil 5.12. Siyah çayın ağır metal miktarları.....	46
Şekil 5.13. Herbalife bitki çayının ağır metal miktarları.....	46
Şekil 5.14. Forever Living bitki çayının ağır metal miktarları.....	47

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	Elementlerin Zehirliliklerine Göre Sınıflandırılması.....	31
Tablo 3.2.	Ağır Metallerin Günlük Alım Miktarları.....	32
Tablo 4.1.	Analiz için alınan bitki çayları numunelerinin miktarları.....	33
Tablo 4.2.	Demleme için alınan bitki çayları numunelerinin miktarları.....	34
Tablo 4.3.	ICP-OES Çalışma Koşulları.....	35
Tablo 4.4.	ICP-OES ile analizi yapılan elementlerin kalibrasyon verileri.....	35
Tablo 5.1.	Çay örneklerindeki elementlerin konsantrasyonları (ppm).....	37
Tablo 5.2.	Demleme çay örneklerindeki elementlerin konsantrasyonları (ppm).....	38
Tablo 5.3.	1 litre çay içeceğinde bulunan ağır metal miktarlarının tahmin edilen dozları.....	47

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, Bitki ve meyve çayları, siyah çay, Alüminyum, Kadmiyum, Krom, Bakır, Demir, Nikel, Kurşun.

Bitki, meyve ve siyah çay türündeki çaylar Türkiye’de ve diğer dünya ülkelerinde oldukça fazla miktarda tüketilmektedir. Çaylar çok eski çağlardan beri baş, vücut ağrı ve sızıları, sindirim sistemi sağlığı ve depresyon tedavisinde kullanılmaktadır. Çaylar birçok yararlı özelliğinin yanı sıra yapılarında ağır metalleri de barındırmaktadır. Çevre kirliliği arttıkça çaylardaki ağır metal kirliliği de artmaktadır. Bu çalışmada Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, ve Pb metallerinin aktarlardan alınan açık ve paket çaylardan deme geçen derişimleri ICP-OES cihazı ile incelenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde tüm çay örneklerinde deme geçen metallerin insan vücuduna alınması gereken miktarların üzerinde olduğu görülmüştür. Bu metal miktarlarının paket çaylarda çok fazla olduğu, açık çaylarda ise paket çaylara göre nispeten daha az olduğu görülmüştür.

Ayrıca açık ve poşet çaylardaki metal miktarları 2, 5, 10 dakikalık sürelerle deme geçen süreleri karşılaştırılmıştır. Çaylar, demlenme sürelerine göre içerdiği ağır metal miktarları karşılaştırıldığında, demleme süresi arttığında çaya geçen metal miktarının arttığı gözlemlenmiştir.

ICP-OES ANALYSIS of HEAVY METALS FOUND in packed and unpacked tea

SUMMARY

Keywords: Heavy Metals, Herbal Tea, Black Tea, Aluminium, Cadmium, Chromium, Copper, Ferric, Nickel, Plumb

Herbal Tea and Black Tea is being used pretty much in Turkey and the other world countries. Teas are being used in treatment of headache and somatalgia, digestive system and depression since time immemorial. Besides having a lot of beneficial speciality teas carry heavy metals in their structure. Heavy metal pollution in teas increase with environmental pollution. In this study, concentrations of Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb metals in open teas and tea bag which were bought from herbalist, have been researched with ICP-OES enstrument.

According to the results, in all tea samples, metals that pass to blood are over than the necessary amounts for human body. It has been seen that these metals are too much in tea bags, and less than tea bags in open teas.

Also, passing time to blood of metals in open tea and tea bags are compared at 2, 5 and 10 minutes. When the teas were compared in accordance with passing time to blood, it has been seen that amount of metal has been increased when the passing time to blood has been increased.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Meyve ve bitki çayları Türkiye ve diğer ülkelerde önemli oranlarda tüketilen içeceklerdendir. Siyah ve yeşil çaylarda olduğu gibi bu çaylar da makro ve mikro düzeyde inorganik maddeler içermektedir. Fe, Zn, Cu, Co, Mn, bitki içinde doğal olarak bulunmakta ve insan sağlığı için gerekli iken Pb, Cd ve Ni belirli seviyelere ulaştıklarında zehir etkisi gösteren maddelerdir. Ağır metal miktarları bitki bünyelerinde çevre kirliliğine bağlı olarak arttığından önemli olmaktadır. Bu elementlerin toprak kirliliği veya asit yağmurları gibi çevresel kirlilikler yolu ile bitki dokularına alınması ve bu sayede değişik bitkilerde ulaştıkları seviyeler birçok ülkede farklı çalışmaların konusu olmuştur. [1]

Çay yapraklarından fabrikalarda siyah ve yeşil olmak üzere de iki tip çay elde edilmektedir. En çok tüketilen tip siyah çaydır. Siyah çay polifenollerin enzimatik oksidasyonu ile elde edilir. Yeşil çay eldesinde, çaydaki enzimler etkisizleştirilerek polifenollerin oksidasyonu önlenir. Dünyada tüketilen çayın % 75'i siyah ve %25'i bitkisel çaydır. Çay üretimi açısından ülkemiz, Hindistan, Sri Lanka, Kenya, Çin ve Endonezya'dan sonra gelir.

Son yıllarda, çevre kirliliğine bağlı olarak gıdalara bulaşan toksik metaller, tüketici açısından sağlık sorunları yarattığı için halk sağlığı kurulları tarafından bazı çalışmalar yapılmaktadır. Gıda-Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bünyesindeki gıda koteks komisyonu günümüz teknolojilerinde göz önüne alınarak çeşitli gıdalarda en fazla bulunabilecek toksik metal miktarları belirlenmiştir. Gıda maddelerinde doğal olarak bulunan toksik maddeler genellikle sağlığa zararlı olacak düzeyde değildir.

Gıdalara toksik element bulaşmaları farklı nedenlerle olmaktadır. Bu kirletici kaynaklardan doğaya bulaşan toksik metaller doğadan bitkiye geçmekte, insanlar ve hayvanlar tarafından tüketilmekte ve canlı bünyesinde birikmektedir. Endüstrinin gelişmesine paralel olarak bu çember içerisinde dolaşan metal miktarları giderek artmaktadır [2].

Oksidasyon sırasında birçok aroma arttırıcı öğeler oluşur. Bazıları çok az miktarlarda olsa da, 300'den fazla aroma öğesi belirlenmiştir. Çaya özellik kazandıran öğelerin başında metilksantatinler gelir. Metilksantatinlerin çoğunluğunu kafein oluşturur. Çay yaprağının önemli bir bölümünü polifenoller oluşturur. Bunların başında katesin, flavonols, gallik asit ve depsides gelir. Çayın rengini veren pigmentler, klorofil ve karotenoidlerdir. Çaydaki minerallerin yaklaşık yarısı potasyumdur [3].

Meyve ve bitki çayları içerisinde bulunan ağır metal miktarları ile ilgili Türkiye'de yeterli veri bulunmamaktadır. Gözlenen yetersizlik dikkate alınarak bu çalışmada marketlerden alınan farklı meyve ve bitki çayları (nane, kantaron, rezene, kekik, melisa, biberiye herbalife, forever live, ve siyah çay) içinde Al, Cd, Ni, Cr, Fe, Cu metallerinin deme geçen değişimleri tayin edilmiştir.

BÖLÜM 2. BİTKİ ÇAYLARI

2.1. Melisa Çayı

Latince adı *Melissa officinalis* olan bu çay halk arasında ‘oğul otu’, ‘limon otu’, ‘kovam otu’, ‘limon nanesi’ ve ‘acem otu’ gibi adlarla da bilinir. Şekil 2.1. Melisa çayının çiçekli ve çiçeksiz yapılarını göstermektedir.

Şekil 2.1. a) Çiçekli melisa bitkisi; b) Çiçeksiz melisa bitkisi



Akdeniz iklimine sahip ülkelerde park ve bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Akdeniz ülkeleri ve K.Amerika’da, İspanya ve Doğu Avrupa ülkelerinde kültürü yapılmaktadır. Tedavi alanında kullanılmak üzere yetiştirilmektedir. Yayıldığı ülkeler; Fransa, Bulgaristan, Almanya, Romanya’dır. Ülkemizde ise İstanbul, Bursa, Ege ve Akdeniz bölgesinde yaygın olarak yetişmektedir. 3–5 metre yükseklikte soluk sarı veya beyazımtırak çiçekli, yaprakları ince ve yumuşak tüylü kenarları dişlidir. Yaprakları uzun olanları da vardır. Limon gibi kokan çok yıllık otsu bir bitkidir. Çiçeklerin tepe kısmı, yaprakları kurutulularak kullanılmaktadır. Yağı da çıkarılmaktadır. Yapraklar çiçeklenmeden önce toplanmaktadır. Çünkü kendine özgü limon kokusunun önemli bölümünü çiçek açtıktan sonra yitirmektedir. İnce kıyılır. Gölgede kurutulur. Kokusu olmayan türleri tedavi amaçlı kullanılmamaktadır [4].

Bitki bilimciler, yapılan araştırmalar sonucunda Melisa bitkisinin 20. asrın hastalığı olan stres ve kalp hastalıklarının tedavisinde kullanılabileceğini göstermiştir [4]. Ayrıca rahim ve sindirim sistemleri hastalıklarına karşı korumaktadır. Vücudu kuvvetlendirerek bitkinlik ve halsizlikleri gidermektedir. Spazm çözücüdür, ruhsal ve fiziksel sakinleştiricidir. Hazmı kolaylaştırmakta, karın-mide ağrısı ve ishalin tedavisine yardımcı olmaktadır. Bağırsak gazlarını gidermektedir. Cildi güneşin zararlı ışınlarından korumaktadır. Melisa bitkisinin zekâyı arttırdığı, mide ülserlerine iyi geldiği, kaynatılarak suyu vücuda sürüldüğünde ter kokusunu kestiği ve beyin damarlarını açtığı bilinmektedir.

Yağlı saç şampuanlarında, yıpranmış, cansız ve güçsüz saç losyonlarında, ağız hijyen ürünlerinde, yağlı ciltler için temizleme maskelerinde, yaşlanmış ve yıpranmış ciltler için yenileyici kremlerde ve hassas cilt losyonlarında kullanılmaktadır. Melisa bitkisinin yaprakları ve tomurcukları içerdikleri madensel tuzlar ve yağlar sayesinde cildi tazeler, yaşlanmasını geciktirir ve ince kırışıklıkları giderir [4].

2.2. Kantaron Çayı

Latince adı *Hypericum perforatum* olan, Avrupa, Asya, Kuzey Afrika ve Amerika'da yetişen, tarla, yol ve orman kıyılarında, tepelerde ve çayırlarda Temmuz'dan Eylül'e kadar çiçeklenen ve ülkemizde, sarı kantaron, kan otu, kılıç otu, mayasıl otu ve yara otu gibi yöresel adlara da sahip olan şıfalı bir bitkidir [5]. Ülkemizde Marmara, Karadeniz, Ege, Orta ve Doğu Anadolu, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yayılış göstermektedir. Anadolu'da yaygın olarak bataklık ve sulak alanlarda rastlanır. Toprak üzerinde yayılan sürgünlerin boğumlarından kökler meydana gelmektedir [6].

H. Perforatumun en karakteristik bileşikleri olan naftodiantronların en önemlisi hiperisindir. Kırmızı renkli bir pigment olan hiperisin kantaron yağına da kırmızı rengini veren bileşiktir. Aslında 1830 yılında Buchner tarafından keşfedilmesine rağmen bu bileşik, "Hiperisin" olarak ilk defa Ceryn adlı bilim adamı tarafından 1911 yılında adlandırılmıştır. Molekülün formülünü $C_{16}H_{10}O_5$ olarak sunmuştur [6]. Şekil 2.2. Kantaron bitkisinin çiçekli ve kurutulmuş halini göstermektedir.

Şekil 2.2. a) Çiçekli kantaron bitkisi; b) Kurutulmuş kantaron bitkisi



a



a



b

Bitki 25–60 cm boyunda olup, çok dallıdır ve sapsarı ayrı olduğu halde şemsiye biçimindeki çiçekleri 5 parçalı, korolla altın sarısı renkli ve kenarları siyah renkli guddeli tüyler ile çevrilidir. Erkek organları çok adette ve 3 demet halinde bir araya toplanmıştır. Yapraklar ışığa karşı tutulduğunda, yağ guddeleri, parlak noktacıklar halinde kolaylıkla görülmektedir. Bitkiye bin bir delik otu denmesi bu özellikten ileri gelmektedir. Tam olarak açmış bir çiçek parmaklar arasında ezildiğinde, kırmızı bir su aktığını görülmektedir [7].

Kantarone otunun ilaç olarak kullanımı antik çağlara kadar dayanmaktadır. Yaraların iyileşme sürecini hızlandırabilmektedir. Hafif ve orta şiddetteki depresyonlarda rahatlatıcı ve sakinleştirici etkisi bulunmaktadır [6]. Korku, endişe, kaygı, umutsuzluk ve çaresizlik duygularının giderilmesinde yardımcıdır. Siyatik, eklem iltihabı (artrit) ve pre-menstrual krampların (adet öncesi ağrı ve sıkıntılar) giderilmesinde faydalıdır. Safra salgısını uygun yönde etkileyerek sindirim sistemini rahatlatabilmektedir. Kronik yorgunluk sendromunda, uykusuzluk, menopoza dönemindeki sıkıntı, stres ve gerginliklerin giderilmesinde etkili olabilmektedir. Özellikle mide ağrılarına birebir geldiği bizzat gözlemlenmiştir. Ayrıca zeytinyağına ufalanarak merhem haline getirildikten sonra açık yaralara sürüldüğünde, yaraların çok çabuk iyileşmesini sağlamaktadır [6]. Hastalar üzerindeki gözlemlerde doğru kantaron kullanımı ve düzenli içildiği takdirde kanser hücreleri üzerinde temizleyici bir etki göstermektedir. Bağırsak paraziti tedavisinde, böcek sokmasında, yanıkta, bakteriyel ve viran enfeksiyonlarda yıllardır kullanılmaktadır [7]. Bitkiden İlk defa Romalılar zamanında askeri bir doktor olan Proscurides “diyare ve safra rahatsızlıklarında” kullanımdan bahsetmiştir [6].

2.3. Nane Çayı

Latince ismi *Mentha piperita* olan melez ve vegetatif olarak üretilen İngiliz nanesi özellikle İngiltere ve Kuzey Amerika'da üretilmiş, ancak daha sonraki yıllar bütün Avrupa'ya yayılmıştır [8]. Türkiye'de Anadolu'nun her yerinde yetişir. Sathi köklü olan nane çok yıllıktır. Toprak üstü ve toprak altında çok sayıda uzun sürgünleri yayılmaktadır. Gövde dik, yarı dik veya yatık olabilmektedir. Normal şartlarda 40–70 cm, çok iyi şartlarda 100 cm'ye yükselebilmektedir. Dört köşeli yarı dallar çıplak veya çok ince tüylerle kaplıdır. Ana yapraklar 0,5–1,5 cm uzunluğunda saplara sahiptir. Yapraklar uzunumsu yumurta şeklinden uzun lanzet şekline kadar değişebilmektedir. Genellikle uzunluk 2–7 cm, genişlik 1–3 cm'dir. Yaprak kenarları hafif dişlidir. Özellikle alt kısımlarda ve damar kenarlarında tüyler bulunmaktadır.

Leylak renginde, küçük iki parçalı çiçekler başak görünüşünde ve kümeler halinde toplanmıştır. Çiçeklerin çanak yaprakları çan şeklinde ve çok hafif dişlidir. Belirli şekilde oyukludur ve çok sayıda yağ drüzelerini ihtiva etmektedir. Meyve dört tohumlu cevziciktir. Açık renkli bağlantı noktası ile mentha cinsi buna yakın cinslerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Şekil 2.3. Nane bitkisini göstermektedir.

Şekil 2.3. a) Çiçekli nane bitkisi; b) Çiçeksiz nane bitkisi; c) Kuru nane.



a



b



c

Nane sindirim sistemi için iyi bir bitkidir [8]. Safra ve mide sekresyonunu uyararak, hazımsızlık ve gaz şikâyetlerini hafifletmektedir. Mide bulantısını önlemektedir. Antispazmodik özelliği sayesinde mide ağrıları ve gazdan doğan bağırsak kramplarında etkilidir. Kabızlık ve ishal şikâyetlerinde de bu etkisini göstermektedir. İçerdiği esansiyel yağlar, antiseptik ve mantarları öldürücü özellik taşımaktadırlar. Bu özelliği gastroenteritlerde etkili olmasının bir başka sebebidir. Birkaç damlası ile

bronşitli hastalarda göğse, farenjitli hastalarda boğaza ve sinüzitli hastalarda sinüslerin üstüne yapılacak masaj etkili olmaktadır. Uyarıcı ve ağrı kesici özelliği bulunmaktadır. Baş ağrılarında suyla karıştırılmış nane yağının 10 dakikalık uygulaması yeterlidir. Burkulmalarda da nane yağı ile masaj faydalı olur.

Nane iştah açar, sinirleri yatıştırır ve vücuda rahatlık verir. Spazm ve kalp çarpıntısı riskini azaltır. Ateşi düşürür. Bağırsak kurtlarını düşürmeye yardımcı olur. Ülsere ve mide yanmasına iyi gelir. Diş ağrısını ve ağız kokusunu giderir. Anne sütünü artırır. Sinirsel iktidarsızlığa iyi gelir [8].

2.4. Rezene Çayı

Latince ismi *Foeniculum vulgare* olan Rezene, maydanozgillerden bitkidir. Türkiye’de doğal olarak yetişmektedir. Şekil 2.4. Rezene bitkisinin resimlerini göstermektedir.

Şekil 2.4. a) Rezene bitkisi; b) Kurutulmuş rezene.



a



b

Yaprakları saplı ve tüysüzdür. Bitkinin gövdeleri dik, içleri boş silindir şeklindedir. Çiçekler uzun saplı ve bileşik şemsiye durumundadırlar. Meyveleri silindir şeklinde tüysüz ve yeşilimsi esmer renktedir. Tohumları protein ve yağ bakımından zengin bir besin dokuya sahiptir. Daha çok kayalık ve kurak yerlerde yetişir.

Bu bitkinin meyveleri özellikle aşırı yemek sonunda ya da başka sindirim bozukluğu neticesinde midede ve bağırsaklarda oluşan gazın giderilmesinde kullanılan yegâne bitkilerden biridir. Rezenin uzun süre kullanımında hiç bir sakıncası yoktur. Yemeklerle birlikte ya da yemekten sonra kullanılabilir. Gaz oluşumu aşırı üreyen

bakterilerin besin maddelerini değiştirmeleri sonucunda oluşan sorundur. Kişiyi oldukça fazla rahatsız eder. Bunun rahatlıkla atılabilmesi için ayrıca o bakterilerin sayıca artmaması için etkilidir. Çünkü rezene bitkisinin içerisinde maddeler bakterilerin üremesine mani olan maddelerdir [9].

2.5. Kekik ayı

Latince ismi *Thymus serpyllum* imenlik tarla kıyılarında, orman kıyılarında ve ayırlardaki karınca yuvalarının üstünde yer almaktan hoşlanır. Güneş ve sıcak istediği için, toprak sıcaklığının fazla olduğu kayalık ve dağlık bölgelerde bulunur. Güneşli oğlen sıcaklarında menekşe renkli çiçeklerinden yayılan güzel koku, arıları ve böcekleri kendisine eker. Şekil 2.5. Kekik bitkisinin iekli, çiçeksiz ve kurutulmuş formlarını göstermektedir.

Şekil 2.5. a) iekli kekik bitkisi; b) ieksiz kekik bitkisi; c) Kurutulmuş iek bitkisi.



a



b



c

Ülkemizde kekik adı altında *Origanum* (Mercanköşk türleri) türlerinden elde edilen drogun satışı yapılmaktadır. Eterli uçucu yağ; Thymol (%50 civarında), Carvacrol, Borneol, Cymol, Pimen, Tanen ve flavonlar içerir. Öncelikle baharat olarak kullanılır. Yağlı ve ağır yemeklerin tadını zenginleştirir, sindirimi kolaylaştırır.

2.6. Biberiye ayı

Latince adı, *Rosmarinus Officinalis*'dir ve deniz nemi anlamına gelir. Çünkü biberiye genellikle deniz kıyısında yetişir. Bütün ilkbahar ve yaz boyunca soluk-mavi renkli çiçekler açan, 1-2 m yüksekliğinde, kışın yapraklarını dökmeyen bir bitki.

Gövdeleri dik ve çok dallıdır. Yaprakları mızrak gibi, etli ve yeşil renklidir. Çiçekleri dalların uçlarında, yaprakların tabanlarında bulunur. Meyveleri esmer renkli ve fındıksıdır. Kuşdili olarak da bilinir. Şekil 2.6. Biberiye bitkisinin çiçekli, çiçeksiz ve kurutulmuş şekillerini göstermektedir.

Şekil 2.6. a) Çiçekli biberiye bitkisi; b) Çiçeksiz biberiye bitkisi; c) Kurutulmuş biberiye bitkisi.



a



b



c

Ballıbabagiller familyasındandır. Anayurdu Akdeniz havzası olup ülkemizde Batı ve Güney Anadolu kıyı şeridinde yetişen, çok yıllık çalı görünüşlü bir bitkidir. 2 m'ye kadar boylanabildiği ve kışın yapraklarını dökmeyeceği için bahçelerde süs ve çit bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Bitkinin gövdesi karemsi kesitli ve yeşilken, ikinci yılında odunsulaşır. Yaklaşık 2 cm. boyundaki iğne gibi ince uzun yapraklarının üstü parlak koyu yeşil ve altı gri renklidir. Bu yapraklar içe doğru kıvrılırlar. Yaz boyunca açan küçük çiçekleri mavi ya da eflatuni renklidir. Tohumları küçük, yağlı ve sarı-kahverengidir. Biberiye bitkisi, tohumlarıyla ya da ağır büyüdüğü için gövde kalemleri veya daldırma yöntemleriyle çoğaltılır. Biberiyenin içerdiği uçucu yağlar arasında başta bomeol olmak üzere linalol, kamfen, sineol ile kafuru ve bitkide ayrıca tanen, reçine ile diğer etkili maddeler vardır. Bu nedenle yaprakları ve ince sürgünleri çok hoş kokan biberiye, taze olarak salatalara, kurutulup baharat olarak da et yemekleri ve diğer yiyeceklere katılır.

Biberiye otu sindirim sistemi sorunlarına karşı kullanılır. Mide ve bağırsakları uyarır. Kramp çözücü etkisi biberiyenin yararları arasındadır. Biberiye kullanımı kan dolaşımını kuvvetlendirir. Romatizma ve gut gibi sorunlarda faydalıdır. İdrar söktürücüdür. Baş ağrıları için biberiye yararlı olabilir. Saç dökülmesini önleyici ve saç besleyicidir. Yağlı saçların temizlenmesi için biberiyeden yararlanılabilir.

Biberiye özlü şampuan ve saç kremleri mevcuttur. Yorgunluk güçsüzlük hallerinde yararlıdır. Canlandırıcı güçlendirici etkisi için biberiye banyosu tavsiye edilir. Hafızayı güçlendirir. Biberiye cilt için canlandırıcı ve güzelleştirici etkilerde bulunur. Almanya'daki E Komisyonu biberiye yaprağının hazımsızlık, düşük tansiyon, fonksiyonel dolaşım şikâyetleri, kas ağrısı ve yumuşak doku romatizmasında (banyo) kullanılabileceğini belirtmiştir. Biberiye tansiyon yükselmesine neden olabileceğinden yüksek tansiyon sorunu olanlara tavsiye edilmez [11-12].

2.7. Siyah Çayı

Latince ismi *Camellia Sinensis* olan çay nemli iklimlerde yetişen, yaprak ve tomurcukları içecek maddesi üretmekte kullanılan bir tarım bitkisidir. Yeşil çay, kara çay, ve oolong çayı farklı oksidasyon seviyelerinden geçirilerek üretilir. Diğer yandan Kukicha çayı (sürgün çayı) yapraklardan ziyade sürgün ve gövdeden elde edilir. Şekil 2.7. Siyah çayın yeşil ve kurutulmuş yapılarını göstermektedir.

Şekil 2.7. a) Çay bitkisi; b) Yeşil çay; c) Okside edilmiş (siyah çay).



a



b



c

Anavatanı Güney ve Güneydoğu Asya olmasına karşın dünya üzerinde tropik ve subtropikal bölgelerde de yetiştirilmektedir. Tarım amaçlı yetiştirilenler 2 m'nin altında küçük ağaç görünümünde her dem yeşil bitkilerdir. Serbest bırakıldığında 9 m boyunda bir ağaç formunu kazanır. Kuvvetli ana köke sahiptir.

Camellia Sinensis bitkisinin yaprakları, çaya kendine has koku ve tadını veren birçok kimyasal madde, amino asitler, karbonhidratlar, mineral iyonları, kafein ve polifenolik bileşimler içerir. Ayrıca % 75-80 oranında su içerirler; ki bu oran işleme sürecinin ilk soldurma aşamalarında % 60-70'e düşer.

“Oolong” ve “siyah çay” işleminin mayalanma (veya oksitlenme) aşamasında, polifenolik flavanoller (veya katekinler) havadaki oksijenle oksitlenerek o benzersiz tad ve rengi oluştururlar. Kavurma (veya kurutma) işlemi, oksidasyona neden olan enzimi etkisiz kılar ve hatta içinde bulunan su oranını % 3’e düşürür.

Siyah çayın kokusu çok karmaşıktır. Bugüne kadar hidrokarbonlar, alkoller ve asitler olmak üzere beş yüz elliden fazla kimyasal madde tespit edilmiştir. Bunların çoğu işleme sırasında oluşur ve kimyasal madde kendi önemli özelliklerini ekleyerek, çayı içenin koku alma duyusuyla çayın tadına katkıda bulunur. Ancak tadı, esas olarak çeşitli (çok yaygın ama hatalı olarak tanen diye bilinen) polifenolik bileşimlerin kafeinle değişime uğraması sonucu ortaya çıkar.

Kafein, çayın en önemli bileşenlerinden biridir. Hafif bir uyarıcı olarak hareket eder ve midedeki sindirim sağlayan suların faaliyetini artırır. Her tip çay -yeşil, Oolong, siyah- farklı miktarlarda kafein içerir. Yeşil çayda Oolong’dakinden daha az kafein vardır.

Oolong’daki kafein ise siyah çaydakinden daha azdır. Genel olarak ortalama bir fincan çay 8,36 mg, Oolong çayı 12,55 mg ve siyah çay 25-110 mg kafein içerirken, ortalama bir fincan kahve 60-120 mg kafein içerir. Dolayısıyla kafein alımı konusunda endişelenenler yeşil çay veya Oolong çayı gibi açık renkli, hafif demli çaylar tercih etmelidirler [13].

2.8. Forever Living Çayı

Aloe çiçeği bitki çayı, özellikle lezzeti ve zengin aromasıyla, yaprakların, şifalı bitki ve baharatların doğal bir karışımıdır. Kafeinsiz, canlandırıcı olmak üzere formüle edilmiştir.

Bu uluslararası ürün Çin, Jamaika, Mısır, Amerika ve Hindistan’da özenle seçilmiş malzemeleri bir araya getirir. Tazeleyici tarçın, portakal kabuğu ve karanfil hoş bir meyve lezzeti verirken, yenibahar ve zencefil sakinleştirici rol oynar. Kendi

tarlalarımızdan gelen Aloe çiçeği ile kombine edilen bu düşük kalorili tazeleyici bir çaydır [14-15].

2.9. Herbalife Çayı

Herbalife, esasen İngilizce'deki Herbal Life kelimelerinden oluşmaktadır. Herb, ot veya bitki demektir. Herbal ise bitkisel demek olur. Life da hayat, yaşam demektir.

Herbalife çayı özel olarak seçilmiş 5 bitkisel çay ekstresinden oluşmaktadır. Yeşil Çay ekstresi polyphenol antioksidal besleyiciler açısından zengindir. Yeşil çay kafein içerir. Genel olarak çay, kahveye göre 1/3 oranla az kafein içerir. Malva Sylvestris (Ebegümece) Ekstresi sindirim sistemini rahatlatır. Cardamon (Kakule) Ekstresi sindirim fonksiyonlarına yardımcı olur. Limon Kabuğu Ekstresi Bio-flavioid'ler açısından zengindir. Bir porsiyon sadece 5 kalori (klasik) veya 6 kalori (meyveli tatlar) içerir.

Yabancı ülkelerde çeşitli şifalı bitkiler kullanılarak zayıflamadan, şişmanlamağa, kalp hastalıklarından, prostat rahatsızlıklarına, cilt hastalıklarından kadın hastalıklarına, aklınıza gelebilecek pek çok hastalıklar için merhem, şurup, tablet şeklinde preparatlar yapıp satışa sunulmaktadır.

BÖLÜM 3. AĞIR METALLER

“Ağır metaller” terimi, atom yoğunluğu 6gr/cm^3 'den daha yoğun metal ve metalloidlerin oluşturduğu gruba verilen genel bir addır [18]. Atom numarası 20'den yüksek olan metallere ağır metal denilmektedir. Bu grup yetmiş kadar elementi içermekte, fakat ekolojik öneme sahip yirmi kadar ağır metal bulunmaktadır. Bunlar; arsenik (As), kadmiyum (Cd), gümüş (Ag), civa (Hg), mangan (Mn), demir (Fe), bakır (Cu), kobalt (Co), krom (Cr), kalay (Sn), kurşun (Pb), nikel (Ni), molibden (Mo), platin (Pt), toryum (Th), talyum (Tl), zirkonyum (Zr), tungsten(W), vanadyum (V), uranyum (U) ve çinko (Zn)'dur. Bunlardan Cd, Ni, Cu, Pb, Zn, Hg, Co, As ve Cr doğal çevrede birikme eğilimi gösteren daha çok toksik eğilimli elementlerdir. Toprakta bazı iz elementler tehlike sınırına yakın dozlarda sürekli birikirse bir süre sonra bitki ve daha sonra besin zinciri ile insan sağlığını tehdit eder boyutlara ulaşmaktadır [19].

Ağır metaller, biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların, organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı, düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur [20]. İnsanlar; demir, kobalt, bakır, mangan, molibden ve çinkoya gerek duyar. Aşırı düzeyleri organizmaya zarar verebilir. Diğer ağır metaller; civa, plütonyum ve kurşun gibi toksik metallerin organizmalar üzerinde bilinen yaşamsal ve yararlı etkileri yoktur ve zaman içinde vücutta birikmeleri çok ciddi hastalıklara yol açar.

Toprak içinde yüksek konsantrasyonlarda ağır metallerin bulunması; bitkilerin önemli fizyolojik bileşenlerin fonksiyonlarının bozulmasına, enzimler, vitaminler ve hormonlar gibi birçok önemli biyolojik bileşenlerin fonksiyonlarının ve karşıt sentez sonucu besleyicilerin dengesizliğine sebep olmaktadır [19].

Ağır metallerin; ekolojik sisteme yayılımını incelendiğinde daha çok bu duruma insanların neden olduğu etkiler nedeniyle çevreye yayılımı söz konusu olduğu görülmektedir. Kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayılımını önemli derecede artabilmektedir. (1979 Lengrich'te çimento tesisinden talyum kaçağı). Yıllık olarak doğal çevrimlerle atmosfere tonlarca ağır metal verildiği, insan faaliyetleri sonucu deşarj edilen ağır metal miktarları ise çok daha fazla olduğu görülmektedir [21].

Ağır metallerin çevreye yayılımında etkili olan en önemli endüstriyel faaliyetler demir çelik sanayi, çimento üretimi, cam üretimi, termik santraller, çöp ve atık yakma tesisleridir. Atmosfer verilen ağır metaller, sonuçta karaya ve buradan bitkiler ve besin zinciri yoluyla da hayvanlara ve insanlara ulaşırlar. Aynı zamanda insan ve hayvanlar tarafından havadan solunurlar. Ağır metaller endüstriyel atık sularının içme sularına karışması ya da ağır metallerle kirlenmiş partiküllerin tozlaşması yoluyla da insan ve hayvanlar üzerinde etkili olur [21].

Çeşitli faaliyetler sonucu çevreye karışan metalleri havada, suda ve toprakta birikebilmekte ve hava hareketleri ile çok uzak mesafelere kadar taşınabilmektedir. Besin zincirinde birikerek canlılara geçmeleri, mevcut zararları nedeniyle ayrı bir endişe kaynağıdır. Çok düşük seviyelerdeki ağır metal düzeylerinin bile canlılarda akut ve kronik etkilere neden olduğu bilinmektedir [22].

Farklı amaçlarla değişik alanlarda kullanılan ağır metallerden bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum değişik yollarla vücuda belli limitlerin üzerinde alındığında özellikle bazı dokularda birikerek ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Mineral maddelerden bazıları insan ve hayvanlar için esansiyel iken, bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum gibi ağır metaller ise belli limitlerin üzerinde vücuda alındığı zaman farklı sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bakır, Wilson hastalığı, böbrek bozukluklar ve nörolojik bozukluklara; çinko, gastrointestinal bozukluklara; kurşun, beyinde hasar, kansızlık, böbreğin zarar görmesine ve nörolojik fonksiyon bozukluklarına; kadmiyum kansızlığa, kemik kırılması ve şiddetli ağrılara neden olmaktadır. Bu ve buna benzer sağlık sorunlarına neden olmalarından dolayı bu ağır metallerin gıdalardaki miktarı belli limitlerle sınırlandırılmıştır [Anonim, 1987].

3.1. Çevreden Geçen Ağır Metaller

3.1.1. Bakır (Cu)

Simgesi: Cu,

Atom Numarası:29,

Atom Ağırlığı:64 g/mol,

Yoğunluğu:8,92 g/ml,

Ergime noktası:1083 °C,

Kaynama Noktası:2300 °C,

Elektrik iletkenliği:91,44,

Isı iletkenliği:76,6

Bakır yerkabuğunun yapısında kovalin (CuS), kalkosin (CuS₂), bornit (Cu₅FeS₂), kalkopirit (CuFeS₂) mineralleri şeklinde bulunur [23].

Atmosfer koşullarında metalik gri tonunda bulunmayan iki metalden biri olan bakır, M.Ö. 5000 yılından beri tanınmaktadır ve adını ilk bulunduğu yer olan Kıbrıs'ın Latincesinden (aes cyprium=Kıbrıs cevheri, cyprium ve daha sonra Cuprum) almıştır. İlk kez Mısırlılar tarafından üretilen bakır, M.Ö. 3000 yılından itibaren (Bronz Çağı) Anadolu, Yunanistan ve Hindistan' da mekanik özellikleri alaşımlandırma yolu ile artırılarak kullanılmıştır. Doğada ikiyüzden fazla bakır minerali bulunmakla beraber sadece yirmi tanesi bakır cevheri olarak endüstriyel öneme sahiptir. Dünya bakır rezervlerinin % 68' ine Şili, ABD, Sovyetler Birliği, Zambiya, Peru, Zaire ve Kanada; % 32'sine ise diğer ülkeler sahiptir. Yıllık üretim miktarı, 14 milyon ton (2001 yılı) civarındadır [24-25].

Topraktaki bakır eksikliği bitkilerde protein, yağ ve vitamin sentezine etki eder, bu da bitkilerin meyve vermesini engeller. Bakır fotosentez prosesine katılır ve bitkilerin azotu sindirimine sebep olur. Bakır özellikle deniz balıklarındaki protozoldan meydana gelen hastalıkların tedavisinde de kullanılır. Bakır alglerin gelişimi için gerekli olan bir besi maddesidir [23].

Bütün vücut dokularında bir miktar bakır bulunur. Az miktarda bakır insanlar için zehirli değildir. Ancak, örneğin bakır sülfatın yaklaşık 10 gramı insanlar için öldürücü etki yapar. Bakır insan vücudu için gerekli bir element olup, yetişkinlerde günde 2,0 mg bakıra ihtiyaç olduğu tahmin edilmektedir. Fazla miktarda alınması halinde karaciğer harabiyetine kadar gidebilir. 1,0 mg L⁻¹ nin üzerindeki bakır suya acı bir lezzet verir [26].

Örneğin % 1 - 20 CuSO₄ içeren kireç sütü karışımı “Bordo-Karışımı” olarak bilinir ve üzüm tarımında fungusit olarak kullanılır. Hastanelerde kapı kolları ve elle sıkça temas edilen bölgeler bakır alaşımlarından imal edilen malzemelerden yapılır ve malzemenin antiseptik özelliğinden yararlanılarak mikropların yayılması engellenir. Bakır doğada pek çok sebze ve meyvede bulunur. Örneğin elmada ortalama 0,1-2,3 mg/kg bakır mevcutken, kuru erikte bu değer 3,7 – 5,0 mg/kg’ a çıkar, ay çekirdeğinde ise 14,3 – 19 mg/kg bakır bulunur. Anne sütü ortalama 200–400 µg/L bakır içerir ve bebek ağırlığı başına 50 µg bakır alır. Bakır eksikliğine bağlı olarak hayvanlarda ve insanlarda büyümede gecikme, solunum sisteminde enfeksiyonlar, kemik erimesi, anemi, saç ve deride renk kaybı gibi rahatsızlıklar kendini gösterirken, bakır bilezikler eklemlerin kireçlenmesine ve romatizmaya karşı kullanılır [24-27].

Yüzeysel sulara bakır 1 mg/L’nin altında bile su bitkilerine zehir etkisi yapar. Pestisit olarak ve zaman zaman alglerin yok edilmesi için bakır tuzları kullanılır. Yüksek bakır seviyesi toprak mikroorganizmaları üzerinde de toksik etki yapabilir. Genelde metalik halde saf veya alaşımlar halinde bulunur. 0,5 ppm algler için 3-4 ppm balıklar için öldürücü dozdur. Daha büyük hayvanlarda öldürücü etkisi yoktur ancak beyinlerinde hasar yaratır. Bakır insanda beyin, deri, karaciğer, pankreas ve kalp kasında birikmesi sonucu “Wilson Hastalığına” sebep olmaktadır [23].

3.1.2. Nikel (Ni)

Atom Numarası: 28

Atomik Yarıçap: 1.62 Å

Atomik Hacim: 6.59 cm³/mol

Kovalent Yarıçap: 1.15 Å
 Kristal Yapısı: Kübik merkezli Yüzey
 İyonik Yarıçap: 0.69 Å
 Nötron sayıları: 31
 Yoğunluğu: 8.908 g/mL
 Kaynama Noktası: 2913 °C (3186 K)
 Erime Noktası: 1455 °C (1728 K)
 Isı İletkenliği (300 K) : 0.907 W cm⁻¹ K⁻¹

Nikel ilk olarak Axel Cronstedt (1751) adlı bir İsveçli minerolojist tarafından, gersdorfit (NiAsS) cevheri araştırılırken bulunmuştur. Nikelin başlı başına bir element olduğu 1775’de Torbern Bergman ve arkadaşları tarafından kanıtlanmış ancak 1804’e kadar herhangi bir üretimi yapılmamıştır. İlk saf metal üretimi Jeremias Richter (1804) tarafından yapılmıştır. İlk bulunuşundan sonra uzun bir süre boyunca nikel içeren alaşımlar üretilmiştir. 1830’larda “Alman Gümüşü” olarak bilinen bakır-nikel-çinko alaşımları İngiltere ve Almanya’da büyük miktarlarda üretilmiştir. 1870’de çelik alaşımlandırma elementi olarak önem kazanan nikel daha sonra elektrolitik olarak kaplama teknolojisinin geliştirilmesiyle geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Toprakta eser element olarak bulunan nikel, demir ve alüminyum silikatların latisinde yer almaktadır. Çoğunlukla sülfat ve oksitler halinde bulunan ve yeryüzünde bulunma sıklığı 24. sırada olan nikelin ortalama konsantrasyonu % 0.008’dir. Toplam rezerv 130x106 ton olarak tahmin edilmektedir [28].

Nikel çok sayıda organik ve inorganik bileşiklerle etkileşir. Bu etkileşimlerin bazıları katkılı ya da sinerjik ters etkiler yapar [18]. Nikelin bileşiklerinin zehirleyici ve kanserojen etkisi DNA’ya ve proteinlere verdiği oksitlenme şeklindeki zarar ve hücrelerin antioksitlenme-savunma mekanizmasını engellemesi şeklindedir. Çoğu otorite, albümin insan ve hayvanlarda nikeli taşıyan ana protein olduğu ve nikelin nikeloplazmin (nikel içerikli bir alfa-makroglubin) ve nikel-histidin bileşiğine benzeyen ultra süzücü damıtık bir serum maddesinde de bulunduğu konusunda hemfikirdirler. Nikelin emilimi soluma ve sindirme yoluyla vücuda alınan miktarlar ve nikelin kimyasal ve fiziksel formları tarafından yönetilmektedir. Memeliler ağız yoluyla nikeli vücutlarına aldıklarında çeşitli çözülebilir nikel bileşiklerine uzun ya

da kısa süreli maruz kalmaları sonucu nikel temel olarak böbreklerde bulunur; önemli miktarda nikel, karaciğer, kalp, akciğer ve yağlarda da görülür. Nikel aynı zamanda plösentel duvara da yapışmaktadır, nikel maruz kalan annelerdeki çocuklarda yüksek nikel seviyeleri göze çarpmaktadır. Solunan nikel karbonil; akciğer, beyin, böbrek, karaciğer ve adrenaline yüksek nikel yoğunluğuyla sonuçlanır. Kan, plazma, serum ve idrardaki nikel yoğunluğu, nikel maruz kalmanın sonuçlarını gözler önüne sermektedir [29].

Nikel havada, toprakta, suda, besinlerde ve ev araç-gereçlerinde bulunur; sindirme, solunum ve deri tarafından emilmesi yoluyla nikel maruz kalır. Son araştırmalara göre doğal kaynaklar yoluyla 28.100 ton, insan aktiviteleri yoluyla 99.800 ton nikel her yıl, havaya bırakılmaktadır. Atmosferde nikel, çoğunlukla partikül halinde bulunur. Doğal sulara en baskın türü, $(\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6)^{+2}$ formundaki Ni^{+2} 'dir. Alkali topraklarda toprak çözeltisinin ana bileşenleri Ni^{+2} ve $\text{Ni}(\text{OH})^+$ 'dir; asidik topraklarda ana çözelti türleri Ni^{+2} , NiSO_4 ve NiHPO_4 ' tür.

Antropojenik aktivitelerden kaynaklanan nikel kirliliği, metal madenciliği, tasfiyeciliği ve rafinericiliği faaliyetlerinden; fosil yakıtların kullanılmasından; nikel kaplama ve alaşım üretiminden; tortu ve kanalizasyonlarca toprakların tahrip edilmesindedir. Yasayan organizmalardaki ve abiyatik (yaşamsal olmayan) maddelerdeki nikel yoğunluğu, nikel tasfiye ve rafineri bölgeleri, nikel-kadmiyum akü alanları, lağım boşaltım alanları ve kömür külü imha bölgelerinin yakınlarında yüksektir [18].

3.1.3. Kurşun (Pb)

Atom Numarası: 82

Atomik Yarıçap: 180 pm

Kovalent Yarıçap: 147 pm

Kristal Yapısı: Yüzey Merkezli Kübik

Yoğunluğu: 11,34 g/cm³

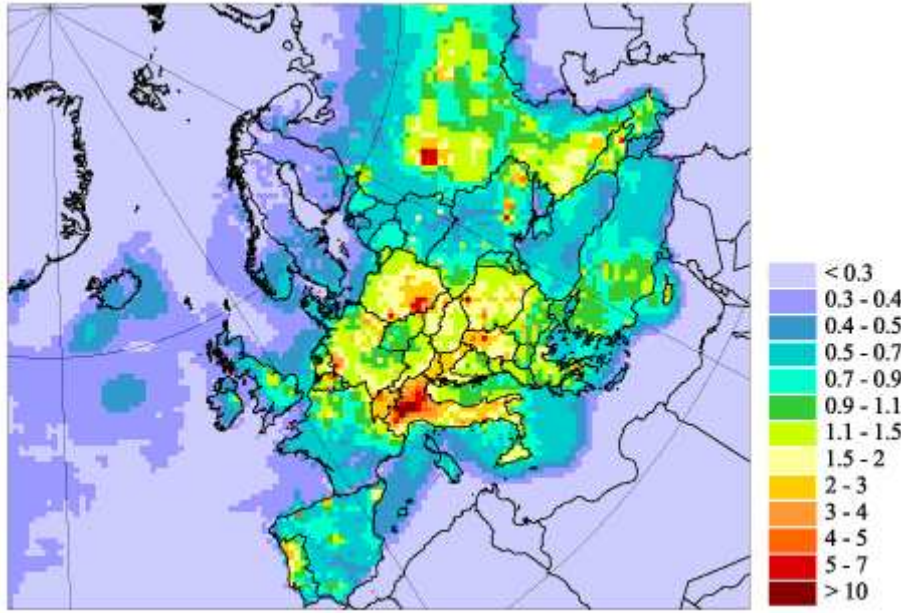
Kaynama Noktası: 1749 °C

Erime Noktası: 327,4 °C

Biyosfere insan faaliyetlerine bağlı olarak önemli oranda yayılan kurşun, günümüzden 4000–5000 yıl öncesinde, antik uygarlıklar tarafından gümüş üretimi esnasında yan ürün olarak keşfedilmiş ve tarih boyunca kurşun üretimi ve kullanımı giderek artış göstermiştir. Kurşun, Roma İmparatorluğunda su borularında, su saklama haznelerinde kullanılmıştır ve günümüz bilim adamları ve tarihçiler bu kullanım şeklinin Roma İmparatorluğunun sonunu hazırladığı görüşünü ortaya atmaktadırlar. Kurşun zehirlenmesi sonucu, yönetici sınıfının düşünme kapasitesinin düşmesi, doğum oranlarındaki azalış ve kısalan yaşam süresinin bu çöküşün temelini oluşturduğu iddia edilmektedir [30-31].

Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zarar veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır [20]. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından (Çalışma ortamında izin verilen sınır 0,1 mg/m³) çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir. 1920' lerde kurşun bileşikleri (Kurşuntetraetil Pb(C₂H₅)₄) benzine ilave edilmeye başlamıştır ve bu kullanım alanı kurşunun ekolojik sisteme yayınımlında önemli rol oynamaktadır (227.250 ton/yıl ABD).

Günümüzde kurşunsuz benzin kullanımı ile atmosfere kurşun yayınımlı azalmakla beraber kurşunsuz benzin bileşiminde bulunan kurşun bir çok birincil metal üretim aşamasından atmosfere kurşun ve bileşiklerinin yayınımlı devam etmektedir. Dünyada en yaygın kurşun kullanımı kuzey Amerikadadır ve yıllık tüketim 1,300,000 ton seviyelerine ulaşır ve bu kullanım koşullarında atmosfere atılan miktar yıllık 600,000 ton seviyelerine ulaşır. Şekil 2 de Avrupa üzerinde kurşun emisyonu dağılımlı verilmiştir. Kurşun dağılımlı incelendiğinde sanayileşme ve araba kullanımı ile kurşun yayınımlı arasındaki ilişki açıkça ortaya görülmektedir.



Şekil 3.1. Kurşun yayılımı (katı ve sulu ortam toplam) kg/km²/yıl (2001) [20].

Kurşun 20. y.y.'da yüksek oranlarda paslanmaya karşı oksit boya hammaddesi olarak kullanılmıştır. Kurşun oksidin hafif tatlımsı bir tadının olması çocukların bu boya maddelerinin döküntülerini yemelerine ve dolayısıyla özellikle kurşuna karşı hassasiyetleri daha fazla olan küçük çocuklarda ciddi problemlere sebep olmuştur. Almanya ve diğer gelişmiş ülkelerde 1971' de boya maddelerindeki kurşun kullanımı ve 1979' da ise yemek saklama kutularındaki kurşun kullanımını sınırlayıcı yasalar çıkarılmıştır [20].

Kurşunun diğer önemli kullanım alanları ise; teneke kutu kapakları, kurşun-kalay alaşımli kaplar, seramik sırları, böcek ilaçları, aküler vb. alanlardır. Kurşunlu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da kurşun kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurur. Su borularında kullanılan kurşun kaynaklar ve eski evlerde bulunan kurşun tesisatlar da, kurşunun suya karışmasına sebep olabilmektedir. Kozmetik malzemelerde bulunan birçok pigment ve diğer ana maddeler de kurşun bulundururlar. Diğer taraftan sigara ve böcek ilaçları da kurşun kaynakları arasında sayılabilirler. Endüstriyel olarak kuyumculuk sektöründe altın

rafınasyon ve geri kazanımı esnasında uygulanan ‘‘Kal’’ işlemi illegal olarak önemli oranda kurşunun oksit halinde atmosfere atılmasına neden olmaktadır [19].

Pb, toprak partiküllerine yapışır ve topraktaki kurşun asidik ve yumuşak olmadıkça yer altı ve içme sularına karışmaz. Toprak ve suda uzun süre kalabilir. Topraklarda ortaya çıkan Pb kirliliği, benzinin yanması sonucu oluşan atmosferik Pb’den ileri gelmektedir. Kurşun toprak ve bitkilerde eser oranda bulunur. Topraktaki konsantrasyonu ortalama olarak 15 ppm’dir. Genel olarak yeryüzündeki kurşun konsantrasyonu, yer altındaki kurşun konsantrasyonundan daha yüksektir [19].

Bitkilerde kurşun iki şekilde bulunur. İnorganik Pb genel olarak bitkilerin dış cephesinde kaldığından yıkanma ile büyük ölçüde temizlenir, tohum ve köklerde aşırı birikim yapmaz. Oysa organik Pb bitkiler tarafından hızla alınmaktadır. Bu takdirde bitkide büyüme yavaşlar ve tohum ve köklerde Pb yoğunluğu artar. Bitkilerdeki doğal kurşun seviyesi 5 ppm’in altındadır. Bu doğal kurşun seviyesi bitkinin yetiştiği toprağa ve içinde bulunduğu atmosfere göre artabilir. Bitki tarafından alınan kurşunun büyük bir kısmı bitkinin köklerinde birikir. Kurşun bitkinin toprak üstü kısımlarında pek bulunmaz. Bitkinin kurşunu bünyesine alması veya asimile etmesi topraktaki toplam kurşundan ziyade, topraktaki çözünebilir kurşun konsantrasyonu 0,05-5 ppm seviyesindedir. Çok çözünen kurşun bileşikleri, topraktaki çözünmeyen kurşun bileşikleri haline dönüşür. Bir çalışmada çözünebilir yüzdesi 2784 ppm olan bir toprak yapılmış, başka bir deyişle belirli miktarda toprak alınmış buna yukarıdaki konsantrasyonu sağlayacak kadar kurşun nitrat ilave edilmiştir. Analiz sonucu toprakta 17 ppm çözünebilir kurşun kaldığı görülmüştür [19].

Pb, organizmaya beslenme ve solunum yollarıyla ve az miktarı da (sadece tetra etil kurşun) deri yoluyla ile alınıp yaşam boyunca kemiklerde depolanır. Kurşun vücuttaki hemen hemen tüm organ ve dokuları etkilemektedir. Kurşun ayrıca böbreklerde ve bağışıklık sisteminde de hasara neden olur. Etkiler kurşunun solunum ya da sindirim yoluyla alınmış olmasına rağmen değişiklik göstermez. İnorganik kurşun bileşikleri insan vücuduna başlıca solunum ve sindirim yollarıyla girer.

Sindirim sistemine giren kurşunun ancak %5-10’unu kana karışır. Buna karşılık solunum yoluyla alınan kurşunun %30-40 kadarı kana karışır. Havadaki kurşun

konsantrasyonu yiyecek ve içeceklerdekinden çok daha az olmasına rağmen, solunum yoluyla alınan kurşunun vücuttaki miktarı, sindirim yoluyla alınanlardan çok daha fazladır. Kan dolaşımına giren kurşunun bir kısmı kemiklerde birikir, bir kısmı da idrarla dışarı atılır. Bu mekanizma kurşunun yumuşak dokularda birikmesini önler.

Yalnız Pb^{+2} 'nin bazı kimyasal özellikleri Ca^{+2} 'kine benzediğinden, kurşun kemiklerde birikir. 70 kilo ağırlığındaki bir kimsenin vücudunda toplam olarak 100-400 mg kurşun bulunur. Bunun da %90-95'i vücut iskeletinde yer alır. İskelettteki kurşun da devamlı hareket halinde olup, biyolojik yarılanma ömrü 2-3 yıldır. Kurşun, hemoglobinin çok önemli bir kısmı olan hemin sentezlenmesini önler ve kansızlığa sebep olur. Kurşun zehirlenmesine uğrayan bir vücutta alyuvarların sentezi azaldığı gibi, mevcut olanların da biyolojik ömrü azalır. Bunun sonucu, zehirlenen kişide kansızlık görülür. Kurşunun bu özelliği, vücutta hem sentezini katalize eden enzimin aktivitesini durdurmasından ileri gelir. Kurşun, benzer şekilde böbrek enzimlerini de inhibe eder ve zehirlenmelere sebep olur [19].

3.1.4. Kadmiyum (Cd)

Atom Numarası: 48

Yoğunluğu: 8.6 g/mL

Erime Noktası: 1455 °C (1728 K)

Atom Ağırlığı: 112,40

Kadmiyum, çinko üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiştir. Çinko üretiminde ortaya çıkıncaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır. Ancak günümüzde kadmiyum da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasındadır. Günümüzde kadmiyum endüstriyel olarak nikel/kadmiyum pillerde, korozyona karşı özellikle denizel koşullara dayanımı nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılır. Kadmiyum empürüte olarak fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde

bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliğine yol açar [20].

Kadmiyumun yıllık doğaya yayılım miktarı 25,000 – 30,000 tondur ve bunun 4,000 – 13,000 tonu insan faaliyetlerine bağlı olarak ortaya çıkar. İnsan yaşamını etkileyen önemli kadmiyum kaynakları; sigara dumanı, rafine edilmiş yiyecek maddeleri, su boruları, kahve, çay, kömür yakılması, kabuklu deniz ürünleri, tohum aşamasında kullanılan gübreler ve endüstriyel üretim aşamalarında oluşan baca gazlarıdır. Endüstriyel olarak kadmiyum zehirlenmesi kaynak yapımı esnasında kullanılan alaşım bileşimleri, elektrokimyasal kaplamalar, kadmiyum içeren boyalar ve kadmiyumlu pillerdir. Kadmiyum önemli miktarda gümüş kaynaklarda ve sprey boyalarda da kullanılmaktadır [20].

Kadmiyum diğer ağır metaller içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir ve insan yaşamı için gerekli elementlerden değildir. Suda çözünebilir özelliğinden dolayı Cd^{2+} halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır ve akümle olma özelliğine sahiptir [32].

Kadmiyum ve çinko yerkürede bir arada ve benzer yapılarda bulunurlar. Bu iki metal insan vücudunda da benzer strüktürel ve fonksiyonel özellikler göstermektedirler [20]. Besinlerle vücuda alınan kadmiyumun sadece %2'si vücut tarafından absorbe edilir. Son derece uzun bekleme süresi sebebiyle, bu küçük miktarın bile yavaş yavaş birikerek, yıllar sonra tehlikeli noktalara gelmesi olasıdır [26]. Kadmiyum, alınma yoluna ve süresine bağlı olarak değişen miktarlarda hemen hemen tüm dokularda birikir. En çok birikim organları böbrek, karaciğer, dalak, pankreas ve testistir [2].

Kadmiyumun Gastro-intestinal absorpsiyonu kalsiyum, demir ve protein eksikliği hallerinde artar. Düşük dozda uzun süreli kadmiyuma maruziyet esansiyel hipertansiyona ve erkeklerde kısırlığa neden olabilir. Endüstriyel kirliliğe bağlı uzun süreli maruziyet ise tübüler proteünerii glikozuri ve aminoasitüri şeklinde karakterize edilen renal difonksiyonlara neden olmaktadır. Kadmiyum toksisitesi kalsiyum metabolizmasını bozar, kemiklerde kalsiyum kaybı, kemik ağrıları, osteomalazi,

osteoporozisler meydana getirir. Aşırı dozda kadmiyum maruziyeti ciddi kemik deformiteleri ve kronik renal rahatsızlıklara neden olur [2].

Kadmiyumun alınımı aşırı olduğunda akut kronik zehirlenme görülebilir. Ağız yoluyla akut kadmiyum zehirlenmesi şiddetli gastrit, bulantı, kusma, diyare ve metalik lezzet hissi ile başlar. Kronik zehirlenme ise hiperkromik anemi, büyümenin durması şeklinde kendini gösterir [2].

Kadmiyumun başlıca vücuttan atılım yolu idrardır. Ancak az miktarda da olsa anne sütü, saçlar, ter ve dışkı ile de atılırlar. Vücuttaki yarı ömrü 7-30 yıl arasında değişir. Yaşlanma ile vücudun kadmiyum yükü artarken, atılan miktar genellikle değişmez [2].

3.1.5. Krom (Cr)

Atom Numarası: 24

Erime Noktası : 1857 °C

Atom Ağırlığı: 51,996

İlk kez 1789 da Fransız L. N. Vauquelin tarafından üretilmiş ve çok renkliliğinden dolayı yunanca renkler anlamına gelen krom olarak adlandırılmıştır. Günümüzde özellikle alaşım elementi olarak kullanılmaktadır [33-34].

Metal alaşımlarında, metal kaplamalarında, elektrik dirençlerinde, Krom kapsamlı paslanmaz çeliklerde, otomotiv ve cihaz aksesuarlarında koruyucu olarak, nükleer araştırmalarda, anorganik pigmentlerin bileşimlerinde kullanılırlar. Deri endüstrisi atık sularında Cr (III) ve Cr (VI) tuzları halinde bulunur. Cr(III) daha az zehirli özelliكتedir, kloroplastın yapısını onarıcı özelliğe sahip olduğundan bitkilerin büyümelerinde pozitif etki yapar [35].

Krom içeren minerallerin endüstriyel oksidasyonu ve fosil yakıtların, ağaç ve kâğıt ürünlerin yanması neticesinde doğada (hexavalent) altı değerlikli krom oluşmaktadır. Okside krom havada ve saf suda nispeten kararlı iken ekosistemdeki organik

yapılarda, toprakta ve suda üç değeriğe geri redüklenir. Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yılda yaklaşık olarak 6700 ton krom bu çevrimden ayrılarak denize akar ve okyanus tabanında çökeler [33-34].

Kromun başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır [33-34].

Günde ortalama krom alımı (tüm değeriğlerde) ortalama 30-200 mg'dır bu oranda alınan kromun toksikolojik bir etkisi yoktur ve yetişkin bir insanda günlük krom ihtiyacını karşılar. Günde 250 mg' a kadar alınan kromun vücut sağlığına zararı yoktur [33-34].

Yaklaşık olarak alınan Cr^{3+} ün % 0.5 – 3'ü vücut tarafından adsorbe edilirken Cr^{6+} , ın sindirim sistemindeki adsorbsiyonu Cr^{3+} ,nın 3–5 kat (yaklaşık %3–6 Cr^{6+}) daha fazladır. Adsorbe olan krom genelde üre bileşiği olarak atılır ve günlük atılan krom 0,5 – 1,5 µg olup bu da günlük alınan kroma yaklaşık olarak eşittir. Çözeltideki krom deri tarafından hemen adsorbe edilir ve kırmızı kan hücreleri vasıtasıyla böbreklere gider ve dışarı atılır [33-34].

Günlük alınan krom miktarı tüketilen besin maddeleri ile ilintilidir. Et, hububat, bakliyat ve baharatlar en iyi krom kaynağıdır, süt ürünleri, pek çok sebze ve meyve ise az miktarda krom ihtiva eder. İnsan vücudundaki krom eksikliği, şeker hastalığı olarak kendini gösterir. Krom eksikliği, kurşunun toksikliğini artırırken, biyolojik sistemlerdeki aşırı Cr^{6+} farklı tipte kanser oluşumuna sebep olmaktadır. Kromat bilenen en genel alerjen maddedir. Ancak krom kaynaklı cilt kanserine rastlanmamıştır. Pek çok araştırma sonucunda, solunum ve deri teması sonucunda kroma maruz kalan kişilerin sağlık sorunu ile karşılaştıkları tespit edilmesine rağmen kesin sınır değeriği belirlenmemiştir. Cr^{6+} ,nın hava yoluyla vücuda alınması ile burun akmaları, burun kanamaları, kaşıma ve üst solunum yollarında delinmelerin yanı sıra kroma karşı alerji gösteren insanlarda da astım krizleri görülmektedir.

Cr^{3+} 'nın hava ile alınması solunum yollarına Cr^{6+} kadar negatif etki yapmamaktadır. Yetişkin bir insan için ağızdan alınan öldürücü doz 50 – 70 mg /kg Cr^{6+} 'dır [33].

Yüksek dozda Cr^{6+} bileşiklerinin alımına bağlı olarak şiddetli ve sıklıkla ölümlerle sonuçlanan patolojik değişimler ortaya çıkar. Günlük doz sınırları içinde alınan Cr^{3+} bileşiklerinin insanlara veya hayvanlara zararları görülmemiştir. Altı değerlikli krom bileşikleri deri, sindirim sistemi ve akciğerler için temas ettikleri durumlarda tahriş edici ve korozif özellik göstermektedirler [33].

Laboratuvar denemelerinde Cr (VI) nın kanserojen özelliği tespit edilmiştir ve kanserojen etki özellikle bronş sisteminde etkindir. Kromatlaşma yapan ve krom üretiminde çalışan işçiler üzerinde yapılan araştırmalarda, cevherden dikromatların ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) üretilmesinde ve izolasyonunda çalışan işçilerde bronşit kanserinin arttığı tespit edilmiştir. Kanser oluşum mekanizması kesin olarak bilinmemekle beraber Cr^{6+} 'nın çift-iplikli deoksiribonükleik asit (DNA) ile bağlandığı kabul edilmektedir. Dolayısıyla, Cr^{6+} gen kopyalanmasını, onarımını ve eşlenmesini değiştirmektedir [33].

Krom, metal alaşımlandırmada ve boyalar, çimento, kağıt, kauçuk ve diğer malzemeler için pigment olarak kullanılmaktadır. Düşük seviyelerde kroma maruz kalındığında, deride iritasyon ve ülser meydana gelir. Uzun süreli maruz kalındığında böbreklerde ve karaciğerde hasara yol açabildiği gibi kan dolaşım sistemini ve sinir dokularını tahrip edebilir. Krom daha çok sulu ortamlarda birikerek çoğalır. Dolayısıyla yüksek seviyelerde kroma maruz kalmış balık yemek oldukça tehlikelidir [33].

3.1.6. Demir (Fe)

Atom Numarası: 26

Atomik Yarıçap: 140 pm

Kovalent Yarıçap: 125 pm

Kristal Yapısı: Hacim Merkezli Kübik

Yoğunluğu: 7,86 g/mL

Kaynama Noktası: 3023 °C (5182 K)

Erime Noktası: 1538 °C (280 °K)

Isı İletkenliği (300 K) : 80,4 W/(m.K)

Demir suda çözünmeyen (Fe^{+3}) ile çözünen (Fe^{+2}) hallerinin her iki şeklinde de bulunmaktadır. İki değerlikli demir, genellikle yeraltı sularında bulunur [36].

Toprak çözeltilisinde demir, Fe^{+2} (ferrus) ve Fe^{+3} (ferric, düşük çözünürlük) formlarında bulunur. Toprakta demir bulunsa da, alınabilirliğini etkileyen faktörler vardır. Eğer ortamda oksijen varsa Fe^{+2} hızlı bir şekilde Fe^{+3} 'e dönüşür. Bunun dışında genelde demir oksit, demir hidroksit ya da demir fosfat olarak bitkilerin alamayacağı formlarda bulunur [37].

Fe, bitkide az hareketlidir ve fotosentez işlemleri için gereklidir. Enzim faaliyetlerinde ve klorofil sentezinde önemli rol oynar [37]. Noksanlık belirtileri genç yapraklarda başlar. Genç yapraklar sararır damar araları yeşil kalır, Yeni büyüyen sürgünler ince ve bodur olur, meyve büyüklüğü azalır, ana damarların etrafında kahverengi lekeler belirir. İlerleyen safhalarda; yapraklar beyaza yakın renk alır ve damarlar da sararmaya başlar. Hatta fotosentez eksikliğinden dolayı geri ölümler görülebilir.

Demir, Dünya'da en çok noksanlığı görülen mikro-elementlerden birisidir. Türkiye topraklarında da çinko, bor ve demir noksanlığı başta gelir. Bunun başlıca nedenleri; Kireçli topraklar, yüksek toprak ve su pH'ı, yüksek HCO_3 konsantrasyonları ve topraktaki bitki besin elementlerinin düzensizliği yani farklı gübrelerin programsız ve yanlış uygulamaları diyebiliriz [37].

3.1.7. Alüminyum (Al)

Atom Numarası: 13

Atomik Yarıçap: 125 pm

Kovalent Yarıçap: 118 pm

Kristal Yapısı: Yüzey Merkezli Kübik

Yoğunluğu: 2,70 g/mL

Kaynama Noktası: 2519 °C (4566 K)

Erime Noktası: 660,32 °C (1220,58 K)

Isı İletkenliği (300 K) : 237 W/(m.K)

Doğada genellikle boksit cevheri halinde bulunur ve oksidasyona karşı üstün direnci ile tanınır. Bu direncin temelinde pasivasyon özelliği yatar. Endüstrinin pek çok kolunda milyonlarca farklı ürünün yapımında kullanılmakta olup dünya ekonomisi içinde çok önemli bir yeri vardır. Alüminyumdan üretilmiş yapısal bileşenler uzay ve havacılık sanayi için vazgeçilmezdir. Hafiflik ve yüksek dayanım özellikleri gerektiren taşımacılık ve inşaat sanayinde geniş kullanım alanı bulur [38].

Alüminyum kolay soğuyup ısıyı emen bir metal olması nedeniyle soğutma sanayinde geniş bir yer bulur. Bakırdan daha ucuz olması ve daha çok bulunması, işlenmesinin kolay olması ve yumuşak olması nedeniyle birçok sektörde kullanılan bir metaldir. Alüminyum genel anlamda soğutucu yapımında, spot ışıklarda, mutfak gereçleri yapımında, hafiflik esas olan araçların yapımında (uçak, bisiklet vs.) kullanılır. Bunun yanında sanayide önemli bir madde olan alüminyum günlük hayatta her zaman karşımıza çıkan bir metaldir [38].

Alüminyumun, onun hızla korozyona uğramasına neden olan bazı kimyasallarla temas etmesinden kaçınmak gerekir. Örneğin, bir parça alüminyumun yüzeyine damlatılan çok küçük bir miktar civa, koruyucu alüminyum oksit tabakasını kolayca deler ve birkaç saat içinde devasa yapı kırıları bile önemli derecede zayıflayabilir. Bu nedenle, pek çok havayolu şirketi, uçakların yapısal iskeletinde alüminyum önemli bir yer tuttuğu için civalı termometrelere izin vermemektedir [38].

Alüminyumun canlı hücreler üzerinde yararlı bir işleve sahip olduğu gözlemlenmemiştir. Bazı kişilerde, alüminyumun herhangi bir formundan kaynaklanabilen temas dermatiti (deri iltihabı), stiptik (kan durdurucu) veya ter önleyici ürünler kullanımıyla birlikte ortaya çıkan kaşıntılı kızarıklık, alüminyum tencerelerde pişen yemeklerin yenmesiyle ortaya çıkan sindirim bozuklukları ve besinlerin emiliminin durması ve Roloids, Amphojel, ve Maalox gibi antasit (asit

giderici) ilaçların kullanımıyla ortaya çıkan kusma vb. gibi zehirlenme belirtileri şeklinde alerjik reaksiyonlar yaratabilmektedir. Diğer kişilerde alüminyum, ağır metaller kadar zehirli olmasa da ve alüminyumdan yapılmış mutfak gereçleri kullanımının (yüksek korozyon direnci ve iyi ısı iletkenliği nedeniyle tercih edilir), genelde alüminyum zehirlenmesine yol açtığı kanıtlanmamış olsa da, yüksek dozlarda alındığında zehirlenme belirtileri gösterebilir. Alüminyum bileşikleri içeren antasitlerin aşırı dozda tüketimi ve alüminyum içeren ter önleyicilerin aşırı miktarda kullanımı zehirlenme nedeni olabilir. Alüminyumun Alzheimer hastalığına yol açtığı iddia edilmişse de o araştırma, tam tersine, Alzheimer hastalığının neden olduğu tahribatın, vücutta alüminyum birikimine yol açtığı şeklinde çürütülmüştür. Özetle, eğer alüminyum zehirlenmesi varsa bunun oldukça spesifik bir mekanizma ile gerçekleşmesi gerekmektedir [38].

Alüminyum için günlük alım miktarı 2–10 mg/gün olarak belirlenmiştir.

3.3. Ağır Metallerin Fonksiyonları

Kültür suyunun iyonik yapısı su hayvanlarının metabolizma prosesleri üzerinde hayati bir rol oynar. Elementlerin elektrokimyasal, katalitik ve yapısal olmak üzere üç fonksiyonu vardır. Elementler, metabolik enerji kaynağı olarak kullanıldıklarında, Elektrokimyasal olarak rol oynarlar. Bütün temel elementler enzim aktivatörleri olarak davranırlar ve biyokimyasal reaksiyonları ayarlamaya yardım ederler, işte o zaman katalitik olarak rol oynarlar. Protein ve aminoasitler gibi maddelerin sentezinde pek çok element gereklidir. Bu ise elementlerin yapısal fonksiyonlarıdır ve element son ürünün vazgeçilmez bileşenidir [39].

3.4. Ağır Metallerin Vücuttaki Metabolik Olaylara Etkileri

Canlıların yaşam faaliyetlerini sürdürmesi için 20–21 kadar elemente gereksinim duyulmaktadır. Canlı yapılarıdaki oranlar % 0,05 ile % 6 arasında değişen metaller, metal aktif ve metal enzim sistemlerinde yer almaktadır. Arsenik, antimon, kurşun, kadmiyum ve cıva gibi metaller ise toksik etkili olarak bilinmekte ve çok düşük oranlarda dahi vücuda alındıklarında bir takım semptomlara neden olmaktadır.

Bazılarının etkisi ise giderek artma eğilimindedir. Bu toksik elementler gıda ve içeceklerde de bulunmakta, endüstrileşme ile çevre kirlenmesi sonucu oranlar artmaktadır [40].

Krom, vücuttaki basit şekerin parçalanmasında rol oynar. İnsülin oluşumuna, kandaki şeker ve kolesterol düzeyinin kontrolüne yardım eder. Krom, vücuttaki enzim ve hormonlar için çok önemlidir [39].

Manganez, sinir sistemi, beyin ve kasların beslenmesi için gereklidir. Vücudun tüm dokularında bulunur. Protein, yağ ve karbonhidratın kullanılabilir hale gelmesine yardımcı olan uyarıcı enzimleri aktive ederek çalışır. Vitamin B-1 ve Kolinle birlikte çalışarak sindirime yardımcı olur. Hem kadın hem de erkeklerde üreme sistemi için çok önemlidir [39].

Kurşun, cıva, bakır, çinko gibi ağır metaller suda çok az miktarlarda bulunurlar. Bunların hepsi insanlar için toksiktir. Çinko, normal miktarlarda baz enzimatik fonksiyonlar için gereklidir ve birçok proteinlerde yapı elementi olarak bulunur. Bakır bazı enzimlerde bulunur ve pek çok omurgasızın kan proteininde solunum pigmenti halinde mevcuttur [39].

Organik kurşun tuzlar direkt olarak solunur, yutulur veya deriden absorblanabilir. Yetişkinler gıdalardan, havadan ve sudan gelen 150 mg/gün kurşunu tolere edebilirler.

Kurşunun toksik etkisi kanda 0,6–1,0 mg/mL olduğu zaman ortaya çıkmaktadır. Çocuklarda bu oran daha düşüktür. Kurşun zehirlenmesi genellikle kronik seviyededir. Özellikle kemik ve kemik iliğinde değişiklikler görülür. Bunun yanında anemiye, nörotoksik etkilerinden dolayı felce, kolik ve nörofizyolojik bozukluklara ve böbrek rahatsızlıklarına neden olur. Vücuttan atılamayan kurşun kemikte depolanır ve hayat boyunca burada kalır [40].

Kadmiyumun metabolizmada absorpsiyonu solunum yoluyla veya kontamine olmuş besinlerin tüketimiyle oluşur. Normal oran günde oral yolla 2–200 µg dır. Bu

miktarın sadece %5-10'u absorbe edilir. Absorbe edilen kadmiyumun yaklaşık %50'si karaciğer ve böbrekte birikir. Kadmiyum plasentaya geçmez ve yaş ilerledikçe derece derece birikir. Böbrekteki kadmiyum yarılanma ömrünün 18-33 yıl veya daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Yüksek konsantrasyondaki kadmiyuma maruz kalmak bir çeşit anemiye, enteropatiye, böbreklerde hasara, proteinüri'ye ve osteoporosis'e sebep olmaktadır [40].

3.5. Ağır Metallerin Sağlık Üzerine Etkisi

Bitkiler ve hayvanlar mikro besin olarak bazı metallere ihtiyaç duyarlar. Bununla beraber bazı metallerin katı formları küçük miktarda olmasına rağmen toksik olabilirler. Böylece insan ve hayvan sağlığını riskli duruma getirirler. Çevrede metallerin etkileri bitki ve hayvanlar tarafından alınabilir formda oluşmalarına son derece bağlıdır. Örneğin; kurşun sediment parçaları üzerinde adsorbe edilir ve böylece Cd iyonları direkt olarak sudan adsorbe edilirken geniş oranda kurşun adsorblanamaz. Bir organizmanın bir metali alımı atma kabiliyetinden daha büyüktür, bu nedenle metal birikecektir [18]. Aşağıda elementlerin zehirlilik düzeylerine göre sınıflandırılması tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Elementlerin Zehirliliklerine Göre Sınıflandırılması [18].

Kritik Olmayan		Zehirli fakat çok az çözünür			Çok zehirli fakat nispeten bulunur		
Na	C	F	Ti	Ga	Be	As	Au
K	P	Li	Hf	La	Co	Se	Hg
Mg	Fe	Rb	Zr	Os	Ni	Te	Ti
Ca	S	Sr	W	Rh	Cu	Pd	Pd
H	Cl	Al	Nb	Ir	Zn	Ag	Sb
O	Br	Si	Ta	Ru	Sn	Cd	Bi
N			Re	Ba		Pt	

Öncelikli kirleticiler sınıfına giren ağır metallerin arıtılması zordur. Arıtılmadan atık suya birlikte deşarjları ise girdikleri doğal ortamı bozar. Ağır metaller ile araştırmalarını sürdüren pek çok bilim adamı bu metallerin canlı bünyesine yaptığı olumsuz etkileri incelemişlerdir [23].

Gıda maddelerinde doğal halde bulunan toksik elementler genellikle sağlığa zararlı olacak düzeyde değildir. Söz konusu bu elementlerle zehirlenme olayları, doğal miktarların bulaşma yolu ile yükselmesinden ileri gelir [2].

Son yıllarda halk sağlığı kuruluşları, çevre kirliliğine bağlı olarak gıdalara bulaşan toksik metallerin tüketici açısından sağlık sorunları yarattığı gerekçesiyle konuya dikkat çekerek buna ilişkin çalışmalarını yoğunlaştırmaktadır. Gıda tarım örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bünyesindeki gıda sağlık komisyonu günümüz teknolojisinin olanaklarını göz önünde bulundurarak, çeşitli gıdalarda en fazla bulunabilecek toksik metal miktarlarını da saptamıştır [2].

Foklar üzerinde yapılan bir başka araştırmada ise ağır metallerin cinslerine göre canlı bünyesinde birikme oranlarının değiştiği belirlenmiştir. Cd'ye Zn ile yapılan araştırmada hayvanların en çok ciğerlerinde sonra böbrek ve kaslarında daha çok Cd'a daha az oranda Zn'nun biriktiği belirlenmiştir [23].

Tablo 3.2.Ağır Metallerin Günlük Alım Miktarları

Ağır Metaller	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb
Günlük Alım Miktarları(ppm)	2-10	0-0,1	0-1	2-3	10-18	0-1	0-1

BÖLÜM 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Numune Olarak Kullanılan Çaylar

Aktardan farklı firmaların paket içinde nane, rezene, kekik, kantaron ve melisa adlı bitki çayları alınmıştır. Açıkta satılan nane, rezene, kekik, kantaron ve melisa adlı bitki çayları alınmıştır. Network elden dağıtım firmalarından herbalife ve forever-living adlı çayları alınmıştır. Marketten siyah çay alınmıştır. Alınan 13 çay numunesinin tartım sonuçları aşağıdaki tabloda belirtilen miktarlardadır.

Tablo 4.1 Analiz için alınan bitki çayları numunelerinin miktarları

Alınan Madde (Açık)	Miktarı (g)
Melisa	0,1138 g
Kekik	0,1278 g
Nane	0,1676 g
Kantaron	0,1688 g
Biberiye	0,1208 g
Siyah Çay	0,1391 g

Alınan Madde (Paket)	Miktarı (g)
Kekik	0,2304 g
Nane	0,1631 g
Rezene	0,1382 g
Melisa	0,1122 g
Kantaron	0,1404 g
Siyah Çay	0,1329 g

Alınan Madde	Miktarı
Herbalife	0,1574 g
Forever Living	0,1509 g

Tablo 4.2 Demleme için alınan bitki çayları numunelerinin miktarları.

Demleme İçin Alınan Madde Miktarları	Süre (2 dk)	Süre (5 dk)	Süre (10 dk)
Biberiye	3,0032 g	3,0080 g	3,0077 g
Nane	1,0048 g	1,0083 g	1,0020 g
Kantaron	0,5094 g	0,5027 g	0,5470 g

4.2. Kullanılan Materyal ve Maddeler

--Yüksek kaliteli saf su elde etmek için SYNERGY 185 MİLİPORE saf su cihazı kullanılmıştır.

--Nem oranını sıfıra indirme amaçlı FN 500 NÜVE markalı etüv kullanılmıştır (105 °C).

--Kurutulmuş bitkilerin asit eşliğinde parçalanmasını sağlamak amacıyla BERGHOF markalı mikrodalga yakma ünitesi kullanılmıştır.

--Numunelerde bulunan metal konsantrasyonlarını ölçmek amacıyla PERKİN ELMER OPTİMA 2100 DV markalı ICP-OES Cihazı kullanılmıştır. Bu yöntem metallerin plazmada atomlaşması ve plazma ışığının emisyonunun ölçülmesine dayanır. Argon gazı bir radyo frekans halkasının içerisinden geçirilerek plazma oluşturur. Plazma sıcaklığı 6000K ile 8000K arasında değişir. Numuneler bir ebulayzerde aerosolleştirilerek plazmaya verilir. Numuneler ICP ye verilmeden önce asit ve sıcaklık yardımıyla yakılır. Bu yakma işlemi için mikro dalga yakma ünitesi kullanılır. Analiz yapılacak metallerin standartları uygun aralıklarla hazırlanarak bir kalibrasyon eğrisi çizilir. Bazı metallerin analizlerinde metal hidrürleri oluşturarak analiz yapılır.

Aşağıda ICP-OES Cihazının çalışma koşulları Tablo 4.2’de, ICP-OES ile analizi yapılan elementlerin kalibrasyon verileri Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3 ICP-OES Çalışma Koşulları

Cihaz	Perkin Elmer Optima 2100 DV
Görme Yüksekliği	12 mm
Dalga boyu	nm
Replikasyon	3
RF Gücü	1000 W
Plazma Gaz Akışı	18.0 L/min
Yedek Gaz Akışı	1,5 L/min
Numune Pompalama Oranı	25 rpm

Tablo 4.4 ICP-OES ile analizi yapılan elementlerin kalibrasyon verileri

Element	Dalga boyu (nm)	Replikasyon sayısı
Al	396,153	3
Cd	228,802	3
Cr	267,716	3
Cu	327,393	3
Fe	238,204	3
Ni	227,022	3
Pb	220,353	3

- Tartım işlemlerinde PRECİFA XB220A markalı hassas terazi kullanılır.
- Desikatör: Kurutulan numunenin nemini almakta kullanılır.
- Demleme çaylarda suyun kaynatılmasında VENLP markalı ısıtıcı kullanılmıştır.
- Diğer Malzemeler: Beher, mezur, pipet, balık (manyetik karıştırıcı), saat camı, spatula.

4.3. Kullanılan Kimyasallar

- Ağır Metal Standardı: ICP Multi Element Standart Solition 4 MERCK (1000 mg/L).
- Nitrik asit (HNO₃): % 65 MERCK (d=1.33 g/mL) . Uygun aralıklarda %'3 lük HNO₃ çözeltisiyle standartlar hazırlanır. Kalibrasyon yapılır.
- Hidrojenperoksit (H₂O₂): CARLO ERBA %30.

4.4. Deneysel Çalışma Yöntemi

Aktardan farklı firmaların paket içinde bulunan nane, rezene, kekik, kantaron ve melisa adlı bitki çayları alınmıştır. Ayrıca açıkta satılan nane, rezene, kekik, kantaron ve melisa adlı bitki çayları da alınmıştır. Network elden dağıtım firmalarından herbalife ve forever-living adlı çayları alınmıştır. Marketten siyah çay alınmıştır. Bu çaylar laboratuarda saat camına konularak daha sonra etüvde 105 °C 'de 1–2 saat arası bekletilerek kurutulmuştur. Etüvden numuneler çıkartılarak nem almadan soğutulması için desikatör'e alınıp 1–2 saat bekletilmiştir. Soğuyan numuneler hassas teraziye alınıp tartılmıştır. Mikrodalga ünitesinde yakılacak numuneler mikrodalğanın teflon kabına alınmıştır. Teflon kabına 2mL HNO₃ ve 3mL H₂O₂ eklenmiştir. Teflon kabın kapağı kapatılmadan önce bir miktar ultra saf su ilave edilmiştir. Daha sonra teflon kabın kapağı kapatılarak 20 dk. bekletilmiştir. Teflon kaplar mikrodalğanın yakma ünitesine konulmuştur. Mikrodalga cihazından çıkan numuneler 50mL'lik plastik kaplara alınmıştır. 50mL'lik plastik kaplara alınan numunelerin üzerine %3'lük Nitrik Asit (HNO₃) çözeltisi konularak 50mL'ye tamamlanmıştır. ICP-OES cihazı standart çözelti ile kalibre edildikten sonra numuneler ağır metal değerleri ICP-OES cihazına okutulmuştur. ICP-OES cihazından çıkan sonuçlar alınmıştır.

Bitkisel çay, demleme analizleri için numune tartılıp 50mL kaynamış suyun içine konularak içerisine balık atılarak karıştırma işlemi yapılmıştır. 2dk. bekletildikten sonra süzülen numunenin içinde bir miktar alınarak ICP-OES cihazında değerler okutulmuştur. Bitkisel çay, demleme analizleri için numune tartılıp 50mL kaynamış suyun içine konularak karıştırılmıştır. 5dk. bekletildikten sonra süzülen numunenin içinde bir miktar alınarak ICP-OES cihazında değerler okutulmuştur. Bitkisel çay, demleme analizleri için numune tartılıp 50mL kaynamış suyun içine konularak içerisine balık atılarak karıştırma işlemi yapılmıştır. 10dk. bekletildikten sonra süzülen numunenin içinde bir miktar alınarak ICP-OES cihazında değerler okutulmuştur.

BÖLÜM 5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

5.1. Toplam Metal Konsantrasyonları

Farklı çay örneklerinde bulunan Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni ve Pb elementlerinin konsantrasyonları Tablo 5.1.'de verilmiştir. Bu sonuçlar bitkideki diğer konsantrasyonlarla karşılaştırıldığında, Al konsantrasyonu tüm çay örneklerinde oldukça yüksek çıkmıştır. Diğer en yüksek oran demirde görülmektedir. Kadmiyum ise hemen hemen tüm çaylarda yok denilecek kadar az miktardadır.

Tablo 5.1 Çay örneklerindeki elementlerin konsantrasyonları (ppm)

Çay Örnekleri	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb
Kantaron (Açık)	138	0	2	15	169	8	5
Kantaron (Paket)	556	0	2	135	863	6	5
Kekik (Açık)	325	0	2	8	311	10	6
Kekik (Paket)	1074	0	5	12	1041	6	4
Melisa (Açık)	331	0	6	14	312	9	8
Melisa (Paket)	7658	0	22	22	8000	25	8
Nane (Açık)	712	0	3	13	581	7	4
Nane (Paket)	5043	0	14	19	4077	24	5
Rezene (Açık)	45	0	2	17	104	7	5
Rezene (Paket)	132	0	2	16	173	8	5
Siyah Çay(Açık)	1762	0	3	13	254	7	6
Siyah Çay (Paket)	1507	0	7	9	216	4	34
Biberiye (Açık)	184	0	2	8	166	4	9
Forever Living	124	0	1	8	108	3	14
Herbalife	785	0	3	3	23	5	7

Tablo 5.2 Demleme çay örneklerindeki elementlerin konsantrasyonları (ppm)

Demleme Çay Örnekleri	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb
Biberiye (2 dk)	4	0	0	1	3	0	0
Biberiye (5 dk)	5	0	0	1	4	0	0
Biberiye (10 dk)	8	0	0	1	6	0	0
Nane (2 dk)	20	0	0	6	13	2	0
Nane (5 dk)	26	0	0	6	17	2	0
Nane (10 dk)	35	0	0	6	20	3	0
Kantaron (2 dk)	13	0	1	6	7	0	4
Kantaron (5 dk)	18	0	1	8	12	0	4
Kantaron (10 dk)	27	0	2	9	17	2	5

Çay bitkisinin Al biriktirici olduğu bilindiğinden dolayı, analiz edilen çay örneklerinin çoğunda yüksek Al içeriğiyle karşılaşmak şaşırtıcı değildir [55]. Tüm bitkiler incelendiğinde, Al metalinin en az rezenede (45 ppm), en çok siyah çayda (1762 ppm) olduğu görülmektedir.

Kadmiyum, birçok çay örneğinde rastlanmamasına rağmen Forever Living paket çayında 0,3 ppm düzeyinde rastlanmaktadır.

Krom seviyesi bitkilerde 1-6 ppm arasında bulunmuştur. Bu metalin en az Forever Living paket çayında, en çok da melisada bulunduğu görülmektedir. Analiz edilen dokuz çay örneğinde bakır içeriğinin analiz sonuçları, normal olarak kabul edilen 2-20 ppm değerinin arasındadır [55]. Ancak sonuçlar Cu metalinin en çok rezenede (17 ppm) olduğunu göstermektedir. En az olarak da herbalife çayında (3 ppm) olduğu görülmektedir.

Demir tüm çay örneklerinde, günlük alınması normal kabul edilen değerlerin oldukça üzerindedir. Bu metale en az herbalife paket çayında (23 ppm), en çok da kantaron bitkisinden elde edilen çayda (1041 ppm) rastlanmaktadır.

Çay örneklerinde rastlanan Ni miktarları incelendiğinde en düşük değer Forever Living, en yüksek değer de kekik de olduğu görülmektedir. Nikel metalinin çaylarda bulunma aralığı ise 3-10 ppm arasındadır.

Kurşun miktarları incelendiğinde, iki farklı çay örneğinde minimum kurşun miktarına rastlanmaktadır. Bunlardan biri kantaron iken diğeri nanedir. Bu çaylardaki değerler 4 ppm düzeyindedir. Maksimum miktarda kurşuna ise 14 ppm olarak Forever Living çayında rastlanmaktadır.

Çaylardan gelen ağır metallerin miktarları, çayların çeşitlerine göre farklılık göstermektedir. Aktarlardan alınan çaylar (açık), marketlerden alınan çaylar (paket), Network elden dağıtım şirketlerinin paket çayları ve siyah çay incelenmiştir. Bulgular incelendiğinde tüm çaylarda ağır metal miktarlarının yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu ağır metallere Al ve Fe miktarları tüm çaylarda oldukça fazla iken Cd, Cr, Cu, Ni ve Pb nispeten daha az bulunmuştur. Bu metallerin çaylardaki oranları incelendiğinde, ağır metallere en çok paket çaylarda rastlanırken, en az network elden dağıtım şirketinin çaylarında rastlanmıştır.

Açıkta satılan çaylar içerdikleri metal oranlarına göre kendi aralarında incelendiklerinde, hemen hemen her metal iyonunu biberiye bitkisi ile yapılan çayın diğer çaylara göre daha az bulundurduğu görülmektedir.

5.2. Çay Demlemeleri

Biberiye, nane ve kantaron ile yapılan birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerindeki Al, Cr, Cu, Fe, Ni ve Pb konsantrasyonları aşağıda verilmiştir. Bu sonuçlar 10 dk demleme süresinde metallerin çözünürlüklerinin 5dk demleme süresindeki metallerin çözünürlüklerinden fazla olduğunu, 5 dk demleme süresindeki metallerin çözünürlüklerinin 2 dk demleme süresindeki metallerin çözünürlüklerinden fazla olduğunu göstermektedir. Benzer bulgular Mehra ve Baker (2007) tarafından da raporlanmıştır. Ayrıca Street ve ark. (2006) tarafından da buna benzer bulgular bulunmuştur.

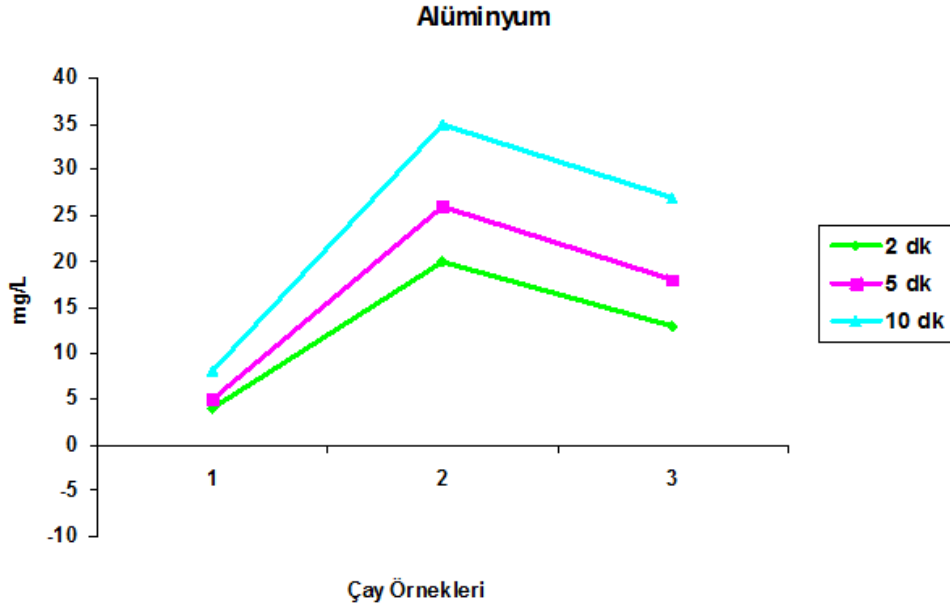
Çay Örnekleri:

1 Biberiye

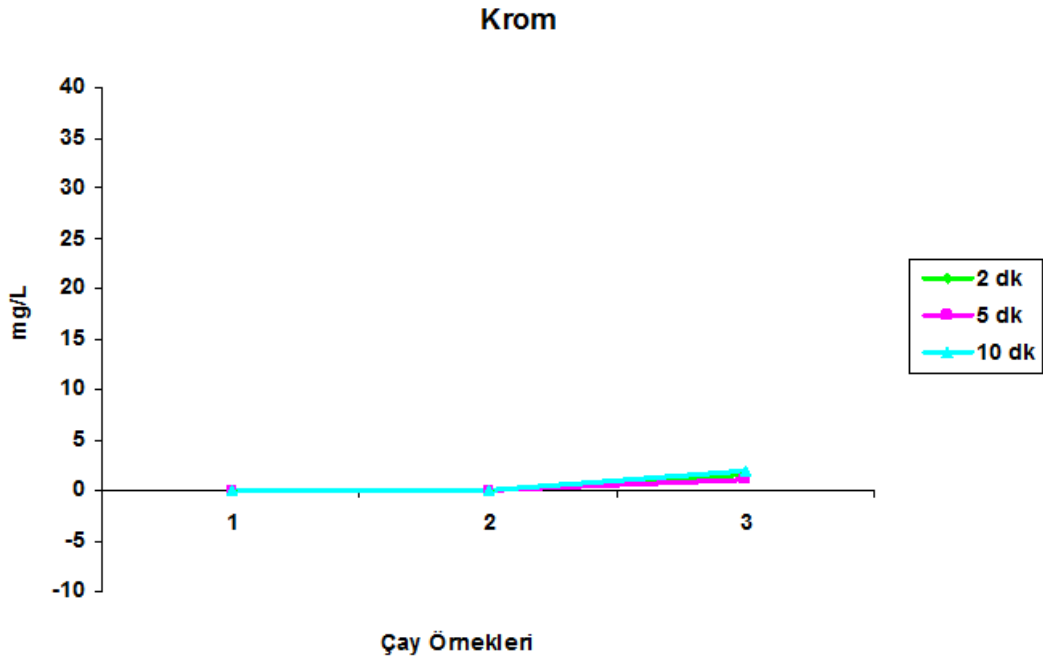
2 Nane

3 Kantaron(Paket)

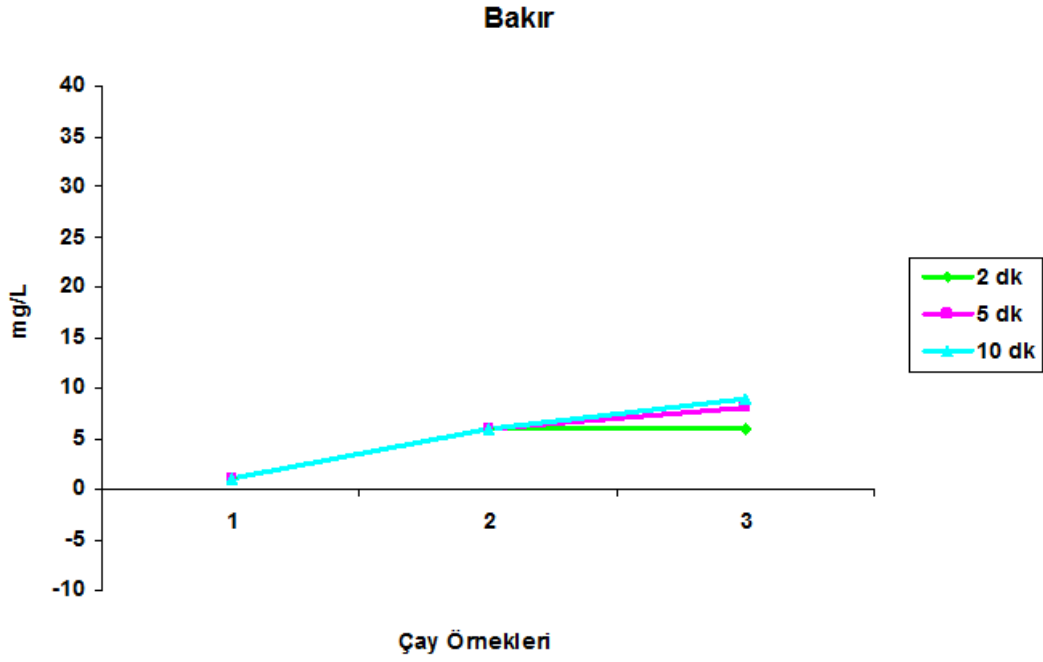
Şekil 5.1. Biberiye, nane ve kantaron(paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Al konsantrasyonları (ppm)



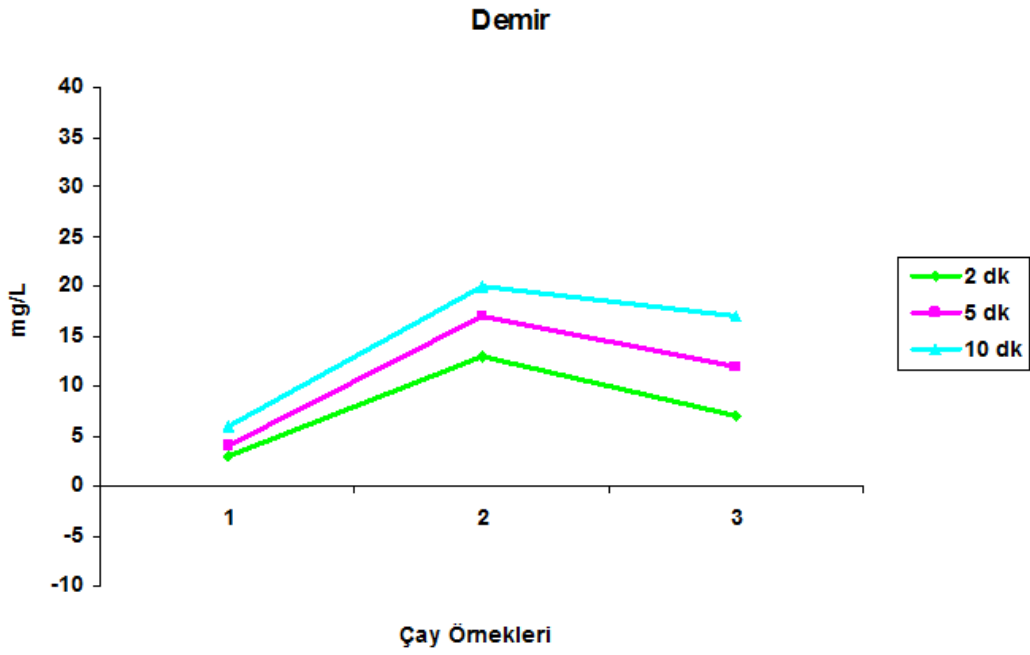
Şekil 5.2. Biberiye, nane ve kantaron(paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Cr konsantrasyonları (ppm)



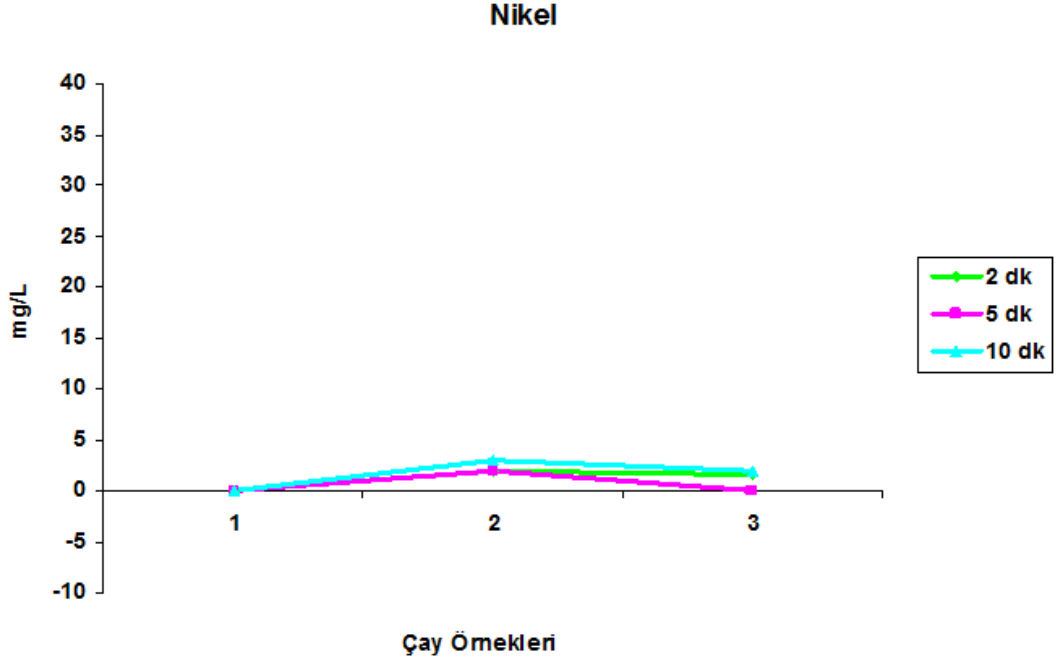
Şekil 5.3. Biberiye, nane ve kantaron(paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Cu konsantrasyonları (ppm)



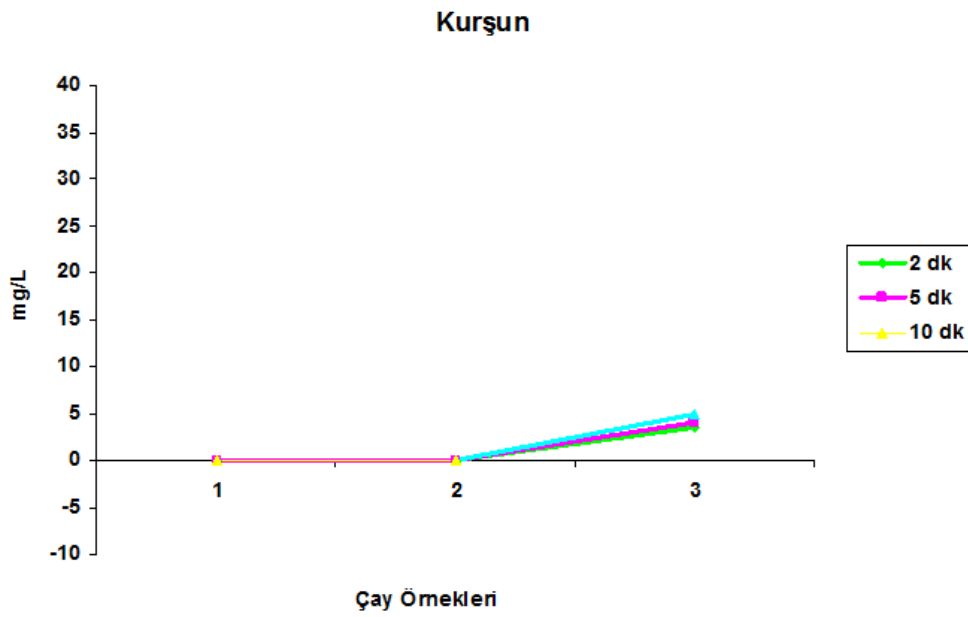
Şekil 5.4. Biberiye, nane ve kantaron(paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Fe konsantrasyonları (ppm)



Şekil 5.5. Biberiye, nane ve kantaron(paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Ni konsantrasyonları (ppm)

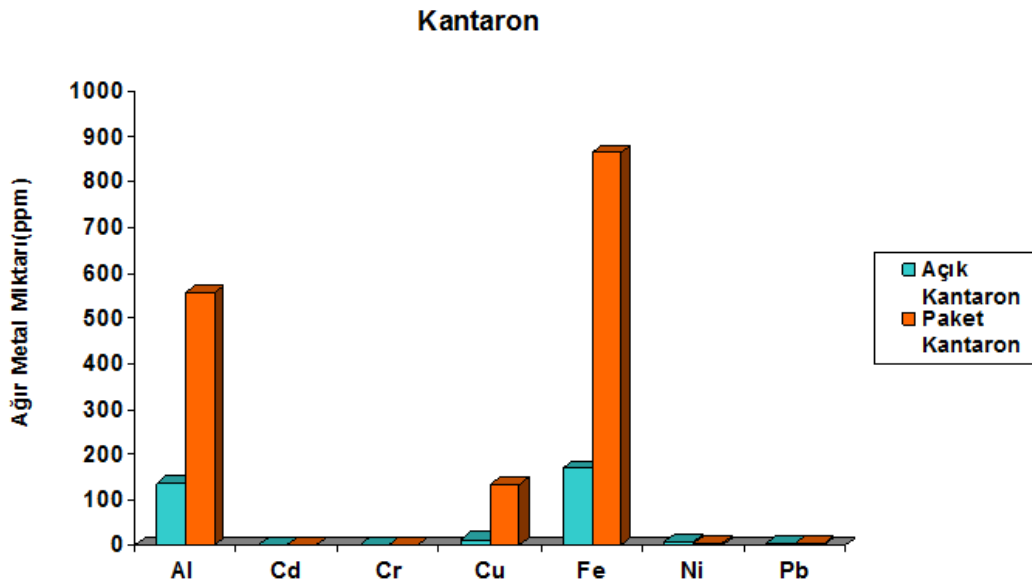


Şekil 5.6. Biberiye, nane ve kantaron(paket) bitkilerinin birinci, ikinci ve üçüncü çay demlemelerinde Pb konsantrasyonları (ppm).

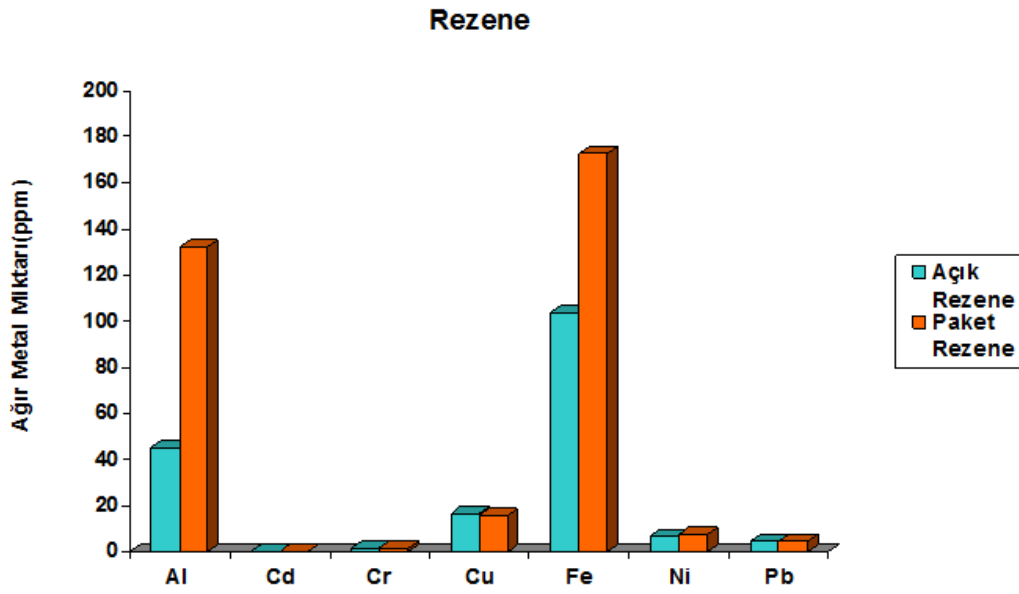


Ayrı çay örneklerinin içerdiği ağır metal derişimleri aşağıda gösterilmiştir. Farklı çayların aktarlardan alınanlarının (açık) içerdiği metal miktarları ve marketlerden alınanlarının (paket) içerdiği metal miktarları karşılaştırılmıştır. Farklı çay örneklerinde (kantaron, kekik, melisa, rezene), deme geçen Al, Cr, Cu ve Fe miktarlarının paket çaylarda daha yüksek olduğu görülmektedir. Cd derişimleri, tayin sınırlarının altında kaldığından tespit edilememiştir. Ni derişimleri aktardan alınan ve marketlerden alınan örneklerinde çaylara göre değişiklik göstermiştir. Rezene ve melisa bitkisinin paket çaylarında nikel miktarları açık çaylardaki nikel miktarından fazla iken, kantaron ve kekik bitkisinin paket çaylarındaki nikel miktarı açık çaylardaki nikel miktarından daha az bulunmuştur. Pb miktarı ise alınan çay örneklerinin açık ve paket yapılarında anlamlı farklılık göstermemiştir. Paket çaylardaki ağır metal miktarlarının aktarlardan alınan çaylardaki ağır metal miktarlarına göre daha yüksek çıkmasının nedenleri arasında çayın paketlenme esnasında maruz kaldığı işlemlerden ötürü ağır metal kirliliğinin artması en önemli faktör olarak düşünölmektedir.

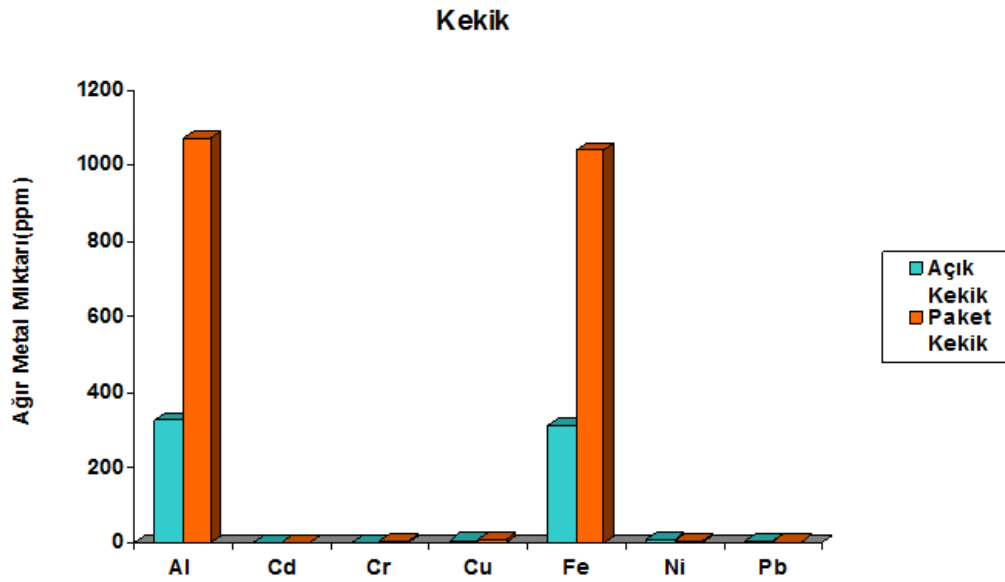
şekil 5.7. Kantaron çayının ağır metal miktarları



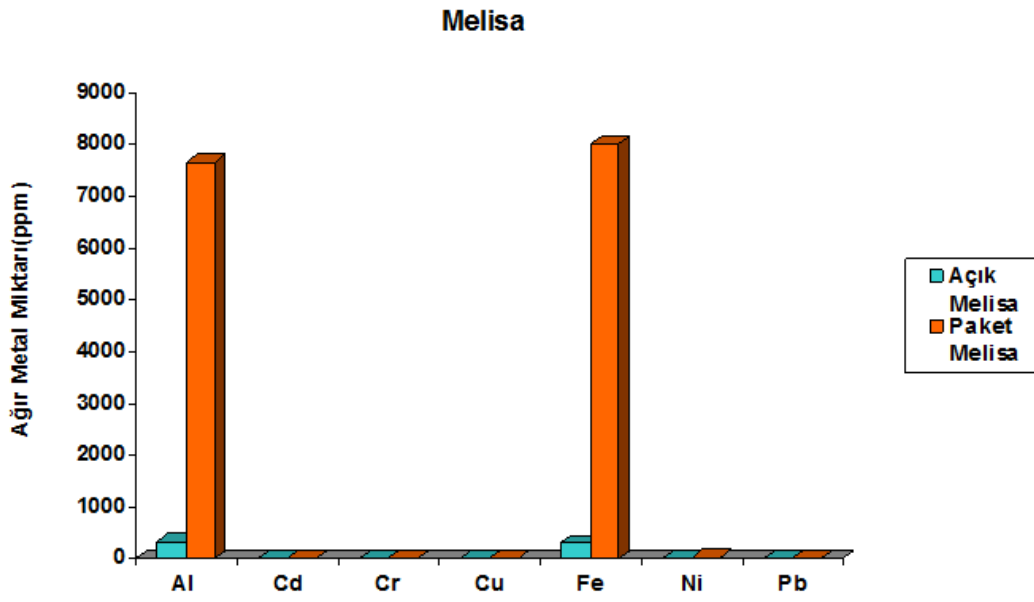
Şekil 5.8. Rezene çayının ağır metal miktarları



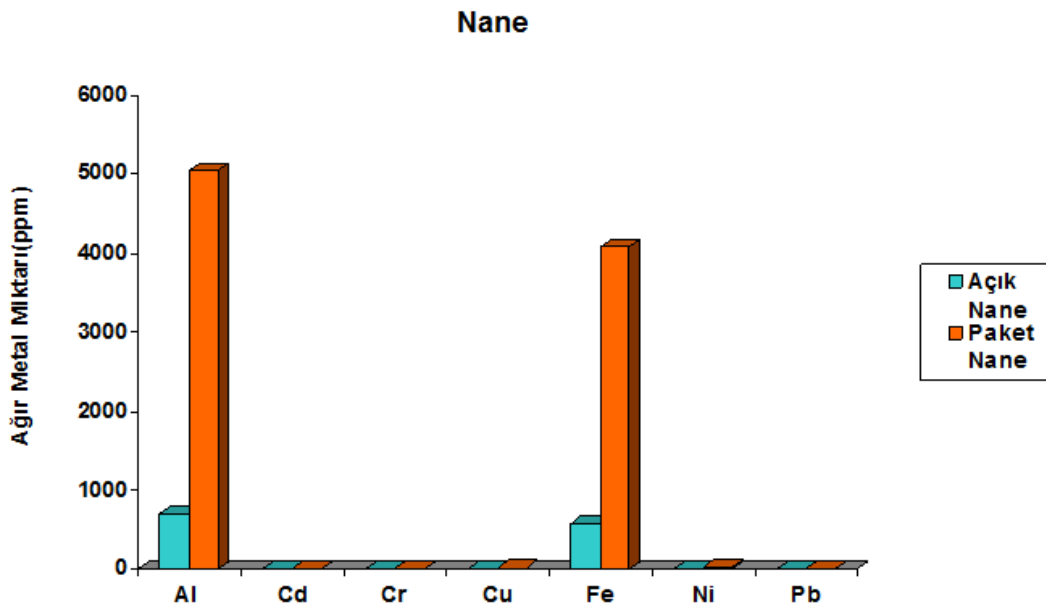
Şekil 5.9. Kekik çayının ağır metal miktarları



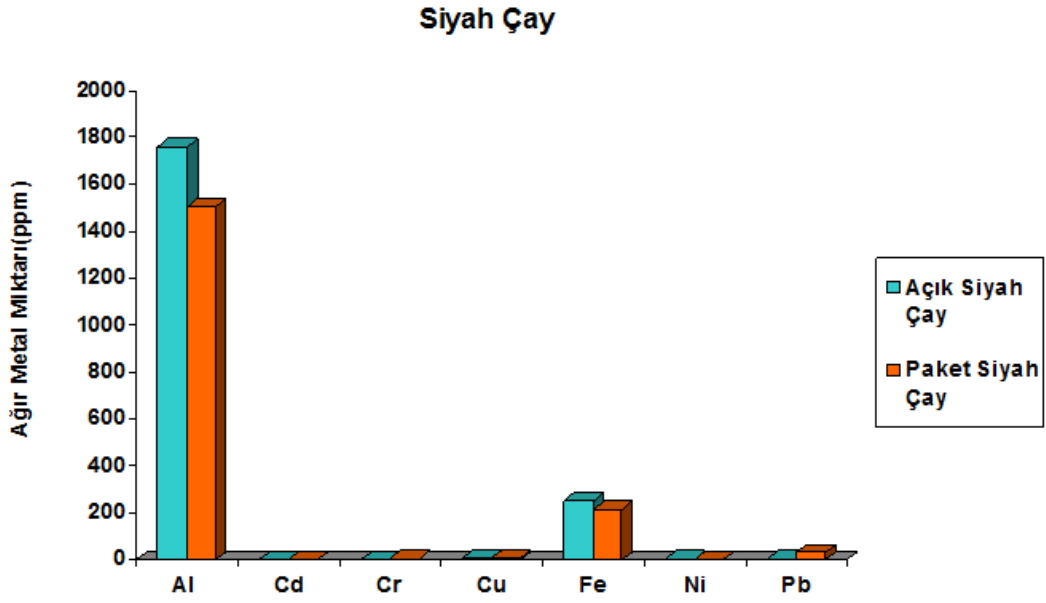
Şekil 5.10. Melisa çayının ağır metal miktarları



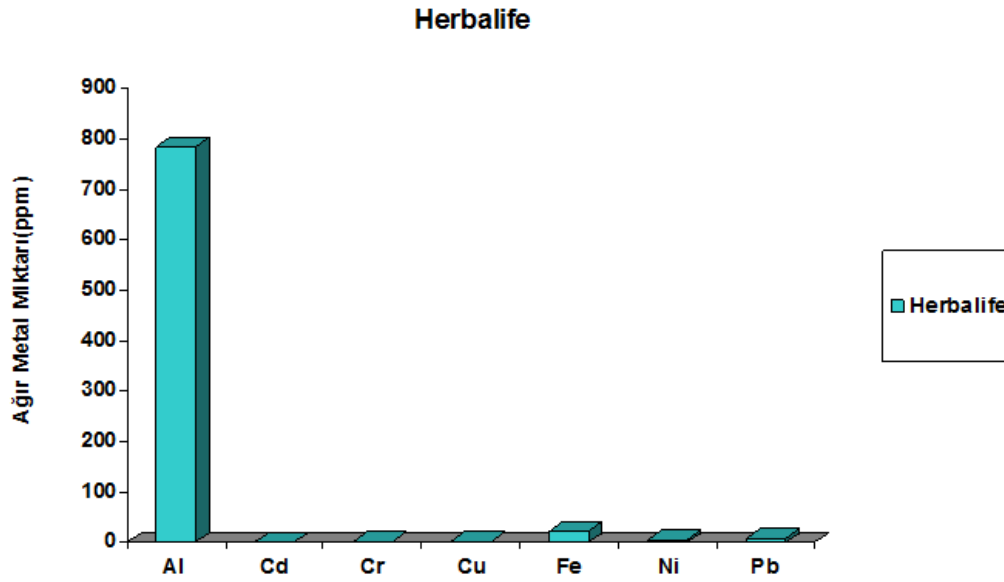
Şekil 5.11. Nane çayının ağır metal miktarları



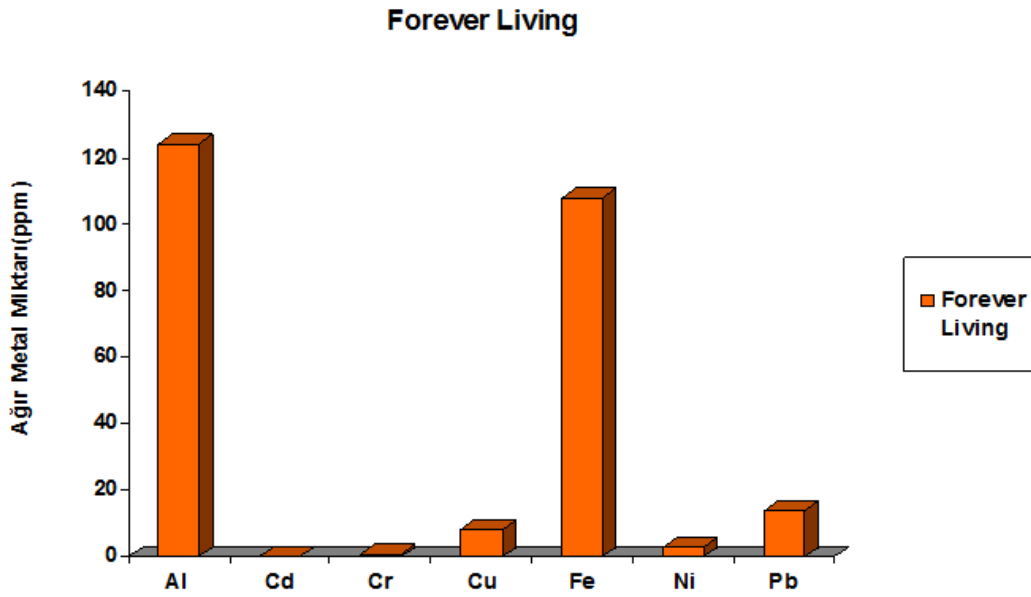
Şekil 5.12. Siyah çayın ağır metal miktarları



Şekil 5.13. Herbalife bitki çayının ağır metal miktarları



Şekil 5.14. Forever Living bitki çayının ağır metal miktarları



Tablo 5.3'de 1 litre çay içeceğinde bulunan ağır metal miktarlarının tahmin edilen dozları verilmiştir. Hesaplamalar bütün örneklerin ortalama değerlerinden yapılmıştır. Günlük tüketimin 1 litreye ulaşması durumunda insan vücuduna alınabilecek ağır metal miktarları oldukça önemli dozlara ulaşmaktadır.

Tablo 5.3. 1 litre çay içeceğinde bulunan ağır metal miktarlarının tahmin edilen dozları

Açık Çaylarda							
	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb
1 Litre Çay İçeceği (ppm)	499,57	0	2,81	12,57	271	7,43	6,14
Günlük İhtiyaç ve Alınabilecek Doz (ppm)	2-10	0,05	0,05-0,2	1,5-3	10-18	0,1-0,3	1

Paket Çaylarda							
	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb
1 Litre Çay İçeceği (ppm)	2892,6	0,06	9	40,8	2830,8	13,8	5,4
Günlük İhtiyaç ve Alınabilecek Doz (ppm)	2-10	0,05	0,05-0,2	1,5-3	10-18	0,1-0,3	1

Network Dağıtım Şirketleri Çayları							
	Al	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb
1 Litre Çay İçeceği (ppm)	455	0	2	6	66	4	11
Günlük İhtiyaç ve Alınabilecek Doz (ppm)	2-10	0,05	0,05-0,2	1,5-3	10-15	0,1-0,3	0,05

İnsanlarda, vücudun çeşitli dokularında çok miktarda alüminyum birikmesi, besinlerin emiliminin durması, stiptik, kaşıntılı kızarıklık, sindirim bozuklukları ve temas dermatiti gibi problemlerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir [55]. Ancak çaylardan ortalama alınabilecek Al miktarına bakıldığında bu çaylardan günde 1 L içen kişi alınması gereken dozu aşacaktır.

Yetişkinler için günlük alınabilecek kadmiyum dozu 0,05 ppm'dir [1]. Çay örneklerinde 1 litre çay içeceği için bu doz aşılmaktadır.

Krom insanlar için gerekli bir mineraldir ve karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasıyla ilgilidir [56]. Günlük tavsiye edilen alım miktarı 0,05-0,2 ppm'dir. Çay örneklerinde bu miktar aşılmıştır.

Bakır, yetişkinler tarafından günde 1,5-3 ppm arasında alınabilir. Fazla alınan bakır vücut için toksittir ve vücuttaki bazı enzimlerin çalışmasını engellemektedir [1]. Aşırı bakır epigastrik ağrı, bulantı, kusma ve diyare gibi belirtiler vermektedir. Çaydan alınacak bakır miktarı günlük ihtiyaçtan fazladır.

Demirin kansızlık oranını azaltmak için önemli olduğu bilinmektedir [56]. Ancak vücudun çeşitli organlarında çok miktarda demir birikmesi, karaciğer sirozu, pankreas sorunları, doğum öncesi dölün sağlığında bozukluklar ve bazı hormonal problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır [1]. Günlük demir gereksinimi yetişkin insanlarda 10–18 mg olarak bildirilmektedir. Demlenecek çaylarda bir günde 1 litre içen kişi gereken dozu aşacaktır.

Nikelin iz miktarları bazı enzim sistemlerinin aktivatörü olarak yararlı olabilir ama yüksek seviyede toksisitesi daha belirgindir [56]. Akciğerlerde birikir ve bronşal kanama ya da çökmeye neden olabilir. Güvenli ve yeterli nikel alımı günde 0,1-0,3 ppm' dir. Çaydan alınacak miktar günlük dozu aşmıştır.

Toksik iz elementlerinden kurşunun, kanda bulunması için her gün 1 mg kurşun alınmalıdır. Bu değer üzerinde çıkılması kronik kurşun zehirlenmesine neden

olmaktadır. Bu değer alınan çay miktarları ile aşılabilmektedir. Bunun yanı sıra gıdalarla alınan kurşun ile akut kurşun zehirlenmelerinin gerçekleşme olasılığının zayıf olduğu, egzoz dumanları ile alınan tetraetil kurşunun etkili ve önemli olduğu bildirilmektedir [57].

BÖLÜM 6. SONUÇLAR

Çayların içerdiği metal miktarları karşılaştırıldığında, ağır metal problemi ile karşılaşılmıştır. Çaylardan gelen ağır metallerin miktarları, çayların çeşitlerine göre farklılık göstermektedir. Aktarlardan alınan çaylar (açık), marketlerden alınan çaylar (paket), Network elden dağıtım şirketlerinin paket çayları ve siyah çay incelenmiştir. Bulgular incelendiğinde tüm çaylarda ağır metal miktarlarının yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu ağır metallere Al ve Fe miktarları tüm çaylarda oldukça fazla iken Cd, Cr, Cu, Ni ve Pb nispeten daha az bulunmuştur. Bu metallerin çaylardaki oranları incelendiğinde, ağır metallere en çok paket çaylarda rastlanırken, en az network elden dağıtım şirketinin çaylarında rastlanmıştır.

Çaylardaki metal oranlarının fazla olması toprak özellikleri, toplanılan yer, yağış miktarı, denizden yükseklik, bitkinin genetik özellikleri, kimyasal gübre ve ilaçlar gibi pek çok faktörden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Paket çaylardaki ağır metal kirliliğinin fazla olmasının nedeni ise toplama sırasında kullanılan aletler, toptancılara ve fabrikalara nakliye, depolama, kurutma, kıyım, sterilizasyon, ve paketleme esnasında kullanılan araç-gereçlerden ve fabrikadaki işlemlerden bulaşmış olabileceği düşünülmektedir.

Biberiye, nane ve kantaronun demleme süreleri karşılaştırılmış ve süreye bağlı olarak ağır metallerin demleme geçme miktarları incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında demlenme süresi arttıkça ağır metallerin demleme geçme oranlarında da artış gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin ağır metallerin çaylarda tuzları ve kompleksleri şeklinde bulunabileceği, demlenme süresi arttıkça bu tuzların daha çok çözülmüş olabileceği düşünülmektedir.

Son günlerde bitki çaylarına verilen önem, sağlığa faydalı olduğu ileri sürülerek artmaktadır. Sağlık açısından birçok fayda sağlayan bu çaylar, dikkatli kullanılmadığı takdirde insan vücudunda ağır metal birikmesine neden olup ileriki zamanlarda ağır metallerden kaynaklanan rahatsızlıklara neden olabilir. Bu nedenle seçilen çayların kalitesine, demleme süresine ve günlük tüketim miktarına dikkat edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] SEVİNÇ, V., YALÇIN, N., ALTINTIĞ, E., Bazı Meyva Örneklerinde FAAS İle Ağır Metal Tayinleri
- [2] ALGAN, G., Konya Yöresi Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin İncelenmesi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknoloji Anabilim Dalı, Konya 2002.
- [3] <http://www.tatsur.com.tr/tatsurcay.php> 15.12.2009
- [4] <http://www.50mucizebitki.com/melisa.html> 15.12.2009
- [5] <http://www.50mucizebitki.com/kantaron.html> 15.12.2009
- [6] YETKİN, G., Türkiye’de Satılan Ticari Kantaron Yağı Üzerinde Fitoterapötik Yönden Araştırmalar, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognozi Anabilim Dalı, Ankara, Şubat 2008.
- [7] <http://www.50mucizebitki.com/kantaron.html>
- [8] <http://www.50mucizebitki.com/nane.html>
- [9] <http://www.50mucizebitki.com/rezene.html>
- [10] <http://www.50mucizebitki.com/kekik.html>
- [11] <http://www.herbalistatabay.com/biberiye.htm>
- [12] <http://www.beslenmedestegi.com/bitkisel-ilaclar/biberiye-faydalari>
- [13] <http://www.ezberim.com/bitkiler-yararlari/129917-cayin-faydalari-yararlari/>
- [14] www.foreverlivingtr.com
- [15] www.flptr.com
- [16] Herbalife International Ürünleri Tic.Ltd.Şti. Katoloğu
- [17] www.diyet.tc/hervalife-yararlari.html
- [18] ÖZER, Ç., Endüstriyel Atık Sulardan Kaynaklanan Nikel’in Klinoptilolit Kullanımı İle Giderimi, Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ağustos 2007.

- [19] PALA, A., Doğal Zeolitlerin Atıksuda Kurşun Gideriminde Kullanılması, Selçuk Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 2006.
- [20] DİKMEN, A., U., Atık Sulardan Ağır Metallerin Giderilmesin’de Doğal Zeolitlerin Kullanılması: Klinoptilolit Çinko, Kurşun Ve Kadmiyum İçin İyon Değişim Kapasitesi, Gazi Üniversitesi, Çevre Bilimleri, Ankara, Haziran 2007.
- [21] [Referans (Ağır metallerin genel özelliklerinden aldım) Gerekirse dilek tez (5)].
- [22] BALKAYA, N., CESUR, H., Fosfojips Kullanılarak Kurşun Giderimi, 11, 42, Samsun, 27-29, 2002.
- [23] BİŞGİN, T., Renk Ve Ağır Metallerin Anaerobik Sistemde K0ı Giderimine Toksik Etkilerinin İncelenmesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Sivas 2006.
- [24] <http://www.inchem.org>
- [25] Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Metal Madenler Alt Komisyon Bakır-Pirit Çalışma Grubu Raporu, Ankara, 2001
<http://ekutup.dpt.gov.tr/madencil/metalmad/oik638.pdf>
- [26] ALTUNDAĞ, H., Adapazarı Ev Tozlarında Ağır Metallerin Alevli Atomik Adsorbsiyon Spektrometrik Teknikle Tayini, Kimya Anabilim Dalı, Sakarya 2002.
- [27] “Trace Elements In Human Nutrition and Health”, World Health Organization, Geneva, 1996
- [28] F. Habashi, “Handbook of Extractive Metallurgy”, Vol. 2, WILEY-VCH, Germany, 1997
- [29] “Nickel”,
<http://www.portfolio.mvm.ed.ac.uk/studentwebs/session2/group29/nicktox.htm>
- [30] B. Bigersson, O. Sterner, E. Zimerson, Chemie und Gesundheit “Eine Verst 2ndliche Einführung in die Toxikologie”, VCHVerlagsgesellschaft, 1988,ISBN 3-527-26455-8
- [31] John H. Duffus, “Environmental toxicology”, New York : Wiley, 1980
- [32] <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/minimize/cadmium.pdf>
- [33] Walter Mertz, “Trace Elements in Human And Animal Nutrition-15th Edition” Volume 1 1987 Academic Pres
- [34] Trace Elements in Human Nutrition And Health” World Health Organization Geneva 1996.
- [35] ATEŞ, A., Otomotiv Endüstrisi Atıksularındaki Ağır Metallerin Klinoptilolit Kullanılarak Adsorbsiyonla Giderilmesi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Şubat 2006.

- [36] İNANÇ, İ., Doğal Kaynak Suların Zeolitlerle (Klinoptilolit) Arıtılmasının Araştırılması, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Haziran 2006.
- [37] <http://www.drtarsa.com/blog/2006/02/mikro-elementler-demir-fe.html> 15.12.2009
- [38] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Al%C3%BCminyum> 15.12.2009
- [39] MUTLUAY, H., DEMİRAK, A.. Su Kimyası, Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ, İstanbul, 83- 84s, 1996.
- [40] GÜNEY, O.. Marmara Denizi Tekirdağ İli Açıklarında ve İzmit Körfezindeki İstavrit Balıklarında Ağır Metal Birikimi ve Pişirmenin Bu Birikimi Etkileme Durumu Üzerine Bir Araştırma. Ev Ekonomisi Anabilim Dalı doktora Tezi, Ankara, 69s, 1996.
- [41] http://saglik.tr.net/beslenme_sagligi_cay.shtml
- [42] http://www.birtat.com.tr/urunlerimiz/sifali_bitkiler/melisa.htm
- [43] Metals Handbook, “Properties and Selection” Non Ferrous Alloys and Pure Metals”, 9th Edition, Vol. 2, s.239-248, 1978.
- [44] E. Merian, Metalle in der Umwelt, Verlag Chemie, Weinheim, Basel, ISBN 3-527 – 25817
- [45] “Copper and Copper Alloys”
<http://www.cda.org.uk/megab2/general/pub121/section7.htm#Product%20Forms>
- [46] “Nickel Compounds and Metallic Nickel”,
<http://ehp.niehs.nih.gov/roc/tenth/profiles/s118nick.pdf>
- [47] “Nickel Compounds and Metallic Nickel”,
<http://ehp.niehs.nih.gov/roc/tenth/profiles/s118nick.pdf>
- [48] M. Emre, “Nikelli Ve Nikelsiz Altın Alaşımlarının Geniş Bir Bileşim Aralığında Fiziksel, Kimyasal, Mekanik Ve Alerjen Özelliklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Eylül 2000.
- [49] European Commission DG ENV. E3 Project ENV.E.3/ETU/2000/0058, “Heavy Metals in Waste”, Danimarka, February 2002.
- [50] <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs5.html> 15.12.2009
- [51] KAHVECİOĞLU, Ö., KARTAL, G., GÜVEN, A., TİMUR, S., Metallerin
- [52] ANONİM. Türkiye'nin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Vakfı Yayını., Ankara, 49, 336s,1987.

- [53] TAŞCIOĞLU, S., KÖK, E., Temperature Dependence of Copper, Iron, Nickel and Chromium Transfers into Various Black and Green Tea Infusions, *J Sci Food Agric*, 76, 200 – 208, 1998.
- [54] ŞAHAN, Y., BAŞOĞLU, F., GÜCER, Ş., ICP – MS Analysis of a Series of Metals (Namely: Mg, Cr, Co, Ni, Fe, Cu, Zn, Sn, Cd and Pb) in Black and Green Olive Samples From Bursa, Turkey, *Food Chemistry* 105 , 395 – 399, 2007.
- [55] MEHRA, A., BAKER, C.L., Leaching and Bioavailability of Aluminium, Copper and Manganese From Tea (*Camellia Sinensis*), *Food Chemistry* 100 (2007) 1456 – 1463
- [56] TUZEN, M., SOYLAK, M., Evaluation of Trace Element Contents in Canned Foods Marketed From Turkey, *Food Chemistry*, 102 (2007), 1089-1095.
- [57] SALDAMLI, İ., *Gıda Kimyası*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1998.

ÖZGEÇMİŞ

Nihal BEDİR, 01.01.1968' de Sakarya' da doğdu. İlköğretimini Kayseri Yeşilyurt Köyü, Orta öğretimin bir kısmını Bilecik Pazaryeri ilçesinde diğer kısmı ve Lisenin bir kısmını Sakarya Arifiye Öğretmen Lisesinde kalan kısmını ise Sakarya Karasu Lisesinde tamamladı. 1991 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümünden mezun olmuştur ve üniversite yıllarında Pedagojik Formasyon derslerini de almıştır. 19.07.1992 tarihinde evlenmiştir ve şu anda 5 çocuk annesidir. 5.10.1993 de Milli Eğitim Bakanlığında Fen Bilgisi ve Kimya Öğretmeni olarak meslek hayatına başladı ve halen Sakarya' nın Hendek ilçesi Ziya GÖKALP İlköğretim Okulunda Fen ve Teknolojileri öğretmenliği yapmaktadır. 1995 yılında Sakarya Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek lisansa başladı derslerini bitirdikten sonra Mastır çalışmalarına ara vermiştir. 2008 yılında mastır çalışmasının tez aşamasını gerçekleştiriyor.