

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ



**KAYSERİ PİYASASINDA SATILAN ÇEŞİTLİ BESİNLERİN AĞIR
METAL İÇERİKLERİNİN ICP-MS İLE BELİRLENMESİ**

Proje No: TSA-10-3274

Proje Türü: Tıp-Sağlık

Normal Araştırma Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:

Prof. Dr. Betül Çiçek

ERÜ, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Diğer Araştırmacılar:

Prof. Dr. Neriman İnanç (Nuh Naci Yazgan Üniv., Sağlık Bilimleri Fak.)

Prof. Dr. Şerife Tokaloğlu (ERÜ, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü)

Aralık 2017

KAYSERİ

TEŐEKKÜR

Araştırmacılar, bu projenin hayata geçirilmesinde ve yurütulmesinde TSA-10-3274 kodu ile maddi destek sağlayan Erciyes Universitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve ilgili analizleri Teknoloji Araştırma Uygulama Merkezi'nde (TAUM) gerçekleştiren personele içtenlikle teőekkür eder.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	5
ABSTRACT	6
1. GİRİŞ	7
2. GENEL BİLGİLER	10
3. GEREÇ VE YÖNTEM	20
4. BULGULAR	23
5. TARTIŞMA	32
6. KAYNAKLAR	39

KAYSERİ PİYASASINDA SATILAN ÇEŞİTLİ BESİNLERİN AĞIR METAL İÇERİKLERİNİN ICP-MS İLE BELİRLENMESİ

ÖZET

Sağlıklı beslenme insanların en temel gereksinimlerinden biridir. Ancak tüketime sunulan besinlerin sağlık açısından güvenli olması gerekir. Sağlıklı besinler üretmenin ön koşulu, sağlıklı hammadde sağlanmasıdır. Günümüzde hızlı sanayileşme, aşırı kentleşme ve bilinçsiz tarım uygulamaları oldukça karmaşık çevre sorunlarına da yol açmaktadır. Kentsel ve endüstriyel faaliyetler sonucu sağlık açısından riskli olabilen ağır metaller sınır değerlerin üzerine çıkmaktadır. Toksik etkiye sahip bu metallerin düşük konsantrasyonları kronik hastalıklara neden olurken, yüksek konsantrasyonları ölümlerle sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle, Kayseri piyasasında satılan çeşitli besinlerin ağır metal içeriklerinin saptanması amaçlanmıştır. Baharat çeşitlerinde en yüksek krom ve kurşun düzeyi fesleğen, en yüksek manganez ve arsenik düzeyi zencefil, en yüksek demir ve kadmiyum düzeyi köri, en yüksek nikel ve kobalt düzeyleri kırmızı toz biber örneklerinde bulunmuştur. Bitki çayı çeşitlerinde en yüksek krom ve alüminyum düzeyleri nane-limon, en yüksek arsenik düzeyi ekinezya, en yüksek kadmiyum düzeyi ısırgan, en yüksek kurşun düzeyi yeşil çay örneklerinde bulunmuştur. Tahıl çeşitlerinde en yüksek manganez ve çinko düzeyleri aşurelik buğday ve en yüksek bakır düzeyi pirinç örneklerinde bulunmuştur. Kurubaklagil çeşitlerinde en yüksek manganez ve çinko düzeyleri kırmızı mercimek ve kuru fasulye, en yüksek bakır düzeyleri kırmızı mercimek örneklerinde bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: baharat, bitki çayı, tahıl, kurubaklagil, ağır metal, ICP-MS

DETERMINATION OF HEAVY METALS IN SEVERAL FOODS RETAILED IN KAYSERİ BY ICP-MS

ABSTRACT

Healthy nutrition is among the principal requirements of humans. However, the foods for consumption should be safe for health. The precondition to produce healthy foods is to provide healthy raw materials. Today rapid industrialization, unplanned urbanization and insensible agriculture practices lead to complex environmental problems. Due to urban and industrial practices, risky heavy metals for health exceed the limit values. The low concentrations of these potentially toxic metals cause chronic diseases, whereas high concentrations may eventuate with death. Thus, we aimed to determine the heavy metal content of several foods retailed in Kayseri. For spice samples; the highest chromium and lead contents were detected in basil, the highest manganese and arsenic contents were detected in ginger, the highest iron and cadmium contents were detected in curry, the highest nickel and cobalt contents were detected in red pepper. For herbal tea samples; the highest chromium and aluminium contents were detected in peppermint-lemon, the highest arsenic content was detected in echinacea, the highest cadmium content was detected in nettle, the highest lead content was detected in green tea. For cereal samples; the highest manganese and zinc contents were detected in husked wheat, the highest copper content was detected in rice. For legume samples; the highest manganese and zinc contents were detected in red lentil and haricot beans, the highest copper contents were detected in red lentil.

Key words: spice, herbal tea, cereals, legumes, heavy metals, ICP-MS

GİRİŞ

İnsan ve hayvanlar için hayati önemi olan metaller, endüstri ve uygarlığın temelini oluşturmaktadırlar. İnsan vücudu için gerekli olmayan metaller başta besinler olmak üzere su veya hava gibi yollarla vücuda alınarak bir "metal yükü" oluşumuna neden olmaktadır. Bu metallerden bazıları (alüminyum-Al, vanadyum-V, titanyum-Ti, krom-Cr, stronsiyum-Sr, kalay-Sn, kurşun-Pb ve kadmiyum-Cd gibi) yaşam süresince vücutta birikerek önemli sorunlara yol açmaktadırlar (1).

Ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm³'ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu gruba Pb, Cd, Cr, Fe, Co, Cu, Ni, Hg ve Zn olmak üzere 60'tan fazla metal dahildir. Ağır metallerin toksik özellikleri üzerine araştırmalar son 20-25 yıldır aktif bir şekilde devam etmektedir. Hemen hemen tüm metaller belirli bir miktarın üzerinde alındıklarında toksik etki yaratırlar. Hatta metallerin büyük bir kısmı, çok düşük derişimlerde bile toksik etki yarattıkları için sağlık ve çevre açısından çok önemlidirler. Bu adı geçen ağır metaller asbest-As, kurşun-Pb, civa-Hg, demir-Fe, kadmiyum-Cd, krom-Cr, kobalt-Co, nikel-Ni, berilyum-Be, bakır-Cu ve manganez-Mn'dır (2).

Teknoloji kullanımının ve çevre kirliliğinin artmasının bir sonucu olarak tüketilen besinlerin de ağır metal içeriği gün geçtikçe artmaktadır. Yeterli ve dengeli beslenme sağlığını temelini oluşturmakla birlikte bireyin besin ögesi gereksinimini karşılamak amacıyla tükettiği besin kaynakları aynı zamanda ağır metal içeriği fazla ise uzun dönemde sağlık üzerinde ciddi ve olumsuz etkilere sahip olabilir. Bu bağlamda mevcut literatür incelendiğinde tüm besin gruplarını temsil eden besinlerin ağır metal içerikleri ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Çalışmalar daha çok bir/birkaç besin üzerinde yapılan analizlere dayanmaktadır. Bu çalışmada amaç, Kayseri piyasasında satılan tahıllar ve kurubaklagiller ile besin gruplarında yer almayan, ancak günlük beslenmemizde sık tükettiğimiz diğer ürünlerdeki (baharatlar, çaylar) ağır metal miktarlarını belirlemek ve ilimizde çevre kirliliğinin boyutları hakkında fikir sahibi olmak ve elde edilen sonuçlar ışığında halkın bu besinleri tüketirken sağlıklı beslenme ilkeleri doğrultusunda bilinçlendirilmesi çalışmalarına öncülük etmektir. Ayrıca analizi yapılan besinlerin ağır metal içeriği ülkemizde bu alanda oluşturulacak veri tabanları için de değer taşımaktadır.

Beslenme düzeyi, bir ülkenin gelişmişlik durumunu gösteren önemli ölçütlerden biri olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde beslenme bozuklukları, halen birçok gelişmekte olan ülkelerde

olduğu gibi, önemli bir toplumsal sağlık sorunu olarak devam etmektedir. Nutrisyonel eksikliğin insanlarda çok yönlü bozukluklara neden olduğu, bu bozukluğun gelişim dönemindeki çocuklarda daha ciddi boyutlarda olduğu bilinmektedir. Ülkemizde, özellikle kırsal bölgelerde ve şehirlerin gecekondü kesimlerinde yaşıyan insanlarda beslenme genellikle bitkisel kaynaklı besinlere dayanmakta, hayvansal besinler ise günlük kalorinin az bir kısmını oluşturmaktadır. Bu kesimin beslenmesinde önemli yer tutan ekmek, enerji gereksiniminin çoğunu karşılamasına rağmen, protein kalitesi düşük olup vücut fonksiyonları için gerekli olan diğer besin öğelerini de karşılayamamaktadır (3).

Büyüme hızının arttığı 6-12 yaşı grubundaki çocuklar beslenme ile ilgili önemli sorunlarla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu yaştaki çocuğun sağlıklı bir biçimde büyümesinde beslenme şekli ve bu zaman dilimi içinde kazanmışı olduğu beslenme alışkanlıkları önemli yer tutar (4,5). Günümüzde ilkokul çağı çocuğunda maksimum büyüme ve gelişmeyi sağlayacak dengeli ve yeterli beslenme standardı, değişik sosyo-ekonomik ve kültürel yapı nedeniyle ülkemizin her bölgesinde aynı seviyede geliştirilememiştir (4). Dengeli beslenmede eser elementler önemli rol oynar. Mineraller, vücutta çok az miktarlarda bulunan, fakat biyolojik fonksiyonlar için çok gerekli olan metallerdir. Minerallerin büyük çoğunluğu kimyasal tepkimelere girerler ve vücudumuzda olan birçok enzimatik reaksiyonun kofaktörüdürler. Canlılarda hücrenin fonksiyon görebilmesi için, aminoasitler, glikoz, yağ asitleri ve vitaminler yanında, minerallere de gereksinim vardır. Sağlıklı bir yaşam için günlük diyetlerimizle mineralleri de almamız gereklidir (6-8). Minerallerin alımında rol oynayan önemli faktörlerden birisi de beslenme şeklidir. Besinin kalitesi, protein miktarı ve toplam enerji değeri gibi çeşitli faktörler minerallerin emilimini ve metabolizmasını etkilemektedir (3,6-8). Minerallerin gerek vücuttaki miktarının değişimi, gerekse fonksiyonlarındaki bozukluklar birçok patolojiye neden olabilir. Çok düşük ve çok yüksek düzeylerdeki minerallerin biyolojik fonksiyonları bozduğu veya toksisiteye neden olduğu bilinmektedir (9). Dengesiz beslenmenin önemli sonuçlarından birisi de anemidir (2,10,11). Dünyada ve ülkemizde görülen anemilerin en sık nedeni demir eksikliği anemisidir. Dünya Sağlık Örgütü demir eksikliğinin dünyadaki bir numaralı besinsel bozukluk olduğunu bildirmiştir (12). Ülkemizde de demir eksikliği genellikle beslenmeyle ilintili etmenlere bağlı olarak oluşmaktadır (12-15). Minerallerin biyokimyasal işlevleri, yapılarında metal içeren metalloenzimlerin veya enzim aktivatörlerinin belirlenmesiyle mümkündür. Mineraller, humoral ve hücrenel mekanizmalarda immunoregölasyon, sinir iletimi, kas kasılması, membran potansiyeli regölasyonu ve mitokondriyal aktivitenin sağlanması gibi fonksiyonlarda rol oynarlar

(1,16,17,18). Elementlerin başlıca üç fonksiyonu vardır: 1-Kemiklerin ve dişlerin yapı taşı durumundadırlar (Ca, P, Mg gibi). 2-Beden sıvılarının ve hücrelerin kompozisyonu kontrole yardımcı olan çözünür tuzlar oluştururlar. Hücrelerin dışındaki sıvılarda (kan gibi) sodyum ve klor, hücrelerin içerisinde ise potasyum K, Mg ve F bu ikinci grup fonksiyona dahildir. 3-Birçok enzimlerde esas maddelerdir veya bazı proteinlerin (hemogloblin gibi) fonksiyonlarında ya da enerji kullanılmasında yer alırlar. Fe, P ve öteki minerallerin çoğu bu gruptadırlar (5). Minerallerle ilgili bozuklukları, primer ve sekonder olarak ikiye ayırmak mümkündür. Hastalıklara bağlı sekonder olarak gelişen esansiyel elementlerdeki değişikliklerin mekanizması henüz tam olarak anlaşılammıştır (16,17). Araştırmacılar, immün cevapla eser elementler arasında ilişki kurmaya çalışmışlardır (17).

Hücre içindeki metabolik olaylar sırasında ortaya çıkan doku hasarı ve hücre ölümüne yol açan serbest radikallerin etkili bir şekilde ortamdan uzaklaştırılması için gerekli enzimler; katalaz, glutatyon peroksidaz, süperoksit dismutaz (SOD)'dır. Seruloplazmin ve metallothionein de hücreyi serbest radikallerin etkisinden koruyan proteinlerdir. Minerallerden Cu, Mn, Se ve Zn koruyucu enzimlerin en önemli parçalarıdır. Dengeli beslenmenin enfeksiyonlara karşı vücudun direncini arttırdığı konusunda görüş birliği bulunmaktadır. Zn, SOD yapısına girer. Zn, sülfidril gruplarını oksidasyona karşı korur. SOD izoenziminin yapısında bulunan Zn ve Cu atomlarından Cu atomu katalitik metal bileşeni ve Zn ise yapı elementi olarak fonksiyon görmektedir. Bunların eksikliklerinde enzim aktivitesinde azalma, süperoksit bileşiklerinde artma meydana gelmekte ve membran lipidlerinin peroksidasyonu sonucu membran geçirgenliğinde artış meydana gelmektedir (4,18). Elzem minerallerden Zn, Fe ve Cu'nun serum düzeyleri birçok enfeksiyonda değişmektedir (14). Bu değişiklikler, organizmanın savunma stratejisinin bir parçası olup, interlökin-1 (IL-1), interlökin-6 (IL-6) ve tümör nekrozis faktör-alfa (TNF-alfa) tarafından uyarılırlar. Bu maddeler aktive makrofajlardan salınan immunositokinlerdir. Değişiklikler serum bakır konsantrasyonunda artış, Zn ve Fe düzeylerinde azalma şeklindedir (13,14). IL-1 ve TNF-alfa, Fe'nin karaciğer, dalak ve kemik iliğinde sekestrasyonunu artırırken; IL-1 karaciğerde Zn'yi bağlayan metallothionein sentezini artırır. Ayrıca IL-1 ayrıca bir bakır bağlayıcı protein olan seruloplazmin sentezini uyarmaktadır (17,19,20). Enfeksiyonlarda mineral metabolizmasındaki değişikliklerin organizmanın patojen mikroorganizmaya karşı geliştirdiği bir savunma mekanizması olduğu sanılmaktadır. Normal dokularda Fe yokluğunda intrasellüler mikroorganizmanın üremesinin gerilediği, Fe vermekle mikroorganizmanın

üremesinin ve patojenitesinin arttığı tespit edilmiştir. Plazmada önemli bir büyüme faktörü olan Zn miktarındaki düşmenin mikroorganizmanın invazyon fonksiyonunda bir azalmaya sebep olabileceği ileri sürülmektedir. Yapılan araştırmalarda Zn tedavisinin hücrel immüniteyi provoke ettiğini, lenfosit ve özellikle CD8+ lenfosit miktarını artırdığını, serum Zn seviyeleri ile CD8+ lenfosit miktarı arasında pozitif korelasyon bulunduğu tespit edilmiştir (17,20). Fe, Zn, Cu ve diğer minerallerin en iyi kaynağı anne sütüdür. Gelişmekte olan ülkelerde tahıl ürünlerinin ve baklagillerin tüketimi fazla olduğundan posa ve fitat alımı da dolayısıyla yüksektir. Fazla miktarda fitatlar, posa, fosfat ve okzalit gibi organik bileşikler diyetdeki Zn ve Fe'yi bağlar ve absorpsiyonlarını bozarlar (6,21). Askorbik asit, oksidasyonu etkileyerek Fe absorpsiyonunu artırırken, Cu absorpsiyonunu azaltır (6). Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerde Zn ve Fe eksikliği genellikle birlikte görülür. Bu, diyetlerdeki mineral eksikliğine veya mineral absorpsiyonuna engel olan fitatların varlığına bağlanabilir (18,22). Zn ve Cu hücre metabolizmasında metalloenzim olarak önemli rol oynadığı bilinmekte olup T ve B lenfositlerin yapımında ve fonksiyonlarında rol alır (23). Zn eksikliğinde, CD4+ yardımcı hücrelerin azaldığı ve timopoetin düzeyinin düştüğü gösterilmiştir. Ayrıca doğal killer hücre aktivitesi ve nötrofil kemotaksisi azalmakta ve interlökin yapımı artmaktadır. Zn, Mg iyonları ile birlikte fagositoz ve bakterisidal etkiye yer almaktadır, Cu ile birlikte SOD ve sitokrom-c oksidaz enzimlerinin aktif bileşeni olarak enfeksiyonların tekrarlamasında ve seyrinde kritik rol oynamaktadır. Bu nedenle eksikliğinde, kemotaktik ve bakterisidal etki azalmakta, antikor yapımı düşmekte, timusta hormon aktivitesi azalmakta, buna bağlı olarak seruloplazmin düzeyi ile antikor cevabın azalması korelasyon göstermektedir (18,23).

GENEL BİLGİLER

Arsenik (As): Arsenik periyodik tablonun 5A grubunda yer alan, atom numarası 33, atom ağırlığı 74.9 g/mol, yoğunluğu 5.79 g/mL olan ve yer kabuğunda 0.0005 mg/kg oranında bulunan bir elementtir. Doğada başlıca sülfür filizleri halinde bulunur. Arsenik element halinde toksik olarak düşünülmez, fakat bileşikleri toksiktir. Arsenik bileşiklerinden As₂O₃ rodentisit (fare zehiri); bakır arsenit, sodyum arsenit, kalsiyum arsenit gibi +3 ve kurşun arsenat, sodyum arsenat, kalsiyum arsenat gibi +5 değerlikli anorganik arsenik bileşikleri insektisit olarak kullanılmaktadırlar (24).

As çevrede çok yaygındır. Özellikle +5 değerlikli bileşikleri toprakta bulunur. Besinlerdeki miktarı, topraktan geçen arsenik nedeni ile yüksek düzeylere ulaşabilir. Arsenikli bileşiklerin

tarımda pestisit olarak kullanılması uygulayıcılarda olduğu kadar, meyve ve sebzelerde kalan kalıntıları yiyenlerde de zehirlenmelere neden olabilir. Kurşun ve kalsiyum arsenat veya arsenitler toprağa sıkıca bağlanır ve yavaş yavaş su ve bitkilere geçerler. Besin kaplarından geçen arsenikle de zehirlenme olabilir (24).

Besinlerde As_2O_3 için maksimum limit değeri 3.5 ppm'dir. Günde besinlerle ve hava ile alınan arsenik miktarı 300 mikrogramın altındadır. Organizmada arsenik böbrek, karaciğer, kalp, beyin gibi bütün yumuşak dokulara dağılır. Özellikle keratince zengin dokulara (saç, tırnak, deri) ilgisi fazladır. Saç ve kılda toplanan arsenik yavaş bir şekilde idrarla atılır. Bu nedenle As ile ölümlerde saç, kıl ve tırnak en önemli analiz örneğidir. As (+3) organizmada tiyol (-SH) grubu içeren enzimleri inhibe ederek toksik etkisini gösterir (24).

Yüksek dozda (70-180 mg) As alımı akut olarak ölüme neden olabilir. Arsenik alınır alınmaz 1 saat içinde belirti ve bulgular ortaya çıkar, bazen bu süre 12 saate kadar uzayabilir (24).

Civa (Hg): Hg yer kabuğunda bulunan temel elementlerden biridir. Periyodik tablonun 2B grubunda yer alan, atom numarası 80, atom ağırlığı 200.59 g/mol, yoğunluğu 13.6 g/mL olan Hg, doğal dağılımla sürekli serbest hale geçtiği için insan dahil tüm canlılarda eser miktarda bulunur. Hg insan için gerekli bir element değildir ve normal sıcaklıkta sıvı olan tek metaldir (25).

Civa ve bileşikleri deri, ağız ve inhalasyon yolu ile absorbe olurlar. Hg (+2) tiyol gruplarına affinitesi nedeniyle, plazma proteinlerinin tuzları ile birleşir. Meydana gelen moleküller küçük olduğu için difüzyonla beyin gibi dokulara taşınarak yerleşmektedir. Ayrıca karaciğer, kan hücreleri ve renal kortekste de birikir. Uçucu organik civa bileşikleri sıvı buharları şeklinde solunum yoluyla organizmaya girdiklerinde uzun süre yapılarını korurlar ve yavaş bir şekilde inorganik civaya dönüşerek uzun sürede böbreklerden atılırlar. Kan-beyin engelini aşarak beyinde birikirler. Böylece bu organik civa birleşikleri merkezi sinir sistemini etkiler (24).

Organik civalı bileşiklerin fungusit olarak tarımsal mücadelede kullanılması çevre ve besin kirlenmesi açısından ayrı bir önem taşır. Çünkü civalı fungusitler bitkiler ve bitkisel kaynaklı besinler üzerinde birikirken, diğer taraftan da uygulama artışı olarak çevrede birikerek kalıcı kirlilikler oluşturur (26).

Kurşun (Pb): Periyodik cetvelin 4A grubunun en metalsi elementi olan Pb'nin atom numarası 82; atom ağırlığı 207.19 g/mol 'dur. Doğada diğer metallere, özellikle gümüş ve kalayla bir arada bulunur. Pek çok mineral Pb içerse de, en önemli ticari mineral PbS'dir. Diğer önemli mineralleri seruzit (kurşun karbonat) ve anzelezit (kurşun sülfat)'tir.

Çeşitli besin maddeleri değişen miktarlarda kurşun içerir. Artan sıraya göre yetiştiği toprağa bağlı olarak bitkisel kaynaklı besinlerde, balık ve deniz ürünlerinde, et ve yumurtada Pb bulunmaktadır.

Her gün 2 mg kurşun emilimi, haftalar sonra kronik zehirlenmeye neden olabilir. Bir damla tetraetil kurşun akut zehirlenme oluşturabilir. Kurşun başlıca, sindirim, solunum ve deri yoluyla vücuda absorbe olur. Sindirim yoluyla kurşun absorpsiyonu yavaştır. Günde bu yolla besinlerle alınan kurşun miktarı 0.3-0.5 mg arasındadır. Bu değer 0.6 mg'ı geçerse vücut bunun hepsini dışarı atamaz ve kurşun birikmeye başlar. Bir defalık kurşun alımı ile fatal dozda kurşun absorbe olmaz. Ancak gastrointestinal sistemdeki irritasyon nedeni ile ölüm görülebilir (24).

Kemiklerde biriken kurşun zamana bağlı olarak (yarılanma ömrü yaklaşık 20 yıl) çözünerek böbreklerde tahribata neden olur. Kurşun bir nevi nörotoksindir ve anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına sebep olmaktadır. Çocuklar üzerinde yapılan araştırmalarda kanda kurşun miktarı arttıkça IQ seviyesinin düştüğü tespit edilmiştir. Diğer taraftan kurşun nörotoksik özelliğinden dolayı sinir sisteminde iletimin azalmasına da yol açmaktadır (25).

Kurşunun çoğu kemiklerde depolanmasına rağmen beyne, anne karnındaki cenine ve anne sütüne de geçebilmektedir. Bebekler ve çocuklarda düşük olan kurşun oranı, ilerleyen yaşla beraber, kurşuna maruz kalınmasıyla artış göstermektedir. Kanda 40 mg/l seviyesini aşınca tansiyon artırıcı etki de ortaya çıkar. Diğer taraftan kronik kurşun alınımı ile sperm sayısı ve morfolojisinde sınırlanır. Dünya Sağlık Örgütü'nün 1995 yılında yaptığı sınıflandırmaya göre Pb, 2. sınıf karsinogenik gruptadır (25).

Kadmiyum (Cd): Cd, 1817 yılında keşfedilmiş toksik bir metaldir. Endüstriyel kullanımı 50 yıl öncesine dayanır. Non-korozif özelliği sebebi ile genellikle kaplama ve galvanizasyon sanayinde kullanılır. Ayrıca nükleer santrallerde nötron absorblayıcı olarak, non-korozif özelliği sebebi ile uçak sanayinde, insektisit formülasyonlarında, plastik yapımında stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Bunlardan başka boya ve nikel-kadmiyumlu pil

sanayinde de yaygın olarak kullanım alanı bulmaktadır. Kurşun üretiminde ise yan ürün olarak oluşur. Bu durum çevre kirlenmesi açısından önemlidir (26).

Endüstriyel atık ve artık maddeler yoluyla toprak ve suya geçen kadmiyum, su ve toprağı kirletir. Toprak ve suda biriken kadmiyum, önce sudaki mikrororganizmalara, buradan da besinlerle hayvan ve insanlara yansımaktadır (26).

Et, balık ve sebzelerde 1-50 mcg/kg, tahıllarda 10-150 mcg/kg ve daha yoğun konsantrasyonlarda da hayvan karaciğer ve böbreklerinde bulunur. Öte yandan midye istiridye gibi kabuklular için bu değerler 100-1000 mcg/kg'a kadar çıkabilir. Kabuklu deniz ürünlerindeki Cd birikimi, onu bağlayan peptitlerden ve sudaki Cd konsantrasyonundan kaynaklanmaktadır (26).

Cd diğer ağır metallere 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 birikme özelliğine sahiptir (25).

İnsan vücudundaki Cd düzeyi yaşla birlikte artar ve genellikle 50'li yaşlarda maksimum düzeyine ulaştıktan sonra azalmaya başlar. Yeni doğmuş bebeklerde hiç kadmiyum bulunmaz ve kadmiyum, kurşun ve cıvanın aksine, plasenta ya da kan yoluyla anne karnındaki bebeğe geçmemektedir. Normal olarak vücudumuzda 40 mg'a kadar Cd bulunabilmektedir ve günlük olarak da 40 mcg'a kadar Cd vücuttan atılabilir. Bu düzeyler, Cd'nin çoğunu topraktan, yani besinler yoluyla alması nedeniyle bölgelere göre değişiklik gösterebilmektedir. Besinler yoluyla alınan Cd'nin yanı sıra, su boruları yoluyla, sigara dumanı ve endüstriyel metal üretimi sonucu çıkan fabrika atıkları da diğer önemli Cd kaynaklarıdır. Endüstri bölgelerinde havadaki Cd oranı kırsal alanlara oranla çok daha yüksektir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 1995 yılında yaptığı sınıflandırmaya göre Cd, 1. sınıf karsinogenik gruptadır (25).

Çinko (Zn): Zn, pek çok besinde, suda, havada ve kısacası çevrede hemen her yerde bulunan bir metaldir. Galvanize bakır boru veya plastik boru ile temas sonucu sudaki Zn içeriği daha da artar. Deniz ürünleri, et, tahıl, kümes hayvanlarından elde edilen ürünler ve badem, fındık, fıstık gibi sert kabuklu meyveler yüksek oranda Zn içerirler. Sebzelerdeki miktar düşüktür. Atmosferdeki düzeyleri ise endüstriyel alanlarda daha fazladır. Besinlerle alınan Zn'nin yaklaşık %20-30'u gastrointestinal sistemden absorbe edilir (26).

Aşırı Zn alımına bağlı zehirlenmeler yaygın değildir. Galvanize kaplarda uzun süre saklanan besinler ve içeceklerin tüketimine bağlı olarak gastrointestinal sistem bozuklukları ve diyare olduğu bildirilmektedir (26).

Cd ve Zn yerkürede bir arada ve benzer yapılarda bulunurlar. Bu iki metal insan vücudunda da benzer yapısal ve işlevsel özellikler göstermektedirler. Cd, önemli enzim ve organ fonksiyonlarında çinkonun yerini alabilmektedir ve bu fonksiyonların gerekli şekilde gerçekleşmesini engellemektedir. Zn ve Cd'nin vücut içindeki oranları, Cd zehirlenmesi Zn yetersizliğiyle arttığından, çok önemlidir. Tahılların rafinasyon işlemi bu oranı düşürmekte ve dolayısıyla Zn eksikliği ve Cd zehirlenmesi fazla rafine edilmiş tahıl ve unların tüketimiyle artış göstermektedir (25).

Krom (Cr): Vücutta insülinin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkileyen Cr, doğada her yerde bulunan bir metal olup havada $> 0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve kirlenmemiş suda ortalama $1 \mu\text{g}/\text{L}$ oranlarında bulunur. Pek çok toprakta az miktarda Cr (2-60 mg/kg) bulunurken, kirlenmemiş bazı topraklarda bu değer 4 g/kg'a kadar çıkmaktadır. İlk kez 1789'da Vauquelin tarafından üretilmiş ve çok renkliliğinden dolayı Yunanca renkler anlamına gelen krom olarak adlandırılmıştır. Günümüzde özellikle alaşım elementi olarak kullanılmaktadır (25).

Günde ortalama Cr alımı (tüm değerliklerde) 30-200 mcg'dır. Bu oranda alınan Cr'nin toksik bir etkisi yoktur ve yetişkin bir insanda günlük Cr gereksinimini karşılar. Günde 250 mcg' a kadar alınan Cr'nin insan sağlığına zararı yoktur (25).

Günlük alınan Cr miktarı tüketilen besinlerle ilintilidir. Et, tahıl, kurubaklagiller ve baharatlar en iyi krom kaynağıdır, süt ürünleri, pek çok sebze ve meyve ise az miktarda krom içerir. Cr eksikliği, kurşunun toksik etkisini artırırken, biyolojik sistemlerdeki aşırı Cr^{+6} farklı tipte kanser oluşumuna sebep olmaktadır (25).

Cr, metal alaşımlandırmada ve boyalar, çimento, kağıt, kauçuk ve diğer malzemeler için pigment olarak kullanılmaktadır. Düşük seviyelerde Cr'a 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. Cr daha çok sulu ortamlarda birikerek çoğalır. Dolayısıyla yüksek seviyelerde Cr'ye maruz kalmış balıkları tüketmek oldukça tehlikelidir (25).

Bakır (Cu): Atmosfer koşullarında metalik gri tonunda bulunmayan iki metalden biri olan Cu, M.Ö. 5000 yılından beri tanınmaktadır. En önemli özelliklerinin arasında yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, aşınmaya ve korozyon direnci, çekilebilme ve dövülebilme özellikleri sayılabilir. Ayrıca alaşımları çok çeşitli olup endüstride (otomotiv, basınçlı sistemler, borular, vanalar, elektrik santralleri ve elektrik, elektronik vd.) değişik amaçlı kullanılmaktadır (27).

Bakırın bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit yapıları canlılar için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir. Bu nedenle bakır ve bileşikleri fungusit, biosit, antibakteriyel madde ve böcek zehiri olarak tarım zararlılarına ve yumuşakçalara karşı yaygın olarak kullanılır (27).

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 – 19.0 mg/kg bakır bulunur. Anne sütü ortalama 200-400 µg/L bakır içerir ve bebek ağırlığı başına 50µg Cu alır. Cu eksikliğine bağlı olarak hayvanlarda ve insanlarda büyümede gecikme, solunum sisteminde enfeksiyonlar, kemik erimesi, anemi, saç ve deride renk kaybı gibi rahatsızlıklar kendini gösterir (27).

İçme sularında Dünya Sağlık Örgütü tarafından açıklanan sınır değeri 2 mg/L'dir. Gün içinde alınabilen maksimum bakır değeri kadınlarda 12 mg/gün, erkeklerde 10 mg/gün, 6-10 yaş grubu çocuklarda ise 3 mg/gün'dür (27).

Kobalt (Co): M.Ö. 2000'li yıllardan beri Co bileşikleri cam ve emayede mavi boya olarak kullanılmasına rağmen, element olarak 1742 yılında Brant tarafından yeni bir metal ve 1780'de Bergman tarafından element olarak tanımlanmıştır (27).

Co stratejik ve endüstriyel uygulamalarda ve askeri alanda önemli kullanım alanlarına sahiptir. Co, en çok süper alaşım olarak jet motor türbinlerinde kullanılırken, malzemelere manyetiklik özelliği kazandırma, korozyondan korunma ve mekanik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla alaşımlarda, yüksek hız çeliklerinde, takım çeliklerinde, elmas takımlarında ve kesici uçlarda alaşım elementi olarak da kullanılır. Bileşikleri ise petrol ve seramik endüstrisinde katalizör ve boyalarda pigment, mürekkep ve kerniklerde kurutma maddesi olarak kullanılır. Ayrıca pil elektrotlarında, her tip manyetik malzemelerde ve kayıt cihazlarında kullanılmaktadır (27).

Günlük mineral gereksinimimizde çok az bir yere sahip olan Co, kırmızı kan hücrelerinin üretiminin ve sinir sisteminin düzenlenmesinde kullanılan B₁₂ vitaminin bileşenidir. Kobaltın vücuttaki normal miktarı 80-300 mcg'dir ve kırmızı kan hücrelerinde, karaciğerde, dalakta, böbrekte, pankreasta depolanır. Et, karaciğer, böbrek, midye, istiridye, süt, balık ve deniz yosunları ve daha düşük miktarda olmakla beraber kara sebzeleri (bakla tohumu, ıspanak, lahana, salata, pancar, incir) de Co içerir (27).

Suda çözünür kobalt bileşikleri ağız yolu ile alındığında % 75' i tekrar atılırken geriye kalan kobalt kan, karaciğer, akciğer, böbrek, testisler ve bağırsaklarda toplanmaktadır. Uzun süre kobalt tozuna maruz kalındığında, alerjik tepkilere ve kronik bronşite neden olmasına rağmen kobalt kaynaklı deri tahrişi ve hastalıklar çok nadir gözlenir ve etki iki ayrı gruba ayrılabilir. Birinci grup; vücudun bazı bölgelerinde meydana gelen kızarıklıklar (eritem) şeklinde; özellikle sıcak havalarda, ellerde kobalt temasından kısa süre sonra oluşur. İkinci grup; uzun yıllar kobalt bileşikleri ile temas sonucunda ortaya çıkan egzamadır (27).

Nikel (Ni): Nikel ilk olarak 1751 yılında Cronstedt tarafından, gersdorfit (NiAsS) cevheri araştırılırken bulunmuştur. Nikelin büyük bir çoğunluğu (% 80), korozyon ve ısı direncinin yüksek, sertliğinin ve dayanımının iyi olması sebebiyle alaşım üretiminde kullanılmaktadır. Nikelin ana kullanım alanı paslanmaz çelik, bakır-nikel alaşımları ve diğer korozyona dayanıklı alaşım üretimleridir. Saf nikel kimyasal katalizör olarak elektrolitik kaplamada ve alkali pillerde, pigmentler, madeni para, kaynak ürünleri, mıknatıslar, elektrotlarda, elektrik fişlerinde, makine parçaları ve tıbbi protezlerde kullanılmaktadır (27).

Nikelin bilinen biyolojik fonksiyonu olmamakla birlikte orta düzeyde toksik özelliği vardır. Deriyi tahriş etmesinin yanında kalp-damar sistemine çok zararlı ve kanserojen bir metaldir. Nikel yakıtların yanması, madencilik ve rafinasyon işlemleri ve kentsel atıkların küllleştirilmesi ile atmosfere yayılmaktadır. Bunun yanı sıra lağım çamuru karışmış toprakta ve sigarada bulunmaktadır. Bazı bitki türleri, örneğin; baklagiller, için yararlı bir element olan nikel, belli bir doz aşımında (0.18-5.00 ppm) toksik olmaktadır. Besin olarak toplam nikel alınımı, hayvan yemleri veya bitkilerin yapısına aldığı miktarlara bağlıdır. Günlük nikel alımının yaklaşık yarısı ekmek, içecek ve tahılların tüketilmesiyle olmaktadır. Besinlerin günlük 150 mcg'dan az nikel içermesi önerilmektedir. İngiltere'de günlük değer; yetişkinler için 140-150 mcg, çocuklar için 14-250 mcg, A.B.D'de 69-162 mcg, ve Danimarka'da ortalama 130 (60-260) mcg'dır (27).

Manganez (Mn): Mn, yerkabuğunda en fazla bulunan 12. elementtir ve doğal olarak kayaların, suyun ve besinlerin yapısında bulunmaktadır. İnsanlar, hayvanlar ve bitkiler için elzem bir besin ögesidir ve büyüme, gelişme ve sağlığın sürdürülmesi için gereklidir. İskelet sisteminin gelişimi, enerji metabolizması, belli enzimlerin aktivasyonu, üreme hormonlarının işlevleri ve hücreleri serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruma gibi önemli işlevlere sahiptir (28).

En fazla bulunduğu besinler sert kabuklu meyveler, tahıllar, kurubaklagiller, meyveler, sebzeler ve çaydır. Düşük düzeylerde içme suyunda da Mn bulunur (0.001-0.1 mg/L). Günlük alım düzeyi yetişkinler için 2-9 mg/gün arasında değişmektedir. Yaklaşık %3-5'i gastrointestinal sistemden emilmektedir. Denge çalışmaları gastrointestinal sistemden düşük emilim oranı ve hızlı eliminasyonunun yüksek doz alımında toksisitesini sınırlandırdığına işaret etmektedir (28).

Sanayide Mn en fazla kullanılan 4. metaldir ve kullanım alanları arasında; demir ve çelik üretimi, kuru pil üretimi, potasyum permanganat ve diğer Mn içeren kimyasal üretimi, hidrokinon üretiminde oksidant, cam üretimi, tekstil sanayi, kibrit ve havai fişek üretimi, kaynak tabancalarında oksidan ajan olarak kullanımı ile derinin tabaklanması sayılabilir. Ayrıca organik Mn bileşikleri fungusitlerin yapısında, yakıt katkı maddesi olarak benzinde ve kontrast madde olarak magnetik rezonans görüntüleme yönteminde kullanılmaktadır (28).

Demir (Fe): Demir insan organizmasında özellikle alyuvarların yapısında bulunan, hemoglobinin fonksiyonel bir parçası olması yönünden önemlidir. Bunun dışında demir, kasların miyoglobininde, sitokrom peroksidaz ve katalaz sistemlerinde yer alan yaşamsal önemde bir mineraldir. Bütün insan vücudundaki total miktarının ancak 4-5 gram arasında olmasına karşın bunun 700 mg kadarı karaciğerdedir. Demirin biyokimyasal reaksiyonlar yönünden özellikle solunum sistemi yönünden büyük görevleri vardır (30).

Jeolojik formasyonlardan ve demir içeren suni gübrelerden içme suyuna karışmaktadır. Demirin vücuttaki yetersizliğinde anemi, halsizlik, yorgunluk, nefes darlığı, müzmin baş ağrıları, uyku düzensizlikleri, çabuk tırnak kırılmaları ve saç dökülmesine, demirin fazla alınmasında ise karaciğer yetersizliği, baş dönmesi ve mide ağrılarına sebep olabilir (32).

Alüminyum (Al): Doğada çok miktarda bulunan alüminyum canlılara çeşitli yollardan, genel olarak da besin, su ve hava ile geçer. Günlük yaşamda fazlaca kullanılması nedeni ile başta insanlar olmak üzere toksik etkilerine de sıkça rastlanır. Alüminyum yer kabuğunda en çok

bulunan elementlerden üçüncüsü olmasına rağmen suyun kapsamında az bulunur. Suda çok az bulunduğu zaman bile renk değişimine neden olabilir. Suda 0.1-0.2 mg/litre'yi aşması durumunda meydana gelen renk değişikliği, tüketicinin yakınmasına neden olur. Alüminyum bir çok endüstriyel ve evsel kullanım biçimine sahiptir. Antiasitler, ter kesiciler, gıda katkı maddeleri, aşı adjuvanı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Su arıtım işlemlerinde flokülant olarak da yaygın kullanıma sahiptir (30).

İnsanların besinlerle birlikte sularla günde 88 mg alüminyum aldığı tahmin edilmektedir. Bir insanın litresinde 1.5 mg Al içeren sudan 2 lt içtiği tahmin edilirse yalnızca sudan 3 mg alüminyum alıyor demektir ki, bu da günlük alınan Al'nin % 4'ünden daha az miktardır. İnsanlar için Al temel besin öğelerinden değildir. Fosfat tuzları halinde kompleks olarak su ve besinlerle alınır (30).

Farklı Ülkelerde Yapılmış Konu ile İlgili Çalışmalar

Nijerya'da yapılan bir çalışmada ülkede yaygın olarak tüketilen çeşitli besinlerde ağır metal içeriği (Na, Cl, Ca, Cu, Mn, Mg, Co, Cr, Rb, Fe, Se, Cd, As, Ba, Sr, Br₂, I₂, ve V) ölçülmüştür. Sonuçta süttozu, pirinç, makarna ve spagetti örneklerinde tüm ağır metallerin düşük düzeyde olduğu, süttozu, pirinç, kurubaklagil ve soya fasulyesi örneklerinde tüm ağır metallerin orta düzeyde olduğu, darı ve mısırdaki Zn, Mn, Fe'nin yüksek; Cd, As ve Se'nin düşük olduğu saptanmıştır (36).

Pakistan'da yapılan bir çalışmada mercimek ve kuru fasulye örneklerinde Ca, Fe, Al, Pb, K ve Cu düzeyleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, örneklerdeki ağır metal düzeylerinin Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği sınırlar arasında olduğunu göstermiştir (37).

Kore'de yapılan bir çalışmada 342 besin/içecek Hg içeriği açısından analiz edilmiştir. Hg konsantrasyonu incelenen 15 besin grubu içinde en yüksek düzeyde balık ve kabuklu deniz ürünlerinde saptanmıştır. Bu besin grubunun günlük Hg alımına katkısı %76 olarak belirlenmiştir. Bu gruptan sonra en fazla Hg içeren besin grupları; sebzeler, süt ve süt ürünleri, yumurta, tahıl ve kurubaklagiller olarak bildirilmiştir (38).

Yunanistan'da yapılan bir çalışmada çeşitli besin gruplarından organik besinler ve içecekler Cd ve Pb içerikleri yönünden analiz edilmiştir. Sonuçta tahıllar ve yeşil yapraklı sebzelerin Cd içeriklerinin en yüksek, yeşil yapraklı sebzeler, kurubaklagiller ve alkollü içeceklerin Pb içeriklerinin en yüksek olduğu bulunmuştur (39).

Grönland'da yapılan bir çalışmada halkın en fazla tükettiği 90 besin 1976, 2004 ve 2006 yıllarında besin ögesi açısından analiz edilmiştir. Yıllar içinde analiz edilen besinlerin Se, Zn, fosfor, Fe, Mg ve Ca içeriklerinin azaldığı bulunmuştur (40).

Fransa'da yapılan bir çalışmada ülkede tüketilen et, balık, sebze ve meyve örneklerinde Se düzeyleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar bu besinlerdeki Se düzeyinin orta düzeyde olduğunu göstermiştir (41).

Bangladeş'te yapılan bir çalışmada, bireylerin As alımları ölçülmüştür. Toplam As alımının %13'ünün içme suyundan, %4.4'ünün sıvı alımından, %56'sının katı besinlerden, %11'inin pişmiş pirinçten ve %16'sının tahıllardan geldiği saptanmıştır (42).

Şili'de yürütülen bir çalışmada, ülkede tüketilen besinler 17 grupta toplanarak ağır metal analizi (As, Cd, Hg, Pb) yapılmıştır. Balık ve kabuklu deniz ürünlerinin As, Cd ve Hg içeriği en yüksek bulunurken, Pb içeriği şekerli besinlerden en yüksek bulunmuştur. Kişi başına günlük alım düzeyinin Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği tolere edilebilir sınırlar arasında kaldığı bildirilmiştir (43).

Oymak ve ark (44), değişik besin örneklerinde (et, sebze gibi) birlikte çöktürme metodu ile ayırma ve zenginleştirme sonrası GFAAS ile Pb ve Cd tayini yapmışlardır.

Tokaloğlu ve Gürbüz (45), katı faz ekstraksiyonu ile ayırma ve zenginleştirme sonrası, başlıca tahıllar, sebze ve meyveler, içecek ve ekstraktlarda Cu ve Fe tayinini FAAS kullanarak yapmışlardır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Besin örnekleri: Kayseri piyasasında satılan çeşitli besinlerin (baharatlar, çaylar, tahıllar, kurubaklagiller) ağır metal içeriklerinin ICP-MS yöntemiyle saptanması amacıyla planlanan bu projede, besin örnekleri farklı büyük marketlerden, aynı gün/farklı günlerde temin edilmiştir. Aynı türden ve farklı markalardan 3'ten az olmamak üzere, ulaşılabilen en fazla sayıya ulaşmak hedeflenmiştir.

Analizlerin yapıldığı yer: Tüm besinlerin analizi Erciyes Üniversitesi Teknoloji, Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde (TAUM) yapılmıştır. Piyasadan temin edilen besin örnekleri, orijinal paketleri içinde ve üzerine hangi marketten satın alındığı yazılıp, etiketlenerek TAUM'daki görevlilere teslim edilmiş ve uygun koşullarda saklanmaları sağlanmıştır. Gerekliğinde analiz öncesi, kurutma, öğütme, eleme gibi hazırlama işlemleri uygulanmıştır. Isıyla bozulabilen besinler, analiz yapılana değin soğuk ortamda muhafaza edilmiştir.

Analizlerin yapıldığı cihaz: Agilent 7500 a marka ICP-MS'tir. ICP-MS cihazı ile ppb ya da daha düşük mineral konsantrasyonları aynı anda, duyarlı ve doğru bir şekilde belirlenmektedir.

Katı örnekler, yine TAUM'da bulunan Berghof marka mikrodalga çözünürleştirme yöntemi ile parçalanmış, daha sonra belirli bir hacme seyreltilerek analizleri ICP-MS cihazı ile yapılmıştır. Her bir analiz en az 3 tekrar olarak yapılmıştır. Her bir analiz serisi için beraberinde kör analiz de yapılmıştır.

Örnek analiz sonuçlarının doğruluğu için standart referans madde analizleri (SRM) yapılmıştır. Bu amaçla değişik örnekler için matriksi uygun referans maddeler alınacak, çözünürleştirildikten sonra, ICP-MS cihazı ile metal derişimleri belirlenmiştir. Bu maddelerin içerikleri belli olduğu için besin örneklerinin analizi sonucu bulunan değerler, SRM içerikleri ile karşılaştırılarak, örnek analizlerinde kullanılan yöntemlerin doğruluğu hakkında bilgi edinilmiştir.

Tablo 1'de baharatlar için sertifikalı referans maddenin analizleri görülmektedir.

Tablo 1. Baharatlar için sertifikalı referans maddenin (SRM) analizi (GBW07605 Çay yaprakları)

	Derişim, $\mu\text{g g}^{-1}$
--	-------------------------------

Element	Sertifikalı değer ^a	Bulunan ^a	Geri kazanım (%)
Cr	0.80 ± 0.03	0.78 ± 0.08	98
Mn	1240 ± 70	1189 ± 46	96
Fe	264 ± 15	267 ± 11	101
Co	0.18 ± 0.02	0.20 ± 0.01	111
Ni	4.6 ± 0.5	4.7 ± 0.1	102
As	0.28 ± 0.04	0.28 ± 0.01	100
Cd	0.057 ± 0.010	0.053 ± 0.003	93
Pb	4.4 ± 0.3	4.47 ± 0.03	102

^a $\bar{x} \pm SD$, n=3.

Analizi Yapılan Besinler

Baharatlar: Kayseri’de bulunan farklı marketlerden, farklı günlerde satın alınan baharat örnekleri (n=210, 11 marka) analiz edilmiştir. Analizi yapılan baharatlar ve bilimsel isimleri şöyledir: yenibahar (*Pimenta dioica*), fesleğen (*Ocimum basilicum*), siyah kuş üzümü (*Ribes nigrum*), karabiber (*Piper nigrum*), tarçın (*Cinnamomum verum*), kırmızı acı pul biber (*Capsicum annuum L.*), hindistan cevizi (*Cocus nucifera*) (öğütülmüş), kimyon (*Cuminum cyminum L.*), köri, çemen otu (*Trigonella foenum-graecum*), sarımsak (*Allium sativum*) (toz halde), zencefil (*Zingiber officinale*), mahlep (*Prunus mahaleb L.*), çörekotu (*Nigella sativa*), nane (*Mentha piperita L.*), haşhaş (*Papaver somniferum L.*) (toz halde), susam (*Sesamum indicum*), tatlı kırmızı biber (*Capsicum annuum L.*) (toz halde), sumak (*Rhus coriaria*), kekik (*Thymus vulgaris*). Baharatlar kurutulmuş olarak satıldığı için örneklerle başka bir kurutma işlemi uygulanmamıştır. Siyah kuş üzümü örnekleri analiz yapılmadan önce havanda dövülmüştür. Tüm baharat örneklerinde Cr, Mn, Fe, Co, Ni, As, Cd, Pb ve Zn analizi yapılmıştır.

Çaylar: Kayseri’de bulunan farklı marketlerden, farklı günlerde satın alınan çay (toz, poşet) örnekleri (n=114, 10 marka) analiz edilmiştir. Tüm çay örneklerinde Cr, As, Cd, Pb ve Al analizi yapılmıştır.

Tahıllar: Kayseri’de bulunan farklı marketlerden, farklı günlerde satın alınan tüm tahıl örneklerinde (pirinç, pirinç unu, sütlü pirinç unu, irmik, makarna, erişte, aşurelik buğday, buğday nişastası, pilavlık bulgur, buğday unu, mısır unu, kepekli un, çavdar unu) (n= 87, 16 marka) Mn, Cu ve Zn analizi yapılmıştır.

Kurubaklagiller: Kayseri’de bulunan farklı marketlerden, farklı günlerde satın alınan tüm kurubaklagil örneklerinde (nohut, yeşil mercimek, kuru fasulye, barbunya, kırmızı mercimek) (n=45, 3 marka). Tüm kurubaklagil örneklerinde Mn, Cu ve Zn analizi yapılmıştır.

İstatistiksel analiz: Elde edilen veriler ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir.

BULGULAR

BAHARATLAR

Baharat türleri için markalara göre ortalama mineral içerikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çeşitli baharatların markalara göre mineral içerikleri ($\mu\text{g g}^{-1}$; ortalama \pm standart sapma)

	Ortama \pm SD ($\mu\text{g g}^{-1}$)							
	Cr	Mn	Fe	Ni	Co	As	Cd	Pb
Çemen otu								
Marka 1	0.90 \pm 0.04	17.8 \pm 0.5	116 \pm 7	2.68 \pm 0.44	0.21 \pm 0.01	<GS	0.03 \pm 0.00	0.17 \pm 0.01
Marka 2	0.21 \pm 0.01	19.6 \pm 0.4	132 \pm 9	2.77 \pm 0.19	0.34 \pm 0.01	0.15 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01	0.11 \pm 0.00
Karabiber								
Marka 1	1.57 \pm 0.14	149 \pm 3	626 \pm 70	2.90 \pm 0.06	0.33 \pm 0.01	0.17 \pm 0.01	0.13 \pm 0.01	0.22 \pm 0.02
Marka 3	3.83 \pm 0.33	190 \pm 4	638 \pm 80	6.18 \pm 0.32	0.51 \pm 0.04	0.07 \pm 0.00	<GS	0.30 \pm 0.04
Marka 4	0.58 \pm 0.05	13.3 \pm 0.3	102 \pm 9	1.63 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01	0.02 \pm 0.01	<GS	<GS
Marka 5	0.69 \pm 0.04	117 \pm 7	187 \pm 18	0.79 \pm 0.14	0.08 \pm 0.01	0.06 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	0.06 \pm 0.01
Kimyon								
Marka 1	1.17 \pm 0.13	28.2 \pm 0.4	397 \pm 12	2.04 \pm 0.10	0.32 \pm 0.00	0.30 \pm 0.01	0.07 \pm 0.00	0.59 \pm 0.02
Marka 4	1.17 \pm 0.12	26.3 \pm 1.7	134 \pm 4	2.45 \pm 0.05	0.26 \pm 0.01	0.19 \pm 0.02	0.05 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01
Marka 5	1.50 \pm 0.17	41.9 \pm 3.0	471 \pm 31	2.30 \pm 0.19	0.35 \pm 0.02	0.21 \pm 0.01	0.08 \pm 0.01	0.45 \pm 0.02
Marka 6	1.14 \pm 0.00	21.0 \pm 1.0	215 \pm 30	2.81 \pm 0.37	0.26 \pm 0.02	0.05 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01	0.22 \pm 0.02
Kırmızı pul biber								
Marka 1	1.27 \pm 0.18	10.3 \pm 1.0	112 \pm 10	15.23 \pm 0.67	1.19 \pm 0.08	0.09 \pm 0.01	0.16 \pm 0.01	0.12 \pm 0.02
Marka 2	1.32 \pm 0.08	12.5 \pm 0.7	228 \pm 14	8.83 \pm 0.37	0.65 \pm 0.02	0.08 \pm 0.01	0.10 \pm 0.01	1.13 \pm 0.00
Marka 4	1.34 \pm 0.17	9.41 \pm 0.12	70 \pm 6	14.16 \pm 0.32	0.90 \pm 0.05	<GS	0.12 \pm 0.01	0.10 \pm 0.01
Susam								
Marka 1	0.48 \pm 0.05	15.0 \pm 0.4	49.8 \pm 3.0	0.40 \pm 0.07	0.13 \pm 0.01	0.04 \pm 0.00	0.09 \pm 0.00	0.09 \pm 0.00
Marka 3	0.71 \pm 0.02	17.4 \pm 1.0	35.0 \pm 1.2	0.39 \pm 0.03	0.14 \pm 0.02	0.03 \pm 0.00	<GS	<GS
Marka 4	0.71 \pm 0.03	17.2 \pm 1.4	20.4 \pm 2.4	0.47 \pm 0.02	0.18 \pm 0.01	<GS	<GS	<GS
Marka 5	0.46 \pm 0.00	21.2 \pm 0.4	42.8 \pm 0.5	0.64 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	<GS	0.01 \pm 0.00
Tarçın								
Marka 1	0.26 \pm 0.02	169 \pm 4	475 \pm 31	0.18 \pm 0.01	0.18 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01	0.24 \pm 0.02	0.66 \pm 0.01
Marka 4	0.16 \pm 0.02	155 \pm 8	24.8 \pm 2.8	<GS	0.07 \pm 0.00	<GS	0.21 \pm 0.02	0.07 \pm 0.01
Marka 5	0.52 \pm 0.02	225 \pm 5	66.9 \pm 6.8	<GS	0.07 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01	0.24 \pm 0.02	0.16 \pm 0.00
Marka 6	0.76 \pm 0.04	176 \pm 12	103 \pm 10	<GS	0.12 \pm 0.01	<GS	0.33 \pm 0.05	0.18 \pm 0.03
Kırmızı toz biber								
Marka 1	1.79 \pm 0.07	14.5 \pm 0.6	242 \pm 11	23.0 \pm 0.2	1.44 \pm 0.07	<GS	0.07 \pm 0.00	0.06 \pm 0.00
Marka 3	3.63 \pm 0.20	28.4 \pm 1.0	586 \pm 24	7.62 \pm 0.26	0.57 \pm 0.03	0.74 \pm 0.05	0.13 \pm 0.01	1.55 \pm 0.01
Marka 4	0.80 \pm 0.01	13.1 \pm 0.8	242 \pm 24	4.38 \pm 0.30	0.60 \pm 0.03	0.09 \pm 0.00	0.11 \pm 0.00	0.17 \pm 0.00
Haşhaş								
Marka 7	0.26 \pm 0.04	62.0 \pm 3.1	64.1 \pm 0.6	1.17 \pm 0.14	0.14 \pm 0.01	<GS	0.13 \pm 0.00	<GS
Marka 8	<GS	61.0 \pm 2.9	218 \pm 16	0.90 \pm 0.05	0.12 \pm 0.00	0.04 \pm 0.01	0.09 \pm 0.01	0.18 \pm 0.01
Marka 9	0.94 \pm 0.00	47.3 \pm 2.5	160 \pm 13	2.49 \pm 0.14	0.19 \pm 0.01	0.02 \pm 0.00	0.11 \pm 0.01	0.08 \pm 0.00
Çörekotu								
Marka 3	0.60 \pm 0.04	23.5 \pm 2.1	21.3 \pm 2.9	4.00 \pm 0.27	0.06 \pm 0.00	<GS	0.04 \pm 0.00	<GS
Marka 4	0.56 \pm 0.03	24.8 \pm 2.4	33.7 \pm 3.4	4.33 \pm 0.25	0.08 \pm 0.01	0.03 \pm 0.00	0.06 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00
Marka 5	0.55 \pm 0.08	31.6 \pm 2.4	68.9 \pm 3.0	4.96 \pm 0.58	0.10 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	<GS
Marka 6	0.26 \pm 0.03	25.2 \pm 2.5	31.5 \pm 3.2	4.90 \pm 0.56	0.08 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	0.05 \pm 0.01	0.06 \pm 0.01
Hindistan cevizi								
Marka 3	0.22 \pm 0.01	22.2 \pm 1.3	22.1 \pm 1.0	2.25 \pm 0.05	0.04 \pm 0.00	<GS	0.03 \pm 0.00	0.15 \pm 0.01
Marka 4	0.71 \pm 0.05	20.4 \pm 0.4	22.2 \pm 4.3	2.84 \pm 0.09	0.05 \pm 0.00	<GS	0.01 \pm 0.00	<GS
Marka 5	0.58 \pm 0.06	25.1 \pm 0.9	29.4 \pm 7.0	0.67 \pm 0.02	0.03 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	<GS	<GS
Marka 6	0.08 \pm 0.01	15.7 \pm 1.4	14.6 \pm 1.4	0.15 \pm 0.00	<GS	<GS	0.02 \pm 0.00	0.11 \pm 0.00
Kekik								
Marka 3	2.30 \pm 0.30	50.4 \pm 1.1	611 \pm 25	5.37 \pm 0.60	0.42 \pm 0.01	0.30 \pm 0.01	0.01 \pm 0.00	0.52 \pm 0.02
Marka 4	1.61 \pm 0.04	44.4 \pm 3.0	484 \pm 32	6.14 \pm 0.28	0.52 \pm 0.03	0.31 \pm 0.03	<GS	0.50 \pm 0.03
Marka 5	1.85 \pm 0.04	45.4 \pm 1.1	521 \pm 8	9.94 \pm 0.19	0.66 \pm 0.01	0.38 \pm 0.03	0.02 \pm 0.00	0.51 \pm 0.03
Marka 6	1.78 \pm 0.19	45.0 \pm 3.6	605 \pm 57	8.81 \pm 0.47	0.52 \pm 0.00	0.34 \pm 0.03	<GS	1.02 \pm 0.05
Köri								
Marka 2	1.02 \pm 0.09	213 \pm 14	242 \pm 29	1.96 \pm 0.00	0.34 \pm 0.04	0.26 \pm 0.01	0.48 \pm 0.01	1.54 \pm 0.03
Marka 3	0.64 \pm 0.02	50.9 \pm 2.8	108 \pm 3	1.97 \pm 0.25	0.24 \pm 0.02	0.08 \pm 0.01	0.05 \pm 0.00	0.12 \pm 0.01
Marka 5	0.81 \pm 0.01	56.6 \pm 1.9	198 \pm 6	2.01 \pm 0.08	0.24 \pm 0.01	0.15 \pm 0.01	0.11 \pm 0.00	0.29 \pm 0.01
Marka 9	1.81 \pm 0.18	53.7 \pm 2.1	1064 \pm 51	1.62 \pm 0.12	0.80 \pm 0.03	0.16 \pm 0.02	0.07 \pm 0.00	0.7 \pm 0.00
Marka 11	0.71 \pm 0.02	32.6 \pm 2.5	172 \pm 4	1.13 \pm 0.15	0.11 \pm 0.01	<GS	0.12 \pm 0.01	0.3 \pm 0.01
Kuş üzümü								

Marka 3	0.11±0.02	5.08±1.06	8.30±2.99	<GS	<GS	<GS	<GS	<GS
Marka 6	0.37±0.01	4.99±0.23	14.9±0.2	<GS	0.01±0.00	<GS	<GS	0.07±0.00
Marka 10	<GS	11.8±0.3	19.6±1.6	0.18±0.00	0.05±0.01	0.10±0.01	0.10±0.01	0.09±0.00
Marka 11	<GS	6.33±0.84	50.6±6.9	<GS	0.01±0.00	<GS	<GS	<GS
Mahlep								
Marka 3	0.70±0.02	22.6±1.1	127±11	1.53±0.01	0.27±0.00	0.04±0.00	<GS	0.12±0.04
Marka 8	0.92±0.04	11.4±0.6	135±1	<GS	0.07±0.00	-	0.01±0.00	0.03±0.00
Marka 9	0.92±0.04	13.2±0.7	29.9±1.4	<GS	0.03±0.00	0.03±0.00	0.00	0.10±0.01
Yenibahar								
Marka 3	1.10±0.07	16.4±1.0	150±20	1.39±0.07	0.23±0.02	0.04±0.00	<GS	0.17±0.02
Marka 5	0.55±0.07	8.28±0.05	36.9±3.5	0.25±0.02	0.02±0.00	0.02±0.00	<GS	<GS
Marka 6	0.54±0.03	8.74±0.14	41.1±0.5	<GS	0.05±0.00	0.01±0.00	<GS	0.03±0.01
Zencefil								
Marka 2	0.58±0.03	238±4	167±6	1.29±0.02	0.28±0.01	0.75±0.02	0.43±0.01	0.66±0.01
Marka 3	0.80±0.12	225±7	270±11	1.14±0.13	0.41±0.02	0.03±0.00	0.07±0.01	0.37±0.01
Marka 6	0.56±0.05	317±5	89±4	1.07±0.03	0.16±0.01	0.06±0.00	0.29±0.01	0.57±0.06
Marka 11	0.54±0.06	316±4	315±19	1.48±0.11	0.34±0.01	0.84±0.02	0.53±0.00	0.83±0.02
Fesleğen								
Marka 2	3.94±0.47	86.6±2.2	899±55	6.74±0.46	0.97±0.03	0.55±0.04	0.06±0.00	1.21±0.03
Marka 6	1.64±0.14	101±8	706±24	0.73±0.09	0.6±0.04	0.15±0.00	0.03±0.00	0.81±0.07
Marka 8	1.53±0.05	68±1	1036±75	1.51±0.05	0.65±0.04	0.12±0.02	0.04±0.00	0.78±0.03
Nane								
Marka 4	1.26±0.15	87.5±3.0	316±35	3.60±0.52	0.71±0.09	0.12±0.02	0.03±0.00	0.45±0.02
Marka 5	1.20±0.14	104±6	395±49	3.00±0.33	0.72±0.05	0.12±0.02	0.01±0.00	0.48±0.02
Marka 6	1.57±0.10	111±5	26±21	2.49±0.24	0.58±0.03	0.14±0.01	<GS	0.45±0.05
Marka 11	0.75±0.07	76.6±3.6	500±2	3.06±0.06	0.53±0.04	0.07±0.01	0.09±0.00	0.35±0.02
Sumak								
Marka 2	1.15±0.15	6.98±0.83	147±8	1.71±0.15	0.10±0.01	0.06±0.01	<GS	0.72±0.03
Marka 4	1.84±0.09	7.03±0.47	85.2±11.1	1.00±0.09	0.08±0.01	0.05±0.01	0.08±0.00	0.66±0.07
Marka 6	1.47±0.10	21.9±1.3	230±23	1.25±0.19	0.13±0.01	0.10±0.01	0.02±0.00	0.37±0.05
Marka 11	0.95±0.04	8.11±0.70	183±18	1.09±0.16	0.13±0.00	0.15±0.00	0.12±0.00	0.41±0.01

GS: gözlenme sınırının altında

Çemenotu: Çemenotu örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (132±9 mg/kg) ve Mn (19.6±0.4 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla Pb (0.11±0.00mg/kg) ve Cd (0.14±0.01 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Çörekotu: Çörekotu örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller Fe (68.9±3.0mg/kg) ve Mn (31.6±2.4mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla As (0.05±0.01 mg/kg) ile Cd (0.06±0.0 mg/kg) ve Pb (0.06±0.0 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Fesleğen: Fesleğen örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (1036±75 mg/kg) ve Mn (101±8 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd (0.55±0.04 mg/kg) ve As (0.06±0.0 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Haşhaş: Haşhaş örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla, Fe (160±13 mg/kg) ve Mn (62±3.1 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla Cd (0.04±0.01 mg/kg) ve As (0.17±0.01 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Hindistan cevizi: Hindistan cevizi örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (29.4±7.0 mg/kg) ve Mn (25.1±0.9 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd (0.15±0.01 mg/kg) ve As (0.02±0.0 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Karabiber: Karabiber örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (638±80 mg/kg) ve Mn (190±4 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd (0.13±0.01 mg/kg) ve As (0.17± 0.01 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Kekik: Kekik örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (611±25 mg/kg) ve Mn (50.4±1.1 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla As (0.38±0.03 mg/kg) ve Cd (0.02± 0.00 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Kırmızı biber (toz, tatlı): Toz kırmızı tatlı biber örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla, Fe (586±24 mg/kg) ve Mn (28.4±1.0 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla As (0.74±0.05 mg/kg) ve Cd (0.13±0.01mg/kg) olarak bulunmuştur.

Kırmızı biber (pulbiber, acı): Acı kırmızı pulbiber örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla, Fe (228±14 mg/kg) ve Ni (15.23±0.67 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd (0.16±0.01 mg/kg) ve As (0.09± 0.01 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Kimyon: Kimyon örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (471±31 mg/kg) ve Mn (41.9±3 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Pb (0.59±0.02 mg/kg) ve Cd (0.09±0.01 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Köri: Köri örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (1064±51 mg/kg) ve Mn (213±14 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Co (0.1642± 0.07677 mg/kg) ve As (0.26±0.01 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Kuş üzümü: Kuş üzümü örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (50.6±6.9 mg/kg) ve Mn (6.33±0.84 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Pb (0.09±0.00 mg/kg) ve Co (0.05±0.01 mg/kg) bulunmuştur.

Mahlep: Mahlep örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (226±1.1 mg/kg) ve Fe (135±1 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla As (0.04±0.00 mg/kg) ve Cd (0.01±0.00 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Nane: Nane örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (500±2mg/kg) ve Mn (111±5 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla As (0.14±0.01 mg/kg) ve Cd (0.09± 0.00 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Sumak: Sumak örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (230±23 mg/kg) ve Mn (21.9±1.3 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Co (0.13±0.01 mg/kg) ve Cd (0.12±0.00 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Susam: Susam örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla, Fe (49.8±3.0 mg/kg) ve Mn (21.2±0.4 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd ve Pb (0.09±0.00 mg/kg) ile As (0.04±0.00 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Tarçın: Tarçın örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (475±31 mg/kg) ve Mn (225±5 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Ni ve Co (0.18±0.01 mg/kg) ile As (0.09±0.01 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Yenibahar: Yenibahar örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (150±20 mg/kg) ve Mn (16.4±1.0mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller As (0.0246± 0.0130 mg/kg) ve Cd (gözlenebilir sınır değerlerin altında) bulunmuştur.

Zencefil: Zencefil örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (317±5 mg/kg) ve Fe (315±19 mg/kg) iken, en düşük düzeyde bulunanlar sırasıyla As (0.53±0.00 mg/kg) ve Co (0.41±0.02 mg/kg) olarak bulunmuştur.

ÇAYLAR

Çay örneklerinde markalara göre mineral içerikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Çeşitli çayların markalara göre mineral içerikleri ($\mu\text{g g}^{-1}$; ortalama±standart sapma)

ÇAY	Ortama \pm SD ($\mu\text{g g}^{-1}$)				
	Cr	As	Cd	Pb	Al
Yeşil çay					
Marka 1	0.80±0.04	0.25±0.03	0.07±2.69x10 ⁻³	1.70±0.13	1307.5±128.5
Marka 2	1.11±0.12	0.03±0.002	0.07±8.16x10 ⁻³	0.38±0.03	2033.7±130.5
Siyah çay					
Marka 2	1.68±0.14	0.06±1.55x10 ⁻³	0.04±7.67x10 ⁻³	0.45±8.3x10 ⁻³	1732.5±66.1
Marka 3	0.66±0.08	0.13±7x10 ⁻⁴	0.05±62x10 ⁻⁴	1.26±0.04	1498.6±180.8
Marka 4	1.11±0.08	0.04±5.65x10 ⁻⁴	0.06±0.0040	0.46±0.04	1889.2±2.3
Marka 2	1.18±0.09	0.03±0.00064	0.04±0.00193	0.35±0.02	1683.3±58.8
Marka 5	2.00±0.08	0.04±4.17x10 ⁻³	0.06±0.00534	1.03±0.02	1752.4±79.7
Adaçayı					
Marka 6	3.84±0.14	0.31±0.02	0.019±0.00170	0.89±0.04	1036.4±89.2
Marka 7	1.17±0.05	0.16±0.01	0.025±3.9810x10 ⁻³	0.42±0.04	238.6±26.6
Isırgan					

Marka 8	5.36±0.62	0.52±0.04	0.55±2.26x10 ⁻³	1.05±0.06	1060.1±96.6
Marka 6	3.05±0.09	0.28±0.01	0.03±7.07x10 ⁻⁵	1.52±0.16	741.7±40.1
Rezene					
Marka 6	0.66±0.04	0.07±8.132x10 ⁻³	0.015±1.4142x10 ⁻³	0.08±3.1x10 ⁻³	<GS
Marka 7	5.60±0.76	0.2±4.2426x10 ⁻⁴	0.036±3.5355x10 ⁻³	0.44±0.03	573.4±77.9
Nane-limon					
Marka 7	1.97±0.22	0.17±0.02	0.014±0.0001	0.32±0.01	573.6±21.4
Marka 9	1.46±0.06	0.14±9.7x10 ⁻³	0.098±0.004	0.36±0.02	82.1±0.50
Marka 10	8.8±0.72	0.72±0.06	0.019±0.003	1.0±0.03	2323.4±434.3
Kuşburnu					
Marka 8	1.26±0.02	0.08±0.004	0.06±0.01	0.32±0.03	370.4±3.6
Marka 10	0.62±0.06	0.07±9.50x10 ⁻³	0.05±0.004	0.27±0.01	169.0±19.5
Marka 9	0.03±0.02	0.05±2.83x10 ⁻³	0.05±7.7781x10 ⁻⁴	1.0±0.01	82.1±0.5
Marka 11	0.50±0.07	0.07±0.01	0.04±3.46x10 ⁻³	0.12±0.01	104.3±4.0
Elma					
Marka 7	2.08±0.2	0.19±0.01	0.10±0.0059	1.66±0.03	436.8±26.1
Marka 9	1.6±0.09	0.04±0.002	0.03±9.2x10 ⁻³	0.33±0.04	292.8±41.8
Marka 10	0.8±0.02	0.04±1.7x10 ⁻³	0.02±3.9x10 ⁻³	0.15±2.7	120±1
Form					
Marka 8	1.06±0.13	0.19±0.014	0.07±0.0066	0.55±0.034	99.8±9.42
Marka 10	1.62±0.16	0.25±0.03	0.10±0.003	1.01±0.101	548±19
Marka 7	3.2±0.26	0.55±0.07	0.03±0.001	0.56±0.05	486.9±8.3
Ekinezya					
Marka 9	4.2±0.06	0.64±0.07	1.0±0.002	1.21±0.05	1175.1±37.3
Marka 10	1.6±0.11	0.19±7.3x10 ⁻³	0.2±0.012	0.68±0.03	239.4±27.8
Böğürtlenli					
Marka 10	2.1±0.16	0.15±0.002	0.04±0.004	0.4±0.01	366.8±47.9
Marka 9	1.8±0.24	0.14±5.2x10 ⁻³	0.06±4.1x10 ⁻³	0.5±0.03	214.7±7.1
Marka 11	0.6±0.05	0.08±0.01	0.04±0.005	0.3±0.02	237.4±7.2
İhlamur					
Marka 10	1.5±0.04	0.15±0.01	0.09±0.002	1.3±0.04	245.1±29.6
Narlı					
Marka 9	1.2±0.02	0.27±0.02	0.07±0.006	0.6±0.02	351.2±8.4
Yabanmersini					
Marka 9	0.4±0.05	0.06±7.5x10 ⁻³	0.06±1.1x10 ⁻³	0.3±0.02	201.1±23
Erik-tarçın					
Marka 9	1.3±0.05	1.0±0.01	0.09±0.01	0.79±0.03	287.2±12.2
Üzüm çekirdekli					
Marka 10	1.28±0.02	0.07±0.0008	0.05±2.7x10 ⁻³	0.46±0.007	227.6±10.8
Zencefil-limon					
Marka 9	1.83±0.04	0.12±0.014	0.22±0.02	0.28±0.0131	386.3±47.9
Papatya					
Marka 9	5.81±0.28	0.23±0.007	0.099±0.03	0.60±0.027	1315.7±102.6

<GS: Gözlenme sınırının altında

Yeşil çay: Yeşil çay örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (2033.7±130.5 mg/kg), Pb (1.70±0.13 mg/kg) ve Cr (1.11±0.12 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Siyah çay: Siyah çay örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (1889.2±2.3 mg/kg), Cr (2.00±0.08 mg/kg) ve Pb (1.26±0.04 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Adaçayı: Adaçayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (1036.4±89.2 mg/kg), Cr (3.84±0.14 mg/kg) ve Pb (0.89±0.04 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Isırgan çayı: Isırgan çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (1060.1±96.6 mg/kg), Cr (5.36±0.62 mg/kg) ve Pb (1.52±0.16 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Rezene çayı: Rezene çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (573.4±77.9 mg/kg), Cr (5.36±0.62 mg/kg) ve Pb (0.44±0.03 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Nane-limon çayı: Nane-limon çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (2323.4±434.3 mg/kg), Cr (8.80±0.72 mg/kg) ve Pb (1.0±0.03 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Kuşburnu çayı: Kuşburnu çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (370.4±3.6 mg/kg), Cr (1.26±0.02 mg/kg) ve As (0.08±0.004 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Elma çayı: Elma çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (436.8±26.1 mg/kg), Cr (2.08±0.2 mg/kg) ve Pb (1.66±0.03 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Form çayı: Form çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (548±19 mg/kg), Cr (3.2±0.26 mg/kg) ve Pb (1.01±0.101 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Ekinezya çayı: Ekinezya çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (1175.1±37.3 mg/kg), Cr (4.2±0.06 mg/kg) ve Pb (1.21±0.05 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Böğürtlen çayı: Böğürtlen çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al (366.8±47.9 mg/kg), Cr (2.1±0.16 mg/kg) ve Pb (0.5±0.03 mg/kg) olarak bulunmuştur.

TAHILLAR VE KURUBAKLAGİLLER

Tahıl ve kurubaklagil örneklerinde markalara göre mineral içerikleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Çeşitli tahılların ve kurubaklagillerin markalara göre mineral içerikleri ($\mu\text{g g}^{-1}$; ortalama±standart sapma)

TAHILLAR	Ortama \pm SD ($\mu\text{g g}^{-1}$)		
	Mn	Cu	Zn
Çavdar unu			
Marka 1	9.9±0.4	1.5±0.1	5.6±0.5
Marka 2	18.0±1.1	1.8±0.2	10.7±0.6
Kepekli un			
Marka 1	21.8±0.8	2.4±0.02	12.2±0.7
Marka 3	29.2±0.1	1.23±0.11	9.00±0.4
Buğday unu			
Marka 2	7.5±0.3	1.2±0.1	5.5±0.08
Marka 4	8.4±0.2	1.6±0.1	7.4±0.8
Marka 3	8.3±0.3	1.5±0.06	5.5±0.7
Mısır unu			
Marka 3	1.1±0.14	0.23±0.02	3.2±0.4
Marka 5	2.6±0.3	0.96±0.14	14.0±0.4
Marka 2	1.7±0.1	0.6±0.06	6.0±0.2
Pirinç unu			
Marka 6	9±0.3	1.3±0.1	15.8±1.1
Marka 7	9.5±0.4	1.9±0.1	16.5±1.3
Marka 8	6.6±0.6	0.8±0.11	90.9±7.4

Erişte			
Marka 2	18.0±1.6	6.9±0.2	1.7±0.2
Marka 9	12.4±1.3	2.3±0.05	16.1±0.8
Pirinç			
Marka 10	7.4±0.2	1.7±0.1	9.4±0.1
Marka 2	5.7±0.6	0.7±0.02	7.5±1.0
Marka 11	9.5±0.7	5.9±0.12	0.6±0.09
Pilavlık bulgur			
Marka 2	17.6±2.0	3.8±0.4	24.2±3.1
Marka 12	20.6±0.2	4.6±0.05	31.8±3.6
Marka 10	11.7±0.01	2.3±0.3	9.5±0.7
İrmik			
Marka 13	9.7±0.5	1.8±0.2	5.5±0.4
Marka 14	11.5±0.6	2.2±0.1	10.4±0.9
Marka 15	8.4±0.4	1.9±0.1	8.7±0.2
Aşurelik buğday			
Marka 11	117.3±2	2.5±0.2	20.2±2.1
Marka 2	115.4±0.7	3.00±0.0	25.1±1.5
Marka 12	11.2±0.2	1.6±0.2	5.7±0.2
Marka 16	65.2±2.8	2.2±0.1	14.3±0.7
Buğday nişastası			
Marka 7	0.4±0.0	<GS	<GS
KURUBAKLAGİLLER			
Kuru fasulye			
Marka 11	73.5±3.4	7.3±1.0	24.6±2.0
Marka 2	107±9.7	7.5±0.8	23.9±1.6
Marka 10	93.8±1.8	6±0.3	16.7±1.7
Nohut			
Marka 11	96.0±1.02	4.3±0.1	21.1±0.3
Marka 2	80.9±8	3.8±0.2	21.0±2.0
Marka 10	90.2±8.8	4.2±0.5	23.6±0.2
Yeşil mercimek			
Marka 2	8.4±0.5	3.6±0.4	21.7±2.8
Marka 10	60.2±1.8	5.5±0.6	28.1±2.8
Marka 11	58.7±8.3	6.2±0.4	33.4±2.5
Kırmızı mercimek			
Marka 10	17.4±1.5	8.6±0.5	51.7±1.7
Marka 11	17.7±1.3	13.3±1.6	75.6±5.2
Marka 2	6.9±0.4	3.5±0.2	16.2±0.5
Barbunya			
Marka 2	53.8±0.4	4.6±0.3	18.0±1.6
Marka 10	15.1±0.02	6.8±0.2	35.6±2.2

<GS: Gözlenme sınırının altında

Tahıllar

Çavdar unu: Çavdar unu örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (18.0±1.1 mg/kg), Zn (10.7±0.6 mg/kg) ve Cu (1.8±0.2 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Kepekli un: Kepekli un örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (29.2±0.1 mg/kg), Zn (12.2±0.7) ve Cu (2.4±0.02 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Buğday unu: Buğday unu örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (8.4±0.2 mg/kg), Zn (7.4±0.8 mg/kg) ve Cu (1.6±0.1 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Mısır unu: Mısır unu örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Zn (14.0 ± 0.4 mg/kg), Mn (2.6 ± 0.3 mg/kg) ve Cu (0.96 ± 0.14 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Pirinç unu: Pirinç unu örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Zn (90.9 ± 7.4 mg/kg), Mn (9.5 ± 0.4 mg/kg) ve Cu (1.9 ± 0.1 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Erişte: Erişte örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (18.0 ± 1.6 mg/kg), Zn (16.1 ± 0.8 mg/kg) ve Cu (6.9 ± 0.2 mg/kg) olarak saptanmıştır.

Pirinç: Pirinç örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (9.5 ± 0.7 mg/kg), Zn (9.4 ± 0.1 mg/kg) ve Cu (5.9 ± 0.12 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Pilavlık bulgur: Pilavlık bulgur örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Zn (31.8 ± 3.6 mg/kg), Mn (20.6 ± 0.2 mg/kg) ve Cu (4.6 ± 0.05 mg/kg) olarak bulunmuştur.

İrmik: İrmik örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (11.5 ± 0.6 mg/kg), Zn (10.4 ± 0.9 mg/kg) ve Cu (2.2 ± 0.1 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Aşurelik buğday: Aşurelik buğday örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (117.3 ± 2 mg/kg), Zn (25.1 ± 1.5 mg/kg) ve Cu (3 ± 0.0 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Kurubaklagiller

Kuru fasulye: Kuru fasulye örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (107 ± 9.7 mg/kg), Zn (24.6 ± 2.0 mg/kg) ve Cu (7.5 ± 0.8 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Nohut: Nohut örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (96.0 ± 1.02 mg/kg), Zn (23.6 ± 0.2 mg/kg) ve Cu (4.3 ± 0.1 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Yeşil mercimek: Yeşil mercimek örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (60.2 ± 1.8 mg/kg), Zn (33.4 ± 2.5 mg/kg) ve Cu (6.2 ± 0.4 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Kırmızı mercimek: Kırmızı mercimek örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Zn (75.6 ± 5.2 mg/kg), Mn (17.7 ± 1.3 mg/kg) ve Cu (13.3 ± 1.6 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Barbunya: Barbunya örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn (53.8 ± 0.4 mg/kg), Zn (35.6 ± 2.2 mg/kg) ve Cu (6.8 ± 0.2 mg/kg) olarak bulunmuştur.

TARTIŞMA

BAHARATLAR

Çemenotu örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla Pb ve Cd olarak bulunmuştur. Benzer şekilde Hindistan'da yapılan bir çalışmada, Subramanian et al. (46) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek, Cd düzeylerini en düşük bulmuştur. Hindistan'da yapılan bir başka çalışmada, Gupta et al. (47) Mn ve Co düzeylerini en yüksek bulurken, Ni ve Fe düzeylerini en düşük bulmuşlardır.

Çörekotu örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla As ile Cd ve Pb olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Türkiye'de yapılan bir başka çalışmada Ozcan et al. (48) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek ve Cd ile Pb düzeylerini en düşük bulmuşlardır. Diğer taraftan, Hindistan'da yaptıkları çalışmada, Gupta et al. (47) Mn ve Pb düzeylerini en yüksek ve Co düzeyini en düşük bulmuşlardır.

Fesleğen örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd ve As olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Ozcan et al. (48) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek, Cd ve Pb düzeylerini en düşük bulmuştur. Mısır'da yaptıkları çalışmada, Abou-Arab et al. (49) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek, Cd ve Pb düzeylerini en düşük bulmuşlardır. Suliburska ve Kaczmarek (50) Polonya'da yaptıkları çalışmada fesleğen örneklerinde Fe ve Zn düzeylerini en yüksek bulmuşlardır. Reinholds et al. (51) Litvanya'da yaptıkları çalışmada fesleğen örneklerinde Cr ve Pb düzeylerini en yüksek, As ve Cd düzeylerini en düşük olarak bulmuşlardır.

Haşhaş örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla, Fe ve Mn mg/kg), en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla Cd ve As olarak bulunmuştur. Avusturya'da yapılan bir çalışmada Chizzola et al. (52) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek ve Cd ile Pb düzeylerini en düşük olarak bulmuştur.

Hindistan cevizi örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd ve As olarak bulunmuştur. Mevcut literatürde karşılaştırma yapmak için bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Karabiber örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd ve As olarak bulunmuştur. Ozcan et al. (48)

Mn ve Fe en yüksek ve Cd ile Pb düzeylerini en düşük bulmuştur. Karadas et al (53) Mn ve Fe düzeylerini en yüksek ve Cr ile Cd düzeylerini en düşük bulmuştur. Benzer şekilde, Mısır'da yapılan bir çalışmada, Abou-Arab et al. (49) Mn ve Fe en yüksek ve Pb ile Ni düzeylerini en düşük olarak bulmuştur. Gana'da yapılan bir çalışmada, Nkansah et al. (54) Fe düzeylerini en yüksek ve Ni düzeylerini en düşük bulmuşlardır. Reinholds et al. (51) Litvanya'da yaptıkları çalışmada karabiber örneklerindeki Cr ve Pb düzeylerini en yüksek ve Cd ile As düzeylerini en düşük bulmuşlardır.

Kekik örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla As ve Cd olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Ozcan et al. (48) ve Karadas et al. (53) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek bulmuşlardır. Ozcan et al. (48) Cd düzeylerini en düşük bulurken, Karadas et al. (53) Cr düzeylerini en düşük bulmuştur. Suliburska ve Kaczmarek (50) Polonya'da yaptıkları çalışmada kekik örneklerindeki Fe ve Zn düzeylerini en yüksek bulmuşlardır. Reinholds et al. (51) Litvanya'da yaptıkları çalışmada kekik örneklerindeki Cr ve Pb düzeylerini en yüksek ve Cd ile As düzeylerini en düşük bulmuşlardır.

Tatlı toz kırmızı biber örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla, Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla As ve Cd olarak bulunmuştur. Karadas et al. (53) Co ve Fe düzeylerini en yüksek, Ni ve Cr düzeylerini en düşük bulmuştur. Hindistan'da yapılan bir çalışmada, Subramanian et al. (46) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek bulurken, Cd düzeylerini en düşük bulmuştur. Hindistan'da yapılan bir başka çalışmada, Gupta et al. (47) Mn ve Co düzeylerini en yüksek, Ni ve Fe düzeylerini en düşük olarak bulmuşlardır.

Acı kırmızı pulbiber örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla, Fe ve Ni iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd ve As olarak bulunmuştur. Karadas et al. (53), Co ve Fe düzeylerini en yüksek, Ni ve Cr düzeylerini en düşük bulmuştur. Reinholds et al. (51) Litvanya'da yaptıkları çalışmada acı pul biber örneklerindeki Cr ve Pb düzeylerini en yüksek bulurken, Cd ve As düzeylerini en düşük bulmuşlardır. Suliburska ve Kaczmarek (50) Polonya'da yaptıkları çalışmada kırmızı pul biber örneklerinde Fe düzeylerini en yüksek ve Zn düzeylerini en düşük bulmuşlardır.

Kimyon örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Pb ve Cd olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Ozcan et al. (48) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek, Pb ve Cd düzeylerini en düşük olarak

saptamıştır. Karadas et al. (53) Fe ve Co düzeylerini en yüksek, Ni ve Cr düzeylerini en düşük bulmuşlardır. Mısır'da yapılan bir çalışmada, Abou-Arab et al. (49) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek ve Cd ile Ni düzeylerini en düşük olarak bulmuşlardır. Hindistan'da yapılan bir çalışmada, Mn ve Cr düzeyleri en yüksek, Fe ve Co düzeyleri en düşük olarak bulunmuştur (46).

Köri örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Co ve As olarak bulunmuştur. Gana'da yapılan bir çalışmada, Nkansah et al. (54) Fe'yi en yüksek ve Ni'yi en düşük düzeyde mineraller olarak bulmuşlardır. Nordin ve Selamat (55) Malezya'da yaptıkları çalışmada köri örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineral Pb olup, en düşük düzeyde saptanan mineraller Cd ve As olarak bulunmuştur. Senanayake (56), Sri Lanka'da yaptıkları çalışmada 16 markanın köri örneklerini analiz etmiş ve ortalama Pb düzeylerini 0.038 µg/g bulmuştur.

Kuş üzümü örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Pb ve Co olarak bulunmuştur. Mevcut literatürde karşılaştırma yapmak için bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Mahlep örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn ve Fe iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla As ve Cd olarak bulunmuştur. Mevcut literatürde karşılaştırma yapmak için bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Nane örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe (500±2mg/kg) ve Mn (111±5 mg/kg) iken, en düşük düzeyde saptananlar sırasıyla As (0.14±0.01 mg/kg) ve Cd (0.09± 0.00 mg/kg) olarak bulunmuştur. Ozcan et al. (48) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek ve Cd ile Pb düzeylerini en düşük olarak bulmuştur. Karadas et al. (53) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek ve Ni ile Cr düzeylerini en düşük olarak bulmuştur. Mısır'da yapılan bir çalışmada, Abou-Arab et al. (49) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek ve Cd ile Ni düzeylerini en düşük bulmuştur. Hindistan'da yapılan bir çalışmada, Subramanian et al. (46) Fe ve Mn düzeylerini en yüksek ve Cd düzeyini en düşük bulmuşlardır. Avusturya'da yapılan bir çalışmada, Chizzola et al. (52) da Fe ve Mn düzeylerini en yüksek ve Cd düzeylerini en düşük olarak saptamışlardır. Nordin ve Selamat (55) Malezya'da yaptıkları çalışmada nane örneklerindeki Pb düzeylerini en yüksek bulurken, As ve Cd en düşük düzeylerde bulunmuştur.

Sumak örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Co ve Cd olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Ozcan et al. (48) da Fe ve Mn düzeylerini en yüksek, Pb ve Cd düzeylerini en düşük olarak bulmuştur.

Susam örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla, Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Cd ve Pb ile As olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Ozcan et al. (48) da Fe and Mn düzeylerini en yüksek, Cd ve Pb düzeylerini en düşük olarak bulmuştur.

Tarçın örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Ni ve Co ile As olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Ozcan et al. (48) Mn ve Fe'yi en yüksek, Cd ve Pb'yi en düşük düzeyde saptamışlardır. Gana'da yapılan bir çalışmada, Nkansah et al. (54) Fe'yi en yüksek ve Ni'yi en düşük mineraller olarak saptamışlardır.

Yenibahar örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Fe ve Mn iken, en düşük düzeyde saptanan mineraller As ve Cd bulunmuştur. Krejpcio et al. (58) Polonya'da yaptıkları çalışmada Pb ve Cd düzeylerini en düşük olarak bulmuştur.

Zencefil örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn ve Fe iken, en düşük düzeyde bulunanlar sırasıyla As ve Co olarak bulunmuştur. Nijerya'da yapılan bir çalışmada, Otunola et al. (57) Fe düzeylerini en yüksek ve Mn düzeylerini en düşük olarak bulmuştur. Nordin ve Selamat (55) Malezya'da yaptıkları çalışmada zencefil örneklerindeki ve Pb düzeylerini en yüksek, Cd ve As düzeylerini en düşük bulmuştur.

ÇAYLAR

Yeşil çay örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al, Pb ve Cr olarak bulunmuştur.

Siyah çay, adaçayı ısırgan çayı, rezene çayı, nane-limon çayı, elma çayı, form çayı, ekinezya çayı ve böğürtlen çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al, Cr ve Pb olarak bulunmuştur.

Oymak et al. (44), iki siyah çay örneğindeki Pb düzeylerini ortalama $0.58 \mu\text{g g}^{-1}$ ve Cd düzeylerini sırasıyla 0.02 ve $0.04 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulmuştur.

2008 yılında yayınlanan bir çalışmaya göre Güney Hindistan'daki siyah çay örneklerinin Pb içeriklerinin $0.48-1.03 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğu saptanmıştır (60). Bu araştırmada siyah çay örneklerindeki Pb içeriği $0.45-1.25 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında bulunmuştur.

Suudi Arabistan'da yapılan bir çalışmada siyah çay örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn, Co, Fe, Cr ve Cd olurken, en düşük düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Ni, Pb ve As olmuştur (59).

Kuşburnu çayı örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Al, Cr ve As olarak bulunmuştur.

TAHILLAR VE KURUBAKLAGİLLER

Çavdar unu, kepekli un, buğday unu, mısır unu, erişte, pirinç, irmik ve aşurelik buğday örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn, Zn ve Cu olarak bulunmuştur.

Pirinç unu, pilavlık bulgur örneklerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Zn, Mn ve Cu olarak bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda en yüksek Mn düzeyine sahip tahıl aşurelik buğday, en düşük Mn düzeyine sahip tahıl mısır unu olarak bulunmuştur. En yüksek Cu düzeyine sahip tahıl erişte, en düşük Cu düzeyine sahip tahıl buğday nişastası olarak bulunmuştur. En yüksek Zn düzeyine sahip tahıl pilavlık bulgur, en düşük Zn düzeyine sahip tahıl buğday nişastası olarak bulunmuştur.

Edirne, Kırklareli, Tekirdağ illerinden toplanan buğday örneklerinde Cu düzeyleri buğday örnekleri için iller bazında sırasıyla 5237 ppb, 3740 ppb, 7675 ppb ve Zn düzeyleri 21048 ppb, 4954 ppb 23748 ppb bulunmuştur. Aynı illerden toplanan arpa örneklerinde Cu düzeyleri iller bazında sırasıyla 4374 ppb, 3595 ppb, 4364 ppb ve Zn düzeyleri 23729 ppb, 5596 ppb, 16529 ppb bulunmuştur (61).

Nijerya'da yapılan bir çalışmada ülkede yaygın olarak tüketilen çeşitli besinlerde ağır metal içeriği (Mn, Co, Cr, Fe, Cd, As) ölçülmüş ve süttozu, pirinç, makarna ile spagetti örneklerinde tüm ağır metallerin düşük düzeyde olduğu, süttozu, pirinç, kurubaklagil ve soya fasulyesi örneklerinde tüm ağır metallerin orta düzeyde olduğu, darı ve mısırdaki Zn, Mn, Fe'nin yüksek; Cd, As ve Se'nin düşük olduğu bulunmuştur (36).

Tokalioğlu ve Gurbüz (45), tahıllar, kurubaklagiller sebze ve meyveler, içecek ve ekstraktlarda Cu ve Fe tayini yapmışlar ve analizi yapılan 15 tahıl rneği için Cu düzeylerinin 1.01-5.81 $\mu\text{g/g}$ arada değiştiğini bulmuşlardır. En yüksek Cu konsantrasyonu kurubaklagillerden yeşil mercimekte (5.24 $\mu\text{g/g}$) saptanmıştır.

Bangladeş'te yapılan bir çalışmada pirinç, mısır, buğday rnekleindeki ortalama Cu düzeyleri sırasıyla 11 mg/kg, 13 mg/kg ve 10 mg/kg bulunmuştur (62).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada pirinç unu, arpa unu, mısır unu ve buğday unu rneklelerinde Mn ve Zn düzeyleri ölçülmüştür. Pirinç, arpa, mısır ve buğday unu rnekleleri için ortalama Mn düzeyleri sırasıyla 281, 82.8, 3.35 ve 29.7 $\mu\text{g/g}$ bulunmuştur. Aynı rnekleler için ortalama Zn düzeyleri sırasıyla 261, 54.1, 14.5, 20.3 $\mu\text{g/g}$ bulunmuştur (63).

Türkiye'nin farklı illerinden ve ilçelerinden alınan 18 mısır unu rneğinde Cu ve Zn düzeyleri ölçülmüştür. En yüksek ve en düşük Cu düzeyleri sırasıyla Giresun-1 (2.00 mg/kg) ve Gaziantep (0.63 mg/kg) illerinden alınan rneklelerde saptanmıştır. En yüksek ve en düşük Zn düzeyleri sırasıyla Balıkesir-3 (25.2 mg/kg) ve Bursa (6.20 mg/kg) illerinden alınan rneklelerde saptanmıştır (64).

Nijerya'da yapılan bir çalışmada tahıl ve kurubaklagil rneklelerinde Mn, Cu ve Zn düzeyleri ölçülmüştür. Pirinç, mısır ve buğday rnekleindeki ortalama Mn düzeyleri sırasıyla 1.67, 5.42, 32 mg/kg; Cu düzeyleri sırasıyla 1.59, 2.39, 3.64 mg/kg ve Zn düzeyleri sırasıyla 8.2, 24.5, 22.7 mg/kg bulunmuştur (65).

Kuru fasulye, nohut, yeşil mercimek ve barbunya rneklelerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Mn, Zn ve Cu olarak bulunmuştur.

Kırmızı mercimek rneklelerinde en yüksek düzeyde saptanan mineraller sırasıyla Zn, Mn ve Cu olarak bulunmuştur.

Bizim alışmamızda en yüksek Mn düzeyine sahip kurubaklagil kuru fasulye, en düşük Mn düzeyine sahip kurubaklagil yeşil mercimek olarak bulunmuştur. En yüksek Cu düzeyine sahip kurubaklagil kırmızı mercimek, en düşük Cu düzeyine sahip kurubaklagil yeşil mercimek olarak bulunmuştur. En yüksek Zn düzeyine sahip kurubaklagil kırmızı mercimek, en düşük Zn düzeyine sahip kurubaklagil kuru fasulye olarak bulunmuştur.

Pakistan’da yapılan bir çalışmada mercimek ve kuru fasulye örneklerinde Ca, Fe, Al, Pb, K ve Cu düzeyleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, örneklerdeki ağır metal düzeylerinin Dünya Sağlık rgt’nün önerdiği sınırlar arasında olduğunu göstermiştir (37).

Yunanistan’da yapılan bir çalışmada tahıllarda Cd düzeyleri en yüksek, kurubaklagillerde Pb düzeyleri en yüksek olarak bulunmuştur (39).

SONUÇ

As, Cd, Pb için tolere edilebilir geçici haftalık alım düzeyleri (PTWI), DSÖ tarafından vücut ağırlığı (kg) başına 15, 7 ve 25 mg/kg olarak verilmiştir (66).

Türk Gıda Kodeksi’ne göre tahıl ve kurubaklagillerde bulunmasına izin verilen maksimum Pb 0.2 mg/kg, maksimum Cd kepek-ruşeym-buğday-pirinç için 0.2 mg/kg ve bunun dışındaki diğer tahıllar için 0.1 mg/kg olarak belirlenmiştir (67). Buna göre analizi yapılan baharatlar, çaylar, tahıllar ve kurubaklagiller için tehlike bulunmamaktadır. Gelecekte daha fazla besin türünün düzenli aralıklarla analiz edilmesi, toplumu olası sağlık risklerinden koruyacaktır.

KAYNAKLAR

1. Barness LA, Curran JS. Nutrition. In: Behrman Kliegman Arvin. Nelson Textbook of Pediatrics, 15th edition: pp 141-150, 1996.
2. Baysal A. Beslenme, I. Baskı. Ankara, Hatipoğlu Yayınevi, 1996.
3. Yavrucuoğlu H. Isparta ve Çevresinde Farklı Sosyoekonomik Bölgelerde Yaşayan Çocuklarda Beslenme Alışkanlıkları ve Bunun Büyüme-Gelişme, Hematolojik Parametreler ve Bunun Eser Elementler Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Isparta, 2001.
4. Korkmaz A. Okul çağındaki çocuğun beslenmesi. Katkı Pediatri Dergisi Beslenme I. 1996; 17: 133- 145.
5. Buckler JMH. Çocuklarda büyüme bozuklukları, 1st. London, BMJ Publishing Group, 1994.
6. Üstüdal M, Paşaoğlu H, Muhtaroğlu S. Biyokimya, Su ve elementler. Kayseri, Erciyes Üniversitesi Yayınları, 1991.
7. Hambidge KM, Krebs NF. Normal childhood nutrition & Its disorders. current pediatric diagnosis & treatment 11th ed. Appleton & Lange / Connecticut, 236- 261,1993. Buford L. Nichols, Finberg L. Minerals, In: Pediatrics Appleton & Lange / Connecticut 8th ed.175-177 1987.
8. Castillo-Duran C. Trace minerals in human growth and development. J Pediatr Endocrinol Metab 1999; 12: 589-601.
9. Karabiber H. Demir eksikliği anemili çocuklarda tedavinin mental skor ve uyarılmış potansiyellere etkisi. Turkish Journal of Hematology and Oncology 2000; 4: 194-197.
10. Fatoki OS. Cardiovascular effects of dietary copper deficiency. South African Journal of Science 1997; 93: 240-243.
11. Sylura OG, Richard L. Sideroblastic anemias, iron deficiency and iron-deficiency anemia. In: Wintrobe's Clinical Hematology 19th ed. Tea & Febigem Philadelphia, London, 852- 872, 1993.

12. Şıklar Z. Çocukluk çağında demir eksikliğinde görülen nörolojik bulgular. Tıp ve Sağlık Dergisi 1997; 1: 62-66.
13. Özgür S. Çocuk beslenmesinde mineraller, çocuk sağlığı ve hastalıkları Cura A.Ç.E.V. Yayınları / İzmir 161-179 1999.
14. Çoker M. İştahsız çocuğa yaklaşım. Ege Pediatri Bülteni 1999; 6: 25-29.
15. Akgün S. Çocuklarda beslenme durumunun saptanmasında kullanılan antropometrik yöntemler. Sendrom 1997; 9: 53-59.
16. Kızıler R. Canlıların çinko düzeylerine çevresel faktörlerin etkilerinin incelenmesi. 1. Ulusal Çinko Kongresi. 721-728, 1998.
17. Laleli Y. Peditride eser elementler. Yeni Tıp Dergisi 1993; 10: 43-46.
18. Bağdatlıoğlu N. Gıdaların çinko içeriği ve beslenme açısından önemi. 1. Ulusal Çinko Kongresi. 761-765, 1998.
19. KH. Effect of infections on plasma zinc concentration and implications for zinc status assessment in low income countries. Am J Clin Nutr 1998; 68: 425-429.
20. Onağ A. Çocuklarda üst solunum yolu enfeksiyonlarında çinko ve bakır düzeyleri. 1. Ulusal Çinko Kongresi. 697-700, 1998.
21. Erdal İ. Türkiyede yetiştirilen buğdayların çinko ve fitik asidi içerikleri ve çinkonun biyolojik yararlılığı. Turkish J Agriculture and Forestry 1996; 20: 13-28.
22. Arcasoy A. Çinko ve çinko eksikliği, Ankara Thalassaemia Derneği Yayını, Öncü Basımevi, 2001,
23. Ece A. İştahsız çocuklarda plazma çinko ve bakır düzeyleri. 1. Ulusal Çinko Kongresi. 559-564, 1998.
24. Denizli A. Ağır metal toksikolojisi. Su ürünlerinde uygulamalı moleküler biyoloji teknikleri yaz okulu ders notu, Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 237, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 2008.
25. Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S. Metallerin çevresel etkileri-I. İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Ders Notu, 2008.

26. Baş L, Demet Ö. Çevresel toksikoloji yönünden bazı ağır metaller. Çevre Dergisi Ekim-1992; Kasım-Aralık: 42-46.
27. Kartal G, Güven A, Kahvecioğlu Ö, Timur S. Metallerin çevresel etkileri-II. İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Ders Notu, 2008.
28. Santamaria AB, Sulsky SI. Risk assessment of an essential element: Manganese. J. Toxicol. Env. Heal A 2010; 73: 128–155.
29. Hänsch R, Mendel RR. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). Curr Opin Plant Biol 2009; 12: 259-266.
30. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Kimyasallar ve çevre. Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi 50, İlköz Matbaası, Ankara, 1997.
31. Çetin M, Deniz G, Polat Ü, Yalçın A. Broyerlerde inorganik ve organik selenyum ilavesinin biyokimyasal kan parametreleri üzerine etkisi. Uludağ Univ J Fac Vet Med 2002; 21: 59-63.
32. Varol S, A Davraz, Varol E. Yeraltı suyu kimyası ve sağlığa etkisinin tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesi. TAF Prev Med Bull 2008; 7: 351-356.
33. Çiçek B, İnanç N, Şahin H. Vanadyum ve diyabet etkileşimi. Bilinmeyen keşfi mi, bilinenin farkına varılması mı? Sendrom 2007; 19: 25-31.
34. Karademir B. Molibden ve hayvanlar için enzimsel fonksiyonları. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2006; 12: 217-224.
35. Erman Y, Özçelik AÖ. Erkek ve kadınların diyet-kanser ilişkisi hakkında bilgi ve inanışları. Ankara Üniversitesi Ev Ekonomisi Yüksekokulu Yayın No:16, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler:16, Ankara, 2007.
36. Ahmed YA, Landsberger S, O’Kelly DJ, Braisted J, Gabdo H, Ewa IOB, et al. Compton suppression method and epithermal NAA in the determination of nutrients and heavy metals in Nigerian food and beverages. Appl Radiat Isotopes 2010; 68: 1909-1914.
37. Rehman W. Shah SWH, Younis K, Nawaz M, Baloch MK, Hameed G. A comparative study of various grains from the different cities of Pakistan. Environ Monit Assess 2011: 175; 151-156.

38. Kwon YM, Lee SH, Yoo DC, Kim CH, Kim GS, Kim AJ, et al. Dietary exposure and risk assessment of mercury from the Korean Total Diet Study. *J Toxicol Env Heal A* 2009; 72: 1484-1492.
39. Karavoltzos S, Sakellari A, Dassenakis M, Scuollos M. Cadmium and lead in organically produced food stuffs from the Greek market. *Food Chem* 2008; 106: 843-851.
40. Deutch B, Dyerberger J, Pedersen HS, Aschlund E, Hansen JC. Traditional and modern Greenlandic foods: Dietary composition, nutrients and contaminants. *Sci Total Environ* 2007; 384: 106-119.
41. Simonoff M, Hamon C, Moretto P, Llabador Y, Simonoff G. Selenium in foods in France. *J Food Compos Anal* 1988: 295-302.
42. Ohno K, Yanase T, Matsuo Y, Kimura T, Rahman M, Magara Y, et al. Arsenic intake via water and food by a population living in an arsenic-affected area of Bangladesh. *Sci Total Environ* 2007; 381: 68-76.
43. Munoz O, Bastias JM, Araya M, Morales A, Orellana C, Rebolledo R, et al. Estimation of the dietary intake of cadmium, lead, mercury, and arsenic by the population of Santiago (Chile) using a Total Diet Study. *Food and Chemical Toxicology* 2005; 43: 1647-1655.
44. Oymak T, Tokalıoğlu Ş, Yılmaz V, Kartal Ş, Aydın D. Determination of lead and cadmium in food samples by the coprecipitation method. *Food Chemistry* 2009; 113: 1314-1317.
45. Tokalıoğlu Ş, Gürbüz F. Selective determination of copper and iron in various food samples by the solid phase extraction. *Food Chemistry* 2010; 123: 183-187.
46. Subramanian R, Gayathri S, Rathnavel C, Raj V. Analysis of mineral and heavy metals in some medicinal plants collected from local market. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2012: S74-S78.
47. Gupta KK, S. Bhattacharjee S, Kar S, Chakrabarty S, Thakur P, Bhattacharyya G, Srivastava SC. Mineral compositions of eight common spices. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 2003; 34: 681-693.

48. Ozcan MM, Akbulut M. Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. *Food Chemistry* 2007; 106: 852–858.
49. Abou-Arab AAK, Abou Donia MA. Heavy metals in Egyptian spices and medicinal plants and the effect of processing on their levels. *J Agric Food Chem* 2000, 48, 2300-2304.
50. Suliburska J, Kaczmarek K. Evaluation of iron, zinc and copper contents in selected spices available on the Polish market. *Roczn Pzh* 2011, 62: 271-274.
51. Reinholds I, Pugajeva I, Bavrins K, Kuckovska G, Bartkevics V. Mycotoxins, pesticides and toxic metals in commercial spices and herbs. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 2017; 10: 5-14.
52. Chizzola R, Michitsch H, Franz C. Monitoring of metallic micronutrients and heavy metals in herbs, spices and medicinal plants from Austria. *Eur Food Res Technol* 2003; 216: 407-411.
53. Karadas C, Kara D. Chemometric approach to evaluate trace metal concentrations in some spices and herbs. *Food Chemistry* 2012; 130: 196–202.
54. Nkansah M, Amoako CO. Heavy metal content of some common spices available in markets in the Kumasi metropolis of Ghana. *Am J Sci Ind Res* 2010; 1: 158-163.
55. Nordin N, Selamat J. Heavy metals in spices and herbs from wholesale markets in Malaysia. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 2013; 6: 36-41.
56. Senanayake MP, Perera R, Liyanaarachchi LAHG, Dassanayake MPK. Spices as a source of lead exposure: a market-basket survey in Sri Lanka. *Ceylon Medical Journal* 2013; 58: 168-169.
57. Otunola GA, Oloyede OB, Oladiji AT, Afolayan AJ. Comparative analysis of the chemical composition of three spices – *Allium sativum* L. *Zingiber officinale* Rosc. and *Capsicum frutescens* L. commonly consumed in Nigeria. *African J Biotechnol* 2010; 9: 6927-6931.
58. Krejpcio Z, Krol E, Sionkowski S. Evaluation of heavy metals contents in spices and herbs available on the Polish market. *Polish J Environ Stud* 2007; 16: 97-100.

59. Shaltout AA, Abd-Elkader OH. Levels of trace elements in black teas commercialized in Saudi Arabia using inductively coupled plasma mass spectrometry. *Biol Trace Elem Res* 2016; 174: 477-483.
60. Seenivasan S, Manikandan N, Muraleedharan NN, Selvasundaram R. Heavy metal content of black teas from South India. *Food Control* 2008; 19: 746–749.
61. Tezcan N. Trakya Bölgesinde Üretimi Yapılan Buğday ve Arpanın Ağır Metal Bulaşanlarının Tespiti. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 2009.
62. Islam S, Ahmed K, Al-Mamun H, Raknuzzaman M. The concentration, source and potential human health risk of heavy metals in the commonly consumed foods in Bangladesh. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2015; 122: 462–469.
63. Singh V, Garg AN. Availability of essential trace elements in Indian cereals, vegetables and spices using INAA and the contribution of spices to daily dietary intake. *Food Chem* 2006; 94: 81-89.
64. Algul I, Kara D. Determination and chemometric evaluation of total aflatoxin, aflatoxin B1, ochratoxin A and heavy metals content in corn flours from Turkey. *Food Chem* 2014; 157: 70-76.
65. Akinyele IO, Shokunbi OS. Concentrations of Mn, Fe, Cu, Zn, Cr, Cd, Pb, Ni in selected Nigerian tubers, legumes and cereals and estimates of the adult daily intakes. *Food Chem* 2015; 173: 702–708.
66. World Health Organization (WHO). Evaluation of certain food additives and contaminants. Technical Report No. 837. Geneva (Switzerland): WHO, 1993.
67. Resmi Gazete (17.05.2008-26879). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2008/26), 2008.