

PAPER DETAILS

TITLE: DETERMINATION OF HEAVY METALS IN BEE HONEY USING BY INDUCTIVELY
COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY (ICP-OES)

AUTHORS: Dilek DEMIREZEN,Ahmet AKSOY

PAGES: 569-575

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/83289>

DETERMINATION OF HEAVY METALS IN BEE HONEY USING BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY (ICP-OES)

Dilek DEMİREZEN*, Ahmet AKSOY

Erciyes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 38039, Kayseri, Türkiye
e-mail: demirez@erciyes.edu.tr

ABSTRACT

In this study, the contents of cadmium, lead, nickel, zinc and copper in bee honey samples were analysed by Varian ICP-OES. Honey samples which are collected from different regions of Kayseri at 2003. Although, honey samples which are collected from Kayseri were of good quality, they were not free of heavy metals. The results obtained for samples which are collected from the residential area were higher than those of the other areas as a result of pollution. Observed that, metal concentrations in honey samples ranged between 0,11 and 0,18 ppm for cadmium, between 0,15 and 0,66 ppm for copper, ranged between 2,2 and 11 ppm for zinc, ranged between 0,2 and 0,8 ppm for nickel and 0,18 ppm for and between 0,1 and 0,85 ppm for lead. As a result, the results of the present study indicate that mean intake of heavy metals due to consumption is generally tolerable daily intake is fairly satisfactory.

Key Words: ICP-OES, honey, heavy metal, Kayseri

PLAZMA OPTİK EMİSYON SPEKTROMETRESİ (ICP-OES) KULLANILARAK BAL ÖRNEKLERİNDE AĞIR METAL TAYİNİ

ÖZET

Bu çalışmada, Kayseri ve yöresinden toplanan bal örneklerinin kadmiyum, kurşun, nikel, çinko ve bakır içerikleri Varian ICP-OES cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bal örnekleri 2003 yılında Kayseri Erciyes Dağı'nın farklı bölgelerinden toplanmıştır. Kayseri bölgesinde üretilen balların iyi kalitede olduğu ancak tamamen ağır metalden yoksun olmadığı gözlenmiştir. İncelenen bal örnekleri içerisinde en yüksek metal konsantrasyonunun olduğu istasyonun yerleşim bölgelerine yakın olduğu dikkat çekmektedir. Bal örneklerindeki kadmiyum konsantrasyonunun 0,11 ile 0,18 ppm, bakır konsantrasyonunun 0,15 ile 0,66 ppm, çinko konsantrasyonunun 2,2 ile 11 ppm, nikel konsantrasyonunun 0,2 ile 0,8 ppm ve kurşun konsantrasyonunun ise 0,1 ile 0,85 ppm arasında olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak, bal örneklerindeki ağır metal konsantrasyonunun kabul edilebilir sınırlar dahilinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ICP-OES, bal, ağır metal, Kayseri

1. GİRİŞ

Bal, dünyanın bir çok bölgesinde yiyecek olarak kullanılan mükemmel bir maddedir. Bal üretimi bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektaryumlardan veya bazı Hymenoptera türü böceklerin salgıladıkları maddelerin bal arıları tarafından toplanması ile başlar. Toplanan özler bal arılarının vücutlarında değişime uğramakta ve petek gözlerine depo edilerek olgunlaşmaya bırakılmakta, sonuçta da koyu kıvamlı tatlı bir ürün meydana gelmektedir (1).

Süzülmüş balın içeriğinde, % 79,59 oranında şeker, % 0,57 oranında asitler, % 0,26 oranında protein, % 0,17 oranında mineral maddeler ve % 2,21 oranında şeker

1. INTRODUCTION

Honey is an excellent and widely used food that is popular all over the world. Honey production starts valuable nourishing healing and prophylactic properties which are produce by Hymenoptera collected from bees. Collected nourishes is changed in body of bees and stores in comb eyes for maturation, as a result honey bee that is dense and desert (1).

It determines that filtered honey bee consists of 79,59 % of sugar, 0,57 % of acid, 0,26 % of proteins, 0,17 of minerals and 2,21 % of alkaloids, tannins, acetylcholine, enzymes, vitamins (2). In addition, pollens are important structure for honey bee. Pollens consist of minerals,

alkoller, taninler, asetilkolin, enzimler, vitaminler, pigmentler, aroma ve tat maddeleri bulunduğu belirlenmiştir (2). Bunun yanı sıra bal için önemli bir yapı da polendir. Polenin bileşiminde, mineral maddeler, karbonhidratlar, protein ve lipid bulunmaktadır. Ayrıca, polen içerisinde, eser elementlerden 87 ppm çinko, 14 ppm bakır ve 4,5 ppm nikel olduğu tespit edilmiştir (3).

Bal, sadece besin maddesi olarak değil aynı zamanda çeşitli hastalıkların tedavisinde de kullanılmaktadır (3). Sulandırılmamış bal sahip olduğu pH değeri sayesinde iyi bir antibakteriyel özellik göstermektedir (4). Bunun yanı sıra bal, yara ve yanıkların tedavisinde, kronik sindirim sistemi hastalıklarında, özellikle peptik ülser ve hazımsızlıkta, ağız ve boğaz enfeksiyonlarında, üst solunum yolları enfeksiyonlarında ve larenjit gibi bir çok hastalığın tedavisinde tercih edilen bir gıdadır (5, 6, 7 ve 8).

Ayrıca, bal gıda ve ilaç olarak kullanılmasının yanı sıra, ağır metal (9), radyoaktivite ve pestisitler (10, 11) tarafından kirlenilen ortamlarda çevre kalitesi tayini için biyomonitör olarak kullanılmaktadır (12). Ağır metaller çevre kirliliğinde önemli fonksiyonlara sahiptir. Polonya'da yapılan bir araştırma sonucuna göre, yoğun trafiğin ve metal işletmeciliğinin olduğu bölgelerin yakınlarında bulunan kovanlardan alınan bal örnekleri yüksek oranda ağır metal içermektedir (13).

Plazma Optik Emisyon Spektrometre (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry = ICP-OES) cihazı ağır metal tayini için oldukça uygun olup çoğu araştırma merkezleri tarafından tercih edilmektedir (14, 15).

Farklı araştırmacılara göre, çevresel kalitenin tayininde bal örneklerinin ağır metal içeriklerinden yararlanmak geçerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmanın amacı, Kayseri Erciyes Dağı'nın farklı bölgelerinde üretilmekte olan bal örneklerinin kadmiyum, nikel, çinko, bakır ve kurşun içerikleri tespit edilmesi ve bu değerlerin insan sağlığı açısından potansiyel risk taşıyıp taşımadığının araştırılmasıdır.

2. MATERYAL VE METOT

Doğal bal örnekleri Kayseri Erciyes Dağı ve çevresindeki toplam 6 farklı lokaliteden 2003 yılında toplanmıştır (Çizelge 1). Bal örneklerinin alındığı lokalitenin yıllık bal üretim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Her bir lokaliteden alınan 5 farklı 300'er gramlık bal örnekleri önceden steril edilmiş kavanozlara aktarılmış ve kristalleşmenin giderilmesi için 65-70 °C'deki su banyosunda bir müddet karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Bu örneklerden 2,5 g alınarak 450 °C'de kül haline getirilmiştir. Kül haline gelen numuneler nitrik asit içerisinde çözülerek ağır metal içerikleri ICP-OES cihazında tayin edilmiştir (16).

carbohydrates, proteins and lipids. Furthermore, it determines that pollen contains 87 ppm zinc, 14 ppm copper, 4,5 ppm nickel (3).

Honey bee uses both for nutrient and treatment of some disease (3). Undiluted honey bee has antibacterial activity due to value of pH (4). Furthermore, it can be used for treatment of many diseases such as burn and wound, disease of chronic digestion system especially peptic ulcer and indigestion, mouth and throat disease, for upper respiration system and laryngitis (5, 6, 7 and 8).

In addition, bee honey has been used as monitors of a variety of environmental contaminants, including heavy metals (9) low level radioactivity and pesticides (10, 11, and 12). Heavy metals have an important function for environmental pollution. Experiments carried out in Poland show that, large amounts of heavy metals were found in honeys from hives located near extra urban crossroad and steelworks (13).

Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) is widely recognized as a suitable technique for the determination of heavy metals (14, 15).

According to different researchers, it is possible that contents of heavy metals in bee honey may be useful for assessing the presence of environmental contaminants. The aim of this study is determination of cadmium, nickel, zinc, copper content of honey bee produced in Kayseri Erciyes Mountain and investigation of potential health risks for humans.

2. MATERIALS AND METHODS

Natural honey samples collected from 6 different stations in the Erciyes mountain and its environment in Kayseri at 2003 (Table 1). Annual production rate of honey bee of study area are presented in Table 2. Five different 300 g honey samples collected from each station transferred to glass pots that are sterilized before study and they shaken in the water-bath which is temperature is 65-70 °C for prevention to crystallization. Honey samples collected from each station. The 2,5 g samples of honey were incinerated at 450 °C and next dissolved in nitric acid. Concentrations of heavy metals were determined by ICP-OES (16).

Table 1: Name of stations from where honey bee samples were obtained and their altitude from the sea side
Çizelge 1: Bal örneklerinin alındığı istasyonların isim ve deniz seviyesinden yükseklikleri

Stations/ İstasyonlar	Name of station and altitude/ İstasyonun adı ve yüksekliği	Distance of road/ yoldan uzaklığı	Futures / Özelliği
1	Erciyes Türk Dünyası forest/ Türk Dünyası Ormanı, 1850 m	1 km	There are no industrial company near to it however closes to city / yakınında endüstriyel bir yapı bulunmamakla birlikte şehre yakındır
2	Erciyes Günayağı area / Erciyes Günayağı bölgesi , 2000 m	Roadside / Yol kenarı, 0-100 m	There are no industrial company near to it/ yakınında her hangi bir endüstriyel yapı bulunmamaktadır
3	Erciyes Beşparmak Mountain / Erciyes Beşparmak dağı, Develi, 1900 m	1 km	There are no industrial company near to it / yakınında her hangi bir endüstriyel yapı bulunmamaktadır
4	Plateau of Erciyes Şişşaban village/ Erciyes Şişşaban köyü yaylası , 1600 m	5 km	There are no industrial company near to it / yakınında her hangi bir endüstriyel yapı bulunmamaktadır
5	Plateau of Erciyes Kızılören village / Erciyes Kızılören köyü yaylası, 1550 m	5 km	There are no industrial company near to it/ yakınında her hangi bir endüstriyel yapı bulunmamaktadır
6	Erciyes Hacılar, Sakar Farms/ Erciyes Hacılar, Sakar çiftliği, 1500 m	2 km	It is within the residential area/ yerleşim bölgesi içerisinde

Table 2. Distribution of product of apiculture produced in Kayseri as to county (* its state that stations which are collected of honey bee) (17)

Çizelge 2. Kayseri İlinde Arıcılık ve Ürünlerinin İlçelere göre dağılımı, (* Bal örneklerinin alındığı istasyonları ifade etmektedir) (17)

Number / Sayı	County / İlçeler	Hives /Kovanlar		Products /ürünler		Count of village / köy sayısı
		Old procedure hive / eski usul kovan	New procedure hive / yeni usul kovan	Honey bee / bal(kg)	Wax (Kg) / bal mumu	
1	Kocasinan	150	2.500	37.500	2.500	40
2	Melikgazi	50	2.000	30.000	2.000	10
3	Akkışla	50	1.100	17.600	500	6
4	Bünyan	-	1.070	15.470	270	14
5	Develi*	1.600	12.000	290.000	1.300	14
6	Felahiye	20	650	13.000	-	12
7	Hacılar	-	773	7.730	-	3
8	İncesu	75	4.500	85.000	4.800	4
9	Özvatın	50	507	8.355	-	5
10	Pınarbaşı	-	2.004	36.000	1.500	27
11	Sarıoğlan	10	1.000	10.000	1.000	8
12	Sarız	215	3.200	56.710	1.500	13
13	Talas*	-	650	10.000	750	5
14	Tomarza	-	4.032	100.800	4.500	19
15	Yahyalı*	-	5.000	80.000	4.500	10
16	Yeşilhisar	-	1.500	22.500	1.200	9
TOTAL / TOPLAM		2.120	42.486	820.665	26.320	199

3. BULGULAR

Bal örneklerindeki ortalama ağır metal konsantrasyonları Çizelge 3 ve Şekil 1’de verilmiştir.

Çizelge 3’den de görüldüğü gibi, en yüksek Cd, Ni ve Cu konsantrasyonu 1 numaralı istasyondan alınan bal örneklerindedir. Özellikle yerleşim bölgelerinden uzaklaşıldıkça örneklerin ağır metal içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. Çalışma alanının farklı noktalarından alınan bal örneklerindeki Zn konsantrasyonunun 2,2 ile 11 ppm arasında olduğu belirlenmiştir. Şekil 1’den de görüleceği gibi en yüksek Zn konsantrasyonuna sahip istasyon 4 numaralı olandır. Analiz sonucunda bal örneklerindeki Cd, Pb, Ni ve Cu konsantrasyonunun sırası ile 0,11-0,18 ppm, 0,1- 0,85 ppm, 0,2- 0,8 ppm ve 0,15- 0,66 ppm aralığında olduğu belirlenmiştir.

3. RESULTS

Mean heavy metal concentrations of honey bee are presented in Table 3 and Figure 1. It can be seen from Table 3, the highest Cd, Ni and Cu concentrations in honey bee collected from station 1. Especially, results indicated that heavy metal concentration decreased when is far away from the residential area. It determined that Zn concentrations of samples of honey bee collected from different point of study area are range between 2.2 ppm and 11 ppm. It can be seen from Figure 1 the highest Zn concentration observed in station 4. at the end of the analyses concentrations of Cd, Pb, Ni and Cu in honey samples are 0,11-0,18 ppm, 0,1- 0,85 ppm, 0,2- 0,8 ppm and 0,15- 0,66 ppm, respectively were determined.

Table 3: Mean heavy metal concentrations of honey bee (ppm) with standard errors

Çizelge 3: Bal örneklerindeki ortalama metal konsantrasyonları (ppm), standart sapmaları

Elements/ Elementler	1	2	3	4	5
Cd	0,18 ± 0,01	0,12 ± 0,003	0,11 ± 0,002	0,13 ± 0,01	0,15 ± 0,03
Pb	0,14 ± 0,01	0,1 ± 0,04	0,12 ± 0,009	0,85 ± 0,002	0,11 ± 0,06
Ni	0,8 ± 0,05	0,2 ± 0,07	0,6 ± 0,02	0,4 ± 0,01	0,5 ± 0,05
Zn	6,2 ± 0,04	6 ± 0,008	6,6 ± 0,02	11,0 ± 0,04	2,2 ± 0,01
Cu	0,66 ± 0,07	0,36 ± 0,07	0,15 ± 0,09	0,26 ± 0,03	0,4 ± 0,009

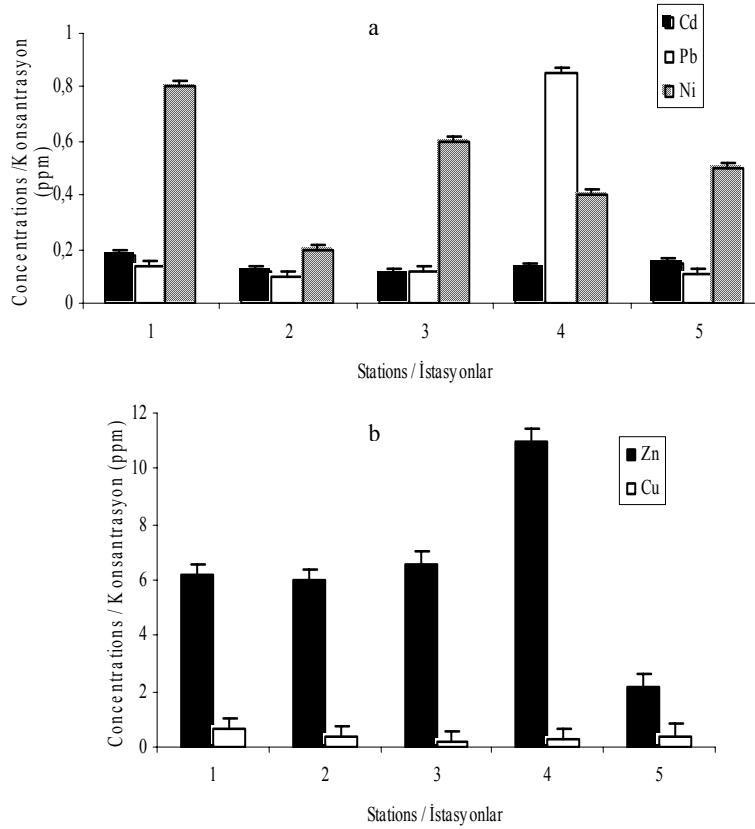


Figure 1: Mean a) cadmium, nickel and lead, b) zinc and copper concentrations in honey bee samples and standard error bars

Şekil 1: Bal örneklerindeki ortalama a) kadmiyum, nikel ve kurşun, b) çinko ve bakır konsantrasyonları ve standart sapmaları

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Elde edilen sonuçlar, yerleşim bölgesine yakın olan istasyonlardan alınan bal örneklerinin ağır metal içeriğinin genelde daha yüksek olduğunu göstermektedir. Çizelge 3 ve Şekil 1'e göre, 1 numaralı istasyon bazı elementler açısından en yüksek değerlere sahiptir çünkü, istasyon yerleşim bölgesine ve karayoluna yakındır. Bilindiği gibi insan aktivitesinin olduğu bölgelerde değişik kaynakların neden olduğu ağır metal kirliliği söz konusudur. Bu kaynaklar içerisinde evsel atıklar, çöpler ve trafik kökenli unsurlar yer almaktadır. Bu tarz kirliletiçi faktörlerin etkisi altında yetişen bitkilerde değişik oranlarda ağır metale rastlanmaktadır. Arılar farklı türden çiçeklerin polenlerini topladığı için, bitki bünyesindeki fazla miktardaki ağır metal bal içeriğindeki konsantrasyonun da artmasına neden olmaktadır.

Çinko bitkiler için esansiyel bir element olup, Zn^{+2} formunda alınır. Bitkinin farklı kısımlarına taşınması kolay olan bir elementtir. Bakır da tıpkı çinko gibi esansiyel bir elementtir ve toksik olmayan değerlerde aktif taşınma yolu ile alınırken toksik değerlerde ise pasif taşınım ile bitki bünyesine alınmaktadır. Her iki elementte insanlarda bazı metabolik aktiviteler için son derece önemlidir (18). Yiyeceklerle alınacak günlük Zn miktarının $15-12 \text{ mg gün}^{-1}$, Cu miktarının ise 30 mg gün^{-1} olduğu belirtilmektedir (19, 20). Bu elementler için istasyonlardan elde edilen değerlerin verilen sınırlar dahilinde olduğu görülmektedir. Aksi durumda, karaciğerde leke oluşumu sinir sistemi bozukluğu, böbrek fonksiyonlarında zayıflama ve ölüme neden olmaktadır (21).

Kadmiyum, insan sağlığını büyük ölçüde tehdit eden ve esansiyel olmayan toksik bir ağır metaldir. Kadmiyum kirliliğinin en önemli kaynakları arasında metal endüstrisi, plastikler ve seramikler yer almaktadır. Gıda yoluyla yüksek miktarda kadmiyum alınması, akut toksikasyonlara neden olarak, kardiyovasküler ve iskelet sisteminin bozulmasına yol açar (17). WHO (1982 a)'a göre, gıdalarla bulunmasına izin verilen günlük Cd miktarı, 60 µg gün^{-1} olarak belirlenmiştir (20).

İnsan dokularında kurşun birikimi, stresle beraber beyinsel bozukluklara neden olmaktadır. Emilen kurşunun % 90'ından fazlası kırmızı kan hücrelerinde toplanır ve anemiye yol açar. Bu nedenle gıdalarla bulunmasına izin verilen kurşun miktarı 210 µg gün^{-1} olarak belirlenmiştir (20). Fazla miktardaki kurşun, insanlarda, hipertansiyon, duyma zorluğu, anemi, böbrek hastalığı ve zeka kaybına neden olur (21).

Gıdalarla alınması gereken Ni miktarının aşılması durumunda insanlarda zehirlenme olayları gözlenir. Nikel bağırsaklarda az miktarda olmak üzere emilir ve vücuda yayılır. En fazla karaciğer ve beyinde depo edilir. Bunun yanı sıra burun boşluğunda kansere yol açmaktadır (21).

Elde edilen sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından yapılanlar ile uyum içerisinde. Przybyłowski ve Wilczyńska (2001)'e göre farklı noktalardan alınan bal örneklerinin, $0,008-0,027 \text{ mg kg}^{-1}$ oranında Cd, $4,17-22,3 \text{ mg kg}^{-1}$ oranında Zn ve $0,025-0,071 \text{ mg kg}^{-1}$ oranında Pb içerdiği belirlenmiştir (22). Çinko ve kadmiyum için verilen bu değerlerin, bu çalışmadan elde edilenlerden

4. DISCUSSION

The results obtained from this study shows honey bee collected from stations of near to residential area contains much more heavy metal than others. According to Table 3 and Figure 1, station number 1 has the highest value for some of the elements. Because this station is near to residential area and situated on the intersection of highways and traffic density is rather high. As known, some areas in where there is human activity have heavy metal pollution due to different sources such as home wastes, straw and traffic wastes. Plant which grown under to effects of these pollutants can contain different range of heavy metals. High heavy metal concentrations in plant body can cause increasing of heavy metal concentrations in honey bee because bees collect pollens from different kind of flowers.

Zn is an essential element for plants and is taken up forms of Zn^{+2} . It is an element which can easily transport to different parts of plants. Copper is an essential element for plants like zinc and it takes with active transport in nontoxic levels otherwise takes with passive transport to plant body. Both elements are very important to some metabolic activity for humans (18). The average recommended daily intake in foods is estimated to be $12-15 \text{ mgd}^{-1}$ for zinc, 30 mgd^{-1} for Cu (19, 20). Results obtained from stations for these elements are within the limits are given otherwise it can cause spot in lung, defect of nervous system, leak of function of kidney and die (21).

Cadmium is a heavy metal which is toxic and non essential for human health. The most important sources of Cd pollution are metal industry, plastics and sewers. Higher cadmium concentrations cause defection of cardiovascular and skeleton systems due to acute toxicities (17). According to WHO (1982 a), the average recommended daily intake of Cd in foods is estimated to be 60 mgd^{-1} (20).

Accumulation of lead in human tissue causes defection of brain with stress. 90 % of absorbed lead accumulates in blood cells and causes anemia. For this reason, it is determined that the average recommended daily intake of lead in foods is estimated to be 210 mgd^{-1} (20). Higher lead concentration leads to hypertension, hearing difficulty, anemia, kidney disease and lose of intelligence (21).

When the excess of average levels for Ni taken by foods, it can cause toxicity. Nickel taken up in intestine and distribute to all body. The highest accumulation of nickel is in the lung and brain. Furthermore, it causes cancer in nasal cavity (21).

The determined values were generally comparable to the values reported by other authors. According to Przybyłowski ve Wilczyńska (2001), it determines that honey bees collected from different areas contain $0,008-0,027 \text{ mgkg}^{-1}$ for Cd; $4,17-22,3 \text{ mg kg}^{-1}$ for Zn and $0,025-0,071 \text{ mg kg}^{-1}$ for Pb (22). These results for zinc and cadmium given by these authors are lower than results obtained from present study (Table 3).

Analysis of variance (ANOVA) was used to determine if significant differences were present among means of

düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

Bal örneklerine ait verilere tek yönlü varyans analizi uygulanarak istasyonlar arasında element konsantrasyonu bakımından fark olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır (Çizelge 4). Sonuçlar incelendiğinde Cd içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir ($F = 2,136$; $sd = 4$; $p = 0,077$). İstatistiksel sonuçlara göre en fazla Pb içeriğinin 2 numaralı istasyona ($F = 409,044$; $sd = 4$; $p < 0,455$), en az Pb içeriğinin ise 4 numaralı istasyon ait olduğu belirlenmiştir ($F = 409,044$; $sd = 4$; $p < 0,001$), çünkü 2 numaralı istasyonun yol kenarına yakın olmasının etkili olabileceği düşünülebilir. Bir ve üç numaralı istasyonların Ni içeriği bakımından istatistiksel olarak bir fark göstermediği, en düşük Ni konsantrasyonunun bir ($F = 29,169$; $sd = 4$; $p = 0,001$), en yüksek Ni konsantrasyonunun ise iki numaralı istasyonda olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Bunun yanı sıra en yüksek Zn konsantrasyonuna sahip istasyonun 4 numaralı ($F = 23,822$; $sd = 4$; $p < 0,001$), en düşük Zn konsantrasyonuna sahip istasyonun ise 5 numaralı nokta olduğu tespit edilmiştir ($p = 0,062$). Ayrıca Zn miktarı bakımından 3 ve 4 numaralı istasyonlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı gözlenmiştir. Çalışma alanında bulunan bütün istasyonlardaki Cu konsantrasyonundaki farkın istatistiksel bakımdan önemli olduğu tespit edilmiştir ve en yüksek Cu içeren istasyonun 1 numaralı, en düşük Cu içeren istasyonun ise 3 numaralı alan olduğu gözlenmiştir ($F = 304,171$; $sd = 4$; $p < 0,001$). 1 numaralı istasyon yoğun olarak trafik aktivitesine sahip yerleşim bölgesi yakınında bulunan bir noktada olduğu için Cu miktarının yüksek olduğu düşünülebilir.

Sonuç olarak Erciyes Dağı ve çevresinde üretilmekte olan bal örneklerinin bir miktar ağır metal içerdiği ancak, oranların kabul edilebilir sınırlar dahilinde olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle arıcılık faaliyetlerinin kirlenme tehdidinden uzak noktalarda yapılması yararlı olacaktır.

Table 4. Results of analysis of variance for honey bee collected from different stations

Çizelge 4. Farklı istasyonlardan alınan bal örneklerine ait tek yönlü varyans analizi sonuçları

Elements /Elementler	Stations /İstasyonlar				
	1	2	3	4	5
Cd	0,426 a	0,357 a	0,38 a	0,36 a	0,378 a
Pb	0,3778 b	0,318 c	0,347 bc	0,9172 a	0,3525 bc
Ni	0,835 a	0,446 d	0,765 ab	0,635 c	0,704 bc
Zn	2,469 b	2,457 b	2,57 b	3,014 a	1,48 c

samples of honey bees (Table 4). According to results there are no statistical differences of Cd content of honey bee ($F = 2,136$; $sd = 4$; $p = 0,077$). According to statistical results, the highest Pb content is observed for station 2 ($F = 409,044$; $sd = 4$; $p < 0,455$), the lowest Pb content is observed for station 4 ($F = 409,044$; $sd = 4$; $p < 0,001$), because station 2 is near to cross-section of highways. There are no statistical significance for station one and three, the lowest Ni concentrations is determined in station 1, the highest Ni concentrations is determined in station 2 ($p < 0,01$). Furthermore, the highest Zn concentrations obtained from station 4 ($F = 23,822$; $sd = 4$; $p < 0,001$), the lowest Zn concentrations obtained from station 5 ($p = 0,062$).

Furthermore, it's observed that the differences of Zn concentration for station 3 and 4 are not important for statistically. Differences of Cu concentrations of samples collected from all stations which in study area are important for statically and the highest Cu concentrations obtained from station 1, the lowest Cu concentrations obtained from station 3 ($F = 304,171$; $sd = 4$; $p < 0,001$). It can be though; Cu concentration is highest in station 1 because it is near to residential area where density of traffic activity has.

As a result, the results of the present study indicate that the mean intake of heavy metals due to consumption of honey bee produced in Erciyes Mountain according to results, is generally well below the tolerable levels, so, the recommended intake is fairly satisfactory. So, apicultural activity must continue at the area where is far from pollution.

KAYNAKLAR/ REFERENCES

- Şahinler, N., "Arı Ürünleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi", *M.K.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1-2): 139-148 (2000).
- White, J.R., "Honey", *The Hive and Honey Bee* (7th ed) **Dadant and Sons**, Hamilton, II. USA, 491-530 (1984).
- Schmidt, J.O., "Bee Product Chemical Composition and Application", *International Conference on: Bee Product: Properties, Application and Apitherapy* P: 15. Israel, (1997).
- Molan, P.C., "Honey as an Antimicrobial Agent. *International Conference on Bee Product: Properties, Applications and Apitherapy*, P:27 Israel, (1997).

5. Postmes, Th.J., Bosch, N.M.C., Dutrieux, R., Van Baare, J. and Hoekstra, M.J., "Speeding up the Healing of Burs Wiht. Honey as an Antimicrobial Agent", **International Conference on Bee Product: Properties, Applications and Apitherapy** P: 36, Israel, (1997).
6. Al Somai, N., Coley, K.,E., Molan, P.C. and Hancockb, M., "Suspectibility of Heliobacter pylori to the Antibacterial activity of Manuka Honey". **J. Royal Soc. Med.** 87: 9-12 (1994).
7. Krell, R., "Value-Added Products from Beekeeping", **FAO Agricultural Services Bulletin No. 124 Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome (1996).
8. Rosenblat, G., angonnet, S., Gorosit, A., Tbak, M. and Neman, I., "Antioxidan Properties of honey Produced by Bees fed with Medical Plant Extracts", Honey as an Antimicrobial Agent. **International Conference on Bee Product: Properties, Applications and Apitherapy**, P: 49 Israel, (1997).
9. Fodor, P. and Molnar, E., "Honey as an environmental indicator: effect of sample preparation on trace element determination by ICP_AES", **Mikrochim. Acta**, 112, 113-118 (1993).
10. Tonelli, D., Gattavecchia, E., Ghini, s., Porrini, C., Celli, G. and Mercuri, A.M., "Honey bees and their products as indicators of environmental radioactive pollution", **J. Radioanalytical and Nuclear Chemisrty**, 141: 427-436 (1990).
11. Celechovska, O. and Vorlova, L., "Groups of honey-physicochemical properities and heavy metals", **Acta Vet. BRNO**, 70: 91-95 (2001).
12. Leita, L., Muhlbackova, G., Cresco, S., Barbattini, R. and Mondini, C., "Investigation of the use of honey bees and honey bee product to assess heavy metals contamination", **Environmental Monitoring and Assessment**, 43,1 (1996).
13. Blunski, R., Wyzogrodzka-Koma, L. and Marzec, Z., "Study of some trace elements content of home food products", **Brom. Chem. Toksykol.**, XXVIII (2), 151 (1995)
14. Lara, R.F., Wuilloud R.G., Salonia, J.A., Olsina, R.A. and Martinez, L.D., "Determination of low cadmium concentrations in wine by on line preconcentration in a knotted reactor coupled to an inductively coupled plasma optical emission spectrometer with ultrasonic nebulization", **Fresenius J. Analytical Chem.**, 371: 989-993 (2001).
15. D'angelo, J.A., Martinez, L.D., Resnizky, S., Perino, E. and Marchewsky, E.J., "Determination of eight lanthanides in apatites by ICP-AES, XRF and NAA", **J. Trace Microprobe Techn.**, 19: 79-90 (2001).
16. Cerutti, S., Orsi, R.F., Gasquez, J.A., Olsina, R. and Martinez, L., "On-Line Preconcentration / Determination of Lead Traces in Bee Honey by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) Using a Conical Minicolumn Packed with Activated Carbon", **J. Trace and Microprobe Techn.**, 21(3): 421-432 (2003).
17. Kayseri İli Valiliği, 2003, Kayseri
18. Demirezen, D., Sultan Sazlığı ve Çevresindeki Sucul Ekosistemlerde Ağır Metal Kirliliğinin İncelenmesi, Doktora Tezi, **Gazi Üniv. Fen Bil. Enst.**, Ankara, 50-160, 2002.
19. National Research Council, "Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc", Washington, D.C. (2000).
20. World Health Organization, WHO, "Toxicological evaluation of certain food additives", Joint FAO / WHO expert committee of food additives. **WHO Food Additives Series, number 17** (Geneva: World Health Organization) (1982 a).
21. Derrell, R.V., *Trace Elements in human Nutrition, Micronutrients in Agriculture*, **SSSA Book Series**: 4 USA, (1991).
22. Przybyłowski, P. and Wilenzyńska, A., "Honey as an Environmental Marker", **Food Chemistry**, 74: 289-291 (2001).