

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

**KAYSERİ YÖRESİNDE BULUNAN BAZI BAL ÖRNEKLERİNDE**  
**AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**Tezi Hazırlayan**  
**Zeliha LEBLEBİCİ**

**Tezi Yöneten**  
**Doç. Dr. Ahmet AKSOY**

**Biyoloji Anabilim Dalı**  
**Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz 2006**  
**KAYSERİ**

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

**KAYSERİ YÖRESİNDE BULUNAN BAZI BAL ÖRNEKLERİNDE**  
**AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**Tezi Hazırlayan**  
**Zeliha LEBLEBİCİ**

**Tezi Yöneten**  
**Doç. Dr. Ahmet AKSOY**

**Biyoloji Anabilim Dalı**  
**Yüksek Lisans Tezi**

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FBT-04-44 kodlu proje ile desteklenmiştir.

**Temmuz 2006**

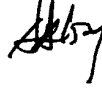
**KAYSERİ**

Doç. Dr. Ahmet AKSOY danışmanlığında Zeliha LEBLEBİCİ tarafından hazırlanan “Kayseri Yöresinde Bulunan Bazı Bal Örneklerinde Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

31 /07 /2006

**JÜRİ:**

Başkan :Doç. Dr. Ahmet AKSOY



Üye :Yrd. Doç. Dr. Dilek DEMİREZEN



Üye : Yrd. Doç. Dr. Mikail AKBULUT



**ONAY:**

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 05/09/2006 tarih ve 2006/25-04 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

05../09 / .2006



N. Ayyıldız  
Prof. Dr. Nusret AYYILDIZ  
Enstitü Müdürü

**TEŞEKKÜR**

Tez çalıőmamın tım aőamalarında bilgi ve desteğini esirgemeyen tez danıőmanım Sayın Doç. Dr. Ahmet AKSOY'a teşekkür ederim.

İstatistik çalıőmalarımnda ve tezimin yazımında yardım ve desteğini esirgemeyen Arő. Gör. Fatih DUMAN'a, Deneysel çalıőmalarımnda yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Dilek DEMİREZEN ve Yrd. Doç. Dr. Uęur ŐAHİN'e, Biyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Nusret AYYILDIZ'a, teşekkür ederim.

Çalıőmalarımın her aőamasında manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan aileme, eőim Yahya'ya ve oğlum Ahmet'e en derin duygularla teşekkür ederim.

Bu alıőmayı, FBT-04-44 nolu proje ile destekleyen Erciyes Üniversitesi'ne de ayrıca teşekkür ederim.

# KAYSERİ YÖRESİNDE BULUNAN BAZI BAL ÖRNEKLERİNDE AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ

**Zeliha LEBLEBİCİ**

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2006**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet AKSOY**

## ÖZET

Bu çalışmada, Kayseri'nin farklı bölgelerinden toplanan 26 farklı bal örneğinin kadmiyum, bakır, çinko, nikel, kurşun, krom, mangan, demir ve selenyum (Cd, Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Mn, Fe and Se) içerikleri Varian ICP-OES cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Bal örneklerindeki Cd konsantrasyonunun 0,09 ile 0,24  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Cu konsantrasyonunun 0,01 ile 0,72  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Zn konsantrasyonunun 1,29 ile 5,39  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Ni konsantrasyonunun 0,03 ile 1,43  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Pb konsantrasyonunun 0,02 ile 1,50  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Cr konsantrasyonunun 0,09 ile 1,89  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Mn konsantrasyonunun 0,02 ile 1,56  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Fe konsantrasyonunun 0,57 ile 8,74  $\mu\text{gg}^{-1}$  ve Se konsantrasyonunun 0,006 ile 0,58  $\mu\text{gg}^{-1}$  arasında olduğu gözlenmiştir.

Bununla birlikte, Kayseri yöresinde üretilen balların iyi kalitede olduğu ancak tamamen ağır metalden yoksun olmadığı gözlenmiştir. İncelenen bal örnekleri içerisinde en yüksek metal konsantrasyonunun olduğu istasyonların, yerleşim bölgelerine yakın olan, özellikle de trafiğin ve endüstrinin yoğun olduğu bölgelerde olması dikkati çekmektedir.

Bu sonuçlara göre yerleşim yerlerine yakın olan bazı istasyonlar dışında bal örneklerindeki ağır metal konsantrasyonunun kabul edilebilir sınırlar dâhilinde olduğu sonucuna varılmıştır.

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

**DETERMINATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN SOME HONEY  
SAMPLES FROM KAYSERI PROVINCE**

**Zeliha LEBLEBİCİ**

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**M. Sc. Thesis, July 2006**

**Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Ahmet AKSOY**

**ABSTRACT**

In this study; cadmium, copper, zinc, nickel, lead, chromium, manganese, iron and selenium (Cd, Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Mn, Fe and Se) content of in 26 different honey samples collected from the different regions of Kayseri and its environs were determined using ICP-OES.

It has been observed that the metal concentrations in honey samples ranged between 0,09 and 0,24  $\mu\text{gg}^{-1}$  for Cd 0,01 and 0,72  $\mu\text{gg}^{-1}$  for Cu, 1,29 and 5,39  $\mu\text{gg}^{-1}$  for Zn, 0,03 and 1,43  $\mu\text{gg}^{-1}$  for Ni, 0,02 and 1,50  $\mu\text{gg}^{-1}$  for Pb, 0,09 and 1,89  $\mu\text{gg}^{-1}$  for Cr, 0,02 and 1,56  $\mu\text{gg}^{-1}$  for Mn, 0,57 and 8,74  $\mu\text{gg}^{-1}$  for Fe and 0,006 and 0,58  $\mu\text{gg}^{-1}$  for Se.

Although, it has been observed the honeys produced in Kayseri are good in quality, they are not completely deprived of heavy metal. It is interesting that the stations in which the metal concentration was maximum within the examined honey samples were near the settlement regions that especially the traffic and industry was intensive.

According to these results; it is concluded that the heavy metal concentrations in honey samples except some stations that are close to the settlement regions were in permissible limits.

**Keywords:** ICP-OES, honey, heavy metal, Kayseri, pollution.

**İÇİNDEKİLER**

KABUL VE ONAY .....	i
TEŞEKKÜR .....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
KISALTMALAR VE SİMGELER .....	vii
TABLolar LİSTESİ .....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	ix
1. BÖLÜM	
GİRİŞ .....	1
2. BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER .....	4
2.1. Arıcılığın Tarihçesi .....	4
2.2. Kayseri İli'nde Arıcılık ve Ürünleri (2003) .....	6
2.3. Balın Genel Tanımı .....	7
2.4. Balın Fiziksel Özellikleri .....	8
2.5. Balın Biyolojik Özellikleri .....	9
2.6. Balın Kimyasal Bileşimi .....	9
2.6.1. İnvvert Şeker .....	10
2.7. Balın Sağlık Bakımından Önemi .....	12
2.8. Bal Mumu .....	13
2.9. Arı Sütü .....	13
2.10. Arı Zehiri .....	13
2.11. Propolis .....	14
2.12. Polen .....	14
2.13. Balda Ağır Metal Tayini Üzerine Yapılmış Çalışmalar .....	14

3. BÖLÜM	
MATERYAL VE YÖNTEM .....	17
3.1. Materyallerin Toplanması .....	17
3.2. Malzemelerin Temizliği .....	17
3.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler .....	17
3.4. Bal Örnekleri İçin Çözme İşlemi .....	20
3.5. Ağır Metal Tayin İşlemleri.....	20
3.6. Varian ICP-OES Spektrometresi.....	20
3.7. ICP-OES İçin Genel Kullanım Alanları.....	22
3.8. Kalibrasyon .....	22
3.9. İstatistiksel Analizler.....	22
4. BÖLÜM	
BULGULAR .....	23
4.1. Çinko .....	23
4.2. Demir.....	26
4.3. Krom.....	28
4.4. Kurşun .....	30
4.5. Mangan.....	33
4.6. Nikel.....	35
4.7. Kadmiyum.....	36
4.8. Bakır .....	38
4.9. Selenyum.....	40
4.10. Anova Testi .....	42
4.11. Faktör Analizi.....	45
5. BÖLÜM	
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	48
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ .....	60

**KISALTMALAR VE SİMGELER**

$\mu\text{g}$	mikrogram
g	gram
Ort.	ortalama
S.Hata	standart hata
rpm (Rotate Per Minute)	dakikadaki dönüş sayısı
ICP-OES	Endüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektroskopisi

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Arıcılığın Yeryüzündeki Dağılışı.....	5
Tablo 2.2. Dünya Ülkelerinde Arıcılık.....	5
Tablo 2.3. Kayseri İli'ndeki arıcılık ve ürünleri (2003).....	7
Tablo 2.4. A.B.D'de 490 bal örneği ile yapılan analizler sonucu elde edilen ortalamalara göre balın bileşimi .....	10
Tablo 2.5. Baldaki mineral maddeler .....	11
Tablo 3.1. Bal örneklerinin alındığı bölgeler .....	19
Tablo 4.1. Çalışma alanındaki 26 istasyondan alınan bal örneklerindeki Zn konsantrasyonu ....	24
Tablo 4.2. Çevrede bulunan zehirli ağır metallerin kaynakları.....	25
Tablo 4.3. Çalışma alanındaki 26 istasyondan alınan bal örneklerindeki Fe konsantrasyonu .....	27
Tablo 4.4. Çalışma alanındaki 26 istasyondan alınan bal örneklerindeki Cr konsantrasyonu.....	29
Tablo 4.5. Çalışma alanındaki 26 istasyondan alınan bal örneklerindeki Pb konsantrasyonu.....	31
Tablo 4.6. Çalışma alanındaki 26 istasyondan alınan bal örneklerindeki Mn konsantrasyonu ...	34
Tablo 4.7. Çalışma alanındaki 26 istasyondan alınan bal örneklerindeki Ni konsantrasyonu.....	35
Tablo 4.8. Çalışma alanındaki 26 istasyondan alınan bal örneklerindeki Cd konsantrasyonu ....	37
Tablo 4.9. Çalışma alanındaki 26 istasyondan alınan bal örneklerindeki Cu konsantrasyonu ....	39
Tablo 4.10. Çalışma alanındaki 26 istasyondan alınan bal örneklerindeki Se konsantrasyonu...	41
Tablo 4.11. Cd, Pb, Fe, Cu ve Zn elementleri için ANOVA testi sonuçları .....	43
Tablo 4.12. Mn, Cr, Ni ve Se elementleri için ANOVA testi sonuçları .....	44
Tablo 4.13. Bal örneklerine ait faktör analizi istatistiksel değerleri (*= $\mu\text{g g}^{-1}$ , S.D.= standart sapma) .....	45
Tablo 4.14. Bal örneklerine ait üç faktörlü FA sonuçları.....	46
Tablo 4.15. Bal örneklerine ait üç faktörlü çözüm için faktör matrisi .....	46
Tablo 5.1. Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum element düzeyleri ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) .....	49

**ŞEKİLLER LİSTESİ**

Şekil 1.1. Arı Ürünlerinin Kontaminasyon Kaynakları.....	3
Şekil 3.1. Bal örneklerinin alındığı bölgeler .....	18
Şekil 3.2. ICP-OES'in temel bileşenleri.....	21
Şekil 4.1. Zn konsantrasyonu (kuru ağırlık $\mu\text{gg}^{-1}$ ).....	26
Şekil 4.2. Fe konsantrasyonu (kuru ağırlık $\mu\text{gg}^{-1}$ ) .....	28
Şekil 4.3. Cr konsantrasyonu (kuru ağırlık $\mu\text{gg}^{-1}$ ) .....	30
Şekil 4.4. Pb konsantrasyonu (kuru ağırlık $\mu\text{gg}^{-1}$ ).....	32
Şekil 4.5. İnsanın kurşun alım kaynakları .....	32
Şekil 4.6. Mn konsantrasyonu (kuru ağırlık $\mu\text{gg}^{-1}$ ).....	34
Şekil 4.7. Ni konsantrasyonu (kuru ağırlık $\mu\text{gg}^{-1}$ ) .....	36
Şekil 4.8. Cd konsantrasyonu (kuru ağırlık $\mu\text{gg}^{-1}$ ).....	38
Şekil 4.9. Cu konsantrasyonu (kuru ağırlık $\mu\text{gg}^{-1}$ ).....	40
Şekil 4.10. Se konsantrasyonu (kuru ağırlık $\mu\text{gg}^{-1}$ ) .....	42

## 1. BÖLÜM

### GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de hızlı nüfus artışı, kentleşme ve endüstrileşmeye paralel olarak ortaya çıkan, çevre kirliliği sorunları gün geçtikçe büyümekte olup, çevre kirliliğinin yoğun olduğu bölgedeki insanların sağlığı bu kirlilikten doğrudan doğruya ya da dolaylı olarak etkilenmektedir.

Çevre kirliliği, endüstrileşmenin başladığı kentsel alanlarda kendini hava kirliliği olarak hissettirirken, tarım alanlarında yoğun olarak kullanılan pestisit ve diğer kimyasal ilaçlar toprağı, suyu ve besini kirleterek insan sağlığını doğrudan tehdit etmektedir. Çevre kirliliği sonucunda yeraltı ve yerüstü su kaynakları, hava ve toprak kirlenmekte olup bu bölgede yaşayan bitkiler, hayvanlar ve insanlar da bu kirlilikten olumsuz yönde etkilenmektedirler [1].

Havada bulunan partiküllerin % 0,01-3'ünü sağlık yönünden çok toksik etkiler gösteren eser elementler meydana getirir. Bunların sağlık yönünden önemi insan dokularında birikime uğramalarından ve muhtemel sinerjistik etkilerinden kaynaklanmaktadır. Havadan solunum yolu ile alınan partiküllere ek olarak, yenilen yiyecekler, içilen su aracılığı ile de önemli miktarda metalik partiküler maddeler vücuda alınmaktadır. İnsan sağlığını geniş çapta olumsuz yönde etkileyen metaller arasında atmosferde yaygın olarak bulunan; kurşun, kadmiyum, nikel, civa metalleri önem taşımaktadır. Diğer metallerin bir kısmı insan yaşamında temel yönden önem taşır, diğer bir kısmının konsantrasyonu ise insan sağlığını tehdit edecek boyutta olmadığından önem göstermez.

Çevre kirliliğini önlemek ve kirlenmeyi kontrol altında tutmak amacıyla birçok kişi ve kuruluş, biyolojik indikatörler üzerinde önemle durmaya başlamıştır. Biyolojik indikatörler, çeşitli kirleticilere karşı farklı duyarlılık gösteren canlılar olup, kirletici maddeleri vücutlarında biriktirerek uzun süre tutabilmektedirler. Bu özellikleri nedeniyle, günümüzde yürütülen araştırmalarda hava, su veya toprakta doğrudan kirlenme ölçümleri ile birlikte

biyoindikatörlerden de yararlanılmakta ve bu canlıların populasyon değişimleri izlenmektedir [1].

Bal; bal arılarınca nektar ve sakkaroz salgılarından elde edilerek, değişime uğratılan, peteklerde depolanan tatlı bir maddedir ve binlerce yıldır insanoğlunun özel ve kaliteli olan şeyleri ifade ettiği bir kavramı içinde barındırır [2]. Arı kolonileri için uygun olmayan konaklama koşulları ile bal işlenirken yapılan bilinçli ya da bilinçsiz yanlışlıklar balın orijinal özelliklerini ve kalitesini bozmaktadır.

Jones [3], yaptığı çalışmada; balda bulunan eser elementlerin çok düşük düzeyde olmasından dolayı çevre kirliliğinin izlenmesinde bal arılarının daha iyi indikatör olabileceğini belirtmektedir. Arıları beslemek için kullanılan şurubun içine Uranyum ilave edildiğinde, arılarda yüksek konsantrasyon; petekte, larvada ve balda ise daha düşük konsantrasyon saptanmıştır. Ayrıca birçok araştırmacı tarafından balda ağır metal içeriği ile ilgili çalışmalar yapılmıştır [1, 4-10].

Bogdanov ve ark. [11], yaptıkları çalışmada arı ürünlerinin kontaminasyon kaynaklarını Şekil 1.1'de görüldüğü gibi çevresel ve tarımsal olarak ayırmışlardır. Çevresel kaynaklarda kendi aralarında tarımsal ve tarımsal olmayan kaynaklar olarak ayrılmıştır. Tarımsal olmayan kaynaklar arasında baldaki ağır metaller, patojenik bakteriler, genetik değişikliğe uğramış bitkiler gelmektedir. Tarımsal kaynakları ise pestisitler ve mantarlara karşı kullanılan ilaçlar oluşturmaktadır.

İnsanlar, balı ve poleni doğal besin maddesi olduğu ve sağlığı koruyucu olarak bildikleri için yemektirler. Bu amaçla yenen bir üründe, istenmeyen elementlerin bulunması onun besin değerini düşürebileceği gibi insan sağlığına da zararlı etkide bulunabilir.

Çalışmamızda gerek besin gerekse ilaç olarak önemli olan balın; Kayseri ili ve çevresinde ağır metal kirlenmesine uğrayıp uğramadığını araştırmaya çalıştık. Atmosfer kirliliğinin bir bölümünü oluşturan metaller; fosil yakıtların yanması ve endüstriyel işlemlerle metal içerikli ürünlerin yakılması sonucunda ortama yayılırlar. Bu şekilde arı kovanlarının yol kenarları, şehir merkezleri ve sanayi çevresi gibi kirli ortamlara konulması sonucunda balların içerikleri de değişebilmektedir. Amacımız bu değişikliği belirleme yönündedir.

**ÇEVRESEL**

Ağır Metal

Pestisitler

Bakteriler



Bitkiler

Hava, Su

**ARICILIK**

Virüsler

Diğer  
hastalıklarBalmumu  
güvesi

Bal hasadı

Kovan  
malzemeleri

**Şekil 1.1.** Arı Ürünlerinin Kontaminasyon Kaynakları [11].

Ballarda ağır metal kirliliğinin belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınabilmesi; ekolojik çevreye ve balın önemli bir besin kaynağı olması açısından, insan sağlığına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

#### 2.1. Arıcılığın Tarihçesi

Arıcılığın tarihçesi insanların mağara hayatı yaşadığı on binlerce yıl öncesine kadar gitmektedir. M.Ö. 7000 yıllarına ait mağaralara çizilen resimler, çok eski tarihlere ait arı fosilleri ve benzeri tarihi buluntular bu görüşü doğrulamaktadır. İlk insanlar doğal olarak ağaç kovukları ve kaya oyuklarına yuvalanan oğulları öldürerek ballarından yararlanmışlardır [12, 13].

Günümüzde arıcılık, tüm dünyada yapılan en yaygın tarımsal faaliyetlerden birisidir. Halen dünyada 52 milyon arı kolonisi mevcut olup, dünya arılı kovan varlığının % 81,5'i (42,5 milyon) Asya, Avrupa ve Afrika'da geri kalan % 18,5'i (9,5 milyon) ise Amerika ve Avustralya'dadır. Afrika'nın dünya arı varlığı içerisindeki payı % 30,7 olup, bunu Asya, Avrupa, Amerika ve Avustralya kıtaları izlemektedir. Koloni başına verim bakımından Avustralya kıtası ilk sırayı alırken (74,07 kg); bunu 30,98 kg ile Amerika, 28,64 kg ile Asya, 21,91 kg ile Avrupa ve 9 kg ile Afrika kıtaları takip etmektedir. Genel bir değerlendirme ile Eski Dünyada arı yoğunluğu daha fazla ve geleneksel arıcılık hâkim iken; Yeni Dünya ülkelerinde arı yoğunluğu düşük ve verimliliğin yüksek olduğu teknik arıcılık hâkimdir (Tablo 2. 1.).

Dünya ülkeleri arasında koloni varlığı bakımından Çin 6,4 milyon koloni ile ilk sırada yer almakta, bunu 5,2 milyon koloni ile Etiyopya, 4 milyon koloni ile Türkiye izlemektedir. İlk 15 ülke dünya koloni varlığının % 72'sine sahiptir. Türkiye'nin dünya toplamındaki payı ise % 7,6'dır. Diğer taraftan dünyanın yıllık bal üretimi 1,126,015 ton olup, bal üretimi bakımından 211.791 tonla Çin ilk sırada yer almakta ve bu ülkeyi 87,270 tonla ABD, 70,000 tonla Arjantin ve 3.319 tonla Türkiye izlemektedir. İlk 15 ülke dünya bal üretiminin %74'ünü karşılamaktadır (Tablo 2. 2.) [14].

**Tablo 2. 1.** Arıcılığın Yeryüzündeki Dağılışı [14].

<b>Kıta</b>	<b>Koloni Sayısı (adet)</b>	<b>Bal Üretimi (ton)</b>	<b>Bal Verimi (kg/koloni)</b>	<b>Koloni Payı (%)</b>	<b>Üretim Payı (%)</b>
Asya	13.494.790	386.517	28.64	26.11	34.51
Avrupa	12.771.620	279.871	21.91	24.71	25.00
Afrika	15.861.000	142.794	9.00	30.70	12.75
Amerika	9.192.000	284.748	30.98	17.80	25.42
Avustralya	350.000	25.925	74.07	0.68	2.32

**Tablo 2.2.** Dünya ülkelerinde Arıcılık [14].

<b>Sıra</b>	<b>Ülke</b>	<b>Koloni Sayısı (adet)</b>	<b>Kg/koloni</b>	<b>Sıra</b>	<b>Ülke</b>	<b>Bal Üretimi.(ton)</b>
<b>1</b>	Çin	6.390.000	33.14	<b>1</b>	Çin	211.791
<b>2</b>	Etiyopya	5.200.000	6.00	<b>2</b>	ABD	87.270
<b>3</b>	Türkiye	3.964.768	15.97	<b>3</b>	Arjantin	70.000
<b>4</b>	Arjantin	2.766.890	25.29	<b>4</b>	Türkiye	63.319
<b>5</b>	ABD	2.579.000	33.83	<b>5</b>	Ukrayna	55.305
<b>6</b>	Tanzanya	2.450.000	10.00	<b>6</b>	Meksika	53.681
<b>7</b>	Kenya	2.450.000	10.00	<b>7</b>	Hindistan	51.000
<b>8</b>	Meksika	2.000.000	26.84	<b>8</b>	Rusya Fed.	48.000
<b>9</b>	Almanya	2.000.000	6.10	<b>9</b>	Etiyopya	31.200
<b>10</b>	İspanya	1.700.000	16.47	<b>10</b>	Kanada	30.021
<b>11</b>	Polonya	1.500.000	6.04	<b>11</b>	Fransa	28.000
<b>12</b>	Orta Afr. Cum.	1.340.000	7.83	<b>12</b>	İspanya	28.000
<b>13</b>	Yunanistan	1.200.000	11.40	<b>13</b>	Avustralya	25.925
<b>14</b>	İran	1.180.000	7.00	<b>14</b>	Kenya	24.500
<b>15</b>	Fransa	1.115.000	25.11	<b>15</b>	Tanzanya	24.500
	<b>Dünya</b>	<b>52.408.690</b>	<b>21.48</b>		<b>Dünya</b>	<b>1.126.015</b>

Türkiye'de arıcılık, çok eski yıllardan beri bir gelenek olarak yapıla gelen sosyo-ekonomik bir faaliyettir [15]. Türkiye sahip olduğu 4 milyon dolayındaki kovan varlığı ve 63 bin ton dolayındaki bal üretimi ile dünyada 3. ve 4. sıralarda yer alarak hem kovan varlığı hem de bal üretimi bakımından dünyanın en önemli ülkeleri arasındadır. Ancak bu önemli gelişmeye karşın, ülkemizde kovan başına ortalama bal üretimi 16 kg dolayında olup dünya ortalaması olan 20 kg'ın altındadır. Bununla birlikte, Türkiye'nin dünya bal ticaretinde % 1,87'lik bir payla 10. sırada yer alışı sahip olunan kovan varlığı ve bal üretimiyle uyum sağlamamaktadır [2].

Her ne kadar ülkemiz bal ihraç eden bir ülke ise de; son yıllarda doğu komşumuz olan İran ile sınır ticaretinin yapılmaya başlamasıyla bu ülkede üretilen birçok gıda maddesiyle birlikte bal da ülkemize getirilmektedir. Bu ülkeden getirilen ballar bölgemizde satışa sunulmaktadır [16].

Kayseri floristik yönden zengin iller arasında yer almaktadır. Bu potansiyel, arıcılık için büyük bir avantaj sağlamaktadır. Ülke genelinde olduğu gibi arı hastalıkları nedeniyle 1978-1982 yılları arasında büyük kriz geçirmiştir. Alınan etkili önlemler sonucu bu kriz atlatılmış ve böylece arıcılık alanında bir gelişme gözlenmiştir. Eski kovanların yerini yeni kovanlar almaya başlamıştır.

## 2.2. Kayseri İlinde Arıcılık Ve Ürünleri (2003)

Kayseri İline bağlı 16 İlçenin toplam 199 köyünde;

**Eski usülle (kara kovan sayısı); 2,120**

**Yeni usülle (fenni kovan sayısı); 42,486**

**Bal üretimi 820,665 kg,**

**Balmumu üretimi ise 26,320 kg. dır (Tablo 2.3).**

Bilindiği üzere Kayseri, tarihi önemli ticaret ve sanayi merkezlerinden biri idi. Günümüz Türkiye'sinde de bu özelliklerini koruyan ilimizde, pazara ve ulaşım yollarına yakın olma isteği gereğince sanayi kuruluşları ve imalathanelerin büyük bir çoğunluğu, İl merkezi ve yakın çevresinde kurulmuştur. Bu tesislerden bazıları ise yerleşim alanları içerisinde kalmışlardır [17].

**Tablo 2.3.** Kayseri İli’ndeki arıcılık ve ürünleri [17].

Sıra No	İlçeler	Arı Kovanları		Ürünler		Arı Besleyen Köy Sayısı
		Eski Usül Kovan (Adet)	Yeni Usül Kovan (Adet)	Bal (Kg)	Balmumu(Kg)	
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	Özvatan	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
<b>TOPLAM</b>		2.120	42.486	820.665	26.320	199

### 2.3. Balın Genel Tanımı

Uluslararası gıda tüzüğüne göre bal, bal arıları tarafından çiçeklerin nektarlarından veya bitkilerin yaşayan kısımlarından meydana gelen salgıların toplanıp özel bazı maddelerle karıştırıldıktan ve bir takım değişikliklere uğratıldıktan sonra petek gözlerine depolanarak üretilen tatlı bir maddedir [18].

Genel bir değerlendirme ile White ve ark. [19], balı, “Bal arıları tarafından (*Apis mellifera* L., *Apis dorsata* Fabricius.) bitkilerin nektar ve tatlı salgılarından elde edilerek, değişime uğratılan ve peteklerde depolanan, su oranı % 25’i, kül oranı % 0,25’i sakkaroz miktarı % 8’i geçmeyen ve polarize ışığı sola çeviren bir maddedir” şeklinde tanımlamaktadırlar.

Ülkemiz Gıda Maddeleri Tüzüğü (GMT)’n de ise bal, “bal arılarınca bitki nektarlarında ve bitkilerin diğer kısımlarında bulunan tatlı öz suların toplanıp vücutlarındaki özel maddeler

yardımla işlenerek kovanlardaki doğal ve yapay gömeçlere depo edilen ve orada olgunlaşan tatlı bir ürün” şeklinde tanımlanmıştır [20].

22 Ekim 2000 gün ve 24208 sayılı Resmi Gazetenin 2000/39 numaralı tebliğinde ise bal, “bal arılarının çiçek nektarlarını, bitkilerin veya bitkiler üzerinde yaşayan bazı canlıların salgılarını topladıktan sonra kendine özgü maddelerle karıştırarak değişikliğe uğratıp, bal peteklerine depoladıkları tatlı maddedir” biçiminde ifade edilmiştir [21].

Dünyadaki bazı bitkilerden elde edilen ballar insan vücudu için toksik etkiye sahiptirler. Zehirli bal oluşumuna kaynak teşkil eden bitkiler orman gülü, defne, Avustralya tutu ağacı ve Amerika’da yasemin türleridir. Ülkemizde Karadeniz sahil bölgelerinde yetişen *Rhodendron ponticum* L.(Karadeniz orman gülü) bitkisinden elde edilen balların insanlar için zehir etkisi yaptığı çok eskiden beri bilinmektedir. Zehirli bal yiyen bir insanda baş dönmesi, bulantı, görme zorluğu, uğultu, terleme, baygınlık ve güçsüzlük gibi haller göze çarpar [ 2, 22, 23].

TSE 3036 Bal Standardı, balın bileşimi ve özellikleriyle ilgili bazı sınırlamalar getirmiştir. Kalite ölçüsü olarak getirilen bu sınırlamalarda nem oranı en çok % 21, asitlik en çok 40 meq/kg, hidrosimetilfurfural en çok 40 mg/kg ve diastaz sayısı en az 8G olarak belirlenmiştir. Ayrıca ballar bozuk olmamalı, yabancı madde ihtiva etmemeli, koku, tad, akıcılık, renk ve görünüm bakımından grup ve tipine özgü durumda bulunmalıdır [21].

#### **2.4. Balın Fiziksel Özellikleri**

Balın rengi bileşimini oluşturan çeşitli maddelerin farklı dalga boyundaki ışınları absorbe etmesiyle oluşan optik bir özelliktir. Balın bünyesindeki maddeler çeşit ve miktar olarak büyük bir varyasyon gösterdiği için balın rengi de büyük bir yelpaze içinde değişmektedir [24]. Balın rengi beyazdan; sarı ve koyu esmer renge kadar çok çeşitlidir. Madensel maddeler arttıkça balın rengi de koyulaşmaktadır [25].

Balın viskozitesi (akışkanlığa karşı direnci) bileşimine ve özellikle nem içeriğine bağlıdır. Ağır bünyeli bir balın viskozitesi yüksek olur. Viskozite balın petekten süzülmesi, yabancı madde ve hava kabarcıklarından arındırılması, kaplara doldurma ve boşaltma gibi işlemler açısından pratikte önemlidir. Balın özgül ağırlığı içindeki su miktarı ve sıcaklığa göre değişiklik gösterir. 20 °C’de balın özgül ağırlığı; 1,4225 g/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur.

Işığın madde içindeki hızının havadaki hızına oranı refraktif indeks olarak kullanılmaktadır. Bu özellik en doğru olarak balın su içeriğini tespit için kullanılır. Nem oranı en kolay refraktometre ile tespit edilmektedir.

Bal higroskopik bir madde olup havadan nem absorbe etme özelliğindedir, bu özellik balın özel yapısına, şeker ve su içeriğine bağlıdır. Çiçek balları ortalama % 17,2 salı balı ise ortalama % 16,3 su içermektedir. Havadaki nem oranı % 58 olduğu zaman baldaki nem oranı % 17,4 civarında olmaktadır. Havadaki nem oranı % 58'den düşük olduğunda bal nem kaybederken; daha nemli atmosfer koşullarında bal nem absorbe ederek su içeriği artar. Baldaki nem miktarı arttıkça maya sporlarının aktiviteleri de artmakta ve bu nedenle su içeriği yüksek olan ballar daha çabuk fermente olmaktadır [20].

## 2.5. Balın Biyolojik Özellikleri

Balın tadı, bünyesindeki şekerlerin miktarı, türü ve birbirlerine oranıyla ilgilidir. Kokusu da; alındığı kaynağa (bitki türü) göre değişmektedir. Bal kendisine kaynak teşkil eden bitki türlerinin tat ve kokusunda olması gerekir. Bala uygulanan ısıtma, işleme ve depolama gibi işlemler esnasında balın kendisine özgü tat ve kokusunu değiştirecek yanlış uygulamalardan kaçınmak gerekir.

Bal içerisinde çeşitli şekerler bulunur. Doyma noktasının üzerinde materyal içeren çözeltiler doymuş çözeltiye dönme eğilimi içinde olduklarından kararsız çözelti olarak nitelendirilirler. Bu eğilimin sonucu çözeltide erimiş halde bulunan içerikte çökme görülür. Bu durum balın glikoz içeriği için de söz konusudur. Doyma noktası üzerindeki glikoz, kristal hale geçerek balın şekerlenmesini sağlar. Yani şekerlenme glikoz şekeri ile doğrudan ilgili bir olaydır. Balın şekerlenmesi tamamen doğal bir olaydır ve balın kalitesini etkilemez. Bütün ballar er ya da geç şekerlenir [20].

## 2.6. Balın Kimyasal Bileşimi

Bal, içeriğindeki maddelerin çeşitliliği nedeniyle oldukça karmaşık yapıya sahiptir. Çeşitli yörelere ve elde edilmiş zamanlarına göre de oldukça farklı yapılar gösterebilmektedir. Şekilde altı grup olarak verilen madde grupları içerisinde de birçok maddeler bulunmaktadır. Balın yapısındaki üç önemli bileşimden fruktoz % 38, glikoz % 31 ve su % 17 oranında

bulunmaktadır. Geri kalan % 14'lük oranı ise bazı disakkaritler, trisakkaritler, oligosakkaritler, mineral maddeler, vitaminler ve enzimler oluşturmaktadır [26].

**Tablo 2.4.** A.B.D’de 490 bal örneği ile yapılan analizler sonucu elde edilen ortalamalara göre balın bileşimi [20].

<b>Madde</b>	<b>% Miktar</b>
Su-----	17.20
Şekerler -----	79.59
Fruktoz (meyve şekeri)-----	38.19
Glikoz(üzüm şekeri)-----	31.28
Sakkaroz (çay şekeri)-----	1.31
Maltoz ve diğer indirgenmiş şekerler----	7.31
Yüksek şekerler-----	1.50
Protein-----	0.26
Kül-----	0.17
Asit-----	0.57
İz elementler-----	2.21

Balın kuru maddesinin % 95-99'unu şekerler oluşturur. Şekerler balın viskozite, nem çekme özelliği, enerji değeri, kristalizasyon gibi fiziksel özelliklerinden sorumludur. Balda bulunan başlıca şekerler şunlardır; glukoz, izomaltoz, fruktoz, tranoz, levüloz, melezitoz, sukroz, rafinoz, maltoz, erloz [27].

Balın tatlı oluşu asitliğini fark ettirmemektedir. Bal asitleri onun aromasına katkıda bulunurlar [28]. Bal asidik reaksiyonda bir madde olup pH'sı 3,29–4,87 arasında değişmektedir [15]. 20 aminoasitten 16 tanesi balda bulunabilmiştir. Balda proteinlerin belirlenmesi balın doğal veya yapay olup olmadığının anlaşılması açısından önemli olduğu gibi beslenme yönünden de önemlidir.

Balın reaksiyonu asit karakterdedir. Birçok mikroorganizma asitli ortamı sevmez ve baldaki asitler mikroorganizma gelişimini önleyici etkiye sahiptir. Balın olgunlaşma süreci içinde arılar asitliği artırmaktadır. Baldaki malik, sitrik ve formik asitler, doğada bitkilerin bileşiminde geniş ölçüde vardır ve balın içinde bulunması normal bir durumdur. Glukonik asit

hariç hepsi balın yapısındaki doğal asitlerdir. Balda bulunan başlıca asitler şunlardır; asetik asit (sirke asidi), butirik asit (tereyağı asidi), strik asit (limon asidi), formik asit (karınca asidi), laktik asit (süt asidi), malik asit (elma asidi), süksinik asit (kehribar asidi), oksalik asit (kuzukulağı asidi), glukonik asit [14].

Bal, mineral alımını artırmak için bazı diyetlerde şeker yerine verilebilmektedir. Yapılan analizlerde koyu renkli balların madensel maddeler bakımından açık renkli ballara oranla daha zengin olduğu anlaşılmıştır [13].

**Tablo 2.5.** Baldaki mineral maddeler [13].

<b>Elementin ismi</b>	<b>İnsanın 1 günlük ihtiyacı</b>	<b>100 gram koyu renkli ballardaki mg. olarak mik.</b>	<b>100 gram açık renkli ballardaki mg. olarak mik.</b>
Kalsiyum	0.8 g	22.7	10.7
Demir	2 mg	3.7	0.9
Bakır	15 mg	0.06	0.08
Magnezyum	0.3 g	13.2	4
Manganez	12 mg	1	0.08
Potasyum	10 mg	124.1	44.1
Sodyum	20 mg	2.3	25.1
Çinko	15 mg	0.2	0.3
Kobalt	5.mg	0.6	0.02
Fosfor	1.3 mg	12.3	12.9

Orak ve Erkmen yaptıkları bir çalışmada balda, 46 adet bal numunesinin kül oranlarını % 0.047–0.065 değerleri arasında tespit ettiklerini bildirmektedir [29].

Balda yapılan araştırmalar sonucunda B1, B2, B3, B5, B6, C, E ve K vitaminleri bulunmuştur. Balın içindeki vitaminler, hayat olayları ve canlıların gelişmesinde bilinen fonksiyonları nedeni ile çok önemli maddelerdir. Bunlar oran itibariyle bir mana ifade etmeyecek kadar az olmalarına karşın, etkileri bakımından büyük değer kazanmaktadırlar. Çeşitli çiçeklerden salgılanan nektarların bileşimi, vitamin zenginliği bakımından birbirinden farklıdır. Yapılan araştırmalar her bitkinin bu bakımdan durumunu ortaya koymuş bulunmaktadır. Genel olarak

yonca balı vitamin zenginliği bakımından başta gelmektedir. Adaçayı, kekik ve lavanta çiçeğinin C vitamini bakımından zengin nektar salgıladıkları kaydedilmektedir [14].

Asit ortamda fruktozun çözünmesiyle oluşan HMF (Hidroksi metil furfural) balın koyulaşmasına ve aromasının azalmasına neden olmaktadır [30].

Isıtılan ve bekletilen ballarda HMF oranı yükselir. 1kg balda bulunması gereken HMF miktarı 40mg'dır. Balda bulunan diğer maddeler şunlardır; hidroksi metil furfural (HMF), lipitler, taceroller, alkoloidler, flavanoidler, fenolikler, karboniller, esterler, maya sporu gibi mikroorganizmalar [14].

## 2.7. Balın Sağlık Bakımından Önemi

Bal temel olarak, besin maddesi ve enerji kaynağı olarak kullanılmakta, bunun yanı sıra insan sağlığı bakımından da önem taşımakta ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır [31].

Bazı bakteri türlerinin büyümesi için optimum pH'ın 7.2–7.4 arasında olması gereklidir. Minimum düzeyde ise *Escherichia coli*'nin gelişmesi için pH'ın 4,3 *Salmonella* sp'nin 4,0, *Streptococcus pyogenes*'in 4,5 olması gereklidir. Bundan dolayı sulandırılmamış balın asitliği önemli bir antibakteriyel faktördür [32]. Balın kaynağı olan nektar, antioksidant etkiye sahip tatlı bileşikler ile bitki pigmentlerinin ve flavonoidlerin büyük bir kısmını içermektedir [33].

Bal kronik sindirim sistemi hastalıklarından özellikle peptik ülser ve hazımsızlığa [31, 32, 34], duodenal ülsere [35–36], çocuklarda ise bakteriyel gastroenteritis'e karşı etkili bir şekilde tedavi amacıyla kullanılmaktadır [36]. Ayrıca bal antibakteriyel özelliği ile ağız, boğaz ve bronş enfeksiyonlarına karşı kullanılmaktadır [37], bunların yanında bal, cildi besleyici ve nemlendirici krem olarak, çeşitli ülser, yara ve yanıklara karşı ilaç olarak da kullanılmaktadır [38, 39].

Tıbbi bitki ekstraktlarıyla beslenen bal arısı kolonilerinden elde edilen balların larenjite, üst solunum yolları enfeksiyonlarına, kronik ülser ve yaralara karşı kullanıldığı belirtilmektedir [40]. Klinik araştırmalarda ise gözde katarakt hastalığına konjiktivit ve çeşitli kornea rahatsızlıklarına karşı, direkt gözün içine uygulanarak kullanıldığı bildirilmektedir [37]. Balın antifungal etkisinin bulunduğu ancak birçok mantar türüne karşı bu aktivitenin test edilmediği

bildirilmektedir. Son yıllarda ise travmatolojik hastalıkların tedavisinde de balın kullanıldığı bildirilmektedir [41].

### **2.8. Bal Mumu**

İşçi arıların 12–18 günlük yaş dönemlerinde karın halkalarındaki mum salgı bezlerinden salgılanır. Rengi, salgılandığı anda beyazdır, fakat zamanla koyulaşarak sarıya ve kahverengine döner. Arılar, yavru yetiştirmek, bal-polen depolamak ve petek gözlerini örmek için balmumu üretirler. Ayrıca parfümeri endüstrisinde, diş hekimliğinde, eczacılıkta, boya ve vernik yapımında suya dayanıklı iplik üretiminde, ışık kaynağı olarak mum üretiminde tıbbın bazı dallarında ve mobilyacılıkta da kullanılır [2].

### **2.9. Arı Sütü**

5–15 günlük işçi arıların başlarında bulunan hypopharyngeal bezlerinden salgılanan, larva dönemindeki yavruların ve ana arının beslenmesinde kullanılan özel bir maddedir. Arı sütü, polenin genç işçi arıların sindirim organlarında hazmedilmesi sonucu yavru gıda bezlerinde üretilmektedir. Yani arı sütü için gerekli maddeler kan yoluyla süt salgı bezlerine gelmekte, süt sentezi bu bezlerde yapılarak üretilen süt ağız boşluğuna verilmektedir. Arı sütü salgılanıp ağız boşluğuna verildiği anda süt kıvamındadır. Petek gözlerine konulduktan sonra koyulaşarak krema rengini alır. Vitaminler, amino asitler, mineral maddeler, proteinler ve iz elementlerce zengin özel bir maddedir. Yapılan kimyasal çalışmalarda arı sütünde bakteri ve virüslerin büyüme ve gelişmelerini önleyen gammaglobulin maddesi bulunduğu tespit edilmiştir. Görme yetersizliği çeken insanlara arı sütü önerilmektedir. Arı sütünün sinir sistemi üzerinde de olumlu etkileri mevcuttur [2].

### **2.10. Arı Zehiri**

Sadece dişi bireyler tarafından, alkali ve asit salgı bezlerinden savunma amaçlı olarak salgılanan özel maddedir. Arı zehri biyokimyasal ve farmakolojik aktif maddeler içeren oldukça karmaşık bir yapı gösterir ve yapısında alerjik reaksiyonlara neden olan proteinler ve enzimler bulunur. Arı zehrinin bazı romatizmal hastalıklarda ve MS hastalığı diye bilinen Multiple Sclerosis (Kısmi veya tamamen felce neden olan sinir sisteminin hasar görmesi) hastalığında ya doğrudan ya da bazı ilaçların etken maddesi olarak kullanılması ile ilgili çalışmalar son yıllarda artmıştır [42].

### 2.11. Propolis

Çeşitli bitkilerle ağaçların tomurcuk, yaprak, vb kısımlarından arılarca toplanan; arıların kovan uçuş deliğini daraltarak soğuk, yağmacı arılar ve diğer doğal düşmanlarından korunmak ve kovandaki yarık, çatlak ve açıklıkları kapatmak için kullandıkları; yapışkan, reçinemsiz ve bitki kökenli bir maddedir. Propolis, kendisine özgü kokusu olan, rengi açık kahveden koyu kırmızıya kadar değişebilen, normal sıcaklıklarda yumuşak ve yapışkan olduğu halde soğuk havada katılaşmış gevrekleşen bir maddedir. Laboratuvar koşullarında yapılan araştırmalarda propolisin çeşitli bakteri ve funguslara karşı antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Antimikrobiyal ve fungisidal özellikler bünyesindeki galangin, kaffeik asit ve ferulik asitten kaynaklanmaktadır [42].

### 2.12. Polen (Çiçek Tozu)

Bal arısı kolonilerinden “polen tuzağı” denilen özel araçlarla hasat edilerek arı ve insan beslenmesinde kullanılan çok önemli bir arı ürünüdür. Arıların yavru gıdası üretmeleri ve bu amaçla yeterli düzeyde protein, vitamin ve mineraller gibi maddeleri tüketmeleri gerekmektedir. Arılar bu besin maddelerini bir arada sadece polenden sağlayabilirler. Başka bir ifadeyle; polen, arıların büyüme ve diğer faaliyetleri için tüketmeleri gereken su dışındaki besin maddelerinin ideal bir kaynağıdır [42].

Asitler ve vitamin gibi balın birleşiminde bulunan diğer maddelerin kaynakları hakkında pek az şey bilinmekle beraber, balın amino asitlerin ve vitaminlerinin bir kısmının polenden geldiği düşünülmektedir [43].

### 2.13. Balda Ağır Metal Tayini Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Son yıllarda analiz yöntemlerinin gelişmesine paralel olarak; bal gibi birçok gıdada, çeşitli kirletici kaynaklardan bulaşan metal iyonlarının tayinleri üzerine, pek çok çalışma yapılmıştır.

Gajek ve ark. [44], yaptıkları çalışmada ithal edilmiş ballarda ağır metal kirliliklerini araştırmışlardır. 1972–1985 yılları arasında ithal edilen ballar ve 1985 yılında kirlilik kaynağına yakın bölgelerden toplanan Polonya ballarında Pb, Zn, Cu, Fe, As ve Sn düzeylerini saptamışlardır. 1971–1985 yılları arasında Çin ve Kore’den ithal edilen ballarda izin verilenin üstünde kontaminasyon saptamışlardır. Bu metallerin Polonya ballarındaki oranı ise izin verilen limitler içinde olduğu belirtilmektedir. Çin ballarında bulunan sonuçlar  $\mu\text{gg}^{-1}$

olarak ortalama (en düşük-en yüksek) şöyledir. Pb; 0,46 (0,10–2,30), Zn; 67,6 (8,0-316,7), Fe; 20,7 (0,3-107,0), As; 0,02 (0,00-0,27), Cu; 0,8 (0,2-2,5), Sn; 0,0 (0,0-0,0). Kore ballarında ise Pb; 0,23 (0,00–0,67), Zn; 70,4 (1,6–280,0), Fe; 48,1 (12,1–140,0), As; 0,00 (0,00–0,00), Cu; 0,7 (0,4–1,2), Sn; 0,2 (0,0–0,3) olarak saptanmıştır.

Baldaki eser elementlerle ülkemizde yapılmış ilk yayın Sevimli ve Arkadaşlarına aittir. Araştırmacılar Nötron Aktivasyon Analizi ile 5 değişik bölgeden alınan balda eser element analizi yapmışlar ve sonuçları aşağıdaki gibi vermişlerdir. Fe 2,1–67  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Zn 0,009–6,0  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Cr 0,043–1,07  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Co 0,0198–0,073  $\mu\text{gg}^{-1}$ , K 366–960  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Br 0,20–1,13  $\mu\text{gg}^{-1}$ , As 0,0087–0,31  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Sb 0,048–1,0  $\mu\text{gg}^{-1}$  olarak saptanmıştır. Araştırma sonuçlarının büyük aralıklar içinde değiştiği görülmektedir [4].

Ioannidou ve ark. [8], ICP-AES kullanarak yaptıkları çalışmada balda bulunan bazı toksik iz elementleri (Cd, Cu, Cr, Co, Ni, Mn, Pb ve Zn) analiz etmişler ve Cd; 0,078-0,222  $\mu\text{gg}^{-1}$  Cu; 0,28-0,45  $\mu\text{gg}^{-1}$  Co; 0,010-0,087  $\mu\text{gg}^{-1}$  ve Mn; 0,11-7,22  $\mu\text{gg}^{-1}$  olarak tespit etmişler.

Rashed ve Soltan [45], yaptıkları makalede salgı ve çiçek ballarındaki ağır metal oranlarını gözlemişlerdir. Sonuçlara göre inorganik içeriklerinden dolayı salgı balları çiçek ballarına göre daha yüksek oranda Cd ve Pb içermektedir. Çiçek ballarında ise susam balları en yüksek oranda kadmiyum( 0,50-12,5  $\mu\text{gg}^{-1}$  ) içermektedir.

Pizybylowski ve Wilezynska [6], Pomeranian ballarında yaptıkları çalışmada kurşun değerlerini 0,02-0,07  $\mu\text{gg}^{-1}$ , kadmiyum değerlerini 0,008-0,027  $\mu\text{gg}^{-1}$ , ve çinko değerlerini 4,17-22,3  $\mu\text{gg}^{-1}$ , arasında saptamışlardır. Yaptıkları çalışmada çinko değerleri limitleri geçerken buna zıt olarak kurşun ve kadmiyum değerleri bu sınırlara ulaşamamıştır.

Şerifoğlu [10], Ege bölgesi ballarında yaptığı çalışmada; karışık Ege diye sınıflandırılan ve Ege bölgesinin çeşitli yörelerinden alınan ballardaki Pb düzeyini ortalama 26,6  $\mu\text{gg}^{-1}$  olarak saptamıştır. Üreticiler bu balların çam balı olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek değer Kuşadası Güzelçamlı balında 44,0  $\mu\text{gg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. En düşük değerler ise Aydın-İncirliova balında 7,9  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Milas Beçin balında <5  $\mu\text{gg}^{-1}$  olarak saptanmıştır.

Sanna ve ark'ın [46], yaptıkları çalışmada bal örneklerinde Pb, Cu, Cd ve Zn gibi ağır metaller analiz edilmiştir. Sonuçlara göre Pb;0,100–1,533, Cu; 0,192-2,978, Cd; 0,012-0,274 ve Zn 0,178-8,120  $\mu\text{gg}^{-1}$  değerleri arasında saptanmıştır.

Demirezen ve Aksoy [5], yaptıkları çalışmada Kayseri, Erciyes Dağı'nın farklı bölgelerinden aldıkları bal örneklerinin Cd, Cu, Zn, Ni ve Pb içeriklerini belirlemişlerdir. Sonuçlara göre Cd konsantrasyonunun, 0,11-0,18  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Cu konsantrasyonunun, 0,15-0,66  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Zn konsantrasyonunun, 2,2-11  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Ni konsantrasyonunun, 0,2-0,8  $\mu\text{gg}^{-1}$ , ve Pb konsantrasyonunun, 0,1-0,85  $\mu\text{gg}^{-1}$  arasında olduğunu gözlemişlerdir.

Çalışmamızda Kayseri ve civarındaki farklı lokalitelerden toplanan 26 bal örneğinin kadmiyum, bakır, çinko, nikel, kurşun, krom, mangan, demir ve selenyum (Cd, Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Mn, Fe and Se) içerikleri Varian ICP-OES cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Günümüzde çevre kirliliğinin tehlikeli boyutlara ulaştığı bir gerçektir. Geciken her tedbir bu tehlikeyi daha da artırmakta ve çevre kirliliği ile doğrudan temasta olan hava, su ve toprağa yansımaktadır. Çeşitli gıdalarla da insanlara kadar taşınabilen kirlilik çeşitli hastalıklara hatta ölümlere neden olabilmektedir. Bu nedenle çeşitli gıdalarda yapılan özellikle ağır metal birikim tayinleri oldukça önemlidir. Süt ve bal gibi gıdalar kirlilikten 4. derecede etkilenen gıdalardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla; Kayseri yöresinde üretilen balların ağır metal kirliliğinden ne derece etkilendiği bilmek ve bu konuda gerekli tedbirlerin alınması, çevre kirliliğinin izlenmesi ve insan sağlığı açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

## 3. BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyallerin Toplanması

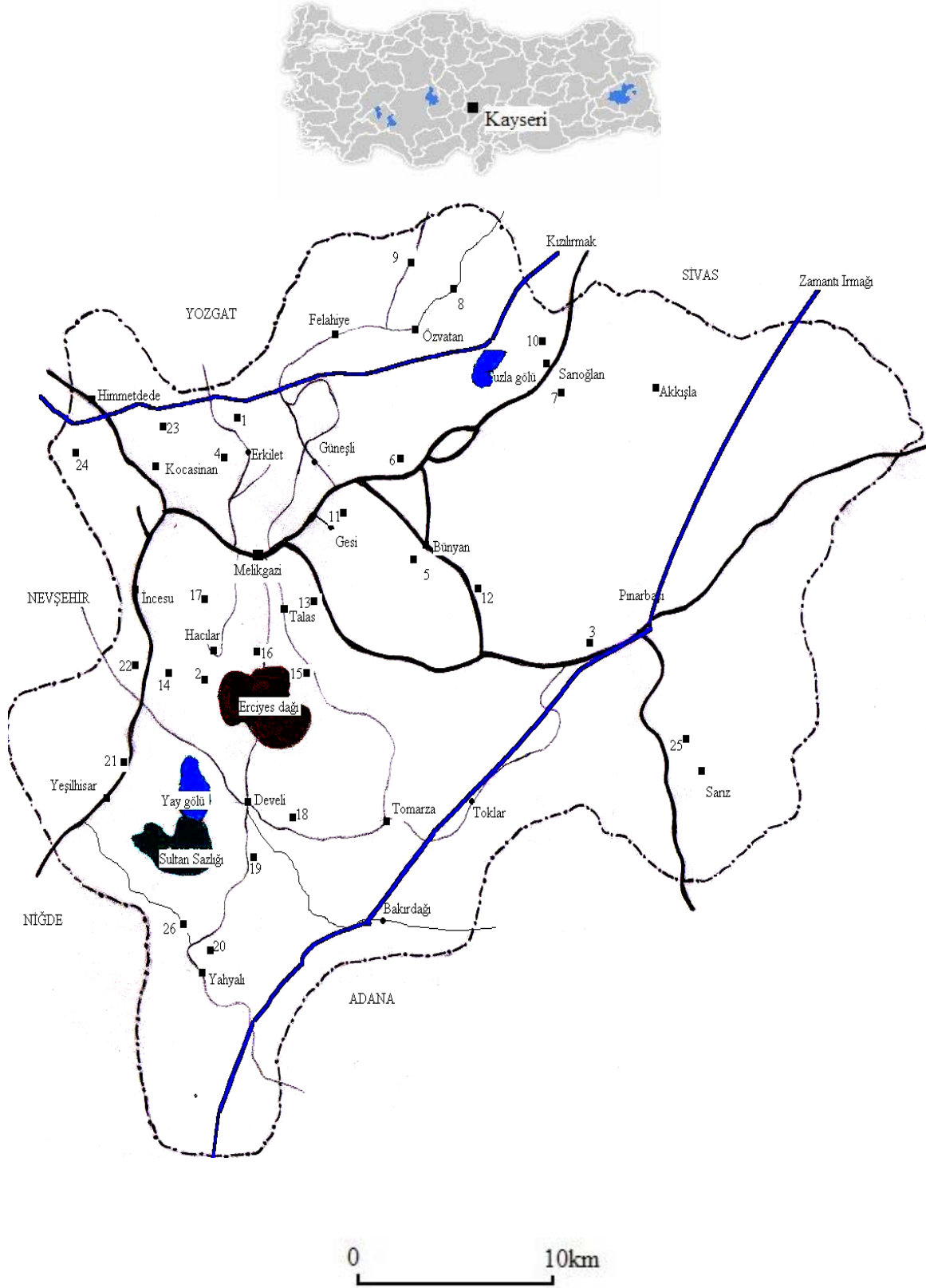
Araştırmadaki bal örnekleri Kayseri civarında bulunan 26 yerleşim alanından 2004 yılı Haziran-Eylül ayları arasında toplandı (Tablo 3.1, Şekil 3.1). Toplanan 26 bal örneği önceden steril edilmiş cam kavanozlara konularak ağzları hemen kapatıldı ve kavanozlarda hemen steril poşetlere geçirildi. Kavanoz üzerine balın alındığı yörenin adı, ana ve tali yollara uzaklığı, çevrede herhangi bir kirleticinin olup olmadığı kaydedilerek incelenmek üzere laboratuara getirildi.

#### 3.2. Malzemelerin Temizliği

Çalışmada kullanılan cam, plastik ve porselen malzemeler önce deterjanlı su içerisinde bir gün bekletildi. Daha sonra çeşme suyuyla yıkanarak % 20'lik Nitrik asit içine alınıp, bir gece bekletildi. Bu işlem sonunda çift distile su ile yıkanarak 60 °C'de etüvde kurutuldu.

#### 3.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Bu çalışmada kullanılan standartların ve çözeltilerin hazırlanmasında, % 65'lik (Merck reagent) Nitrik asit kullanıldı. Ayrıca standartların ve örneklerin hazırlanmasında ve seyreltme işleminde çift distile su kullanıldı.



Şekil 3.1. Bal örneklerinin alındığı bölgeler.

**Tablo 3.1.** Bal örneklerinin alındığı bölgeler.

<b>Bölge No</b>	<b>Balın Alındığı Bölge</b>
1	Ebiç Kasabası ev bahçesi (Erkilet)-Anayola uzaklığı 2km
2	Sakar çiftliği dağ eteği (Hacılar)- Anayola uzaklığı 10km
3	Pınarbaşı-Pazarören- Anayola uzaklığı 6km
4	Mahzemin beldesi ev bahçesi (Erkilet)- Anayola uzaklığı 3km
5	Bünyan girişi yola uzaklığı 1.5km Çimsa'ya 4km
6	Kardeşler köyü dağ eteği su kenarı (Bünyan)-Anayola uzaklığı 4km
7	Özvatan merkeze 2km taşlık arazi- Anayola uzaklığı 2km
8	Taşlık köyü yol kenarı Özvatan'a uzaklığı 1km Anayola uzaklığı 50m
9	Büyüktoraman dağ eteği (Felahiye)- Anayola uzaklığı 2.5km
10	Küpeli yol kenarı Kabaktepe mevki (Sarıoğlan-Özvatan arası- Anayola uzaklığı 1km
11	Gesi-Sarımsaklı ev bahçesi ana yoldan uzak (Melikgazi)- Anayola uzaklığı 3km
12	Pınarbaşı girişi anayol kenarı (Pınarbaşı)- Anayola uzaklığı 500m
13	Erciyes belediyesi dağ eteği (Talas)- Anayola uzaklığı 1km
14	Şeyhşaban yaylaları (İncesu)- Anayola uzaklığı 6km
15	Erciyes Türk Dünyası Ormanı- Anayola uzaklığı 100m
16	Erciyes'e çıkarken yol kenarı- Anayola uzaklığı 10m
17	Kızılören kasabası Sarıgöl yaylası (İncesu)- Anayola uzaklığı 20km
18	Develi yol kenarı tepenin yüzünde- Anayola uzaklığı 1km
19	Sindelhöyük yol kenarına yakın(Develi)- Anayola uzaklığı 1km
20	Yahyalı dağ eteği- Anayola uzaklığı 1km
21	Yeşilhisar ev bahçesi- Anayola uzaklığı 3km
22	İncesu- Yeşilhisar arası yol kenarı- Anayola uzaklığı 100m
23	Yemliha kasabası dağ eteği (Himmetdede)- Anayola uzaklığı 3km
24	Yuvalı köyü dağ eteği (Himmetdede)- Anayola uzaklığı 2km
25	Sarız Kısaçlı köyü yaylaları- Anayola uzaklığı 6km
26	Yahyalı ev bahçesi yol kenarına yakın- Anayola uzaklığı 2km

### 3.4. Bal Örnekleri İçin Çözme İşlemi

Örneklerden 1g tartılarak porselen krozelere konularak kül fırınına hazırlık olması amacıyla etüvde 110–130 °C’de 12 saat ön yakma işlemine tabi tutuldu. Numuneler karamelize (kömür haline gelene kadar) oluncaya kadar etüvde bekletildi. Kül fırınına girmeye hazır olan numuneler fırın içerisine yerleştirilerek 460 °C’de 12 saat bekletilerek materyal kül haline getirildi. Kül haline getirilen örnekler 100 ml’lik beherler içerisine alınarak üzerine 10 ml % 65’lik HNO<sub>3</sub> ilave edildi. Kum banyosuna alınan beherler ısıtıldı ve HNO<sub>3</sub>’ün tamamı buharlaşmadan kısa bir süre önce kum banyosundan çıkarılarak soğumaya bırakıldı. HNO<sub>3</sub> uçtuktan sonra kalan kısım santrifüj tüpüne alındı ve hacim% 1’lik HNO<sub>3</sub> ile 15 ml’ye tamamlandı. Örnekler 3000 rpm ‘de 20 dakika santrifüj edildi. Santrifüj sonunda üstte kalan tortusuz çözelti 25ml’lik balon joje içine aktarıldı ve hacim % 1’lik HNO<sub>3</sub> ile 25 ml’ye tamamlandı. Daha sonra saklama kaplarına konulan çözeltiler Inductively Coupled Plasma = ICP-OES’de okuma işlemine kadar soğuk odada bekletildi [47].

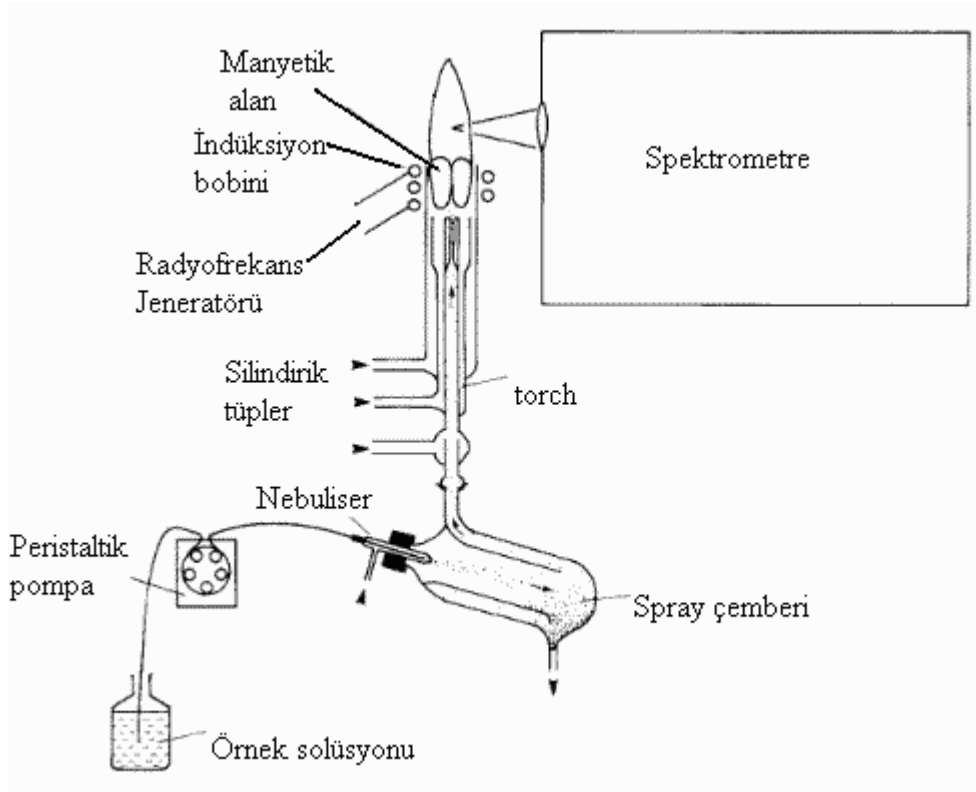
### 3.5. Ağır Metal Tayini İşlemleri

Bu çalışmada bal örneklerindeki ağır metal tayini işlemleri ICP= Inductively Coupled Plasma cihazında yapıldı.

### 3. 6. Varian ICP-OES spektrometresi

Analiz örneğinin atomlaştırılması ve uyarılması için alev dışındaki düzeneklerin kullanıldığı cihazlarda, alev yerine elektrotların veya plazmanın yerleştirilmesinden başka bir değişiklik yoktur.

Atomik emisyon spektroskopisinde elektrik boşalımına dayanan atomlaştırma ve uyarma kaynakları, son yıllarda yerini plazmalara bırakmıştır. En çok kullanılan plazma türü, ICP (Inductively Coupled Plasma) dır. Plazma, gaz halindeki iyon akımı olarak tanımlanabilir. Kolay iyonlaştırılabilmesi ve inert olması nedeniyle, ICP tekniğindeki plazma, argon gazı ile oluşturulur. Çok çeşitli yöntemlerle plazma oluşturmak mümkün olmakla beraber bu yöntemde elektromanyetik olarak, argon gazının indüksiyon sarımlarında bir radyo frekans (rf) jeneratörü ile etkileştirilmesiyle elde edilir.



**Şekil 3.2.** ICP-OES'in temel bileşenleri [46].

Şekil 3.2'de görüldüğü gibi, örnek çözeltisi argon gazı ile birlikte silindirik bir kuvarz tüp içinden plazmaya pompalanır. Plazmayı oluşturacak argon gazı çapı bu silindirik tüpten biraz daha büyük olan ikinci bir kuvarz silindirin içinden geçirilir. Dış silindirin uç kısmına değişik sayıda indüksiyon sarımı sarılır ve bu sarımlar bir radyo frekans jeneratörüne bağlanır. Dıştaki silindirin ucunda, radyofrekans jeneratöründen gelen ve indüksiyon sarımlarından geçen akım nedeniyle bir elektromanyetik alan oluşur. ICP cihazlarında frekans 27 MHz'dir. Argon gazı akımında ilk elektronların oluşturulması, bir elektron kaynağı ile sağlanır ve elektronlar, indüksiyon sarımının oluşturduğu manyetik alanda hızlanarak, argon atomları ile çarpışır

ve argon iyonları daha fazla sayıda elektronun oluşmasını sağlar. Bu işlemin tekrarlanması ile ortam sıcaklığı 6000–10000 K (+273 = °C) arasında değişen bir sıcaklığa ulaşır. Plazmanın içine giren örnek çözeltisi, atomlaşır ve uyarılır. ICP yönteminin üstünlükleri; yüksek sıcaklıklara ulaşabilmesi, örnek çözeltisinin plazma içerisinde oldukça uzun alıkonma süresine sahip olması ve atomlaştırma ve uyarma işlemlerini inert bir kimyasal çevrede gerçekleştirmesidir [48].

### 3.7. ICP-OES İÇİN GENEL KULLANIM ALANLARI

Kullanım yaygınlığı bakımından katı örneklerle çalışma olanağının olmaması, ICP-OES için kısıtlayıcı bir engeldir. Ancak çoğu laboratuvarlar çözeltiye alma işlemlerini, Alevli AAS için olduğu gibi, ICP-OES içinde giderek daha kolay ve daha hızlı şekilde gerçekleştirebilmekte, mikrodalgalı fırınlar ve basınçlı bombalar gibi yöntemler, hatta otomasyona bağlı çözünürleştirme işlemleri, bu konuda analizcinin yükünü azaltmaktadır.

ICP-OES için bazı genel kullanım alanları şunlardır;

Tarım ürünleri ve gıda maddeleri

Biyolojik ve klinik uygulamalar

Jeolojik maddeler

Çevre sorunları ve su analizleri

Metaller ve metal alaşımları

Petrol ürünleri ve yağ analizleri

Organik maddelerde element tayinleri [49].

### 3.8. Kalibrasyon

Standartlar her element için değişik konsantrasyonlarında stok solüsyonunda hazırlanarak, ICP-OES’de okundu. Kalibrasyon eğrisinin doğrusallığı sık aralıklarla kontrol edildi.

### 3.9. İstatistiksel Analizler

İstatistik analizler için SPSS istatistik programı kullanıldı. Her bir örnek için 5 kez okunan değerlerin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri hesaplandı. Ayrıca elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kolaylık sağlaması açısından SPSS programı kullanılarak faktör analizi ve ANOVA testi uygulandı.

## 4. BÖLÜM

### BULGULAR

#### 4.1. Çinko

Çalışmamızda, Kayseri'nin değişik bölgelerinden toplanan 26 farklı bal örneğinin çinko, demir, krom, kurşun, mangan, nikel, kadmiyum, bakır ve selenyum (Zn, Fe, Cr, Pb, Mn, Ni, Cd, Cu ve Se) içerikleri Varian ICP-OES cihazı kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar tablo ve şekillerde sırasıyla gösterilmiştir.

Araştırma alanındaki 26 değişik istasyondan alınan bal örneklerinde Zn konsantrasyonları standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de verilmektedir.

Çinko doğada genellikle Sfalerit [(Zn,Fe)S], Zinkit (ZnO), Vurtzit (ZnS), Villemit (Zn<sub>2</sub>S.SiO<sub>4</sub>) gibi mineraller şeklinde bulunur. Çinko metali başlıca galvaniz endüstrisinde, pirinç borular, elektrik devresi anahtarları, boya maddeleri, lastik, tekstil sanayi, çeşitli yağlama maddelerinin imali, gübre ve hayvan yiyecekleri, haddelenmiş çinko, kuru pil, deniz ve petrol boru hattı hizmetlerinde kullanılır [10].

Çinko çok az miktarda (25-30 µgg<sup>-1</sup>) insan vücudunda da bulunur. Çinko klorür şekli altında ise öldürücü etkisi vardır. Bu madde belirli yoğunluklarda mikro florayı olumsuz yönde etkiler [12].

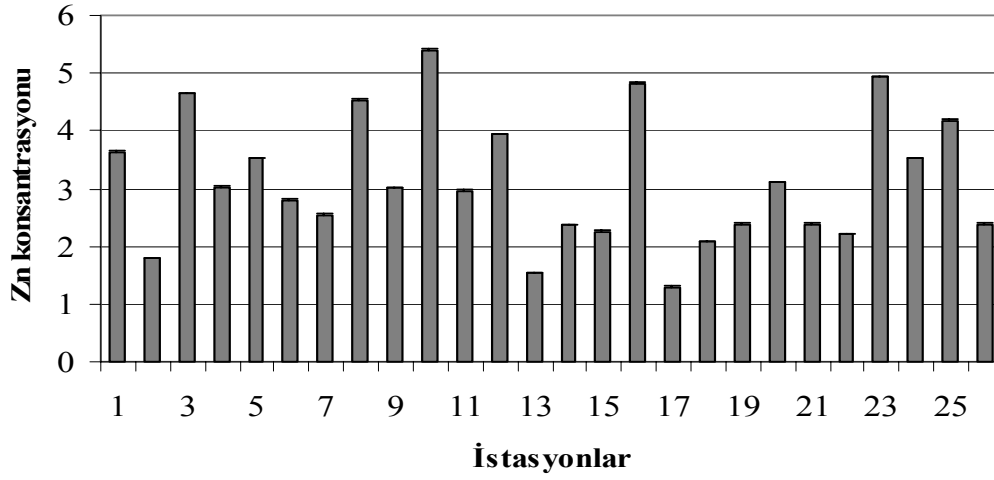
Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar arasında en düşük Zn konsantrasyonu kontrol grubumuz olan 17 nolu istasyonda 1,29 µgg<sup>-1</sup> değerinde en yüksek Zn konsantrasyonu ise 10 nolu istasyonda 5,39 µgg<sup>-1</sup> değerinde, gözlenmiştir.

**Tablo 4.1.** Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki Zn konsantrasyonu ( $\mu\text{gg}^{-1}$ ).

<b>Örnekler</b>	<b>Ort/S.Hata</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
1	3,6358 $\pm$ 0,078	3,5679	3,7038
2	1,7830 $\pm$ 0,060	1,4706	2,0954
3	4,6466 $\pm$ 0,221	4,4552	4,8381
4	3,0159 $\pm$ 0,056	2,3608	3,6711
5	3,5152 $\pm$ 0,036	2,5314	4,4991
6	2,7892 $\pm$ 0,011	1,8271	3,7515
7	2,5480 $\pm$ 0,053	2,0688	3,0272
8	4,5332 $\pm$ 0,015	4,1734	4,8931
9	3,0060 $\pm$ 0,015	2,7324	3,2796
10	5,3906 $\pm$ 0,036	4,3201	6,4612
11	2,9544 $\pm$ 0,034	2,4917	3,4171
12	3,9336 $\pm$ 0,010	3,2322	4,6352
13	1,5345 $\pm$ 0,070	1,4737	1,5953
14	2,3664 $\pm$ 0,043	1,9827	2,7502
15	2,2580 $\pm$ 0,086	2,1834	2,3327
16	4,8127 $\pm$ 0,024	4,272	5,3535
17	1,2939 $\pm$ 0,011	1,1113	1,4769
18	2,0705 $\pm$ 0,020	1,9665	2,1745
19	2,3794 $\pm$ 0,085	2,1322	2,6268
20	3,0993 $\pm$ 0,050	2,6228	3,5758
21	2,3707 $\pm$ 0,068	1,8784	2,8631
22	2,1992 $\pm$ 0,023	1,6594	2,7391
23	4,9312 $\pm$ 0,072	4,4353	5,4272
24	3,5134 $\pm$ 0,093	2,8266	4,2003
25	4,1758 $\pm$ 0,054	3,7824	4,5693
26	2,3712 $\pm$ 0,047	1,8971	2,8453

**Tablo 4.2.** Çevrede bulunan zehirli ağır metallerin kaynakları [50].

<b>A-Metal İşletmeciliği Ve Eritmeden Gelenler</b>
Maden işlemlerinden çevreye rüzgarla yayılan (Cd,Hg,Pb,As)
Metallerin eritilmesinden (As, Cd, Hg, Pb, Sb, Se)
Demir ve çelik endüstrisinden (Zn, Cu, Ni, Cr, Cd)
Metal işletmeciliğinden (Zn, Cu, Ni, Cr, Cd)
<b>B- Endüstri</b>
Plastikler (Co, Cr, Cd, Hg)
Tekstil (Zn, Al, Ti, Sn)
Ev aletleri yapımından (Cu, Ni, Cd, Zn, Sb)
Ağaç işletmeciliği (Cu, Cr, As)
Rafineri (Pb, Ni, Cr)
<b>C-Havadaki Partikül Ve Dumanlar</b>
Şehir, fabrika vs. (Cd, Cu, Pb, Sn, Hg, V)
Metal işletmeciliği (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti, Zn)
Taşıtlardan (No, Pb, V, Cd)
Fosil yakıtlardan (As, Pb, Sb, Se, U, V, Zn, Cd)
<b>D- Tarım</b>
Gübreler (As, Cd, Mn, U, V, Zn)
Hayvansal Gübreler (As, Cu, Mn, Zn)
Kireçler (As, Pb)
Pestisidler (Cu, Mn, Zn)
Sulama (Cd, Pb, Zn)
Metal aşınması (Fe, Pb, Zn)
<b>E- Atıklar</b>
Lağım (Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn)
Kazma ve delmeler (As, Cd, Fe, Pb)
Küller (Cu, Pb)



Şekil 4.1. Zn konsantrasyonu (kuru ağırlık  $\mu\text{g g}^{-1}$ ).

## 4.2. Demir

Çalışma alanındaki 26 değişik istasyondan alınan bal örneklerinde Fe konsantrasyonları standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.3 ve Şekil 4.2’de verilmektedir.

Yeryüzünde en fazla bulunan elementlerden biri olan demir, modern endüstrinin temel maddesi olup ulaştırma araç ve gereçleri, inşaatlar, makine ve donatım, domestik uygulamalar, çelik sanayi gibi, birçok kullanım alanına sahiptir. Doğada bulunan başlıca demir mineralleri, Hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Manyetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), Limonit veya Geolit ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$ ) ve Siderittir.

Demir, canlıların vücudunda tüm yaşam süreci içerisinde temel bir gereksinim olarak, yaşa cinsiyete, beslenmeye ve sağlık durumuna göre değişik miktarlarda bulunmaktadır. Normal ağırlıkta (70 kg) bir insanın vücudunda toplam olarak 4–5 g (60-70 ppm) kadar demir bulunmaktadır.

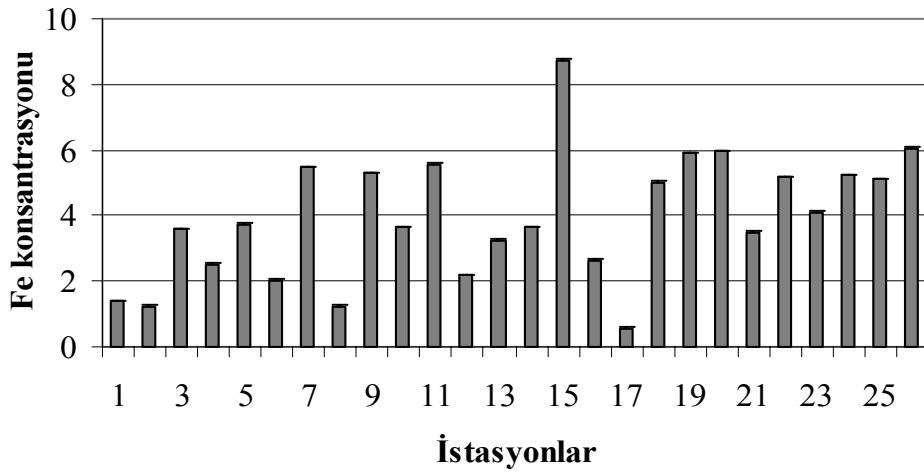
Demir canlı organizmalar için gerekli bir element olduğu gibi eksikliği veya fazlalığı vücutta çeşitli olumsuz etkilere neden olmaktadır. Gıda yolu ile fazla demir alınması sonucu meydana gelen bozukluklar metabolik ve genetik faktörlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Balda bulunan eser elementlerden biri olan Fe'in doğal miktarı mevsimsel farklılıklara, bal çeşidine ve arının nektar toplama bölgelerine göre değişmektedir [10]

Elde edilen Fe sonuçlarını incelediğimizde; en düşük değer kontrol grubumuz olan 17 nolu istasyonda olup  $0,57 \mu\text{gg}^{-1}$  olduğu en yüksek değer ise 15 nolu istasyonda olup  $8,74 \mu\text{gg}^{-1}$  olduğu gözlemlendi. Tablo 4.2'de görüldüğü gibi Fe kirlenmesine neden olan en önemli kaynaklar metal aşınımı ile kazma ve delmelerdir [50].

**Tablo 4.3.** Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki Fe konsantrasyonu ( $\mu\text{gg}^{-1}$ )

Örnekler	Ort/S.Hata	Minimum	Maksimum
1	1,400 ± 0,024	0,9014	1,8997
2	1,2421 ± 0,024	0,5285	1,9558
3	3,5727 ± 0,046	2,5797	4,5658
4	2,5239 ± 0,025	0,3367	4,7113
5	3,7430 ± 0,016	0,1392	7,3469
6	2,0391 ± 0,062	1,7255	2,3528
7	5,4626 ± 0,020	5,2324	5,6929
8	1,2416 ± 0,074	0,8389	1,6444
9	5,3030 ± 0,049	4,2703	6,3570
10	3,6563 ± 0,048	2,2761	5,0366
11	5,5655 ± 0,002	5,9738	5,1573
12	2,1900 ± 0,094	1,9348	2,4452
13	3,2437 ± 0,058	2,4134	4,0742
14	3,6538 ± 0,010	2,3067	5,001
15	8,7431 ± 0,096	8,324	9,1624
16	2,6524 ± 0,083	2,2812	3,0237
17	0,5724 ± 0,006	0,3981	0,7468
18	5,0287 ± 0,095	4,8591	5,1984
19	5,9045 ± 0,051	5,6481	6,1612
20	5,9647 ± 0,081	5,6821	6,2475
21	3,4908 ± 0,004	2,4561	4,5256
22	5,1921 ± 0,064	4,4992	5,8800
23	4,1127 ± 0,079	3,2332	4,9924
24	5,2146 ± 0,084	4,1021	6,3273
25	5,1066 ± 0,050	4,6103	5,603
26	6,0633 ± 0,091	6,7418	5,0391



Şekil 4.2. Fe konsantrasyonu (kuru ağırlık  $\mu\text{g g}^{-1}$ ).

### 4.3. Krom

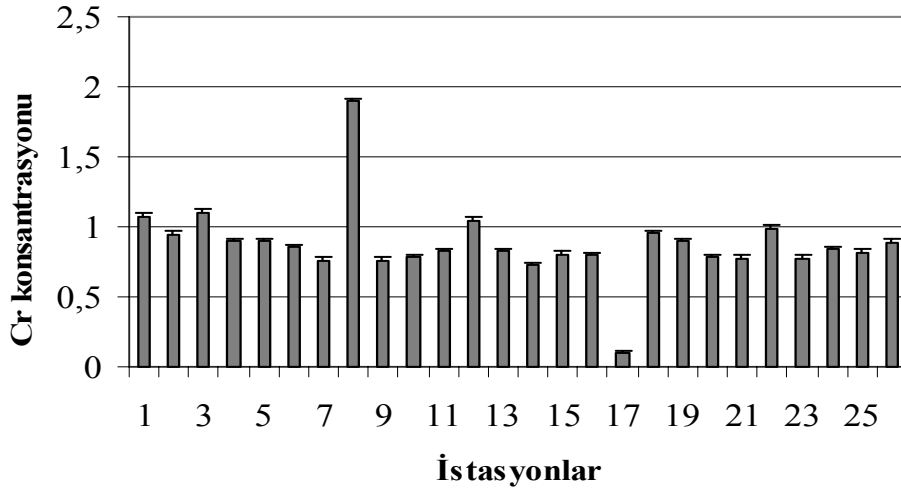
Çalışma alanındaki 26 değişik istasyondan alınan bal örneklerinde Cr konsantrasyonları standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.4 ve Şekil 4.3’de verilmektedir.

Krom yer kabuğunda % 0,037 oranında, özellikle krom cevheri ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) şeklinde bulunur. Ayrıca sanayide korozyona karşı korunması gereken makine parçalarının kaplanmasında kullanılır [12]. Krom ayrıca kromaj, krom çelik yapımı, kaynakçılık, dericilik, fotoğrafçılık ve boya sanayisinde kullanılmaktadır.  $\text{Cr}^{+6}$  bileşikleri, deride alerjik dermatit yapabilir. Solunumla alınan krom tozları, farenjit ve bronşite neden olur.  $\text{Cr}^{+6}$ ,ya devamlı maruz kalındığı zaman, işçilerde burun bölmesinin delindiği görülür. Almanlar, 1936 yılında, krom tozuna maruz kalan işçilerde akciğer kanserinin oluştuğunu tespit etmiştir [16].

Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlar arasında en yüksek Cr konsantrasyonu 8 numaralı istasyonda ve  $1,89 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak gözlemlendi.

**Tablo 4.4.** Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki Cr konsantrasyonu ( $\mu\text{gg}^{-1}$ )

<b>Örnekler</b>	<b>Ort/S.Hata</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
1	1,0773 ± 0,028	0,8791	1,2756
2	0,9447 ± 0,007	0,9379	0,9516
3	1,1045 ± 0,002	1,0161	1,1929
4	0,8932 ± 0,054	0,7594	1,0271
5	0,8988 ± 0,069	0,8389	0,9589
6	0,8512 ± 0,085	0,6906	1,0120
7	0,7631 ± 0,037	0,4706	1,0557
8	1,8968 ± 0,062	1,1495	2,6442
9	0,7607 ± 0,065	0,5311	0,9904
10	0,7797 ± 0,074	0,6290	0,9306
11	0,8220 ± 0,052	0,6031	1,0410
12	1,0471 ± 0,039	0,7528	1,3414
13	0,8239 ± 0,086	0,6623	0,9856
14	0,7287 ± 0,040	0,5202	0,9374
15	0,8019 ± 0,045	0,5891	1,0148
16	0,7988 ± 0,018	0,6961	0,9015
17	0,0939 ± 0,007	0,0938	0,094
18	0,9537 ± 0,047	0,9130	0,9945
19	0,8930 ± 0,064	0,6637	1,1224
20	0,7856 ± 0,064	0,4704	1,1009
21	0,7777 ± 0,023	0,4976	1,0578
22	0,9911 ± 0,054	0,9437	1,0387
23	0,7751 ± 0,026	0,6658	0,8845
24	0,8378 ± 0,093	0,7567	0,9190
25	0,8192 ± 0,031	0,6188	1,0198
26	0,8904 ± 0,071	0,7418	1,0391



Şekil 4.3. Cr konsantrasyonu (kuru ağırlık  $\mu\text{g g}^{-1}$ ).

#### 4.4. Kurşun

Çalışma alanındaki 26 değişik istasyondan alınan bal örneklerinde Pb konsantrasyonları standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.5 ve Şekil 4.4’de verilmektedir.

Kurşun çok eski çağlardan beri bilinen 7 metalden biridir. Doğal olarak Serüsit ( $\text{PbCO}_3$ ), Anglesit ( $\text{PbSO}_4$ ), Bourmonit ( $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{Sb}_{11}$ ) ve Galenit ( $\text{PbS}$ ) mineralleri halinde bulunur.

Kurşun, gerek düşük erime noktası ve gerekse dayanıklılığı nedeniyle günümüz endüstrisinde geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Zamanımızda en fazla akümülatör yapımında kullanılmaktadır. İkinci olarak ise benzine, motor vuruntusunu önlemek için farklı tetra alkil kurşun bileşiklerinin ilave edilmesidir. Su borularının çoğu da kurşundan yapılmaktadır.

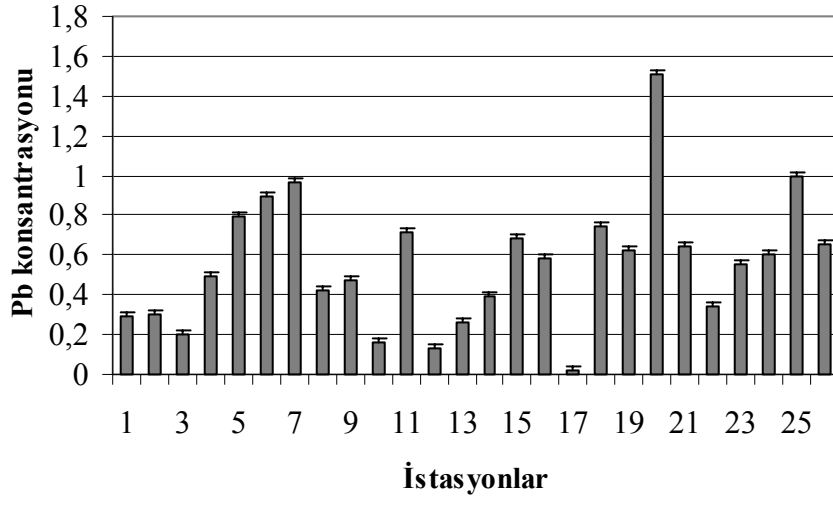
Kurşun, hava, su ve topraktan bitki ve hayvanlara, gıda zincirinin bir gereği olarak da bunları tüketen insanlara geçmektedir (Şekil 4.5). Havadaki kurşun, genellikle bitkilerin yenebilen kısımları ve yapraklarında toplanmakta veya çiçeklerin içinde hapsedilmektedir [10].

Baldaki ağır metalin (Pb-Cd gibi) düşük konsantrasyonunun değişmesinde kirletici kaynakların yanısıra değişik bitki türü, arıların beslenme aralığı, mevsimler yılın belli zamanları, yağmur ve arıların su içtiği kirli nehir ağızları gibi faktörler etkili olmaktadır [3].

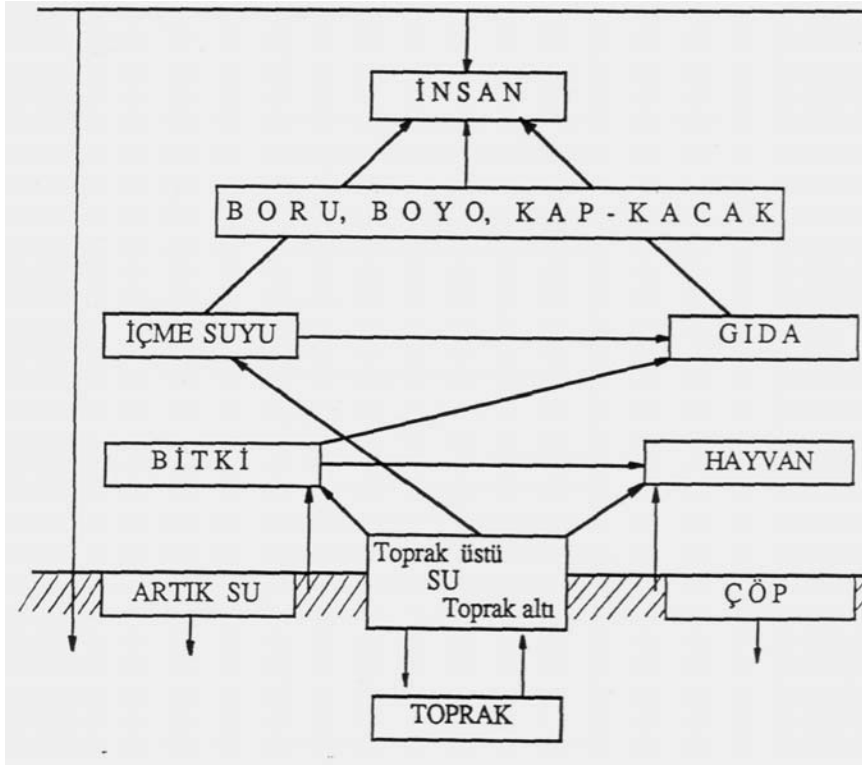
Araştırmamızdaki Pb sonuçlarında değerler  $0,02-1,50 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişmektedir. En yüksek Pb konsantrasyonu 20 numaralı istasyonda, en düşük Pb konsantrasyonu ise 17 nolu istasyonda gözlemlendi.

**Tablo 4.5.** Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki Pb konsantrasyonu ( $\mu\text{gg}^{-1}$ )

Örnekler	Ort/S.Hata	Minimum	Maksimum
1	0,2905 $\pm$ 0,053	0,2711	0,3100
2	0,3000 $\pm$ 0,057	0,2506	0,3501
3	0,1996 $\pm$ 0,029	0,1312	0,2581
4	0,4953 $\pm$ 0,013	0,1374	0,8532
5	0,78980 $\pm$ 0,009	0,1751	1,4047
6	0,8946 $\pm$ 0,046	0,3350	1,4543
7	0,9638 $\pm$ 0,025	0,6821	1,2455
8	0,4206 $\pm$ 0,089	0,3428	0,4986
9	0,4687 $\pm$ 0,046	0,0427	0,8948
10	0,1623 $\pm$ 0,056	0,1533	0,1715
11	0,7159 $\pm$ 0,089	0,0323	1,3996
12	0,1280 $\pm$ 0,059	0,0456	0,2105
13	0,2636 $\pm$ 0,054	0,2631	0,2642
14	0,3942 $\pm$ 0,019	0,2038	0,5847
15	0,6877 $\pm$ 0,005	0,4717	0,9038
16	0,5843 $\pm$ 0,044	0,4027	0,7661
17	0,0205 $\pm$ 0,008	0,0198	0,0212
18	0,7463 $\pm$ 0,073	0,5892	0,9035
19	0,6241 $\pm$ 0,036	0,4353	0,8131
20	1,5062 $\pm$ 0,103	1,4164	1,5960
21	0,6464 $\pm$ 0,025	0,2777	1,0151
22	0,3399 $\pm$ 0,064	0,2618	0,4180
23	0,5496 $\pm$ 0,048	0,3345	0,7648
24	0,6002 $\pm$ 0,074	0,5310	0,6694
25	0,9921 $\pm$ 0,034	0,4032	1,5812
26	0,6576 $\pm$ 0,013	0,53550	0,7798



Şekil 4.4. Pb konsantrasyonu (kuru ağırlık  $\mu\text{g g}^{-1}$ ).



Şekil 4.5. İnsanın kurşun alım kaynakları [10].

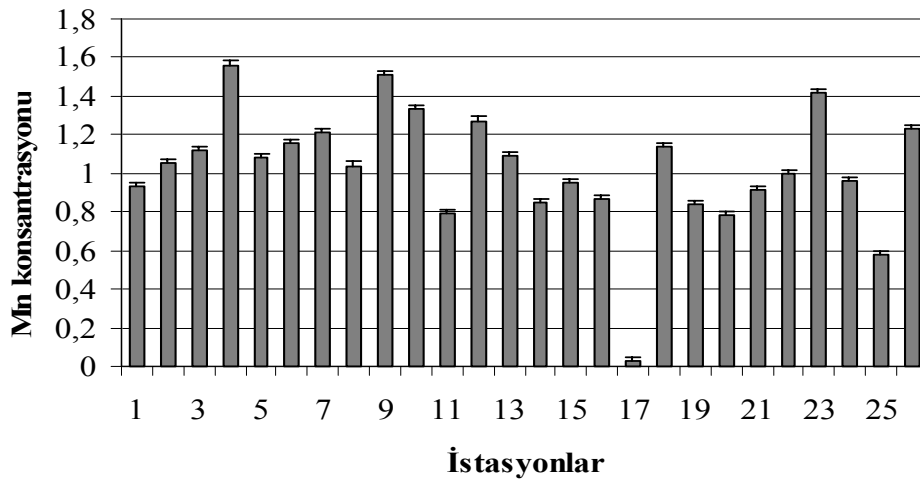
#### 4.5. Mangan

Çalışma alanımızdaki 26 değişik istasyondan alınan bal örneklerinde Mn konsantrasyonları standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.6 ve Şekil 4.6'da verilmektedir.

Mangan başlıca dökme demir ve çelikte, kükürdün zararlı etkisini gidermede, su boruları, ısıtma ve havalandırma sistem ve aletlerinde, bina, köprü, baraj, beton, yol kaplamaları ve benzeri yapılarda, ilaç, cam, gübre sanayinde ve tuğla yapımında kullanılmaktadır. Organizmadaki mangan miktarı çok düşüktür. Vücuttaki miktarı % 0,00005 kadar olup, demir, bakır ve çinko miktarından çok azdır. Organizmada en çok kemik, karaciğer, böbrek, pankreas, meme bezleri ve diğer salgı bezlerinde bulunur. İnsanlarda yüksek mangan tüketimi kronik mangan zehirlenmelerine neden olmaktadır. Demir ve çinko gibi mangan da çok az absorbe edilmekte ve başlıca bağırsak ve safra kesesi yoluyla dışarı atılmaktadır [10]. Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlar arasında en yüksek Mn konsantrasyonu 4 numaralı istasyonda ve  $1,5611 \mu\text{gg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 4.6.** Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki Mn konsantrasyonu ( $\mu\text{gg}^{-1}$ ).

Örnekler	Ort/S.Hata	Minimum	Maksimum
1	0,9313 $\pm$ 0,038	0,8983	0,9645
2	1,0537 $\pm$ 0,013	1,042	1,0656
3	1,1155 $\pm$ 0,025	1,0065	1,2247
4	1,5611 $\pm$ 0,097	1,4769	1,6454
5	1,0780 $\pm$ 0,050	1,0341	1,1221
6	1,1547 $\pm$ 0,062	1,1003	1,2091
7	1,2099 $\pm$ 0,092	1,1302	1,2896
8	1,0394 $\pm$ 0,033	1,0108	1,0682
9	1,5098 $\pm$ 0,013	1,2383	1,7815
10	1,3304 $\pm$ 0,077	1,0901	1,5709
11	0,7902 $\pm$ 0,041	0,6676	0,9129
12	1,2719 $\pm$ 0,023	1,2519	1,292
13	1,0876 $\pm$ 0,045	0,9617	1,2135
14	0,8464 $\pm$ 0,024	0,7388	0,954
15	0,9535 $\pm$ 0,001	0,8656	1,0415
16	0,8635 $\pm$ 0,026	0,7542	0,9729
17	0,0273 $\pm$ 0,005	0,0138	0,041
18	1,1381 $\pm$ 0,036	0,8466	1,4296
19	0,8391 $\pm$ 0,018	0,8233	0,855
20	0,7836 $\pm$ 0,083	0,7109	0,8564
21	0,9141 $\pm$ 0,033	0,7983	1,03
22	0,9938 $\pm$ 0,056	0,9448	1,043
23	1,4192 $\pm$ 0,007	1,2395	1,599
24	0,9564 $\pm$ 0,020	0,8521	1,0607
25	0,5802 $\pm$ 0,028	0,4692	0,6913
26	1,2319 $\pm$ 0,072	1,0829	1,3809



**Şekil 4.6.** Mn konsantrasyonu (kuru ağırlık  $\mu\text{gg}^{-1}$ ).

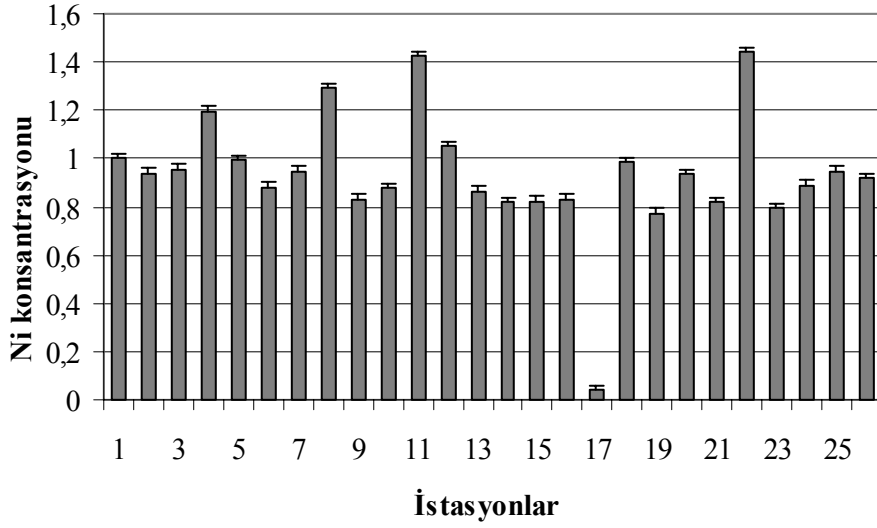
#### 4.6. Nikel

Çalışma alanındaki 26 değişik istasyondan alınan bal örneklerinde Ni konsantrasyonları standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.7 ve Şekil 4.7’de verilmektedir.

Nikele maruz kalan kişilerde, sağlıklı insanlara göre burun kanseri riski 150 kez, akciğer kanseri riski ise 5 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Nikel karbonille zehirlenmede, baş ağrısı, baş dönmesi, kusma, göğüste sıkışma, öksürük, soğuk ter, bilinç kaybı, görülen semptomlardır [16]. Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlar arasında en yüksek Ni konsantrasyonu 22 numaralı istasyonda ve  $1,4399 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 4.7.** Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki Ni konsantrasyonu ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ).

Örnekler	Ort/S.Hata	Minimum	Maksimum
1	0,9995 ± 0,057	0,9496	1,0496
2	0,9406 ± 0,016	0,9267	0,9546
3	0,9549 ± 0,008	0,8611	1,0488
4	1,1958 ± 0,056	1,0612	1,3316
5	0,9912 ± 0,063	0,9366	1,0459
6	0,8827 ± 0,010	0,7874	0,9782
7	0,9477 ± 0,068	0,8888	1,0066
8	1,2931 ± 0,051	1,0754	1,5109
9	0,8312 ± 0,058	0,7807	0,8817
10	0,8760 ± 0,001	0,7883	0,9639
11	1,4266 ± 0,091	0,7412	2,1121
12	1,0508 ± 0,096	0,8807	1,2209
13	0,8660 ± 0,060	0,8140	0,9181
14	0,8202 ± 0,044	0,7815	0,859
15	0,8221 ± 0,095	0,7398	0,9046
16	0,8331 ± 0,040	0,7978	0,8684
17	0,0378 ± 0,007	0,0531	0,0227
18	0,9841 ± 0,008	0,9771	0,9912
19	0,7751 ± 0,078	0,7072	0,8432
20	0,9352 ± 0,033	0,9061	0,9645
21	0,8186 ± 0,022	0,7128	0,9245
22	1,4399 ± 0,072	0,7707	2,1091
23	0,7936 ± 0,034	0,7641	0,8232
24	0,8906 ± 0,076	0,8243	0,9571
25	0,9466 ± 0,003	0,9434	0,9498
26	0,9190 ± 0,090	0,7543	1,0837



Şekil 4.7. Ni konsantrasyonu (kuru ağırlık  $\mu\text{gg}^{-1}$ ).

#### 4. 7. Kadmiyum

Çalışma alanındaki 26 değişik istasyondan alınan bal örneklerinde Cd konsantrasyonları standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.8 ve Şekil 4.8’de verilmektedir.

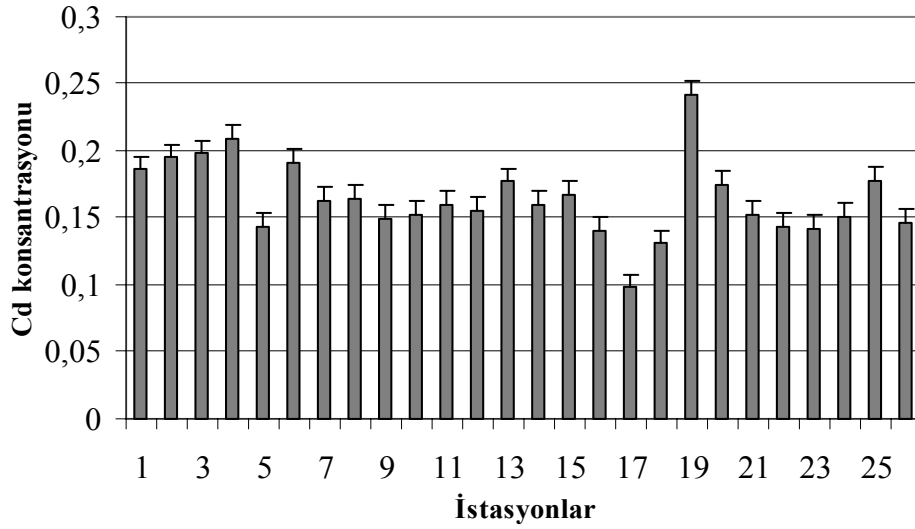
Kadmiyumun doğada tek başına yer aldığı bir minerali yoktur. Çinko minerallerinde  $\text{CdCO}_3$  veya  $\text{CdS}$  halinde ve doğada % 1’i geçmeyen oranda bulunmaktadır. Miktarı diğer metallere göre daha düşüktür ve bilinen herhangi bir biyolojik fonksiyonu da bulunmamaktadır.

Kadmiyum yaygın olarak mürekkep ve boyalarda pigment maddesi olarak (% 21), çoğunlukla PVC olmak üzere plastik maddelerin stabilize edilmesinde (% 15), alaşımlarda(% 7,5), Ni-Cd pillerinde (% 3), fungusitler ve çeşitli elektrik malzemelerinde (% 8,5) oranında kullanılmaktadır. En önemli kullanım alanı ise elektroliz maddesi olarak tüketilmesidir. Çinko, kadmiyum, kurşun, bakır, demir ve çelik üretimi sırasında bu cevherlerin temizlenmesi ve saflaştırılması için uygulanan işlemler, kadmiyum kirliliğinin esas kaynağını oluşturur. Bu kadmiyumun çoğu atmosfere serbest bırakılır ve aynı zamanda PVC plastikleri, eski lastikler, metal artıkları, fosil yakıtların yakılması, atmosferik kadmiyum miktarının artmasına neden olmaktadır. Atmosfere ulaşan kadmiyum çok çabuk oksitlenerek kadmiyum oksit haline dönüşür ve serpinti yoluyla tekrar yeryüzüne döner. Bitkiler tarafından ise süper fosfat gübrenmesi sonucunda alınabilmektedir [10]. Araştırmamızdaki Cd sonuçlarında değerler

0,098-0,242 $\mu\text{gg}^{-1}$  arasında saptanmıştır. Çalışma alanında Cd kirlenmesinin en yüksek olduğu istasyon 19 numaralı istasyondur.

**Tablo 4.8.** Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki Cd konsantrasyonu ( $\mu\text{gg}^{-1}$ ).

Örnekler	Ort/S.Hata	Minimum	Maksimum
1	0,186 $\pm$ 0,006	0,1899	0,1926
2	0,195 $\pm$ 0,009	0,1871	0,2041
3	0,198 $\pm$ 0,019	0,1817	0,2158
4	0,209 $\pm$ 0,002	0,2073	0,2119
5	0,143 $\pm$ 0,043	0,1063	0,1812
6	0,191 $\pm$ 0,028	0,1669	0,1669
7	0,163 $\pm$ 0,039	0,1292	0,1978
8	0,164 $\pm$ 0,043	0,1268	0,2016
9	0,150 $\pm$ 0,054	0,1031	0,1982
10	0,152 $\pm$ 0,059	0,1011	0,2035
11	0,160 $\pm$ 0,058	0,1101	0,2109
12	0,155 $\pm$ 0,048	0,1135	0,1977
13	0,177 $\pm$ 0,028	0,1527	0,2025
14	0,160 $\pm$ 0,024	0,1399	0,1817
15	0,167 $\pm$ 0,056	0,1185	0,2166
16	0,141 $\pm$ 0,048	0,1002	0,1837
17	0,098 $\pm$ 0,009	0,0905	0,1069
18	0,131 $\pm$ 0,038	0,0988	0,1651
19	0,242 $\pm$ 0,069	0,1825	0,3023
20	0,1747 $\pm$ 0,087	0,0990	0,2506
21	0,1525 $\pm$ 0,058	0,1020	0,2030
22	0,1431 $\pm$ 0,044	0,1048	0,1815
23	0,1423 $\pm$ 0,047	0,1008	0,1839
24	0,1508 $\pm$ 0,040	0,1159	0,1858
25	0,1781 $\pm$ 0,090	0,0995	0,2568
26	0,1460 $\pm$ 0,049	0,1033	0,1889



Şekil 4.8. Cd konsantrasyonu (kuru ağırlık  $\mu\text{g g}^{-1}$ ).

#### 4.8. Bakır

Çalışma alanındaki 26 değişik istasyondan alınan bal örneklerinde Cu konsantrasyonları standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.9 ve Şekil 4.9’da verilmektedir.

Doğaya geniş bir şekilde yayılmış olan bakır günümüzde bilhassa elektrik, makine ve otomotiv sanayinde ve çeşitli alaşımlarda, dekoratif kaplama ve çeşitli süs eşyalarında, altın alaşımlarında kullanılmaktadır. Fizyolojik faaliyetlerin devamı için gerekli bir element olan bakır, proteinlerin işlevlerinde rol oynamakta ve ayrıca vücuttaki tüm kimyasal tepkimelerde katalizör görevini yapmaktadır.

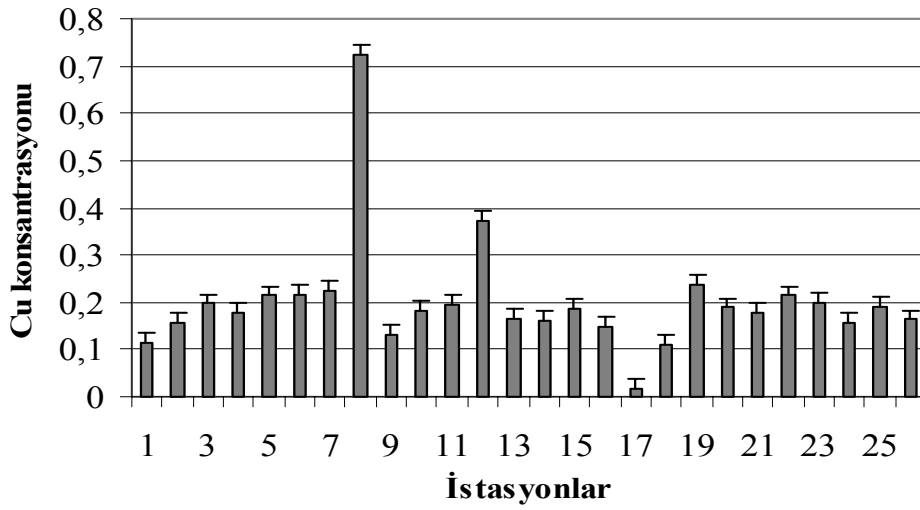
Normal beslenme dışında bulaşma ve başka nedenlerle alınan bakır vücutta toksik etki yapmaktadır. Vücuda gereğinden fazla alınan bakır birikim yapmakta ve Wilson hastalığı olarak bilinmektedir. 6–20 yaş arasında görülen bu hastalığın belirtileri arasında, sinir sistemi bozukluğu, karaciğer sirozu, gözlerde renk halkası oluşumları sayılabilir. Bu arada ince bağırsakta bakır absorpsiyonuyla birlikte, karaciğer, böbrekler ve beyinde birikim yaparak vücutta birtakım bozukluklara neden olmaktadır.

Baldaki bakır miktarı diğer eser elementlerde olduğu gibi bu elementin çevresel dağılımı ile ilgilidir. Ayrıca arıların beslenmesi ve mevsimler de rol oynamaktadır [10].

Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki en düşük Cu konsantrasyonu 17 nolu istasyonda  $0,01 \mu\text{gg}^{-1}$ , en yüksek Cu konsantrasyonu ise 8 nolu istasyonda  $0,72 \mu\text{gg}^{-1}$  olarak gözlenmiştir.

**Tablo 4.9.** Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki Cu konsantrasyonu ( $\mu\text{gg}^{-1}$ ).

Örnekler	Ort/S.Hata	Minimum	Maksimum
1	0,1148 ± 0,001	0,1136	0,1162
2	0,1579 ± 0,012	0,147	0,1689
3	0,1969 ± 0,049	0,1539	0,24
4	0,1781 ± 0,064	0,1222	0,234
5	0,2143 ± 0,062	0,1602	0,2685
6	0,2166 ± 0,046	0,1759	0,2574
7	0,2245 ± 0,052	0,0927	0,3563
8	0,7258 ± 0,084	0,3928	0,0588
9	0,1333 ± 0,050	0,0899	0,1768
10	0,1843 ± 0,057	0,1342	0,2345
11	0,1947 ± 0,011	0,2046	0,1849
12	0,3746 ± 0,012	0,277	0,4723
13	0,1660 ± 0,057	0,1161	0,2161
14	0,1620 ± 0,075	0,0968	0,2274
15	0,1853 ± 0,048	0,1436	0,2271
16	0,1499 ± 0,076	0,0839	0,2161
17	0,0164 ± 0,013	0,0051	0,0278
18	0,1103 ± 0,021	0,0914	0,1293
19	0,2380 ± 0,022	0,2187	0,2573
20	0,1891 ± 0,005	0,1847	0,1937
21	0,1780 ± 0,062	0,124	0,2322
22	0,2147 ± 0,057	0,1648	0,2647
23	0,1986 ± 0,031	0,171	0,2264
24	0,1557 ± 0,024	0,1346	0,1768
25	0,1905 ± 0,016	0,1762	0,2049
26	0,1635 ± 0,056	0,1148	0,2123



Şekil 4.9. Cu konsantrasyonu (kuru ağırlık  $\mu\text{g g}^{-1}$ ).

#### 4.9. Selenyum

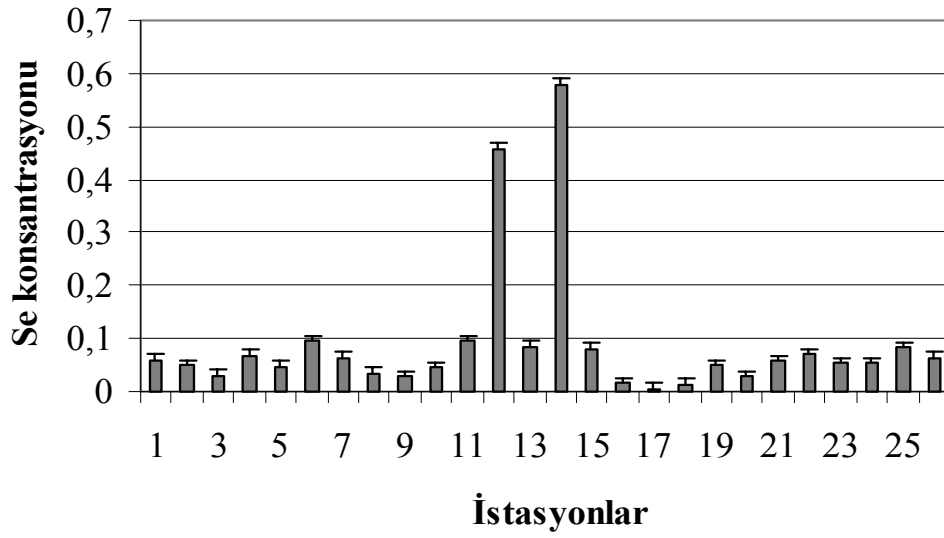
Çalışma alanındaki 26 değişik istasyondan alınan bal örneklerindeki Se konsantrasyonları standart hatalarıyla birlikte Tablo 4.10 ve Şekil 4.10'da verilmektedir.

Selenyum 1817'de Berzelius tarafından, sülfürik asidin üretim atıklarında bulunmuştur. En yaygın olan şekli, maden görünüşündeki billurlu gri selenyumdur. Selenyum, kimyasal bakımdan kükürde benzer, havada selenyum dioksit vererek mavi alevle yanar; halojenlerle, hidrojenle, kükürtle ve fosforla birleşir. Selenyum bitkiler tarafından ancak selenat formunda alınabilir. Selenyum hayvanlar için gerekli olan bir elementtir. Selenyum eksikliği, ineklerde bir kas hastalığına neden olur. Sodyum selenatın 0,2 gramının insanlarda toksik etki yaptığı, hayvanlarda 0,5 gramının öldürücü olduğu saptanmıştır [29].

Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlar arasında en yüksek Se konsantrasyonu 14 numaralı istasyonda ve  $0,5801 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 4.10.** Çalışma alanındaki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerindeki Se konsantrasyonu ( $\mu\text{gg}^{-1}$ ).

<b>Örnekler</b>	<b>Ort/S.Hata</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
1	0,0604 ± 0,006	0,0857	0,0352
2	0,0503 ± 0,003	0,0606	0,0402
3	0,0306 ± 0,002	0,0415	0,0198
4	0,0690 ± 0,008	0,0506	0,0874
5	0,0477 ± 0,008	0,0408	0,0548
6	0,0953 ± 0,001	0,0936	0,097
7	0,0648 ± 0,004	0,0453	0,0845
8	0,0342 ± 0,007	0,0461	0,0212
9	0,0286 ± 0,008	0,0091	0,0482
10	0,0448 ± 0,004	0,0127	0,0769
11	0,0954 ± 0,005	0,0914	0,0994
12	0,4574 ± 0,008	0,3484	0,5665
13	0,0857 ± 0,003	0,0446	0,1269
14	0,5801 ± 0,009	0,6721	0,4883
15	0,0813 ± 0,007	0,0798	0,0829
16	0,0172 ± 0,001	0,0209	0,0137
17	0,0060 ± 0,002	0,0047	0,0073
18	0,0138 ± 0,002	0,0029	0,0248
19	0,0494 ± 0,005	0,0746	0,0243
20	0,0290 ± 0,005	0,0398	0,0182
21	0,0589 ± 0,006	0,0351	0,0829
22	0,0706 ± 0,007	0,0467	0,0947
23	0,0536 ± 0,005	0,0871	0,0201
24	0,0539 ± 0,006	0,0135	0,0943
25	0,0820 ± 0,002	0,0818	0,0827
26	0,0634 ± 0,002	0,0505	0,0765



Şekil 4.10. Se konsantrasyonu (kuru ağırlık  $\mu\text{g g}^{-1}$ ).

#### 4.10. ANOVA Testi

Ortalamaların istatistiksel analizinde ANOVA testi ve Post Hoc. olarak Duncan testi uygulanarak istasyonlar arasında element konsantrasyonu bakımından fark olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu testte  $P < 0,05$ 'e göre sonuçlarımız anlamlı bulunmuştur ve test sonuçları Tablo 4.11 ve Tablo 4.12'de verilmiştir.

**Tablo 4.11.** Cd, Pb, Fe, Cu ve Zn elementleri için ANOVA testi sonuçları.

Örn.	Cd	Pb	Fe	Cu	Zn
1	0,186±0,01 <sup>bcd</sup>	0,290±0,05 <sup>bcd</sup>	1,400±0,02 <sup>ab</sup>	0,114±0,01 <sup>b</sup>	3,635±0,07 <sup>abc</sup>
2	0,195±0,01 <sup>bcd</sup>	0,300±0,05 <sup>bcd</sup>	1,242±0,02 <sup>ab</sup>	0,157±0,01 <sup>b</sup>	1,783±0,06 <sup>ab</sup>
3	0,198±0,01 <sup>bcd</sup>	0,199±0,02 <sup>bc</sup>	3,572±0,04 <sup>ab</sup>	0,196±0,04 <sup>b</sup>	4,646±0,22 <sup>c</sup>
4	0,209±0,01 <sup>cd</sup>	0,495±0,01 <sup>cd</sup>	2,523±0,02 <sup>ab</sup>	0,178±0,06 <sup>b</sup>	3,015±0,05 <sup>abc</sup>
5	0,143±0,04 <sup>bc</sup>	0,789±0,01 <sup>de</sup>	3,743±0,01 <sup>ab</sup>	0,214±0,06 <sup>b</sup>	3,515±0,03 <sup>abc</sup>
6	0,191±0,02 <sup>bcd</sup>	0,894±0,04 <sup>def</sup>	2,039±0,06 <sup>ab</sup>	0,216±0,04 <sup>b</sup>	2,789±0,01 <sup>ab</sup>
7	0,163±0,03 <sup>bcd</sup>	0,963±0,02 <sup>fg</sup>	5,462±0,02 <sup>b</sup>	0,224±0,05 <sup>b</sup>	2,548±0,05 <sup>ab</sup>
8	0,164±0,04 <sup>bcd</sup>	0,420±0,08 <sup>cd</sup>	1,241±0,07 <sup>ab</sup>	0,725±0,08 <sup>c</sup>	4,533±0,01 <sup>c</sup>
9	0,150±0,05 <sup>bc</sup>	0,468±0,04 <sup>cd</sup>	5,303±0,04 <sup>b</sup>	0,133±0,05 <sup>b</sup>	3,006±0,01 <sup>abc</sup>
10	0,152±0,05 <sup>bc</sup>	0,162±0,05 <sup>bc</sup>	3,656±0,04 <sup>ab</sup>	0,184±0,05 <sup>b</sup>	5,390±0,03 <sup>d</sup>
11	0,160±0,05 <sup>bcd</sup>	0,715±0,08 <sup>de</sup>	5,565±0,01 <sup>b</sup>	0,194±0,01 <sup>b</sup>	2,954±0,03 <sup>ab</sup>
12	0,155±0,04 <sup>bc</sup>	0,128±0,05 <sup>bc</sup>	2,190±0,09 <sup>ab</sup>	0,374±0,01 <sup>b</sup>	3,933±0,01 <sup>abc</sup>
13	0,177±0,02 <sup>bcd</sup>	0,263±0,05 <sup>bcd</sup>	3,243±0,05 <sup>ab</sup>	0,166±0,05 <sup>b</sup>	1,534±0,07 <sup>ab</sup>
14	0,160±0,02 <sup>bcd</sup>	0,394±0,01 <sup>bcd</sup>	3,653±0,01 <sup>ab</sup>	0,162±0,07 <sup>b</sup>	2,366±0,04 <sup>ab</sup>
15	0,167±0,05 <sup>bcd</sup>	0,687±0,01 <sup>cde</sup>	8,743±0,09 <sup>c</sup>	0,185±0,04 <sup>b</sup>	2,258±0,08 <sup>ab</sup>
16	0,141±0,04 <sup>bc</sup>	0,584±0,04 <sup>cd</sup>	2,652±0,08 <sup>ab</sup>	0,149±0,07 <sup>b</sup>	4,812±0,02 <sup>c</sup>
17	0,098±0,01 <sup>a</sup>	0,020±0,01 <sup>a</sup>	0,572±0,01 <sup>a</sup>	0,016±0,01 <sup>a</sup>	1,293±0,01 <sup>a</sup>
18	0,131±0,03 <sup>bc</sup>	0,746±0,07 <sup>de</sup>	5,028±0,09 <sup>b</sup>	0,110±0,02 <sup>b</sup>	2,070±0,02 <sup>ab</sup>
19	0,242±0,06 <sup>d</sup>	0,624±0,03 <sup>cde</sup>	5,904±0,05 <sup>b</sup>	0,238±0,02 <sup>b</sup>	2,379±0,08 <sup>ab</sup>
20	0,174±0,08 <sup>bcd</sup>	1,506±0,10 <sup>g</sup>	5,964±0,08 <sup>b</sup>	0,189±0,01 <sup>b</sup>	3,099±0,05 <sup>abc</sup>
21	0,152±0,05 <sup>bc</sup>	0,646±0,02 <sup>cde</sup>	3,490±0,01 <sup>ab</sup>	0,178±0,06 <sup>b</sup>	2,370±0,06 <sup>ab</sup>
22	0,143±0,04 <sup>bc</sup>	0,339±0,06 <sup>bcd</sup>	5,192±0,06 <sup>b</sup>	0,214±0,05 <sup>b</sup>	2,199±0,02 <sup>ab</sup>
23	0,142±0,04 <sup>bc</sup>	0,549±0,04 <sup>cd</sup>	4,112±0,07 <sup>ab</sup>	0,198±0,03 <sup>b</sup>	4,931±0,07 <sup>c</sup>
24	0,150±0,04 <sup>bc</sup>	0,600±0,07 <sup>cde</sup>	5,214±0,08 <sup>b</sup>	0,155±0,02 <sup>b</sup>	3,513±0,09 <sup>abc</sup>
25	0,178±0,09 <sup>bcd</sup>	0,992±0,03 <sup>fg</sup>	5,106±0,05 <sup>b</sup>	0,190±0,01 <sup>b</sup>	4,175±0,05 <sup>c</sup>
26	0,146±0,04 <sup>bc</sup>	0,657±0,01 <sup>cde</sup>	6,063±0,09 <sup>b</sup>	0,163±0,05 <sup>b</sup>	2,371±0,04 <sup>ab</sup>

Aynı sütunda gösterilen farklı harfler  $p < 0,05$  (ANOVA) seviyesinde istasyonlar arasında önemli farklılığın olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.12.** Mn, Cr, Ni ve Se elementleri için ANOVA testi sonuçları.

Örn. no	Mn	Cr	Ni	Se
1	0,931±0,03 <sup>b</sup>	1,077±0,02 <sup>b</sup>	0,999±0,05 <sup>b</sup>	0,060±0,01 <sup>bc</sup>
2	1,053±0,01 <sup>b</sup>	0,944±0,01 <sup>b</sup>	0,940±0,01 <sup>b</sup>	0,050±0,02 <sup>bc</sup>
3	1,115±0,02 <sup>b</sup>	1,104±0,01 <sup>b</sup>	0,959±0,01 <sup>b</sup>	0,030±0,03 <sup>bc</sup>
4	1,561±0,09 <sup>b</sup>	0,893±0,05 <sup>b</sup>	1,198±0,05 <sup>bc</sup>	0,069±0,03 <sup>bc</sup>
5	1,078±0,05 <sup>b</sup>	0,898±0,06 <sup>b</sup>	0,991±0,06 <sup>b</sup>	0,047±0,04 <sup>bc</sup>
6	1,154±0,06 <sup>b</sup>	0,851±0,08 <sup>b</sup>	0,882±0,01 <sup>b</sup>	0,095±0,03 <sup>c</sup>
7	1,209±0,09 <sup>b</sup>	0,763±0,03 <sup>b</sup>	0,947±0,06 <sup>b</sup>	0,064±0,02 <sup>bc</sup>
8	1,039±0,03 <sup>b</sup>	1,896±0,06 <sup>c</sup>	1,293±0,05 <sup>bc</sup>	0,034±0,01 <sup>bc</sup>
9	1,509±0,01 <sup>c</sup>	0,760±0,06 <sup>b</sup>	0,831±0,05 <sup>b</sup>	0,028±0,01 <sup>b</sup>
10	1,330±0,07 <sup>b</sup>	0,779±0,07 <sup>b</sup>	0,876±0,01 <sup>b</sup>	0,044±0,03 <sup>bc</sup>
11	0,790±0,04 <sup>b</sup>	0,822±0,05 <sup>b</sup>	1,426±0,09 <sup>bc</sup>	0,095±0,02 <sup>c</sup>
12	1,271±0,02 <sup>b</sup>	1,047±0,03 <sup>b</sup>	1,050±0,09 <sup>b</sup>	0,457±0,01 <sup>de</sup>
13	1,087±0,04 <sup>b</sup>	0,823±0,08 <sup>b</sup>	0,866±0,06 <sup>b</sup>	0,085±0,04 <sup>c</sup>
14	0,846±0,02 <sup>b</sup>	0,728±0,04 <sup>b</sup>	0,820±0,04 <sup>b</sup>	0,580±0,01 <sup>e</sup>
15	0,953±0,01 <sup>b</sup>	0,801±0,04 <sup>b</sup>	0,822±0,09 <sup>b</sup>	0,081±0,01 <sup>c</sup>
16	0,863±0,02 <sup>b</sup>	0,798±0,01 <sup>b</sup>	0,833±0,04 <sup>b</sup>	0,017±0,03 <sup>ab</sup>
17	0,027±0,01 <sup>a</sup>	0,093±0,01 <sup>a</sup>	0,037±0,01 <sup>a</sup>	0,006±0,01 <sup>a</sup>
18	1,138±0,03 <sup>b</sup>	0,953±0,04 <sup>b</sup>	0,984±0,01 <sup>b</sup>	0,013±0,05 <sup>ab</sup>
19	0,839±0,01 <sup>b</sup>	0,893±0,06 <sup>b</sup>	0,775±0,07 <sup>b</sup>	0,049±0,03 <sup>bc</sup>
20	0,783±0,08 <sup>b</sup>	0,785±0,06 <sup>b</sup>	0,935±0,03 <sup>b</sup>	0,029±0,02 <sup>b</sup>
21	0,914±0,03 <sup>b</sup>	0,777±0,023 <sup>b</sup>	0,818±0,02 <sup>b</sup>	0,058±0,06 <sup>bc</sup>
22	0,993±0,05 <sup>b</sup>	0,991±0,054 <sup>b</sup>	1,439±0,07 <sup>c</sup>	0,070±0,01 <sup>c</sup>
23	1,419±0,01 <sup>b</sup>	0,775±0,026 <sup>b</sup>	0,793±0,03 <sup>b</sup>	0,053±0,05 <sup>bc</sup>
24	0,956±0,02 <sup>b</sup>	0,837±0,093 <sup>b</sup>	0,890±0,07 <sup>b</sup>	0,053±0,02 <sup>bc</sup>
25	0,580±0,02 <sup>b</sup>	0,819±0,031 <sup>b</sup>	0,946±0,01 <sup>b</sup>	0,082±0,01 <sup>c</sup>
26	1,233±0,07 <sup>b</sup>	0,892±0,071 <sup>b</sup>	0,911±0,09 <sup>b</sup>	0,061±0,01 <sup>bc</sup>

Aynı sütunda gösterilen farklı harfler  $p < 0,05$  (ANOVA) seviyesinde istasyonlar arasında önemli farklılığın olduğunu göstermektedir.

#### 4.11. Faktör Analizi

Elde edilen sonuçların kolayca değerlendirilebilmesi açısından bal örneklerimize Faktör analizi uygulandı.

Kayseri yöresindeki 26 farklı istasyondan alınan bal örneklerine faktör analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.13'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde özdeğeri 1'den büyük olan 2 faktör (F) bulunduğu görülmektedir. Özdeğerin 1'den büyük olması durumunda değişkenlere ait farklı kaynaklarında var olduğu sonucuna varılır. Bu iki faktör için tespit edilen toplam varyans değeri %75'dir. Bir numaralı faktörün % 51'lik bir değerle toplam varyansa daha fazla katkıda bulunduğu görülmektedir. 2 numaralı faktör ise % 24'lük değerle onu izlemektedir.

**Tablo 4.13.** Bal örneklerine ait faktör analizi istatistiksel değerleri (\*= $\mu\text{g g}^{-1}$ , S.D.= standart sapma).

Değişken	Ortalama*	S.D.	Faktör	Varyans	Öz değer	%varyans	Toplam varyans
<b>Cr</b>	0,9498	0,031	1	1,000	<b>4,655</b>	<b>51,721</b>	<b>51,721</b>
<b>Cu</b>	0,2013	0,034	2	1,000	<b>2,177</b>	<b>24,189</b>	<b>75,910</b>
<b>Ni</b>	0,9335	0,048	3	1,000	0,949	10,547	86,457
<b>Mn</b>	1,0261	0,051	4	1,000	0,463	5,140	91,598
<b>Zn</b>	3,1202	0,060	5	1,000	0,353	3,919	95,517
<b>Pb</b>	0,5554	0,049	6	1,000	0,243	2,695	98,211
<b>Cd</b>	0,1642	0,042	7	1,000	0,132	1,467	99,679
<b>Se</b>	0,0893	0,006	8	1,000	0,210	0,234	99,913
<b>Fe</b>	4,3870	0,071	9	1,000	0,0078	0,0870	100,000

Tablo 4.13'de etkili faktörlerin sayısının 2 olduğu görülmektedir. Bu nedenle verilerin daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için iki faktörlü faktör analizi uygulamasına gerek duyulmuştur. Sonuçta faktör analizi iki faktör için yeniden uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.14'de verilmiştir.

**Tablo 4.14.** Bal örneklerine ait iki faktörlü FA sonuçları.

Değişken	Faktör	Varyans	Öz değer	%varyans	Toplam varyans
Cr	1	0,844	<b>4,655</b>	<b>51,721</b>	<b>51,721</b>
Cu	2	0,839	<b>2,177</b>	<b>24,189</b>	<b>75,910</b>
Ni	3	0,799			
Mn	4	0,929			
Zn	5	0,941			
Pb	6	0,962			
Cd	7	0,635			
Se	8	0,174			
Fe	9	0,709			

Tablo 4.14 incelendiğinde, Se dışındaki tüm değişkenler için elde edilen varyans değerinin 0,60'dan büyük olduğu görülmektedir. Pb için açıklanabilen varyans % 96 civarındadır. Özdeğeri 1'den büyük olan 2 faktör için toplam varyans % 75'dir.

**Tablo 4.15.** Bal örneklerine ait iki faktörlü çözüm için faktör matrisi.

Değişken	Faktör 1	Faktör 2
Cr	-0,125	0,910
Cu	0,482	0,779
Ni	0,832	0,327
Mn	0,964	-0,0168
Zn	0,970	0,0168
Pb	0,950	0,246
Cd	0,0494	0,796
Se	0,0380	0,415
Fe	0,835	-0,104

2 faktör için faktör matrisi sonuçlarının verildiği Tablo 4.15'deki değerler incelendiğinde, Faktör 1'in Zn üzerinde oldukça büyük faktör yüküne (0,97) sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca Mn, Pb, Fe ve Ni üzerinde de etkilidir.

Faktör 2'nin de Cr üzerinde oldukça büyük faktör yüküne (0,91) sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca Cd ve Cu üzerinde de etkilidir.

Bu sonuçlar doğrultusunda, Faktör 1'in kökeninin içerdiği yüksek Zn miktarı ile arıcılık ekipman ve malzemelerinden kaynaklandığı ayrıca da Mn miktarı ile toprak kökenli olduğu yani gübreler ve tarım ilaçlarından kaynaklandığı düşünülebilir

Faktör 2'nin ise yüksek Cr, Cd, ve Cu yoğunluğu ile plastik kaynaklı ve trafik kökenli olduğu yorumu yapılabilir.

## 5. BÖLÜM

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Çevre kirliliği, sosyal, teknik ve ekonomik boyutlarıyla çok karmaşık bir yapı göstermektedir. Özellikle zehirli atıkların artması, nükleer tehlikenin baş göstermesi, atmosferdeki karbondioksit dengesizliğine bağlı sera etkisi, ozon tabakasının incelmeye başlaması, çölleşmenin yaygınlaşması, asit yağmurlarının ekosistemleri etki altına alması, tarım-orman zararlıları ile vektörlerin pestisitlere karşı direnç kazanması gibi çevre sorunları tüm ülkeleri tehdit etmektedir. Nüfus artışı ve hızlı sanayileşme, doğal kaynaklar üzerindeki baskısını her geçen gün artırmaktadır [16].

Günümüzde çevre kirliliğinin tehlikeli boyutlara ulaştığı bir gerçektir. Geciken her tedbir bu tehlikeyi daha da artırmakta ve çevre kirliliği ile doğrudan temasta olan hava, su ve toprağa yansımaktadır. Çeşitli gıdalarla da insanlara kadar taşınabilen kirlilik çeşitli hastalıklara hatta ölümlere neden olabilmektedir. Bu nedenle çeşitli gıdalarda yapılan özellikle ağır metal birikim tayinleri oldukça önemlidir. Süt ve bal gibi gıdalar kirlilikten 4. derecede etkilenen gıdalardır.

Farklı araştırmacılar tarafından belirtildiği gibi, arıların çevre kirliliğini belirlemede iyi bir indikatör olmasının yanı sıra, bitkilerden aldığı metal kirliliğini tam olarak bala yansıtmadıkları, bir çeşit doğal süzgeci görevi gördüğü söylenebilir [10].

Araştırma alanındaki kadmiyum sonuçları incelendiğinde, ortalamalar  $0,09-0,24 \mu\text{gg}^{-1}$  arasında değişmektedir (Tablo 4.11). İstatistiksel sonuçlara göre; Cd için en düşük değer kontrol olarak seçtiğimiz 17 nolu istasyonda en yüksek değer ise 19 nolu istasyonda tespit edilmiştir. Bu istasyonda kirliliğin yüksek çıkmasının en önemli nedeni olarak yol kenarına yakın olması düşünülebilir. Daha öncede belirtildiği gibi Tablo 4.2'de Cd kirlenmesine neden

olan en önemli kaynaklar; metal işletmeciliği, plastikler, ev aletleri yapımı, taşıtların fosil yakıtları ve lağımolar olarak gösterilmiştir [50].

Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum Cd düzeyi Tablo 5.1’de gösterilmiştir. Bu element için bazı istasyonlardan elde edilen değerlerin verilen sınırları geçtiği ve örneklerin Cd kirlenmesine uğradığı görülmektedir.

**Tablo 5.1.** Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum element düzeyleri ( $\mu\text{gg}^{-1}$ ) [18].

Element	Maksimum düzey ( $\mu\text{gg}^{-1}$ )
Cd	0.03
Pb	0.3
Fe	15
Cu	5
Zn	5

Leita ve ark’ın [51], yaptığı çalışmada çevre kirliliğinin yoğun olduğu 12 alanda arı yetiştirilmiş ve 9 hafta boyunca arıların yüzeylerinde tortu halde biriken Cd, Pb, ve Zn elementleri analiz edilmiştir. Ayrıca ölü arılarda ve bal gibi arı ürünlerindeki ağır metal birikintileri tespit edilmiştir. Sonuçlara göre; atmosferik serpinti sonucu arıların yüzeylerinde Zn ve Cd birikirken Pb’nin ise vücutlarında biriktiği tespit edilmiştir. Ayrıca ballardaki kadmiyum değerleri arasında yakınlık bulunduğu bunun da bitki kaynaklı olup *Trifolium pratense* L.’nin çiçeklerinden geldiği açıklanmıştır Araştırmamızdaki kadmiyum değerleri arasındaki yakınlıklarında bitki kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

Baldaki kadmiyum içeriği ile ilgili diğer literatür çalışmaları ise şu şekilde kaydedilmiştir. 0,11-0,18  $\mu\text{gg}^{-1}$  [5], 0,008-0,027  $\mu\text{gg}^{-1}$  [6], 0,002-0,004  $\mu\text{gg}^{-1}$ [10], 0,078-0,222  $\mu\text{gg}^{-1}$  [8] 0,005-0,009  $\mu\text{gg}^{-1}$  [7], 0,50-12,5  $\mu\text{gg}^{-1}$  [45], 0,008  $\mu\text{gg}^{-1}$  [52], <0,002-0,06  $\mu\text{gg}^{-1}$  [53], 0,010-0,021  $\mu\text{gg}^{-1}$  [54].Çalışmamızdaki kadmiyum değerleri Demirezen ve Aksoy’un [5], yaptığı çalışma ve Ioannidou ve ark’ın [8], yaptığı çalışma ile uyum içerisindeyken diğer literatür çalışmalarından daha yüksek oranlarda olduğu tespit edilmiştir [10, 6, 7, 52-54].

Bal örneklerindeki kurşun sonuçları incelendiğinde ortalamaların  $0,020-1,506 \mu\text{gg}^{-1}$  arasında olduğu gözlenmektedir. Kurşun sonuçları bakımından bal örneklerimizin ağır metal kirlenmesine uğradığı ve kirlenmenin yol kenarına ve şehir içine yakın alanlarda daha yoğun olduğu gözlenmektedir.

Tablo 4.11 ye göre Pb için en yüksek değer 20. istasyonda tespit edilmiştir. Burada Pb konsantrasyonunun yüksek çıkmasının en büyük sebebi yol kenarına yakın olması nedeniyle taşıtlar ve atıklar olarak düşünülebilir. Tablo 4.2’de görüldüğü gibi Pb kirlenmesine neden olan en önemli kaynaklar; metal işletmeciliği, rafineri, taşıtlar, fosil yakıtlar ve atıklardır [10].

İnsan dokularında kurşun birikimi, stresle beraber beyinsel bozukluklara neden olmakta, emilen kurşunun % 90’ından fazlası kırmızı kan hücrelerinde toplanıp anemiye yol açmaktadır. Ayrıca yiyeceklerle alınan fazla miktardaki kurşun, insanlarda, hipertansiyon, duyma zorluğu, anemi, böbrek hastalığı ve zekâ kaybına neden olmaktadır [55].

Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum Pb düzeyi Tablo 5.1’de gösterilmiştir. Bu element içinde bazı istasyonlardan elde edilen değerlerin verilen sınırları geçtiği ve örneklerin Pb kirlenmesine uğradığı görülmektedir.

Baldaki kurşun içeriği ile ilgili yapılan literatür çalışmalarında gözlenen sonuçlar ise şu şekildedir;  $0,71-1,52 \mu\text{gg}^{-1}$ [47],  $0,025-0,071 \mu\text{gg}^{-1}$  [6],  $0,03-0,05 \mu\text{gg}^{-1}$ [7],  $0,100-1,533 \mu\text{gg}^{-1}$  [46],  $0,03-0,24 \mu\text{gg}^{-1}$  [52],  $0,017-0,032 \mu\text{gg}^{-1}$  [54] ve  $0,003-0,04 \mu\text{gg}^{-1}$  [53]. Sonuçlarımız Cerutti ve ark. [46], ile Sanna ve ark.’ın [47], yaptıkları çalışmalarla benzerlik gösterirken, diğer bilim adamlarının elde ettiği değerlerden daha yüksek çıkmıştır. [6, 7,52-54].

Demir sonuçlarını incelediğimizde ise (Tablo 4.11) en yüksek değer 15 nolu istasyonda ve  $8,7431 \mu\text{gg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. En düşük değer ise kontrol olarak seçtiğimiz 17 nolu istasyonda  $0,572 \mu\text{gg}^{-1}$  olarak gözlenmiştir. Tablo 4.2’de görüldüğü gibi Fe kirlenmesine neden olan en önemli kaynaklar metal aşınımı ile kazma ve delmelerdir [50].

Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum Fe düzeyi Tablo 5.1’de gösterilmiştir. Demir sonuçları bakımından örneklerimizin sınır değerleri geçmediği gözlenmektedir.

Yapılan literatür çalışmalarında ballarda gözlenen demir değerleri ise şu şekildedir; 0,40–52,51  $\mu\text{gg}^{-1}$  [9], 3,45–8,94  $\mu\text{gg}^{-1}$ [7], 0,97–1,91  $\mu\text{gg}^{-1}$  [52], 1,00–5,20  $\mu\text{gg}^{-1}$  [54], 2,1–25,0  $\mu\text{gg}^{-1}$ [4], 1,0-15,1  $\mu\text{gg}^{-1}$ [10]. Sonuçlarımız Hernandez ve ark.'ın [9], yaptığı çalışma sonuçlarından daha düşükken, diğer çalışmalarla uyum içerisindedir[4, 7, 10, 52, 54].

Baldaki eser element miktarları, trafik veya endüstriyel dumanlar dışında topraktaki eser element konsantrasyonları ile de ilişkilidir. Toprağın yapısındaki veya atmosferik çökmeyle toprağa ulaşan elementler buradan bitkiye, nektara ve oradan da bala geçmektedir. Toprak pH sınırın 6'dan küçük olması Fe'in bitkiler tarafından absorpsiyonunu artırmaktadır [10].

Bal örneklerindeki bakır sonuçları incelendiğinde değerlerin 0,7258-0,0164  $\mu\text{gg}^{-1}$  arasında olduğu görülmektedir (Tablo 4.11). Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum bakır düzeyi Tablo 5.1'de gösterilmiştir. Bakır sonuçları bakımından örneklerimizin sınır değerleri geçmediği gözlenmektedir.

Zirai ilaçlama için kullanılan fungusit, herbisit, ve insektisit gibi kimyasal gübreler de toprakta bir takım bulaşma ve kirlenmelere neden olabilmektedir.  $\text{CuSO}_4$  asmalarda ve çeşitli tarımsal ürünlerde fungusit olarak kullanılmaktadır [10]. Buna bağlı olarak çalışma alanındaki 8 nolu istasyonda bakır konsantrasyonunun yüksek çıkmasına sebep olarak burasının ekim yapılan ev bahçesi olması gösterilebilir. Tablo 4.2'de görüldüğü gibi Cu kirlenmesine neden olan en önemli kaynaklar hayvansal gübreler, pestisitler, lağım, küller ve demir, çelik endüstrisi gösterilmektedir [50].

Yapılan literatür çalışmalarındaki Cu miktarları; Karadeniz bölgesinden alınan bal örneklerinde; 0,25-1,30  $\mu\text{gg}^{-1}$ [7], Güneydoğu Anadolu'dan alınan bal örneklerinde 1,8  $\mu\text{gg}^{-1}$  [56], Ege bölgesinden alınan bal örneklerinde 0,57-1,48  $\mu\text{gg}^{-1}$ [10] ve Orta İtalya'nın Lazio bölgesinden alınan bal örneklerinde 0,31  $\mu\text{gg}^{-1}$  [57] olarak tespit edilmiştir. Bal örneklerimizdeki Cu sonuçları Yılmaz ve Yavuz'un [56], elde ettiği sonuçlardan daha düşükken, diğerleriyle yakınlık göstermektedir [7, 10, 57].

Araştırmamızda elde ettiğimiz Zn sonuçları incelendiğinde ortalamaların 5,3906–1,2939  $\mu\text{gg}^{-1}$  değerinde olduğu gözlenmektedir (Tablo 4.11). Normalden yüksek olan değerler gübre ve herbisit kullanımının olabileceği ekim alanlarına yakın olan yerlerde gözlenmektedir.

Tablo 4.11 ye göre elde edilen sonuçlar arasında en yüksek Zn konsantrasyonu 10 nolu istasyonda ölçülmüştür. Burada kirliliğin yüksek çıkmasının en önemli sebebi olarak buranın tarım alanı olması gösterilebilir. Zn kirlenmesine neden olan en önemli kaynaklar, Tablo 4.2’de görüldüğü gibi metal işletmeciliği, fosil yakıtlar, tekstil sanayi, gübreler herbisitler ve metal alaşımıdır [50]. Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum Zn miktarı Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Literatür çalışmalarına göre bal örneklerinde gözlenen Zn değerleri şu şekildedir; 0,18-19,1  $\mu\text{gg}^{-1}$  [9], 1,15-4,95  $\mu\text{gg}^{-1}$ [7], 1,1-24,2 $\mu\text{gg}^{-1}$  [54], 1,6-22,5  $\mu\text{gg}^{-1}$ [58], 4,17-22,3  $\mu\text{gg}^{-1}$ [6], 0,178-8,120  $\mu\text{gg}^{-1}$  [46]. Zn sonuçlarımız Tuzen’in [7], yaptığı çalışma ile uyum gösterirken, diğer çalışmalara göre daha düşük oranlardadır [6, 9, 46, 54, 58].

Darmati ve ark. [59], Yugoslavya’nın Arandelovca bölgesinden toplam 15 tane çiçek balında eser element analizi yapmışlar ve aşağıdaki sonuçları bulmuşlardır.

Cu 0,05–0,45  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Pb 0,5-1,5  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Cd 0,05  $\mu\text{gg}^{-1}$  (bütün örneklerde), Cr 0,1-0,2  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Zn 0,6-18,0  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Fe 0,9-2,3  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Mn 0,1-1,2  $\mu\text{gg}^{-1}$ .

Bu metallerin ballara bulaşma kaynaklarının çeşitli kap, ambalaj ve ekipmanların balların toplanması ve işlemlerden geçirilmesi sırasında kullanılmasından, çinko kontaminasyonunun ise galvanizli çelik ekipmanlardan gelebileceğini belirtmektedirler [59].

Bal örneklerimizdeki mangan sonuçlarını incelediğimizde ortalama değerlerin 1,56-0,02  $\mu\text{gg}^{-1}$  arasında olduğu görülmektedir. Tablo 4.12’ye göre elde edilen sonuçlar arasında en yüksek Mn konsantrasyonu 4 numaralı istasyonda tespit edilmiştir. Burada Mn konsantrasyonunun yüksek çıkma sebebi olarak kovanların ev bahçesinde ve büyükbaş hayvanların yetiştirildiği yerde bulunması gösterilebilir. Tablo 4.2’de Mn kirlenmesine neden olan en önemli kaynaklar; hayvansal gübreler, pestisitler, gübreler ve lağım gösterilmektedir [50].

Yapılan literatür çalışmalarındaki Mn değerlerine bakacak olursak; 0,32-1,70  $\mu\text{gg}^{-1}$  [7], 0,11-7,22  $\mu\text{gg}^{-1}$ [8], 0,752-1,18 $\mu\text{gg}^{-1}$ [10], 0,18-1,21 $\mu\text{gg}^{-1}$ [54],şeklindedir. Mn sonuçları Ioannidou ve ark’ın [8], çalışmasından daha düşükken, diğer çalışmalarla uyum içerisinde [7, 10, 54].

D’ambrosio ve Marchesini [60], İtalya’da yedi bal örneğinde yaptıkları çalışmada, Mn, Fe ve Pb, elementlerini analiz etmişlerdir. Birinci derecede kirlenmiş bölge olan Torino’da yaz ballarında, 2,25  $\mu\text{gg}^{-1}$  Mn, 13,75  $\mu\text{gg}^{-1}$  Fe ve 2,37  $\mu\text{gg}^{-1}$  Pb ile, ilkbahar ballarında sırasıyla

8,2  $\mu\text{gg}^{-1}$  Fe, 0,5  $\mu\text{gg}^{-1}$  Mn ve 0,083  $\mu\text{gg}^{-1}$  Pb saptamışlardır. Bu artışın en büyük nedeninin yaz aylarında artan yoğun trafik olduğu belirtilmektedir.

Yılmaz [1], İzmit yöresinden toplanan bazı bal örneklerinde yaptığı element analizinde Cu konsantrasyonunu 1,4-2  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Fe konsantrasyonunu 6-26,8  $\mu\text{gg}^{-1}$ , Mn konsantrasyonunu 1,8-12  $\mu\text{gg}^{-1}$  ve Zn konsantrasyonunu 1,2-4,6  $\mu\text{gg}^{-1}$  değerleri arasında tespit etmiştir. Verilen bu değerlerin, bu çalışmadan elde edilenlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bal örneklerindeki krom sonuçlarını incelediğimizde (Tablo 4.12) ortalamaların 1,8968-0,0939  $\mu\text{gg}^{-1}$  arasında olduğu gözlenmektedir. 8 nolu istasyonda krom konsantrasyonunun yüksek çıkmasının en önemli sebebi olarak yola çok yakın olması ve ev bahçesi olması gösterilebilir. Tablo 4.2’de görüldüğü gibi Cr kirlenmesine neden olan en önemli etmenler, atıklar, metal işlemciliği, plastikler olarak gösterilmektedir [50].

Yapılan literatür çalışmalarında Cr sonuçları şu şekildedir; 0,010-0,10  $\mu\text{gg}^{-1}$ [61], 0,043-1,07  $\mu\text{gg}^{-1}$  [4]. Krom sonuçlarımız yapılan literatür çalışmalarıyla uyum içerisindedir [4, 61].

Elde edilen nikel sonuçlarını incelediğimizde ise ortalama değerlerin 1,439-0,037  $\mu\text{gg}^{-1}$  arasında olduğu gözlenmektedir (Tablo 4.12). 22 nolu istasyonda nikel konsantrasyonunun yüksek çıkmasına sebep olarak buranın yol kenarı olması gösterilebilir. Tablo 4.2’de görüldüğü gibi Ni kirlenmesine neden olan kaynaklar arasında metal işletmeciliği, demir çelik endüstrisi, ev aletleri yapımı ve atıklar (lağım) gösterilmektedir [50].

Caroli ve ark. [62], İtalya’da yaptıkları çalışmada Ni değerlerini; 0,23-0,27  $\mu\text{gg}^{-1}$  bulmuşlardır, sonuçlarımızdaki Ni değerleri bu çalışmaya göre daha yüksek bulunmuştur.

Darmati ve ark. [59], Yugoslavya’nın Arandelovca bölgesinden aldıkları toplam 15 tane çayır balında eser element analizi yapmışlar ve nikel konsantrasyonunu bütün örneklerde 0,1  $\mu\text{gg}^{-1}$  bulmuşlardır. Ni için verilen bu değer yaptığımız çalışmaya göre daha düşüktür.

Bal örneklerindeki selenyum sonuçlarına baktığımızda değerlerin 0,580-0,006  $\mu\text{gg}^{-1}$  arasında olduğu gözlenmektedir (Tablo 4.12). Se kirlenmesine neden olan kaynaklar arasında toprak ve bitki gelmektedir, 14 numaralı istasyonda Se konsantrasyonunun yüksek çıkmasına en önemli sebep olarak buralarda *Astragalus* sp. L.’nin yoğun miktarda bulunması gösterilebilir. Yapılan

çalışmalarda selenyumu bünyesinde biriktiren bitkiler arasında *Astragalus* sp. L. gelmektedir [63].

Sonuç olarak Kayseri ve çevresinde üretilmekte olan bal örneklerinin ağır metalden tamamen yoksun olmadığı ancak bazı elementler için oranların kabul edilebilir sınırlar dâhilinde olduğu belirlenmiştir.

Yerleşim bölgelerine yakın noktalara yerleştirilen kovanlardaki ballar, evsel, endüstriyel ve trafik kökenli kirleticilere maruz kalabilmektedir. Bu nedenle arıcılık faaliyetlerinin kirlenme tehdidi altında bulunan; yol kenarları, sanayi ve endüstri kuruluşları, şehir merkezleri, yoğun tarım alanları ve kirlenmiş su kenarları gibi alanlarda yapılmamasına özen gösterilmeli, ayrıca, ağır metal içermeyen arıcılık ilaçları kullanılmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Yılmaz, N., İzmit yöresinden toplanan bal ve polen örneklerinde element analizi ile bal örneklerinde polen analizi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 1996.
2. Genç, F., Dadoloğlu, A., Arıcılığın Temel Esasları, Atatürk Ü. Ziraat Ofset Tesisi, s.233, Erzurum, 2002.
3. Jones, K.C., Honey as an Indicator of Heavy Metal Contamination, Water-Air, and Soil Pollution. 33, 179-189, 1987.
4. Sevimli, H., Bayulgen, N., Varinlioğlu, A., Determination of trace elements in honey by INAA in Turkey, J. Radioanal. Nucl. Chem., 165, 319-325, 1992.
5. Demirezen, D., Aksoy, A., Determination of heavy metals in bee honey using by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES), G. Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 18 (4), 569-575, 2005.
6. Pizybylowski, P., Wilezyska, A., Honey as an environmental marker, Food Chemistry. 74, 289-291, 2001.
7. Tuzen, M., Determination of some metals in honey samples for monitoring environmental pollution. Fresenius Environ. Bull., 11, 366-370, 2002.
8. Ioannidou, M.D., et al., Direct determination of toxic trace metals in honey and sugars using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece, GR-541 24, 2004.
9. Hernandez, O.H., et al., Characterization of honey from the Canary Islands: Determination of the mineral content by atomic absorption spectrometry, Food Chem., 93, 449-458, 2005.
10. Şerifoğlu, G.A., Ege bölgesi ballarının bazı ağır metal birikimlerinin saptanması, Doktora Tezi, E.Ü. Fen. Bil. Ens., İzmir, 1993.
11. Bogdanov, S., et al., The contaminants of the bee colony, Bulg. J. Vet. Med., 2, 59-70, 2003.
12. Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri Merkez Birliği Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara, 2004.

13. Kayral, G., Yeni Teknik Arıcılık, İlim ve Edebiyat Eseri Sahipleri Yayını, Yayın no; 7, İstanbul, 2002.
14. Tutkun, E., Teknik Arıcılık El Kitabı, Türkiye Kalkınma Vakfı Yayın no; 6, Ankara, 2000.
15. Balcı, F., Arıcılık, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Yayın no; 2, Ankara, 1988.
16. Akyüz, M., Van'da tüketime sunulan yerli ve İran ballarının fiziksel, kimyasal, ve duyuşsal niteliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.Y.Ü. Saę. Bil. Ens, Van, 1997.
17. Çevre İl Müdürlüğü Raporu, Çalışma Raporları, Kayseri, 2003.
18. Anonymous, Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO, Food Standards Programme Recommended European-Regional Standard for Honey, 2005.
19. White, J., Riethof, J.W., Kushnir, M.L., Composition of Honey. The Effect of Storage on Carbohydrates, Acidity and Diastase Content, Journal of Food Science, 26, 63-68, 1961.
20. Daęoroęlu, M., Modern Arıcılık Teknikleri, s.237, Tekirdaę, 1999.
21. Anonim, T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı 2000/39 Bal Teblięi, Ankara, 2004.
22. Şenocak, C., Kolay Arıcılık, Güzel Sanatlar Matbaası, Ankara, 1963.
23. Tetik, İ., Yerli, Tabii, Süzme Ballarımızın Besleyici Değeri ve Gıda Tüzüğü Yönünden Kimyasal Bileşimleri Üzerinde Araştırmalar, Yargıçoğlu Matbaası, Ankara, 1968.
24. Lee, Y.G., Comparative study of some quality-related components of different floral honeys with particular reference to contents of unsaturated higher fatty acids, Journal of the Korean Agricultural Chemical Society, 34 (2), 102-109, Korea, 1991.
25. Öder, E., Bal İçerisindeki Maddeler ve Bunların Balın Özelliklerine Etkileri, Gıda, 6859, 31-35, 1981.
26. Gibson, G.R., Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics, Brit. J. Nutr., 80, 209-212, 1998.
27. Hışıl, Y., Baldaki Şekerlerin Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisiyle (HPLC) Ayırımı, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fak. Seri: b, Gıda Mühendislięi, 2 (1), 1-15, 1984.
28. Akbay, R., Arı ve İpekböceği Yetiştirme, A.Ü. Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Ziraat Fakültesi Yayınları: 956, Ankara, 1986.

29. Orak, H., Erkmen, G., Composition of Honeys From Different Districts of Turkey and the Factors Influencing Crystallization, *Chimica Acta Turcica*, 1 (18), 143-153, 1990.
30. Salinas, F., Espinosa, A.M., Nevado, J.J.B., Flow Injection Determination of HMF in Honey by the Winker Method, *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 340, 250-252, 1991.
31. Schimdt, L.S., Schmidt, J.O., What are the Real Allergic and Healty Risks from Bee Products and Apitherapy, Medical Overconcern, International Coference on; Bee Product, Properties, Aplications and Apitherapy P:43, Israel, Gida, 6 (5), 31-35, 1997.
32. Molan, P.C., Honey as an Antimicrobial Agent, International Coference on Bee Product, Properties, Aplications and Apitherapy, P:27, Israel, 1997.
33. Frankel, S., Robinson, G., Berenbaum, Mr., Antioxidant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. *Journal of Apicultural Research*, 37, 27-31, 1998.
34. Al Somai, N., et al., Susceptibility of Helicobacter Pylori to the Antibacterial Activity of Manuka Honey , *J. Royal Soc. Med.*, 87, 9-12, 1994.
35. Salem, S.N., Honey regimen in gastrointestinal disorders, *Bull. Islamic Med.*, 1, 358-362, 1981.
36. Haffejeei, E., Moosa, A., Honey in the treatment of infantile gastroenteritis, *Br. Med. J.*, 290, 1866-1867, 1985.
37. Krell, R., Value-Added Products from Beekeeping, *FAO Agricultural Services Bulletin No: 124*, Food and Agriculture Organisation of the United Nations Rome, 1996.
38. Armon, P.J., The use of honey in the treatment of infected wounds, *Tropical doctor*, 10, 91, 1980.
39. Dumronglert, E., A Follow-up Study of Chronic Wound Healing Dressing with Pure Natural Honey, *J. Nat. Res. Council, Thailand*, 15 (2), 39-66, 1983.
40. Rosenblat, G., et al., Antioxidant Properties of Honey Produced by Bees Fed with Medical Plant Extracts, International Coference on Bee Product, Properties, Applications and Apitherapy, P:49, Israel, 1997.
41. Feraboli, F., Apitherapy in Orthopaedic Diseases, International Coferenceon: Bee Product: Properties, Applications and Apitherapy, P:55, Israel, 1997.

42. Sengance, M., Tort, N., Polen II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, İzmir, 173-175, 1995.
43. Arslan, A., Bayraktar, A., "Polenin Kimyasal Bileşimi ve Önemi" E.Ü. Mühendislik Fak. Dergisi Sayı 1-2, 81-87, İzmir, 1994.
44. Gajek, O., Nabrzyski, M., Grajewska, R., Metal contamination of imported fruit and vegetable products and bees honey, Roczniki Pomostowego Zakladu Higieny, 38 (1), 14-20, 1987.
45. Rashed, M.N., Soltan, M.E., Major and Trace Elements in Different Types of Egyptian Mono-floral and Non-floral Bee Honeys. Chemistry Department, Faculty of Science, Aswan, 81528, Egypt, 2001.
46. Sanna, G., et al., Determination of heavy metals in honey by anodic stripping voltammetry at microelectrodes, Analytica Chimica Acta, 415, 165-173, 2000.
47. Cerutti, S., et al., "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.
48. Yıldız, A., Genç, Ö., Enstirumental Analiz, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A-64, Ankara, 1993.
49. Ataman, Y.O., Çağdaş Atomik Spektrometri Temel İlkeler AAS ve ICP-AES Genel Uygulama Alanları, ODTÜ-Ankara, 1996.
50. Markert, B., Plants as Biomonitors Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment, VCH Publisher, Weinheim, 1993.
51. Leita, L., et al., Investigation of the use of honey bees and honey bee product to assess heavy metals contamination, Environmental Monitoring and Assessment, 43, 1, 1996.
52. Al-Khalifa, A.S. and Al-Arif, I.A., Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys, Food Chem., 67, 21-25, 1999.
53. Conti, M.E. and Botre, F., Honeybees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination, Environ. Monit. Assess., 69, 267-282, 2001.
54. Tuzen, M., Soylak, M., Trace Heavy Metal Levels in Microwave Digested Honey Samples from Middle Anatolia, Turkey, Journal of Food and Drug Analysis, 13 (4), 343-347, 2005.

55. Derrell, R.V., Trace Elements in human Nutrition, Micronutrients in Agriculture, SSSA Book Series: 4, USA, 1991.
56. Yılmaz, H. and Yavuz, O., Content of some trace metals in honey from south-eastern Anatolia. *Food Chem.*, 65, 475-476, 1999.
57. Conti, M. E., Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters, *Food Control*, 11, 459-463, 2000.
58. Downey, G., et al., Preliminary contribution to the characterization of artisanal honey produced on the Island of Ireland by palynological and physico-chemical data, *Food Chem.*, 91, 347-354, 2005.
59. Darmati, D., Baskoviç, L., Darmati, S., Trace elements in honey from Sumadija Region, *Hrana, Ishrana*, 26 (5/8), 129-131, 1985.
60. D'ambrosio, M., Marchesini, A., Heavy metal contamination of honey, *Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Cv. Star. Nat.*, Milano, 123 (2-3), 342-348, 1982.
61. Grasewska, R., Nabrezyski, M., Gajek, O., Trace Metals in Bees Honey, *Bromatologia Ichemia Toksykologiczna*, 17 (3), 259-260, 1984.
62. Caroli, S., et al., Determination of essential and potentially toxic trace elements in honey by inductively coupled plasma-based techniques, *Talanta*, 50, 327-336, 1999
63. Uruç, K., Erciyes dağı ve çevresinde yetişen geven (*Astragalus L.*) taksonlarının ve bunların yetiştiği toprakların selenyum içeriği, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen. Bil. Ens., Kayseri, 2005.

**ÖZGEÇMİŞ**

**Adı:** Zeliha

**Soyadı:** Leblebici

**Doğum Yeri ve Yılı:** Nevşehir, 1980

**Baba Adı:** Enver

**Anne Adı:** Neriman

1991 yılında Kaymaklı İlkokulu'ndan, 1994 yılında Kaymaklı Ortaokulu'ndan, 1998 yılında da 2000 Evler Lisesi'nden mezun oldu. 1999-2000 eğitim-öğretim yılında Erciyes Üniversitesi Yozgat Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 2000–2001 eğitim- öğretim yılında Erciyes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne yatay geçiş yaptı. Bu bölümden, 2003 yılında birincilikle mezun oldu. 2004 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve halen bu ana bilim dalında öğrenimine devam etmektedir.

**İletişim Bilgileri:**

Nato Cad., M.K.P Bulvarı,  
Leblebiciler Apt. No: 106/4  
38080 Kocasinan / Kayseri

İş tlf.: 0352-4374937-33065

e-posta: [zleblebici@erciyes.edu.tr](mailto:zleblebici@erciyes.edu.tr)