

T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**VAN YÖRESİNDE ÜRETİLEN BALLARIN KURŞUN (Pb) İÇERİKLERİ**

YÜKSEKLİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Yasemin GÜMÜŞTAŞ  
DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Cengiz ERKAN

VAN-2019



T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**VAN YÖRESİNDE ÜRETİLEN BALLARIN KURŞUN (Pb) İÇERİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Yasemin GÜMÜŞTAŞ

VAN-2019



## KABUL VE ONAY SAYFASI

Zootekni Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Cengiz ERKAN danışmanlığında, Yasemin GÜMÜŞTAŞ tarafından sunulan "Van Yöresinde Üretilen Balların Kurşun (Pb) İçerikleri" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 10/10/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT

İmza:

Üye: Dr. Öğr.Üyesi Fazlı ÖZTÜRK

İmza:

Üye: Dr. Öğr.Üyesi Cengiz ERKAN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08.11.2019 tarih ve 2019/59-T sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Süleyman SENEÇAY  
Enstitü Müdürü





## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Yasemin GÜMÜŞTAŞ







## ÖZET

### VAN YÖRESİNDE ÜRETİLEN BALLARIN KURŞUN (Pb) İÇERİKLERİ

GÜMÜŞTAŞ, Yasemin  
Yüksek Lisans Tezi, Zootekni Anabilim Dalı  
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Cengiz ERKAN  
Kasım 2019, 33 sayfa

Van yöresinde üretilen bazı balların kurşun (Pb) içeriklerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma kapsamında, Van'ın Gürpınar, Gevaş, Çatak, İpekyolu ve ülke bal pazarında önemli bir yere sahip olan Bitlis'in Hizan ilçelerinden 2018 yılı bal üretim sezonunun ardından bal örnekleri toplanmıştır. Toplam 19 adet bal örneği süzme işlemi sırasında olası bulaşanlardan korunmak amacıyla petekli olarak temin edilmiştir. Örneklerin kurşun (Pb) içerikleri ICP-MS (Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometer) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

Çalışmada en düşük ve yüksek kurşun içerikleri sırasıyla 0.11 mg/kg ve 0.95 mg/kg olarak ölçülürken tüm örnekler için ortalama değer 0.45 ppm olarak hesaplanmıştır.

Gıdalardaki bulaşanlar için maksimum kalıntı limitlerini (Maximum Residue Levels-MRL) 1881/2006/EC sayılı Komisyon Tüzüğünde ele alan Avrupa Birliği, bal için kurşun limitini 0,10 mg/kg olarak ifade etmiştir. Çalışmadan elde edilen içerik değerlerinin Avrupa Birliği'nin belirlediği rakamdan yüksek olması, genel anlamda yörenin çevresel kirleticilerden uzak olması olgusuyla uyuşmamaktadır. Bu aşamada söz konusu araştırmalar için bir yandan örnek temin edilen üreticilerin sezon boyunca koloni hareketlerinin dikkate alınması gerektiği ortaya çıkarırken bir yandan da tartışma konusu olan limit değerlerin yeniden ele alınmasını gündeme getirmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Ağır metal, Arıcılık, Bal, Kurşun, Van.



## ABSTRACT

### LEAD (Pb) CONTENTS OF HONEY PRODUCED IN VAN REGION N

GÜMÜŞTAŞ, Yasemin  
M. Sc. Thesis, Animal Science  
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Cengiz ERKAN  
November 2019, 33 pages

In the present study that aimed to determine Van Region honey lead (Pb) content, honey samples were collected in the Hizan district of Bitlis province, which is a significant beekeeping region in Turkey and Gürpınar, Gevaş, Çatak, and İpekyolu districts after the 2018 beekeeping season. A total of 19 honey samples were collected with honeycombs to prevent possible contamination during filtration. Sample lead (Pb) content was determined with an ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer) device.

In the study, the lowest and highest lead content was measured as 0.11 mg/kg and 0.95 mg/kg respectively, while the mean lead content was 0.45 ppm in all samples.

The European Union established the Maximum Residue Levels (MRL) for food contaminants in the Commission Regulation (EC) No 1881/2006 and determined the lead limit for honey as 0.10 mg/kg. The fact that the lead content obtained in the present study was higher when compared to the European Union limit was not consistent with the general belief that environmental pollutants were not present in the region. Thus, it was revealed that the producers should consider the seasonal colony movements, while the present study findings also demonstrated that the debated limit values should be reevaluated.

**Key words:** Beekeeping, Honey, Heavy metal, Lead, Van.



## ÖN SÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, bilgilerini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, gösterdiği sabır ve anlayıştan dolayı değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cengiz ERKAN'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında maddi ve manevi destekçim, motivasyon kaynağım olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yasemin GÜMÜŞTAŞ

2019



# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ .....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Bal örnekleri .....	17
3.1.2. Araç ve gereçler .....	18
3.1.3. Kimyasal maddeler .....	18
3.2. Yöntem .....	18
3.2.1. Bal örneklerinin hazırlaması .....	18
3.2.2. İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektroskopisi (ICP-MS) prensibi .....	19
3.2.2.1. ICP-MS örnek tanıtımı .....	20
3.2.2.2. Endüktif eşleşmiş plazma (ICP) .....	20
3.2.2.3. Arayüz .....	21
3.2.2.4. Kütle spektrometresi (MS) .....	21
3.2.2.5. Veri işleme ve görüntüleme .....	21
4. BULGULAR .....	23
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	25
KAYNAKLAR.....	29
ÖZ GEÇMİŞ.....	33





## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Bal örneği toplanılan il, ilçe ve köyler .....	18
Çizelge 4.1. Bal örneklerinin Pb içerikleri .....	23





## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Bal örnekleri.....	17
Şekil 3.2. Yakma ünitesi.....	19
Şekil 3.3. Okutulacak sıvı numuneler.....	20
Şekil 4.1. Pb elementine ait kalibrasyon grafiği.....	24





## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>Ag</b>	Gümüş
<b>Al</b>	Alüminyum
<b>As</b>	Arsenik
<b>Ba</b>	Baryum
<b>Ca</b>	Kalsiyum
<b>Ce</b>	Seryum
<b>Cd</b>	Kadmiyum
<b>Cl</b>	Klor
<b>Co</b>	Kobalt
<b>Cr</b>	Krom
<b>Cs</b>	Sezyum
<b>Cu</b>	Bakır
<b>Eu</b>	Evropiyum
<b>F</b>	Flor
<b>Fe</b>	Demir
<b>Hg</b>	Cıva
<b>HNO<sub>3</sub></b>	Nitrik Asit
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	Hidrojen Peroksit
<b>I</b>	İyot
<b>K</b>	Potasyum
<b>La</b>	Lantan
<b>Mg</b>	Magnezyum
<b>µg</b>	Mikrogram
<b>Mn</b>	Manganez
<b>Mo</b>	Mobilden

**Simgeler****Na****Ni****P****Pb****ppm****Rb****S****Sb****Sc****Se****Sm****Sn****Sr****Th****TI****U****Zn****Açıklama**

Sodyum

Nikel

Fosfor

Kurşun

Milyonda Bir Birim

Rubidyum

Kükürt

Antimon

Skandiyum

Selenyum

Samaryum

Kalay

Stronsiyum

Toryum

Talyum

Uranyum

Çinko

**Kısaltmalar****AB****ICP****MS****TGK****Açıklama**

Avrupa Birliği

Inductively Coupled Plasma

Mass Spectrometer

Türk Gıda Kodeksi

## 1. GİRİŞ

Arıcılık, emeği ve bitkisel kaynakları kullanarak, insanlığın varoluşundan bugüne kadar beslenme başta olmak üzere sağlık koruma ve sağaltma amacıyla kullanılan önemli bir tarımsal üretilerdir. Temel gelir unsurları bal, polen, propolis, arı sütü, arı zehri, ana arı, oğul ve paket arı (Sancak ve ark., 2013) şeklinde sıralanabilen arıcılığın bitkisel de üretimde tartışılmaz rolü vardır. Yabancı tozlaşmaya ihtiyaç duyan bitkiler polenlerin taşınması için büyük oranda bal arılarına ihtiyaç duyar. Bal arılarının yaşam şekilleri ve ürün hammaddelerinin doğadan toplanması arıcılığı doğaya en bağımlı bir hayvansal faaliyetlerden biri haline getirmektedir (Ceyhan ve Emir, 2016).

Bugün, toplam 90.564.654 adet arılı kovan bulunan dünyada Hindistan, Çin, Türkiye ve Arjantin önemli arıcılık ülkeleri arasında yer alır. Bu sıralamada önemli bir yere sahip olan Türkiye, 2017 verilerine göre 7.796.666 adet arılı kovana sahiptir (FAO, 2019).

Türkiye, farklı iklim ve doğa koşulları, milyonlarca arılı kovan sayısı, arazi varlığı, oldukça zengin bitki örtüsü ve bal arısı popülasyonlarındaki genetik çeşitliliğiyle önemli bir arıcılık potansiyeline sahiptir (Sıralı, 2010). Ülkede son yıllar içerisinde birçok alanda yaşanan değişimler arıcılığa da yansımış ve sektör önemli yapısal değişimler göstererek bir endüstri haline dönüşmüştür. Meydana gelen bu dönüşüm arıcılığın bütün paydaşlarını değişen koşullarda çalışmaya zorlamasıyla birlikte de üretim ve pazarlama kalıpları değişimlere uğramıştır. Benzer şekilde, söz konusu değişimlerden arı ürünleri tüketimi de etkilenmiştir. Başta güvenilirlik olmak üzere arı ürünlerinde birçok konuda tüketici taleplerinde değişiklikler meydana gelmiştir (Ceyhan ve Emir, 2016). Artan talepler, arıcılık ürünleri arasında en fazla üretimi ve ticareti yapılan balda kendini balda daha fazla göstermiştir. Arıcılık faaliyeti sonucunda bal, propolis, polen, arı sütü gibi insan sağlığı açısından önemli arı ürünleri elde edilse de bal, % 99.4 ile bilinirliği en yüksek olan arı ürünüdür (Karadal ve Yıldırım, 2012).

Balın ilk olarak ne zaman ve nasıl bulunduğu bilinmemekle birlikte, araştırmalar bal toplayıcılığına ait ilk bilgilerin, İspanya'da Valencia eyaletinde bulunan Arona mağarasının duvarında bal toplayan kadın resminin 16 bin yıl öncesine ait olduğunu

göstermektedir. Türkler için ise bala ilişkin ilk bilgiler arasında Kaşgarlı Mahmut'un açıklamaları yer almaktadır. Buna göre ilk zamanlar bal "arı yağı" olarak tanımlanmış, daha sonraları ise Batı Türkleri tarafından günümüzde kullanılan adıyla "bal" kullanımı yaygınlaşmıştır (Sönmez, 2014).

Bal, dünyanın hemen her bölgesinde üretilebilen ve doğadan üretildiği şekilde kullanılabilen arıcılık ürünüdür (Erdoğan ve ark, 2015). Türkiye koloni sayısı ve bal üretiminde önemli bir yere sahip olmasına rağmen dünya bal ticaretinde adından yeterince söz ettirememiştir. Nitekim 2017 verilerine göre ülkede 114.471 ton bal üretirken bunun sadece 5.603 tonunu ihraç edebilmiştir (Burucu, 2018).

Arı ürünleri içerisinde en fazla üretimi yapılan bal, Türk Gıda Kodeksi'nin (TGK) 2005/49 sayılı bal Tebliği'ne göre; "bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı *Apis mellifera* tarafından toplandıktan sonra bal arısının kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal bir üründür" (TGK, 2005).

Genel olarak balın yaklaşık % 80'i şekerlerden (% 40 fruktoz, % 35 glukoz, % 5 sukroz), % 17'si ise sudan meydana gelir. Geri kalan % 3'lük kısım amino asitler, glukonik asit, fenol bileşikleri, lakton, vitaminler ve mineraller gibi 180 kadar farklı maddeden oluşur. Balda ayrıca bakır, demir, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, aliminyum, silisyum, krom, nikel ve kobalt gibi değerli mineraller vardır. Ayrıca balın özelliklerini nektar ve bal arısından kaynaklanan küçük bileşenler belirlemektedir (Karadal ve Yıldırım, 2012). Bunlara ilave olarak balda birçok küçük bileşenin varlığı da çevre kirliliğinden kaynaklanabilmektedir.

Çevre kirliliği kaynağı toksik ve atık maddeler çevrede bulunan bitkiler tarafından emilir ve bitki bünyesinde depolanır. Bitkilerden nektar ve polen toplarken sürekli çevre ile ilişki içerisinde olan bal arıları da bu süreç içerisinde çevre kirliliğinden etkilenir. Bitki bünyesinde biriken ağır metal, bal arılarının bitkilerin nektarlarından ürettikleri balların içeriğinde ve arıların vücudunda toksik ağır metal konsantrasyonun da artmasına neden olmaktadır (Yücel, 2008). Çevresel kirliliğin tayininde bal örneklerinin ağır metal içeriklerinden yararlanmak geçerli bir yöntemdir (Demirezen ve Aksoy, 2005, Erkan ve Gösterit, 2018). Bu amaçla yürütülen araştırmalar bir yandan



çevre kirliliğine ilişkin bilgi derlemede kullanılırken bir yandan da ürünün tüketiminde insan sağlığına uygunluğunu tartışmaya açmaktadır.

Yerkabuğunda ve biyosferin hemen her yerinde doğal olarak bulunan kurşun, insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımakla birlikte (Güler ve Çobanoğlu, 1997; Kahvecioğlu ve ark., 2010) çevresel kirlilik boyutlarının değerlendirilmesinde en önemli indikatörlerden biri sayılmaktadır (Kurtdeve ve ark., 2009). Kurşun bileşikleri boya, otomotiv, savunma, kimya, ambalaj, cam ve seramik başta olmak üzere bir çok çeşitli sanayi dalında, akülerde ve pillerde, pestisit, avcılık, su boruları, oyuncak yapımı, benzin katkı maddesi, besin katkı maddeleri üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Baş ve Demet, 1992; Vural, 1993; Dündar ve Aslan, 2005; Laçın, 2005; Zandstra ve De Kryger, 2007).

Avrupa Birliği (AB), gıdalardaki bulaşanlar için maksimum kalıntı limitlerini (Maximum Residue Levels-MRL) 1881/2006/EC sayılı Komisyon Tüzüğünde düzenlemektedir (Anonim, 2019a). AB 2015 yılında yapılan 2015/1005 sayılı Değişiklik Tüzüğüyle (Anonim, 2019b) ilk defa bal için kurşun limiti 0.10 mg/kg olarak belirlenmiştir. Söz konusu Tüzükte üye ülkelerin durumu da irdelenmiş ve yakın gelecekte konunun Türkiye için de gündeme gelmesi kaçınılmazdır. Ancak ülkede balda ağır metal varlığına ilişkin çalışmalar yeterli düzeyde değildir.

Yürütülen bu çalışma ile ülke pazarında önemli bir yere sahip olan yöre ballarının bazılarında kurşun içerikleri belirlenmiştir. Bu sayede elde edilen verilerle bir yandan AB tarafından getirilen 0.10 mg/kg limit değerleri ile karşılaştırmada kullanılabilecek veri tabanına katkı sağlanmış bir yandan da ve yöre ballarına ilişkin bir durum değerlendirmesi yapılmaya çalışılmıştır.



## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Arı ve arı ürünlerinin çevre kirliliği indikatörü olarak çalışmalarda kullanılması oldukça yaygındır. Çevre kirleticileri olan ağır metal ve bu metaller içerisinde en önemli toksik element olan ve insan sağlığına, izin verilen sınırlar üzerinde alındığı durumlarda zararlı olan kurşun, çalışmaların çoğunda belirleyici olarak kabul edilmiştir. Kurşun endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerde çok yaygın kullanılması sebebi ile çevrede sık rastlanılan bir elementtir. Otomobil endüstrisi, batarya ve benzin katkısı olarak kullanılmasının yanı sıra kurşun, pestisitler sayesinde de topraklara bulaşabilmektedir. Bununla birlikte bitkiler için mutlak gerekli olmayıp topraktaki derişimi 150 ppm'i aşmadığı sürece insan ve bitki sağlığı açısından tehlike oluşturmamaktadır. Fakat 300 ppm'i aşması durumunda, insan sağlığı için potansiyel bir tehlike olarak nitelendirilmektedir (Poyraz, 2016).

Çevre kirliliğine neden olan ağır metallerin belirlenmesi çalışmalarında arı ürünleri içerisinde en fazla bal kullanılmıştır. Balda kurşun tayini ve diğer ağır metaller üzerine yapılan bazı uluslar arası çalışmalar aşağıda değerlendirmeye alınmıştır.

Jones (1986), tarafından bal maden arama alanlarında ve çevresel kirlenme çalışmalarında bir gösterge olarak kullanılmıştır. İngiltere genelinde toplanan ballarda Ag, Cd, Cu ve Pb seviyeleri rapor edilen çalışmada, balların element içerikleri ve maden arama alanları içerisinde toplanan toprak örnekleriyle karşılaştırılmıştır. İki sezon boyunca yürütülen araştırma sonucunda Ag, Cd, Cu ve Pb için konsantrasyonlar sırasıyla <0.1-6.5 ng/g (d.w.); <0.3-300 ng/g; 35-6510 ng/g ve <2-200 ng/g olarak belirtilmiştir. Araştırmacı çalışmasına dayanarak kayda değer mekansal ve mevsimsel dalgalanmalara dikkat çekmiş ve bal ve toprak konsantrasyonları arasında Cu veya Pb için hiçbir korelasyon gözlenmediğini belirtmiş, baldaki ağır metal konsantrasyonlarının düşük olmasını bal temin kaynaklarına ve doğa şartlarına bağlanmıştır.

Toplam yansıma X-ışını floresan spektrometresi (TXRF) ve radyoizotop uyarımlı X-ışını floresan spektrometresi (XRF) kullanılarak çeşitli bal, polen ve arı dokusundaki numunelerde çok elementli tespitler yapılmaya çalışan Kump ve ark.(1995) balın temel içeriğinin, çevre ve balın çeşidi gibi ilişkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda, iz element analizi için TXRF yönteminin sadece

monokromatik uyarma kullanıldığında ve uygun bir numune hazırlama prosedürü seçildiğinde avantajlı olabileceği, buna karşılık Radyoizotop XRF tekniğinin, herhangi bir numune hazırlama gerektirmeyen, birkaç ppm üzerindeki konsantrasyonlara sahip elementlerin analizinde avantajlı olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca, balın temel içeriği ile çevre arasındaki bazı korelasyonlar olduğunu ifade etmiş ve bu yönde daha fazla çalışmanın gerektiğini vurgulamışlardır.

İtalya'da yapılan bir denemede, şehir dışında yer alan bir otoyol kavşağının yakınında bulunan 12 koloni kullanılarak ağır metal analizi gerçekleştirilmiştir. Toplam dokuz hafta süren çalışmada, bal arılarının vücut yüzeylerinde, ölü arılarda, balda ve arı sütünde Pb, Cd ve Zn birikimleri analiz edilmiştir. Sonuçlar, Zn ve Cd'nun atmosferden bulaşma sonucu büyük miktarda arı vücut yüzeylerine bulaştığını gösterirken Pb ise arıların gövdesinde birikmiş olduğu ortaya çıkarmıştır. Deney süresince kovanlardan atılan ölü arılar için yapılan değerlendirmede de tüm ağır metallerin yüksek birikim düzeyleri tespit edilmiştir. Çalışmanın diğer önemli bir bulgusu da arı sütü ve balda çok miktarda ağır metal içeriğinin bulunmasıdır. Özellikle baldaki Cd ile *Trifolium pratense* L. çiçekleri arasında doğrusal bir ilişki belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar, bal arısı ürünlerinin ve incelenen çevresel işaretleyicilerin, çevresel kirleticilerin varlığını değerlendirmek için faydalı parametreler olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir. Bunun yanında ölü arılardaki ağır metal ölçümlerinin kirletici maddelerin doğrulanmasında uygun bir araç olarak kabul edilebilir olduğu araştırmadan elde edilen diğer bir sonuçtur (Leita ve ark., 1996).

Atomik absorpsiyon spektrofotometresi için balın işlenmesi ve hazırlanması için yeni bir laboratuvar tekniği geliştiren FarkhıMZadeh ve Lodenius (2000), Finlandiya balı, poleni ve arılardaki ağır metal (Cd, Cu, Pb ve Zn) kirliliğinin derecesi için Finlandiya çevresindeki on iki örnekleme alanında yürüttükleri çalışmada, ayrıca kontrol grubu alanı kullanarak bal ve polen için ağır metaller standardı belirlenmişlerdir. Çalışma sonucunda, bütün bölgelerde baldaki maksimum metal konsantrasyonları polen için kabul edilebilir seviyenin % 10'undan daha az olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak polenlerin de temiz olduğunu bildiren araştırmacılar, yüksek oranda ağır metal bulaşığı olan bal arılarının, balı işleme sırasında süzerek metalleri baldan çıkarabilecekleri hipotezini ortaya sürmüşlerdir. Önemli bir değerlendirme olarak balın ağır metal kirliliğinin iyi bir biyo göstergesi olamayacağı kanısına varılan araştırmada,

arılarıdaki ağır metal birikiminin baldaki birikimden çok daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çevresel bir belirleyici olarak bal analizleri yapan Przybylowski ve Wilczynska. (2001), Polonya'nın Pomeranya Bölgesi'nden 15 bal örneğinde Pb, Zn ve Cd içeriklerini atomik absorpsiyon spektrometresi ile belirlenmişlerdir. Çalışma sonucunda, Zn, Cd ve Pb için ortalama değerler sırasıyla 7.76 mg/kg, 0.015 mg/kg ve 0.048 mg/kg olarak açıklanmıştır. Pomeranya balları iyi kalitede ve ağır metal içermediği belirtilmiş, sonuçların balın çevresel kirleticilerin varlığının değerlendirilmesinde yararlı olabileceğini öne sürülmüştür.

Rashed ve Soltan (2003) tarafından, eser elementleri (Cu, Co, Fe, F, Mn, I, Zn ve Sr), ana elementleri (Cl, Na, K ve Mg) ve toksik elementleri (Cd ve Pb) farklı ballarında belirlemek üzere yapılan çalışmada, şurup verilerek üretilen ballar ile birlikte monofloral ballar (susam balı, portakal balı ve yonca balı) kullanılmıştır. Söz konusu elementlerin monofloral çiçeklerde ve şurupta da belirlendiği çalışma sonucunda, tüm çeşitliliğe oranla şurup kullanılarak üretilen balların diğer ballara oranla daha yüksek Cl, Cd, Fe, Mg, K, Mn, Pb ve Na konsantrasyonlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Portakal balı, en düşük element konsantrasyonlarını içermiştir. Araştırmacılar istatistiksel analiz sonuçlarına dayanarak bal ile nektar kaynağı/şurup arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ifade ederek bal kaynaklarının kimyasal bileşimi arasındaki korelasyona dikkat çekmişlerdir.

İtalya'nın Siena Bölgesi'nde üretilen farklı botanik kökenli 51 bal örneğinin 23 kimyasal konsantrasyonu (Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Th, Tl, U, Zn) belirlenmiştir. Sırasıyla K, Ca, Na ve Mg 1195 mg/kg, 257 mg/kg, 96.6 mg/kg ve 56.7 mg/kg ortalama içeriği ile en bol bulunan elementler olarak belirlenen çalışmada Fe, Zn ve Sr içerikleri genellikle 1 mg/kg ila 5 mg/kg arasında değişmiş, Ba, Cu, Mn ve Ni dışında, iz element içerikleri 100 mg/kg'ın altında olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda analitik verilere dayanarak özellikle As, Cd, Pb, ve Sb gibi toksik eser elementlerin konsantrasyonlarının balın kalite seviyesini belirlediği ve botanik orijininin element kompozisyonu üzerinde önemli etkisi olduğu öne sürülmüştür. Ayrıca bazı jeolojik ve jeokimyasal özellikler de balın kimyasını etkilediği görülmüştür (Pisani ve ark., 2007).

Polanya’da yapılan bir araştırmada, iz elementlerin ve kirleticilerin belirlenmesi çalışmalarında bal rneęi hazırlamanın zorlukları incelenmiştir. Sonuç olarak bal analizinde çok dūřuk konsantrasyonlardaki analizler, geniş bir kirletici madde yelpazesinin varlığı, bileşiklerin matriksinden karışan tehlikeler, referans malzemeleri ve uygun standartlara ulaşmada yaşanan sıkıntılar ele alınmıştır (Kujawski ve Namiesnik, 2008).

Pohl (2009) tarafından yūrutūlen çalıřmada, atomik absorpsiyon ve emisyon spektrometresi tarafından baldaki metal içerikleri belirlenmeye çalıřılmıřtır. Balları botanik ve coęrafik köken olarak sınıflandıran arařtırıcı, aynı zamanda evre kirlilięini belirlemek ve kontrol etmek amacını da gūtmūřtir. Çalıřma sonucunda, çevrenin kirlilik seviyesini belirlemek için endūstriyel ve kentsel alanda bulunan kovanlardan bal örneklerinin alınması önerilmiřtir.

Perugini ve ark. (2010) İtalya’nın aynı yöresinde, kentsel ve kırsal alanlarda bulunan 24 kovanlardan aldıkları bal arısı örneklerini kullanarak ağır metal (Hg, Cr, Cd ve Pb) tespiti yaparak kirliliği derecelendirilmiştir. Analizler tarlacı arılarda ve bahar ve yaz mevsimlerinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre örneklerde cıvaya rastlanılmazken bazı bal arılarında kurşun, krom ve kadmiyum biriktiği grūlmūřtir. Buna ilave olarak araştırıcılar, havalimanının yakınından (0.52 mg/kg) ve Temmuz / Eylül aylarında toplanan bal örneklerinde daha yūksek oranda olduğunu belirledikleri kurşunun, kentsel alanlarda bulunan istasyonlar ile kırsal alanlardaki istasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu bildirmişlerdir.

Hırvatistan’da 2009 ve 2010 yıllarında beř bölgeden toplanan 54 adet multifloral bal rneęinde As, Cd, Cu, Hg ve Pb konsantrasyonları belirlenmiřtir. Element içerikleri Cu > Pb > As > Hg > Cd řeklinde sıralanan arařtırmada, bölgeler arasında kurřun ve bakır dūzeylerinde önemli farklılıklar gözlemlenmiřtir. Merkez bölgelerde bakır ve kurřun en fazla bulunan element olarak ortaya çıkarken ūlke ballarında bulunan kurřun içerięi dięer Avrupa ūlkelerindeki ballardaki kurřun içerięinden daha fazla olduęu gözlemlenmiřtir. Söz konusu bulgular otoyollardan ve demiryollarından uzak bölgelerde ūretilen balların deęerine iřaret etmiřtir (Bilandzic ve ark., 2011).

zcan ve Al Juhaimi (2011) tarafından yapılan bir çalıřmada, aynı bal peteęinin iki parçasından alınan örnekler deęerlendirilmiř ve ereve teline temas eden örneklerin Mo, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni ve Zn içerikleri dięerlerine göre yūksek olarak lūlmūřtir.

Özellikle Fe ve Zn içeriklerinin yüksekliğine dikkat çekilen araştırmada elde edilen değerler her iki element için sırasıyla 190.21 ppm ve 112.76 ppm olarak kaydedilmiştir. Benzer şekilde çerçeve teli ile temas eden bal örneklerinin temas etmeyen bölgelerden alınan örneklere göre Ni içeriği yaklaşık % 50 daha yüksek olarak belirtilmiştir.

İran pazarlarından 10 farklı marka ballarda ağır metal ve iz element içerikleri endüktif olarak eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresi ile belirlenmeye çalışılmış, örneklerdeki Hg, Al ve As dışında kalan tüm ağır metal içerikleri literatürde bildirildiği gibi aralıklarda gözlemlendiği sonucuna varılmıştır. Çalışmada ayrıca, önerilen günlük alımlarla karşılaştırıldığında, İran'da bal tüketiminin ağır metal zehirlenmesine neden olmayacağı ifade edilmiştir (Akbari ve ark., 2012).

Brezilya'da yapılan bir çalışmada, Brezilya'nın 29 farklı şehirlerinden toplanan 57 bal örneği eser, majör ve diğer elementler bakımından analiz edilmiştir. Daha sonra elde edilen sonuçlar diğer ülkelerdeki yapılan çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Türkiye ile yapılan karşılaştırılmaya bakıldığında ise Türkiye'de yapılan araştırma sonuçlarına göre kurşun içeriğinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Batista ve ark., 2012).

Batı Fransa'da 18 arı kovanından alınan örneklerde kurşun varlığı analiz edilmiştir. Örnekler 2008 ve 2009 yıllarında dört farklı dönemde toplanmıştır. Kurşun seviyeleri arı, bal ve polenlerde incelenmiş, en düşük kurşun seviyesi balda ölçülürken en yüksek seviyenin bal arısı örneklerinde olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmada ayrıca kentsel alan yakınlarında ve kültürel bitkisel üretim yapılan yerlerdeki kovanlardan daha bulaşık olmalarına ve kurak mevsimlerde alınan örneklerin yüksek Pb içeriklerine dikkat çekilmiştir (Lambert ve ark., 2012).

Fermo ve ark. (2012) İtalyan'ın farklı bölgeleri ve Batı Balkan Bölgelerindeki ülkelerden alınan bal örneklerine yönelik araştırmalarında, çevre kirleticiler endüstriyel ve tarımın daha fazla olduğu Batı Balkanlardaki balların İtalyan bölgelerine oranla daha bulaşık olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca çevre kirliliğinin göstergesi olarak balın kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir.

Ru ve ark. (2012), tarafından Güneydoğu Çin'in Zhejiang eyaletinde tüketilen ballarda ağır metallerin risk değerlendirmesi üzerine yürütülen çalışmada, balların bakır, çinko, kadmiyum, kurşun, arsenik ve cıva seviyeleri belirlenmiştir. Sonuç olarak altı ağır metalin ortalama konsantrasyonları sırasıyla 46.18 µg/kg, 1329.5 µg/kg, 1.34

$\mu\text{g}/\text{kg}$ ,  $33.98 \mu\text{g}/\text{kg}$ ,  $13.44 \mu\text{g}/\text{kg}$  ve  $1.65 \mu\text{g}/\text{kg}$  olarak belirtilmiştir. Araştırmacılar arsenik hariç bütün değerlerin gıdalar ve ballarda izin verilen maksimum kirletici madde seviyesinin altında çıktığını belirtmişlerdir.

Multifloral Arjantin ballarında iz element analizi ve kaynaklarına göre sınıflandırılmaları amacıyla yapılan bir çalışmada 14 elementin konsantrasyonları (Br, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, La, Rb, Sb, Sc, Sm, Th ve Zn) enstrümantal nötronik aktivasyon analizi kullanılarak değerlendirilmiş ve element analizinin hasat yılına bağlı olmasa bile bölge bazında ayrımlarda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Araştırmada ayrıca sekiz değişkenin (Ce, Cr, Cs, Fe, La, Sb, Sc ve Zn) ayırımı maksimum yarar sağlayıcı belirtilmiştir (Pellerona ve ark., 2012).

Fransa'da bulunan ve uzun bir geçmişe sahip Zn/Pb madencilik bölgesinden bal, arı sütü ve balmumu iz elementleri potansiyel kirlenmeyi değerlendirmek için yürütülen çalışmada, madencilik faaliyetlerinin ardından kalan atıklardaki yüksek seviyelerde ağır metallere (As, Cd, Tl, Pb) rağmen arı ürünlerinin element kirlenmesinden bağımsız olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar bal tüketimiyle ilgili potansiyel risklerin değerlendirilmesinde yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğunu ve arı ürünlerindeki yasal iz element içeriklerinin tartışılması gerektiğini göstermektedir (Losfeld ve ark., 2013).

Filistin'de multifloral ballarda aflatoksin, nikotin, kafein ve ağır metal içeriğinin analiz edilmesini amaçlamak üzere yürütülen bir çalışmada, tüm bal örnekler için Cd ve Pb seviyeleri sınırların altında kaydedilmiş ve diğer toksik metallerin seviyeleri genel olarak düşük bulunmuştur (Swaileh ve Abdulkhaliq, 2013).

Birleşik Arap Emirlikleri'nde 11 bölgeden 11 balın kalitesini değerlendirmek ve kurak olmayan bölgelerden alınan beş farklı bal ile karşılaştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada tüm numuneler arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu çalışma söz konusu örneklerin bazılarının fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin bir ön, kapsamlı ve ayrıntılı bir değerlendirmesini sağlamıştır. Sonuç olarak, daha önce belirtilen tüm parametreleri kullanan yaklaşımları, daha fazla sayıda örnekle daha fazla araştırma yapmaya giriş sağlayacağı belirtilmiştir (Habib ve ark., 2013).

Macaristan'ın dört coğrafi bölgesinden 34 mono ve multifloral bal örneğindeki esansiyel ve toksik element konsantrasyonlarının belirlenmesi ve çiçek kökeni ile element içeriği arasındaki bağlantı incelenmiştir. ICP-OES ile on element (Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P, S ve Zn) tanımlanmış ve altı element (As, Cd, Cr, Mo, Pb, Se) ICP-



MS ile analiz edilmiştir. Potasyum, kalsiyum ve fosfor sırasıyla 372 mg/kg, 47.9 mg/kg ve 44.3 mg/kg konsantrasyonları ile en bol bulunan elementler olduğu belirlenen çalışmada temel element içeriği analiz edilen örnekler genellikle literatür değerlerinin altında, çok düşük değere sahip olmuştur. Toksik elementlerin konsantrasyonları, insan sağlığı için risk oluşturmayacak kadar düşük seviyede ölçülmüş, alüminyum, arsenik, kadmiyum ve kurşun konsantrasyonları ortalama konsantrasyonları sırasıyla 1028 µg/kg, 15.6 µg/kg, 0.746 µg/kg ve 45.5 µg/kg olarak belirtilmiştir (Czipa ve ark., 2014).

Farklı botanik (portakal çiçeği, limon çiçeği, kestane, okaliptüs, akasya, sulla, kır çiçeği) ve coğrafi (Sicilya ve Calabria, İtalya) kökenli ballarda K, Ca, Mg, Na, Al, Zn, Fe, Mn, Cu, Cr, Ni, Se, Pb, Cd ve As içeriklerini ICP-OES ve ICP-MS ile belirlemeye çalışan Bella ve ark. (2015), en bol bulunan mineralleri sırasıyla K (ortalama değer: 1.57 mg/g), Ca (ortalama değer: 0.2 mg/g), Mg (ortalama değer: 0.121 mg/g) ve Na (ortalama değer: 0.092 mg/g) şeklinde ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu aşamada, balın kalitesini ve güvenliğini değerlendirmek için, belirli bir sürede tüketmesi önerilen besin tüketimini (RDA) dikkate almışlar ve 60 kg vücut ağırlığına sahip kişi için günlük 2 g bal alımında mevcut değerlerin sorun yaratmayacağını bildirmişlerdir.

İtalya'da yapılan bir çalışmada yedi farklı botanik kökünde ( multiloral, 112 adet; akasya, 60 adet; kestane, 37 adet; narenciye, 18 adet; ormangülü, 15 adet; okaliptüs, 3 adet; salgı balı, 10 adet) toplam 265 bal örneği ile yürütülen çalışmada botanik çeşitliliğinin izotopik ve element özelliklerini etkileyen en önemli faktör olduğu doğrulanmıştır. Bu yaklaşım örneklerin şüphe durumunda bile melissopalnolojik ve duyu analizi desteklemede yararlı olduğunu göstermiştir (Bontempo ve ark., 2015).

Romanya'nın kuzeydoğu bölgesindeki farklı illerden toplana bal örneklerinde ağır metal (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb ve Zn) içerikleri araştırılmış ve ağır metal içeriklerinin balların botanik ve coğrafi kökenlerine göre sınıflandırılmasında yararlı modeller elde etmek için kullanılabileceği ifade edilmiştir. Çalışmada ağır metal içeriğinin, balların botanik kökenlerine göre sınıflandırılması (% 80.8 doğru şekilde sınıflandırılmış) için uygun bir araç olduğu ortaya çıksa da coğrafi olarak sınıflandırma için kullanılabilir olmadığı vurgulanmıştır. Analiz edilen 10 ağır metalin hiçbiri izin verilen maksimum seviyeyi aşmamıştır (Oroian ve ark., 2015).

Yemen'de 3 farklı yıla ait, farklı kökenli beş ünlü Yemen balının element seviyelerini ICP-AES ile belirlemeye çalışan Mohammed ve ark. (2017), bal

örneklerinde toksik elementlerden kurşun ve krom için dikkate değer bir tekrarlanabilir düzeyi belirlemişler ve Yemen balı tüketiminin herhangi bir halk sağlığı problemiyle ilişkili olmadığı belirtmişlerdir.

Roma'da madencilik faaliyetlerinden etkilenen bir bölgenin çevresel durumunu ve bu tür eski madenlerden kaynaklanan mevcut çevre risklerini arı ürünleri (bal, polen) ile değerlendirmeye çalışan Ayuso ve Valle (2017), madencilik alanı boyunca ve kontrol alanından örnekler toplanmışlardır. Araştırmacılar bu bölgeden aldıkları örnekleri kontrol bölgesiyle karşılaştırmış ve iz element düzeylerinde farklılık belirlememişlerdir. Maden topraklarında yüksek konsantrasyonda bulunan As için bile sonuçları aynı bulan araştırmacılar bu tip çalışmalarda balın çevre kirliliği indikatörü olarak kullanışlı olmadığını ifade etmişlerdir (Ayuso ve Valle., 2017).

Hırvatistan'ın Güney Akdeniz bölgelerinde toplanan ballarda 24 elementin konsantrasyonlarını ICP-MS kullanılarak belirlenmeyi amaçlayan çalışmada, ballar arasında Ag, As, Ba, Cu, Co, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Se, Sb, U ve Th konsantrasyonlarında önemli farklılıklar bulunmuş ve sonuçlar balın bitkisel kökeninin element bileşimi üzerindeki rolünü destekleyen kanıtlara katkı sağladığı görülmüştür (Bilandzic ve ark., 2017).

Arı ürünlerinde ağır metal içeriğine yönelik çok farklı içerikli uluslararası çalışma bulunurken benzer çalışmalar Türkiye'de sınırlı sayıdadır. Alana yönelik ve araştırma konusu ile ilgili bazı çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Kahramanmaraş bölgesinde 21 farklı bal örneğinde bakır (Cu), kadmiyum (Cd), manganez (Mn), Demir (Fe), magnezyum (Mg) ve nikel (Ni) düzeyleri atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS) ile belirlemeye çalışan Erbil ve Erdoğan (2004) Cu, Cd, Mn, Fe ve Mg için ortalama değerler sırasıyla 0.01 ppm, 0.32 ppm, 0.03 ppm, 0.36 ppm ve 10.45 ppm olarak belirlerken hiç bir örnekte nikel tespit etmemişlerdir. Araştırma sonuçları, balın çevresel kirlenmelerin varlığını değerlendirmek için yararlı olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Kayseri ve yöresinden toplanan bal örneklerinin kurşun, kadmiyum, çinko, nikel, ve bakır içerikleri ICP-OES cihazı kullanılarak belirlenmeye çalışan Demirezen ve Aksoy (2005) ise Erciyes Dağı'nın farklı bölgelerinden 2003 yılında bal örnekleri toplamışlar ve çalışma sonucunda yörede üretilen balların iyi kalitede olduğunu, buna rağmen tamamen ağır metalden yoksun olmadığını ifade etmişlerdir. Örnekler içerisinde

en yüksek metal konsantrasyonunu yerleşim bölgelerine yakın istasyonlarda ortaya çıkan araştırmada, bal örneklerindeki kadmiyum konsantrasyonunun 0.11 ppm ile 0.18 ppm; bakır konsantrasyonunun 0.15 ppm ile 0.66 ppm; çinko konsantrasyonunun 2.2 ppm ile 11 ppm; nikel konsantrasyonunu 0.2 ppm ile 0.8 ppm ve kurşun konsantrasyonunun ise 0.1 ppm ile 0.85 ppm arasında olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, bal örneklerindeki ağır metal konsantrasyonunun kabul edilebilir sınırlar dahilinde olduğu kararına varılmıştır.

Türkiye'nin farklı bölgelerinden farklı botanik kökenli bal örneklerinde kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), demir (Fe), manganez (Mn), bakır (Cu), nikel (Ni), krom (Cr), Çinko (Zn), alüminyum (Al) ve selenyum (Se) seviyeleri belirlenmesi çalışmasında, kadmiyum (Cd) Türk ballarında en düşük içeriğe sahip element olarak değerlendirilirken demirin (Fe) en bol bulunan element olduğu ifade edilmiştir. Aynı çalışmanın sonuçlarına göre farklı bölgelerden gelen ballardaki iz element konsantrasyonlarının genellikle çevreden bulaşan iz element derecesi ile bağdaşmaktadır (Tuzen ve ark., 2006).

İç Anadolu Bölgesi ve Türkiye'deki çevre bölgelerden toplanan toplam 40 farklı botanik kökenli bal örneğinde 9 elementin (Na, K, Ca, Fe, Cu, Mg, Zn, Mn ve Co) kantitatif analizlerini alev atomik absorpsiyon spektrometresi (FAAS) kullanılarak tespitine çalışan Turhan (2007), örneklerin genel anlamda düşük mineral içeriğe sahip olduğunu, bununla birlikte Kanarya Adaları, İspanya, İtalya ve Çek Cumhuriyeti'nde yürütülen çalışmalara oranla yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Citak ve ark. (2011) tarafından, Trakya Bölgesinden elde edilen ballarda bakır (Cu), manganez (Mn), Çinko (Zn), demir (Fe), kadmiyum (Cd), Kurşun (Pb), krom (Cr), nikel (Ni) ve selenyum (Se) seviyeleri belirlenmiştir. Kirli bölge olarak adlandırılan Keşan bal örneklerinde maksimum iz ve toksik element içeriği sırasıyla Cu, Mn, Zn, Fe, Cd, Pb, Cr, Ni ve Se için 0.46 mg/kg, 0.82 mg/kg, 1.98 mg/kg, 14.0 mg/kg, 9.86 mg/kg, 0.48 mg/kg, 137 mg/kg, 115 mg/kg ve 290 mg/kg olarak belirtilmiştir.

Diğer bir çalışmada ise Şanlıurfa Atatürk Barajı çevresinde farklı köylerden toplanan bal örneklerinde bazı ağır metallerin varlığı belirlenmeye çalışılmış ve örneklerdeki kurşun  $0.349 \pm 0.147$  ppm ve kadmiyum  $0.003 \pm 0.007$  ppm olarak belirlenmiştir. Kurşun ve kadmiyum içeriği açısından köyler arasındaki istatistiksel farklar da anlamlı bulunmamıştır (Temamoğulları ve ark., 2012).

Hatay'ın sanayileşmiş ve sanayileşmemiş şeklinde ayrılan farklı bölgelerinden toplanan turunç ballarında K, Ca, Fe, Cu, Al, Ni, Sn, Pb ve Cd gibi iz ve toksik elementlerin seviyelerini belirlemeye çalışan Yücel ve Sultanoğlu (2012), en fazla bulunan elementleri K, Ca, Na ve Mg olarak belirtilmişler ve ortalama içerikleri sırasıyla 363.5 mg/kg, 256.6 mg/kg, 88.1 mg/kg ve 37.7 mg/kg olarak hesaplamışlardır. İki farklı bölge arasında Fe, Cu, Al, Ni, Sn, Pb, Cd, Co ve Sr düzeylerinde önemli farklılıklar gözlemleyen araştırmacılar mineral içeriklere göre balları sınıflandırmak için kemometrik yöntemler uygulanmışlardır.

Karayollarından uzaklığın arı ürünlerindeki ağır metal birikimine etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada; Tokat-Turhal karayolunun kenarından 4'er km aralıkla 4 farklı aralık oluşturulmuştur. Her istasyonda 9 adet, toplam 36 adet arı kolonisi yerleştirilmiştir. Bu kolonilerden 2009 yılı içerisinde nisan-temmuz aylarında bal, polen, propolis örnekleri alınmıştır. Örneklerde ağır metallerin (kurşun, çinko, bakır, demir, kadmiyum, krom, ve mangan) içerikleri araştırılmış ve karayolundan uzaklığa göre bal örneklerinde çinko, demir, krom ve mangan ortalamaları arasında farklılık bulunmazken bakır, kadmiyum ve kurşun ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Polen örneklerinde ise çinko, demir, kadmiyum, krom ve mangan ortalamaları arasında farklılık bulunamazken kurşun ve bakır ortalamaları istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Propolis örneklerine göre yapılan değerlendirmede de bakır, çinko demir, krom kurşun ve mangan ortalamaları arasında istatistiki farklılık saptanmaz iken kadmiyum ortalamaları aralarında önemli farklılık saptanmıştır. Kadmiyumda en fazla birikimin karayolu kenarında oluşması, diğer metallerde ise en fazla birikimin diğer istasyonlarda görülmesi göz önüne alındığında trafikten dolayı sadece kadmiyum metalinin arı ürünlerinde önemli sayılabilecek düzeyde kirlilik oluşturduğu vurgulanmıştır (Arslan ve Arıkan, 2013).

Türkiye'de Çankırı ilinden toplanan ballarda 29 element analiz edilen çalışmada, Çankırı ballarında kurşun ve kadmiyum konsantrasyonları, daha önce Anadolu balı için bildirilen seviyelere kıyasla düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Belirlenen toksik elementler arasında en bol bulunan element alüminyum olmakla birlikte söz konusu elementin dikkatlice izlenmesi gerektiği vurgulanmıştır (Döker ve ark., 2014).

Matin ve ark. (2016), tarafından 2014 baharında İzmir-Türkiye'de beş farklı sanayi bölgesinden bal arıları, propolis ve çam ağaçlarının yapraklarından örnekler

almış ve söz konusu örnekleri çevrenin metal kirliliğine yönelik biyolojik göstergeler olarak kullanılmıştır. Örneklerde kadmiyum, kurşun, arsenik ve cıva içeren ağır metaller belirlenmiş, sonuçlar yörede propolis örnekleri başta olmak üzere yüksek seviyede ağır metal kirliliğini işaret etmiştir.

Türkiye'nin Güney ve Doğu bölgelerinden toplanan unifloral ve multifloral yedi farklı bitkisel kökenli 71 bal örneğinde 13 elementin (Potasyum, Sodyum, Kalsiyum, Demir, Çinko, Kadmiyum, Bakır, Manganez, Kurşun, Nikel, Krom, Alüminyum ve Selenyum) varlığı endüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre en bol bulunan minerallerin K (1.18-268 ppm), Na (0.57-13.1 ppm), Ca (0.77-2.4 ppm) olduğu belirtilmiştir. Cu en bol eser element iken Pb, Cd, Ni ve Cr ballardaki en düşük ağır metaller olarak ifade edilmiştir (Kılıç Altun ve ark., 2017).



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bal örnekleri

Araştırma için gerekli olan bal örnekleri Van'ın Çatak, Gürpınar, Gevaş ve İpekyolu ilçeleri ile ülke piyasasında önemli bir yeri ve popülerliği olan Bitlis ili Hizan ilçesinden arı yetiştiricilerinden sağlanmıştır. Üretim alanlarının otoyol ve şehir merkezlerinden uzakta olmasına dikkat edilmiştir.

Toplam 19 adet bal örneği etiketlenilip numaralandırılarak ışısız ortamda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Bal örnekleri.

Çizelge 3.1. Bal örneği toplanılan il, ilçe ve köyler

İl	İlçe	Köy	Örnek sayısı
Van	Çatak	Görentaş	1
		Uzuntekne	1
		Kaçit	3
	Gürpınar	Oğuldam	2
		Taşyazı	1
		Merkez	3
		Dağören	1
	Gevaş	Yoldöndü	2
		Barışık	1
		İpekyolu	Erekdağı
Bitlis	Hizan	Akçaköy	3

### 3.1.2. Araç ve gereçler

ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer)

Argon

Mikrodalga Yakma Ünitesi

Steril Bal Saklama Kapları

### 3.1.3. Kimyasal maddeler

Nitrik asit (HNO<sub>3</sub>)

Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Pb için standart çözelti

Ultra saf su

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Bal örneklerinin hazırlaması

Arı ürünlerinin bal hasadı gibi uygulamalardan kaynaklı buluşanlardan etkilenmesi olası bir durumdur. Söz konusu olasılığı ortadan kaldırmak için üreticilerden ballar petekli olarak temin edilmiş, bu pamuklu, boyasız bez eleklerden geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

Analiz aşamasına kadar ışık almayan ortamda ve oda sıcaklığında muhafaza edilen bal örneklerinden ilk olarak yaklaşık 200 mg alınarak üzerlerine 7 ml HNO<sub>3</sub>



(Nitrik asit) ve 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hidrojen peroksit) ilave edilmiştir. Bu örnekler daha sonra mikrodalga yakma ünitesinde hazırlanmış ve üniteye 200 °C’de parçalama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Parçalama işlemi tamamlandıktan sonra soğutulan örnekler, 100 ml hacme kadar saf su ile seyreltilip hazırlanmıştır. Bu konsantrasyonlar daha sonra ICP-MS cihazında okutulmak üzere bekletilmiştir.



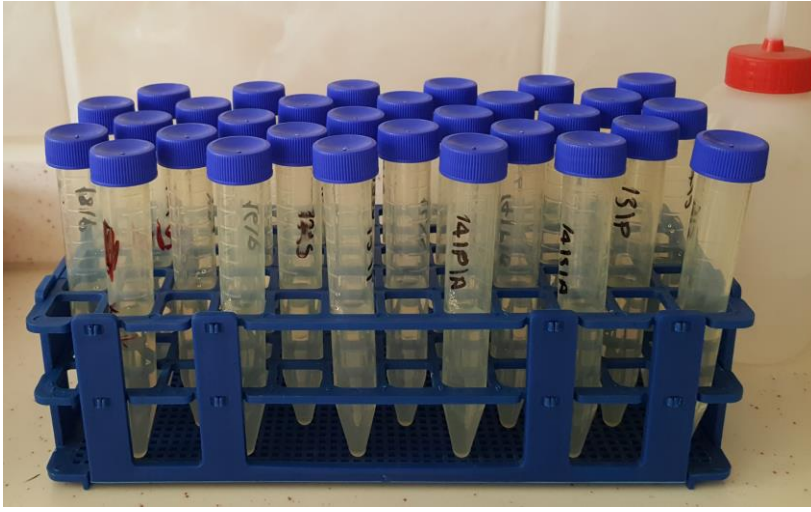
Şekil 3.2. Yakma Ünitesi.

### 3.2.2. İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektroskopisi (ICP-MS) prensibi

İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi eser elementleri analiz etmek için kullanılan çok hassas ve güçlü bir analitik yöntemdir. Bu cihazın prensibi, analiz edilecek numuneye plazma uygulanmasıyla üretilen iyonize veya uyarılmış atomların kütle ve yük oranlarına göre ayrılması ve tanımlanmasıdır. Tüm ICP-MS sistemi beş bölümden oluşan otomatik örnek tanıtımı, indüktif eşleşmiş plazma, arayüz, kütle spektrometresi ve son olarak veri işleme ve gösterme bölümünden oluşmaktadır (Whaley, 2000).

### 3.2.2.1. ICP-MS örnek tanıtımı

ICP-MS sisteminin ilki olan örnek tanıtımıdır/girişidir. Örneklerin cihaza girişi yaygın olarak sıvı şeklindedir. Bu aşamada örnekler peristaltik pompa ile 1 ml'lik bir akış hızında pnömatik nebulizöre zorlanır ve çapraz akışlı nebulizatör, bir gaz içinde sıvı partükülün ince bir süspansiyonu olan bir aerosol yaratır. Buharlaştırmak ve çözücüyu yoğuşma ile ayırmak için ısıtılmış bir borudan argon tarafından taşınan aerosol püskürtme odası adı verilen karıştırma odasına aktarılır (Whaley, 2000).



Şekil 3.3. Okutulacak Sıvı Numuneler.

### 3.2.2.2. Endüktif eşleşmiş plazma (ICP)

Plazma, atomize, iyonize ve periyodik tablodaki elementlerin çoğunu uyarmak için yeterince yüksek sıcaklığa sahip, kısmen iyonize edilmiş bir gazdır. Plazma argonunu üretmek için genellikle helyum veya hava kullanılır. Bu durumda, argon gazı nispeten saf iyonlar veya uyarılmış atomlar üretimi için kullanılır. ICP'de her biri üstte açık olan kuvars tüpler olan üç eş merkezli silika bulunur. Bir radyo frekansı indüksiyon bobininin iki veya üç dönüşü, bu kuvars tüpün üst açıklığının etrafına sarılır. Argon tarafından taşınan aerosol numune merkezi tüpten geçirilir. Yardımcı argon orta tüpten geçirilirken plazma gazı ikinci veya orta tüpten geçirilir. Plazma akışının sarmal şekli en dıştaki kuvars boruyu termal olarak izole etmeyi ve stabiliteyi sağlar. Tesla bobin probundan kıvılcım ile yapılan plazmanın ateşlenmesi, argon gazını iyonize eder. Böylece serbest elektronlar, radyo frekansı alanı tarafından hızlandırılır ve sabit yüksek

plazma sıcaklığını korumak için bobinden yeterince enerji emer. Hızlandırılmış elektronlar, atomlarla çarpışır, enerjilerini tüm gaza aktarır. Dış boru, kuvars torcu aşırı ısınmaya karşı korumak için soğutucu gazdan geçer. Bu iyonlar ve atomlar arayüz aracılığıyla kütle spektrometresine transfer edilir (Whaley, 2000).

### **3.2.2.3. Arayüz**

Sistemin üçüncü bölümü olan arayüz aşamasında, arayüz iyonları aşırı sıcak plazmadan kütle spektrometresine transfer etmenin önemli rolünü oynar. Kütle spektrometresi bu yüksek sıcaklıkta çalışmaz ve iyonları manyetik alan içinde yörüngelerine yönlendiren arka plan gaz molekülleri arasındaki iyonların çarpışmasını önlemek için yüksek vakum gerektirir. Bu nedenle, ICP ve kütle spektrometresi arasında bir arayüz getirilmiştir (Whaley, 2000).

### **3.2.2.4. Kütle spektrometresi (MS)**

İyonlar kütle spektrometresine girdikten sonra, iyonlar kütle/yük oranlarına göre ayrılır.

### **3.2.2.5. Veri işleme ve görüntüleme**

Sistemin son aşamasında detektör, atom bilgilerini veri azaltma ve sistem kontrolüne aktarır ve okuma işlemi gerçekleştirilir.



#### 4. BULGULAR

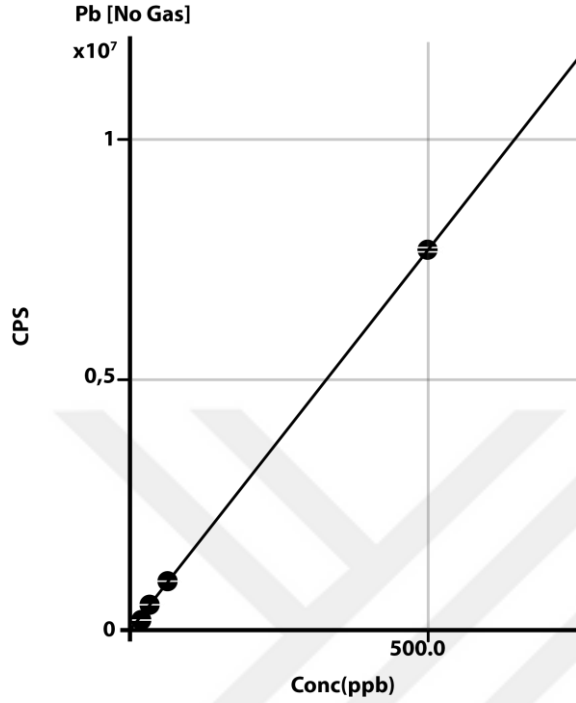
Van'ın Gevaş, Gürpınar, Çatak, İpekyolu ilçeleri ve Bitlis'in Hizan İlçesi'nde arıcılardan toplanan toplam 19 bal örneğinde kurşun (Pb) içeriğine yönelik yürütülen çalışmada, içerikler ICP-MS cihazı kullanılarak belirlenmiş, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1'de sırasıyla gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Bal örneklerinin Pb içerikleri

İl	İlçe	Köy	Örnek no	Pb İçeriği (ppm)	
Van	Çatak	Görentaş	1	0.64	
		Uzuntekne	2	0.52	
			3	0.53	
		Kaçit	4	0.62	
			5	0.95	
	Gürpınar	Oğuldam	6	0.79	
			7	0.53	
		Taşyazı	8	0.46	
			9	0.35	
	Gevaş	Merkez	10	0.45	
			11	0.63	
		Dağören	12	0.15	
		Yoldöndü	13	0.16	
			14	0.42	
		Barışık	15	0.65	
	İpekyolu	Erekdağı	16	0.44	
			17	0.11	
	Bitlis	Hizan	Akçaköy	18	0.24
				19	0.28

Düşük erime noktası ve dayanıklılığı nedeniyle günümüzde geniş bir uygulama alanına sahip olan kuşunun yöre ballarında bulunma durumlarının yer aldığı Çizelge 4.1'den de görülebileceği üzere tüm örneklerde ölçüm değeri mevcuttur. Van ili için dört farklı ilçeden alınan örnekler için toplam yedi adet örnek alınan Gevaş ilçesi 0.40 ppm ortalama ile en az kurşun içeriğine sahip ilçe olarak hesaplanmıştır. Bunu sırasıyla 0.44 ppm ile bir adet örneği bulunan İpekyolu, 0.59 ppm ile üç örnekli Gürpınar ve 0.65 ppm ile de beş adet örnek alınan Çatak ilçesi takip etmiştir.

Toplam üç adet örnek alınan Bitlis ili Hizan ilçesi ise 0.21 ppm ile tüm ilçeler arasında en düşük kurşun içeriğine sahip ilçe olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.1. Pb elementine ait kalibrasyon grafiği.

Tüm örnekler değerlendirmeye alındığında ise çalışma konusu örneklerin kurşun konsantrasyonları ortalaması 0.45 ppm olarak hesaplanmıştır.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yaşamlarını devam ettirmek amacıyla bitkilerden nektar ve polen toplayan, suyu ise çeşitli amaçlarla değerlendiren bal arıları çevreyle sürekli temas halindedirler (Altekin, 2014). Doğada kirliliğine sebep olan atık ve toksik maddeler, özellikle kirleticilere yakın alanlarda bulunan bitkilere ve suya nüfuz ederler. Bu yollarla bal arıları da çevre kirliliğinden etkilenir. Bitki bünyesinde bulunan fazla miktardaki ağır metaller, bal arıları tarafından bitki nektarlarından ürettikleri balların içeriğinde ve kendi vücutlarında ağır metal konsantrasyonlarının artmasına neden olduğu ifade edilmektedir (Demirezen ve Aksoy, 2005 Yücel, 2008). Söz konusu belirlemelere dayanan farklı araştırmacılara göre, çevresel kirliliğin tayininde bal örneklerinin ağır metal içeriklerinden yararlanmak geçerli bir yöntem olarak kabul edilir. Bu amaçla yapılan birçok çalışma, bir yandan çevre kirliliğine ilişkin bilgi derlemede kullanılırken bir yandan da ürünlerin tüketiminde insan sağlığına uygunluğuna ilişkin yorumlamalarda dikkate alınmaktadır.

Gerek sahip olduğu koloni varlığı gerekse arıcılığa elverişli florasıyla ciddi bir arıcılık potansiyelini elinde bulunduran Van, arıcılık ürünleri bakımından önemli bir konumdur. Sıralanan özelliklerin yanı sıra bölgenin özellikle sanayi ve pestisit kaynaklı kirleticilerden uzak olması yöre ballarını ülke piyasasında aranır hale getirmiştir. Araştırma, bu değerlendirmeden hareketle, yörenin otoyol ve şehir merkezlerinden uzak alanlarında üretilen bazı ballarının Pb içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Yöre arıcılarından toplanan ve ICP-MS kullanılarak analiz edilen toplam 19 adet bal örneği için belirlenen Pb içerikleri, gıdalardaki bulaşanlar için maksimum kalıntı limitlerini 1881/2006/EC sayılı Komisyon Tüzüğünde (Anonim, 2019b) düzenleyen AB'nin Pb için belirlediği 0,10 mg/kg' dan yüksek çıkmıştır. Ülke genelinde genel anlamda sağlıklı beslenmenin önemli bir aracı olarak öne çıkan bala yönelik söz konusu bulgu, yörenin sanayi ve bitkisel üretimde kullanılan pestisit kaynaklı kirleticilerinden uzak olduğu düşüncesi ile çelişmektedir.

Türkiye ballarında Pb içeriklerinin belirlenmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Demirezen ve Aksoy (2005), Kayseri yöresi ballarında yapılan ağır

metal tayini çalışmalarında, kurşun konsantrasyonunun 0.1 ppm ile 0.85 ppm arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Söz konusu bulgu araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Aynı yörede Lelebici (2006) tarafından yürütülen farklı bir çalışmada ise yine Kayseri yöre balları için ortalama Pb içerikleri 0.02-1.50 µg/g aralığında ölçülmüştür. Bulgular, Van yöresi ballarına yönelik yürütülen çalışmaya oranla daha düşüktür. Ancak yakın zaman içerisinde aynı yöre yürütülmüş söz konusu iki çalışma arasında gözlenen farklılık da dikkat çekici özelliğe sahiptir.

Türkiye ballarına yönelik diğer bir çalışmada ise Şanlıurfa Atatürk Barajı çevresinden toplanan bal örneklerinde kurşun içerikleri değerlendirmeye alınmış ve içeriklerin 0.000-0.642 ppm aralığında değiştiği belirlenmiştir (Temamoğulları ve ark., 2012). Ortalama değer bakımından Van yöresi ballarına yakın değerlerin hesaplandığı araştırmanın aksine Pehlivan ve Gül (2015) tarafından Ordu, Giresun, Kastamonu, İstanbul, Diyarbakır, Van, Batman, Mardin ve Muğla'dan temin edilen bal örnekleri ile yürütülen çalışmada ortalama Pb içeriği 0.04±0.09 mg/kg şeklinde ifade edilmiştir. Aynı çalışmada Van'ın Başkale ilçesinden alındığı belirtilen ve monofloral (*Onobrychis sp.*) bal örneği olarak nitelendirilen ballarda Pb içeriği <0.001 mg/kg olarak kaydedilmiştir.

Trakya ballarında Pb içeriğini de değerlendirmeye alan benzer içerikli bir çalışmada, ortalama değer 0.48 mg/kg şeklinde hesaplanırken maksimum Pb içeriği 0.95 mg/kg olarak kaydedilmiştir (Çitak ve ark., 2011).

Ülke genelinden toplanan bal örneklerinde Pb içeriğine yönelik belirlemeler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Söz konusu bulgu uluslararası çalışmalar için de geçerlidir.

Bilandzic ve ark. (2011) tarafından Hırvatistan'ın farklı bölgeleri esas alınarak yapılan çalışmada, şehir merkezlerine yakın alanlarda üretilen ballarda Pb içeriği daha yüksek olarak ölçülse de yerleşim alanlarından uzakta üretilen balların da yüksek içeriğe sahip olabileceğine dikkat çekilmiştir. Bunun yanında Van yöresi ballarında gözlenen Pb içeriği oranlarına yakın veya bu oranlardan düşük yada yüksek değere sahip bir çok araştırma bulunmaktadır (Jones, 1986, Leita ve ark., 1996, Çitak ve ark., 2011, Pellerona ve ark., 2012, Temamoğulları ve ark., 2012, Yücel ve Sultanoğlu, 2012, Czipa ve ark., 2014, Kılıç Altun ve Ark., 2017.). Söz konusu bulguların temel olarak çevre kirlenmelerinin yoğunlukları ile ilişkilendirilmesi doğal bir sonuçtur. Ancak çevre



kirleticilerinin yoğun olduğu alanlarda üretilen bal ve polenlerde düşük ağır metal içeriklerinin tespit edildiği araştırmalar yukarıda yer alan ve yaygın olan ifadelerle çelişmektedir.

Finlandiya'da bal, polen ve bal arılarında ağır metal belirlenmesine yönelik 12 farklı bölgede çalışma yürüten Farkhımzadeh ve Lodenius (2000) araştırmalarını kontrol grubu oluşturarak zenginleştirmiş ve sonuçta bütün bölge ürünlerinde metal konsantrasyonlarının kabul edilebilir seviyenin % 10'undan daha az olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada ayrıca bal arılarının yüksek oranda ağır metal bulaşıklılığı ile karşı karşıya kaldığına işaret eden araştırmacılar, balın ağır metal kirliliği için bir biyo gösterge olarak kullanılmasının uygun olmayacağını savunmuşlardır. Bu olgu, çevre kirleticilerinin az olduğu Van yöresi ile bazı ballarında belirlen Pb içerikleri çelişmesini de gündeme getirmektedir.

Roma'da madencilik faaliyetlerinden etkilenen bir bölgenin çevresel durumunu arı ürünleri (bal, polen) ile değerlendirmeye çalışan Ayuso ve Valle (2017), söz konusu bölgeden aldıkları örnekleri kontrol bölgesiyle karşılaştırmış ve iz element düzeylerinde farklılık olmadığını belirlemiş ve balın çevre kirliliği indikatörü olarak kullanışlı olmadığını ifade etmişlerdir. Yine Fransa'da yapılan benzer bir çalışmada, madencilik faaliyetlerinin ardından kalan atıklardaki yüksek seviyelerde ağır metallerle rağmen arı ürünlerinin element kirlenmesinden bağımsız olduğu ortaya çıkmıştır (Losfeld ve ark., 2013)

Farklı olarak şurup beslemesi ile üretilen ballarda, doğadan toplanarak üretilen ballara oranla daha yüksek Pb varlığının tespit edilmesi (Rashed ve Soltan, 2003) ve arı ürünlerine kıyasla bal arısının kendisinin kirleticilerden (Pb) daha fazla etkilenmesi tartışmaya değer konular olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak Van yöre ballarında belirlenen kurşun içerikleri ulusal/uluslararası bazı çalışmalarla benzerlik gösterirken bazı çalışmalardan ise ayrılmaktadır. Bununla birlikte, araştırma kapsamında temin edilen bazı yöre ballarının kurşun içerikleri AB standardının üzerinde bulunmuştur. Ancak kısa mesafeye sahip ve çevre kirliliği az olduğu düşünülen arılıklar arasında bile (Hizan ilçesi balları) gözlenen kurşun içeriği değişimleri, konuya yönelik yeni araştırmaların planlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yürütülecek bu yeni araştırmalarda, örnek sayısının artırılarak balların içeriklerine etki edebilecek arıcılık uygulamalarının dikkate alınması, üretim alanlarında

mevcut çevresel durumdan etkilenmesi muhtemel diğer ekolojik parametreler ile karşılaştırma yoluna gidilmesi, değerlendirmeye alınacak ürünlerin -gezgin arıcılık yapılmaksızın- tamamen kontrollü koşullarda üretilmesi ve bal arılarının kendileri başta olmak üzere diğer arıcılık bileşenlerinin de araştırmaya dahil edilmesi sağlanmalıdır.



## KAYNAKLAR

- Akbari, B., Gharanfoli, F., Khayyat, M. H., Khashyarmanesh, Z., Rezaee, R., Karimi, G., 2012. Determination of heavy metals in different honey brands from Iranian markets. *Food Additives and Contaminants*, **2**: 105–111.
- Altekin, E., 2014. *Çeşitli Bal Örneklerinde Radyoaktivite ve Ağır Metal Analizi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). RTEÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Merkez, Rize.
- Altun, S. K., Dinç, H., Paksoy, N., Temamoğulları, F. K., Savrunlu, M., 2017. Analyses of Mineral Content and Heavy Metal of Honey Samples from South and East Region of Turkey by Using ICP-MS. *International Journal of Analytical Chemistry*, **6391454**: 1-6.
- Alvarez-Ayuso, E., Abad-Valle, P., 2017. Trace element levels in an area impacted by old mining operations and their relationship with beehive products. *Science of the Total Environment*, **600**: 671-678.
- Anonim, 2019a. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1881-20160401&from=EN>. Erişim Tarihi: 08.10.2019
- Anonim, 2019b. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1005&from=EN>. Erişim Tarihi: 08.10.2019
- Baş, L., Demet, Ö., 1992. Çevresel toksikoloji yönünden bazı ağır metaller. *Çevre Dergisi*, **5**: 42-46.
- Arslan, S., Arıkan, A., 2013. Arı Ürünlerindeki Ağır Metal Birikimine Karayollarından Uzaklığın Etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **1**: 90-93.
- Batista, B. L., da Silva, L. R. S., Rocha, B. A., Rodrigues, J. L., Berretta-Silva, A. A., Botanes, T.O., Gomes, V. S. D., Barbose, R. M., Barbose, F., 2012. Multi-element determination in Brazilian honey samples by inductively coupled plasma mass spectrometry and estimation of geographic origin with data mining techniques. *Food Research International*, **49**: 209-215.
- Bella, G. D., Turco, V. L., Potorti, A. G., Bua, G. D., Fede, M. R., Dugo, G., 2015. Geographical discrimination of Italian honey by multi-element analysis with a chemometric approach. *Journal of Food Composition and Analysis*, **44**: 25-35.
- Bilandzic, N., Doki, M., Sedak, M., Kolanovic, B. S., Varenina, I., Koncurat, A., Rudan, N., 2011. Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions. *Food Chemistry*, **128**: 1160-1664.
- Bilandzic, N., Gajger, I. T., Kosanovic, M., Calopek, B., Sedak, M., Kolanovic, B.S., Varenina, I., Luburic, D. B., Varga, I., Dokic, M., 2017. Essential and toxic element concentrations in monofloral honeys from southern Croatia. *Food Chemistry*, **234**: 245-253.
- Bontempo, L., Camin, F., Ziller, L., Perini, M., Nicolini, G., Larcher, R., 2017. Isotopic and elemental composition of selected types of Italian honey. *Measurement*, **98**: 283-289.
- Burucu, V., 2018. *Ürün Raporu Arıcılık*. TEPGE Yayın, 295: 1-30.
- Ceyhan, V., Emir, M., 2016. Türkiye Arıcılığının Mevcut Durumu, Srunları ve Geleceği. *Researchgate*, **1**: 1-68.
- Chua, L. S., Abdul-Rahaman, N., Sarmidi, M. R., Aziz, R., 2012. Multi-elemental composition and physical properties of honey samples from Malaysia. *Food Chemistry*, **135**: 880-887.

- Citak, D., Silici, S., Tuzen, M., Soylak, M., 2012. Determination of toxic and essential elements in sunflower honey from Thrace Region, Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, **47**: 107-113.
- Czipa, N., András, D., Kovács, B., 2015. Determination of essential and toxic elements in Hungarian honeys. *Food Chemistry*, **175**: 536-542.
- Demirezen, D., Aksoy, A., 2005. Determination of heavy metals in bee honey using by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, **18**: 569-575.
- Döker, S., Aydemir, O., Uslu, M., 2014. Evaluation of digestion procedures for trace element analysis of Cankırı, Turkey honey by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Analytical Letters*, **47**: 2080-2094.
- Dündar, Y., Aslan, R. 2005. Yaşamı Kuşatan Ağır Metal Kurşunun Etkileri, *Kocatepe Tıp Dergisi*, **6**: 1-5.
- Erbilir, F., Erdoğan, Ö., 2005. Determination of heavy metals in honey in Kahramanmaraş city, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, **109**: 181-187.
- Erdoğan, Y., Dodoloğlu, A., Zengin, H., 2005. Farklı çevre koşullarının bal kalitesi üzerine etkileri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* **36**: 157-167.
- Erkan, C., Gösterit, A., 2018. The effect of environmental pollutants on honeybees (*Apis mellifera* L.). *International Conference on Environmental Science and Technology (ICOEST)*. 19-23 September 2018, Kiev, 250-254.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/OA>. Erişim Tarihi: 08.10.2019
- Farklızade, K., Lodenius, M., 2000. Heavy metals in Finnish honey, pollen and honey bees. *Apiacta*, **35**: 85-95.
- Fermo, P., Beretta, G., Facino, R. M., Gelmini, F., Piazzalunga, A., 2013. Ionic profile of honey as a potential indicator of botanical origin and global environmental pollution. *Environmental Pollution*, **178**: 173-181.
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997. Kimyasalların yayılımı ve dağılımı, 4. *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizini No:50* (Çağatay Güler, Zakir Çobanoğlu). İlköz matbaası, 975-8088, Ankara. 57.
- Habib, H. M., Fatima T. Al Meqbali, F. T., Kamal, H., Souka, U. D., Ibrahim, W. H., 2014. Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. *Food Chemistry*, **153**: 35-43.
- Jones, K. M., 1986. Honey as an indicator of heavy metal contamination. *Water, Air, and Soil Pollution*, **33**: 179-189.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2019. Metallerin Çevresel Etkileri -I. [http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136\\_4753.pdf](http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf). Erişim Tarihi: 15.06.2019.
- Karadal, F., Yıldırım, Y., 2012. Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. *Erciyes Üniv. Fak. Derg.*, **9**: 197-209.
- Kılıçaltun, S., Dinç, H., Paksoy, N., Temamoğulları, F. K., Savrunlu, M., 2017. Analyses of mineral content and heavy metal of honey samples from South and East Region of Turkey by using ICP-MS. *International Journal of Analytical Chemistry*, **6391454**: 1-6.
- Kujawski, M. W., Namiesnik, J., 2018. Challenges in preparing honey samples for chromatographic determination of contaminants and trace residues. *Trend in Analytical Chemistry*, **9**: 785-793.

- Kump, P., Necemer, M., Snajder, J., 1996. Determination of trace elements in bee honey, pollen and tissue by total reflection and radioisotope X-ray fluorescence spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B*, **51**: 499-507.
- Kurtdede, A., Baydan, E., Yazar, S., Hanedan, B., Başkaya, R., 2009. The Lead Levels in Blood of Pigeons in Ankara, Turkey. *The Indian Veterinary Journal*, **86**: 101-102.
- Laçın, A., 2005. *Kahramanmaraş Bölgesindeki Keçi Sütünde Eser Element Analizi* (yüksek lisans tezi, basılmamış), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Lambert, O., Piroux, M., Puyo, S., Thorin, C., Larhantec, M., Delbac, F., Pouliquen, H., 2012. Bees, honey and pollen as sentinels for lead environmental contamination. *Environmental Pollution*, **170**: 254-259.
- Leblebici, Z., 2006. *Kayseri Yöresinde Bulunan Bazı Bal örneklerinde Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi* (yüksek lisans tezi, basılmış). ERÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Leita, L., Muhlbachova, G., Cesco, S., Barbattini, R., Mondini, C., 1996. Investigation of the use of honey bees and honey bee products to assess heavy metals contamination. *Environmental Monitoring and Assessment*, **43**: 1-9.
- Losfeld, G., Saunier, J., Grison, C., 2014. Minor and trace-elements in apiary products from a historical mining district (Les Malines, France). *Food Chemistry*, **146**: 455-459.
- Matin, G., Kargar, N., Buyukisik, H. B., 2016. Bio-monitoring of cadmium, lead, arsenic and mercury in industrial districts of Izmir, Turkey by using honey bees, propolis and pine treeleaves. *Ecological Engineering*, **90**: 331-335.
- Mohammed, F., Abdulwali, N., Guillaume, D., Bchitou, R., 2017. Element content of Yemeni honeys as a long-time marker to ascertain honey botanical origin and quality. *LWT-Food Science and Technology*, **88**: 43-46.
- Oroian, M., Prisacaru, A., Hretcanu, E. C., Stroe, S. G., Leahu, A., Buculei, A., 2016. Heavy metals profile in honey as a potential indicator of botanical and geographical origin. *International Journal of Food Properties*, **19**: 1825-1836.
- Özcan, M. M., Juhaimi, F. Y. A., 2012. Determination of heavy metals in bee honey with connected and not connected metal wires using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES). *Environ Monit Assess*, **184**: 2373-2375.
- Pehlivan, T., Gül, A., 2015. Determination of heavy metals contents of some monofloral honey produced in Turkey. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, **5**: 42-45.
- Pellerano, R. G., Uñates, M. A., Cantarelli, M. A., Camiña, J. M., Marchevsky, E.J., 2012. Analysis of trace elements in multifloral Argentine honeys and their classification according to provenance. *Food Chemistry*, **134**: 578-582.
- Perugini, M., Manera, M., Grotta, L., Abete, M. C., Tarasco, R., Amorena, M., 2011. Heavy metal (Hg, Cr, Cd, and Pb) contamination in urban areas and wildlife reserves: Honeybees as bioindicators. *Biol Trace Elem Res*, **140**: 170-176.
- Pisani, A., Protano, G., Riccobono, F., 2008. Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy). *Food Chemistry*, **107**: 1553-1560.
- Pohl, P., 2009. Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. *Trends in Analytical Chemistry*, **1**: 117-128.

- Przybylowski, P., Wilczynska, A., 2001. Honey as an environmental marker. *Food Chemistry*, **74**: 289-291.
- Rashed, M. N., Soltan, M. E., 2004. Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. *Journal of Food Composition and Analysis*, **17**: 725-735.
- Ru, O. M., Feng, Q., He, J. Z., 2013. Risk assessment of heavy metals in honey consumed in Zhejiang province, southeastern China. *Food and Chemical Toxicology*, **53**: 256-262.
- Sancak, K., Zan SANCak, A., Aygören, E., 2013. Dünya ve Türkiye'de Arıcılık. *Arıcılık Araştırma Derg.*, **10**:7-13.
- Sıralı, R., 2010. Arıcılığın Türkiye için önemi, *Arıcılık Araştırma Derg.*, **4**:3-4.
- Sönmez, B., 2004. Balın İnsan Sağlığındaki Yeri ve Önemi. *Uludağ Arıcılık Derg.*, **Ağustos**: 127-130.
- Swaileh, K. M., Abdulkhalıq, A., 2013. Analysis of aflatoxins, caffeine, nicotine and heavy metals in Palestinian multifloral honey from different geographic regions. *J Sci Food Agric*, **93**: 2116–2120.
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı 2005. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/12/20051217-9.htm>. Erişim Tarihi: 20.06.2019
- Turhan, K., 2007. Chemical contents and some trace metals of honeys produced in the middle Anatolia region of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **16**: 459-464.
- Temamoğulları, F., Yazar, S., Başkaya, R., 2012. Determination of some heavy metals in honey. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, **28**: 38-40.
- Tuzen, M., Silici, S., Mendil, D., Soylak, M., 2007. Trace element levels in honeys from different regions of Turkey. *Food Chemistry*, **103**: 325-330.
- Vural., H., 1993. Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. *Çevre Dergisi*, **8**: 3-8.
- Yücel, B., 2008. Çevresel sorunların bal arıları üzerine etkisi. *Hasad*, **279**:40-43.
- Yücel, Y., Sultanoğlu, P., 2012. Determination of industrial pollution effects on citrus honeys with chemometric approach. *Food Chemistry*, **135**: 170-178.
- Zandstra, B. H., De Kryger, T. A., 2007. Arsenic and lead residues in carrots from foliar applications of monosodium methanearsonate (MSMA): A comparison between mineral and organic soils, or from soil residues. *Food Addit Contam.*, **24**: 34-42.

## ÖZ GEÇMİŞ

Mersin ilinin Merkez ilçesinde 1990 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini Mersin Halil Akgün İlköğretim okulunda, Lise öğrenimini Mersin Minegünaştı Lisesinde tamamladı. Lisans öğrenimime 2010 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Zootekni Bölümü'nde başlayıp 2014 yılında mezun oldu. 2015 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrencisi olarak başladı.



T.C  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 13/11/2019

Tez Başlığı / Konusu:

Van Yöresinde Üretilen Balların Kurşun (Pb) İçerikleri

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 33 sayfalık kısmına ilişkin, 13 /11/ 2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından TURNİTİN intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezim benzerlik oranı % 19 (Ondokuz) dur.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

  
13.11.2019  
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Yasamin GÜMÜŞTAŞ


Öğrenci No:149101299

Anabilim Dalı: Zootekni Anabilim

Programı: .....

Statüsü: Y. Lisans  Doktora

DANIŞMAN ONAYI  
UYGUNDUR

  
Dr. Öğr. Üyesi  
Cengiz ERKAN

