



**AFYONKARAHİSAR İLİNDEN TOPLANAN
BALLARDA AĞIR METAL VE DİĞER
ELEMENT DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI**
Ömer GÜMÜŞTAŞ

Yüksek Lisans
Danışman: Doç. Dr. Ulaş ACARÖZ

Tez No: 2021-025

Afyonkarahisar

**SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BESİN-GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS**

**AFYONKARAHİSAR İLİNDEN TOPLANAN BALLARDA AĞIR
METAL VE DİĞER ELEMENT DÜZEYLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

**Hazırlayan
Ömer GÜMÜŞTAŞ**

**Danışman
Doç. Dr. Ulaş ACARÖZ**

Tez No: 2021-025

AFYONKARAHİSAR

**Bu tez çalışması; Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Proje Araştırmaları
Koordinasyon Birimi (BAPK) Tarafından Desteklenmiştir. Proje No: "18.SAĞ.BİL.05"**

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda** Ömer GÜMÜŞTAŞ tarafından hazırlanan “**Afyonkarahisar İlinden Toplanan Ballarda Ağır Metal Ve Diğer Element Düzeylerinin Araştırılması** ” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 10/06/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği / ~~oy çokluğu~~** ile **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Doç. Dr. Ulaş ACARÖZ

İmza

Üye

Doç. Dr. Zeki GÜRLER

İmza

Üye

Doç. Dr. Halil YALÇIN

İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... / / tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Esmâ KOZAN

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

...../...../.....

İmza

Ömer GÜMÜŞTAŞ

ÖZET

AFYONKARAHİSAR İLİNDEN TOPLANAN BALLARDA AĞIR METAL VE DİĞER ELEMENT DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bal, özellikle karbonhidratlar olmak üzere aminoasitleri, vitaminleri, fenoller, enzimleri ve mineralleri içeren bir besin maddesidir. Balın bileşimi, nektarlara, botanik kökene, iklime, coğrafik yapıya, bal arısı türlerine, hasata, ambalajlamaya ve depolamaya bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

İçerdiği metal konsantrasyonu ise, ölçüde botanik köken ve coğrafik yapıya bağlıdır. Ağır metallerin neden olduğu çevre kirliliği de dünya genelinde bir problemdir. Arılar kimyasalları vücutlarında ve bunun yanında ürünlerinde de biriktirirler. Bu nedenle bal örneklerinde ağır metal miktarı o bölgedeki metal kirliliği hakkında bilgi verir ve arılar çok önemli biyoindikatörlerdendir.

Bu çalışmada, Afyonkarahisar il merkezi ve bağlı ilçe merkezleri sınırları içerisinde; 19 adet arı konaklama alanında yer alan arıcılardan 40 adet bal numunesi toplanarak metal ve ağır metal düzeyleri belirlendi. Bal örneklerinde ICP/MS/MS ile sodyum (Na), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), krom (Cr), mangan (Mn), demir (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), arsenik (As), civa (Hg), baryum (Ba), kalay (Sn) ve selenyum (Se) yönünden analiz edildi.

Afyonkarahisar'dan toplanan balların ağır metal açısından iyi kalitede olduğu ancak tamamen ağır metalden yoksun olmadığı gözlenmiştir. Bal örneklerindeki ağır metal konsantrasyonunun kabul edilebilir sınırlar dâhilinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ICP-MS, bal, ağır metal, Afyonkarahisar, kirlilik

SUMMARY

INVESTIGATION OF HEAVY METAL AND OTHER ELEMENTS LEVELS PRESENCE IN HONEY COLLECTED FROM AFYONKARAHİSAR

Honey contains amino acids, vitamins, phenols, enzymes and minerals, especially carbohydrates. The composition of honey may vary depending on the nectars, botanical origin, climate, geographic structure, honey bee species, harvest, packaging and storage.

The metal concentration it contains depends largely on the botanical origin and geographic structure. Environmental pollution caused by heavy metals is also a worldwide problem. Bees accumulate chemicals in their bodies as well as in their products. For this reason, the amount of heavy metals in honey samples gives information about metal pollution in that region, and bees are very important bioindicators.

In this study, within the borders of Afyonkarahisar city center and affiliated district centers; metal and heavy metal levels were determined by collecting 40 honey samples from beekeepers in 19 bee accommodation areas by ICP / MS / MS in honey samples in terms of sodium (Na), magnesium (Mg), aluminum (Al), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), chromium (Cr), manganese (Mn), iron (Fe), cobalt (Co), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), lead (Pb), cadmium (Cd), arsenic (As), mercury (Hg), barium (Ba), tin (Sn) and selenium (Se).

It has been observed that the honey collected from Afyonkarahisar is of good quality in terms of heavy metal, but not completely devoid of heavy metal. It was concluded that the heavy metal concentration in the honey samples was within acceptable limits.

Keywords: ICP-MS, honey, heavy metal, Afyonkarahisar, pollution

ÖNSÖZ

Bana bu çalışma boyunca destek veren başta danışman hocam Doç. Dr. Ulaş ACARÖZ olmak üzere Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'ndaki diğer hocalarım Doç. Dr. Zeki Gürler, Doç. Dr. Recep KARA'ya; Biyokimya Anabilim Dalı'ndan Doç. Dr. Damla ARSLAN ACARÖZ'e; yüksek lisans eğitimim boyunca bana destek veren Öğr. Gör. Ali SOYLU'ya; çalışma boyunca desteğini esirgemeyen başta eşim Öznur GÜMÜŞTAŞ ve kızım Gökçe Tolun GÜMÜŞTAŞ olmak üzere tüm aileme; çalışmalarım boyunca her türlü kolaylığı sağlayan Afyonkarahisar İl TOM Şube Müdürlerim M. Ali ALPSAR ve Fatma YAZICIYA'a; iş arkadaşım Veteriner Hekim İsmail Orhan'a; Ziraat Mühendisi Selehattin Kahraman'a; Sınıf Öğretmeni Emre Üner'e, çalışmama katkıda bulunan tüm arkadaşlarıma, meslektaşlarıma ve bu çalışmayı "18.SAĞ.BİL.05" nolu proje ile destekleyen Afyon Kocatepe Üniversitesi' sonsuz teşekkür ederim.

Ömer GÜMÜŞTAŞ

Afyonkarahisar

2021

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	ii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	iii
ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER	x
TABLolar	xi
RESİMLER	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler	2
1.1.1. Geçmişten Günümüze Türkiye’de ve Dünyada Arıcılık	2
1.1.2. Afyonkarahisar İlinde Arıcılık	4
1.1.3. Bal ve Özellikleri	9
1.1.3.1. Balın Fiziksel Özellikleri	11
1.1.3.2. Balın Biyolojik Özellikleri	12
1.1.3.3. Balın Kimyasal Özellikleri	13
1.1.4. Arıcılık Ürünleri	17
1.1.4.1. Bal mumu	18
1.1.4.2. Arı Sütü	18
1.1.4.3. Arı Zehiri	19
1.1.4.4. Propolis	19
1.1.4.5. Polen	20
1.1.5. Balın Sağlık Açısından Önemi	20
1.2. Ağır Metaller ve Çevreye Yayılımı	21
1.2.1. Çevre Kirliliği, Biyoidikatör Canlılar ve Balda Ağır Metal Tayini	24
1.2.2. ICP-MS Spektroskopisi	27
2. MATERYAL VE METOT	28
3. BULGULAR	29
4. TARTIŞMA	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
6. KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	71

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%: Yüzde

Al : Aliminyum

ANOVA: Analysis of Variance (ANOVA)

As : Arsenik

Ba : Baryum

Bkz.: Bakınız

Ca : Kalsiyum

Cd : Kadmiyum

Co : Kobalt

Cr : Krom

Cu : Bakır

f: Frekans.

F: Varyans analizine (ANOVA) ilişkin parametre

Fe : Demir

g : Gram

H₂O₂ : Hidrojen peroksit

Hg : Civa

HNO₃ : Nitrik asit

ICP-MS : Induktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi

K : Potasyum

kg : Kilogram

LOD : Tespit limiti

Mg : Magnezyum

Mn : Manganez

N: Evren büyüklüğü

n: Örneklem büyüklüğü

Na : Sodyum

Ni : Nikel

P : Fosfor

p: Anlamlılık (önemlilik) testine ilişkin olasılık değeri

Pb : Kurşun

ppm : Milyonda bir birim

Se : Selenyum

Sn : Kalay

T.C. : Türkiye Cumhuriyeti

TDK: Türk Dil Kurumu

TGK: Türk Gıda Kodeksi

Zn : Çinko

µg/l : Mikrogram/litre

ŞEKİLLER

Şekil 3. 1. Bal Örneklerinde Sodyum Seviyeleri	29
Şekil 3. 2. Bal Örneklerinde Magnezyum Seviyeleri.....	30
Şekil 3. 3. Bal Örneklerinde Alüminyum Seviyeleri	31
Şekil 3. 4. Bal Örneklerinde Fosfor Seviyeleri	32
Şekil 3. 5. Bal Örneklerinde Potasyum Seviyeleri.....	33
Şekil 3. 6. Bal Örneklerinde Kalsiyum Seviyeleri	34
Şekil 3. 7. Bal Örneklerinde Krom Seviyeleri	35
Şekil 3. 8. Bal Örneklerinde Manganez Seviyeleri.....	36
Şekil 3. 9. Bal Örneklerinde Demir Seviyeleri	37
Şekil 3. 10. Bal Örneklerinde Kobalt Seviyeleri.....	38
Şekil 3. 11. Bal Örneklerinde Nikel Seviyeleri.....	39
Şekil 3. 12. Bal Örneklerinde Bakır Seviyeleri.....	40
Şekil 3. 13. Bal Örneklerinde Çinko Seviyeleri.....	41
Şekil 3. 14. Bal Örneklerinde Arsenik Seviyeleri.....	42
Şekil 3. 15. Bal Örneklerinde Selenyum Seviyeleri.....	43
Şekil 3. 16. Bal Örneklerinde Kadmiyum Seviyeleri.....	44
Şekil 3. 17. Bal Örneklerinde Kalay Seviyeleri	45
Şekil 3. 18. Bal Örneklerinde Baryum Seviyeleri.....	46
Şekil 3. 19. Bal Örneklerinde Civa Seviyeleri	47
Şekil 3. 20. Bal Örneklerinde Kurşun Seviyeleri.....	48

TABLULAR

Tablo 1. 1. Ülkelere Göre Arıcılık	3
Tablo 1. 2. Afyonkarahisar ili Arı Konaklama Kapasiteleri	6
Tablo 1. 3. Afyonkarahisar 2018 Yılı Arıcılık Verileri	8
Tablo 1. 4. Afyonkarahisar 2016 Yılı İşletme Genel İl Raporu	9
Tablo 1. 5. Çiçek ve salgı ballarının bileşenleri	14
Tablo 1. 6. Baldaki Mineral Maddeler	16
Tablo 1. 7. Ekosisteme Dahil Olan Toksik Ağır Metallerin Kaynakları	23
Tablo 3. 1. Bal Örneklerinde Sodyum Seviyeleri (ppm)	29
Tablo 3. 2. Bal Örneklerinde Magnezyum Seviyeleri (ppm)	30
Tablo 3. 3. Bal Örneklerinde Alüminyum Seviyeleri (ppm)	31
Tablo 3. 4. Bal Örneklerinde Fosfor Seviyeleri (ppm)	32
Tablo 3. 5. Bal Örneklerinde Potasyum Seviyeleri (ppm)	33
Tablo 3. 6. Bal Örneklerinde Kalsiyum Seviyeleri (ppm)	34
Tablo 3. 7. Bal Örneklerinde Krom Seviyeleri (ppb)	35
Tablo 3. 8. Bal Örneklerinde Manganez Seviyeleri (ppb)	36
Tablo 3. 9. Bal Örneklerinde Demir Seviyeleri (ppm)	37
Tablo 3. 10. Bal Örneklerinde Kobalt Seviyeleri (ppb)	38
Tablo 3. 11. Bal Örneklerinde Nikel Seviyeleri (ppb)	39
Tablo 3. 12. Bal Örneklerinde Bakır Seviyeleri (ppb)	40
Tablo 3. 13. Bal Örneklerinde Çinko Seviyeleri (ppb)	41
Tablo 3. 14. Bal Örneklerinde Arsenik Seviyeleri (ppb)	42
Tablo 3. 15. Bal Örneklerinde Selenyum Seviyeleri (ppb)	43
Tablo 3. 16. Bal Örneklerinde Kadmiyum Seviyeleri (ppb)	44
Tablo 3. 17. Bal Örneklerinde Kalay Seviyeleri (ppb)	45
Tablo 3. 18. Bal Örneklerinde Baryum Seviyeleri (ppb)	46
Tablo 3. 19. Bal Örneklerinde Civa Seviyeleri (ppb)	47
Tablo 3. 20. Bal Örneklerinde Kurşun Seviyeleri (ppb)	48
Tablo 3. 21. Bal Örneklerinde Minimum Maksimum element düzeyleri (ppm)	49
Tablo 3. 22. Bal Örneklerinde element düzeyleri	50
Tablo 3. 23. Bal Örneklerinde element düzeyleri	51

Tablo 4. 1. Dünyada Yapılan Bazı Çalışmalar (ppm).....	57
Tablo 4. 2. Türkiyede Yapılan Bazı Çalışmalar (ppm).....	58
Tablo 4. 3. Türkiyede ve Dünyada Yapılan Bazı Çalışmalar(ppm).....	59



RESİMLER

Resim 1. 1. Afyonkarahisar İli Arı Konaklama Haritası..... 5



1. GİRİŞ

Çağımızın en önemli sorunlarından olan çevre kirliliği gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde gerek sanayileşmenin artması, gerek kontrolsüz yapılaşma gibi nedenlerden dolayı çevre kirliliği de büyük sorun teşkil etmektedir. Çevre kirliliği ise doğrudan ya da dolaylı olarak o bölgedeki, hatta ülkedeki canlıları ve insanların sağlığını etkilemektedir (Deniz, 2009; Xu vd., 2018).

Özellikle son yıllarda çevre kirliliğine duyarlılığın artması ile birçok araştırmacı, kurum ve kuruluş çevre kirliliği ile mücadele etmek ve kontrol altına alabilmek için araştırmalar yapmaktadır. Bu araştırmalarında çevre kirliliğine neden olan maddelere karşı farklı hassasiyetleri bulunan ve bu maddeleri bünyelerinde belli bir süre muhafaza eden ve biyoindikatör adı verilen canlılar üzerinde durmuşlardır. Hava, toprak ve suyun kirlilik oranlarının belirlenmesinde bu canlılardan faydalanılmaktadır (Yılmaz, 1996; ; Bargańska vd., 2016).

Bal, yapısında bulunan sakkaroz ve nektarın arılar tarafından değiştirilerek petek dediğimiz özel depolama alanlarında depolanması ile elde edilmektedir (Genç ve Dadoloğlu, 2002). Daha açık şekliyle; nektarın çiçek özlerinin veya tomurcuklanan meyvelerin meyve tomurcuklarından bal arıları tarafından toplanarak midelerinde invertaz enzimi etkinliğinde birtakım kimyasal değişimlere uğramasıyla meydana gelir. Toplanan nektarlardaki sakkaroz invertaz enzimi ile glukoz ve fruktoz gibi şekerlere dönüştürülür, bu şekerlerin fermente olmasını engel olacak şekilde su uçurulur. Suyu uçurulan bu madde bal peteğindeki hücrelere doldurulur. Bal mumu ile sırlanan ve arılar tarafından özel bir havalandırmaya tabi tutulrak bala has tat ve kokusunun oluşması sağlanmış olur (Anonim, 1990).

Yapılan çalışmalarda çevre kirliliğinin takibinde bal arılarının iyi bir biyoindikatör olabileceği öngörülmüştür. Bunun nedeni arıların ürettikleri balın eser elementleri, düşük seviyelerde bile bünyelerinde bulundurmasıdır. Arılara besleme yolu ile uranyum verilmiş, balda düşük çıkan uranyum miktarı arılarda ise daha

yüksek seviyede saptanmıştır. Balda ağır metal içeriği ise araştırmacılar tarafından bir çok araştırmada ortaya konmuştur (Yılmaz, 1996; Şerifoğlu, 1993).

Ülkemizde ve dünyada sevilerek tüketilen bir besin maddesi olan bal, aynı zamanda şifa kaynağı olarak görülse de istenmeyen maddelerin bal içeriğinde yer alması ile insan sağlığını tehdit eden bir besine dönüşebilir. Yaptığımız bu çalışmada ise sanayileşmenin hız kazandığı Afyonkarahisar ilinde üretilen yada konar göçer arıcılık ile Afyonkarahisar’da konaklayan arılardan elde edilen ballarda çevre kirliliğinden, üretim hatalarından veya diğer nedenlerden kaynaklanan ağır metal kirlenmesine maruz kalıp kalmadığı ortaya konmaya çalışılmıştır.

1.1. Genel Bilgiler

1.1.1. Geçmişten Günümüze Türkiye’de ve Dünyada Arıcılık

İnsanlığın varoluşunun ilk zamanlarında doğada kendiliğinden doğal alanlarda oluşan kaya ya da ağaç boşluklarında yerleşen oğulların ürettikleri balların ilk insanlar tarafından kullanıldığı çeşitli kalıntı, fosiller ve mağara resimleri ile desteklenmektedir. Bu bilgiler arıcılığın M.Ö. 7000’li yıllara dayandığını doğrular niteliktedir (Anonim,2004; Kayral, 2002).

Yine balın iyileştirici özelliklerinden M.Ö. 3000’li yıllara varan zamanlarda faydalandığını ortaya koyan birçok kaynak da mevcuttur (Karaman vd., 2016).

52 milyon arı kolonisinin bulunduğu günümüz dünyasında, arıcılık önemli bir tarımsal etkinlik alanına sahiptir. Arıcılık faaliyetinde Afrika, Avrupa ve Asya kıtaları başı çekmektedir. Amerika ve Avusturalya kıtalarında bu alanda daha az faaliyet gösterilmekle birlikte verim bakımından ilk sırayı Avusturalya alırken bunu Amerika kıtası izlemektedir. Buradan yola çıkarak Amerika ve Avusturalya kıtalarında arı yoğunluğunun az olmasına rağmen verim oranı bakımından; arı yoğunluğu yüksek olan Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarının önünde yer aldığı görülmektedir (Tutkun, 2000).

Türkiye’nin 4 milyon koloni ile 3. sırada yer aldığı Dünya sıralamasında, 6,4 milyon ile Çin birinci sırada yer almakta ve 5,2 milyon koloni ile Etiyopya izlemektedir.

Yıllık bal üretiminde ise Türkiye dünyada dördüncü sırada yer alırken ilk üç sırayı sırası ile Çin, Amerika ve Arjantin almaktadır (Tablo 1.1. Tutkun, 2000).

Tablo 1. 1. Ülkelere Göre Arıcılık (Tutkun, 2000)

Sıra	Ülke	Koloni Sayısı (adet)	Kg/koloni	Sıra	Ülke	Bal Üretimi (ton)
1	Çin	6.390.000	33,14	1	Çin	211.791
2	Etiyopya	5.200.000	6,00	2	ABD	87.270
3	Türkiye	3.964.768	15,97	3	Arjantin	70.000
4	Arjantin	2.766.890	25,29	4	Türkiye	63.319
5	ABD	2.579.000	33,83	5	Ukrayna	55.305
6	Tanzanya	2.450.000	10,00	6	Meksika	53.681
7	Kenya	2.450.000	10,00	7	Hindistan	51.000
8	Meksika	2.000.000	26,84	8	Rusya Fed.	48.000
9	Almanya	2.000.000	6,10	9	Etiyopya	31.200
10	İspanya	1.700.000	16,47	10	Kanada	30.021
11	Polonya	1.500.000	6,04	11	Fransa	28.000
12	Orta Afr. Cum.	1.340.000	7,83	12	İspanya	28.000
13	Yunanistan	1.200.000	11,40	13	Avustralya	25.925
14	İran	1.180.000	7,00	14	Kenya	24.500
15	Fransa	1.115.000	25,11	15	Tanzanya	24.500
	Dünya	52.408.690	21,48		Dünya	1.126.015

Dünyada gerek arılı kovan varlığı olsun gerekse yıllık bal üretiminde önemli bir yere sahip olan Türkiye de arıcılık çok eski zamanlardan günümüze kadar gelenek olarak gelmektedir. Bal üretimi ve arılı kovan sayısına oranla kovan başına düşen bal üretiminin düşük olduğu Türkiye’de kovan başı 16-20 kg bal üretimi ile dünya ortalamasının gerisindedir. Bal ticareti konusunda da %1,87 pay ile dünyada 10. sırada yer almaktadır (Genç ve Dadoloğlu, 2002).

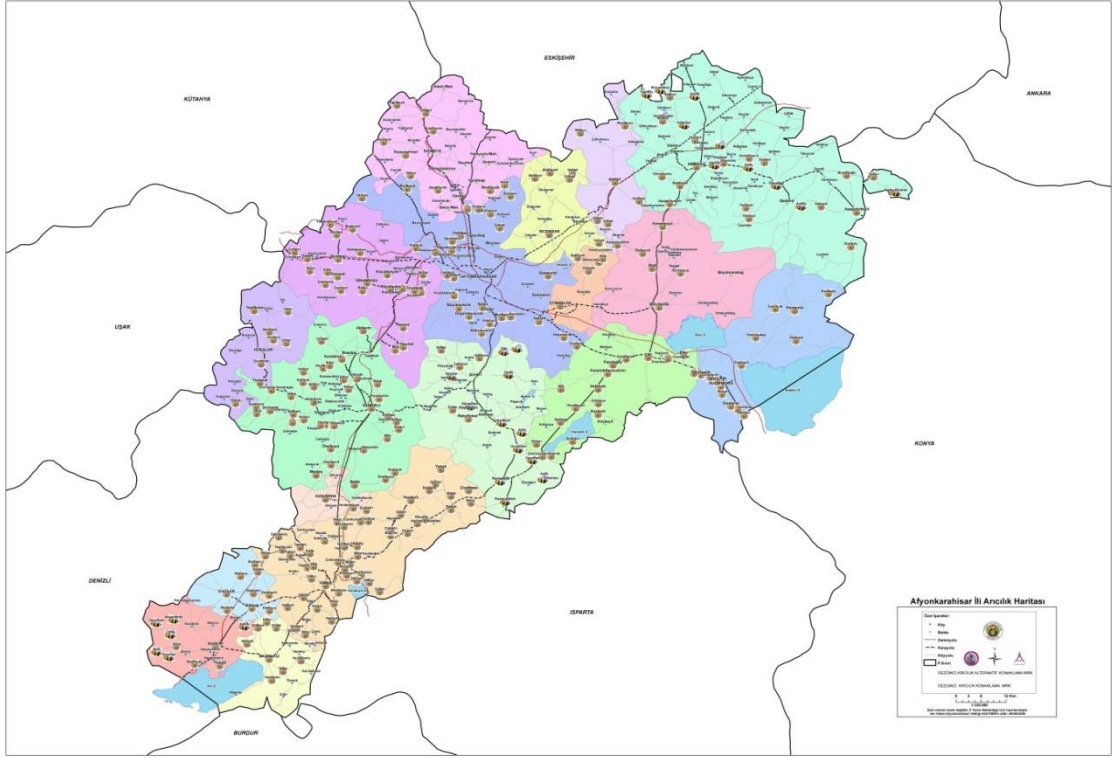
Türkiye dünya bal ticaretinde %1,87’lik bir paya sahip olsa da, sınır ülkeleri ile ticaretin açık olması ile ülkeye giren ithal ballar insanların tüketimine sunulmaktadır (Akyüz, 1997). Türkiye’de dört mevsimin yaşanması, geniş ve zengin bitki örtüsüne sahip olması arı kolonilerinin varlığı için iyi bir potansiyele sahip

olduğunu gösterirken; arıcılığı ise önemli bir tarımsal faaliyet alanına dönüştürmektedir (Boluktepe ve Yılmaz, 2008; Parlakay vd., 2008). Yine Türkiye sahip olduğu zengin bitki örtüsü sayesinde arıların bal üretimi için ihtiyaç duyduğu floranın %75'ini karşılayabilecek yeterliliktedir (Sancak vd., 2013).

1.1.2. Afyonkarahisar İlinde Arıcılık

Afyonkarahisar ilinin Emirdağları, Sultandağları, Tınaztepe ve Kocatepe gibi yüksek dağları, geniş ovaları ve yaylaları mevcuttur. Afyonkarahisar İlinde yüksek yaylalarda, toprağı verimsiz kasabalarda ve köy teknik arıcılık yapılmaktadır. Afyonkarahisar ilinin bitki örtüsü, flora ürün deseni, ve çiçeklenme mevsimi olarak geniş bir yelpazeye sahiptir. Baharda nektar ve polen bakımından büyük potansiyele sahiptir. Genel olarak bitkilerin çiçeklenme zamanı 15 Nisan-25 Ağustos tarihleri arasında olup florada bulunan bitki eşitleri; söğüt, akasya, meşe, kiraz, armut, vişne, erik, korunga, yonca, haşhaş, adi fiğ, ayçiçeği, Macar fiği, adaçayı, kekik, kangal dikenini, geven, deve dikenini, sığırkuyruğu gibi zengin polen ve nektar kaynaklarına sahiptir (Anonim, 2020).

Resim 1. 1. Afyonkarahisar İli Arı Konaklama Haritası (Anonim, 2020)



Afyonkarahisar ilinin bitki çeşitliliği iklim ve flora durumuna göre değişmekle beraber 2018 verilerine göre besleyebileceği arılı kovan sayısı 65000 adettir. Afyonkarahisar ilinin kayıtlı bizzat arıcılıkla geçimini sağlayan arıcı sayısı 304 adet, toplam arılı kovan sayısı 22709 adet, Ortalama yıllık balmumu üretimi 14 ton, Ortalama yıllık bal üretimi 294 ton ve kovan başına ortalama yıllık bal verimi 13,5 kg'dır. Arıcıları ekseriyetle gezginci arıcılık yapmaktadırlar. Türkiye'nin farklı illerinden kolonilerini güçlendirmek ve sezonuna güçlü olarak girmek isteyen arıcılar gezginci arıcı olarak kovanlarını Afyonkarahisar'a getirmektedir. Ağustostan mart sonuna kadar çam balı üretmek ve aynı zamanda kışlatmak maksadıyla Aydın, Muğla, Tekirdağ, Edirne, Antalya illerine gitmektedirler Bu illerden de Afyonkarahisar iline birçok gezginci arıcılar baharda; bölgeyi polen kaynakları bakımından zengin olmasından, aynı zaman da arılarını üretmek ve konaklamak amacıyla Afyonkarahisar ilini yoğun şekilde tercih etmektedirler (Karahan vd., 2019; Anonim, 2020).

Tablo 1. 2. Afyonkarahisar ili Arı Konaklama Kapasiteleri (Anonim, 2020)

İLÇE	KOVAN KAPASİTESİ (ADET)		TOPLAM KOVAN KAPASİTESİ
	SABİT	GEZGİNCİ	
MERKEZ	400	28200	28600
BAŞMAKÇI	235	12815	13050
BAYAT	1200	12450	13650
BOLVADİN	20450	24700	45150
ÇAY	0	23400	23400
ÇOBANLAR	0	1700	1700
DAZKIRI	170	8760	8930
DİNAR	4078	31849	35927
EMİRDAĞ	1360	18030	19390
EVCİLER	0	9587	9587
HOCALAR	270	4180	4450
İHSANİYE	0	4960	4960
İSCEHİSAR	0	6780	6780
KIZILÖREN	0	5100	5100
SANDIKLI	2220	33100	35320
SİNANPAŞA	0	40295	40295
SULTANDAĞI	15250	29750	45000
ŞUHUT	0	29577	29577
İL GENEL TOPLAMI	45633	325383	371016

Afyonkarahisar İlinde Kafkas melezi, Muğla melezi, İtalyan ve yerli Anadolu arısı bulunmaktadır. Kovan tipi genellikle Gezginci Arıcılığa uygun olduğu için modern çerçeveli Langstrot tipi kovanlar kullanılmaktadır. Az sayıda sabit arıcılıkta çeşitli ilkel kovanlarda kullanılmaktadır (Anonim, 2020).

Afyonkarahisar'daki bal ormanlarının mevcut durumuyla bal üretimi ve arıcılık açısından ekonomik önemi yoktur. Fakat koruma ve bakım koşulları iyi olduğu takdirde ve dikilen ağaçlar gelişirse 8-10 yıl sonra nektar ve salgı açısından

ekonomik değer kazanabilir. Bitki örtüsü yönüyle yoğunluk olarak 40-50 cm boylarında 5-6 yaşlarında akasya kızılçam ve sedir türlerinin dikili olduğu ve gelişimlerinin normal olduğu çam fidanlarının sıra aralarındaki arklarda kekik, zerdali, sığır kuyruğu, kangal, geven, deve diken, karahindiba, yabani fiğ, gibi ballı bitkiler bulunmaktadır. Bal ormanlarının çevresi hali hazırda bazıları tel çitlerle çevrili durumdadır. (Anonim, 2020).

Ayrıca Tarım ve Köy İşleri Bakanlığınca 19/12/2001 tarih ve 24615 sayılı resmi gazetede yayınlanarak uygulamaya konulan “İslah amaçlı Yetiştirici Birliklerinin Kurulması ve Hizmetleri Hakkındaki Yönetmelik” esaslarına istinaden 01/09/2003 tarihinde Afyonkarahisar İl Tarım Müdürlüğü tarafından Afyonkarahisar İli Arı Yetiştiricileri Birliği'nin kurulmasına izin verilmiştir. Birliğin merkezi Afyonkarahisar'dır. Afyonkarahisar Ticaret sicil Memurluğunun 8716 sicil sayılı numarasıyla Afyonkarahisar İli Arı Yetiştiricileri Birliği resmen kurulmuş ve faaliyeti 25/09/2003 tarih ve 5893 sayılı Türkiye Ticaret Sicil Gazetesinde yayınlanmıştır. Amaç ve Çalışma Konuları: Birlik üyeleri arasında koordinasyonu sağlayarak üstün verimli arıların yetiştirilmesi için, gerek yurt içinde yetiştirilen, gerek yurt dışından ithal edilen ve gerekse yerli ırkların genetik potansiyellerinin geliştirilmesi verimlerinin artırılması, bunların damızlık ana arı kayıtlarının tutulması, arıcıların faaliyetlerinde yardımcı olunması, arıcılık teknik uygulamaları yapmakta önderlik yapılması, arılarla ilgili sağlık hizmetlerinin yürütülmesi ve sigorta işlemlerinin yapılması, üyelerinin eğitimlerinin sağlanması, üyeler arasında yarışmaların düzenlenmesi, ihtiyaçların temini ve tedariki ile üretimin yurt içi ve dışına pazarlanması, ürünlerin değerlendirilmesi için gerekli tesislerin kurulması ve işletilmesi gibi hususlar ile Merkez Birliğinin Planlayacağı her türlü arı yetiştiriciliği çalışmalarını yapmak için hizmet verir. Birlik üye sayısı 104'tür ve üye kayıtları devam etmektedir (Anonim, 2020).

Tablo 1. 3.Afyonkarahisar 2018 Yılı Arıcılık Verileri (Anonim, 2020)

ARI ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ BİLGİ FORMU							
İl	İlçe	Toplam Aktif Arılı Kovan Sayısı	Yıllık Toplam Üretim (Kg)				
			Bal	Polen	Balmumu	Arıütü	Propolis
Afyon	Başmakçı	592	10656		266		
Afyon	Bayat	140	2520		63		
Afyon	Bolvadin	1.178	21204		530		
Afyon	Çay	1.604	28872		722		
Afyon	Dazkırı	275	4950		123		
Afyon	Dinar	5.143	92574		2315		
Afyon	Emirdağ	3.189	57402		1435		
Afyon	Hocalar	350	6300		157		
Afyon	İhsaniye	541	9738		243		
Afyon	İscehisar	35	630		15		
Afyon	Kızılören	312	5616		140		
Afyon	Merkez	14.481	260658		6516		
Afyon	Sandıklı	1.347	24246		606		
Afyon	Sinanpaşa	10.428	187704		4692		
Afyon	Sultandağı	5.791	104238		2606		
Afyon	Şuhut	4.186	75348		1884		

Tablo 1. 4. Afyonkarahisar 2016 Yılı İşletme Genel İl Raporu (Anonim, 2020)

Şehir	İlçe	İşletme Sayısı	Pasif Koloni Sayısı	Aktif Koloni Sayısı	Toplam
AFYONKARAHİSAR	BAŞMAKÇI	3	255	429	684
AFYONKARAHİSAR	BAYAT	2	102	228	330
AFYONKARAHİSAR	BOLVADİN	12	558	1130	1688
AFYONKARAHİSAR	ÇAY	16	1199	1643	2842
AFYONKARAHİSAR	DAZKIRI	1	53	97	150
AFYONKARAHİSAR	DİNAR	35	1007	5203	6210
AFYONKARAHİSAR	EMİRDAĞ	20	187	2903	3090
AFYONKARAHİSAR	HOCALAR	1	45	450	495
AFYONKARAHİSAR	İHSANİYE	5	80	320	400
AFYONKARAHİSAR	KIZILÖREN	4	59	410	469
AFYONKARAHİSAR	MERKEZ	84	4392	13721	18113
AFYONKARAHİSAR	SANDIKLI	18	471	2396	2867
AFYONKARAHİSAR	SİNANPAŞA	49	2887	9264	12151
AFYONKARAHİSAR	SULTANDAĞI	56	3434	5964	9398
AFYONKARAHİSAR	ŞUHUT	28	1802	4394	6196
TOPLAM:		334	16531	48552	65083

1.1.3. Bal ve Özellikleri

Ürettiği birçok ürün ile insan hayatına ve tarımsal üretime büyük katkıları olan bal arısı yetiştiriciliği çok uzun yıllardan beri dünyada yapıla gelmektedir. Bal arısının, ülkemizde ise yetiştiriciliği M.Ö. 1300'lü yıllara dayanmaktadır. Ülkemiz coğrafyasında ise iklim ve çevre koşullarının etkisi ile bir çok farklı arı ırkı ve değişik ekolojilere adapte olmuş ekotipler ortaya çıkmıştır. Bu ırklardan başta Anadolu Irkı (A. Mellifera Anatolica) olmak üzere; Kafkas Irkı (A. Mellifera Caucasicca), Suriye Irkı (A. Mellifera Syriaca), İran Irkı (A. Mellifera meda) yaygın olarak bulunmaktadır (Adam, 1983; Ruttner, 1988).

Bir arı ürünü olan bal çok eski zamanlardan beri insanlar için besin ve sağlık maddesi olarak kullanıla gelse de, yakın zamanlarda yapılan araştırmalar bal ile birlikte ortaya çıkan arı ürünleri; polen, arı sütü, arı zehri ve propolisin önemini de

ortaya koymaktadır. Bal ile birlikte bu ürünlerinde giderek önemi ve insanlar arasında tüketimi artmaktadır. Ballar ise genellikle üretim biçimine göre petekli ve süzme olarak kategorize edilirken, temin edildiği kaynak biçimine göre salgı balı ve çiçek balı olarak sınıflandırılabilir (Anonim, 2019a).

Bal, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde; bitkide oluşan nektarın yine bitkide canlı bölümlerinin oluşturduğu salgıların, bitki üzerinde bitkiyi emen böceklerin salgılarının bal arıları tarafından toplanarak bal arısının kendine has maddeler ile birleştirerek değişiklik yaptığı, su oranını azaltarak petek adı verilen yapılarda biriktirerek olgunlaştırdığı doğal bir ürün olarak tanımlanır (Anonim, 2019).

Balın uluslararası gıda mevzuatına göre tanımı ise, çiçeklerin öz sularının ya da bitkilerin canlı bölümlerinden ortaya çıkan salgıların bal arıları tarafından toplanarak yine bu arılar tarafından özel maddeler ile birleştirildikten ve bazı değişikliklere uğratıldıktan sonra petekte depolanan tatlı maddeye bal denir (Anonim, 2005; Otero ve Bernolo, 2020).

İnsanların beslenmesinde önemli bir yere sahip olan bal; genel olarak yüksek miktarda glikoz ve fruktoz içermektedir (Naskali ve Altun, 2013). Yine genel olarak bal %25 su ve % 0,25 kül içerirken, sakkaroz miktarı %8'i geçmemektedir (White vd., 1961).

Bunun yanında bal insan beslenmesi ve sağlığı açısından bünyesinde birçok bileşen barındırırken bu bileşenler balın üretildiği iklim coğrafya bitki örtüsü gibi birçok faktörden dolayı farklılıklar gösterebilmektedir (Otero ve Bernolo, 2020).

1.1.3.1. Balın Fiziksel Özellikleri

Balın fiziksel yapısını renk, viskozite, elektriksel iletkenlik, özgül ağırlık ve yoğunluk kristalleşmesi ve higroskopik özelliği oluşturmaktadır. Yoğun bir kıvamına sahip olan balların akışkanlığı az olur ve viskozitesi yüksek olarak değerlendirilir. Bu durum bal içerisindeki şekerin yoğunluğundan ve su miktarından ileri gelmektedir. Balın sahip olduğu yoğunluk ve özgül ağırlık ortam sıcaklığı, sahip olduğu nem ve şeker oranına göre değişiklik gösterebilmektedir (Bilgen Çınar, 2010; Ratiu vd., 2020).

Bu şekilde viskozitesi yüksek balların akışkanlığı arttırmak için ısı işlemi uygulanmaktadır (Şahin, 2009). Ballar ile yapılan aktarma işlemlerinde (petekten balı süzme, yabancı cisim ve hava kabarcıklarının arındırılması) viskozite önemlidir. Ayrıca higroskopik özellikte olan bal bu özelliği sayesinde havadan nem kapabilmektedir. Genellikle salgı ballarındaki nem oranı ortalaması %16,3 olurken, bu çiçek ise ortalama %17,2'ye çıkabilmektedir (Dağoroğlu, 1999).

Balın rengi ise kendini oluşturan maddelerin çok çeşitli ve fazla olmasından dolayı geniş bir skala da değişmektedir (Lee, 1991). Bu renk balın kendini oluşturan maddelerin elde edildiği bitkiye göre su renginden kahverenginin tonları arasında değişebilmektedir. Bununla birlikte koyu rengin artışı bal içerisindeki mineral madde içeriğinin fazlalığından kaynaklanmaktadır (Şahinler vd., 2009; Karadal ve Yıldırım, 2012).

Bir balda kül oranı artışı ile elektriksel iletkenlik aynı doğrultuda artmaktadır. Bu nedenle salgı balına nazaran daha az kül içeren çiçek balının iletkenliği salgı balına göre daha azdır (Bilgen Çınar, 2010). Örneğin %0,5 daha yüksek kül oranına sahip olan salgı balının elektriksel iletkenliği $0,8^{-1}$ mS/cm dir (Anonim, 2005a).

Balın bulunduğu ortamın ısısı, yapısında yer alan maddeler ve viskozitesi kristalize olmasında rol oynayan etkenlerdir. Zaten sakkaroz ve glikoz/fruktoz

monosakkaritleri nedeni ile yoğun bir yapıya sahiptir (Mutlu vd., 2017). İçindeki glikozun kristalleşmesi ile balda şekerleme meydana gelir. Meydana gelen bu kristalleşme olayının başlama zamanı glikoz-su ve glikoz-fruktoz oranına göre değişebilmektedir. 1,7'nin altında glikoz-su oranına sahip bir balda bu süre uzarken, bu oranın 2'den büyük olması kristalleşme zamanı kısaltmaktadır. 1,33 ten yüksek bir fruktoz/glikoz oranına sahip bir balda kristalleşme zamanı uzarken 1,1 altındaki oranlarda ise bu süre kısalmaktadır (Akyol vd., 2016a).

Kristalize olmuş bir bal dolmuştur ve paketleme esnasında problem yaratırken aynı zamanda tüketici üzerindeki albenisini etkilemektedir (Mutlu vd., 2017). Diğer bir olumsuz tarafı ise kristalleşen bir balda glikoz oranının azalması mayaların artışına neden olarak balda fermantasyona sebebiyet verir (Ateş, 2014). Kristalize balların kristalizasyonunu önlemek için benmari uygulanması bal içindeki aromatik yağ asitlerinin zarar görmesine neden olabilir (Pehlivan, 2015). Bu sebeplerden dolayı baldaki su miktarının %15-%18 olması gerekirken bu oran ise dünyada %20'nin altında olması gerekmektedir (Doğan, 2013).

Balın diğer bir fiziksel özelliği ise havada bulunan nemi çekebilmesidir. Bunun nedeni ise yoğun bir çözelti olmasıdır. Bu özelliği higroskopik olarak da adlandırabiliriz ve bu nem çekme işlemi havadaki ve baldaki nem oranı eşitleninceye kadar sürmektedir (Korkmaz, 2013). Balın sahip olduğu orijinal yapısının bozulmaz sürecini uzatmak için balı açık ortamlarda bulunmasını engel olmalıyız (Akyol vd., 2016b).

1.1.3.2. Balın Biyolojik Özellikleri

Balın sahip olduğu tat veya koku balın oluşması için kullanılan bitki özlerinin ait olduğu bitkilerin tat ve kokusu ile aynı olması gerekir. Aynı zamanda balın sahip olduğu tat, içerisinde barındırdığı şekerlerin oranı, çeşidi ve miktarları ile doğrudan ilişkili bir durumdur. Bünyesindeki glikozdan kaynaklanan kristalleşme, glikozun

doyma sınırının üzerine çıkması durumunda kristalleşerek balın şekerlenmesine neden olur. Gerçekleşen bu kristalleşme balın kalitesinde bir etki yapmaz ve doğal bir olay olarak meydana gelir (Dağoroğlu, 1999).

1.1.3.3. Balın Kimyasal Özellikleri

Bal bünyesinde birçok çeşitli maddeleri barındırır. Bu durum ise balın yapısının karmaşık bir hal almasına neden olur. Bunun üzerine balın değişik yörelerden ve farklı zamanlardan elde edilmesi de balın değişik yapılar göstermesine neden olur (Gibson, 1998).

Balın kalitesinin belirlenirken ya da kimyasal yapısı hakkında değerlendirme yapılırken; pH değeri, enzim aktivitesi, nem düzeyi, hidroksimetil furfural (HMF) içeriği ve kül miktarı göz önüne alınmaktadır (Bogdanov vd., 2002). Orjinine göre salgı ya da çiçek balı olarak ayrılan bal yaklaşık olarak %17-20 su oranına sahip iken %76-80 civarı şeker içermektedir (Sorkun vd., 2014). Bünyesinde bulunan bu şekerler %31 glikoz, %38 oranı ile fruktoz olurken; trisakkaritler, oligosakkaritler, disakkaritler, vitaminler, enzim ve mineral maddeler ise %14 oranı oluşturmaktadır (Gibson, 1998).

Tablo 1. 5. Çiçek ve salgı ballarının bileşenleri (Gül, 2008; Mutlu vd., 2017)

Bileşenler	Çiçek Balı			Salgı Balı		
	Ortalama	En az	En çok	Ortalama	En az	En çok
Su (%)	17,20	13,40	22,90	16,30	12,20	18,20
Fruktoz (%)	38,19	27,25	44,26	31,80	23,91	38,12
Glikoz (%)	31,28	22,03	40,75	26,08	19,23	31,86
Sakkaroz (%)	1,310	0,250	7,570	0,800	0,440	1,140
Maltoz (%)	7,310	2,740	15,98	8,800	5,110	12,48
Yüksek Şekerler (%)	1,500	0,130	8,490	4,700	1,280	11,50
pH	3,910	3,420	6,100	4,450	3,900	4,880
Serbest Asitlik	22,03	6,750	47,19	49,07	30,29	66,02
Lakton	7,110	0,000	18,76	5,800	0,360	14,09
Toplam Asitlik	29,12	8,680	59,49	54,88	34,62	76,49
Kül Miktarı (%)	0,169	0,020	1,028	0,730	0,212	1,185
Azot (%)	0,041	0,000	0,133	0,100	0,047	0,223
Diyastaz	20,80	2,100	61,20	31,90	6,700	48,40
Bilinmeyen Maddeler (%)	3,100	0,000	13,20	10,10	2,700	22,40

Glikoz, fruktoz, izomaltoz, tranoz, melez itos, levüloz, sükröz, maltoz, rafinoz ve erloz balda yer alan başlıca şekerler olup, balın %95-99 oranındaki kuru maddesini oluştururlar. Baldaki enerji düzeyi, kristalizasyon, nem çekme ve viskozitesi gibi özellikleri bu şekerler meydana getirmektedir (Hışıl, 1984). Nem içeriği %20'nin altında yer alan bir balda fermantasyon gerçekleşmezken %20'nin üstündeki bir nem

içeriğine sahip balda fermantasyon hızla gerçekleşerek bozulmaya sebebiyet verebilmektedir (Çetin vd., 2011).

Tatlı bir yapıya sahip olması, balın asitliğini anlamamıza engel olurken bu asitler balın aromasına katkı vermektedir (Akbay, 1986). Birçok farklı bitki özütünün enzim tesiri ile oluşan glüktonlakton-/glükonik asit nedeni ile balda asitlik ortaya çıkar. Bu asitlik değeri (pH) 3,20 – 4,50 aralığında seyretmektedir (Haroun, 2006). Bu asidik özellik balın antioksidan ve antibakteriyel bir nitelik kazanmasına neden olmaktadır (Sorkun vd., 2014). Çünkü birçok mikroorganizma asidik ortamda üreyemez (Tutkun, 2000).

Bir balın yapay olup olmadığını tespitinde, balda proteinlerin belirlenmesi önemli bir kriterdir. Balda 16 amino asit bulunmaktadır (Tutkun, 2000). Bal içeriğindeki asitleri sitrik, bütirik, formik, laktik, malik, asetik, oksalik, süksinik, glikonik, tannik, kaprik, tartorik ve valorik asitler olarak sıralayabiliriz. Balın olgunlaşmasında rol alan formik asiti ise arılar sonradan bala katarlar (Arslan, 2008). Baldaki serbest asitlikteki artışa, bal içeriğindeki mevcut mayaların şekerleri alkole çevirmesinden ileri gelmektedir (Ceylan, 2016). Bu oluşan serbest asitliğin 1 kg'da 50 mg'ı geçmemelidir (Haroun, 2006).

Balların kül içeriğinde, arıların bitki özütü topladığı bitkilere göre değişiklik meydana gelebilmektedir. Örneğin yapılan araştırmalarda çam balındaki kül içeriğinin diğer ballardan daha çok olduğu ortaya konmuştur (Crane, 1975). Kül içeriğindeki artış, bal da acılığa neden olur (Bilgen Çınar, 2010).

Marinova vd. (2008)'nin yaptığı bir çalışmada, balda bulunan kül oranına % 0,365-0,709 olarak bulurken, yapılan başka bir çalışmada bu oran % 0,003-0,999 olarak ortaya konmuştur (Bilgen Çınar, 2010). Yapılan diğer bir bilimsel çalışmada 46 adet numune çalışılmış ve baldaki kül oranı % 0,047-0,069 olarak bildirilmiştir (Orak ve Erkmen, 1990). K, Na, Ca, Fe, Mn, Cl, Mg, CU, P, I, SO₂ ve S, bal içeriğinde bulunan başlıca minerallerdir (Ceylan, 2016).

Tablo 1. 6. Baldaki Mineral Maddeler (Kayral, 2002)

Elementin İsmi	İnsanın 1 Günlük İhtiyacı	100 g Koyu Renkli Ballardaki Mineral İçeriği	100 g Açık Renkli Ballardaki Mineral İçeriği
Kalsiyum	0,8 g	22,7 mg	10,7 mg
Demir	2 mg	3,7 mg	0,9 mg
Bakır	15 mg	0,06 mg	0,08 mg
Magnezyum	0,3 g	13,2 mg	4 mg
Manganez	12 mg	1 mg	0,08 mg
Potasyum	10 mg	124,1 mg	44,1 mg
Sodyum	20 mg	2,3 mg	25,1 mg
Çinko	15 mg	0,2 mg	0,3 mg
Kobalt	5,mg	0,6 mg	0,02 mg
Fosfor	1,3 mg	12,3 mg	12,9 mg

Yapılan bilimsel araştırmalarda balda B1, B2, B3, B5, B6, C, E ve K vitaminlerin olduğu, bu vitaminlerinin oranlarının bitki çeşidine göre değiştiği tespit edilmiştir. Her ne kadar vitamin oranları düşük olsa da etkileri bakımından ve insan sağlığı açısından önemli bir yer tutmaktadır. Çeşitli bitkilerde farklı oranlarda olan bu vitaminler, örneğin adaçayı ve kekikte c vitamini yoğunken Yonca balında vitamin bakımında başı çekmektedir (Tutkun, 2000).

Balın içeriğine katılan enzim kaynakları polen, bitki özütleri, bal arısının sindirim bezi ve yutak üstü bezleridir. Balda en fazla yer alan enzimler ise glukoz oksidaz, fosfataz, katalaz, diastaz, invertazdır (Korkmaz, 2013; Akyol vd., 2016a). Bal içeriğinde yer alan diastaz enzimi, bala uygulanacak ısıl işlemler sonucunda parçalanır. Diastaz nişastayı parçalayarak maltoza çevirir (Ötleş, 1995). Hidrojen peroksit ve glukonik asit tepkimelerinin gerçekteşmesi ise glukoz oksidazın glikoza

etkimesi ile meydana gelir (Korkmaz, 2013). Balda yer alan sakkarozun, fruktoz ve glikoza çevrilmesi ise invertaz enzimi sayesinde olmaktadır (Saldamlı, 1998).

Balların kalitesinin tespiti, saklanma imkânlarını ve uygulanan sıcaklığın tespit edilebilmesi için indikatör HMF (hidroksimetil furfural) denir (Kahraman, 2012). Gıdalara uygulanan ısı işlemler neticesinde, indirgen şekerler ile aminoasitlerin esmerleşme reaksiyonu sonucu ortaya çıkan bir indikatördür. Bu olay asitlerin kataliz ettiği heksosların dehidre olma olayıdır (Korkmaz, 2013; Akyol vd., 2016b)

Çok bekletilen ve ısı uygulaması yapılan ballarda HMF yüksek oranda bulunmaktadır. HMF oranının ise 1 kg balda 40 mg olması beklenmektedir (Tutkun, 2000). Kodeks Alimentarius göre sınır ise 4/100 mg/gr olmalıdır (Sorkun vd., 2014). Ballarda uygulanan her 10°C derecelik ısı artışında 4 kat daha hızlı bir reaksiyon gerçekleştiği ortaya konmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz, 2002). Isı uygulaması yanı sıra balları muhafaza etmek amacıyla kullanılan kapların yapısından kaynaklı olarak (metal ya da ışığı geçirgen kap) ballarda HMF artışı görülebilir (Karadal ve Yıldırım, 2012).

1.1.4. Arıcılık Ürünleri

Arıcılık çalışmalarının sonucunda bal üretiminin yanında ortaya çıkan ürünleri arıcılık ürünleri denilmektedir. Bu ürünler balmumu, arı sütü, arı zehri, propolis ve polen olup arıcılık faaliyetleri sonucu oluşan bu ürünler birçok sağlık probleminde de kullanılmaktadır (Başoğlu vd., 1996).

1.1.4.1. Bal mumu

Balmumu karın bölgesindeki karın halkalarında yer alan balmumu bezleri tarafından üretilmektedir. Bu bezler 4 çift olarak bulunmakta ve balmumu denilen madde burada kompleks yapılardan ortaya çıkmaktadır. Bu bezlerin yapısında diester (%14), monoester (%35), triester (%3), hidroksi ester (%12) uzun zincirli yağ asitleri barındırmaktadır. Bu esterler balmumunun su içerisinde çözülmesi ve sindirilmesine engel olmaktadır. Balmumu sadece arılar tarafından depolama ve kuluçka alanı için kullanılmamakta olup ilaç ve kozmetik sanayinde de birçok amaç için değerlendirilmektedir (Schmidt, 1997).

1.1.4.2. Arı Sütü

Arı sütü, larva dönemindeki yavru arılar ile ana arıları beslemek için faydalanılan özel ve protein, yağ asitleri, şeker, su, vitamin, mineral ve serbest amino asitlerce yoğun bir içeriğe sahip olan değerli bir besin maddesidir (Lee vd., 1999; Lercker vd., 1992). Bu değerli besin maddesi, işçi arıların topladıkları polenleri sindirime uğradıktan sonra gıda bezlerinde meydana gelmektedir. Bu işlem için gerekli maddeler kan yolu ile bu salgı bezlerine aktarılmakta, arı sütünün oluşumu burada meydana gelerek buradan ağız boşluğuna aktarılmaktadır. Ağız boşluğuna gelen bu sütün kıvamı, süt kıvamında olup bu süt petek gözlerinde krema kıvamını almaktadır (Genç ve Dadoloğlu, 2002).

Arı sütü ile yapılan çalışmalar, arı sütünde bulunan HDA (hidroksi-2-dekonik asit)'nin antibakteriyel bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Arı sütünde bulunan azotlu bileşikleri %2,3 oranında serbest amino asitler ile % 0,16 oranında peptitler meydana getirmektedir. Bu serbest amino asitler lizin ve prolin iken, bünyesinde bulunan enzimler ise kolin esteraz, fosfataz ve glukoz oksidazdır (Lee

vd., 1999, Lercker vd., 1992). Arı sütünün kuru maddesini %3 -19 ile lipitler, lipitler içerisinde ise %80-90 oranında serbest yağ asitleri, geri kalanında nötr yağlar, hidrokarbonlar ve steroller oluşturmaktadır (Kodai vd., 2007).

1.1.4.3. Arı Zehiri

Arı zehri %50-55 melitin, %1 adolapin, %2-3 apamin, %0,7-1,5 noradrenalin ve %0,2-1,5 dopamin bulunan ve bunun yanında birçok enzim içeren bir madde olup bal arıları tarafından karın boşluğunda üretilen özel bir madde olup savunma amaçlı kullanılmaktadır (Oršolić, 2012, Bogdanov, 2012). Arı zehrinin birçok hastalığa iyi geldiği bunlar içerisinde deri hastalıkları, sırt ağrısı, prostat, romatizma, karaciğer ve meme kanserinin olduğu bildirilmiştir (Jo vd., 2012; Park vd., 2011).

1.1.4.4. Propolis

Arıların doğadan bitki, ağaç, tomurcuk, yaprak gibi oluşumlardan kovanın güvenliği ve soğuk hava girişine engel olmak için kovan girişinin daraltılması, kovanın açıklarının kapatılması gibi işlerde kullanılmak için toplanılan yapışkan reçineye propolis denir (Sengance ve Tort, 1995). Elde edildiği orjine ve kimyasal yapısına göre 12 farklı çeşidi bulunmaktadır (Teles vd., 2015). Yapısında riboflavin, tiamin, alfa tokoferal, askorbik asit, miristik asit, stronsitium, kalsiyum, bakır, kafeik asit ve sinamik asit gibi maddeler bulunmaktadır (Aksoy ve Dığrak, 2006). Yapılan bilimsel araştırmalarda propolisin ekstraksiyonu kanser ve tümör üzerinde olumlu etki yarattığı, antimikrobiyal ve antikansorejen etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Choudhari vd., 2013).

1.1.4.5. Polen

Üremek için çiçeklerini kullanan bitkilerin çiçek kısımlarında oluşan biyolojik materyallere polen denir. Polenler başta arılar için gıda maddesi olmak üzere balların kategorizasyonu ve sağlık alanında kullanılan önemli bir maddedir (Bakoğlu vd., 2014; Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005). Polenler kovanlarda özel tasarlanan polen tuzakları ile toplanarak insan ve arılar için kullanılmaktadır (Sengance ve Tort, 1995).

Polenler içerik olarak karbonhidrat, protein, lipit, vitamin, enzim ve aminoasitlerin yanı sıra adrenalin ve noradrenalin gibi bileşikleri içermektedir (Karataş ve Şerbetçi, 2008). Polenler arıları patojen ve pestisitlere karşı dirençlerini artırırken, yetersizliğinde arıların beslenmesi olumsuz etkilenerek arı popülasyonunda düşüşler meydana gelmektedir. Polenin elde edildiği bitkinin çeşidine göre polenin kalitesi etkilenmekte olup bu etkileşiminde arı sağlığını etkilediği ortaya konmuştur (Di Pasquale vd., 2013).

1.1.5. Balın Sağlık Açısından Önemi

Başlıca kullanım amacı gıda maddesi olan balın, birçok hastalığın sağaltımında kullanılması onun sağlık açısından da önemini ortaya koymaktadır (Schmidt ve Schmidt, 1997). Kanser dahil olmak üzere, çeşitli hastalıkların sağaltımında kullanılan balın antibakteriyel, antifungal, ve antimikrobiyal özellikler taşıdığı bilinmektedir (Karadal ve Yıldırım, 2012).

Birçok bakteri türünün yaşamını devam ettirebilmesi için optimal pH'nın 7,2-7,4 düzeyinde olması gerekir. Yine bu pH düzeyi *Streptococcus pyogenes* için 4,5 *Salmonella spp.* için 4,0 ve *E. coli* için 4,3 tür. Bu nedenle balın sahip olduğu asitlik düzeyi antibakteriyel bir özelliğe sahiptir (Molan, 1997). Bal antioksidan özelliğini ise kendine kaynak teşkil eden nektarin içindeki bileşikler, bitki pigmentleri ve flavonoidlerden almaktadır (Frankel vd., 1998).

Birçok mide rahatsızlıklarının sağaltımında kullanılan balın deri ve sinir hastalıklarında tedavi edici özelliğinden faydalanmaktadır (Molan, 2000). Ayrıca peptik ülser (Schmidt ve Schmidt, 1997, Molan, 1997, Somai, 1994), duodenal ülser (Salem, 1981). Çocuklarda ise bakteriyel gastroenteritiste sağaltım amacı ile kullanılmaktadır (Krell, 1996).

Sıçanlar üzerinde yapılan bir araştırmada greft ve flep dokusuna, bir gruba normal pansuman yapılırken diğer gruba bal ile pansuman yapılmıştır. Bal ile pansuman yapılan hayvanlarda enfeksiyon oluşmadığı gözlemlenmiştir. Normal pansuman yapılan grupta iyileşme 12 -14 günde ballı pansuman yapılan grupta ise 10-12 gün aralığında iyileşme görülmüştür (Gürdal vd., 2003).

Yine balın antidepresan özelliği olduğu; baş ağrısı, uyku problemleri gibi hastalıklara karşı etkili olduğu sakinleştirici etkisinden dolayı depresyon gibi rahatsızlıklara da iyi geldiği ortaya konmuştur (Güneş, 2003). Çok fazla çalışma yapılmamakta birlikte balın antifungal bir özelliğe sahip olduğu bildirilirken, travmatolojik rahatsızlıkların sağaltımında da balın tedavi edici özelliğine başvurulmaktadır (Feroboli, 1997).

1.2. Ağır Metaller ve Çevreye Yayılımı

Gelişen sanayileşme ile birlikte çevre kirliliği artarak tüm canlıları olumsuz etkilemektedir. Özellikle hava ve metal kirliliği büyük bir risk oluşturmaktadır. Bu kirliliğe özellikle fabrika bacalarından salınan gazlar neden olmaktadır (Zheljazkov ve Nielsen, 1996).

Toksik etki yaparak zehirlenmeye yol açan ağır metali; 1 cm³'te 5 g daha fazla ağırlığa sahip olan metaller olarak tanımlayabiliriz. Ağır metallerin atom numaraları ise 20'den büyüktür. Bu ağır metallerden başlıcaları Demir (Fe), Bakır

(Cu), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), nikel (Ni), çinko (Zn) ve civa (Hg), gösterilebilir (Kahvecioğlu vd., 2003).

Çevre kirliliğini meydana getiren etkenlerden ağır metaller, birçok kaynaktan ortama salınmaktadır (Goyer, 1991). Gıdadan çevreye, sudan havaya kadar geniş bir yelpazede kirletici özelliği olan ağır metaller birçok kaynaktan ortaya çıkabilmektedir. Bu kaynaklar kentleşme, egzoz gazları, sanayileşmenin etkileri ve tarımsal faaliyetler olabileceği gibi volkanik hareketler ve taşkınlar gibi doğal sebepler de olabilir (Okçu vd., 2009).

Ağır metallerin yer aldığı alet edevatları ve araçların insan yaşamına bilinçsizce katılması artan araç sayısı sanayileşme gibi faktörler ağır metal birikiminin artmasına neden olmuştur (Munzuroğlu ve Gür, 2000). Yine yapılan araştırmalarda endüstrinin neden olduğu bacalardan salınan gazların kimya sanayide üretilen birçok malzemenin yapımında ağır metalin kullanılmasından (mantar ilacı gibi) dolayı bir şekilde çevre ile teması sonucu toprak ve bitkilerin etkilenmesiyle gıda zincirine girebildiği belirtilmiştir. Gıda zincirinden bitki, hayvan ve insanları etkileyebilmektedir (Korentajar, 1991; Peterson, 1993). Havada biriken ağır metaller yağışlar ile aşağıya inerek önce toprağa, sonra yeraltı sularına karışarak farklı bölgelere yayılım gösterebilirler (Yıldız, 2004).

Tablo 1. 7. Ekosisteme Dahil Olan Toksik Ağır Metallerin Kaynakları
(Market, 1993).

	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Ba	Pb
Endüstri														
Plastikler	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Ev aletleri i yapım sanayi	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Tekstil	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Ağaç işletmeciliği	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Havadaki Partikül Ve Dumanlar														
Fosil yakıtlar	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Metal işletmeciliği	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+
Şehir, fabrika vs.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+
Taşıtlar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Tarım														
Sulama	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+
Gübreleme	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
Pestisit uygulaması	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Hayvansal gübreler	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Kireçler	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
Metal aşınması	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Metal işletmeciliği ve eritmeden gelen atıklar														
Maden işlemlerinden rüzgarla çevreye yayılanlar	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
Metallerin eritilmesinden	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
Demir ve çelik endüstrisinden	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Metal işletmeciliğinden	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Atıklar														
Lağım	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+
Kazma ve delme	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+
Küller	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+

Yapılan araştırmalarda; çöp geri dönüşüm tesisleri, cam sanayi, çimento fabrikaları, termik santraller ve demir çelik üretim yerlerinin çevreyi ağır metal yönünden en çok kirleten sanayi kuruluşları olduğu belirtilmiştir (Markert, 1993).

1.2.1. Çevre Kirliliği, Biyoindikatör Canlılar ve Balda Ağır Metal Tayini

Her geçen gün fazla üretilen ve artarak üretilmeye devam eden altı milyon üzerindeki kimyasal bileşik insanlık tarihi ile üretilmeye başlanmış ve günümüze kadar üretilmeye devam ederek gelmiştir (Gadzala-Kopciuch vd., 2004). Yirminci yüzyıla kadar iki bin civarı kimyasal maddenin çevre kirliliğine neden olduğu bilinmekte olup bu çevre kirliliğine neden olan kimyasalların bir kısmını ise hayvansal, mineral ve bitkisel kaynaklı maddelerden meydana gelmiştir (Yipel, 2012).

Özellikle son yüzyılda artan sanayileşme ile birlikte tüm dünyada artan atık nedeniyle çevre zarar görmüş özellikle metal ve bileşiklerinin neden olduğu olumsuz etkiler gün yüzüne çıkmaya başlamıştır (Aslanhan, 2012). Bununla birlikte; ortaya çıkan çevre kirliliği ve kimyasallar hastalık yönünden az bir kısmı test edilmiştir. Bu test edilebilen kimyasallar %10 civarındadır (Yipel, 2012).

Çevre kirliliğini hava, toprak ve su kirliliği gibi ele alsak da, çevresel etkileşimler nedeniyle kirlenmeler birbirine dönüşebilmektedir. Çevre kirliliği birbirini tetikleyerek tüm ekolojik dengeyi bozarak bütün sistemi etkisi altına alabilir. Bu kirlenmeden belirli bir yöre belirli bir bölgeye hatta tüm bir ülke etkilenebilir. Uluslararası bir kirlilikle de karşı karşıya kalabiliriz (Yipel, 2012; Yipel ve Yarsan, 2012). Bu çevre kirlenmesinin dikkat çeken bir noktası da kirlenmeye neden olan kimyasalların gerek canlılar ile gerek hava ve su gibi etkenler ile başka alanlara ve bölgelere yayılarak birçok canlı organizmanın yapısına girerek besin zincirine dahil olmalarıdır (Becker, 2003). Meydana gelen bu kirlilik besin zincirine etki ettikten sonra o çevredeki canlılara hatta insanlara tesir ederek birçok probleme yol açmaktadır. Bunlar çeşitli mutajenik etkiler, metabolizma hastalıkları ve organ

hasarları gibi sonuçlar doğurabilir. Hatta o çevrede yaşayan canlıların tür çeşitliliğinin değişmesi ve popülasyonlarında azalmaya sebep olabilir (Gadzala-Kopciuch vd., 2004; Tataruch ve Kierdorf, 2003).

Özellikle yaşadığımız yüzyılın son çeyreğinde meydana gelen çevre kirliliğine karşı olan duyarlılık ve bilinç artmıştır (Adedeji vd., 2012). Artan bu duyarlılık ve çevre bilincinin etkisi ile meydana gelen çevre kirliliğini takibine ilişkin çok sayıda çalışma yapılmıştır (Aslanhan, 2012). Kimyasal analiz yöntemleri bu zamana kadar çevre kirliliğini izlemek için kabul görmüş olsa da, kirliliğe neden olan bu maddelerin canlı üzerindeki etkilerinin sonucu hakkında herhangi bir fikir ortaya koymamaktadır (Taylan ve Özkoç, 2007). Bu durumu aşabilmek için biyoindikatör ve biyomonitör canlılar üzerinde durulmuş, bunların toksik maddeleri akümüle etme özelliklerinden yararlanılarak, bu canlılar üzerinde yapılan toksik madde analizleri ile toprak, su ve havadaki toksik madde seviyeleri hakkında fikir edilebilmektedir (Aslanhan, 2012; Gadzala-Kopciuch vd., 2004). Biyoindikatör canlıların bu alanda kullanılmasında en önemli etken ise dokularında biriken toksik maddelerin analiz edilerek bu canlıların yaşadıkları çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilebilmesidir (Tataruch ve Kierdorf, 2003).

Çevresel kirliliğe neden olan toksinleri bünyesinde depolayan ya da doğal savunma mekanizmalarını devreye sokarak bu toksinlere cevap veren canlılara biyoindikatör canlılar denir (Kazancı ve Girgin, 1998). Bu canlılar çevre kirliliğine neden olan toksikleri gıda zinciri aracılığı ile insanların ne derece etkilendiklerini ortaya koymada spesifikleşirler. Bu durum kendilerinin ne derece etkilendiğini ortaya koyarken diğer taraftan da o çevrenin nasıl etkilendiğini de ortaya koyar (Saulovid vd., 2007). Biyoindikatör canlıların vücudunda, çevre kirliliğine neden olan bileşiklerin akümüle olması ve bunun tahlil edilmesi ile çevre kirliliğine neden olan bileşiklerin çevreye etkileri hakkında bilgi vermektedir (Tataruch ve Kierdorf, 2003). Biyoindikatörler hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. Bunlar da kullanılan canlı türüne göre belirlenmektedir. Hayvansal indikatörlerde kendi arasında kullanılan canlıya göre genellikle parazitler, bentik

canlılar, balıklar, amfibiler, sürüngenler, kuşlar, memeliler ve arılar olmak üzere kendi içerisinde ayrılmaktadır (Topyıldız ve Yarsan, 2014).

Kullanılan canlı türüne göre biyoindikatör canlılar:

- 1-Mikrobiyal indikatörler
- 2-Bitkisel indikatörler
- 3-Hayvansal indikatörler
- A-Parazitler
- B-Bentik canlılar
- C-Arılar
- D-Balıklar
- E-Amfibiler
- F-Sürüngenler
- G-Kuşlar
- H-Memeliler (Topyıldız ve Yarsan, 2014)

Arılar çevre kirliliğine çok duyarlı canlılardır. Maruz kaldıkları çevre kirliliğine karşı hızlı tepki verme özelliğine sahiptirler. Bu nedenle kirlilik etkini kimyasalları çok çabuk vücutlarında depolarlar. Özellikle bal arıları hızlı üreme yeteneğine sahiptir. Vücutları kıllar ile kaplıdır ve çok uzak mesafeleri de kat edebilmeleri onları iyi bir biyoindikatör canlı yapar. Ayrıca kendine has beslenme özellikleri nedeniyle çevreyle alakalı toprak, su, hava ve bitki gibi çevrenin birçok bölümü ile etkileşim halinde olması nedeni ile tüm çevreyi kapsayan örnekler barındırır. Arılar yaklaşık 50 kilometre kare bir alanı uçarak polen toplayabilirler (Ponikvar vd., 2005). Bal arıları özellikle pestisit radyonüklidler ve ağır metal gibi içerikleri akümüle ettikleri için, arıların vücudundaki bu maddelerin analizi önem taşımaktadır (Zhelyazkova, 2012).

1.2.2. ICP-MS Spektroskopisi

Bu cihaz atomal düzeyde ölçümler ortaya koyarken bu ölçümleri orijinal ve hassasiyeti yüksek seviyelerde analitik teknikler ile gerçekleştirmektedir (Jenner vd., 1990). Gerek bu cihazın analiz yapma kabiliyetinin fazla olması ile birlikte iz elementlerin tahlilleri açısından kullanılabilirliğinin yüksek oluşu, gerek ise optik yöntemlere dayalı analiz gerçekleştiren cihazlara göre güvenilirliğinin fazla olması, ICP-MS'in standart bir yöntem haline gelmesini sağlamıştır (Deveci, 2012).

Sağlık ve gıda sektöründe iz element miktarlarının ölçümünde kullanım alanı bulan bu cihazdan genellikle jeoloji alanında faydalanılmaktadır (Jenner vd., 1990). ICP-MS diye adlandırılan bu cihaz ICP (İndüktif Eşleşmiş Plazma) ve MS (Kütle Spektrometresi) olarak farklı iki cihazın bir araya gelerek kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu cihazın genel çalışma prensibi olarak moleküler bağlar koparılır, atomlar iyonlaştırılır. Bunun için ise sıcaklığı yüksek bir plazmaya argon gazının gönderilmesi ile gerçekleşir (Kandemir, 2013). Sonrasında ise iyon haline gelen atomların yaydıkları emisyonun dedektör vasıtası ile ölçümler gerçekleştirilir (Durrant, 1993; Dağ, 2010).

Katı ve sıvı numuneler de oldukça hızlı ve hassasiyeti yüksek ölçümler yapılırken bu ölçümlerde aynı anda 76 elementi analiz edilebilmektedir (Kandemir, 2013).

ICP-MS Teknolojisinin Kullanım Alanları

- Gıda Sanayi
- Silah Sanayi (Mermi Atıkları, Zehirler)
- Çevre (İçme Suyu, Deniz Suyu, Atıksu, Katı Atıklar, Toprak, Çamur)
- Jeoloji (Toprak)
- Klinik (Kan,Saç, İdrar) gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır (Deveci, 2012)

2. MATERYAL VE METOT

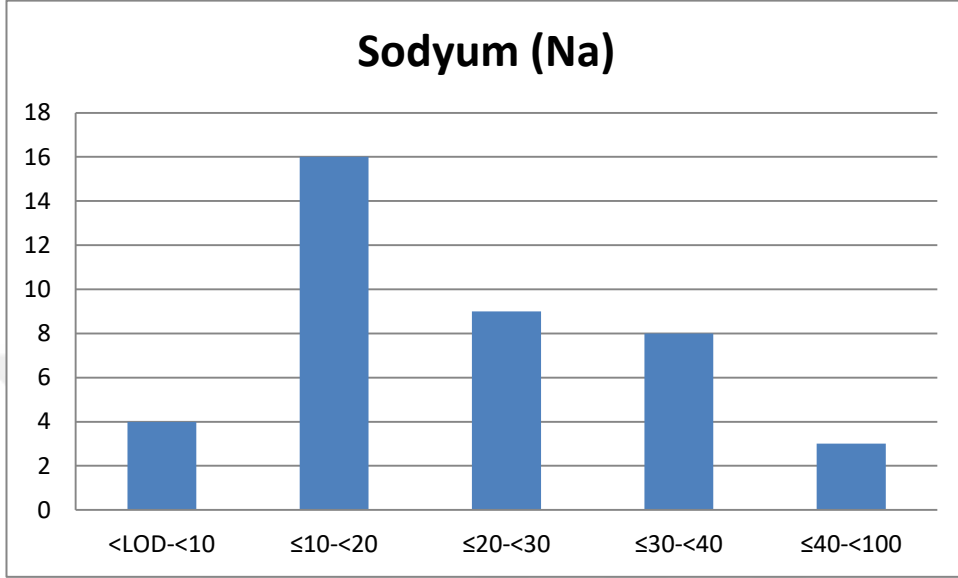
Yapılan bu araştırma Afyonkarahisar il merkezi ve bağılı ilçe merkezleri sınırları içerisinde; 19 adet arı konaklama alanlarında yer alan arıcılardan 40 adet bal numunesi toplanarak yürütülmüştür. Önceden belirlenen arı konaklama alanlarına gidilerek üreticilerden tek tek numuneler alınarak 250 ml saklama kaplarına konulmuştur. Numuneler analiz tarihine kadar oda sıcaklığında muhafaza edilmişlerdir.

Örnekler zaman kaybedilmeden Bayburt Üniversitesi Merkezi Araştırma laboratuvarına gönderilerek Hizmet alımı yolu ile analiz edilmiştir. Yürütülen araştırmada ICP/MS/MS cihazı kullanılarak sodyum (Na), magnezyum (Mg), alüminyum (Al), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), krom (Cr), mangan (Mn), demir (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), arsenik (As), civa (Hg), baryum (Ba), kalay (Sn) ve selenyum (Se) yönünden analiz edilmiştir.

Bal numunelerinin analize hazırlanmasında kapalı sistem mikro dalga yakma yöntemi kullanılmıştır. 500 mg olarak teflonu alınan bal numunelerinin üzerine 8 ml %65'lik HNO₃ eklenmiştir. Bunun üzerine %30'luk H₂O₂ 2 ml eklenerek 15-20 dk bekletilmiştir. Daha sonra sıkıca teflon kapların kapakları kapatılarak yakma ünitesi (Ethos Easy, İtalya) 10 dakika zarfında 180 °C ısıya yükseltilerek bu ısıda 10 dakika bekletildikten sonra oda sıcaklığında beklemeye alınarak soğutulmuştur. Çıkarılan bu numuneler 25/0,45µm'lik filtrelerden süzöldükten sonra analize hazır bir şekilde okuma işlemi için + 4 °C'de buzdolabında muhafaza altına alınmıştır.

Analize hazır hale gelen bal numunelerinde ICP-MS/MS (Agilent Technologies-7700) ile metal-ağır metal analizleri ve seviyeleri belirlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar mg/kg cinsinden değerlendirilerek; yapılan bu ölçümlerin tespit limiti 0,0001ppm'dir.

3. BULGULAR

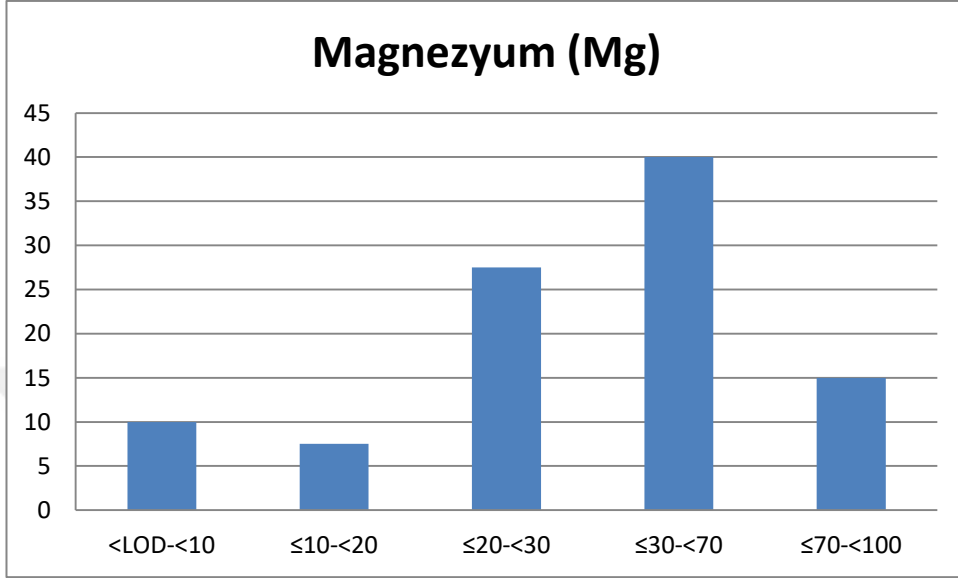


Şekil 3. 1. Bal Örneklerinde Sodyum Seviyeleri

Tablo 3. 1. Bal Örneklerinde Sodyum Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	<LOD-<10	≤10-<20	≤20-<30	≤30-<40	≤40-<100
n (40)	4	16	9	8	3
%	10.0	40.0	22.5	20.0	7.5
Minimum	1.1				
Maximum	83.4				

Analiz edilen bal örneklerinin Sodyum seviyeleri Şekil 3.1 ve Tablo 3.1’de ifade edildi. Minimum seviye 1.1 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 83.4 ppm olarak saptandı. Örneklerin %7.5’i ≤40-<100 ppm arasında sodyum içermektedir.

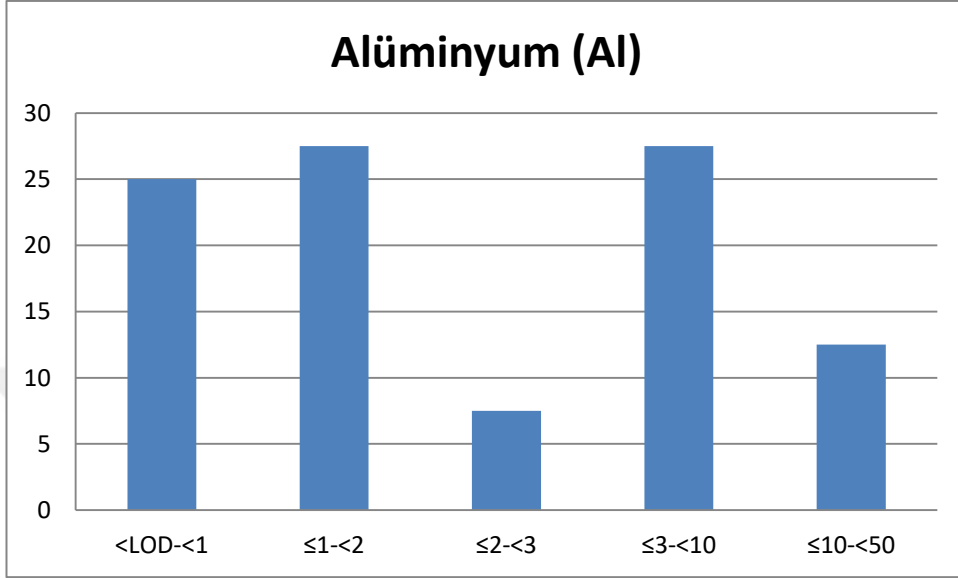


Şekil 3. 2. Bal Örneklerinde Magnezyum Seviyeleri

Tablo 3. 2. Bal Örneklerinde Magnezyum Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	<LOD-<10	≤10-<20	≤20-<30	≤30-<70	≤70-<100
n (40)	4	3	11	16	6
%	10.0	7.5	27.5	40.0	15.0
Minimum	7.5				
Maximum	81.8				

Analiz edilen bal örneklerinin magnezyum seviyeleri **Şekil 3.2** ve **Tablo 3.2'** de ifade edildi. Minimum seviye 7.5 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 81.8 ppm olarak saptandı. Örneklerin %15.0'i ≤70-<100 ppm arasında magnezyum içermektedir.

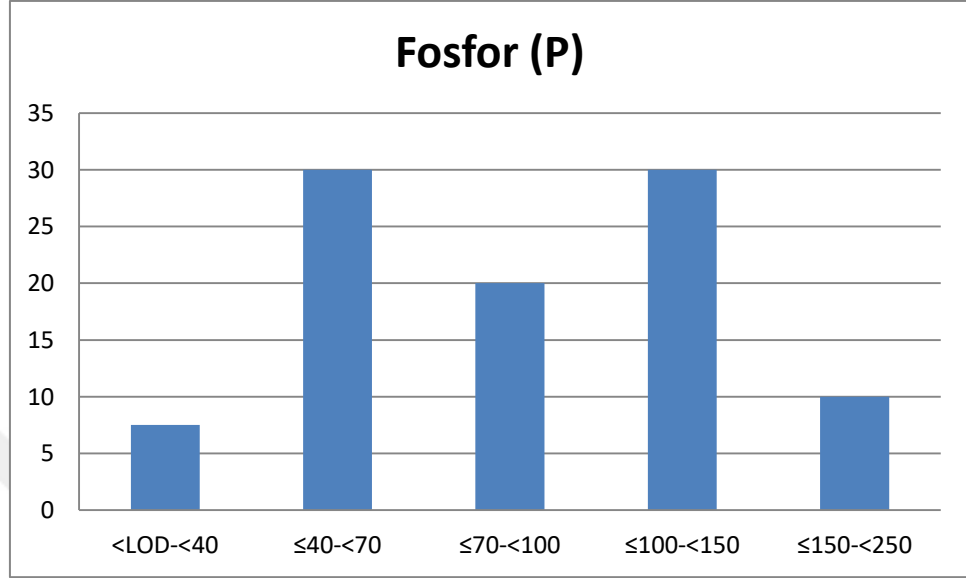


Şekil 3.3. Bal Örneklerinde Alüminyum Seviyeleri

Tablo 3.3. Bal Örneklerinde Alüminyum Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	<LOD-<1	≤1-<2	≤2-<3	≤3-<10	≤10-<50
n (40)	10	11	3	11	5
%	25.0	27.5	7.5	27.5	12.5
Minimum	0.5				
Maximum	45.7				

Analiz edilen bal örneklerinin alüminyum seviyeleri **Şekil 3.3** ve **Tablo 3.3**'de ifade edildi. Minimum seviye 0.5 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 45.7 ppm olarak saptandı. Örneklerin %12.5'i ≤10-<50 ppm arasında alüminyum içermektedir.

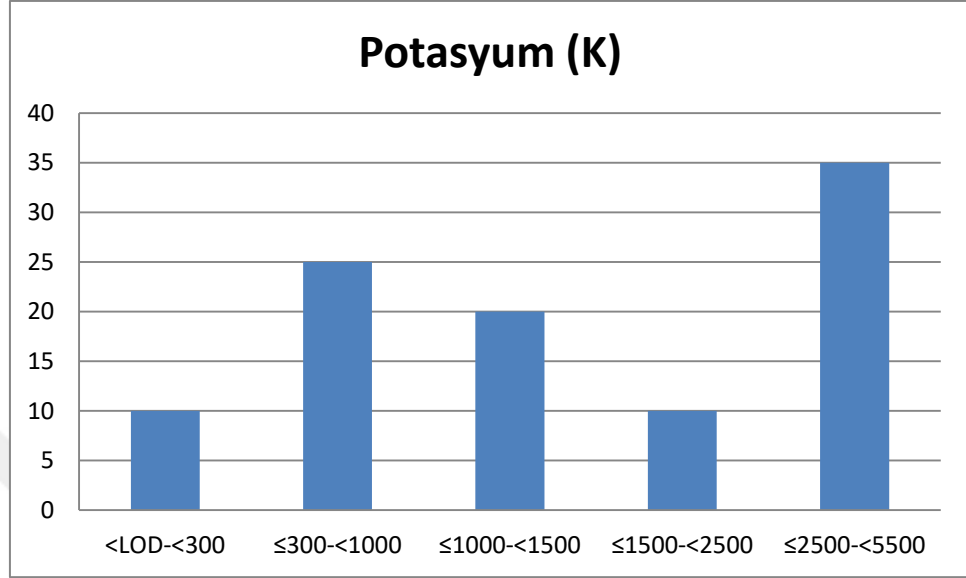


Şekil 3. 4. Bal Örneklerinde Fosfor Seviyeleri

Tablo 3. 4. Bal Örneklerinde Fosfor Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	<LOD-<40	≤40-<70	≤70-<100	≤100-<150	≤150-<250
n (40)	3	12	8	12	4
%	7.5	30.0	20.0	30.0	10.0
Minimum	33				
Maximum	229.2				

Analiz edilen bal örneklerinin fosfor seviyeleri **Şekil 3.4** ve **Tablo 3.4**'de ifade edildi. Minimum seviye 33 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 229.2 ppm olarak saptandı. Örneklerin %10.0'i ≤150-<250 ppm arasında fosfor içermektedir.

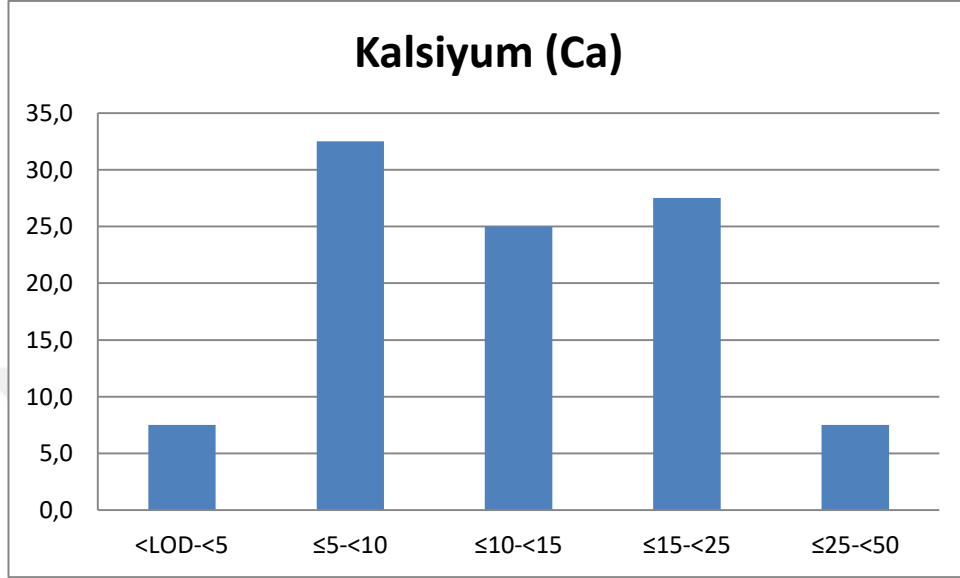


Şekil 3. 5. Bal Örneklerinde Potasyum Seviyeleri

Tablo 3. 5. Bal Örneklerinde Postasyum Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	<LOD-<300	≤300-<1000	≤1000-<1500	≤1500-<2500	≤2500-<5500
n (40)	4	10	8	4	14
%	10.0	25.0	20.0	10.0	35.0
Minimum	275.2				
Maximum	5377.4				

Analiz edilen bal örneklerinin potasyum seviyeleri **Şekil 3.5** ve **Tablo 3.5**'de ifade edildi. Minimum seviye 275.2 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 5377.4 ppm olarak saptandı. Örneklerin %35.0'i ≤2500-<5500 ppm arasında potasyum içermektedir.

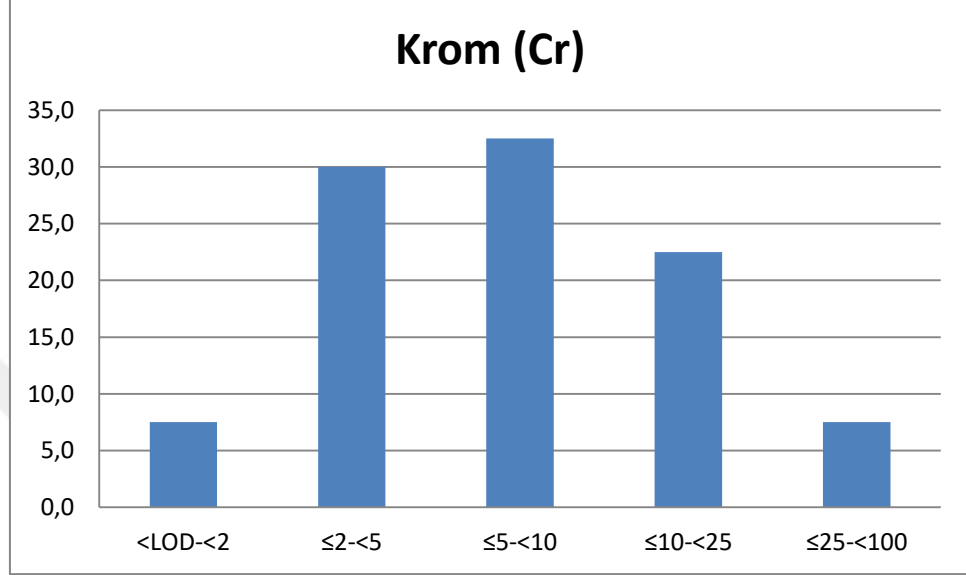


Şekil 3. 6. Bal Örneklerinde Kalsiyum Seviyeleri

Tablo 3. 6. Bal Örneklerinde Kalsiyum Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	<LOD-<5	≤5-<10	≤10-<15	≤15-<25	≤25-<50
n (40)	3	13	10	11	3
%	7.5	32.5	25.0	27.5	7.5
Minimum	3.6				
Maximum	44.1				

Analiz edilen bal örneklerinin kalsiyum seviyeleri **Şekil 3.6** ve **Tablo 3.6**'de ifade edildi. Minimum seviye 3.6 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 44.1 ppm olarak saptandı. Örneklerin %7.5'i ≤25-<50 ppm arasında kalsiyum içermektedir.

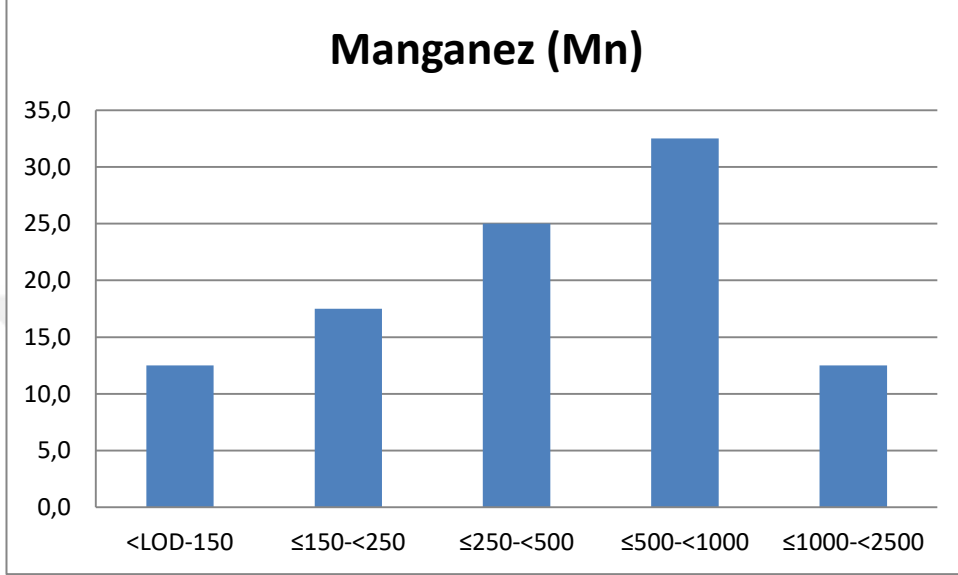


Şekil 3. 7. Bal Örneklerinde Krom Seviyeleri

Tablo 3. 7.Bal Örneklerinde Krom Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD-<2	≤2-<5	≤5-<10	≤10-<25	≤25-<100
n (40)	3	12	13	9	3
%	7.5	30.0	32.5	22.5	7.5
Minimum	1.0				
Maximum	76.6				

Analiz edilen bal örneklerinin krom seviyeleri **Şekil 3.7** ve **Tablo 3.7**'de ifade edildi. Minimum seviye 1.0 ppb olarak belirlenirken maksimum seviye 76.6 ppb olarak saptandı. Örneklerin %7.5'i ≤25-<100 ppb arasında krom içermektedir.

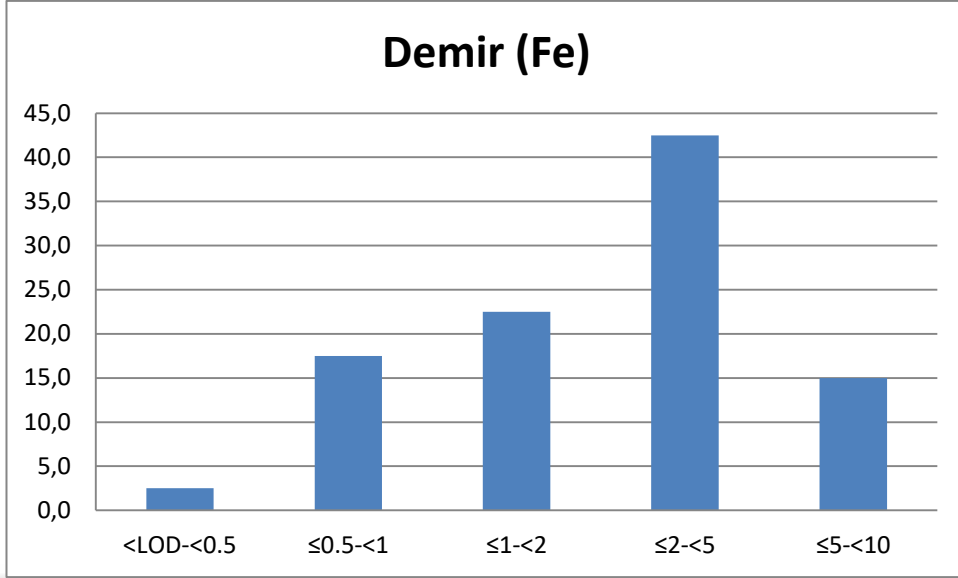


Şekil 3. 8. Bal Örneklerinde Manganez Seviyeleri

Tablo 3. 8. Bal Örneklerinde Manganez Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD-150	≤150-<250	≤250-<500	≤500-<1000	≤1000-<2500
n (40)	5	7	10	13	5
%	12.5	17.5	25.0	32.5	12.5
Minimum	102.9				
Maximum	2205.8				

Analiz edilen bal örneklerinin manganez seviyeleri **Şekil 3.8** ve **Tablo 3.8**'de ifade edildi. Minimum seviye 102.9 ppb olarak belirlenirken maksimum seviye 2205.8 ppb olarak saptandı. Örneklerin %12.5'i ≤1000-<2500 ppb arasında manganez içermektedir.

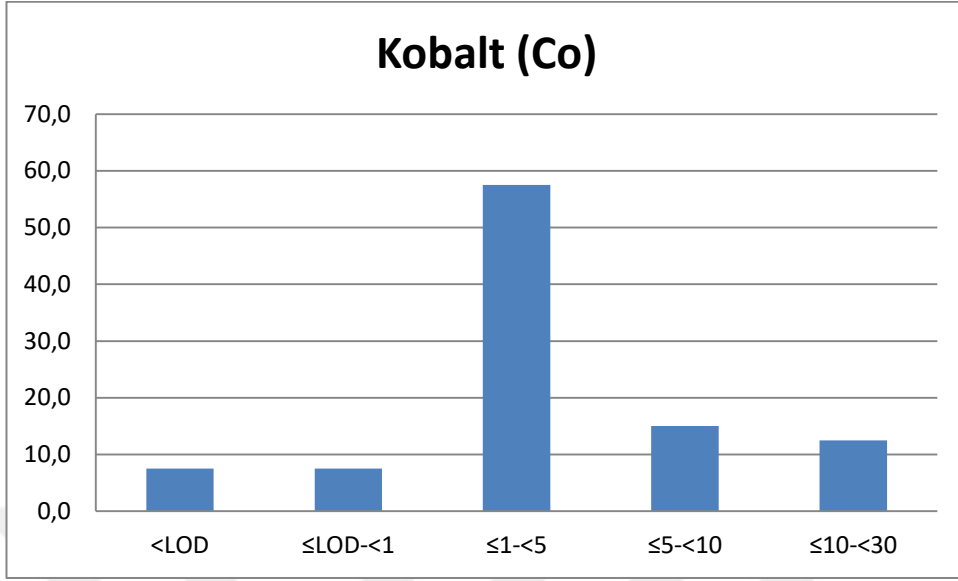


Şekil 3. 9. Bal Örneklerinde Demir Seviyeleri

Tablo 3. 9. Bal Örneklerinde Demir Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	<LOD-<0.5	≤0.5-<1	≤1-<2	≤2-<5	≤5-<10
n (40)	1	7	9	17	6
%	2.5	17.5	22.5	42.5	15.0
Minimum	0.4				
Maximum	7.5				

Analiz edilen bal örneklerinin demir seviyeleri **Şekil 3.9** ve **Tablo 3.9**'de ifade edildi. Minimum seviye 0.4 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 7.5 ppm olarak saptandı. Örneklerin %15.0'i ≤5-<10 ppm arasında demir içermektedir.

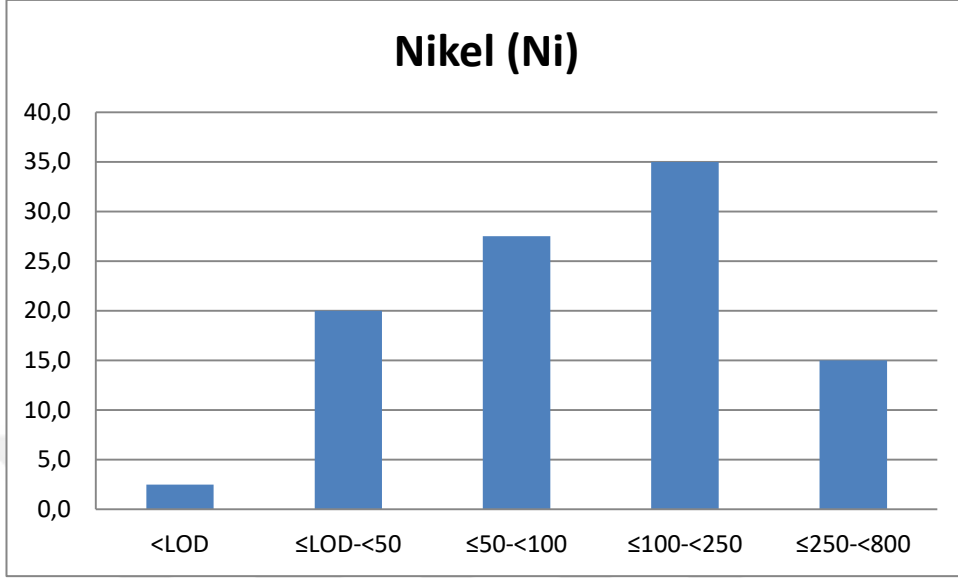


Şekil 3. 10. Bal Örneklerinde Kobalt Seviyeleri

Tablo 3. 10. Bal Örneklerinde Kobalt Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<1	≤1-<5	≤5-<10	≤10-<30
n (40)	3	3	23	6	5
%	7.5	7.5	57.5	15.0	12.5
Minimum	<LOD				
Maximum	25.4				

Analiz edilen bal örneklerinin kobalt seviyeleri **Şekil 3.10** ve **Tablo 3.10**'de ifade edildi. Minimum seviye <LOD olarak belirlenirken maksimum seviye 25.4 ppb olarak saptandı. Örneklerin %12.5'i ≤10-<30 ppb arasında kobalt içermektedir.

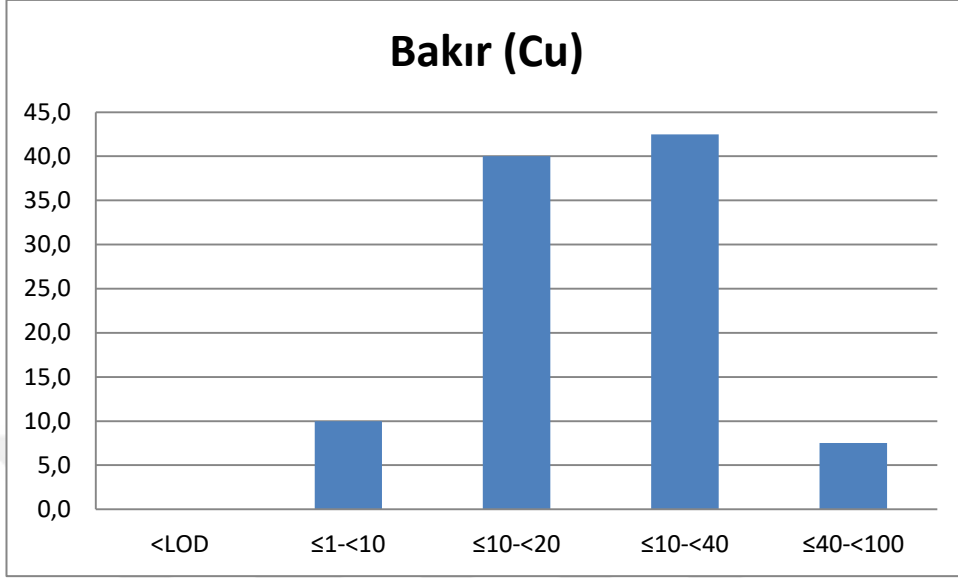


Şekil 3. 11. Bal Örneklerinde Nikel Seviyeleri

Tablo 3. 11. Bal Örneklerinde Nikel Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<50	≤50-<100	≤100-<250	≤250-<800
n (40)	1	8	11	14	6
%	2.5	20.0	27.5	35.0	15.0
Minimum	<LOD				
Maximum	788.2				

Analiz edilen bal örneklerinin nikel seviyeleri **Şekil 3.11** ve **Tablo 3.11**'de ifade edildi. Minimum seviye <LOD olarak belirlenirken maksimum seviye 788.2 ppb olarak saptandı. Örneklerin %15.0'i ≤250-<800 ppb arasında nikel içermektedir.

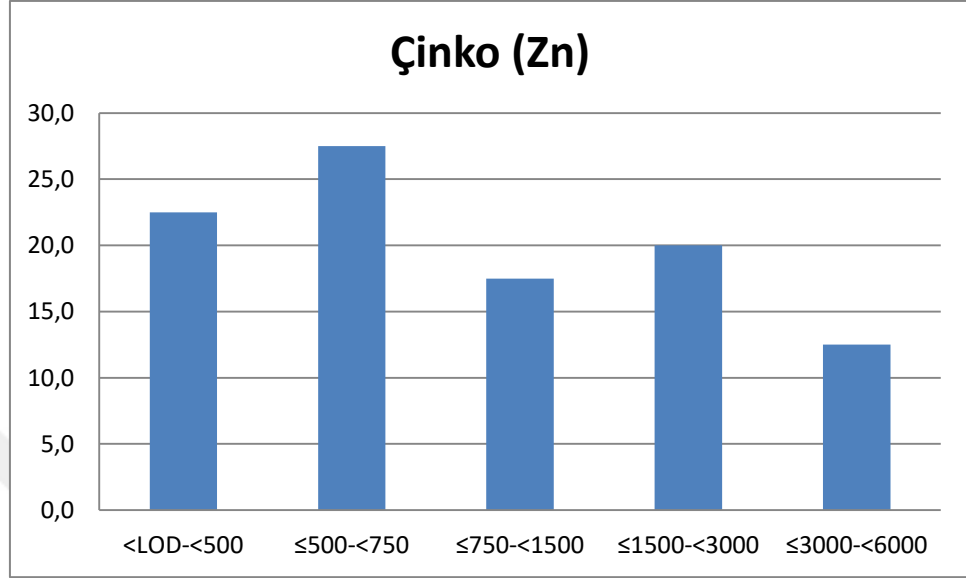


Şekil 3. 12. Bal Örneklerinde Bakır Seviyeleri

Tablo 3. 12. Bal Örneklerinde Bakır Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD	≤1-<10	≤10-<20	≤10-<40	≤40-<100
n (40)	0	4	16	17	3
%	0.0	10.0	40.0	42.5	7.5
Minimum	66.7				
Maximum	1203.0				

Analiz edilen bal örneklerinin bakır seviyeleri **Şekil 3.12** ve **Tablo 3.12**'de ifade edildi. Minimum seviye 66.7 ppb olarak belirlenirken maksimum seviye 1203.0 ppb olarak saptandı. Örneklerin % 7.5'i ≤40-<100 ppb arasında bakır içermektedir.

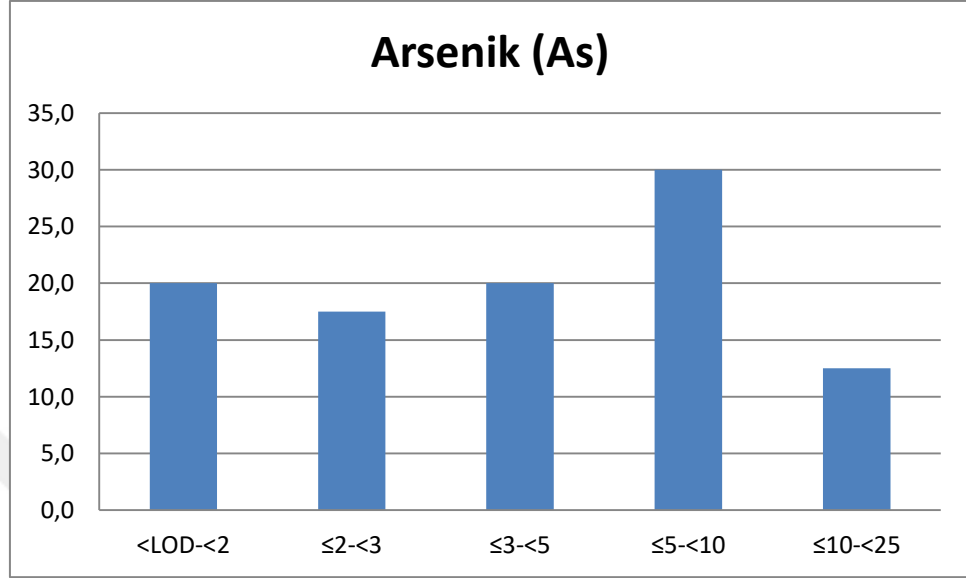


Şekil 3. 13. Bal Örneklerinde Çinko Seviyeleri

Tablo 3. 13. Bal Örneklerinde Çinko Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD-<500	≤500-<750	≤750-<1500	≤1500-<3000	≤3000-<6000
n (40)	9	11	7	8	5
%	22.5	27.5	17.5	20.0	12.5
Minimum	108.7				
Maximum	5570.9				

Analiz edilen bal örneklerinin çinko seviyeleri **Şekil 3.13** ve **Tablo 3.13**'de ifade edildi. Minimum seviye 108.7 ppb olarak belirlenirken maksimum seviye 5570.9 ppb olarak saptandı. Örneklerin %12.5'i ≤3000-<6000 ppb arasında çinko içermektedir.

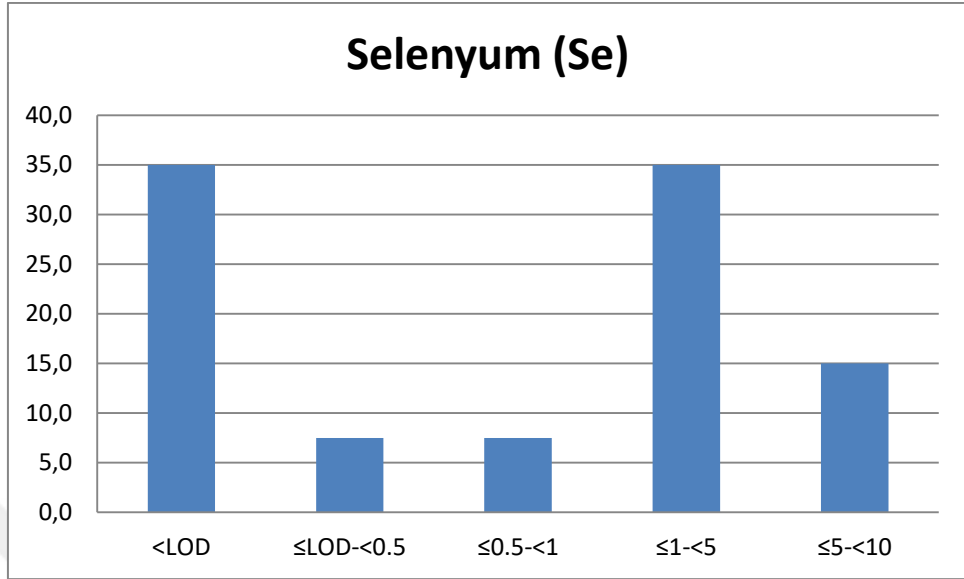


Şekil 3. 14. Bal Örneklerinde Arsenik Seviyeleri

Tablo 3. 14. Bal Örneklerinde Arsenik Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD-<2	≤2-<3	≤3-<5	≤5-<10	≤10-<25
n (40)	8	7	8	12	5
%	20.0	17.5	20.0	30.0	12.5
Minimum	1.2				
Maximum	20.9				

Analiz edilen bal örneklerinin arsenik seviyeleri **Şekil 3.14** ve **Tablo 3.14**'de ifade edildi. Minimum seviye 1.2 ppb olarak belirlenirken maksimum seviye 20.9 ppb olarak saptandı. Örneklerin %12.5'i ≤10-<25 ppb arasında Arsenik içermektedir.

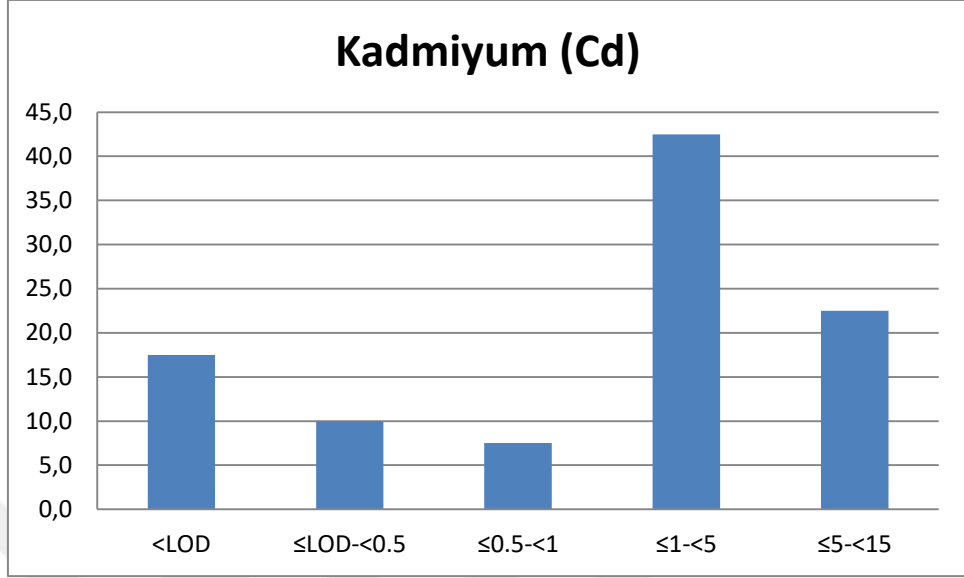


Şekil 3. 15. Bal Örneklerinde Selenyum Seviyeleri

Tablo 3. 15. Bal Örneklerinde Selenyum Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<0.5	≤0.5-<1	≤1-<5	≤5-<10
n (40)	14	3	3	14	6
%	35.0	7.5	7.5	35.0	15.0
Minimum	<LOD				
Maximum	7.4				

Analiz edilen bal örneklerinin selenyum seviyeleri **Şekil 3.15** ve **Tablo 3.15**'de ifade edildi. Minimum seviye <LOD olarak belirlenirken maksimum seviye 7.4 ppb olarak saptandı. Örneklerin %15.0'i ≤5-<10 ppb arasında selenyum içermektedir.

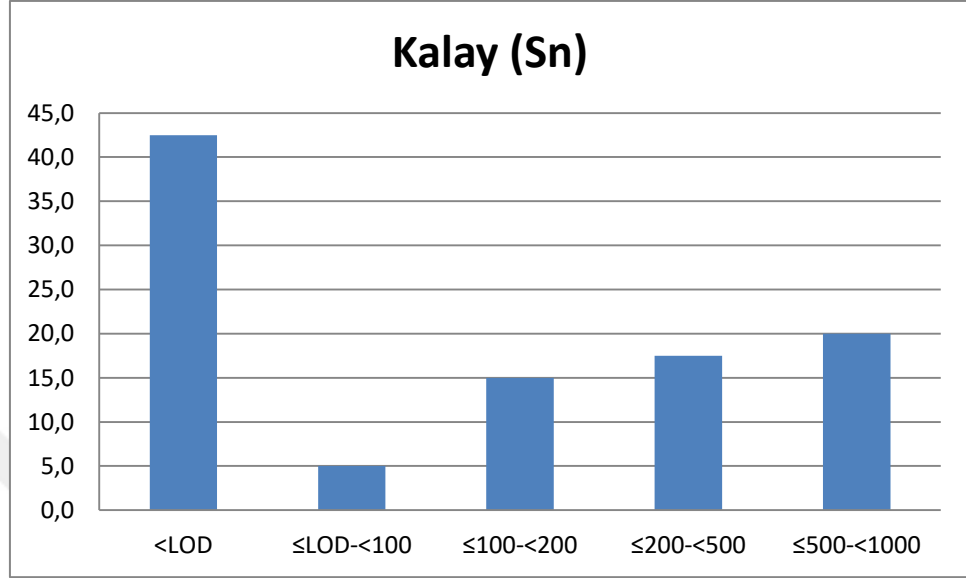


Şekil 3. 16. Bal Örneklerinde Kadmiyum Seviyeleri

Tablo 3. 16. Bal Örneklerinde Kadmiyum Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-0.5	≤0.5-1	≤1-5	≤5-15
n (40)	7	4	3	17	9
%	17.5	10.0	7.5	42.5	22.5
Minimum	<LOD				
Maximum	13.4				

Analiz edilen bal örneklerinin kadmiyum seviyeleri **Şekil 3.16** ve **Tablo 3.16**'de ifade edildi. Minimum seviye <LOD olarak belirlenirken maksimum seviye 13.4 ppb olarak saptandı. Örneklerin %22.5'i ≤5-15 ppb arasında kadmiyum içermektedir.

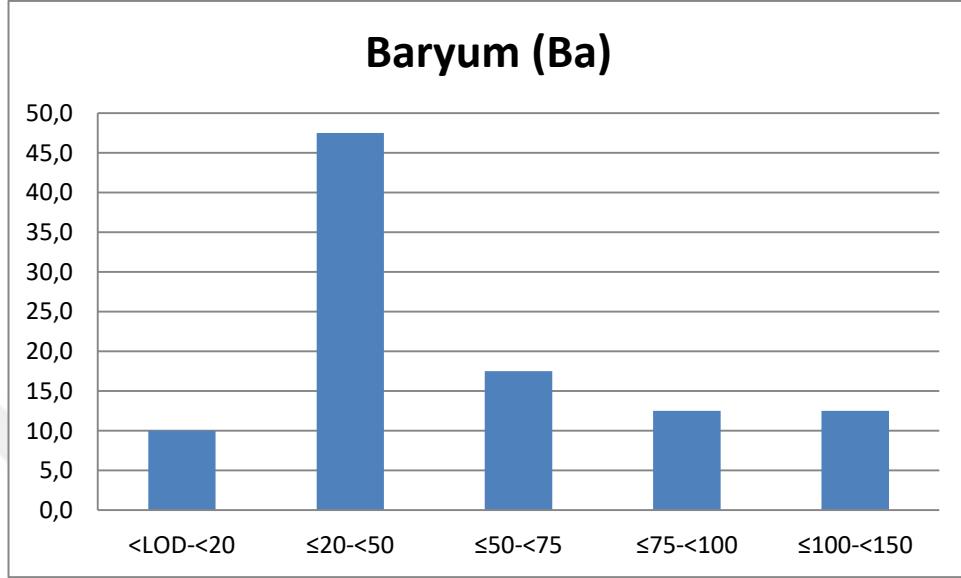


Şekil 3. 17. Bal Örneklerinde Kalay Seviyeleri

Tablo 3. 17. Bal Örneklerinde Kalay Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<100	≤100-<200	≤200-<500	≤500-<1000
n (40)	17	2	6	7	8
%	42.5	5.0	15.0	17.5	20.0
Minimum	<LOD				
Maximum	983.0				

Analiz edilen bal örneklerinin kalay seviyeleri **Şekil 3.17** ve **Tablo 3.17**'de ifade edildi. Minimum seviye <LOD olarak belirlenirken maksimum seviye 983.0 ppb olarak saptandı. Örneklerin %20.0'i ≤500-<1000 ppb arasında kalay içermektedir.

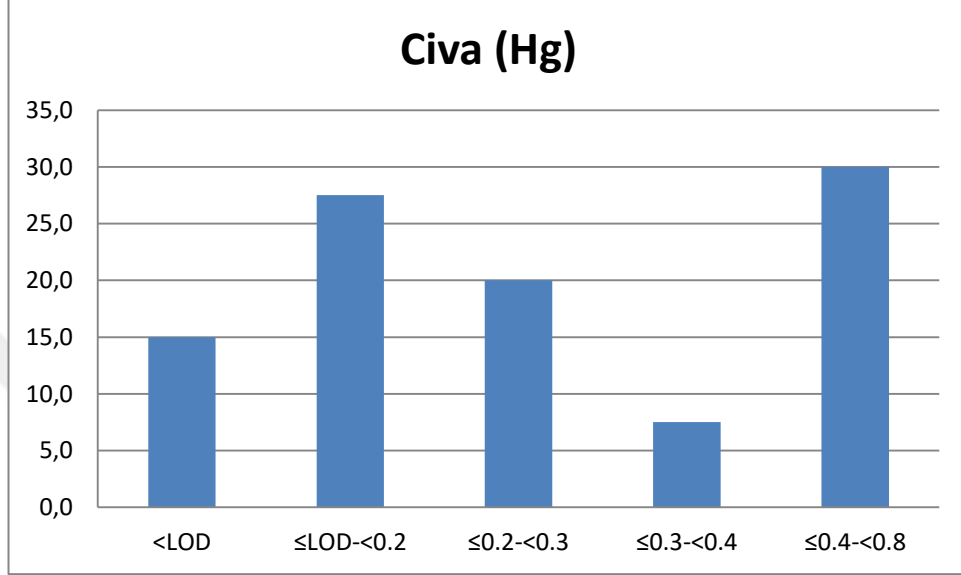


Şekil 3. 18. Bal Örneklerinde Baryum Seviyeleri

Tablo 3. 18. Bal Örneklerinde Baryum Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD-<20	≤20-<50	≤50-<75	≤75-<100	≤100-<150
n (40)	4	19	7	5	5
%	10.0	47.5	17.5	12.5	12.5
Minimum	13.6				
Maximum	142.9				

Analiz edilen bal örneklerinin baryum seviyeleri **Şekil 3.18** ve **Tablo 3.18**'de ifade edildi. Minimum seviye 13.6 ppb olarak belirlenirken maksimum seviye 142.9 ppb olarak saptandı. Örneklerin %12.5'i ≤100-<150 ppb arasında baryum içermektedir.

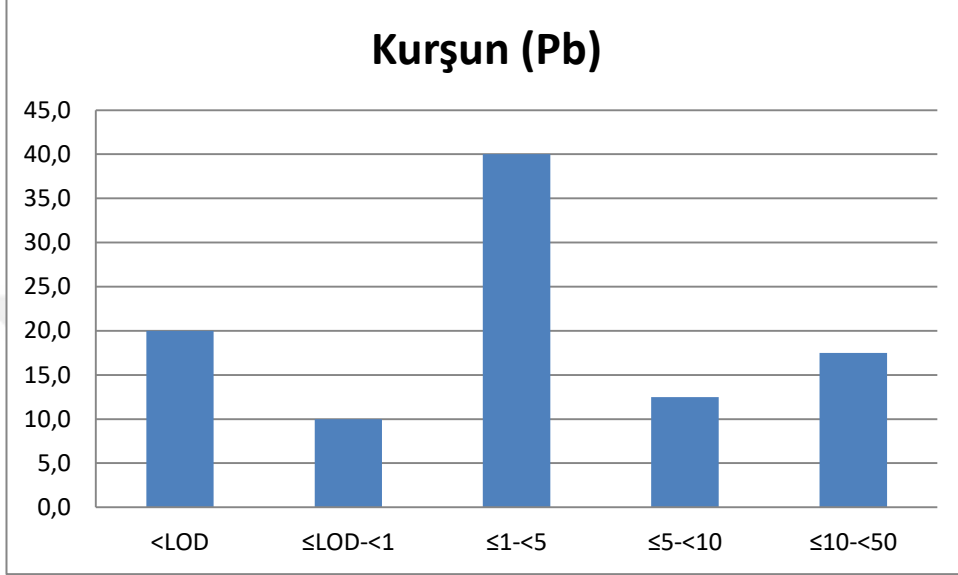


Şekil 3.19. Bal Örneklerinde Civa Seviyeleri

Tablo 3.19. Bal Örneklerinde Civa Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<0.2	≤0.2-<0.3	≤0.3-<0.4	≤0.4-<0.8
n (40)	6	11	8	3	12
%	15.0	27.5	20.0	7.5	30.0
Minimum	<LOD				
Maximum	0.7				

Analiz edilen bal örneklerinin civa seviyeleri **Şekil 3.19** ve **Tablo 3.19** de ifade edildi. Minimum seviye <LOD olarak belirlenirken maksimum seviye 0.7 ppb olarak saptandı. Örneklerin %30'u ≤0.4-<0.8 ppb arasında civa içermektedir.



Şekil 3. 20. Bal Örneklerinde Kurşun Seviyeleri

Tablo 3. 20. Bal Örneklerinde Kurşun Seviyeleri (ppb)

Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<1	≤1-<5	≤5-<10	≤10-<50
n (40)	8	4	16	5	7
%	20.0	10.0	40.0	12.5	17.5
Minimum	<LOD				
Maximum	34.6				

Analiz edilen bal örneklerinin kurşun seviyeleri **Şekil 3.20** ve **Tablo 3.20**'de ifade edildi. Minimum seviye <LOD olarak belirlenirken maksimum seviye 34.6 ppb olarak saptandı. Örneklerin %17.5'i ≤10-<50 ppb arasında kurşun içermektedir.

	Min.(ppm)	Mak.(ppm)
Sodyum (Na)	1,1	83,4
Magnezyum (Mg)	7,5	81,8
Aliminyum (Al)	0,5	45,7
Fosfor (P)	33	229,2
Potasyum (K)	275,2	5377,4
Kalsiyum (Ca)	3,60	44,1
Krom (Cr)	0,001	0,0766
Manganez (Mn)	0,1029	2,2058
Demir (Fe)	0,4	7,5
Kobalt (Co)	LOD	0,0254
Nikel (Ni)	LOD	0,7882
Bakır (Cu)	0.0667	1,203
Çinko (Zn)	0,1087	5,5709
Arsenik (As)	0,0012	0,0209
Selenyum (Se)	LOD	0,0074
Kadmiyum (Cd)	LOD	0,0134
Kalay (Sn)	LOD	0,983
Baryum (Ba)	0,0136	0,1429
Civa (Hg)	LOD	0,0007
Kurşun (Pb)	LOD	0,0346

Tablo 3. 21. Bal Örneklerinde Minimum Maksimum element düzeyleri(ppm)

Tablo 3. 22. Bal Örneklerinde element düzeyleri

Sodyum (Na)	Seviye (ppm)	<LOD-<10	≤10-<20	≤20-<30	≤30-<40	≤40-<100	
	n (40)		4	16	9	8	3
	%		10	40	22,5	20	7,5
Magnezyum (Mg)	Seviye (ppm)	<LOD-<10	≤10-<20	≤20-<30	≤30-<70	≤70-<100	
	n (40)		4	3	11	16	6
	%		10	7,5	27,5	40	15
Aliminyum (Al)	Seviye (ppm)	<LOD-<1	≤1-<2	≤2-<3	≤3-<10	≤10-<50	
	n (40)		10	11	3	11	5
	%		25	27,5	7,5	27,5	12,5
Fosfor (P)	Seviye (ppm)	<LOD-<40	≤40-<70	≤70-<100	≤100-<150	≤150-<250	
	n (40)		3	12	8	12	4
	%		7,5	30	20	30	10
Potasyum (K)	Seviye (ppm)	<LOD-<300	≤300-<1000	≤1000-<1500	≤1500-<2500	≤2500-<5500	
	n (40)		4	10	8	4	14
	%		10	25	20	10	35
Kalsiyum (Ca)	Seviye (ppm)	<LOD-<5	≤5-<10	≤10-<15	≤15-<25	≤25-<50	
	n (40)		3	13	10	11	3
	%		7,5	32,5	25	27,5	7,5
Krom (Cr)	Seviye (ppb)	<LOD-<2	≤2-<5	≤5-<10	≤10-<25	≤25-<100	
	n (40)		3	12	13	9	3
	%		7,5	30	32,5	22,5	7,5
Manganez (Mn)	Seviye (ppb)	<LOD-150	≤150-<250	≤250-<500	≤500-<1000	≤1000-<2500	
	n (40)		5	7	10	13	5
	%		12,5	17,5	25	32,5	12,5
Demir (Fe)	Seviye (ppm)	<LOD-<0.5	≤0.5-<1	≤1-<2	≤2-<5	≤5-<10	
	n (40)		1	7	9	17	6
	%		2,5	17,5	22,5	42,5	15
Kobalt (Co)	Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<1	≤1-<5	≤5-<10	≤10-<30	
	n (40)		3	3	23	6	5
	%		7,5	7,5	57,5	15	12,5

Tablo 3. 23. Bal Örneklerinde element düzeyleri

Nikel (Ni)	Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<50	≤50-<100	≤100-<250	≤250-<800	
	n (40)		1	8	11	14	6
	%		2,5	20	27,5	35	15
Bakır (Cu)	Seviye (ppb)	<LOD	≤1-<10	≤10-<20	≤10-<40	≤40-<100	
	n (40)		0	4	16	17	3
	%		0	10	40	42,5	7,5
Çinko (Zn)	Seviye (ppb)	<LOD-<500	≤500-<750	≤750-<1500	≤1500-<3000	≤3000-<6000	
	n (40)		9	11	7	8	5
	%		22,5	27,5	17,5	20	12,5
Arsenik (As)	Seviye (ppb)	<LOD-<2	≤2-<3	≤3-<5	≤5-<10	≤10-<25	
	n (40)		8	7	8	12	5
	%		20	17,5	20	30	12,5
Selenyum (Se)	Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<0.5	≤0.5-<1	≤1-<5	≤5-<10	
	n (40)		14	3	3	14	6
	%		35	7,5	7,5	35	15
Kadmium (Cd)	Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<0.5	≤0.5-<1	≤1-<5	≤5-<15	
	n (40)		7	4	3	17	9
	%		17,5	10	7,5	42,5	22,5
Kalay (Sn)	Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<100	≤100-<200	≤200-<500	≤500-<1000	
	n (40)		17	2	6	7	8
	%		42,5	5	15	17,5	20
Baryum (Ba)	Seviye (ppb)	<LOD-<20	≤20-<50	≤50-<75	≤75-<100	≤100-<150	
	n (40)		4	19	7	5	5
	%		10	47,5	17,5	12,5	12,5
Civa (Hg)	Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<0.2	≤0.2-<0.3	≤0.3-<0.4	≤0.4-<0.8	
	n (40)		6	11	8	3	12
	%		15	27,5	20	7,5	30
Kurşun (Pb)	Seviye (ppb)	<LOD	≤LOD-<1	≤1-<5	≤5-<10	≤10-<50	
	n (40)		8	4	16	5	7
	%		20	10	40	12,5	17,5

4. TARTIŞMA

Dünya üzerinde baskısını giderek artıran çevre kirliliği tüm ülkeleri tehdit altına almaktadır. Günümüzde çevre kirliliği tehlikeli boyutlara ulaşmış durumdadır. Nükleer faaliyetlerin son zamanlarda artması, ozon katmanındaki problemler, verimli arazilerin çölleşmesi, zararlı kimyasal atıkların kontrolsüz şekilde çevreye yayılımı, pestisitler ve benzeri sorunları, hızlı sanayileşme ve nüfus artışının da eklenmesi ile çevre kirliliğinin sosyo-ekonomik etkileri de büyük problem oluşturmaktadır (Şerifoğlu, 1993; Akyüz, 1997).

Tehlikeli boyutlara ulaşan çevresel kirlenme, hava, su ve toprağı etkileyerek dolaylı ya da doğrudan insan Sağlığını tehdit etmekte hatta ölümlere sebebiyet verebilmektedir. Bu etkinin sebep olduğu diğer bir sorun ise gıdalar üzerinden insanların çevresel kirlenmeden etkilenmeleridir. Günümüzde bu sebeplerden dolayı gıdalardaki ağır metal tayinlerinde önemi giderek artmaktadır. Özellikle bal çevre kirliliğinden etkilenen gıdaların başında yer almaktadır. Bu sebeple bir çok çalışmada arıların indikatör görevi gördüğü ortaya konmuş hatta çevreden aldıkları ağır metallerin az bir kısmını bala aktardıkları için doğal tampon görevi gördükleri ortaya konmuştur (Şerifoğlu, 1993).

Saghaei ve ark. (2012)'de yaptıkları bir çalışmada Orumieh (İran)'ın merkez, Mergever, Tergever ve Sero olmak üzere 4 bölgesinden Eylül-2009'da toplanan 89 bal numunelerinde Pb, Co, Cu, Fe, Mn, Zn, As ve Ni düzeyleri araştırıldı. Analizler sonucunda bütün bal numunelerinde Pb (0,04±0,1 ppm), Co (0,001±0,002 ppm), Cu (7,09±9,4 ppm), Fe (0,6±0,9 ppm), Mn (0,06±0,1 ppm), Zn (9,99±26,5 ppm), As (0,0008±0,0011 ppm) ve Ni (0,003±0,005 ppm) tespit edildi. Bu çalışma sonucunda belirlenen Pb düzeylerinin Avrupa Birliği tarafından kabul edilen maksimum kalıntı limitlerini aşmadığı, Metal düzeylerinin ise kabul edilebilir düzeylerde olduğu Pb düzeyinin ise Avrupa Birliği tarafından kabul edilen maksimum kalıntı limitlerini aşmadığı ifade edilmiştir. Afyonkarahisar ilinde 40 adet bal numunesi üzerinden yapmış olduğumuz çalışmada ise en yüksek Pb, Co, Cu, Fe, Mn, Zn, As, ve Ni

düzeyleri sırası ile 0,0346 ppm, 0,0254 ppm, 1,203 ppm, 7,5 ppm, 2,2058 ppm, 5,5709 ppm, 0,0209 ppm, 0,7882 ppm olarak belirlenmiştir. Bu değerler kalıntı limitlerinin altında bulunmaktadır.

Przybylowski ve Wilenzyńska (2001)'de yaptıkları bir Pomerian bölgesinde yaptıkları bir çalışmada 15 bal numunesini Cd, Zn ve Pb açısından atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile inceledikleri çalışmada. Cd'ü 0,008- 0,027 ppm, Zn'yi 4,17-22,3 ppm ve Pb'yi 0,025- 0,071 ppm aralığında olduğunu ve ortalama Zn değerini 7,76 ppm, Cd'ü 0,015 ppm ve Pb ise 0,048 ppm olarak belirlemişlerdir. Ayrıca ıhlamur balında daha yüksek düzeyde kurşun belirlediklerini ifade etmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada ise Cd LOD- 0,0134 ppm, Zn 0,1087- 5,5709 ppm, Pb LOD- 0,0346 ppm olarak ortaya konmuştur. Ayrıca Örneklerin %17.5'i ≤ 10 - < 50 ppb arasında kurşun(Pb) içerirken, örneklerin %12.5'i ≤ 3 - < 6 ppb arasında çinko (Zn) içermektedir.

Romaya'nın Transilvanya bölgesinde Popa ve ark.(2013)'nın yaptıkları bir çalışmada 12 bal numunesinde Cu, Pb ve Cd dalga voltametri ile ölçüldü. Bal örneklerinde özellikle Blaj and Teius bölgelerinden toplanan ballarda Pb düzeyinin çok yüksek olduğu ve izin verilen yasal limitlerin üstünde olduğu belirlenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada Cu, Pb ve Cd kalıntı limitlerinin altına yer alırken, örneklerin %22.5'i $\leq 0,005$ - $< 0,015$ ppm arasında kadmiyum, %40'ı analizlerde en üst limit olan ≤ 10 - < 50 ppb arasında kurşun, % 7.5'i ≤ 40 - < 100 ppb arasında bakır içermektedir

Ekici ve Yazıcı (2017)'nin Ardahan'ın merkez, Posof, Hanak, Göle, Çıldır, Damal ilçelerinden topladıkları 180 adet bal numunesi ile yaptıkları çalışmada Ca, Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Pb, Ni, Sr ve Zn düzeylerini ICP-OES cihazı ile belirlemişlerdir. Ballarda Cd, Co, Cr ve Pb değerlerini tespit limitinin altında bulmuşlar ve. Al $0,124863 \pm 0,31344$ ppm, Ca $1,22756 \pm 0,89222$ ppm, Fe $0,67352 \pm 0,34636$ ppm, K $6,484904 \pm 2,078892$ ppm, Mg $0,302551 \pm 0,323329$ ppm, Na $3,11869 \pm 0,835149$ ppm, Mn $0,004636 \pm 0,003943$ ppm ve Sr $0,010535 \pm 0,01473$ ppm olarak tespit etmişlerdir. Çalıştıkları bal numunelerinin insan sağlığı açısından

herhangi bir tehlike teşkil etmediğini de ifade etmişlerdir. Afyonkarahisar merkez ve ilçelerden toplanan bal numuneleri üzerindeki yaptığımız çalışma ile karşılaştırdığımızda bulduğumuz Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, Mn düzeylerinin daha düşük olduğu, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sn, Ba, Hg, Pb düzeylerinin insan sağlığı açısından tehlike teşkil etmeyeceği ortaya konmuştur.

Erbilir ve Erdoğan (2005) Kahramanmaraş bölgesinde yaptıkları bir çalışmada 21 bal örneğini Cu, Cd, Mn, Fe, Mg ve Ni açısından atomik absorpsiyon spektrometresi ile analiz etmişler. Cu, Cd, Mn, Fe ve Mg'un ortalama değerlerini sırasıyla 0.01, 0.32, 0.03, 0.36 ve 10.45 ppm olarak belirlemişlerdir. Bal örneklerinde nikel tespit etmemişlerdir. Yaptığımız çalışmada Cu, Cd, Mn, Fe ve Mg düzeylerinin genel olarak bu çalışma ile uyumlu olduğu gözlemlenmiş olup % 7.5'i ≤ 40 - < 100 ppb arasında bakır, %22.5'i $\leq 0,005$ - $< 0,015$ ppm arasında kadmiyum, %12.5'i ≤ 1000 - < 2500 ppb arasında manganez, %15.0'i ≤ 70 - < 100 ppm arasında magnezyum, %15.0'i ≤ 5 - < 10 ppm arasında demir ve %15.0'i ≤ 250 - < 800 ppb arasında nikel içermektedir.

Güney Amerika ülkesi olan Brezilyada yapılan bir araştırmada 57 bal numunesi değişik 29 bölgeden toplanarak 42 elementin düzeyleri tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada Cr 0,0045 ppm (0,00003-0,0115), Ba 0,374 ppm (0,0253-2,566), Cu 0,2 ppm (0,01-0,7), Fe 3,5 ppm (0,4-14,1), Co 0,007 ppm (0,001-0,03), Ni 0,0495 ppm (0,0017-0,485), Mn 4,3 ppm (0,08-18,8), Zn 1,5 ppm (0,01-7,1), Pb 0,0087 ppm (0,0011-0,0314), Cd 0,00033 ppm ($< 0,00002$ -0,00111), değerleri bulunmuştur. Brezilyada yapılan bu çalışmada ülkedeki ballarda en düşük kurşun içeriğine rastlanmışken en yüksek konsantrasyonların alüminyum, magnezyum ve nikelde karşılaşılmıştır (Batista vd., 2012). Yaptığımız çalışmada ise en yüksek konsantrasyon Potasyum (K) olurken, en düşük konsantrasyonlar Kurşun (Pb) ve Cıva (Hg) da olduğu görülmüştür.

Karaman bölgesinde üretimi yapılan balların kimyasal konsantrasyonlarının tespiti için Karaman merkez ve beş ilçede toplanan bal numuneleri ile yapılan

çalışmada Pb, Cd, Hg, As, Ba, Mn, Be, Cr, Cu, Fe, Li, Ni, Se, Sr, Ti, Y, Zn, Al, B, Te, Mg, P, Ca, Na, K düzeyleri Pb 0.056 - 0.063 ppm, Cd 0.068 - 0.073 ppm, Hg 0.025 - 0.37 ppm, As 0.07 - 0.077 ppm, Ba 0.163 - 0.626 ppm, Mn 0.315 - 0.907 ppm, Be 0.481 - 0.496 ppm, Cr 0.551-0.776 ppm, Cu 0.005 - 0.238 ppm, Fe 0.29 - 7.111 ppm, Li 0.001 - 0.905 ppm, Ni 0.05 - 36.615 ppm, Se 0.012 - 13.732 ppm, Sr 0.286 - 0.877 ppm, Ti 0.517 - 0.649 ppm, Y 0.283 - 0.306 ppm, Zn 0.056 - 4.533 ppm, Al 0.067 - 8.117 ppm, B 0.214 - 6.786 ppm, Te 10.461 - 11.067 ppm, Mg 3.609 - 24.347 ppm, P 32.356 - 74.156 ppm, Ca 9.14 - 207.068 ppm, Na 85.25 - 332.335 ppm, K 78.009 - 1019.24 ppm olarak tespit edilmiştir (Sezen, 2020). Yaptığımız çalışmada ise Kurşun (Pb) LOD- 0,0346 ppm, Kadmiyum (Cd) LOD- 0,0134 ppm, Civa (Hg) LOD- 0,0007 ppm, Arsenik (As) 0,0012-0,0209 ppm, Baryum (Ba) 0,0136-0,1429 ppm, Manganez (Mn) 0,1029- 2,2058 ppm, Krom (Cr) 0,001- 0,0766 ppm, Bakır (Cu) 0,0667- 1,203 ppm, Demir (Fe) 0,4- 7,5 ppm, Nikel (Ni) LOD-788,2 ppm, Selenyum (Se) LOD- 0,0074 ppm, Çinko (Zn) 0,1087- 5,5709 ppm, Alüminyum (Al) 0,5- 45,7 ppm, Magnezyum (Mg) 7,5- 81,8 ppm, Fosfor (P) 33- 229,2 ppm, Kalsiyum (Ca) 3,60- 44,1 ppm, Sodyum (Na) 1,1- 83,4 ppm, Potasyum (K) 275,2- 5377,4 ppm olarak tespit edilmiştir.

Bilandzic ve ark. (2017) Hırvatistan da farklı alanlardan topladıkları bal numunelerinde bazı ağır metal varlığının ballardaki düzeylerinin tespiti için yapmış oldukları çalışmada Al, Ca, Cu, Fe, K Mg, Mn, Na, Zn, Ag değerlerine bakılmıştır. Yapılan analizler sonrasında sırasıyla 0.49–22.8 ppm, 57.6–275 ppm, 0.17–0.97 ppm, 2.25–13 ppm, 1668–4626 ppm, 12.7–160 ppm, 0.37–2.54 ppm, 21.4–63.3 ppm, $0.62-2.20 \pm 2.11$ ppm ve 0.00018–0.0020 ppm ortalama olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise Alüminyum minimum seviyesi 0.5 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 45.7 ppm olarak saptandı. Örneklerin %12.5'i $\leq 10- < 50$ ppm arasında bulunmaktadır. Ca minimum seviye 3.6 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 44.1 ppm olarak saptandı. Örneklerin %7.5'i $\leq 25- < 50$ ppm arasında bulunmaktadır. Cu minimum seviye 0,0667 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 1,203 ppm olarak saptandı. Örneklerin % 7.5'i $\leq 40- < 100$ ppm arasında bulunmaktadır. Fe minimum seviye 0.4 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 7.5 ppm olarak saptandı. Örneklerin %15.0'i $\leq 5- < 10$ ppm

arasında bulunmaktadır. K minimum seviye 275.2 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 5377.4 ppm olarak saptandı. Örneklerin %35.0'i ≤ 2500 -<5500 ppm arasında bulunmaktadır. Mg minimum seviye 7.5 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 81.8 ppm olarak saptandı. Örneklerin %15.0'i ≤ 70 -<100 ppm arasında bulunmaktadır. Mn minimum seviye 0,1029 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 2,2058 ppm olarak saptandı. Örneklerin %12.5'i ≤ 1000 -<2500 ppb arasında bulunmaktadır. Na minimum seviye 1.1 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 83.4 ppm olarak saptandı. Örneklerin %7.5'i ≤ 40 -<100 ppm arasında bulunmaktadır. Zn minimum seviye 0,1087 ppm olarak belirlenirken maksimum seviye 5,5709 ppm olarak saptandı. Örneklerin %12.5'i ≤ 3 -<6 ppm arasında bulunmaktadır.

Türkiye ve dünyada; ballardaki element konsantrasyonlarının belirlenmesi için yapılan çalışmalardan bazıları ve elde edilen bazı element konsantrasyonlarının sonuçları Tablo 4. 1, Tablo 4. 2 ve Tablo 4. 3. de belirtilmiştir. Afyonkarahisar ili ve çevresinden toplanan arı bal numunelerinde ICP/MS/MS ile Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, As, Hg, Ba, Sn ve Se düzeyleri ölçülmüştür. Yaptığımız bu çalışmada farklı ağır metal düzeyleri tespit edilmiş olup; Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde baldaki ağır metal konsantrasyonlarının kritik limitleri için bir ölçüt belirlenmemiştir. Bununla birlikte FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) (Fao, 2020), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından ortaklaşa kurulan Kodeks Alimentarius Komisyonu (KAK) (Anonim, 2000) ve Avrupa Birliği Kodeks ve Standartları Yönetmeliğinde bildirilen verilere göre (Anonim, 2009) konsantrasyonların maksimum limitlerin altında kaldığı tespit edilmiştir. Bulunan değerler literatür çalışmaları incelenerek karşılaştırılmış; elde edilen sonuçlar Türkiye ve Dünyadaki çalışmalar ile uyumsuzluk yaşamasa da, çalışmada literatür taramalarının artırılması çalışmaya katkısını artıracaktır.

Tablo 4. 1. Dünyada Yapılan Bazı Çalışmalar (ppm)

Kaynaklar	Ülke	Pb	Cd	Fe	Cu	Ni	Zn	Na	K	Mg	Ca	Cr	B	As	P
(Jones, 1987)	İngiltere	<0.2			6,51										
(Morse, 1980)	Amerika	3,19	0,267	183	1,41	1,25	172	%28.7	%0.151	%0.005	%0.018		554		%0.10
(D'ambrosio ve Marchesini, 1982)	İtalya	2,37		13,75											
(Stein, 1986)	Almanya	0,13	0,015												
(Darmati vd., 1985)	Yugoslavya	1,5	0,05	2,3	0,45	0,1	18					0,2			
(Gajek vd., 1987)	Polonya/ Çin balı	0,46		20,7	0,8		67,6							0,02	
(Bogdanov vd., 1986)	İsviçre	0,52	0,056				19,5								
(Tong, 1975)	Amerika	0,003	0,028	40			5,6		20	350	540				
(Varju, 1970)	Macaristan	0,05		2,8	0,29		5,1			17	178		3,5		129
(Grajewska vd., 1984)	Polonya	0,3	0,26		0,9		49,1					0,06		0,006	
(Cimino vd., 1984)	Scilya	<0.05	0,024		0,09										
Crane 1975	İtalya			2,4	0,29			18	205	19	49				
Przybyłowski 2001	Hollanda	0,048	0,015				7,76								
(Conti ve botre 2001)	İtalya	0,045	0,063									0,102			
(Caroli vd., 1999)	İtalya	0,138	0,0007	0,926	0,141	0,0078	0,405					0,0027		0,0033	
(Bilandžić vd., 2019)	Hırvatistan			5,12	0,71		2,2	4,11	2782	69,9	140				

Tablo 4. 2. Türkiye'de Yapılan Bazı Çalışmalar (ppm)

Kaynaklar	Ülke	Pb	Cd	Fe	Cu	Ni	Zn	Na	K	Mg	Ca
(Sevilimli vd., 1992)	Türkiye			353			138		960		
(Günbey ve Şerifoglu 1993)	Türkiye	0,032	0,009	5,56	0,99		1,52		1527	46,8	71,5
(Tolonen, 1999)	Türkiye	32,95	15,4	171,8	4,14		2,8		2496	77,21	94,46
(Üren vd., 1998)	Türkiye	0,037	0,011	11,35	0,98		1,41		1563	47,55	39,4
(Yılmaz ve Yavuz, 1999)	Türkiye			6,6	1,8		2,7	118	296	33	51
(Tosunur 2004)	Türkiye	0,248	0,013	10,429	2,687	0,864	1,509				

Tablo 4.3. Türkiyede ve Dünyada Yapılan Bazı Çalışmalar(ppm)

Yayınlar	Sodyum (Na)	Magnezyum (Mg)	Alüminyum (Al)	Fosfor (P)	Potasyum (K)	Kalsiyum (Ca)	Krom (Cr)	Manganez (Mn)	Demir (Fe)	Kobalt (Co)	Nikel (Ni)	Bakır (Cu)	Çinko (Zn)	Arsenik (As)	Selenyum (Se)	Kadmiyum (Cd)	Baryum (Ba)	Civa (Hg)	Kurşun (Pb)	
(Saghaei ve ark., 2012)								0,06±0,1	0,65±0,9	0,001±0,002	0,003±0,005	7,09±9,4	9,99±26,5	0,0008±0,0011					0,04±0,1	
(Przybyłowski ve Wilenszyńska, 2001)													4,17-22,3			0,008-0,027			0,025-0,071	
(Ekici ve Yazıcı, 2017)	3,11869±0,835149	0,302551±0,323329	0,124863±0,31344		6,484904±2,078882	1,22756±0,89222		0,004636±0,003943	0,67352±0,34636											
(Erbilir ve Erdoğan, 2005)		ortalama 10,45						ortalama 0,03	ortalama 0,36			ortalama 0,01				ortalama 0,32				
(Batista vd., 2012)							0,0045	4,3	3,5	0,007	0,0495	0,2	1,5			0,00033	0,374		0,0087	
(Sezen, 2020).	85.25-332.335	3.609-24.347	0.067-8.117	32.356-74.156	78.009-1019.24	9.14-207.068	0.551-0.776	0.315-0.907	0.29-7.111		0.05-36.615	0.005-0.238	0.056-4.533	0.07-0.077	0.012-13.732	0.068-0.073	0.163-0.626	0.025-0.37	0.056-0.063	
(Bilandic ve ark., 2017)	21.4-63.3	12.7-160	0.49-22.8		1668-4626	57.6-275		0.37-2.54	2.25-13			0.17-0.97	0.62-2.20							
(Kılıç Altun ve ark., 2017)	0.48-13.1		<0,001-0,96		1.18-268	<0,001-4,5	<0,001-17,31	<0,001-0,274	<0,001-7,254		<0,001-0,001	<0,001-0,929	<0,001-0,237		<0,001-0,0659	<0,001-0,001			<0,001-0,001	
(Saghaei ve ark., 2012)							3,642	0,026-0,116	0,344-2,542	0,0006-0,003	0,0011-0,0086		0,953-42,49	0,00000-0,0028					0,394-0,190	
(Rashed ve ark., 2009)							0,65	0,6 to 1,4	35 to 64	0,08 to 0,8	0,2 to 1,0	1,4 to 2,3	6,1 to 12			0,005 to 0,43			1,0 to 2,6	
(Martin, 2014)														0-0,00446		0,59-1,63		0	0,0303-0,0520	

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada Afyonkarahisar ili ve çevresinden toplanan arı bal numunelerinde ICP/MS/MS ile Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, As, Hg, Ba, Sn ve Se düzeyleri ölçülmüştür. Günümüzde çevre kirliliğinin tehlikeli boyutlara ulaştığı bir gerçektir. Çevre kirliliği gıdalar vasıtasıyla insanlara kadar taşınabilmekte ve bu gıdaları tüketen kişilerde çeşitli hastalıklara, patolojik bozukluklara ve hatta ölümlere neden olabilmektedir. Çevrede ağır metal kirlenmesini değerlendirmek için özellikle bal ve süt ürünlerinde ağır metallerin düzenli olarak analizlerinin yapılması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde belirlenen ağır metal düzeylerinin maksimum kalıntı limitlerinin altında olduğu tespit edilmiştir ve analizi yapılan bal örneklerinin insan sağlığı açısından tehlike teşkil etmeyeceği kanısına varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Adam, B. (1983). In Search of the Best Strains of Bees. Northern Bee Boks, Hebden Bridge, WestYorkshire, U.K., 206 p.
- Adedeji, O., B., Okerentugba, P., O., Okonko, I.O. (2012). Use of Molecular, Biochemical and Cellular Biomarkers in Monitoring Environmental and Aquatic Pollution. *Nature and Science*, 2012,10(9): 84-104.
- Akbay, R. (1986). Arı ve İpekböceği Yetiştirme, A.Ü. Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, *Ziraat Fakültesi Yayınları*: 956, Ankara.
- Aksoy, Z., Dığrak, M. (2006). Bingöl yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal etkisi üzerinde in vitro araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 18(4): 471-478.
- Akyol, E., Çakır, V., Battaloğlu, R., Selamoğlu, Z., Canpolat, E., İlk, S. (2016a). “Farklı ısıl işlem uygulamalarının (ultrasonik muamele ve benmari yöntemi) balların kristalize olması üzerine etkilerinin belirlenmesi”, 5. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Fethiye/Muğla, 1-5 Kasım.
- Akyol, E., Çakır, V., Yeninar, H., Ceylan, D.A., Yörük, A. (2016b). “Farklı ısıl işlem uygulamalarının (ultrasonik muamele ve benmari yöntemi) balların biyokimyasal yapısı üzerine etkilerinin belirlenmesi”, 5. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Fethiye/Muğla 1-5 Kasım.
- Akyüz, M. (1997). Van’da tüketime sunulan yerli ve İran ballarının fiziksel, kimyasal, ve duyuşal niteliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.Y.Ü. Sağ. Bil. Ens, Van.
- Akyüz, M. (1997). Van’da tüketime sunulan yerli ve İran ballarının fiziksel, kimyasal, ve duyuşal niteliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.Y.Ü. Sağ. Bil. Ens, Van.
- Al Somal, N., Coley, K.E., Molan, P.C., HancocK, B.M. (1994). Susceptibility of Helicobacter Pylori to the Antibacterial Activity of Manuka Honey, *J. Royal Soc. Med.*, 87, 9-12.
- Al-Khalifa, A.S., Al-Arifıy, I.A. (1999). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys, *Food Chem.*, 67, 21-25.
- Altun, K. S., Dinç, H., Paksoy, N., Temamoğulları, K.F., 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 Volume 2017*, Article ID 6391454, 6 pages
- Anonim (2020). Erişim: [<https://afyonaribir.tr.gg/AFYONDA-ARICILIK.htm>]. Erişim Tarihi: 02.02.2020.

- Anonim (1990). Bal Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th edn., ed.P. Cunniff. AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- Anonim (2000). Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO, Proposed Draft Revised Regional Standard for Vinegar, Food Standards Programme Recommended European.
- Anonim (2004). Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri Merkez Birliği Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- Anonim (2005). Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO, Food Standards Programme Recommended European-Regional Standard for Honey
- Anonim (2005a). Agilent Technologies, ICP-MS A Primer, USA.
- Anonim (2009). AIJN. European Fruit Juice Association, Regional Workshop On Fruit and Vegetable Processing in The EU, Practical consequences of implementation of EU legislation and Codex standards applicable to juices, Serbia.
- Anonim(2019a). Erişim: [[http://www.tarimkutuphanesi.com/aricilik_\(yaycep\)_00471.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/aricilik_(yaycep)_00471.html)]. Erişim Tarihi: 01.12.2019.
- Anonim(2019).Erişim: [<https://www.tarimorman.gov.tr/HAYGEM/KAGEM/Link/8/Bal-Tebliği>]. Erişim Tarihi: 01.12.2019.
- Anonim (2005). Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO, Food Standards Programme Recommended European-Regional Standard for Honey.
- Arslan, İ. (2008). Kars ve Ardahan yörelerinde üretilen ve satışa sunulan ballarda naftalin kalıntısının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars, s.35.
- Aslanhan, E. (2012). Çevresel Kirliliklerin Takibinde Kullanılacak Yeni Biyomonitör Bitkiler. Türkiye Cumhuriyeti Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ateş, Y. (2014). Bingöl ve yöresinde üretilen balların kimyasal incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, s.22.
- Bakoğlu, A., Kutlu, M.A., Bengü, A.Ş. (2014). Bingöl ilinde arıların yoğun olarak konakladıkları alanlarda üretilen ballarda bulunan polenlerin tespiti. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(3): 348-353.
- Bargańska, Ž., Šlebioda, M., Namieśnik, J. (2016). Honey bees and their products: Bioindicators of environmental contamination. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 46(3), 235-248.

- Başıoğlu, F.N., Sorkun, K., Löker, M., Doğan, C., Wetherilt, H., (1996). Saf ve sahte balların ayırıt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve palinolojik kriterlerin saptanması. *Gıda Dergisi* 21(2): 67-73.
- Batista BL, Da Silva LRS, Rocha BA, Rodrigues JL, Berretta-Silva AA, Bonates TO, Gomes VSD, Barbosa RM, Barbosa 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.
- Becker, P., H. (2003). Biomonitoring With Birds (Chapter 19). MARKERT ,B.A., BREURE, A.M., ZECHMEİSTER H.G., Bioindicators and biomonitors.
- Bilandzic, .N., Gajger, I.T., Kosanovic, M., Calopek, B., Sedak, M., Kolanovic, S., Varenina, I., Luburic, D.B., Varga, I. VE Dokic, M., (2019). Essential and Toxic Element Concentrations in Monofloral honeys from Southern Croatia, *Food Chemistry*, 234, 245-253.
- Bilgen Çınar, S. (2010). Türk çam balının analitik özellikleri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, s.10-19.
- Bogdanov, S. (2002). “Harmonised methods of the international honey commission (introduction and general comments on the methods) swiss bee research centre”. FAM, Liebefeld, CH-3003 Bern, Switzerland.
- Bogdanov, S. (2012). Bee venom: Composition, health, medicine: A review. *Peptides* 44: 18-22.
- Bogdanov, S., Imdorf, A., Charriere, J., Fluri, P., Kilchenmann, V. (2003). The contaminants of the bee colony, *Bulg. J. Vet. Med.*, 2, 5970.
- Bogdanov, S., Zimmerli, B., Erard, M., (1986). Heavy Metals in Honey. *Mitteilungen aus Dem Gebiete Der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene* 77: 153-158
- Boluktepe, F.E. AND Yilmaz, S. (2008). Arı Ürünlerinin Bilinirliği ve Satın Alınma Sıklığı. *Uludag Bee Journal*, 8(2), 53-62.
- Boselli, E., Caboni, M. F., Sabatini, A. G., MArcazzan, G. L., Lercker, G. (2003). Determination and changes of free amino acids in royal jelly during storage, *Apidologie*, 34 (2): 129137.
- Burdurlu, H. S., Karadeniz, F. (2002). “Gıdalarda maillard reaksiyonu”, *Gıda*, 27(2):77-82.
- Caroli, S., Forte, G., Iamiceli A.L., Galoppi, B., (1999). Determination of Essential and Potentially Toxic Trace Elements in Honey by Inductive Couple Plasma- Based Techniques, *Talanta* (50), 327-336.
- Ceylan, D.A. (2016). Farklı bal çeşitlerinde ısıtma sıcaklığı, ısıtma ve depolama sürelerinin hmf ve diastaz sayısı üzerine etkileri, Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, s.15-20.

- Choudhari, M.K., Haghniaz, R., Rajwade, J.M., Paknikar K.M. (2013). Anticancer activity of Indian stingless bee propolis: an in vitro study. EvidenceBased Complementary and Alternative Medicine <http://dx.doi.org/10.1155/2012/410406>.
- Cimino, G., Zilno, M., Panuccio, M.R., (1984) Heavy Metal Pollution, Part X: Impact of Volcanic Activity on Etnean Honey, *Environmental Technology Let.*, 5(10), 453- 6.
- Conti, M.E., Botre, F., (2001). Metals Contamination Honeybees and Their Products Potential Bioindicators of Heavy, *Environmental Monitoring and Assessment*. 69: 267-282
- Crane, E. (1975). Honey: A comprehensive survey. Heineman (in coop with IBRA), 608 pp, London, UK.
- Çetin, K., Alkın, E. VE Uçurum, H. Ö. (2011). “Piyasada satılan çiçek ballarının kalite kriterlerinin belirlenmesi”, *Gıda ve Yem Bilimi Teknoloji Dergisi*,11, 49-56.
- D’Ambrosio, M. Ve Marchesini, A. (1982). Heavy Metal Contamination of Honey, *Atti Soc. Ital Sci. Nat.*123 (5/8), 129-131
- Dağ, B. (2010). Van Yöresindeki Bazı Kaynak ve Maden Sularındaki Ağır Metal Düzeylerinin Aktif Karbonun Zenginleştirme Yöntemi Kullanılarak AAS ve ICP-MS İle Tayini ve Florür Seviyesinin Araştırılması. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniv.Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dağoroğlu, M. (1999). Modern Arıcılık Teknikleri, Doğa Arıcılık Yayınevi, Tekirdağ s.237.
- Darmati, D., Baskoviç, L., Darmati, S. (1985). Trace elements in honey from Sumadja Region, *Hrana, Ishrana*, 26 (5/8), 129-131.
- Deniz, M. (2009). Sanayileşme perspektifinde kentleşme ve çevre ilişkisi. *Coğrafya Dergisi*, (19), 95-105.
- Derrell, R.V. (1991). Trace Elements in human Nutrition, Micronutrients in Agriculture, SSSA Book Series: 4, USA.
- Deveci, T. (2012). Gaziantep’te Atık Sulardan Etkilenen Toprak ve Bitkilerde Eser Element (Cu, Co, Mn ve Zn) ve Fe Konsantrasyonlarının ICP – MS ile Tayini. Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstirüsü. S:17.
- Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L.P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J-L., Alaux, C. (2013). Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter. *PloS One* 8(8): e72016. [
- Doğan, M. (2013). Ege Bölgesinde üretilen hayıt ve çam ballarında ısıtmanın ve depolama süresinin hidrosimetilfurfural miktarı ve diastaz sayısı üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, s.18-21.
- Durrant, S.F. (1993). Alternatives to all-argon plasmas in inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS): an overview. *Freseniusjournal of analytical chemistry*. 347:389-392.

- Ekici, H., YAZICI, K. (2017). Ardahan ve İlçelerinden Toplanan Bal Örneklerinde Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*. 3(2), 1-7.
- ERDOĞAN, Y., Dodoloğlu, A. (2005). Balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerin yaşamında polenin önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi* 2005(2): 79-84.
- Fao. (2020). Arıcılıkta Katma Değerli Ürünler[<http://www.fao.org/docrep/w0076e/w0076e04.htm#2.2>] Erişim tarihi: 12.12.2020.
- Ferabolı, F. (1997). Apitherapy in Orthopaedic Diseases, International Conference on: Bee Product: Properties, Applications and Apitherapy, Israel,P:55,
- Frankel, S., Robinson, G., Berenbaum, MR. (1998). Antioxidant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honeys. *Journal of Apicultural Research*, 37, 27-31.
- Gadzała-Kopciuch, R., Berecka, B., Bartoszewicz, J., Buszewski, B. (2004). Some Considerations About Bioindicators in Environmental Monitoring. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2004, 13(5): 453-462
- Gajek, O., Nabrzyski, M. Ve Gajewska, R, (1987). Metallic Impurities in Impotted Canned Fruit and Vegetables and Bee Honey. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny* 38(1), 14-20
- Genç, F., Dadoloğlu, A. (2002). Arıcılığın Temel Esasları, Erzurum Atatürk Ü. Ziraat Ofset Tesisi, s.233,
- Gibson, G.R. (1998). Dietary modulation of the human gut microflora using prebiotics, *Brit. J. Nutr.*, 80, 209-212.
- Goyer, R.A. (1991). Toxic effects of metals. In: Caserett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons (Eds. Amdur M. O., Doull, J., Klaassen, C. D.) Pergamon Press, New York, 1032.
- Grasewska, R., Nabrezyski, M., Gajek, O., (1984). Trace Metals in Bees Honey, *Bromatologia Chemia Trosykologiczna*, 17(3), 259-260.
- Gül, A. (2008). "Türkiye'de üretilen bazı balların yapısal özelliklerinin gıda güvenliği bakımından araştırılması", Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, s.25-30.
- Günbey-Şerifoğlu, A., (1993). Ege Bölgesi Ballarının Bazı Ağır Metal Birikimlerinin Saptanması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Bornova-İzmir,
- Güneş, N. (2003). Balın Bileşimi ve Kullanım Alanları, 2. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı, Yalova.
- Gürdal, M., Kireççi, S., Pirinççi, N., Sakız, D. VE Karaman, M. İ. (2003). "Graft ve Flep tedavisinde doğal balın yara iyileştirmesindeki etkisi", *Türk Üroloji Dergisi*, s.52-57.

- Haroun, M.I. (2006). Türkiye’de üretilen bazı çiçek ve salgı ballarının fenolik asit ve flavonoid profilinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, s.36-38.
- Hışıl, Y. (1984). Baldaki Şekerlerin Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisiyle (HPLC) Ayırımı, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fak. Seri: b, Gıda Mühendisliği, 2 (1), 1-15.
- Jenner, G.A., Longertich, H.P., Jackson, S.E., Fryer, B.J. (1990). ICP-MS-A powerful tool for highprecision trace-element analysis in earth sciences: evidence from analysis of selected USGS reference samples. *Chemical Geology*.83:133-148.
- Jo, M., Park, M.H., Kollipara, P.S., AN, B.J., Song, H.S., Han, S.B., Kim, J.H., Song, M.J., Hong, J.T. (2012). Anti-cancer effect of bee venom toxin and melittin in ovarian cancer cells through induction of death receptors and inhibition of JAK2/STAT3 pathway. *Toxicology and Applied Pharmacology* 258(1): 72-81.
- Jones, K.C. (1987). Honey as an Indicator of Heavy Metal Contamination. *Water, Air and Soil Pollution* 33, 179-189
- Kahraman, S. D. (2012). Süzme ballarda depolama sıcaklığının HMF değeri ve diastaz aktivitesi üzerine etkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, s.45-47.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S. (2003). Metallerin Çevresel Etkileri-I. *Metallurji Dergisi*. 136: 47 – 53.
- Kandemir, E. (2013). İndüktif Eşleşmiş Plazma ve Uygulama Alanları. Yüksek Lisans Semineri.
- Karadal, F. Ve Yıldırım, Y. (2012). “Balın Kalite Nitelikleri, Beslenme Ve Sağlık Açısından Önemi”, Erciyes Üniversitesi, *Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 9(3), 197-209.
- Karahan, A., Acar, İ., Karaca, R.Ö.İ. (2019). Afyonkarahisar İli Arıcılık Faaliyetleri. II. Uluslararası Tarım Kongresi, 21-24 Kasım
- Karaman, M.R., Artık, N. Ve Küçükersan, K. (2016). Perga (Bee Bread) Composition and Health Benefit. The 2nd International Turkic World Conference on Chemical Sciences and Technologies, Skopje, Macedonia on October 26-30.
- Karataş, F., Şerbetçi, Z. (2008). Arı polenlerindeki adrenalin ve noradrenalin miktarlarının HPLC ile belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 20(3): 419-422.
- Kayral, G. (2002). Yeni Teknik Arıcılık, İlim ve Edebiyat Eseri Sahipleri Yayını, Yayın no; 7, İstanbul.
- Kazancı, N., Girgin, S. (1998). Sucul Ekosistemlerin Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi ve İzlenmesinde Üç Temel Biyolojik Yaklaşım. Doğu Anadolu Bölgesi 3. Su Ürünleri Sempozyumu: 51-64.

- Kodai, T., Umebayashi, K., Nakatani, T., Ishiyama, K., Noda, N. (2007). Compositions of royal jelly II. Organic acid glycosides and sterols of the royal jelly of honeybees (*Apis mellifera*), *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 55 (10): 1528-1531.
- Korentajar, L. (1991). A review of the agricultural use of sewage sludge. Benefits and potential hazards. *Water SA*. 17 (3) 189-196.
- Korkmaz, A. (2013). Anlaşılabilir Arıcılık, Türker Matbaacılık, Samsun.
- Krell, R. (1996). Value-Added Products from Beekeeping, FAO Agricultural Services Bulletin No: 124, Food and Agriculture Organisation of the United Nations Rome.
- Lee, A., Yeh, M., Wen, H., Chern, J., Lin, J., Hwang, W. (1999). The application of capillary electrophoresis on the characterization of protein in royal jelly, *Journal of Food and Drug Analysis*, 7 (1): 73-82.
- Lee, Y.G. (1991). 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.
- Leita, L., Muhlbachova, G., Cesco, S., Barbattini, R., Mondini, C. (1996). Investigation of the use of honey bees and honey bee product to assess heavy metals contamination, *Environmental Monitoring and Assessment*, 43, 1.
- Lercker, G., Caboni, M. F., Vecchi, M. A., Sabatini, A. G., Nanetti, A. (1992). Characterization of the main constituents of royal jelly, *Apicoltura*, (8): 27-37.
- Marinova M, Gurgulova K, Kalinova G. Todorov M. (2008). Investigation on the honeydew honeys collected from the region of Strandja. 1st World Honeydew Honey Symposium, Tzarevo, Bulgaria, pp: 26-27.
- Markert, B. (1993). Plant as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment, B.Markert (ed), VCH Weinheim, New York/Basel/Cambridge.
- Matın, G., (2014). BAL arısı, bitki ve propolis örneklerinde çevre kirliliği düzeylerinin seçilmiş bazı element ve ağır metal analizleriyle belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Molan, P.C. (2000). Balın Modern Tıpta Kullanımı, Çeviren: Mustafa Civan, Teknik Arıcılık, 67.
- Molan, P.C. (1997). Honey as an Antimicrobial Agent, International Conference on Bee Product, Properties, Applications and Apitherapy. Israel pp:27.
- Munzuroğlu, Ö., Gür, N., (2000). Ağır Metallerin Elma (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden) 'da Polen Çimlenmesi Ve Polen Tüpü Gelişimi Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Biology*, (24), 677 – 684.

- Mutlu, C., Erbaş, M. Arslan Tontul, S., (2017). Bal ve diğer arı ürünlerinin bazı özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Akademik Gıda Dergisi*, 15(1),77-80.
- Naskali Gürsoy, E., Altun Oytun, H. (2013). Arı ve Bal. Tarihçi Kitabevi, İstanbul.
- Okçu, M., Tozlu, E., Kumlay, A.M., Pehluvan, M. (2009). Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri. *Alınleri Ziraı Bilimler Dergisi*. 17 (2), 14-26.
- Orak, H., Erkmen, G. (1990). Composition of Honeys From Different Districts of Turkey and the Factors Influencing Crystallization, *Chimica Acta Turcica*, 1 (18), 143-153.
- Oral, G. (2002). Yeni Teknik Arıcılık, İlim ve Edebiyat Eseri Sahipleri Yayını, Yayın no; 7, İstanbul.
- Oršolić, N. (2012). Bee venom in cancer therapy. *Cancer and Metastasis Reviews* 31(1-2): 173-194.
- Otero, M. C. B., Bernolo, L. (2020). Honey as Functional Food and Prospects in Natural Honey Production. In *Functional Foods and Nutraceuticals* (pp. 197-210). Springer, Cham.
- Ötleş, S. (1995). Bal ve bal teknolojisi (kimyası ve analizleri), Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları, No:2, İzmir, s.89.
- Park, M.H., Choi, M.S., Kwak, D.H., OH, K.W., Yoon, D.Y., Han, S.B., Song, H.S., Song, M.J., Hong, J.T. (2011). Anticancer effect of bee venom in prostate cancer cells through activation of caspase pathway via inactivation of NF κB. *The Prostate* 71(8): 801-812.
- Parlakay, o., yılmaz, h., yasar, B., Secer, A., Bahadır, B. (2008). The Situation of Beekeeping in Turkey and the Future Expectations by the Trend Analysis Method. *The Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 22(2), 17-24.
- Pehlivan, T. (2015). Türkiye’de üretilen bazı monofloral balların antioksidan ve antibakteriyel özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, s.27-29.
- Peterson, P.J. (1993).“Plant Adaptation to Environmental Stress: Metal Pollution Tolerance” Fowden, L., Mansfield, T., Stoddart, J., Chapman&Hall, p:171-188.
- Ponikvar, M., Šnajder, J., SedE, B. (2005). Honey As A Bioindicator for Environmental Pollution with SO2. *Apidologie*, 2005, 36: 403–409.
- Popa, M., Bostan, R., Popa, D. (2013). Honey-marker of environmental pollution. Case study-the Transylvania region, Romania. *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 14(1), 273-280.
- Przybyłowski, P., Wilczyńska, A. (2001). Honey as an environmental marker. *Food chemistry*, 74(3), 289-291.

- Rashed, M. N., El-Haty, M. T. A., Mohamed, S. M., (2009). Bee honey as environmental indicator for pollution with heavy metals. *Toxicological & Environmental Chemistry* Vol. 91, No. 3, April 2009, 389–403
- Ratiu, I. A., Al-Suod, H., Bukowska, M., Ligor, M., Buszewski, B. (2020). Correlation study of honey regarding their physicochemical properties and sugars and cyclitols content. *Molecules*, 25(1), 34.
- Ruttner, F. (1988). Breeding Techniques and Selection for Breeding of the Honeybee. G. Beard & Son Ltd., Brighton. 151p.
- Saghaei, S., Ekici, H., Demirbas, M., Yarsan, E., Tumer, I. (2012). Determination of the metal contents of honey samples from Orumieh in Iran. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 18(2), 281-284.
- Saldamlı, İ. (1998). Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Salem, S.N. (1981). Honey regimen in gastrointestinal disorders, *Bull. Islamic Med.*, 1, 358-362, 1981.
- Sancak, K., Sancak, A., Aygören, E. (2013). Dünya’da ve Türkiye’de arıcılık. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 5(10), 7- 14.
- Saulović, Đ., Biočanin, R., Rodriguez, B. (2007). Bioindicators in human environment. *Zbornik radova Tehnološkog fakulteta, Leskovac*, 18: 140-147.
- Schimdt, L.S., Schmidt, J.O. (1997). 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, Gıda, 6 (5), 31-35.
- Schmidt, J.O. (1997). Chemical composition and application: Bee Products: Properties, Applications, and Apitherapy, Edited by Mizrahi, A., Lensky, Y., Springer Science & Business Media 15-27 p.
- Sengance, M., Tort, N. (1995). Polen II, Ege Üniversitesi *Ziraat Fakültesi Dergisi*, İzmir, s. 173-175.
- Sevimli, H., BayülgeN, N. Varinlioğlu, A., (1992). Determination of Trace Elements in Honey by INAA in Turkey. *J. Radioanal. Nucl.Chem. Letters*, 165 (5), 319-325.
- Sezen, C. (2020). Karaman bölgesinde üretilen balların bazı antioksidan ve mineral madde içeriklerinin araştırılması. Yüksek Lisan Tezi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Karaman.
- Sorkun, K., Yılmaz, B., Akyol, E. VE Özkırım, A. (2014). Yaşam için arılar, Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği, Ankara.
- Stein, K., Umland, F., (1986). Trace Analysis of Lead, Cadmium and Manganese in Honey Sugar. *Fresenius Zeitschrift Für Analytische Chemie* 323, 176-177

- Şahinler, N., Gül, A., Akyol, E. Öksüz, A. (2009). Heavy metals, trace elements and biochemical composition of different honey produced in Turkey, *Asian Journal of Chemistry*. 21(3), 1887-1896.
- Şerifoğlu, G.A. (1993). Ege bölgesi ballarının bazı ağır metal birikimlerinin saptanması, Doktora Tezi, E.Ü. Fen. Bil. Ens., İzmir.
- Tataruch, F., Kierdorf, H. (2003). Mammals As Bioindicator (Chapter 20). Markert ,B.A., Breure, A.M., Zechmeister H.G., Bioindicators and biomonitors.
- Taylan, Z., S., Özkoç, H., B. (2007). Potansiyel Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Akuatik Organizmaların Biokullanılabilirliği. *BAÜ FBE Dergisi*, Aralık 2007, 9 (2): 17-33.
- Teles, F., Da Silva, T.M., Da Cruz-júnior, F.P., Honorato, V.H., De oliveira-Costa, H., Barbosa, A.P.F., De oliveira, S.G., Porfírio, Z., Libório, A.B., Borges, R.L. (2015). Brazilian red propolis attenuates hypertension and renal damage in 5/6 renal ablation model. *PloS One* 10(1), 10.1371/journal.pone.0116535.
- Tolon, B., (1999). Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Topyıldız, M., Yarsan, E. (2014). Çevresel Kirliliğin İzlenmesinde Biyoindikatör Canlılar. *Türk Veteriner Hekimleri Birliği Dergisi* 1 – 2.
- Tosmur, B., (2004). Muğla Yöresi Çam Ballarındaki Eser Element İçeriğinin İki Farkli Spektroskopik Yöntem ile Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla
- Tutkun, E. (2000). Teknik Arıcılık El Kitabı, Türkiye Kalkınma Vakfı Yayın no; 6, Ankara.
- Uruç, K. (2005). Erciyes dağı ve çevresinde yetişen geven (*Astragalus L.*) taksonlarının ve bunların yetiştiği toprakların selenyum içeriği, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen. Bil. Ens., Kayseri.
- Üren, A., Şerifoğlu, A. Sarıkahya, Y., (1998). Distribution Of Elements İn Honeys And Effect of A Thermoelectric Power Plant on The Element Contents. *Food Chem.*, 61 (1/2), 185-190.
- Varju, M., (1970). Mineral Composition of Acacia Honeys and its Correlation with the Plant and the Soil, *Elelmiszervizsgalati Koezlemenyek* 16 (415). 253-258
- White, J., riethof, J.W., Kushnir, M.L. (1961). Composition of Honey. The Effect of Storage on Carbohydrates, Acidity and Diastase Content, *Journal of Food Science*, 26, 63-68,.
- Xu, X., Nie, S., Ding, H., Hou, F. F. (2018). Environmental pollution and kidney diseases. *Nature Reviews Nephrology*, 14(5), 313.
- Yıldız, N. (2004). Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum.

- Yılmaz, H. Yavuz, Ö., (1999). Content Of Some Trace Metals İn Honey From South-Eastern Anatolia. *Food Chem.*, 65, 475-476.
- Yılmaz, N. (1996). İzmit Yöresinden Toplanan Bal Ve Polen Örneklerinde Element Analizi İle Bal Örneklerinde Polen Analizi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Yipel, M. (2012). Akdeniz Antalya Körfezi' nde Avlanan Barbunya (*Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758), Kefal (*Mugil cephalus*, Linnaeus, 1758) ve Yeşil Kaplan Karidesi (*Panaeus semisulcatus*, De Haan,1844) Türlerinde Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Türkiye Cumhuriyeti Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Yipel, M., Yarsan, E. (2012). Güncel Endişe “Su Ürünlerinde Kirlilik”. *Türk Veteriner Hekimler Birliği Dergisi*, 2012, 3(4): 78-87.
- Zheljazkov, V.D., Nielsen, N.E. (1996). Effect of Heavy Metals on Peppermint and Commint. *Plant and Soil*. 178 (1): 59-66.
- Zhelyazkova, I. (2012). Honeybees – bioindicators for environmental quality. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2012,18(3): 435-442