



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

ANABİLİM DALI

**AKSARAY İLİNDE TİCARİ OLARAK SATILAN BALLARIN
ELEMENT DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öznur ÖZTUNA TANER

DANIŞMAN

Doç. Dr. Mustafa ARDIÇ

AKSARAY, 2015

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 132324408 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, “Öznur ÖZTUNA TANER”, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “AKSARAY İLİNDE TİCARİ OLARAK SATILAN BALLARIN ELEMENT DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	Doç. Dr. Mustafa ARDIÇ	
	Aksaray Üniversitesi	
Jüri Üyeleri :	Prof. Dr. Ahmet GÜNER	
	Selçuk Üniversitesi	
Jüri Üyeleri :	Yrd. Doç. Dr. Ayhan DURAN	
	Aksaray Üniversitesi	

Teslim Tarihi: 24 Aralık 2015

Savunma Tarihi: 24 Aralık 2015

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışımında alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Öznur ÖZTUNA TANER

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında ve yüksek lisans öğrenimim boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen; bilgi ve deneyimini sabırla benimle paylaşan ve çalışmalarımın daha verimli bir şekilde tamamlanmasında yardımcı olan çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa ARDIÇ’a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımın her aşamasında benden bilgi ve yardımını esirgemeyen eşim Yrd. Doç. Dr. Tolga TANER’e teşekkür ederim. Bugüne kadar maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme ve çok sevgili kızım Özüm TANER’e sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Aksaray Üniversitesi BAP Birimi tarafından 2015-062 no’lu ve “Aksaray İlinde Ticari Olarak Satılan Balların Element Düzeylerinin Belirlenmesi” başlıklı proje kapsamında desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
DOĞRULUK BEYANI	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	2
2.1 Arıcılığın Tarihçesi	2
2.2 Dünyada ve Türkiye’de Arıcılık	3
2.3 Balın Genel Tanımı.....	4
2.4 Balın Sınıflandırılması.....	5
2.5 Balın Fiziksel, Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri	6
2.5.1 Fiziksel, duysal özellikleri ve kalite kriterleri	6
2.5.1.1 Elektrik iletkenliği.....	6
2.5.1.2 Viskozite.....	6
2.5.1.3 Aroma ve tat	7
2.5.1.4 Optik rotasyon	7
2.5.1.5 Renk	7
2.5.1.6 Kristalizasyon.....	8
2.5.1.7 Balın görünümü.....	9
2.5.2 Kimyasal özellikleri ve kalite kriterleri.....	9
2.5.3 Mikrobiyolojik özellikleri	13
2.6 Balın Sağlık Açısından Önemi	14
2.7 Arı Ürünleri	15
2.7.1 Bal mumu	15

2.7.2 Polen.....	16
2.7.3 Arı zehiri.....	16
2.7.4 Arı sütü	16
2.7.5 Propolis.....	16
2.8 Balda bulunan bazı elementlerin özellikleri	17
2.8.1 Kurşun (Pb)	17
2.8.2 Kadmiyum (Cd).....	18
2.8.3 Krom (Cr)	19
2.8.4 Stronsiyum (Sr)	19
2.8.5 Demir (Fe)	19
2.8.6 Çinko (Zn)	20
2.8.7 Manganez (Mn)	20
2.9 Kontaminasyon Kaynakları	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1 Materyallerin Toplanması.....	22
3.2 Kullanılan Malzemelerin Temizliği.....	22
3.3 Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Standartlar.....	22
3.4 Kullanılan Cihazlar	22
3.4.1 Mikrodalga çözme sistemi.....	22
3.4.2 Otomatik örnekleyici	23
3.4.3 Inductively coupled plasma mass spectrometry cihazı (ICP-MS)	23
3.5 Numune Hazırlama	24
3.5.1 Örnekler için çözme işlemi.....	24
3.5.2 Standartların hazırlanması ve kalibrasyon	25
3.5.3 Numunelerin ICP-MS ile analizi.....	26
3.6 İstatistiksel Veri Analizi	26
4. BULGULAR	27
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ÖZET

AKSARAY İLİNDE TİCARİ OLARAK SATILAN BALLARIN ELEMENT DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Gıda güvenliği, günümüzde üzerinde durulan en önemli kavramlar arasındadır. Tüketiciler gün geçtikçe bu kavramla daha ilgili hale gelmektedir. Bal günlük olarak tükettiğimiz sayısız faydaya sahip bir gıda maddesidir. Balın sıklıkla tüketiliyor olması, bu gıdanın sağlık açısından değerlendirilmesini önemli kılmaktadır. Bal içerdiği mineral maddeler açısından zengin bir gıda maddesidir. Bunun yanında tarım alanlarında kullanılan böcek öldürücü ilaçlar ve çevre kirliliği nedeniyle ağır metal bulaşmasına maruz kalabilir. Ağır metallerin vücutta birikmeleri nedeniyle ciddi hastalıkları sebep olabileceği bilinmektedir. Bu çalışmada, Aksaray piyasasında ticari olarak satılan 13 farklı bal örneğinin mineral ve ağır metal içeriği incelenmiştir. Elde edilen verilerin standart sapma, standart hata, ortalama element düzeyleri ve aralıkları SPSS 17.0 İstatiksel Paket Programı ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada, 13 farklı bal numunesinde Cd konsantrasyonu 0.002-0.186 ppm, Cr konsantrasyonu 0.053-0.107 ppm, Mn konsantrasyonu 0.071-0.622 ppm, Fe konsantrasyonu 6.973-9.820 ppm, Zn konsantrasyonu 2.044-6.883 ppm, Sr konsantrasyonu 0.172-1.63 ppm ve Pb konsantrasyonu 0.030-2.566 ppm aralıklarında tespit edilmiştir. Bal numunelerindeki element miktarlarında üretici firmalara göre farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu nedenle, bal üretimi yapan firmaların özellikle balın toplandığı kovanların yer seçimine dikkat etmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bal, element, mineral madde, Ağır metal, ICP-MS.

ABSTRACT

DETERMINATION ELEMENTS LEVEL OF THE COMMERCIAL HONEYS IN AKSARAY CITY

Food safety is among the most important terms in the present days. Consumers are more interested in this term every day. Honey is a food item which we consume on a daily basis and has numerous benefits. Being frequently consumed, makes honey significant in terms of the health assessment. Honey is a rich food item due to its mineral content. Besides, honey can be exposed to heavy metal contamination because of agricultural drugs and insecticides used in the fields of environmental pollution. It is known that accumulation of heavy metals in the body cause serious illnesses. In this project, mineral and heavy metal content of honey which is sold in Aksaray markets were be examined. Element analysis results related to 13 different honey samples were found in Aksaray. In these results, SPSS 17.0 Statistical Package Programme calculated standard deviation, standard error of the mean levels and ranges of elements. In this study, they were monitored as Cd concentration 0.002-0.186 ppm, Cr concentration 0.053-0.107 ppm, Mn concentration 0.071-0.622 ppm, Fe concentration 6.973-9.820 ppm, Zn concentration 2.044-6.883 ppm, Sr concentration 0.172-1.63 ppm and Pb concentration 0.030-2.566 ppm in 13 different honey samples. These honey samples were determined in accordance with the amount of elements that showed their difference with manufacturers. Therefore, honey production firms have emerged as a result of they should pay attention to the location of the hive's honey of collection.

Keywords: Honey, minerals, heavy metal, ICP-MS

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1: Petek, arı, bal ve insan figürü	2
Şekil 2.2: Kontaminasyon kaynakları.....	21
Şekil 3.1: Mikrodalga çözme sistemi.....	23
Şekil 3.2: Otomatik örnekleyici	23
Şekil 3.3: İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) cihazı.....	24
Şekil 3.4: Mikrodalga cihaz tüpleri örnek numuneler	25
Şekil 3.5: Kalibrasyon standartları	26
Şekil 4.1: Bal numunelerindeki elementlerin ortalama değer grafiği.....	29
Şekil 4.2: Bal örneklerindeki Cr konsantrasyonu (ppm) grafiği.....	30
Şekil 4.3: Bal örneklerindeki Mn konsantrasyonu (ppm) grafiği	31
Şekil 4.4: Bal örneklerindeki Fe konsantrasyonu (ppm) grafiği.....	32
Şekil 4.5: Bal örneklerindeki Zn konsantrasyonu (ppm) grafiği	33
Şekil 4.6: Bal örneklerindeki Sr konsantrasyonu (ppm) grafiği	34
Şekil 4.7: Bal örneklerindeki Cd konsantrasyonu (ppm) grafiği	35
Şekil 4.8: Bal örneklerindeki Pb konsantrasyonu (ppm) grafiği	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1: Süzme balın bileşimi	10
Çizelge 2.2: Açık renkli balın mineral içeriği	12
Çizelge 2.3: Balda bulunan mikroorganizmalar	14
Çizelge 3.1: Mikrodalga çözme sistemi cihaz parametreleri.....	25
Çizelge 3.2: Ana stok standartları.....	25
Çizelge 4.1: Bal numunelerindeki element analiz sonuçları (ppm).....	27
Çizelge 4.2: Bal örneklerindeki Cr konsantrasyonu (ppm)	30
Çizelge 4.3: Bal örneklerindeki Mn konsantrasyonu (ppm).....	31
Çizelge 4.4: Bal örneklerindeki Fe konsantrasyonu (ppm)	32
Çizelge 4.5: Bal örneklerindeki Zn konsantrasyonu (ppm).....	33
Çizelge 4.6: Bal örneklerindeki Sr konsantrasyonu (ppm).....	34
Çizelge 4.7: Bal örneklerindeki Cd konsantrasyonu (ppm).....	35
Çizelge 4.8: Bal örneklerindeki Pb konsantrasyonu (ppm).....	36

KISALTMALAR DİZİNİ

Cd	Kadmiyum
Cr	Krom
EPA	US Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	Demir
FOS	Fruktooligosakkaritler
GABA	γ - amino bütirik asit
GM	Genetically Modified (Genetiği Değiştirilmiş)
GOS	Glukooligosakkaritlerle
HMF	Hidroksimetilfurfural
HPV	Papilloma virüsü
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry cihazı
Mn	Manganez
Pb	Kurşun
ppb	parts per billion
ppm	parts per million
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
St	Stronsiyum
TGK	Türk Gıda Kodeksi
WHO	World Health Organization
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

Son yıllarda çevre kirliliği kavramı hayatımızın her noktasında yer almakta ve insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Ağır metaller, neden oldukları toksisite ve kalıcılıkları nedeniyle çevresel kirleticilerin en tehlikeli grupları arasında yer almaktadır. Ağır metaller tanım itibariyle, yoğunlukları 5 g/cm³'den büyük olan metaller anlamına gelmektedir. Ağır metallerin bazılarının eser miktarda yararları bulunsu bile vücutta toksik etkileri de bulunmaktadır.

Çevre kirliliğini azaltmak ve önlemekle ilgili çalışmalardan biri de biyolojik indikatör kullanımıdır. Biyolojik indikatörler, kirlilik unsurlarını vücutlarında tutarak çevredeki kirlilik konsantrasyonu hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar.

Bal, arıları yaşadıkları çevre için yararlı birer biyomonitördür [1, 2]. Bal arıları kovandan her yöne 4 km'ye kadar uçar ve bu da 50 m² bir alana erişim sağlar. Arılar bu esnada sadece hava ile değil toprak ve su ile de temas eder ve böylece baldaki ağır metal içeriği o bölgedeki ağır metal konsantrasyonunu yansıtır. Bundan dolayı bal çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir. Ayrıca balda ağır metallerin tayini, kalite kontrol ve beslenme değeri ile yüksek oranda ilgilidir. Metallerin yüksek seviyeleri bilinen veya beklenen toksisitelerinden dolayı istenmez. Bundan dolayı örneğin kurşun bazı ülkelerde 1 mg kg⁻¹ limitle sınırlandırılmıştır. [2].

Bal insanların beslenmesinde ihtiyaç duyulan makro ve iz elementlerin karşılanması için iyi bir kaynak olabilir. Fakat güvenlik seviyelerini aşmaları durumunda toksik olabilirler [3]. Balın mineral içeriği, topraktan minerallerin bitkiler tarafından doğal emilimine bağlıdır. Genellikle balın mineral içeriği %0.04 ve % 0.20 arasındadır. Balın mineral içeriği arttıkça bal rengi koyulaşır. Bu güne kadar dokuz farklı ülkeden kaynak alan ballarda 27 farklı elementin mevcut olduğu bildirilmiştir [4].

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Arıcılığın Tarihçesi

Bal, eski çağlardan beri gıda ve tıbbi bir ürün olarak kullanılmaktadır [5]. Bal insanlığın varoluşundan bu yana dünyada kullanılan en eski tatlandırıcılarından biri olarak bilinmektedir. Bal kullanımının ve üretiminin uzun ve çeşitli bir geçmişi vardır. İnsanlar eskiden beri balı gıda maddesi olarak tüketmişler, yaraların iyileştirilmesinde kullanmışlardır ve ticaretini yapmışlardır. Arkeologlar firavunların mezarlarına gömülmüş halde hala yenilebilir bal petekleri keşfetmişlerdir. Bal, bir tılsım ve tatlılık sembolü olarak kullanılmıştır. Bal toplamak eski bir faaliyettir. İnsanların en az 10.000 yıl önce bal kullanmaya başladığını 1900'lü yılların başında İspanyada Valencia şehrinde bulunan Cazunta nehrinde konumlanmış bulunan Spider Cave mağarasında bulunan resimlerle keşfedilmiştir [6].



Şekil 2.1: Petek, arı, bal ve insan figürü [6]

Şekil 2.1’de, mağara duvarlarında bulunan petek, arı, bal ve insan figürlerine rastlanması arı insan ilişkisinin *mesolithic* döneme kadar uzadığını göstermektedir [7].

Eski zamanlarda Mısır halkı kek ve bisküvileri tatlandırmak için ve diğer birçok yemekte bal kullanırlardı. Mısır ve Ortadoğu’da eski insanlar ölümlerini mumyalamak için bal kullanırlardı. Aristo’ya göre “Bal yemek yaşamı uzatır”. Hipokrat, “Ben bal yerim ve balı birçok hastalığın tedavisinde kullanırım. Çünkü bal iyi bir yiyecektir ve iyi bir hayat sunar” demiştir. Roma imparatorluğu vergilerini ödemek için altın yerine bal kullanmışlardır [6].

Tarihi gelişim içinde taş devrinden bu yana, önce ağaç kütüklerinden ve mantardan yapılmış daha sonra toprak ve kilden yapılmış kovanlar kullanılmış ve zamanla bu günkü kovanlar geliştirilmiştir [7].

Arıların gen merkezlerinin Orta-Doğu ülkeleri olması nedeniyle arıcılık ilk bu ülkelerde ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte M.Ö. 1300 yıllarına ait olduğu sanılan ve Hitit devrinden kalma Boğazköy’deki taş yazıtlarda arılardan bahsedilmesi, arıcılığın Anadolu’da da çok eski tarihlere dayandığı göstermektedir [7].

2.2 Dünyada ve Türkiye’de Arıcılık

2005 yılı verilerine göre dünyada yaklaşık 1.4 milyon ton bal üretilmektedir. Bu üretim dalı içerisinde Türkiye 5 milyon koloni varlığı ile Çin’den sonra ikinci sırada yer alırken, 73.929 ton bal üretimi ile Çin, Eski Sovyetler Birliğini Oluşturan Ülkeler, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin’den sonra beşinci sırada yer almaktadır. Koloni başına düşen verim sıralamasında 41.77 kg ile Çin birinci sırada iken, Türkiye 14.79 kg ile yedinci sıradadır. Türkiye, bal üretiminde yıllara bağlı olarak Dünya sıralamasında dört ile yedinci sıra arasında yer almaktadır [8].

Yıllar itibarıyla bakıldığında, 2012 yılında 89 bin ton olan bal üretimi, 2013 yılında 95 bin tona çıkmıştır. Bal üretiminde 2013 yılında, Muğla birinci, Ordu ikinci ve Adana üçüncü sırada yer alırken, bunları Aydın, Mersin ve Antalya takip etmektedir. Bal üretiminde dünyada Çin’den sonra ikinci sırada yer alan Türkiye, Avrupa Birliği ülkeleri arasında ise birinci sırada bulunmaktadır. 2014 yılında bal üretimi ise önceki yıla göre % 8.2 artmıştır. Dünya bal üretiminde Türkiye’yi sırasıyla Arjantin, Ukrayna ve Amerika Birleşik Devletleri izlemektedir [URL-1]. Devlet istatistik enstitüsü (TÜİK) 2014 yılı verilerine göre Türkiye’de toplam 6 888 907 kovan bulunmaktadır ve toplam bal üretimi de 102 486 tondur [9].

Türkiye’de arıcılık, çok eski yıllardan beri bir gelenek olarak yapılan sosyoekonomik bir faaliyettir [7, 10]. Türkiye de coğrafi ve iklim koşulları sayesinde arıcılık ve bal üretiminin gelişmesi için uygun bir ortam mevcuttur [10].

Dünya bal ticaretindeki payımız ve koloni başına bal üretimimiz göz önüne alındığında, ülkemizin sahip olduğu arıcılık potansiyelinden yeteri kadar fayda sağlayamadığı ortaya çıkmaktadır. Buna ek olarak ülkemizde bal dışında diğer arı ürünlerinin üretimi ve bal arılarının bitkisel üretimde yeterli tozlaşmanın sağlanması için kullanılmaları da yaygın değildir. Kovan başına bal üretiminin artırılması, bal üretiminin yanı sıra diğer arı ürünlerinin de üretilmesi ve bal arılarının bitkisel üretimde daha yaygın kullanılması halinde mevcut potansiyelden daha fazla faydalanılabileceği gerçektir.

Birbirinden farklı olan ve geniş üretim bölgelerinde güçlü bir üretim potansiyeline sahip Türkiye’de arıcılık, dağınık ve karmaşık bir yapı göstermektedir. Az sayıda olan büyük üreticiler dışında, küçük aile işletmeciliği ve ikinci bir iş alanı olarak tercih edilen arıcılık, ülkemizde henüz kamu ve özel sektörde kurumsallaşma sürecini tamamlayamamıştır [7].

Bal tüketimi ülkeden ülkeye farklılıklar göstermektedir. Büyük bal ihracatçısı ülkeler Çin ve Arjantin’de kişi başına yıllık bal tüketimi oldukça düşüktür (0.1-0.2 kg). Yerli bal üretiminin her zaman talebi karşılamadığı gelişmiş ülkelerde bu oran daha yüksektir. Önemli bir bal ithalatçısı ve üreticisi olan Avrupa birliğinde kişi başına düşen yıllık bal tüketimi İtalya, Fransa, Büyük Britanya’da ortalama 0.3-0.4 kg arasında değişirken Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Avusturalya gibi ülkelerde kişi başına tüketim ortalaması 0.6-0.8 kg/yıldır. Almanya, Avusturya, İsviçre, Portekiz, Macaristan, Yunanistan, Danimarka ve Portekiz’de 1-1.8 kg’dan daha yüksektir [5].

2.3 Balın Genel Tanımı

Türk Gıda Kodeksi’nin (TGK) 2012/28366 sayılı Bal Tebliği’ne göre bal [11]; “bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğinin düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürünüdür.”

Codex Alimentarius'a göre ise bal "bitki nektarlarının bitkilerin canlı kısımlarının salgıları veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arıları tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerde birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün" olarak tanımlanmıştır.

Avrupa Birliği'ne göre bal, "bitki nektarlarının bitkilerin canlı kısımlarının salgıları veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı *Apis mellifera* tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerde birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün" olarak tanımlanmıştır.

Avrupa Birliği tanımına göre, balın sadece *Apis mellifera* bal arıları tarafından üretildiği zaman bal tanımına uygun olduğuna belirtilmektedir [12].

2.4 Balın Sınıflandırılması

Türk Gıda Kodeksi'nin (TGK) 2012/28366 sayılı Bal Tebliği'nde kaynağına göre ballar çiçek balı ve salgı balı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [11]. Bunlar;

1. Çiçek balı, bitki nektarından elde edilen baldır.
2. Salgı balı, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin Hemiptera salgılarından elde edilen bal olarak tanımlanmaktadır.

Üretim ve/veya sunuluş şekline göre ise [11];

1. Petekli bal, kuluçka amaçlı kullanılmamış olan saf balmumundan hazırlanmış temel peteklerin veya arılar tarafından yapılmış peteklerin gözlerinde depolanmış ve tamamı veya büyük bölümü sırlanmış olarak satışa sunulan bal,
2. Süzme bal, sırları alınan yavrusuz peteklerden santrifüj yolu ile elde edilen bal,
3. Petekli süzme bal, süzme bal içerisinde petekli bal parçaları ile hazırlanmış bal,
4. Sızma bal, sırları alınmış yavrusuz peteklerden sızdırılarak elde edilen bal,
5. Pres balı, yavrusuz peteklerin doğrudan veya 45°C'yi aşmamak üzere ısıtılarak preslenmesi ile elde edilen bal,

6. Filtre edilmiş bal, yabancı organik veya inorganik maddelerin filtrasyon yolu ile uzaklaştırılması sırasında polen içeriği önemli ölçüde azalmış bal olarak tanımlanmaktadır.

Codex Alimentarius (2001)'e göre ise ballar kaynağına göre çiçek balı, salgı balı, monofloral bal, polifloral bal olarak 4 kısma ayrılmaktadır [12].

1. Çiçek balı, salgı balının aksine ağırlıklı olarak çiçek nektarlarından elde edilir.
2. Salgı balı, bitki hücrelerini delerek bitki özsuğunu yiyen ve daha sonra tekrar salgılayan Rhynchota cinsine ait böcekleri salgılarını toplayan arılar tarafından üretilir. Orta ve doğu Avrupa'da iğne yapraklı orman alanlarındaki bal üreticilerinin ürettiği önemli bir tür baldır. Salgı balı Slovenya gibi ülkelerde çok yüksek değerdedir. Arıcılar kendi arılarını beslenmeleri için ormanlara taşımaktadırlar. Köknar ve ladin ağaçları her yıl farklı yerlerde düzenli olarak salgı üretmektedir.
3. Monofloral bal, ağırlıklı olarak arılar balı nereden toplamışsa ve hangi bitkiyi kullanmışsa o bitkinin ismine göre adlandırılır. Ortak monofloral bal çeşitleri yonca, akasya, ıhlamur ağacı ve ayçiçeği balıdır. Monofloral bal, polifloral baldan daha yüksek fiyatlıdır.
4. Polifloral bal (multifloral bal), içlerinden biri baskın olarak birkaç botanik kaynağa sahiptir. Örnek olarak çayır çiçeği balı ve orman balı verilebilir [12].

2.5 Balın Fiziksel, Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

2.5.1 Fiziksel, duysal özellikleri ve kalite kriterleri

Fiziksel özellikler balın sınıflandırılmasına ilişkin temel kriterlerdir. Ölçümleri basittir ve değerlendirilen bal hakkında iyi bir bilgi kaynağıdır [13].

2.5.1.1 Elektrik iletkenliği

Balın fiziksel özelliklerinden en iyi bilinen ve en önemli özellik elektrik iletkenliğidir [13]. Elektriksel iletkenlik balın mineral madde içeriğine bağlı olarak değişir ve salgı balları ve çiçek ballarının ayırımında kullanılır [14].

2.5.1.2 Viskozite

Balın reolojik özelliklerinden en önemlisi viskozitesidir. Balın viskozitesi orijin, sıcaklık, nem miktarı ve yapısındaki kristallerin varlığına göre değişebilmektedir.

Buna ek olarak bileşimdeki şeker miktarı ve kompozisyonu ile yapısındaki koloidal özellikteki diğer maddeler de balın viskozitesini etkiler. Genel olarak balın reolojik özelliğinin belirlenmesinde kayma hızı ve sıcaklığa bağlı olarak viskozitesinin değişimi kullanılmaktadır [15]. Balın viskozitesi, işlemede kullanılan ekipmanların dizayn edilmesinde ve kullanılmasında göz önüne alınmalıdır. Bala yüksek ısı işlemi uygulandığında viskozitesinin azaldığı bilinmektedir. Fakat yüksek ısı işlemi (94°C’de 5, 10 ve 20 dakika) uygulanmış bal tekrar oda sıcaklığında bekletildiğinde viskozitesinin arttığı belirlenmiştir [14].

2.5.1.3 Aroma ve tat

Bal birçok çiçekten veya tek çiçekten gelen polenlerden üretilir. Özel ve iyi tanımlanmış aroması garanti edildiği zaman tek çiçek kökenli bal daha kalitelidir. Unifloral balların, nektarın orijinal kaynağına bağlı çeşitli bileşenlerin varlığını gösteren son derece karakteristik kokuları vardır [16]. Bala kokusunu veren maddenin siyah birada olduğu gibi bir alfa-diketon, muhtemelen bir diasetol olabileceği ileri sürülmüştür [17]. Balın tadı ve aroması monofloral ya da polifloral olmasına bağlı olarak değişir. Baldaki polen düzeyinin çeşitli olmasına bağlı olarak ballar monofloral ya da polifloral olarak tanımlanır. Monofloral (unifloral) ballarda, balın elde edildiği asıl nektarın oranı % 51’dir. Tek bitki türünün polen oranı % 45’in üzerindedir. Bal, elde edildiği bitkinin adı kullanılarak isimlendirilebilir (Akasya balı, kestane balı, manuka balı vb.). Monofloral balların orijinal nektar kaynağına bağlı olan kendine özgü belirgin bir aromaları vardır. Polifloral ballarda tek bir bitki türünün poleni dominant değildir. Anzer balı gibi isimlendirilmesi genelde elde edildiği coğrafi bölgeye göre yapılır [14].

2.5.1.4 Optik rotasyon

Optik rotasyon botanik köken ve balın saflığının belirlenmesi ile ilgili tartışılan bir parametredir. Bazı ülkelerde rotasyon değerine balın grubunu (çiçek, salgı veya bileşik balları) belirlemede başvurulur. Ancak sınır değerleri bu güne kadar henüz belirlenmemiştir [13].

2.5.1.5 Renk

Bal rengi tüketiciler tarafından ilk algılanan fiziksel özelliktir [18]. Balın renginin belirlenmesinde Pfund skalası kullanılır [12]. Balın rengi açık sarıdan koyu esmer renge kadar değişiklik göstermektedir. Bunun yanında koyu renkli balların açık

renkli ballardan daha çok mineral içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir [19]. Antioksidan aktivite ve balın rengi arasında güçlü bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Birçok araştırmacı koyu renkli balların toplam fenolik madde içeriğinin daha fazla olduğunu ve sonuç olarak daha yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduklarını ortaya konmuştur [20]. Balın rengi, gözle görülebilen aralıktaki ışığı absorbe edebilen polifenoller, flavonoidler, terpenler ve karatenoidler gibi bileşiklerden ileri gelmektedir. Ek olarak melanoidin gibi Maillard reaksiyonu ürünlerinin de balın rengi üzerinde etkisi vardır. Maillard reaksiyonu ya da enzimatik olmayan esmerleşme, aminoasitlerin amino grupları ile indirgen şekerler arasında oluşur ve balın muhafazasının yan etkisidir. Muhafaza boyunca balın esmerleşmesi, tüketici tercihini olumsuz etkileyen faktörlerdendir [14]. Salgı balının rengi çok açık kahverengiden yeşilimsi siyaha kadar değişir [12]. Uzun süre ve yüksek sıcaklıkta muhafazanın balın renginin koyulaşmasına neden olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur [14].

Türk Gıda Kodeksi'nin (TGK) 2012/28366 sayılı Bal Tebliği'ne göre balın rengi su beyazından koyu amber renge kadar değişebilir. Salgı balının rengi Pfund skalaya göre en az 60 olmalıdır [11].

2.5.1.6 Kristalizasyon

Fiziksel kalite kriterlerinden en önemlisi balın kristalize olmasıdır [14]. Balın kristalleşme eğiliminde olduğu yaygın olarak bilinmektedir. Kristalizasyon gerçekleşmesi balın içindeki glukozun sudan ayrılarak, glukoz molekülleri ve baldaki diğer partikülleride aralarına alarak küçük kristaller halinde çökmesi sonucunda oluşur [14]. Glukoz balın ana bileşenlerinden biridir. Bal kristalize olduğu zaman katılaşır. Kristalizasyon doğal bir süreçtir. Kristalize olmuş bal ile sıvı bal arasında besin değeri açısından herhangi bir fark yoktur. Bu süreç buz ve suya benzetilebilir. Sıvı bal ve kristalize olmuş bal farklı biçimdeki aynı maddedir. Bazı ballar kristalizasyona daha eğilimli olsa da sıcaklığı düşürüldüğünde hemen hemen tüm ballar kristalize olur. Balın renginde olduğu gibi bu konuda da insanların tercihleri farklıdır. Bazıları sıvı bal tercih ederken, bazıları da kristalize bal tercih ederler [12]. Balın doğal kristalleşme süreci genellikle istenmeyen bir süreçtir. Doğal kristalleşme sürecinde bir yandan balın yapısı kötüleşir [21]. Bu sorunun oluşmasını önlemek için Dyce yöntemi ile endüstriyel kristalizasyon uygulamaları yapılmaktadır. Bu yöntemde %10-%20 oranında iyi kristalize olmuş bal likit balın içerisine karıştırılıp

14 °C’de bırakılarak balın kristalleşme süreci başlatılır. Kristalizasyon düzgün yapıldığı takdirde düzgün teksürde ve tereyağı kıvamında krema bal elde edilmektedir [14].

Türk Gıda Kodeksi’nin (TGK) 2012/28366 sayılı Bal Tebliği’ne göre süzme çiçek balının akışkan olmayan kıvamda, kontrollü koşullarda kristalize edilmesi halinde “krem bal”, kendiliğinden kristalize olması halinde ise “kristalize bal” adıyla piyasaya arz edilebilir [11].

2.5.1.7 Balın görünümü

Bazı ballar yüksek oranda polen içerir ve balın puslu görünmesine neden olur. Örneğin peteklerin sıkılarak ekstrakte edildiği ballar yüksek seviyede polen içerir. Bazı ülkelerde bol miktarda polen içeren ballar yüksek fiyatlardan alıcı bulurken, bazılarında bu ballar düşük kaliteli olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca, balda başka kirleticilerin varlığı da (örneğin balmumu parçacıkları, ölü arıların parçaları, ahşap ve toz parçaları) balın değerini düşürerek düşük kaliteli bal olarak sınıflandırılmasına neden olmaktadır [12].

2.5.2 Kimyasal özellikleri ve kalite kriterleri

Hemen hemen tüm ballar nektardan meydana gelmiştir. Nektar; şekerler, amino ve diğer asitler, proteinler, lipidler, mineraller ve diğer bileşenlerden oluşan sulu bir çözeltidir. Nektarın kompozisyonu bitki türleri ve çevre koşullarına bağlı olarak değişir. Örneğin nektarın toplam şeker içeriği %5-80 arasında olabilir. Birçok nektarda sakkaroz ana ve özel şekerken bazı nektarlarda sukroz, fruktoz ve glukoz kabaca eşit miktarlarda bulunmaktadır.

Aminoasitler balda nektar toplam kuru maddesinde % 0.002-4.8 kadar düşük miktarda bulunurlar. Bal, arıların beslenme ihtiyaçları karşılamak için düşük bir aminoasit kaynağıdır. Arılar genellikle ihtiyaç duyduğu bu proteinleri polenlerden karşılar. Nektarın diğer bileşenleri lipidler, organik asitler ve minerallerdir. Nektarın bileşimi ve kalitesinin balın lezzet ve kalitesi üzerinde kesin bir etkisi vardır. Nektarın kaynağına bağlı olarak bal değişik kompozisyona sahip olabilir [22].

Balın belirleyici özelliklerinden biride düşük nem içeriğidir. Bakteriler yüksek ozmotik basınca sahip ortamlarda yaşayamazlar. Ancak, bu balın tamamen güvenli olduğu anlamına gelmez. Tamamen olgunlaşmadan hasat edilen bal yüksek nem içeriği nedeniyle bozulmalara karşı savunmasız olabilir. Ayrıca bal oldukça

higroskopiktir ve iyice kapatılmış kapta muhafaza edilmezse atmosferdeki suyu emer [22].

Bal çoğunlukla glukoz ve fruktozdan oluşan şeker karışımıdır [12]. Bal tipik olarak 83°Brix veya yaklaşık %80 şeker içerir. Bal karbonhidratlarının çoğu monosakkaritlerdir. Glukozdan daha fazla fruktoz ve üçüncü sırada sukroz bulunur (%35 glukoz, % 40 fruktoz ve % 5 sukroz) [14, 22]. Balda diğer disakkaritlerde (örneğin maltoz, izomaltoz, nigeroz, turanoz, maltuloz) küçük miktarlarda bulunur. Aynı zamanda toplam şekerin yaklaşık %1 veya daha az olarak da yüksek şekerler, oligosakkaritler ve dekstrin balda mevcuttur [22].

Geri kalan % 3'lük kısım başta enzimler olmak üzere, aminoasitler, glukonik asit, fenol bileşikler, lakton, mineraller ve çeşitli vitaminler gibi 180 kadar farklı maddeden oluşur. Balda ayrıca demir, bakır, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, silisyum, alüminyum, krom, nikel ve kobalt gibi değerli mineraller vardır [14, 23].

Balda bulunan enzimlerin düzeyi bazen bal kalitesini tayin etmede rehber olarak kullanılmaktadır. Baldaki enzimler (örneğin invertaz, glukozoksidaz, amilaz) arılardan yada arıların beslendiği bitkilerden gelir. Bu enzimler çok küçük miktarlardadır ama yine de insan beslenmesinde önemli rol oynarlar. Enzimler ısıtılmaya (35°C'nin üzerinde) ve yüksek sıcaklıkta depolamaya karşı çok hassastırlar. Enzimler ısıtılarak yok edilebilir. Düşük enzim düzeyi balın ısıtıldığı anlamına gelebilir, ancak iyi kalite ballarda enzim içeriği doğal olarak düşüktür [12]. Süzme balın bileşim maddeleri Çizelge 2.1'de detaylı olarak verilmiştir. En fazla miktar % 79.59 ile şeker maddesidir.

Çizelge 2.1: Süzme balın bileşimi [19]

Bileşime Giren Maddeler	Oran (%)
Su	17.20
Şekerler	79.59
Asitler	0.57
Protein (N*6.25)	0.26
Mineral Maddeler	0.17
Diğer Bileşikler	2.21

Balın asitliği, miktarı % 0.5'den düşük organik asitlerden kaynaklanmaktadır. Balın asitliği bala lezzet katar, mikroorganizmalara karşı koruyuculuk sağlar ve kimyasal reaksiyonları geliştirerek antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteye katkı sağlar. Glukozun, glukozoksidaz faaliyetinin sonucu olan glukonik asitliğine ve glukonolakton dengesine büyük katkı sağlar. İnorganik anyonlar da diğer organik asitlerle birlikte asitliğe katkı sağlar. Serbest asit, bal kalite kontrolü için en önemli kriterlerden biri olduğu için Avrupa kriterleri içinde yer almaktadır. Avrupa konseyi direktifine göre balda serbest asit miktarı 50 meq/kg'ı, fırıncılıkta kullanılan ballarda ise 80 meq/kg'ı geçmesi istenmemektedir. Fermantasyon sırasında balda bulunan şekerler ve alkolün mayalar tarafından asite dönüştürülmesi ile baldaki serbest asit miktarı artar. Toplam asidite serbest asit ve laktonların toplamıdır. Balın pH'sı iyonize asitlere ve mineral maddelere bağlıdır ve mikroorganizma gelişimi, enzimatik aktivite, tekstür ve diğer özellikleri etkiler [21].

Balın pH'sı 3.7-4.5 civarındadır [12]. Bal yüksek şeker içeriği nedeniyle asidik tadını maskeleye eğilimindedir. Başlangıçta formik asit ve sitrik asitin balda baskın asitler olduğu düşünülüyordu. Ancak şimdilerde baskın asitin glukonik asit olduğu anlaşılmıştır. Balda tespit edilmiş başka asitler arasında bütirik, sitrik, malik, formik, laktik, maleik, oksalik ve sükkinik asitler yer almaktadır [22].

Bal su içeriği iklim koşulları ve diğer faktörlere bağlı olarak %13-23 arasında değişebilir. Balın su içeriği %20'nin üzerindeyse balda fermantasyon oluşma ihtimali yüksektir. Düşük su içeriği bu nedenle önemlidir. Su içeriği bal refraktometresi ile ölçülür. Yüksek nem içeriğine sahip alanlarda, düşük nem içerikli bal üretmek zordur. Farklı ülkelerde kabul edilebilir su içerikleri e farklıdır. Codex Alimentarius [12] ile Avrupa Birliği düzenlemeleri fırıncılık balları ve ısıtılmış ballar dışında su oranını da % 20 düzeyine ayarlamaktadırlar. Amerika Birleşik Devletleri yönetmeliklerinde bu oran % 18.6 oranında belirlenmiştir. Uluslararası bal ticareti yapanlar balın su içeriğinin % 17'den düşük olmasına dikkat ederler [12].

Balda protein içeriği düşük olmasına rağmen balda bulunan aminoasitler balın kaynağı açısından çok önemlidir. Prolin, lisin, fenilalanin, γ - amino bütirik asit (GABA), β - alanin, arginin, glutamin, serin, glutamik asit ve aspartik asit balda bulunan amino asitlere örnek olarak verilebilir [14].

Çizelge 2.2’de açık renkli balın mineral içerikleri ppm olarak verilmiştir. En yüksek mineral miktarı Potasyum olarak görülmektedir.

Çizelge 2.2: Açık renkli balın mineral içeriği (ppm) [22]

Mineral	Ortalama	Aralık
Potasyum	205	100–588
Sülfür	58	36–108
Klor	52	23–75
Kalsiyum	49	23–68
Fosfor	35	23–50
Magnezyum	19	11–56
Sodyum	18	6–35
Demir	2.4	1.2–4.8
Bakır	0.3	0.14–0.70
Manganez	0.3	0.17–0.44

HMF (Hidroksimetilfurfural), sterilizasyon ya da pişirme sırasında gıdalara uygulanan ısı işlem neticesinde, indirgen şekerlerin aminoasitlerle oluşturduğu, enzimatik olmayan esmerleşme veya heksozların asit katalizörlüğünde dehidrasyonu sonucunda oluşan bir reaksiyondur. Bal, içeriğindeki basit şekerlerin (fruktoz, glukoz) miktarının yüksek olması ve birçok asit içermesi nedeniyle HMF oluşumu için uygun bir ortam oluşturmaktadır [14, 24]. Balın kalitesini değerlendirmek için ölçülen HMF, genel olarak taze balda bulunmadığı gibi depolama süresi ve depolama koşullarına bağlı olarak artar [25]. Depolama sırasında HMF oluşumunu çeşitli faktörler etkilemektedir. Bunlar [24];

- Metal kapların kullanımı
- Balın ekstre edildiği çiçek kaynağı ile ilgili olarak fiziko kimyasal özellikleri (pH, asitlik, mineral içeriği)

Örneğin, balın işlenmesi sırasında hem viskoziteyi azaltmak hem de kristalleşmeyi önlemek için ısıtma işlemi kullanılır. HMF; heksozların asit katalizli dehidrasyonu

sırasında balda oluşan pH, total asidite, mineral içeriği gibi kimyasal özelliklere bağlıdır. Codex Alimentarius'a göre işleme ya da karıştırma sonrasında bal HMF içeriğinin 80 mg/kg'dan daha yüksek olmaması gerektiği bildirilmektedir [12]. Avrupa Birliği (110/2001 AB Direktifi) HMF sınırını 40 mg/kg olarak belirlemiştir [26]. Ancak, tropikal ülkeler ve bölgelerden gelen ballar için bu miktar 80 mg/kg, düşük enzimatik düzeydeki ballar içinde 15 mg/kg olarak belirlenmiştir [25,16]. Türk Gıda Kodeksi'nin (TGK) 2012/28366 sayılı Bal Tebliği'ne göre de HMF miktarı 40 mg/kg'ı geçmemelidir [11].

Diastaz sayısı balın kalitesini değerlendirmede kullanılmaktadır [16]. Diastaz sayısı, 100 g balda bulunan amilaz enzimlerinin 38-40°C'de 1 saat içinde parçaladığı nişasta miktarını gösterir. Diastaz aktivitesi ısıtma işlemi uygulandığında inaktif olur. Bal diastazının geri dönüşsüz olarak inaktive olduğu sıcaklık 90-100°C'dir [14].

Balın birçok meyve sebzeye benzer bir antioksidan kapasitesi olduğu bildirilmiştir. Balın antioksidan kapasitesi balın kaynağına bağlı olarak büyük oranda değişir. Bu maddeler fenolik asit ve flavonoidlerin (örneğin *kersetin*, *luteolin*, *kaempferol*, *apigenin*, *chrysin*, *galangin*) bazı enzimleri (örneğin glukozoksidaz, katalaz), askorbik asit, protein ve karotenoidleri içerir [5, 27].

2.5.3 Mikrobiyolojik özellikleri

Balda canlı kalan mikroorganizmalar konsantre şeker, asitlik ve balda bulunan diğer antimikrobiyal öğelere dayanabilecek özellikte olanlardır. Öncelikli mikrobiyal kontaminasyon kaynakları polen, bal arılarının sindirim yolları, kir, toz, hava ve çiçek olabilir. Petekte bulunan mikroorganizmalar başta hammadde ve dış kaynaklardan arılarla gelen bakteriler ve mayalardır. Mikrobiyal kontaminasyonun ikincil kaynağı insanlar, ekipmanlar, konteynerler, rüzgar ve tozdur [28].

Saf balda *Salmonella* spp, *Shigella* spp dahil olmak üzere *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Clostridium botulinum* ve diğer Gram negatif ve Gram pozitif birçok mikroorganizmanın olduğu belirlenmiştir [28].

Çizelge 2.3'de balda bulunan mikroorganizmalardan bakteri, maya ve küfler belirtilmiştir.

Çizelge 2.3: Balda bulunan mikroorganizmalar [28]

Bakteri	Maya	Küf
<i>Alcaligenes</i>	<i>Ascosphaera</i>	<i>Asperhillus</i>
<i>Achromobater</i>	<i>Debaromyces</i>	<i>Alihia</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Hansenula</i>	<i>Bettsia alvei</i>
<i>Bacteridium</i>	<i>Lipomyces</i>	<i>Cephalosporium</i>
<i>Brevibacterium</i>	<i>Nematospora</i>	<i>Chaetomium</i>
<i>Citrobacter</i>	<i>Oosporidium</i>	<i>Coniothecium</i>
<i>Clastridium</i>	<i>Pichia</i>	<i>Hormiscium</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>Saccharomyces</i>	<i>Peronsporocea</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Schizosaccharomyces</i>	<i>Peyronelia</i>
<i>Erwinia</i>	<i>Trichosporium</i>	<i>Tripasporium</i>
<i>Flavobacterium</i>	<i>Torula</i>	<i>Uredianacea</i>
<i>Klebsiella</i>	<i>Torulopsis</i>	<i>Ustilaginacea</i>
<i>Micrococcus</i>	<i>Zygaseaccharomyces</i>	
<i>Neisseria</i>		
<i>Pseudomonas</i>		
<i>Xanthomonas</i>		

2.6 Balın Sağlık Açısından Önemi

Balın eski çağlarda, gıda ve tıbbi bir ürün olarak kullanıldığı belirtilmektedir [5]. Balın antimikrobiyal etkisi ilk kez 1982’de rapor edilmiştir [29]. Balın antimikrobiyal aktivitesinden sorumlu faktörler ozmotik basıncın yüksekliği, asitlik ve özellikle balın olgunlaşması sürecinde glukozoksidaz enziminin meydana getirdiği glukoz oksidasyonu ile oluşan hidrojen peroksit içeriğidir [5, 29]. Hidrojen peroksit katalaz eklenerek uzaklaştırılabilmesine rağmen bazı ballar yine de önemli bir antibakteriyel etki göstermektedir. Bu etki peroksit olmayan antibakteriyel etkinlik olarak da adlandırılır. Baldaki peroksit olmayan faktörler lizozim, fenolik asitler, ve flavonoidleri içerir. Peroksit olmayan aktivite hidrojen peroksit göre ısı ve ışığa daha duyarlıdır, depolamadan sonra bal uzun süre bozulmadan kalır. Bu nedenle peroksit olmayan aktivite antibakteriyel etkiler açısından hidrojen peroksitten daha önemlidir. Böylece optimum antibakteriyel etki için bal, serin, karanlık bir yerde muhafaza edilmeli ve taze tüketilmelidir [5]. Koyu renkli ballardaki antibakteriyel etkinin açık renkli ballara göre daha fazla olduğu tespit

edilmiştir. Bunun sonucunda koyu renk ballarda daha fazla bulunan fenolik bileşiklerin antibakteriyel aktivitesi ile ilgili olduğu belirtilmektedir [14].

Bal birçok gram pozitif ve gram negatif mikroorganizmaların içeren 60 türün gelişimini önleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Mantar önleyici etkisi aynı zamanda bazı maya ve *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri, hem de tüm ortak dermatofitler için gözlenmiştir [28].

Bal yara ve yanıkların tedavisinde de kullanılmaktadır [19]. İnfekte yaraların iyileşmesinde, balın anti-bakteriyel özelliğinin yanı sıra, lenfosit ve fagositik aktivitenin bal tarafından stimule edilmesinde etkili olmaktadır [14].

Oral olarak alınan balın immun sistemini aktive ettiği, kanser ve metastaza karşı koruyucu özellik gösterdiği bilinmektedir [14]. Balın pozitif etkilerini göstermesi için günlük olarak 50-80 g tüketilmesi gerekmektedir. Balda enerji sağlayan karbonhidratlardan, glukoz ve fruktoz gibi temel monosakkaritlerin yanı sıra panoz, melezitoz, rafinoz gibi 25 farklı oligosakkaritde bulunmaktadır. Bu oligosakkaritlerin, frukto oligosakkaritler (FOS) ve gluko oligosakkaritlerle (GOS) benzer etki göstererek intestinal bifido bakterilerin gelişimini artırdıkları ve prebiyotik etki gösterdiği bildirilmiştir [14].

2.7 Arı Ürünleri

2.7.1 Bal mumu

Bal mumu işçi arıların 12-18 günlük yaş dönemlerinde 4, 5, 6 ve 7. Abdominal segmentlerdeki mum salgı bezlerinden salgılanan maddedir. Salgılandığı ilk anda rengi beyaz olmasına karşın, daha sonra koyulaşarak sarı veya kahverengiye döner. Arılar bu maddeyi yavru yetiştirmek, bal ve polen depolamak üzere gerekli depo gözlerini örmek için salgırlar. Günümüzde peteklerin balı süzildükten sonra geriye kalan örülmüş petek mumları eritilip yabancı maddelerden ayrılarak yine arıcılıkta kullanılmaktadır. Bal mumu, arıcılık sektöründe temel petek yapımında, marangozlukta ağaçtan yapılmış eşyaların parlatılmasında, parke verniği yapımında ve boya endüstrisinde değişik amaçlarla kullanılır. Bunların yanında insan sağlığı açısından çeşitli merhem türü ilaçların yapımında, ayrıca yüz kremlerinin yapımında ve dişçilik alanında da bal mumunun kullanılmaktadır [19, 30].

2.7.2 Polen

Polen “Çiçekli bitkilerde, çiçeklerin erkek organlarının üst kısmında bulunan anterlerin içindeki polen kesecikleri içerisinde yer alan erkek hücre taşıyan buruşuk, dikenli, yağlı ve yapışkan yapıda bal arısı tarafından toplanan kurutulmuş çiçek tozlarıdır” şeklinde tanımlanmaktadır. Polen arıların büyüyüp gelişmelerini tamamlamaları ve salgı bezlerinin gelişmesi için gerekli olan başlıca protein kaynağıdır [19]. İnsanlarda gastrit, iktidarsızlık, anemi ve travma sonrası stres bozukluğunda arı poleni kullanarak başarılı tedaviler söz konusu olmuştur. Ancak bu göstergeler için hala daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır [30].

2.7.3 Arı zehiri

Arı zehiri; arıların zehir torbasında oluşan ve içerisinde başlıca mellitin, apamin, MCD-peptidi, histamin, hyaluronidaz, fosfolipaz-A2 bulunan, keskin kokulu, acı tatta, sarımtırak renkte, sıvı, hava ile temasında çabuk kuruyup kristalize olan bir madde şeklinde tanımlanmıştır [19]. Arı zehiri farmakolojik açıdan en güçlü arı ürünüdür. Son zamanlarda artrit tedavisinde arı zehirinin kullanımı yoğun şekilde araştırılmaktadır. Arı zehirinin multiple skleroza karşı da kullanılabileceği bildirilmektedir. Ayrıca kanser tedavisi ve önlenmesi açısından da arı zehirinin potansiyel etkilerinin de olduğu belirtilmektedir [30].

2.7.4 Arı sütü

Arı sütü; 5-15 günlük işçi arıların alt çene ve boğaz bezlerinin salgılarından birisidir. Pelte kıvamında, kemik renginde, kendine has bir kokuya ve yakıcı tada sahip gıda şeklinde tanımlanmıştır [19]. Arı sütü en fazla bronş astımı, damar sertliği, mide ve bağırsak hastalıkları, romatizma gibi bazı hastalıkları tedavi etmek için kullanılır. Ayrıca böbrek ve idrar yolu hastalıklarını düzenleyici, yüksek tansiyonu önleyici özellikleri de bulunmaktadır. Arı sütü bedensel ve zihinsel yorgunluğu gidermek, ciltteki kırısklık ve sivilcelerin tedavi etmek amacıyla kullanılmaktadır. İmmünolojik ve hipoglisemik etkisi bulunmaktadır. Ayrıca, cinsel fonksiyonları düzenleyici olarak, hücre onarıcı ve gençleştirici olarak kullanıldığı bildirilmektedir [19].

2.7.5 Propolis

Propolis; işçi arıların bitkilerin filiz ve tomurcuklarından topladığı, reçinemi maddeleri ve bitki salgılarını başlarında bulunan guddeler tarafından salgılanan

enzimlerle biyokimyasal değişikliklere uğratarak oluşturdukları kirli sarıdan, koyu kahverengiye kadar değişen renkte ve oda sıcaklığında yarı katı halde bulunan bir maddedir şeklinde tanımlanmıştır [19].

Propolis çok sayıda hücre ve hayvan deneylerinde test edilen, pek çok farklı gelecek vaat eden, biyolojik ve farmakolojik özelliklere sahip bir maddedir [30].

Propolisin birçok olumlu özelliği araştırmalarla ortaya konulmadan önce arıcının çalışma şartlarını ve bal hasadını zorlaştırdığı için ve petekli balın pazar değerini düşürmesinden dolayı kolonilerin propolis toplama eğiliminin yüksek olması istenmezdi. Günümüzde propolis dünya ticaretinde ve marketlerinde düzenli olarak alınıp satılan bir ürün haline gelmiştir [31].

Bitkiler havanın olumsuz etkilerinden ve bakteri, mantar, küf ve virüslerin saldırısına karşı genç sürgün ve tomurcukları kaplayıp korumak amacıyla propolis salgılar. Propolisin güçlü bir anti-bakteriyel, anti-mantar ve anti-viral özelliği vardır. Son zamanlarda ki araştırmalar, bu doğal koruyucuya olan ilginin arttığını göstermiştir. Alternatif bir koruyucu madde olarak toksik olmayan propolisin kullanımı tüketiciler tarafından kabul görmüştür.

Tıbbi amaçlar için propolis kullanımı antik çağlardan beri görölmektedir. Ayrıca propolis kozmetikte yoğun olarak kullanılmaktadır. Propolisin *Bacillus subtilis*, *Bacillus alvei*, *Proteus vulgaris* ve *P. galangin*'e karşı antibakteriyel etkileri olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda propolisin *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris* ve *Escherichia coli* üzerinde önemli antibiyotik etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir [32]. Ayrıca diş hekimliğinde çok yaygın olarak kullanılır. Kadınlar için, özellikle az gelişmiş ölkelerde en sık görölen kanser türüne olan serviks kanserine neden olan insan papilloma virüsü (HPV) önemli bir tehdittir. İki çalışmada propolis içeren lokal terapi ile altı ay içinde HPV enfeksiyonlarının ortadan kalktığı gözlenmiştir [30].

2.8 Balda bulunan bazı elementlerin özellikleri

2.8.1 Kurşun (Pb)

Kurşunun vücutta absorbsiyonu çocuklarda daha yüksek olmakla beraber normalde %5 gibi düşük bir oranda gerçekleşmektedir. Bu düşük oran bile kalsiyumun ve demir gibi elementlerin vücutta emilimini azaltmaktadır. Kana karışan kurşun buradan kemiklere ve diğer dokulara giderek böbrekler vasıtasıyla vücuttan atılır.

Kemiklerde biriken kurşun zamanla (yarılanma ömrü yaklaşık 20 yıl) çözünerek böbreklerde tahribata neden olur.

Kurşun nörotoksik etkilidir. Beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarında bozukluklara neden olur. Özellikle çocukların ve bebeklerin sinir sistemi, kurşunun toksisitesine çok duyarlıdır [34]. Çocuklar üzerinde yapılan araştırmalarda kanda bulunan kurşun miktarının artmasıyla IQ seviyesinin düştüğü belirlenmiştir [33]. Düşük düzeylerde bile kurşuna maruz kalan çocuklarda bilişsel gelişimde gerilemelere neden olmasından dolayı, dünya çapında halk sağlığını ilgilendiren bir konu haline gelmiştir [35].

Diğer taraftan kurşun nörotoksik özelliği nedeniyle sinir sisteminde iletimin azalmasına yol açar [33].

Yetişkinlerin mesleki olarak veya kazara yüksek düzeylerde kurşuna maruziyeti durumunda, periferik sinir sistemi ve böbreklerde bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Genelde yetişkinler için kritik veya en hassas etkisi hipertansiyon gelişimi olabilmektedir [34].

Kurşunun çoğu kemiklerde depolanmasına rağmen beyne, anne karnındaki cenine ve anne sütüne geçebilmektedir. Bebekler ve çocukların vücudunda kurşun oranı düşüktür fakat ilerleyen yaşla birlikte kurşuna maruz kalınırsa bu oran artış gösterir.

2.8.2 Kadmiyum (Cd)

Kadmiyumdaki kaynaklanan sağlık risklerinden en önemlisi, kadmiyum içeren kaynakların bulunduğu doğrudan akciğer hasarı ile sonuçlanmasıdır. Diyet veya çevresel kaynaklar vasıtasıyla düşük düzeylerde akut olarak kadmiyuma maruz kalınması durumunda, böbrekler ve muhtemelen iskelet sisteminde toksik etkilerinin olacağı bildirilmektedir [34].

Kadmiyum diğer ağır metaller içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu özelliği doğada yayılım hızını güçlendirmektedir. Ayrıca insan yaşamı için gerekli elementlerden biri değildir. İnsan vücudundaki Cd seviyesi yaş ilerledikçe artış gösterir ve genellikle 50'li yaşlarda en yüksek seviyesine ulaştıktan sonra azalmaya başlar. İlerleyen yaşlarda böbreklerdeki birikimi yüksek tansiyona da sebep olabilmektedir. Kadmiyum içeriği 0.001 mg/m³ olan havanın 14 günden fazla solunması durumunda kronik akciğer rahatsızlıkları ve böbrek yetmezliği ortaya çıkar. Yeni doğmuş bebeklerde hiç kadmiyum bulunmaz ve kadmiyum plasenta ya

da kan yoluyla anne karnındaki bebeğe geçmemektedir. Kadmiyum vücutta % 20'lik bir oranda absorbe edilemiyor olsa da, bu oran diğer birçok metale oranla oldukça yüksektir [33].

2.8.3 Krom (Cr)

Krom vücutta insülin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkiler. Havada 1 µg/L'den fazla ve kirlenmemiş suda ortalama 1 µg/L düzeyinde bulunur. Toprakta az miktarda krom bulunurken (2-60 mg/kg), kirlenmemiş bazı topraklarda bu değer 4 g/kg'a kadar çıkmaktadır [33].

Krom içeren minerallerin endüstriyel oksidasyonu ve fosil yakıtların, ağaç ve kağıt ürünlerinin yanması sonucunda doğada altı değerlikli (hexavalent) krom oluşmaktadır. Okside krom havada ve saf suda nispeten kararlı iken ekosistemdeki organik yapılarda, toprakta ve suda üç değerliğe redüklenir. Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yaklaşık yılda 6700 ton krom bu çevrimden ayrılarak denize akar ve okyanus tabanına çökelir [33].

2.8.4 Stronsiyum (Sr)

Gıdalardaki stronsiyum konsantrasyonu, insan vücudundaki stronsiyum konsantrasyonunu etkiler. Tahıllar, yapraklı sebzeler ve süt ürünleri önemli miktarda stronsiyum içeren gıda maddeleridir. İnsanların birçoğu için stronsiyum alımı orta düzeydedir. Az miktarda bile insan sağlığına zararlı olan tek stronsiyum bileşiği stronsiyum kromattır.

Genellikle yüksek miktarda stronsiyum alımı insan sağlığı için büyük bir tehlike olarak görülmemektedir. Stronsiyum tuzlarının deri döküntülerine ve cilt ile ilgili diğer problemlere sebep olduğuna rastlanmamıştır.

Çocuklarda, yüksek oranda stronsiyum alımı sağlık için riskli olabilir, kemik gelişimi ile ilgili problemlere sebep olabilir. Fakat bu etki, stronsiyum alımı kg vücut ağırlığı için gram seviyelerinde olursa görülür. Gıdalarda ve içme suyundaki stronsiyum seviyeleri belirtilen sorunlara sebep olacak kadar yüksek değildir [URL-2].

2.8.5 Demir (Fe)

Demir vücutta her hücre tarafından kullanılan bir öğedir [36]. Demir, oksijen taşıma ve eritropoeziye vesile olması yanında sayısız enzimatik reaksiyonlarda, enerji

metabolizmasında, DNA sentezinde ve hücre bağışıklık tepkilerinde önemlidir [36]. Taşıdığı önemin aksine demir reaktif oksijen türlerinin oluşumu ile hücre hasarına neden olabilir. Bu nedenle düzenlenmesi sıkı bir şekilde takip edilmelidir [36].

Demir Emilimi, alınan ve vücut tarafından kullanılan demirin miktarıyla alakalıdır. Sağlıklı yetişkinler diyetteki demirin %10-15'ini absorplar ve bu absorpsiyonu birçok faktör etkiler. Demir Emilimi üzerine demirin depolanma miktarının çok büyük etkisi vardır. Vücuttaki demir depoları az olduğunda demir Emilimi artmaktadır. Demir depoları çok olduğunda ise, fazla demirin toksik etkisine karşı vücudu korumak için demir Emilimi azalır [URL-3].

2.8.6 Çinko (Zn)

Organizma için çinko esansiyel bir mineraldir. Gen ekspresyonu ve büyümede fonksiyona sahiptir. UV radyasyondan koruyarak yara iyileşmesini kolaylaştırır. Buna ek olarak immün ve nöropsikiyatrik fonksiyonlara katkıda bulunur, kanser ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltır [37].

İnsan vücudunda gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesini sağlayan yaklaşık 100 çeşit enzimi aktif hale gelmesi için uyarır. Normal bir beslenme düzeninde çinkodan dolayı herhangi bir zehirlenme oldukça düşük bir olasılıktır. Sadece günde 225 – 450 mg çinko alınması kusmaya neden olabilir, günde 50 ile 150 mg alınması durumunda hafif bir bağırsak sıkıntısının gözlenebildiği belirtilmiştir. Çinko oksit dumanının içe çekilmesi halinde metal dumanı kaynaklı ateşli rahatsızlık gözlenmiştir. Bol miktarda terleme, güçsüzlük ve hızlı soluk alıp verme gibi belirtileri vardır ve bu belirtiler çinko oksit'e maruz kalındığında 8 saat içinde gözlenir ve etkisi 12 ile 24 saat sürebilir [URL-3].

2.8.7 Manganez (Mn)

Yüksek miktarda manganez alımı sağlık problemlerine neden olur. Manganezin başlıca etkileri solunum sisteminde ve beyinde gözlenir. Manganez zehirlenmesinin belirtileri halüsinasyonlar, sinir hasarları ve unutkanlıktır. Manganez bunun dışında Parkinson, akciğer ambolisi ve bronşite neden olabilir. Eğer bir erkek manganeze uzun süre boyunca maruz kalırsa iktidarsızlık oluşabilir. Manganezin neden olduğu sendrom şizofrenlik, matite, kasların zayıflığı, baş ağrısı ve uykusuzluk gibi belirtilere sahiptir [URL-2].

2.9 Kontaminasyon Kaynakları

Kontaminasyon kaynakları çevresel ve arıcılık olmak üzere ikiye ayrılır. Çevresel kaynaklar ise zirai ve zirai olmayan kaynaklar olarak ikiye ayrılabilir. Zirai olmayan kaynaklar olarak ağır metal element içeren ballar en önemli olanıdır. Kadmiyum nektar ve bala yer altı suları ve toprak yoluyla taşınırken, hava kurşun ve kadmiyum içerebilir. En önemli iki toksik ağır metaller (Pb ve Cd) balın kirlenmesine neden olmaktadır. Ağır metal kirlenmesi endüstriyel alanlarda ve trafiğin yoğun olduğu alanlarda artmaktadır. Kirlenme derecesi sırasıyla arılar>propolis>balmumu>bal şeklinde azalmaktadır. Balın kirlenme oranının düşük olmasının nedeninin, filtrelemeden kaynaklanabileceği belirtilmiştir [38].



Şekil 2.2: Kontaminasyon kaynakları [38]

Şekil 2.2’de kontaminasyon kaynakları detaylı olarak gösterilmiştir. Çevresel kaynaklar; ağır metaller, pestisitler, bakteriler ve GM (genetiği değiştirilmiş) Bitkiler olmak üzere dört önemli çevresel kontaminasyon kaynak içermektedir.

Arıcılık kontaminasyon kaynağında ise; virüsler, hastalıklar, balmumu güvesi, bal hasadı ve kovan malzemeleri yer almaktadır. Trafik ve endüstriden dolayı ağır metaller içeren hava ve su, arı kolonileri ve bunların ürünlerini kontamine edebilir [38].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyallerin Toplanması

Araştırmada 13 adet süzme bal örneği kullanılmıştır. Örnekler Aksaray ilinde bulunan marketlerden 2015 yılı mart ayı içerisinde toplanmış ve orjinal ambalajlarında laboratuvara getirilmiştir.

3.2 Kullanılan Malzemelerin Temizliği

Çalışmada cam veya metal malzemelerin element bulaşmasında neden olabilme ihtimalleri olduğu için polietilen ve polipropilen malzemeler tercih edilmiştir. Çalışma esnasında kullanılan cam ve plastik malzemeler önce deterjanlı su içerisinde bir gün bekletildi. Sonra çeşme suyuyla durulandı. % 5'lik nitrik asit içerisinde alınarak 1 gün bekletildi. Bu işlem sonunda ultra saf su ile yıkanarak etüvde 55°C'de kurutuldu.

3.3 Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Standartlar

Çalışma esnasında standartların ve örneklerin hazırlanmasında, tüm seyreltme işlemleri ultra saf su kullanılarak gerçekleştirildi. Çözeltilerin, standartların ve örneklerin hazırlanmasında % 65'lik Nitrik asit (Merck 100456) kullanıldı. Örneklerin hazırlanmasında % 30'luk Hidrojen peroksit (Merck 108600) kullanıldı. Yüksek saflıkta (%99.995) Linda marka argon gazı kullanıldı. Ticari standart olarak High-Purity (ICP-MS-68B-A) standart kullanıldı.

3.4 Kullanılan Cihazlar

3.4.1 Mikrodalga çözme sistemi

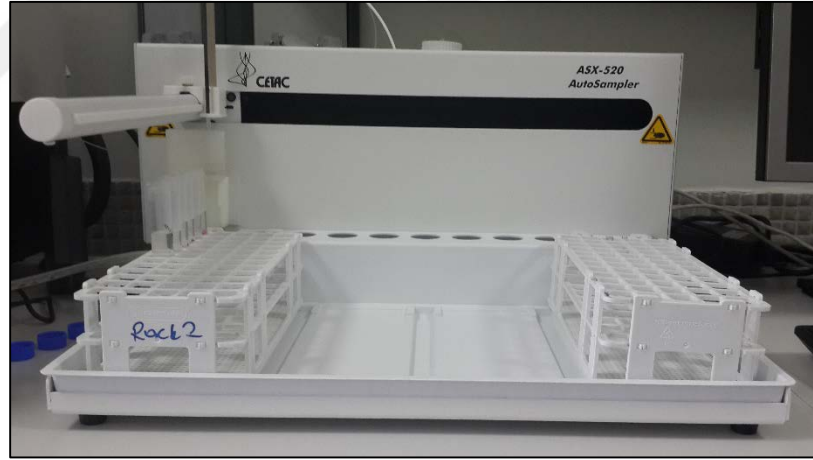
CEM MARS 5Xpress mikrodalga çözme sistemi kullanıldı. Teflon tüpler: Mikrodalga çözme sisteminde kullanılan yüksek basınç ve sıcaklığa dayanıklı (1500 psi basınç ve 240°C) XP-1500 Plus teflon vessel kodlu CEM marka tüpler kullanılmıştır. Şekil 3.1'de mikrodalga çözme sistemi verilmiştir.



Şekil 3.1: Mikrodalga çözme sistemi

3.4.2 Otomatik örnekleyici

ICP-MS cihazı ile uyumlu CETAC ASX-520 Autosampler marka otomatik örnekleyici kullanılmıştır. Şekil 3.2’de otomatik örnekleyici verilmiştir.

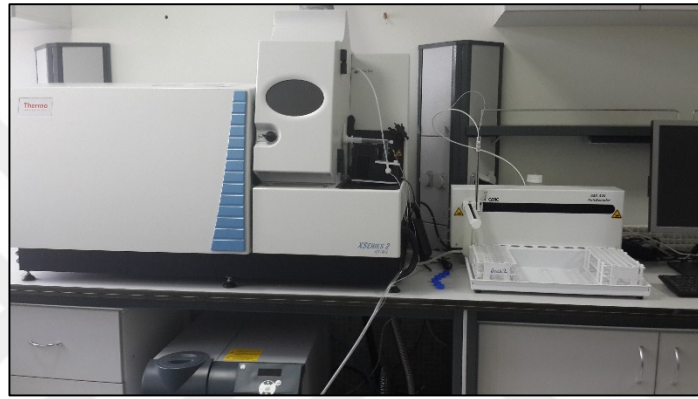


Şekil 3.2: Otomatik örnekleyici

3.4.3 Inductively coupled plasma mass spectrometry cihazı (ICP-MS)

İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS), örneklerin çok yüksek sıcaklıktaki plazmaya, argon gazının gönderilmesiyle moleküler bağların kırıldığı ve atomların iyonlaştığı analitik bir tekniktir. Bir solüsyon haline gelen örnek, örnek giriş sistemi vasıtasıyla nebulizöre ve sprej odacığına giriş yapmaktadır. Burada yüksek hızlı argon akışı ile örnek sis haline gelmektedir. Sadece çok küçük damlacıklar argon plazmasına taşınmaktayken, büyük damlacıklar ise doğrudan atığa

gitmektedir. Plazma 10000 K' e kadar ulaşan sıcaklıktaki örneği buharlaştırmakta ve iyonize etmektedir. Örnekleyici (sampler) ve süzücü (skimmer) konlar vasıtasıyla iyonlar atmosferik basınçtan yüksek vakumlu ortama girmektedir. Daha sonra iyon akımı iyon lensleri vasıtasıyla quadrupola odaklanarak kütle filtresine yönlenmektedir. İyonlar kütle spektrometresinde kütle yük oranına göre ayrılmaktadırlar. Daha sonra detektör tarafından miktarları ölçülmektedir. Şekil 3.3'de İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) cihazı görülmektedir.



Şekil 3.3: İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) cihazı

3.5 Numune Hazırlama

3.5.1 Örnekler için çözme işlemi

Çalışmamızda kullanılan bal örnekleri mikrodalga çözme sistemi ile MARS 5 çözme prosedürüne göre analiz için hazır hale getirilmiştir.

Bal örneklerinden 1 gram, mikrodalga cihazı tüpleri içinde tartılarak üzerine 9 ml % 65'lik HNO_3 ve 1 ml % 30'luk H_2O_2 ilave edildi.

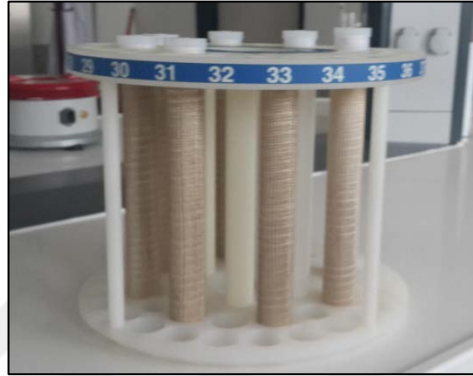
Kontaminasyondan kaynaklı hataları önlemek için 9 ml % 65'lik HNO_3 ve 1 ml % 30'luk H_2O_2 ilave edilerek bir adet kör numune hazırlandı. Hepsini mikrodalga çözme sistemi içerisinde çözüldü.

Mikrodalga çözme sistemi cihaz parametreleri Çizelge 3.1'de detaylandırılmıştır. Birinci aşama sıcaklık 120°C 20 dakika süre, ikinci aşama 120°C 15 dakika süre ve son aşamada ise 20 dakika beklenerek mikrodalga çözme işlemi tamamlanmıştır. Sıcaklık süresince mikrodalga cihazının gücü 1600 Watt'dır.

Çizelge 3.1: Mikrodalga çözme sistemi cihaz parametreleri

Aşama	Sıcaklık (°C)	Güç (W)	Zaman (Dakika)
1	120	1600	20
2	170	1600	15
3	0	0	20 (Bekleme)

Şekil 3.4’de mikrodalga cihaz tüpleri örnek numuneler görülmektedir.



Şekil 3.4: Mikrodalga cihaz tüpleri örnek numuneler

3.5.2 Standartların hazırlanması ve kalibrasyon

Kalibrasyon için kullanılan standartlar sertifikalı 1000 mg/l’lik standartlar kullanılmıştır. Öncelikle ana stok standart çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra bu çözelti kullanılarak ara stok çözeltiler hazırlanmıştır. Standartlar hazırlanırken % 2’lik nitrik asit çözeltisi kullanılmıştır. Çizelge 3.2’de ana stok standartları detaylı olarak verilmiştir. Kullanılan standartlar su-asit çözelti yüzdeleri ve elde edilen standartların 1000 ppb’ye göre tayinleri verilmiştir.

Çizelge 3.2: Ana stok standartları

Seyreltme	Kullanılan Standartlar	Standart	Su-asit çözeltisi	Elde edilen standart
	1000000 ppb	25µl	% 2’lik nitrik asit	1000 ppb
KALİBRASYON STANDARTLARI				
Kör numune	-	-	% 2’lik nitrik asit	
Kalibrasyon standartı 1	1000	125 µl	% 2’lik nitrik asit	5
Kalibrasyon standartı 2	1000	250 µl	% 2’lik nitrik asit	10
Kalibrasyon standartı 3	1000	1250 µl	% 2’lik nitrik asit	50
Kalibrasyon standartı 4	1000	5 ml	% 2’lik nitrik asit	200

Şekil 3.5’de kalibrasyon standartları resmi görülmektedir.



Şekil 3.5: Kalibrasyon standartları

3.5.3 Numunelerin ICP-MS ile analizi

Analize başlarken analiz için uygun çalışma parametreleri seçilmiştir. Daha sonra önceden hazırlanmış kalibrasyon standartları ile kalibrasyonlar yapılmıştır. Kalibrasyon yapılırken önce kör numune cihaza okutulmuş daha sonrasında düşük konsantrasyondan başlanarak standartlar okutulmuştur. Konsantrasyonlara karşılık gelen alanlara göre kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur. Kalibrasyon eğrileri yüksek hassasiyette çizilmiştir.

3.6 İstatistiksel Veri Analizi

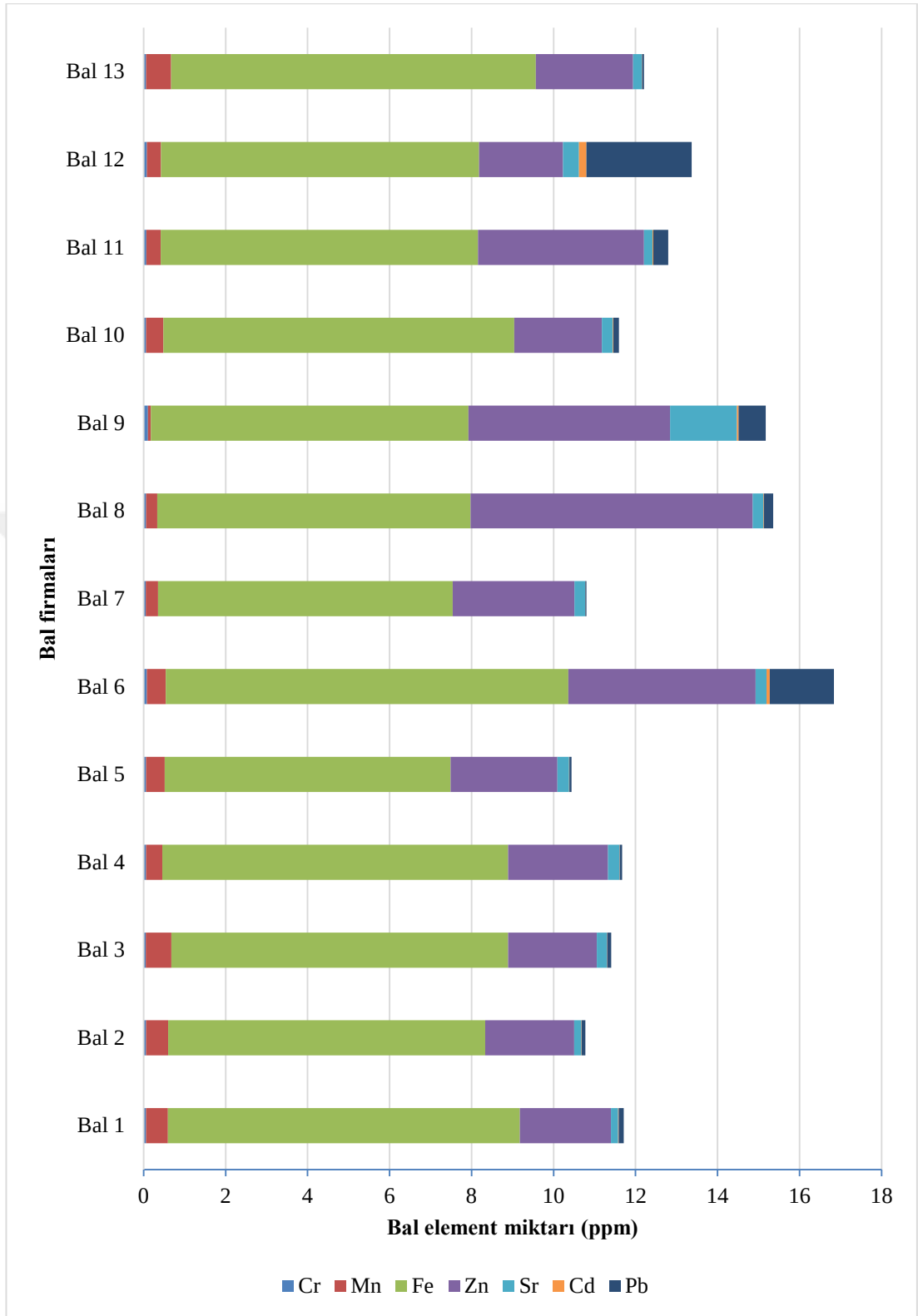
Bal numunelerinin analizi sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmeleri SPSS (17.0) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Böylece, aritmetik ortalama, standart sapma, standart hata, maksimum ve minimum değerler ile aralık değerleri de belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesi ile ilgili element analiz sonuçları, standart sapma, standart hata, ortalama element düzeyleri ve aralıklar Çizelge 4.1’de detaylı olarak verilmiştir. Çizelgelerde SPSS 17.0 İstatiksel Paket programına göre Ortalama Güvenlik Aralığı (%95) olarak alınmıştır.

Çizelge 4.1: Bal numunelerindeki element analiz sonuçları (ppm)

Örnekler		Elementler						
		Cr	Mn	Fe	Zn	Sr	Cd	Pb
Bal 1	Ortalama	0.059	0.535	8.586	2.222	0.176	0.008	0.126
	%Std.Hata	0.001	0.001	0.013	0.012	0.001	0.001	0.002
Bal 2	Ortalama	0.058	0.537	7.738	2.17	0.172	0.001	0.088
	%Std.Hata	0.001	0.005	0.025	0.022	0.001	0.001	0
Bal 3	Ortalama	0.054	0.622	8.215	2.164	0.247	0.008	0.098
	%Std.Hata	0.002	0.005	0.018	0.006	0.001	0	0.001
Bal 4	Ortalama	0.059	0.4	8.43	2.442	0.28	0.004	0.055
	%Std.Hata	0.001	0.003	0.034	0.008	0.002	0	0.001
Bal 5	Ortalama	0.057	0.457	6.973	2.609	0.284	0.003	0.052
	%Std.Hata	0.001	0	0.059	0.025	0.001	0	0
Bal 6	Ortalama	0.081	0.462	9.82	4.566	0.269	0.076	1.565
	%Std.Hata	0.001	0.003	0.044	0.011	0.002	0.001	0.007
Bal 7	Ortalama	0.053	0.299	7.185	2.97	0.265	0.002	0.03
	%Std.Hata	0.005	0.026	0.088	0.519	0.027	0.003	0.008
Bal 8	Ortalama	0.06	0.273	7.643	6.883	0.258	0.01	0.23
	%Std.Hata	0.001	0.01	0.059	0.001	0	0.001	0.001
Bal 9	Ortalama	0.107	0.071	7.746	4.919	1.63	0.041	0.663
	%Std.Hata	0.002	0	0.043	0.047	0.009	0.001	0.003
Bal 10	Ortalama	0.061	0.418	8.565	2.134	0.271	0.013	0.135
	%Std.Hata	0.001	0.001	0.019	0.025	0.001	0.001	0.001
Bal 11	Ortalama	0.068	0.346	7.745	4.044	0.209	0.019	0.366
	%Std.Hata	0.001	0.001	0.031	0.008	0	0	0.002
Bal 12	Ortalama	0.079	0.341	7.765	2.044	0.388	0.186	2.566
	%Std.Hata	0.001	0.002	0.027	0.051	0.001	0.001	0.005
Bal 13	Ortalama	0.061	0.608	8.899	2.369	0.216	0.006	0.048
	%Std.Hata	0	0.002	0.03	0.049	0.002	0	0.001



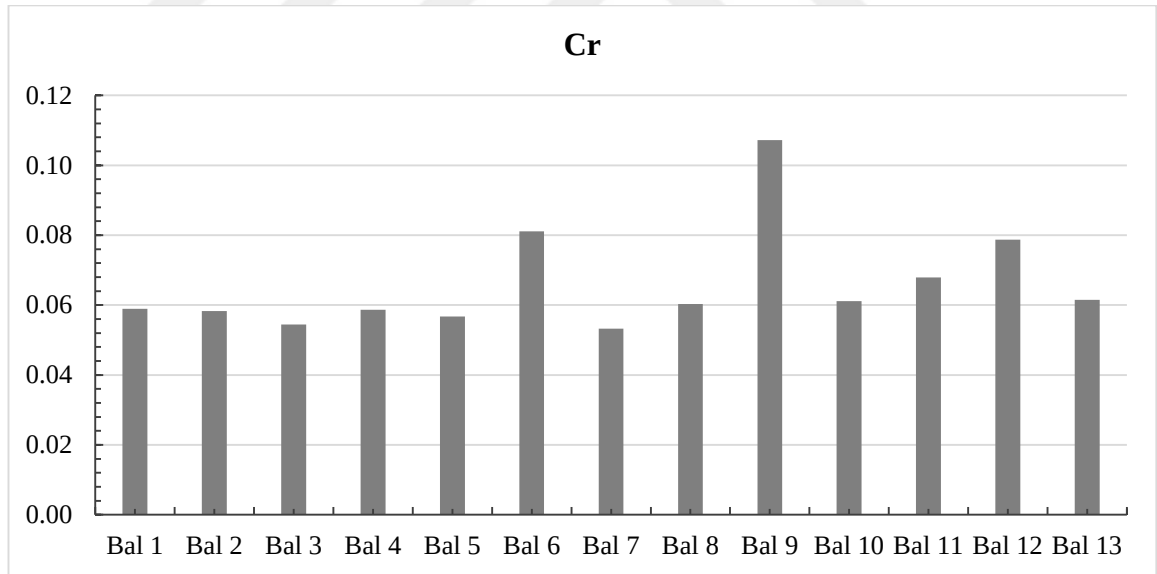
Şekil 4.1: Bal numunelerindeki elementlerin ortalama değer grafiği

Şekil 4.1’de bal numunelerindeki elementlerin ortalama değerleri grafikte gösterilmiştir.

Çizelge 4.2’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinde en düşük Cr konsantrasyonu Bal 7 numunesinde 0.053 ppm, en yüksek Cr konsantrasyonu ise Bal 9 numunesinde 0.107 ppm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2: Bal örneklerindeki Cr konsantrasyonu (ppm)

	Ortalama/Standart Hata	Aralık (±)
Bal 1	0.059±0.001	0.005
Bal 2	0.058±0.001	0.008
Bal 3	0.054±0.002	0.021
Bal 4	0.059±0.001	0.008
Bal 5	0.057±0.001	0.005
Bal 6	0.081±0.001	0.006
Bal 7	0.053±0.005	0.042
Bal 8	0.060±0.001	0.009
Bal 9	0.107±0.002	0.020
Bal 10	0.061±0.001	0.005
Bal 11	0.068±0.001	0.008
Bal 12	0.079±0.001	0.008
Bal 13	0.061±0.000	0.003



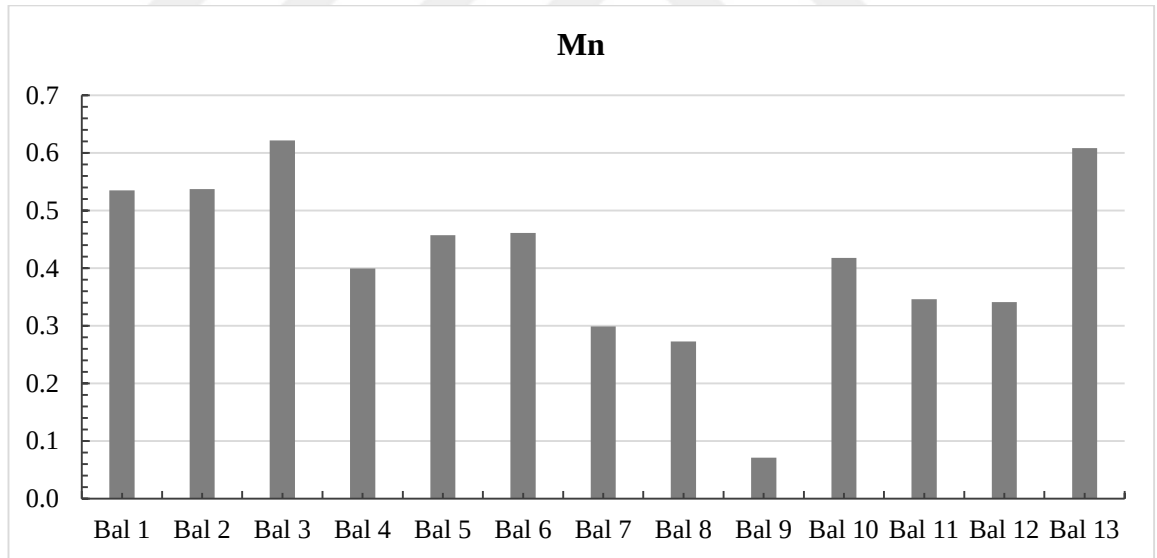
Şekil 4.2: Bal örneklerindeki Cr konsantrasyonu (ppm) grafiği

Şekil 4.2’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinin Cr konsantrasyonunun (ppm) grafikte karşılaştırması gösterilmiştir. En yüksek Cr miktarının Bal 9 numunesinde, en düşük oranın ise Bal 7 numunesinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinde en düşük Mn konsantrasyonu Bal 9 numunesinde 0.071 ppm, en yüksek Mn konsantrasyonu ise Bal 3 numunesinde 0.622 ppm olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.3: Bal örneklerindeki Mn konsantrasyonu (ppm)

Mn	Ortalama/Standart Hata	Aralık ($\pm$)
Bal 1	0.535 $\pm$ 0.001	0.045
Bal 2	0.537 $\pm$ 0.005	0.045
Bal 3	0.622 $\pm$ 0.005	0.040
Bal 4	0.400 $\pm$ 0.003	0.026
Bal 5	0.457 $\pm$ 0.0003	0.003
Bal 6	0.462 $\pm$ 0.003	0.022
Bal 7	0.299 $\pm$ 0.044	0.026
Bal 8	0.273 $\pm$ 0.010	0.088
Bal 9	0.071 $\pm$ 0.0003	0.003
Bal 10	0.418 $\pm$ 0.001	0.009
Bal 11	0.346 $\pm$ 0.001	0.008
Bal 12	0.341 $\pm$ 0.002	0.021
Bal 13	0.608 $\pm$ 0.002	0.021



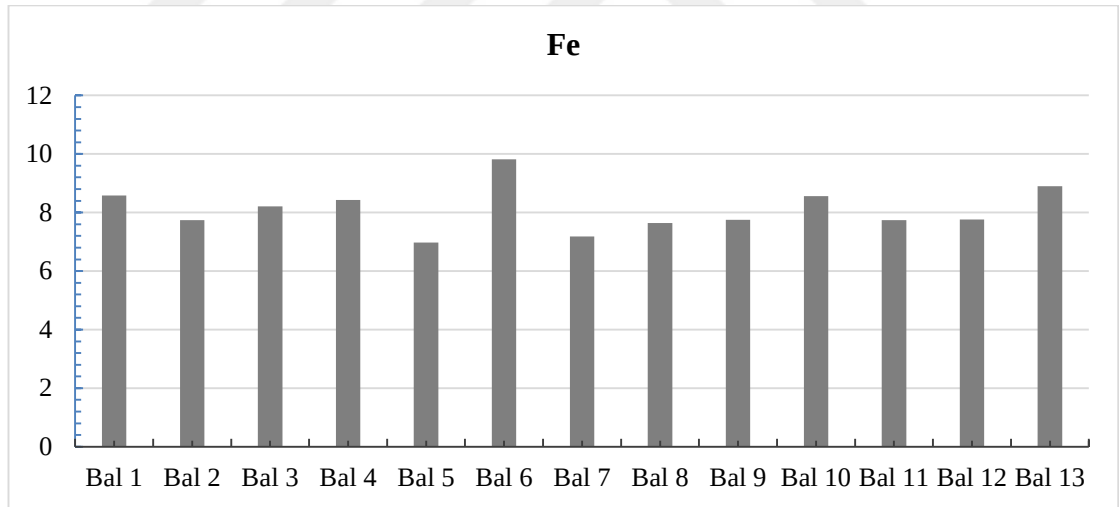
Şekil 4.3: Bal örneklerindeki Mn konsantrasyonu (ppm) grafiği

Şekil 4.3’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinin Mn konsantrasyonunun (ppm) grafikte karşılaştırması gösterilmiştir. En yüksek orandaki Mn elementinin Bal 3 numunesinde ve en düşük oranın ise Bal 9 numunesinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinde en düşük Fe konsantrasyonu Bal 7 numunesinde 7.185 ppm, en yüksek Fe konsantrasyonu ise Bal 6 numunesinde 9.820 ppm olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.4: Bal örneklerindeki Fe konsantrasyonu (ppm)

Fe	Ortalama/Standart Hata	Aralık ($\pm$)
Bal 1	8.586 $\pm$ 0.013	0.111
Bal 2	7.738 $\pm$ 0.025	0.218
Bal 3	8.215 $\pm$ 0.018	0.159
Bal 4	8.430 $\pm$ 0.034	0.293
Bal 5	6.973 $\pm$ 0.059	0.508
Bal 6	9.820 $\pm$ 0.044	0.383
Bal 7	7.185 $\pm$ 0.088	0.759
Bal 8	7.643 $\pm$ 0.059	0.510
Bal 9	7.746 $\pm$ 0.043	0.369
Bal 10	8.565 $\pm$ 0.019	0.165
Bal 11	7.745 $\pm$ 0.031	0.267
Bal 12	7.765 $\pm$ 0.027	0.233
Bal 13	8.899 $\pm$ 0.030	0.261



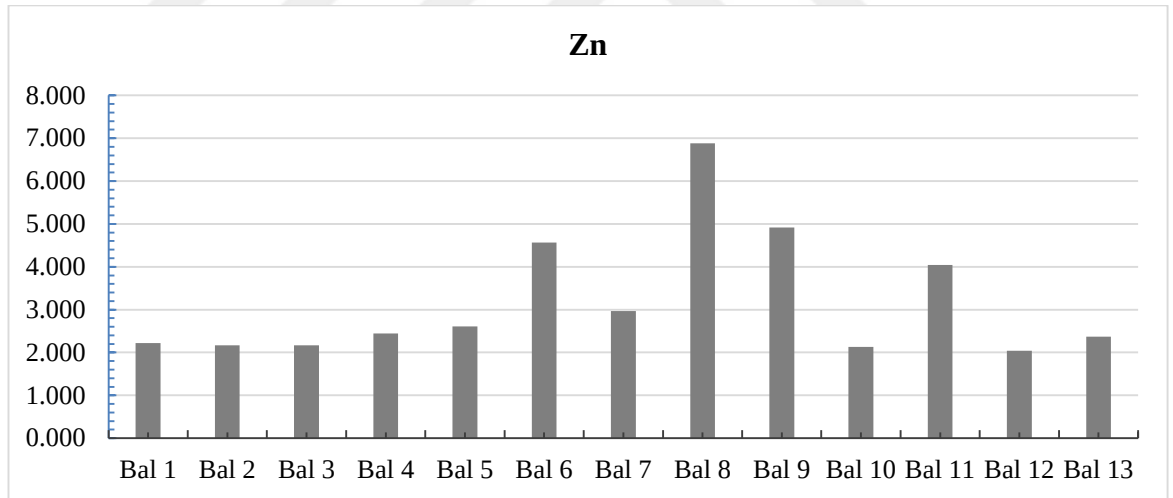
Şekil 4.4: Bal örneklerindeki Fe konsantrasyonu (ppm) grafiği

Şekil 4.4’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinin Fe konsantrasyonunun (ppm) grafikte karşılaştırması gösterilmiştir. En yüksek orandaki Fe elementinin Bal 6 numunesinde ve en düşük oranının ise Bal 5 numunesinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5’da Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinde en düşük Zn konsantrasyonu Bal 12 numunesinde 2.044 ppm, en yüksek Zn konsantrasyonu ise Bal 9 numunesinde 4.919 ppm olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.5: Bal örneklerindeki Zn konsantrasyonu (ppm)

Zn	Ortalama/Standart Hata	Aralık (±)
Bal 1	2.222±0.001	0.105
Bal 2	2.170±0.022	0.189
Bal 3	2.164±0.006	0.054
Bal 4	2.442±0.008	0.067
Bal 5	2.609±0.025	0.219
Bal 6	4.566±0.011	0.097
Bal 7	2.970±0.519	4.464
Bal 8	6.883±0.001	0.013
Bal 9	4.919±0.047	0.403
Bal 10	2.134±0.044	0.025
Bal 11	4.044±0.008	0.070
Bal 12	2.044±0.051	0.442
Bal 13	2.369±0.049	0.425



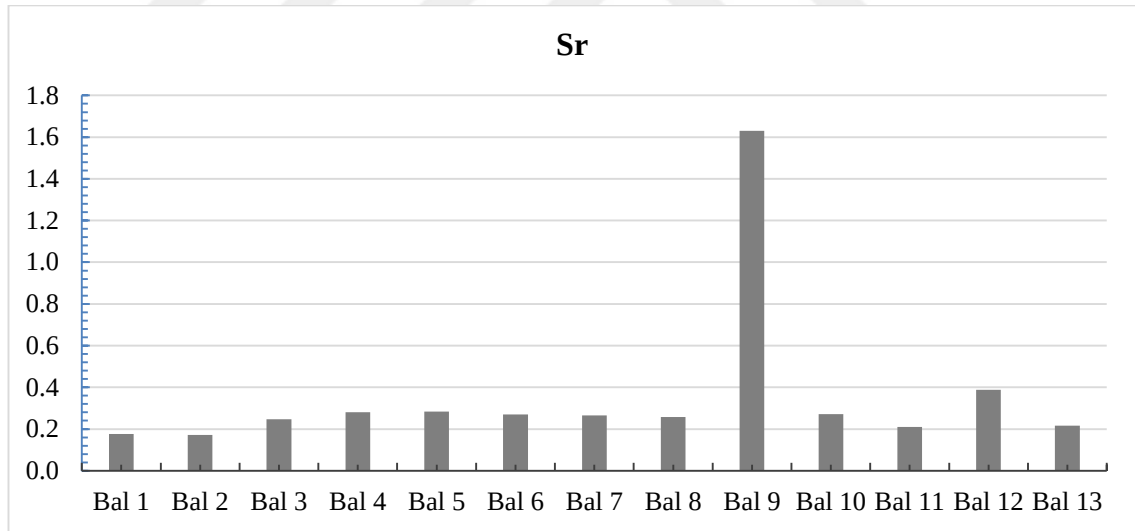
Şekil 4.5: Bal örneklerindeki Zn konsantrasyonu (ppm) grafiği

Şekil 4.5’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinin Zn konsantrasyonunun (ppm) grafikte karşılaştırması gösterilmiştir. En yüksek orandaki Zn elementinin Bal 8 numunesinde ve en düşük oranın ise Bal 12 numunesinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6’da Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinde en düşük Sr konsantrasyonu Bal 13 numunesinde 0.216 ppm, en yüksek Sr konsantrasyonu ise Bal 9 numunesinde 1.630 ppm olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.6: Bal örneklerindeki Sr konsantrasyonu (ppm)

Sr	Ortalama/Standart Hata	Aralık (±)
Bal 1	0.176±0.001	0.008
Bal 2	0.172±0.001	0.008
Bal 3	0.247±0.001	0.008
Bal 4	0.280±0.002	0.015
Bal 5	0.284±0.001	0.005
Bal 6	0.269±0.002	0.016
Bal 7	0.265±0.027	0.232
Bal 8	0.258±0.000	0.000
Bal 9	1.630±0.009	0.078
Bal 10	0.271±0.001	0.008
Bal 11	0.209±0.000	0.003
Bal 12	0.388±0.001	0.008
Bal 13	0.216±0.002	0.013



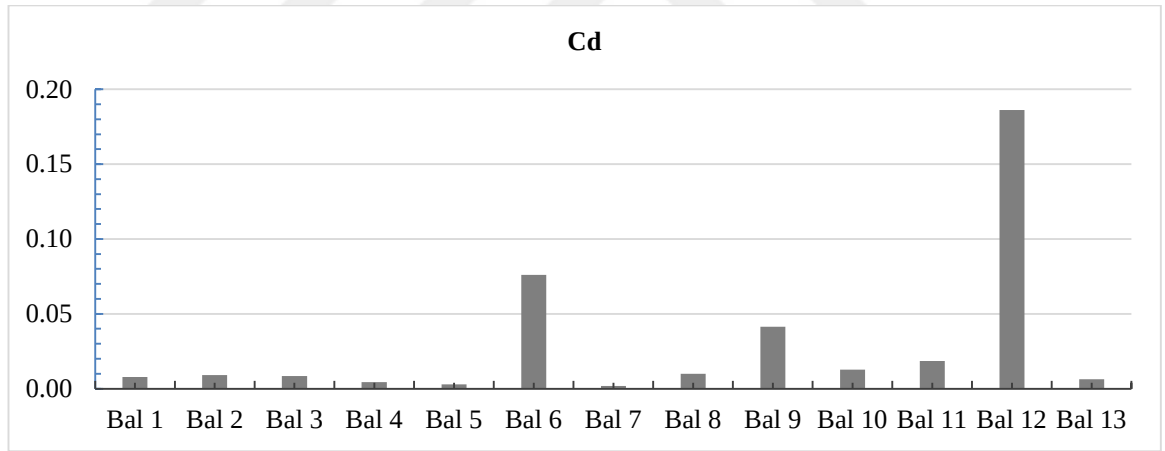
Şekil 4.6: Bal örneklerindeki Sr konsantrasyonu (ppm) grafiği

Şekil 4.6’da Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinin Sr konsantrasyonunun (ppm) grafikte karşılaştırması gösterilmiştir. En yüksek orandaki Sr elementinin Bal 12 numunesinde ve en düşük oranın ise Bal 7 numunesinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.7’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinde en düşük Cd konsantrasyonu Bal 7 numunesinde 0.002 ppm, en yüksek Cd konsantrasyonu ise Bal 12 numunesinde 0.186 ppm olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.7: Bal örneklerindeki Cd konsantrasyonu (ppm)

Cd	Ortalama/Standart Hata	Aralık (±)
Bal 1	0.008±0.001	0.006
Bal 2	0.009±0.001	0.005
Bal 3	0.008±0.000	0.003
Bal 4	0.004±0.000	0.003
Bal 5	0.003±0.000	0.000
Bal 6	0.076±0.001	0.005
Bal 7	0.002±0.003	0.025
Bal 8	0.010±0.001	0.005
Bal 9	0.041±0.001	0.008
Bal 10	0.013±0.001	0.005
Bal 11	0.019±0.000	0.003
Bal 12	0.186±0.001	0.006
Bal 13	0.006±0.000	0.003



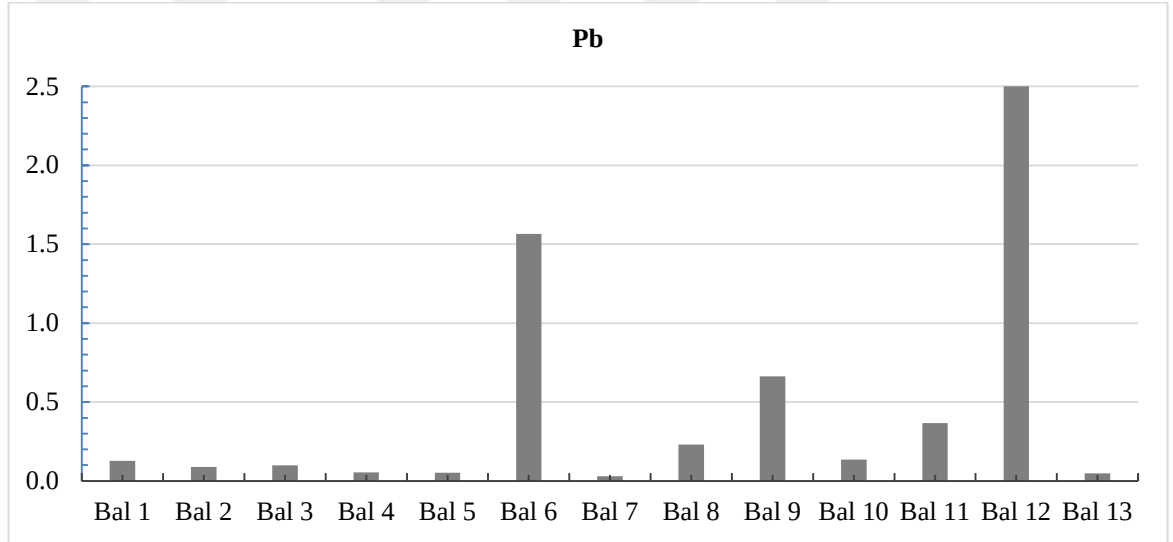
Şekil 4.7: Bal örneklerindeki Cd konsantrasyonu (ppm) grafiği

Şekil 4.7’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinin Cd konsantrasyonunun (ppm) grafikte karşılaştırması gösterilmiştir. En yüksek orandaki Cd elementinin Bal 12 numunesinde ve en düşük oranın ise Bal 7 numunesinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinde en düşük Pb konsantrasyonu Bal 7 numunesinde 0.030 ppm, en yüksek Pb konsantrasyonu ise Bal 12 numunesinde 2.566 ppm olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8: Bal örneklerindeki Pb konsantrasyonu (ppm)

Pb	Ortalama/Standart Hata	Aralık ($\pm$)
Bal 1	0.126 $\pm$ 0.002	0.013
Bal 2	0.088 $\pm$ 0.000	0.000
Bal 3	0.098 $\pm$ 0.001	0.005
Bal 4	0.055 $\pm$ 0.001	0.005
Bal 5	0.052 $\pm$ 0.000	0.000
Bal 6	1.565 $\pm$ 0.007	0.061
Bal 7	0.030 $\pm$ 0.008	0.069
Bal 8	0.230 $\pm$ 0.001	0.006
Bal 9	0.663 $\pm$ 0.003	0.026
Bal 10	0.135 $\pm$ 0.001	0.006
Bal 11	0.366 $\pm$ 0.002	0.017
Bal 12	2.566 $\pm$ 0.005	0.039
Bal 13	0.048 $\pm$ 0.001	0.013



Şekil 4.8: Bal örneklerindeki Pb konsantrasyonu (ppm) grafiği

Şekil 4.8’de Aksaray ilinde ticari olarak satılan 13 farklı bal numunesinin Pb konsantrasyonunun (ppm) grafikte karşılaştırması gösterilmiştir. En yüksek orandaki Pb elementinin Bal 12 numunesinde ve en düşük oranın ise Bal 7 numunesinde olduğu görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Aksaray ilinde ticari olarak satılan balların element düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, 13 adet bal numunesinin element düzeyleri incelenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde balın ağır metal içeriği ile ilgili herhangi bir kriter bulunmamaktadır.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), bir insanın ortalama 100 g baldan alabileceği element miktarlarını sırasıyla; Fe miktarı 10-34 ppm, Zn miktarı 2-5 ppm olarak bildirmektedir [URL-4].

FAO/WHO Codex Alimentarius Komisyonu (2000) [44] baldaki maksimum element düzeylerini; Pb miktarı 1 ppm, Fe miktarı 10 ppm, Zn miktarı 10 ppm olarak belirlemişlerdir.

Avrupa Birliği Kodeks ve Standartları Yönetmeliği (2009) [45] tarafından kabul edilen nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum element düzeyleri; Pb miktarı 0.05 ppm, Fe miktarı 5 ppm, Zn miktarı 5 ppm, Cd miktarı 0.05 ppm şeklindedir.

Analizi yapılan bal örneklerinin element düzeyleri arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular, literatürde ki çalışmalar incelenerek yapılan araştırma bulguları ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada, 13 farklı bal numunesinde Cd konsantrasyonu 0.002-0.186 ppm olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre en düşük Cd ortalama değeri 0.002 ± 0.025 ppm ile Bal 7 numunesinde, en yüksek Cd ortalama değeri ise 0.0186 ± 0.006 ppm ile Bal 12 numunesinde tespit edildi. Baldaki Cd konsantrasyonu diğer literatür çalışmalarında ise şu şekilde belirtilmektedir. 0.0009-0.0179 ppm [10], 0.012-0.027 ppm [39], 0.007-0.021 ppm [40], 0.01-0.45 ppm [41], 0.11-0.18 ppm [42], 0.01-0.12 ppm [43], 0.0905-0.3023 ppm [46], 0.001-0.066 ppm [47].

Tuzen vd. (2007) [10] ile Demirezen ve Aksoy (2005) [42] yaptıkları çalışmada Cd konsantrasyonunun tüm bölgelerde düşük olduğunu belirtmişlerdir. Demirezen ve

Aksoy (2005), Cd konsantrasyonunun düşük olmasının nedenini bal kovanlarının sanayi ve karayolundan uzak olmasından kaynaklandığını ifade etmektedirler.

Yücel ve Sultanoğlu (2013) [43] ise çalışmasında, Cd konsantrasyonunun İskenderun, Payas ve Dört Yol merkezlerinde yüksek olmasına sebep olarak, bal kovanlarının endüstri bölgesine yakın olması olarak göstermişlerdir. Reyhanlı, Kızılhan ve Antakya bölgelerinde ise düşük olmasının nedenini ise; bal kovanlarının şehir merkezinden uzak olması olarak göstermiştir.

Leblebici (2006) [46] çalışmasında, ölçüm yaptığı istasyondaki Cd konsantrasyonunun 0.0905-0.3023 ppm olmasının sebebinin, bu istasyonun yol kenarına yakın olması olduğunu öne sürmüştür.

Güleç (2007) [47] çalışmasında, Cd konsantrasyonunun insan sağlığı açısından tehdit edici seviyede olmadığını belirtmiştir.

Cd diğer ağır metallere göre suda çözünürlüğü en yüksek olan elementtir. Bu nedenden dolayı, doğada hızla yayılabilmektedir. İnsan yaşamı için gerekli elementlerden biri değildir. Günlük olarak insan vücudundan atılabilecek kadmiyum miktarı 40 µg'a kadardır. Toprakta yiyecekler yolu ile alınabilmektedir. Ayrıca, su boruları, sigara dumanı ve sanayi metal üretiminde çıkan fabrika atıkları önemli kadmiyum kaynaklarıdır. Havadaki kadmiyum oranı endüstri bölgelerinde kırsal bölgelere göre daha fazladır.

Elde ettiğimiz verilere göre ortalama 0.002-0.186 ppm olarak belirlenen Cd konsantrasyonu, en fazla Bal 12 ve Bal 6 numunelerinde belirlenmiştir. Bu değerlerden Bal 6 ve Bal 12 örnekleri kadmiyum için Avrupa Birliği Kodeks ve Standartları Yönetmeliği (2009) tarafından kabul edilebilir sınırların üzerinde olmasına rağmen diğer bal numuneleri sınırlar içerisindedir. Tespit ettiğimiz değerler Tuzen vd., (2007), Chudzinska ve Baralkiewicz, (2010) elde ettiği verilere göre yüksek, Vincevica-Gaile vd., (2012), Vanhanen vd., (2011), Demirezen ve Aksoy, (2005), Yücel ve Sultanoğlu, (2013), Leblebici, (2006)'nın elde ettiği verilere göre düşüktür. Güleç, (2007)'in elde ettiği verilerle uyum içerisindedir.

Bu çalışmada, 13 farklı bal numunesinde Cr konsantrasyonu 0.053-0.107 ppm olarak saptandı. Numuneler arasında en düşük Cr ortalama değeri 0.053±0.042 ppm ile Bal 7 numunesinde, en yüksek Cr ortalama değeri ise 0.107±0.020 ppm ile Bal 9 numunesinde tespit edildi. Baldaki Cr konsantrasyonu diğer literatür çalışmalarında

ise şu şekilde ifade edilmektedir. 0.0039-0.038 ppm [10], 0.12-0.55 ppm [41], 0.1-0.36 ppm [43], 0.0938-2.6442 ppm [46].

Tuzen vd. (2007) [10] Cr konsantrasyonunun Bursa bölgesinde sınır seviyelerde olduğunu bildirmektedir.

Yücel ve Sultanoğlu (2013) [43] Cr konsantrasyonunun İskenderun, Payas ve Dörtyol merkezlerinde yüksek olduğunu, bunun sebebinin ise bal kovanlarının endüstri bölgesine yakın olmasında kaynaklandığını ifade etmektedirler. Reyhanlı ve Samandağ bölgelerinde ise düşük olduğunu gözlemlemiş ve bunun bal kovanlarının şehir merkezinden uzak olmasından kaynaklandığı belirtilmektedir.

Leblebici (2006) [46] çalışmasında, ölçüm yaptığı istasyondaki Cr konsantrasyonunun yüksek olmasının nedeni olarak, bal kovanlarının yola yakın olmasını ve ev bahçesinde bulunmasını göstermiştir.

Cr doğada her yerde bulunan bir metaldir. Düşük seviyelerde kroma maruziyet deride iritasyon ve ülser meydana getirir. Uzun süreli maruziyet böbreklerde ve karaciğerde hasara yol açabildiği gibi kan dolaşım sistemini ve sinir dokularını tahrip edebilir. Günde ortalama Cr alımı ortalama 30-200 μg 'dır. Söz konusu miktarda kromun toksikolojik bir etkisi yoktur ve yetişkin bir insanda günlük krom ihtiyaını karşılar. Günde 250 μg ' a kadar krom alımının sağlığa zararı yoktur [33].

Elde ettiğimiz verilere göre ortalama olarak 0.053-0.107 ppm olan Cr konsantrasyonu diğer numunelere kıyasla en yüksek Bal 9 numunesinde bulunmaktadır. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, Cr konsantrasyonu değerlerinin Tuzen vd., (2007)'nin bulduğu değerlerden yüksek, Vanhanen vd., (2011), Yücel ve Sultanoğlu, (2013), Leblebici, (2006)'nin bulduğu değerlerden düşük olduğu grlmektedir.

Bu çalışmada, 13 farklı bal numunesinde Mn konsantrasyonu 0.071-0.622 ppm olarak belirlendi. Bal numunelerine göre en düşük Mn ortalama değeri 0.071 ± 0.003 ppm ile Bal 9 numunesinde, en yüksek Mn ortalama değeri ise 0.622 ± 0.04 ppm ile Bal 3 numunesinde tespit edildi. Baldaki Mn konsantrasyonu ile ilgili diğer literatür çalışmalarında ise tespit edilen değerler şu şekilde ifade edilmektedir. 0.32-4.56 ppm [10], 0.18-2.15 ppm [41], 0.13-5.61 ppm [43], 0.0138-1.7815 ppm [46], 1.12-5.59 ppm [47].

Tuzen vd., (2007) [10] çalışmasında, Mn konsantrasyonunun Sakarya ilinde yüksek olduğunu, nedenini ise bal kovanlarının endüstri bölgesine yakın olması olarak belirtmektedir. Bitlis ve bölgesinde ise düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin karayoluna uzak olmasından kaynaklandığını bildirmektedirler.

Tuzen vd. (2007) [10] çalışmasında, Mn konsantrasyonunun Batı Anadolu'da yüksek olmasının nedeni olarak endüstri bölgelerine yakın olması olarak göstermişlerdir. Leblebici, (2006) [46] çalışmasında, ölçüm yaptığı istasyondaki Mn konsantrasyonunun yüksek olmasının nedeni olarak, kovanların ev bahçesinde ve büyükbaş hayvanların yetiştirildiği yerde bulunması olarak göstermiştir.

Güleç'in (2007) çalışmasında, Mn konsantrasyonunun insan sağlığı açısından risk oluşturacak düzeyde olmadığı görülmüştür [47].

Mn yeryüzünde bulunan çok yaygın bir bileşendir. Avrupa Birliği günlük alım miktarı için 300 mg/gün değerini belirlemiştir. Genelde, magnezyum alımı kişinin yaşına göre değişiklik gösterir. Hamile bayanlarda, bebek gelişimi için daha çok magnezyum gereksinimi vardır [URL-3].

Elde ettiğimiz verilere göre ortalama 0.071-0.622 ppm olan Mn konsantrasyonu en yüksek Bal 3 numunesinde tespit edilmiştir. Diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında; Tuzen vd., (2007), Vincevica-Gaile vd., (2012), Yücel ve Sultanoğlu, (2013), ve Güleç, (2007)'in elde ettiği sonuçlara göre düşük Leblebici, (2006)'nin elde ettiği sonuçlarla ise uyum içerisinde.

Bu çalışmada, 13 farklı bal numunesinde Fe konsantrasyonu 6.973-9.820 ppm olarak belirlendi. Bal numunelerine göre en düşük Fe ortalama değeri 6.973 ± 0.508 ppm ile Bal 5 numunesinde, en yüksek Fe ortalama değeri ise 9.820 ± 0.383 ppm ile Bal 6 numunesinde tespit edildi. Baldaki Fe konsantrasyonu ile ilgili diğer literatür çalışmaları ise şu şekildedir. 1.8-10.2 ppm [10], 0.67-3.39 ppm [41], 7.40-16.03 ppm [43], 0.572-8.7431 ppm [46], 2.135-20.04 ppm [47], 0.40-52.51 ppm [48].

Tuzen vd. (2007) [10] çalışmasında, Fe konsantrasyonunun Batı Anadolu Bölgesinde yüksek olmasının nedeni olarak endüstri bölgelerine yakın olmasından kaynaklandığını bildirmektedir.

Yücel ve Sultanoğlu (2013) [43] çalışmasında, Fe konsantrasyonunun Erzin, Payas ve Dört Yol merkezlerinde yüksek olduğunu belirtmişler ve bunun bal kovanlarının

endüstri bölgesine yakın olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Reyhanlı bölgesinde ise düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Leblebici (2006) [46] çalışmasında, ölçüm yaptığı istasyondaki Fe konsantrasyonunun yüksek olmadığını belirtmiştir.

Güleç'in (2007) [47] çalışmasında, Fe konsantrasyonunun insan sağlığı açısından risk oluşturacak şekilde olmadığı görülmüştür.

Hernandez vd. (2005) [48] çalışmasında, Fe konsantrasyonunun Kanarya Adalarında yüksek olduğu, bunun sebebinin ise volkanik bir bölgede bulunması olduğunu öne sürmüşlerdir.

Fe yeryüzünde en çok bulunan metallerdendir. Normal insan fizyolojisi için gereklidir. Demir insan sağlığı açısından protein ve enzimlerin tamamlayıcısı bir elementtir. Yetersiz demir alımı oksijenin hücrelere ulaştırılmasını kısıtlar. Böylece yorgunluğa, düşük iş performansına ve bağışıklığın azalmasına neden olur. Avrupa birliği günlük Fe ihtiyacını 15 mg/gün olarak belirlemiştir. Ancak bazı insanlar daha fazla demire ihtiyaç duyarlar. Örneğin 4 yaş altı çocuklar, hamileler, ergenlik dönemindeki çocuklar, kronik kan kaybı yaşayan bireyler daha çok demire ihtiyaç duyarlar [URL-3].

Elde ettiğimiz verilere göre 6.973-9.820 ppm olarak bulunan Fe konsantrasyonunun en yüksek değeri Bal 6 numunesinde bulunmuştur. Bu değerler Fe elementi için Avrupa Birliği Kodeks ve Standartları Yönetmeliği (2009) tarafından kabul edilen sınırlardan yüksek olmasına rağmen, FAO/WHO Codex Alimentarius Komisyonu (2000) tarafından kabul edilen sınırlar içerisindeydir. Diğer araştırmalarla kıyaslandığında Tuzen vd., (2007) ve Vanhanen vd., (2011)'in elde ettiği verilere göre yüksek iken, Güleç, (2007) ve Hernandez vd., (2005)'in bulduğu verilere göre düşük bulunmuştur. Bulduğumuz değerler Yücel ve Sultanoğlu (2013), Leblebici (2006)'nın bulduğu değerlerle uyum içerisindeydir.

Bu çalışmada, 13 farklı bal numunesinde Zn konsantrasyonu 2.044-6.883 ppm olarak belirlendi. Bal numunelerine göre en düşük Zn ortalama değeri 2.044 ± 0.442 ppm ile Bal 12 numunesinde, en yüksek Zn ortalama değeri ise 6.883 ± 0.013 ppm ile Bal 8 numunesinde tespit edildi. Baldaki Zn konsantrasyonu ilgili diğer literatür çalışmalarında ise şu şekilde bulunmuştur. 1.1-12.7 ppm [10], 0.283-11.60 ppm [39],

0.20-2.46 ppm [41], 2.2-11.00 ppm [42], 1.25-15.73 ppm [43], 1.11-5.35 ppm [46], 1.485-6.405 ppm [47], 0.18-19.1 ppm [48].

Tuzen vd., (2007) [10] çalışmasında, Zn konsantrasyonunun Batı Anadolu Bölgesinde yüksek olmasının nedeni olarak endüstri bölgelerine yakın olmasını göstermişlerdir.

Demirezen ve Aksoy'un (2005) [42] çalışmasında, Zn konsantrasyonunun düşük olduğunu ve bunun nedenini ise bal kovanlarının sanayi ve karayolundan uzak olmasından kaynaklandığını belirtmektedirler.

Yücel ve Sultanoğlu (2013) [43] çalışmasında, Zn konsantrasyonunun İskenderun, Payaş ve Dört Yol merkezlerinde yüksek olduğu, bunun sebebini ise bal kovanlarının endüstri bölgesine yakın olması olarak göstermişlerdir. Erzin bölgesinde (şehir merkezinden uzak olan bölge) ise düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Hernandez vd., (2005) [48] çalışmasında, Zn konsantrasyonunun Kanarya Adalarında yüksek olduğunu, bunun sebebi olarak ise kovanların volkanik bir bölgede bulunmasından kaynaklandığını ifade etmektedirler.

Organizma için çinko esansiyel bir mineraldir. Hücrelerin yapısal ve fonksiyonel bütünlüğünde önemli rol oynamaktadır [37]. Ayrıca Zn çocukluk, büyüme ve hamilelik gibi dönemlerde normal büyüme ve gelişmeyi sağlar. İnsan vücudunda gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesini sağlayan yaklaşık 100 çeşit enzimi aktif hale gelmesi için uyarır. Avrupa Birliğince tavsiye edilen miktar günde 15 mg'dır [URL-3].

Bu araştırmada, 2.044-6.883 ppm olarak belirlenen Zn konsantrasyonu için en yüksek değer Bal 8 numunesinde tespit edildi. Bal 8 numunesinde belirlediğimiz değerler, Avrupa Birliği Kodeks ve Standartları Yönetmeliği (2009) tarafından kabul edilen Zn miktarına göre yüksek bulunmakla birlikte diğer bal numuneleri kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. FAO/WHO Codex Alimentarius Komisyonu (2000) tarafından kabul edilen Zn limitlerine göre sınır değerler içerisindedir. Diğer literatür çalışmaları ile kıyaslandığında ise Tuzen vd. (2007), Vincevica-Gaile vd., , (2012), Demirezen ve Aksoy (2005), Yücel ve Sultanoğlu (2013) ve Hernandez vd., (2005)'in tespit ettiği değerler ile kıyaslandığında düşük, Vanhanen vd., (2011) tarafından ölçülen değerlere göre ise yüksek olduğu görülmüştür. Leblebici (2006) ve Güleç, (2007)'in elde ettiği değerlerle ise uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada, 13 farklı bal numunesinde Sr konsantrasyonu 0.172-1.63 ppm olarak belirlenmiştir. Bal numunelerine göre en düşük Sr ortalama değeri 0.172 ± 0.08 ppm ile Bal 2 numunesinde, en yüksek Sr ortalama değeri ise 1.63 ± 0.078 ppm ile Bal 9 numunesinde tespit edildi. Baldaki Sr konsantrasyonu ilgili diğer literatür çalışmalarında ise şu şekilde bulunmuştur. 0.20-1.25 ppm [43], 0.03-1.45 ppm [48].

Yücel ve Sultanoğlu (2013) [43], Sr konsantrasyonunun İskenderun, Payas ve Dört Yol merkezlerinde yüksek olduğunu, bunun sebebinin ise bal kovanlarının sanayi bölgelere yakın olmasından kaynaklandığını bildirmektedir. Erzin bölgesinde ise düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedenini bal kovanlarının şehir merkezinden uzak olması olarak açıklanmıştır.

Hernandez vd. (2005) [48] çalışmasında, Sr konsantrasyonunun Kanarya Adalarında yüksek olduğu, bunun nedenini ise kovanların volkanik bir bölgede bulunmasından kaynaklandığını belirtmektedirler.

Sr yumuşak, gümüş, sarı, alkalın-toprak metaldir. Suda çözünmeyen stronsiyum bileşikleri kimyasal reaksiyonlar sonucunda suda çözünür hale gelebilirler. Suda çözünen bileşikler suda çözünmeyenlere göre insan sağlığına daha zararlıdır. Bu yüzden suda çözünen stronsiyum bileşikleri suları kirlitebilirler. Fakat içme suyundaki konsantrasyonları düşüktür. İnsanlar çoğunlukla stronsiyumu vücutlarına yeme ve içme yoluyla alırlar. Bunun dışında hava ve toz soluyarak ya da stronsiyum içeren toprakla temas ederek düşük miktarda stronsiyuma maruz kalabilirler [33].

Elde ettiğimiz verilere göre 0.172-1.63 ppm olarak belirlenen Sr konsantrasyonu için en yüksek değer Bal 9 numunesinde tespit edilmiştir. Bulunan değerler literatürdeki diğer çalışmalarla kıyaslandığında ise Yücel ve Sultanoğlu (2013) ve Hernandez vd., (2005)'nin bulduğu değerlerle uyum içerisinde olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada, 13 farklı bal numunesinde Pb konsantrasyonu 0.030-2.566 ppm olarak belirlendi. Bal numunelerine göre en düşük Pb ortalama değeri 0.030 ± 0.069 ppm ile Bal 7 numunesinde, en yüksek Pb ortalama değeri ise 2.566 ± 0.039 ppm ile Bal 12 numunesinde tespit edildi. Baldaki Pb konsantrasyonu ile ilgili diğer literatür çalışmalarında ise şu şekilde bulunmuştur. 0.0084-0.106 ppm [10], 0.024-0.163 ppm [39], 0.003-0.04 ppm [41], 0.1-0.85 ppm [42], 0.06-2.02 ppm [43], 0.0456-1.60 ppm [46], 0.015-0.610 ppm [47].

Tuzen vd. (2007) [10] çalışmasında, Pb konsantrasyonunun Doğu Anadolu Bölgesinde düşük olduğunu ve bunun nedenin bal kovanlarının sanayi bölgelerinden uzak olması olarak göstermiştir.

Demirezen ve Aksoy'un (2005) [42] çalışmasında, Pb konsantrasyonunun düşük olduğu, fakat bazı bal örneklerinde sanayi ve karayoluna yakın bölgelerde bu oranın yükseldiğini gözlemlemişlerdir.

Yücel ve Sultanoğlu (2013) [43] çalışmasında, Pb konsantrasyonunun İskenderun, Payaş ve Dört Yol merkezlerinde yüksek olduğu, bunun sebebinin ise bal kovanlarının sanayi bölgelere yakın olması olarak belirtmektedir.

Leblebici (2006) [46] çalışmasında, ölçüm yaptığı istasyondaki Pb konsantrasyonunun yüksek olmasının nedeni olarak, bu istasyonun yol kenarına ve şehir merkezine yakın olması olarak göstermiştir.

Güleç (2007) [47] çalışmasında, Pb konsantrasyonunun insan sağlığı açısından tehdit edici düzeyde olmadığı görülmüştür.

Pb insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metaldir. İnsan vücudundaki kurşun miktarı tahmini olarak 125-200 mg arasındadır. Normal koşullarda insan vücudu normal fonksiyonları sayesinde 1-2 mg'a kadar kurşun atabilme özelliğine sahiptir. Çoğu insanın maruz kaldığı günlük miktar 300-400 mg'ı geçmemektedir. Buna rağmen çok eski iskeletler üzerinde yapılan kemik analizleri ile günümüz insanı kemiklerinde atalarımızın 500-1000 katı daha fazla kurşun bulunduğunu göstermiştir. Buna ek olarak kronik kurşun alımı ile sperm sayısı ve morfolojisi de sınırlanır. Dünya sağlık örgütü sınıflandırılmasında kurşun 2. Sınıf kanserojendir [33].

Elde ettiğimiz verilere göre 0.030-2.566 ppm olarak belirlenen Pb konsantrasyonu en yüksek olarak Bal 12 ve Bal 6 numunesinde tespit edildi. Bal 7 ve Bal 13'de tespit edilen Pb miktarı Avrupa Birliği Kodeks ve Standartları Yönetmeliği (2009) tarafından kabul edilen sınırlar içindeyken, diğer Bal numuneleri kabul edilebilir sınırların üzerindedir. FAO/WHO Codex Alimentarius Komisyonu (2000) tarafından kabul edilen Pb miktarına göre Bal 6 ve Bal 12 dışındaki örnekler sınır değerler içerisindedir. Diğer literatür çalışmaları ile kıyaslandığında Tuzen vd., (2007), Vanhanen vd., (2011) ve Güleç, (2007)'in elde ettiği verilere göre daha yüksek

olduğu görülmektedir. Vincevica-Gaile vd., (2012), Demirezen ve Aksoy, (2005), Yücel ve Sultanoğlu, (2013) ve Leblebici, (2006) verileri ile ise uyum içerisinde.

Bal sağlık açısından yararı yüzyıllardır bilinen bir gıdadır. Bunun ışığında tarih boyu bal besin maddesi ve ilaç olarak kullanılmıştır. Fakat endüstrileşmeye paralel olarak meydana gelen çevre kirliliği balda da çeşitli oranlarda kontaminasyona neden olmaktadır.

Bu çalışma sonucunda; Aksaray ilindeki marketlerde ticari olarak satışa sunulan 13 bal numunesinin analiz sonuçlarında, bazı bal numunelerinde Pb, Cd ve Zn miktarının sınır değerler üzerinde bulunmuştur. Analizi yapılan diğer elementlerin kabul edilebilir limitler içinde olduğu belirlenmiştir. Değerlerin birbirinden farklılık göstermesi, balların toplandığı kovanların konumlarının kontaminasyon kaynaklarına yakın olmaları olarak açıklanabilir.

Bu nedenle, bal üretimi yapan firmaların özellikle balın toplandığı kovanların yer seçimine dikkat etmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır. Kovanların yer seçiminin sanayi bölgeleri, yol kenarları, il merkezlerine yakınlığı ve diğer tarımsal alanlardaki kirlenme faktörlerin göz önüne alınarak yapılması gerektiği önerilmektedir. Bir başka kirlenme faktörü ise, tarımsal ilaçlardan kaynaklanan ağır metal elementleridir. Kovanların etrafındaki tarımsal alanlarda kullanılan tarımsal ilaçların seçimi de kirlenme açısından önem arz etmektedir Söz konusu faktörlere dikkat edildiği takdirde insan sağlığını olumsuz etkilemeyecek özellikteki balların üretimi söz konusu olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Almedia-Silva, M., Canha, N., Galinha, C., Dung, H.M., Freitas, M.C., Siteo, T., 2011. Trace elements in wild and orchard honeys, *Applied Radiation and Isotopes*, 69, 1592–1595.
- [2] Silici, S., Uluozlu, O.D., Tuzen, M., Soylak, M., 2008. Assessment of trace element levels in Rhododendron honeys of Black Sea Region, Turkey, *Journal of Hazardous Materials*, 156, 612–618.
- [3] Leblebici, Z., Aksoy, A., 2008, Determination of heavy metals in honey samples from Central Anatolia using Plasma Optical Emission Spectrofotometry (ICP-OES), *Polish Journal of Environ. Stud.*, 17, 4, 549-555.
- [4] Moniruzzaman, M., Chowdhury, M.A.Z., Abdur Rahman, M., Sulaiman, S.A., Gan S.H., 2014. Determination of mineral, trace element, and pesticide levels in honey samples originating from different regions of Malaysia compared to Manuka Honey, *BioMed Research International*, ID 359890, 1-10.
- [5] Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., Battino, M., 2010. Contribution of honey in nutrition and human health: a review, *Mediterr Journal Nutr Metab*, 3, 15–23.
- [6] Nayik, G.A., Shah, T.R., Muzaffar, K., Wani, S.A., Gull, A., Majid, I, Bhat, F.M., 2014. Honey: its history and religious significance: A review, *Universal Journal of Pharmacy*, 03, 01, 5-8.
- [7] Kaya, F., 2008. Ağrı ilinde arıcılık yapısı ve değerlendirme durumu, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 2, 35-55.
- [8] Kösoğlu, M., Yücel, B., Saner, G., Doğaroğlu, M., 2008. Türkiye arıcılığının güncel durum analizi, *Hasad Hayvancılık Dergisi*, 281, 52-61.
- [9] Devlet İstatistik Enstitüsü (TÜİK), 2015. Hayvan üretim istatistikleri 2014, *Haber Bülteni*, 18851, 1-2.
- [10] Tuzen, M., Silici, S., Mendil, D., Soylak, M., 2007. Trace element levels in honeys from different regions of Turkey, *Food Chemistry*, 103, 325–330.

- [11]T.C. Resmi Gazete, Türk Kodeksi Bal Tebliği. (28366 mükerrer), 27.7.2012, 2-10.
- [12]Bradbear, N., 2009. Bees and their role in forest livelihoods, non-wood forest products, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- [13]Pridal, A., Vorlova, L., 2002. Honey and its physical parameters, Czech Journal of Animal Science, 47, 10, 439–444.
- [14]Karadal, F., Yıldırım, Y., 2012. Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi, Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 9, 3, 197-209.
- [15]Kayacier, A., Karaman, S., 2008. Balların reolojik karakterizasyonu, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, Bildiri Kitabı, 285-288.
- [16]Fallico, B., Zappala, M., Arena, E., Verzera, A., 2004. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys, Food Chemistry, 85, 305–313.
- [17]Thawley, A.R., 1969. The components of honey and their effects on its properties. A Review, Bee World, 50, 2, 51-60.
- [18]Nombre, I., Schweitzer, P., Boussim, J.I., Rasolodimby, J.M., 2010. Impacts of storage conditions on physicochemical characteristics of honey samples from Burkina Faso, African Journal of Food Science, 4, 7, 458–463.
- [19]Şahinler, N., 2000. Arı ürünleri ve insan sağlığı açısından önemi, MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5, (1-2), 139-148.
- [20]Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M., Golob, T., 2007. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey, Food Chemistry, 105, 822–828.
- [21]Cavia, M.M., Fernandez-Muino, M.A., Alonso-Torre, S.R., Huidobro, J.F., Sancho, M.T., 2007. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation, Food Chemistry, 100, 1728–1733.
- [22]Ball, D.W., 2007. The chemical composition of honey, Journal of Chemical Education, 84, 10, 1643-1646.

- [23]Kirs, E., Pall, R., Martverk, K., Laos, K., 2011. Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys, *Procedia Food Science*, 1, 616-624.
- [24]Khalil, M.I., Sulaiman, S.A., Gan, S.H., 2010. High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year, *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2388–2392.
- [25]Zappala, M., Fallico, B., Arena, E., Verzera, A., 2005. Methods for the determination of HMF in honey: a comparison, *Food Control*, 16, 273–277.
- [26]Official Journal of the European Communities, 2002. Council Directive 2001/110/EC, L10.47-L10.52.
- [27]Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Díaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S., Battino, M., 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds, *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2490–2499.
- [28]Olaitan, P.B., Adeleke, O.E., Ola, I.O., 2007. Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes, *African Health Science*, 7, 3, 159–165.
- [29]Bogdanov, S., 1997. Nature and origin of the antibacterial substances in honey, *Lebensm.-Wiss. u.-Technology*, 30, 748–753.
- [30]Münstedt, K., Bogdanov, S., 2009. Bee products and their potential use in modern medicine, *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 1, 3, 57-63.
- [31]Karlıdağ, S.K., Genç, F., 2007. Farklı balarısı (*Apis mellifera*) ırk ve yöntemleri ile üretilen propolis örneklerinin reçine miktarları, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 52-58.
- [32]Sahinler, N., Kaftanoglu, O., 2005. Natural product propolis: Chemical composition, *Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters*, 19, 2, 183-188.
- [33]Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2004. Metallerin çevresel etkileri, *Metalurji Dergisi*, 136, 47-53.

- [34]WHO, 1996. Trace elements in human nutrition and health, World Health Organization, Geneva, Italy.
- [35]Yoshinaga, J., Yamasaki, K., Yonemura, A., Ishibashi, Y., Kaido, T., Mizuno, K., Takagi, M., Tanaka, A., 2014. Lead and other elements in house dust of Japanese residences - Source of lead and health risks due to metal exposure, *Environmental Pollution*, 189, 223-228.
- [36]Bohn, A.A., 2015. Diagnosis of disorders of iron metabolism in dogs and cats, *Clin Lab Med*, 35, 579–590.
- [37]Belgemen, T., 2004. Akar, Çinkonun yaşamsal fonksiyonları ve çinko metabolizması ile ilişkili genler, *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 57, 3, 161-166.
- [38]Bogdanov, S., Imdorf, A., Charriere, J.D., Fluri, P., Kilchemann, V., 2003. The contaminants of the bee colony, *Swiss Bee Research Centre*, Bern, Swiss.
- [39]Vincevica-Gaile, Z., Klavins, M., Rudovica, V., Viksna, A., 2012. Potentially toxic metals in honey from Latvia: Is there connection with botanical origin?, *Recent Researches in Environment, Energy Systems and Sustainability*, 158-163.
- [40]Chudzinska, M., Baralkiewicz, D., 2010. Estimation of honey authenticity by multielements characteristics using inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) combined with chemometrics, *Food and Chemical Toxicology*, 48, 284–290.
- [41]Vanhanen, L.P., Emmertz, A., Savage, G.P., 2011. Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey, *Food Chemistry*, 128, 236–240.
- [42]Demirezen, D., Aksoy, A., 2005. Plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) kullanılarak bal örneklerinde ağır metal tayini, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18, 4, 569-575.
- [43]Yücel, Y., Sultanoğlu, P., 2013. Characterization of Hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics, *Food Chemistry*, 140, 231–237.

- [44] Anonymous, Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO, Proposed Draft Revised Regional Standard for Vinegar, Food Standards Programme Recommended European, 2000.
- [45] Anonymous, 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, 2009.
- [46] Leblebici, Z., 2006. Kayseri yöresinde bulunan bazı bal örneklerinde ağır metal kirliliğinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [47] Güleç, M., 2007. Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bazı illerden toplanan bal örneklerinde metal düzeylerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [48] Hernandez, O.M., Fraga, J.M.G., Jimenez, A.I., Jimenez, F., Arias, J.J., 2005. Characterization of honey from the Canary Islands: determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry, Food Chemistry, 93, 449–458.

İnternet Kaynakları:

URL-1<<http://www.dunya.com/ekonomi/ekonomi-diger/bal-uretimi-100-bin-tonu-asti-257159h.htm>>, alındığı tarih: 15.10.2015.

URL-2<<http://www.lenntech.com/periodic-chart.htm>>, alındığı tarih: 15.10.2015.

URL-3< <http://www.food-info.net/tr/min>>, alındığı tarih: 15.10.2015.

URL-4<<http://www.fao.org/docrep/w0076e/w0076e04.htm#2.2>>, alındığı tarih: 26.11.2015.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Öznur ÖZTUNA TANER

Doğum Tarihi ve Yeri: 1980 - Ankara

E-posta adresi : ootaner@aksaray.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : Pamukkale Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, 2003

Yüksek Lisans : Atılım Üniversitesi, İşletme Yönetimi (MBA), 2008

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

2012–Devam Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Aksaray

Uzman

- Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde Uzman olarak görev yapmaktayım.

- Araştırma Merkezi'nde ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Center) Cihazı, UPLC (Ultra Performance Liquid Chromatography) cihazı ve GC (Gaz Kromatografisi) Cihazını kullanarak analizler yapmaktayım.

2007 – 2012 Aksaray Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Aksaray

Uzman

- Aksaray Teknik Bilimler MYO'da Uzman olarak görev yaptım.

AKADEMİK YAYINLAR

Uluslararası Kongrelerde Bildiriler

1. TANER Ö., TANER T., TOPAL H., Energy analyse and management: A sample of milk factory in Turkey. International Congress on Engineering and Natural Sciences (ICENS 2015), Skopje, Macedonia. 2015.
2. TANER Ö., ARDIÇ M., Enzyme Resistant Starch, 2nd International Congress on Food Technology, Kuşadası, Ankara Üniversitesi, 2014.
3. GÜVENÇ H., TANER Ö., Küresel Isınmanın Toprağa Etkileri ve Alınması Gereken Önlemler, Blacksea International Environmental Symposium, Giresun, Selçuk Üniversitesi, 2008, Volume II, Sayfa 292-296

Ulusal Hakemli ve Diğer Dergilerde Yayınlanmış Makaleler

4. UYGUN M., TANER Ö., ÖZBAY S., Tüketicilerin Alışveriş Deneyimleri İle Ağızdan Ağıza İletişim Davranışları Arasındaki İlişkiler, Yönetim ve Ekonomi Bilimleri Dergisi, 2011, Cilt 3, Sayı 2, ISSN: 1309 -8039 (Online).
5. TANER Ö., Gıda Endüstrisinde Hijyenik Tasarım, Gurme Dergisi, Mayıs 2008, Ankara, Sayı 3, sayfa 44-45.
6. TANER Ö., Endüstride Güvenli Gıda Üretimi İçin Nelere Dikkat Edilmelidir?, Gurme Dergisi, Haziran 2008, Ankara, Sayı 4, sayfa 70.
7. TANER Ö., Meyve Sebzelerdeki Hormonlar Sağlığa Zararlı mıdır?, Gurme Dergisi, Temmuz 2008, Ankara, Sayı 5, sayfa 50.
8. TANER Ö., Gıda Katkı Maddeleri, Nitrit ve Nitrat, Gurme Dergisi, Ağustos 2008, Ankara, Sayı 6, sayfa 60.

Ulusal Kongrelerde Bildiriler

9. TANER Ö., ARDIÇ M., Esherichia Coli O157:H7'nin Gıdalarda Varlığı ve Halk Sağlığı Açısından Önemi, İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, Nevşehir Üniversitesi, 2015, Nevşehir.

10. UYGUN M., TANER Ö., ÖZBAY S., Tüketicilerin Alışveriş Deneyimleri İle Ağızdan Ağıza İletişim Davranışları Arasındaki İlişkiler, Yönetim ve Ekonomi Bilimleri Konferansı, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2011, İzmir
11. UYGUN M., ÖZBAY S., TANER Ö., Alışveriş Motivasyonları İle Deneyimsel Değer ve Hizmet Algısı Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi, 16. Ulusal Pazarlama Kongresi, Arel Üniversitesi, 2011, İstanbul 2 / 3
12. TANER T., TANER Ö., KALKAN S., Süt Fabrikasında Enerji Analizi ve Yönetimi, Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Pamukkale Üniversitesi, 2009, Denizli
13. TANER Ö., YAPICI Y., KALKAN S., ÖZTAN A., Aksaray İli ve Çevresindeki Çiğ Sütlerin Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi, Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Pamukkale Üniversitesi, 2009, Denizli

Seminer

14. TANER Ö., Eshcherichia Coli O157:H7'nin Gıdalarda Varlığı ve Halk Sağlığı Açısından Önemi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014, Aksaray

MESLEKİ AMAÇLI ÇEŞİTLİ SEMİNER VE KURSLAR

1. International Congress on Engineering and Natural Sciences (ICENS 2015), Certificate of Attendance, 15-19 May 2015, Skopje, Macedonia.
2. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi Katılım Sertifikası, 28-30 Nisan 2015, Nevşehir.
3. Tübitak 2237 nolu Proje Eğitimi Etkinliklerini Destekleme Programı, Ulusal ve Uluslar Arası Proje Hazırlama Eğitimi, 20-22 Eylül 2014, Antalya.
4. 2nd International Congress on Food Technology, Certificate of Attendance, 2014, Kusadasi.
5. Proje Döngüsü Yönetimi Sertifikası (Ahiler Kalkınma Ajansı), 10-14 Ekim 2011, Aksaray.
6. Pamukkale Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Katılım Sertifikası, 21-23 Mayıs 2009, Denizli.

7. Blacksea International Environmental Symposium (BIES'08) Certificate of Attendance, 25-29 August 2008, Giresun.
8. Kaizen Eğitim Sertifikası (Mercedes Türk A. Ş.), Aksaray, 11 Mart 2008.
9. ISO 22000 Eğitimi Katılım Belgesi (TMMOB Gıda Mühendisleri Odası), Ankara, 11-12 Kasım 2006
10. MS Office (Word, Excel, Powerpoint) Bilgisayar Sertifikası, 10 Mayıs – 24 Haziran 1999.

DİLLER / BİLGİSAYARLAR

- İngilizce: İyi derecede (58,75 Puan YDS 2013 Güz)
- MS Office (Word, Excel, Power Point), Windows İşletimi ve İnternet Explorer

KİŞİSEL BİLGİLER

- Doğum Yeri: Ankara
- Doğum Tarihi: 1980
- Medeni Durumu: Evli ve 1 çocuklu
- Sürücü Ehliyeti: B