

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI**

**ŞIRNAK YÖRESİNDE ÜRETİLEN BALLARIN  
FİZİKSEL VE BİYOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Oğur KASIRGA**

**Yüksek Lisans Tezi  
Gıda Mühendisliği  
Ana Bilim Dalı  
Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM  
2019  
(Her Hakkı Saklıdır)**

T.C.  
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞIRNAK YÖRESİNDE ÜRETİLEN BALLARIN FİZİKSEL VE BİYOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Oğur KASIRGA

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM

Bayburt  
Haziran, 2019

## KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM danışmanlığında, 172003002 numaralı Oğur KASIRGA tarafından hazırlanan “ŞIRNAK YÖRESİNDE ÜRETİLEN BALLARIN FİZİKSEL VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ” konulu bu çalışma 12/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği/Gıda Mühendisliği (Atatürk Üniversitesi Ortak) Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Başkan :** Doç. Dr. Hüseyin ŞAHİN

İmza:



**Üye :** Dr. Öğr. Üyesi Zehra CAN

İmza:



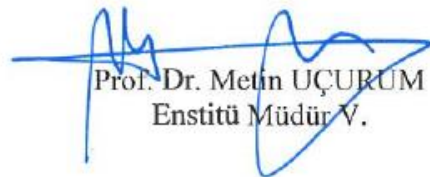
**Üye :** Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM

İmza:



Bu tezin Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

12 / 06 / 2019

  
Prof. Dr. Metin UÇURUM  
Enstitü Müdürü V.

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bu çalışmada şahsıma ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Oğur KASIRGA

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ŞIRNAK YÖRESİNDE ÜRETİLEN BALLARIN FİZİKSEL VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Oğur KASIRGA

Bayburt Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM

Muazzam bir bitki örtüsüne sahip olan Türkiye, bal üretimi bakımından dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yerini almaktadır. Üretilen balların kalitesi ve biyolojik aktivitesi floraya göre değişim göstermektedir. Bu çalışmanın amacı Şırnak yöresinde üretilen balların fiziksel ve biyokimyasal özelliklerini araştırmaktır. Aynı zamanda antioksidan kapasitesi belirlemektir. Araştırma bulguları sonuçlarına göre 15 tane balın fiziksel özellikleri rakımlara göre değişim göstermektedir. Toplanan balların fiziksel özellikleri Türk Gıda Kodeksine uygun olarak tespit edilmiştir. Ballarda major şeker bileşeni olarak fruktoz ve glukoz şekeri tespit edilmiş olup, B-2, B-3 ve B-7 nolu bal numunelerin sukroz şekeri tespit edildi. Balların mineral element ve ağır metal içeriklerine göre heterojen dağıldığı ve yükselti ile element içeriği arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlendi. Yalnızca B-14 kodlu numunenin birçok element açısından içeriğinin diğer ballara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ballarda aynı zamanda antioksidan aktiviteyi belirlemek için toplam polifenol, toplam flavonoid, kondanse tanen, FRAP ve DPPH testleri yapıldı. Numunelerde toplam polifenol miktarı: 11,940- 37,286 mgGAE/100 g numune olarak, FRAP değeri 0,740- 2,205 µmol FeSO<sub>4</sub>7H<sub>2</sub>O/g numune olarak, DPPH değeri 34,38- 229,22 mg/mL tespit edilmiştir. Ancak ballarda toplam flavonoid ve kondanse tanen tespit edilemedi.

**2019, 78 sayfa**

**Anahtar kelimeler:** Bal, Antioksidan, Mineral, FRAP, DPPH

## SUMMARY

Master Thesis

### DETERMINATION OF PHYSICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF HONEY PRODUCED IN ŞIRNAK REGION

Oğur KASIRGA

Bayburt Univesity  
The Graduate of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering  
Supervisor: Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM

Turkey has a rich flora that honey production takes its among the leading countries of the world. The quality and biological activity of honey produced varies according to flora. The current study aimed to investigate the physical and biochemical properties of honey produced in Şırnak province. It is also to determine the antioxidant capacity. According to the result of the research, physical properties of 15 honey vary according to the altitude. Honey was collected by beekeepers and the physical results have been identified as appropriate according to the Turkish Food Codex. Fructose and glucose sugar were determined as major sugar components in honey also sucrose sugar was determined B-2, B-3 and B-7 honey samples. It was determined that the honey is heterogeneous with respect to the mineral elements and heavy metal contents and there is no significant relationship between the altitude and the elemental content. Only the B-14 coded sample was found to have higher mineral content than many other honeys. At the same time in order to define antioxidant capacity total phenolic total flavonoid, condense tannin matter, FRAP and DPPH tests was applied to the samples. In the honey samples total phenolic content: 11,940-37,286 mg GAE/g sample FRAP values: 0,740- 2,205  $\mu\text{mol FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$  DPPH values: 34,38- 229,22 mg/mL was determined. However, total flavonoid and condensed tannins were not detected in honeys.

**Key Words:** Honey, Antioxidant, Mineral, FRAP, DDPH

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince değerli bilgileri ve tecrübeleri ile araştırmalarımaya ve çalışmalarımaya yön veren değerli hocam Sayın Doç. Dr. Hüseyin SERENCAM'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Tüm eğitim öğretim hayatımda boyunca sabırla, maddi ve manevi beni destekleyen annem, babam ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Tez çalışmamda desteğini benden hiç esirgemeyen, her zaman yanımda olduğunu hissettiren eşim Kübra Nur KASIRGA'ya sonsuz teşekkürlerimi iletirim.

Oğur Kasırğa

Haziran / 2019

## İÇİNDEKİLER

|  |      |
|--|------|
| <b>ÖZET</b> .....                                    | i    |
| <b>SUMMARY</b> .....                                 | ii   |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....                                | iii  |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....                             | iv   |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....                         | vii  |
| <b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....                       | viii |
| <b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....          | ix   |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....                                | 1    |
| 1.1 Bal .....  | 1    |
| 1.2 Balın Tarihçesi .....                            | 2    |
| 1.3 Balın Önemi .....                                | 2    |
| 1.4 Balın Bileşimi .....                             | 3    |
| 1.5 Türkiye'deki Bal Üretimi Ve Çeşitleri .....      | 6    |
| 1.5.1 Türkiye'nin bal üretimindeki durumu.....       | 6    |
| 1.5.2 Türkiye' de üretilen diğer bal çeşitleri.....  | 7    |
| 1.6 Balın Fiziksel Ve Kimyasal Yapısı .....          | 9    |
| 1.6.1 Karbon izotop oranı .....                      | 9    |
| 1.6.2 Nem içeriği .....                              | 9    |
| 1.6.3 Elektriksel iletkenlik .....                   | 10   |
| 1.6.4 Renk değeri .....                              | 10   |
| 1.6.5 Optik çevirme açısı ( $\alpha$ -ratation)..... | 12   |
| 1.6.6 Mineral içeriği.....                           | 12   |
| 1.6.7 Protein ve prolin içeriği .....                | 12   |



|  |           |
|--|-----------|
| 1.6.8 Diastaz sayısı ve aktivitesi .....                                 | 13        |
| 1.6.9 5- Hidroksimetil furfural (HMF) .....                              | 14        |
| 1.6.10 Şeker içeriği .....   | 15        |
| 1.6.11 Kül miktarı .....   | 16        |
| 1.6.12 Serbest asitlik ve pH .....                                       | 17        |
| <b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>                                       | <b>27</b> |
| 3.1 Materyal .....   | 27        |
| 3.1.1 Bal numunelerin toplanması .....                                   | 27        |
| 3.1.2 Kullanılan kimyasallar .....                                       | 28        |
| 3.1.3 Kullanılan cihazlar .....  | 28        |
| 3.2 Yöntem .....   | 28        |
| 3.2.1 Numunelerin fiziko-kimyasal analizleri .....                       | 28        |
| 3.2.2 Nem tayini .....   | 28        |
| 3.2.3 Renk tayini .....  | 29        |
| 3.2.4 Elektriksel iletkenlik .....                                       | 29        |
| 3.2.5 Optik çevirme açısı ( $\alpha$ -rotation) .....                    | 29        |
| 3.2.6 Diastaz aktivite tayini .....                                      | 29        |
| 3.2.7 Prolin tayini .....  | 30        |
| 3.2.8 HPLC-RI dedektörü ile şeker tayini .....                           | 30        |
| 3.2.9 ICP-MS metal analizi .....   | 31        |
| 3.2.10 Antioksidan analizler .....                                       | 35        |
| 3.2.10.1 Numunelerin hazırlanması .....                                  | 35        |
| 3.2.10.2 Toplam fenolik madde miktarı .....                              | 35        |
| 3.2.10.3 Toplam flavonoid tayini .....                                   | 36        |
| 3.2.10.4 Kondanse tanen madde miktarı .....                              | 36        |
| 3.2.10.5 Demir (III) indirgeme / antioksidan kapasite testi (FRAP) ..... | 37        |

|  |              |
|--|--------------|
| 3.2.10.6 DPPH radikali temizleme aktivitesi..... | 37           |
| <b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....</b>   | <b>38</b>    |
| <b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>             | <b>55</b>    |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                           | <b>56</b>    |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                             | <b>.....</b> |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Şekil 1.1 5-hidrosimetilfurfural.....   | 15 |
| Şekil 3.1 ICP-MS’de ölçümler için çizilen kalibrasyon grafikleri (1).....                                 | 34 |
| Şekil 3.2 ICP-MS’de ölçümler için çizilen kalibrasyon grafikleri (2).....                                 | 35 |
| Şekil 4.1 Bal numunelerinin mineral element ve ağır metal içerikleri (K, P, Mg, Na, Ca, Zn, Si, Fe).....  | 45 |
| Şekil 4.2 Bal numunelerinin mineral element ve ağır metal içerikleri (B, Al, Mn, Cu, Sr, Co, Ni, Pb)..... | 46 |
| Şekil 4.3 Bal numunelerinin mineral element ve ağır metal içerikleri (Cr, Se, Ba, Cd, As).....            | 47 |
| Şekil 4.4 Elde edilen sonuçların ortalamasının literatürle karşılaştırılması (1).....                     | 49 |
| Şekil 4.5 Elde edilen sonuçların ortalamasının literatürle karşılaştırılması (2).....                     | 50 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Çizelge 1.1 PFUND skalasına göre bal renkleri.....                                    | 11 |
| Çizelge 1.2 Ballarda en çok tespit edilen şeker türleri.....                          | 16 |
| Çizelge 3.1 Bal numunelerinin alındığı bölgeler ve koordinatları.....                 | 27 |
| Çizelge 3.2 Agilent 7800 ICP-MS cihazının çalışma şartları.....                       | 32 |
| Çizelge 3.3 Agilent 7800 ICP-MS cihazının analitik özellikleri.....                   | 33 |
| Çizelge 4.1 Bal numunelerinin mineral element ve ağır metal içerikleri ( $n=3$ )..... | 44 |
| Çizelge 4.2 Ortalamaların literatürle karşılaştırılması (Birimler mg/kg).....         | 48 |
| Çizelge 4.3 Bal numunelerinin diastaz ve prolin analiz bulguları.....                 | 51 |
| Çizelge 4.4 Bal numunelerinin antioksidan sonuçları.....                              | 52 |
| Çizelge 4.5 Bal numunelerinin fiziksel parametre sonuçları.....                       | 53 |
| Çizelge 4.6 Bal Numunelerinin şeker tayini sonuçları.....                             | 54 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| %               | Yüzde                 |
| °C              | Santigrat Derece      |
| cm              | Santimetre            |
| cm <sup>2</sup> | Santimetre Kare       |
| g               | Gram                  |
| kg              | Kilogram              |
| L               | Litre                 |
| m               | Metre                 |
| mbar            | Milibar               |
| meq             | Miliekivalent Ağırlık |
| mg              | Miligram              |
| mL              | Mililitre             |
| mm              | Milimetre             |
| mM              | Mili Molar            |
| mS              | Milli Siemens         |
| nm              | Nanometre             |
| R <sup>2</sup>  | Korelasyon Katsayısı  |
| µg              | Mikrogram             |
| µm              | Mikrometre            |

### Kısaltmalar

|        |   |
|--------|---|
| AAS    | Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi             |
| AB     | Avrupa Birliği                                    |
| ABS450 | Absorbans 450                                     |
| ABS460 | Absorbans 460                                     |
| ABTS   | 2,2-azinobis-(3-metilbenzotiazolin-6-sülfonikası) |
| AC     | Elektriksel İletkenlik                            |

|        |   |
|--------|---|
| AEAC   | Askorbik Asit Eş Değeri Antioksidan İçeriği |
| AOAC   | Uluslararası Resmi Analiz Metodları         |
| BHT    | Bütıl Hidroksi Toluen                       |
| BSS    | Bağıl Standart Sapma                        |
| CUPRAC | Bakır (II) İndirgeme Kapasitesi             |
| DAD    | Diyot Serili Spektrofotometreler            |
| DPPH   | 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil                |
| FRAP   | Ferrik İndirgeyici Antioksidan              |
| GC-MS  | Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi     |
| HCl    | Hidroklorik Asit                            |
| HMF    | 5-Hidroksimetilfurfural                     |
| ICP-MS | Kütle Spektrometresi                        |
| LOD    | Dedeksiyon Limiti                           |
| LOQ    | Tayin Limiti                                |
| M.Ö.   | Milattan Önce                               |
| ORAC   | Oksijen Radikal Absorplama Kapasitesi       |
| PC     | Folin-Ciocalteu Testi                       |
| PFUND  | Renk Skalası                                |
| ppb    | Part Pert Billion (Milyarda Kısım)          |
| ppm    | Part Per Million (Milyonda Kısım)           |
| TDS    | Toplam Çözünmüş Katı Maddeler               |
| TGK    | Türk Gıda Kodeksi                           |
| TPC    | Toplam Fenolik Bileşik                      |
| TSE    | Türk Standartları Enstitüsü                 |

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Bal

Bal arılarının (*Apis mellifera*) ürettiği bal, çiçeklerin doğrudan nektarlarından veya bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından üretilen tatlı bir üründür. Bitkilerdeki bu salgılar ve çiçeklerdeki nektarlar bal arıları tarafından toplanır ve arıların vücutlarında metabolize edilerek balın bileşiminde değişim meydana gelir. Bu işlem ile birlikte özel maddeler ile birleştirilerek, petek gözlerine yerleştirilerek olgunlaşır ve sonuçta meydana gelen besin değeri yüksek, tatlı, zararsız, dayanıklı, yüksek biyolojik aktiviteli, etkili ve kolay sindirilebilen bir besin maddesidir (Martin, 1979; Ötleş, 1995). Türk Gıda Kodeksi'nin (TGK) 2012/58 sayılı Bal tebliğindeki tanıma göre bal: Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılanan veya bitkilerin canlı olan yerlerin üzerinde yaşayan emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplanmasının ardından kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürünü ifade eder (Çakır, 2016). Bal orjinine göre; çiçek balları ve salgı balları olarak ikiye ayrılır (TGK, 2012).

Bal, karmaşık ve yapısal özellik bakımında viskoz bir madde olup, insan diyeti için de oldukça önemli bir besin maddesidir. Bal sadece bir gıda maddesi olarak tüketilmekte kalmayıp, aynı zamanda sağlık açısından da tüketilmektedir. Balın insan sağlığını korumadaki rolü balın saflığı ve bileşimi ile yakından ilişkili olmakla birlikte özellikle bitki florasına, hasat zamanına, coğrafik koşullarına ve üretim şekline göre birçok farklı faktöre bağlı olarak değişim göstermektedir (Özbalcı, 2013). Balın bu karmaşık yapısına bakıldığında ana bileşen olarak yaklaşık % 70-80 karbonhidrat, % 18-20 oranında su ve geri kalan % 1-2 oranında proteinler, organik asitler, fenolik bileşikler, uçucu bileşenler, enzimler olarak tanımlanmaktadır (Can, 2014). Balın bileşimindeki % 1-2 oran bala çok yüksek oranda biyoaktif özellik kazandırmaktadır.

## 1.2 Balın Tarihçesi

Sir John Hill'in kaleme aldığı 18. yüzyıl ortalarında Londra'da basılan kitap, balın üretimi ve özellikleriyle ilgili basılan ilk kitaptır. Arı ve balların tarihçesine bakıldığında, nektarı ve poleni olan çiçekli bitkilerin ve bunlardan istifade eden böceklerin yaklaşık 150 milyon yıl önce, memeli canlıların da var olduğu Jurassic/Cretaceous döneminde ortaya çıktığı iddia edilmektedir. Bal üreten arılar 10-20 milyon yıl önce görüldüğü bilinmektedir (Sarıkaya, 2009). Bal ile ilgili ilk resmi evraklar Çatalhöyük araştırmalarında Anadolu'da tespit edilmiştir. İslam dininin kutsal kitabı Kur'an-ı Kerim'de bulunan Nahl suresinde bal arasının çalışma sistemi ana hatları ile anlatılmakta ve balın insan sağlığı için önemi vurgulanmaktadır. Aynı zamanda Musevi topluluklarında da Tevrat ve Talmut'ta balın faydalarına değinilmektedir. Roma imparatorluğuna ait bazı kaynaklarda da arıcılık ve bal üzerine birçok bilgi tespit edilmiştir (Lusby, 2002).

Balın önceki yıllarda içeriğinde vitamin olmadığı veya çok az miktarda olduğu düşünülürken son yıllarda yapılan çalışmalarda bal içinde çeşitli vitaminler olduğu tespit edilmiştir (Can, 2014). Balda A vitamini yok iken, daha çok B, C, E ve K vitaminleri bulunmaktadır. Balın içerisinde tiamin, riboflavin, askorbik asit, pridoksin, pridoksin, pantotenik asit, niasin, biyotin ve folik asit belirlenmiştir (White, 2003; Krell, 2001). C vitaminin bileşimde tespit edilmesi balın aynı zamanda antioksidan kaynağı olduğunu göstermektedir.

## 1.3 Balın Önemi

Balın yapısında olan ve tamamı doğadan gelen, seconder metabolit ajan olarak da bilinen yüzlerce polifenolik bileşikler, vitaminler, mineraller ve enzimler balın antioksidan, antimikrobiyal, anti-iflamtuar, anti-tumoral, antiviral gibi biyolojik aktif özelliklerinden sorumludur (Russel, 1983; Bogdanov,1984; Cook ve Saman, 1996).

Balın tıbbi özellikleri ve asıl değeri balı oluşturan ikincil metabolitlerin varlığından ileri gelir. Balın en önemli özelliklerinden biri antimikrobiyal özelliğinin olmasıdır. Balın bu özelliği yapısında bulunan glukoz oksidaz enzimi tarafından glukozunun oksidasyonu ile oluşan hidrojen peroksittir (Roderick, 1999).



Bal, yanık yara tedavisinde, mide bağırsak bozukluğunda, deri ülseri, katarak, göz rahatsızlıklarının tedavisinde de kullanılmaktadır (Castoldo ve Capasso 2002; Marcuccu, 1995; Molan, 1992; Orhan vd. 2003). Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında enfekte olmuş yaralarda, ülser tedavilerinde balın kullanımıyla birlikte etkin sonuçlar ortaya çıktığı görülmektedir (Molan, 2006; Jull vd. 2008). Yeni Zelanda'da son yıllarda yapılan klinik çalışmalarda yanık merkezlerinde tedavi amaçlı olarak bal kullanılmaktadır. Bal aynı zamanda günümüzün popüler hastalığı haline gelen kanser tedavisinde de önemli bir yer teşkil etmektedir. Aynı zamanda da çoğu hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Dustmann, 1993; FAO, 1996; Mundo vd. 2004; Ulusoy, 2010).

Yapısında bulunan fenolik bileşenler balın tedavi edici rolünü üstlenmektedir ve bu fenolik bileşenler bala biyoaktif özellik kazandırmaktadır (Aljadi ve Kamaruddin, 2004; Beratta vd. 2005; Lachman vd. 2010; Stanciu vd. 2008; Cook ve Sammon, 1996; Ulusoy, 2010; Can, 2014). Ancak balda bulunan bileşenin oranı botanik orjinin farklılığına göre değişim göstermektedir (Frankel vd. 1998; Can, 2014).

#### **1.4 Balın Bileşimi**

Besin değeri yüksek olan bal, insan sağlığına olan katkısı ile birlikte tüketilen tatlı ve lezzetli doğal bir üründür. Daha önce yapılan birçok araştırmada, meyve ve sebzelerde olduğu gibi tazeliğine göre balın da antioksidan kapasitesi olduğu tespit edilmiştir (Kalın, 2013). Balın bileşimine bakıldığında yaklaşık olarak % 70-80 oranında karbonhidrat olup ve bu karbonhidratların büyük çoğunluğu fruktoz ve glukoz olduğu az miktarda ise mono-,di- ve oligo-sakkaritler içermekte olup, % 18-20 oranında su ve % 1-2 oranında ise proteinler, organik asitler, fenolik bileşikler ve mineral maddelerden oluştuğu görülmektedir (Saxena vd. 2010).

Salgı balları ve çiçek ballarında kuru maddenin çoğunluğunu fruktoz ve glukoz monosakkaritleri oluşturmaktadır. Bal hakkında yapılan çeşitli çalışmalarda miktar açısından fruktozun glukozu göre daha çok olduğu, pek az balda da glukoz miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Cavia vd. 2002; Devillers vd. 2004). Balın çeşitine ve florasına göre balın şeker içeriği de değişim göstermektedir. Sorkun ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada çiçek ballarında şeker bileşimi % 34,29

fruktoz ve % 27,04 glukoz, salgı ballarında ise % 37,49 fruktoz ve % 31,55 glukoz içeriği belirlenmiştir (Sorkun vd. 2002; Can 2014).

Bal, bileşiminde bulunan organik asitlerin ve asidik tuzların etkisiyle, zayıf asidik özellik göstermektedir. Balın pH'sı 3,5-5,5 arasında değişim göstermekte olup balda bulunan asit bileşeni, glukoz oksidaz enzim faaliyeti sonucunda meydana gelen glukonik asitir. Diğer asitler ise bütirik asit, formik asit, laktik asit, tartarik asit ve sitrik asittir. Balın yapısında bulunan asitler balın lezzetine etki edip, olgunlaşmasına katkı sağlar ve aynı zamanda balı mikroorganizmalara karşı dayanıklı hale getirir (Molan, 1995; Bogdanov vd. 2004; Ulusoy, 2010).

Bal enzim bakımında da oldukça zengindir ve en yaygın bilinen enzimleri diastaz (amilaz), invertaz (sakkaroz), fosfataz, katalaz ve ayrıca glukoz oksidaz ve fosfatazların bir kısmı, nektardan ve yaprak bitkilerinin yaprak üstüne salgıdan, büyük bir kısmı ise arıların tükürük bezi salgılarından oluşmaktadır. İnvirtaz (sakkaroz) enzimi, nektarın bala dönüşmesindeki kimyasal değişimlerin birçoğundan sorumludur. İnvirtaz enzimi nektardaki sakkarozun, fruktoza ve glukozu dönüşümünü gerçekleştirmektedir. Bir diğer önemli olan glukoz oksidaz enzimi glukozu okside ederek hidrojen peroksit ve glukonolakton oluşturmaktadır. Oluşan hidrojen peroksit bala antibakteriyal özellik kazandırmaktadır (Molan, 1992; Roderick, 1999). Balda bulunan diğer bir enzim ise asit fosfataz enzimidir. Bu enzim organik fosfatları inorganik fosfataz enzimidir. Nektarların kompozisyonunda bulunmasına rağmen asit fosfataz daha çok polende bulunmaktadır (Can, 2014).

Genellikle bal saydam renkten başlayıp, koyu kırmızıya kadar kahverengiye doğru giden hatta siyah renkte dahi bulunabilen çeşitli renklere sahiptir (Bogdanov vd. 2004). Baldaki bu renk özellikleri balda bulunan polifenoller ve minerallerden gelmektedir. Balın piyasa fiyatının belirlenmesinde rengi kadar bal tüketicilerinin damak zevki ve kabul görmesi de etkilidir (Gonzales vd. 1999). Açık renkli ballardaki mineral derişimi, salgı balları ve koyu renkli ballardaki oranlardan daha azdır (Kolaylı vd. 2008). Balın mineral bileşimi % 0,02-1 arasında değişim göstermektedir. Başlıca K, Ca, P, Mg olmak üzere az miktarda Fe, Cu, Zn, Se, F ve Cl bulunmaktadır (Rashed ve Soltan, 2004; Yao vd. 2004; Chudzinka ve Baralkiewicz, 2010).

Proteince zengin bir besin maddesi olan bal, buna rağmen yapısında pek çok sayıda aminoasit içermektedir. Çiçekli ballarda amino asit içeriği % 0,3 iken salgı ballarında % 1 civarında olduğu bilinmektedir. Balda yaklaşık olarak 17 tane aminoasit bulunmuştur. Ancak en çok bulunan aminoasit prolin aminoasitidir. Ayrıca lisin, histidin, arginin, aspartik asit, glutamik asit, treonin, glisin, sistin, alanin, valin, metionin, lösin, izölösin, triptofan, fenilalanin, trozin aminoasitleri değişik oranlarda bulunduğu belirlenmiştir. Kollagen ve elastinin yapısında bulunan hidroksiprolinin ön maddesi olan prolinin derişimi diğerlerine nazaran daha fazladır (Kalaycıoğlu vd. 2006). Baldaki aminoasit miktarının % 80-90 oranındaki kısmının, arının elde ettiği nektarı bal üretirken salgıladığı maddelerde ve toplanan nektarlarda bulunan prolin aminoasidi olduğu tespit edilmiştir. Bitkilerde çeşitli miktarlarda bulunan prolin bu sebepten dolayı şeker türevi yapılar ile beslenen arılardan ürettiği bal ile nektar kaynaklı balın farklılıklarının tespit edilmesinde önmeli bir unsur olarak faydalanılmaktadır (Guler vd. 2007).

Bal olgunlaşma durumuna göre farklılık göstererek bünyesinde yaklaşık olarak % 17 kadarında su bulundurmaktadır. Balın olgunlaşmış olduğunun ve uzun süre tüketilebilmesini belirleyen faktör olan raf ömrünün ortaya koyulmasında öncelikli kıstas baldaki su içeriğidir. Yapısında bulunan su miktarının fazla olması, su miktarı az olan ballara nazaran daha kısa sürede bozulmasına neden olmaktadır. TGK Bal Tebliğine göre, baldaki su oranı % 20' den az olmalıdır (Bal Tebliği, 2005).

Balın bileşimi, arıların kullandığı çiçek türlerinin yanı sıra bölgenin iklim koşulları ve bitki örtüsüne de göre değişim göstermektedir (Mendes vd. 1998). Bal ticaretinde kullanılan balların kalitesi dünyada değişkenlik göstermektedir. Balın kalitesini balın rengi, aroması ve yoğunluğu büyük oranda etkiler (Vural vd. 2010).

Balın nektarında ki değişimine göre salgı ve çiçek balları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Bal tatlı bir gıda maddesidir. Bunun nedeni balın içeriğinin çoğunluğunu karbohidratlar oluşturmakta olup, başlıca sakkaroz, fruktoz ve glukoz karbohidratlarıdır. Geri kalan bileşimi su ve diğer bileşenler oluşturmaktadır. Balın % 7 oranındaki kısmı ise Fe, Na, S, Mg, P, Mn, Al, Ag, albumin, dekstril, nitrojen, protein ve asidik yapılardan meydana gelmektedir. Ayrıca balın yapısında bulunan çeşitli vitaminlerle beraber eser miktarda hormonlar, Zn, Cu ve I da vardır. Yine bazı enzimlerin de (diastaz, amilaz, invertaz, katalaz, fosfataz, oksidaz) balın yapısında

olduğunu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Bu enzimlerin büyük bir çoğunluğu bitki florasında diğer kısım ise, arı gövdelerinin baş kısmında bulunan bezlerden salgılandığı bilinmektedir (şahinler, 2000; Özmen ve Alkın, 2006; Yardıbi, 2008; Ölmez, 2009; Vural vd. 2010; Sharma vd. 2010; Estevinho vd. 2010).

20. yüzyılın başlarında 100 tane Amerikan çiçek ve salgı balı ile ilgili araştırmalar yapan Browne'nin bu çalışmalarını balların yapısal özellikleri hakkında ilk araştırma olarak bilinmektedir (White vd., 2001; Kaplan, 2014). Yapılan bu araştırmada, içereik bakımından çiçek ballarında ortalama % 17,7 su miktarı, % 74,98 invert şeker, % 1,90 sakkaroz, % 1,51 dekstrin, % 0,08 serbest asit (Formik asit cinsinden) ve % 0,18 kül tespit edilmiştir (Orak, 1986).

## **1.5 Türkiye'deki Bal Üretimi ve Çeşitleri**

### **1.5.1 Türkiye'nin bal üretimindeki durumu**

Dünyada bal üretimi birçok ülkede olmakla birlikte Türkiye dördüncü sırada yer almaktadır. 2001 yılı ölçümlerine bakıldığında Dünyada 1.264.758 ton bal üretilmiştir. Bal üreticiliği bakımından ilk sırada olan ülke Çin olup, onun devamını ise ABD, Arjantin ve Türkiye izlemektedir. Türkiye' de arıcılık sosyo- ekonomik bir faaliyet olup dört milyon civarında kovan ve yetmiş bin ton civarlarında bal üreimi yapılmaktadır. Ancak kovan başına düşen bal üretimi ve bal ihracatından aldığı pazar payı Türkiye'de çok düşük ve Dünya ortalamasının altındadır. Bal ihracatında temel sorun sahte bal üretimi ile arılara çeşitli kimyasal katkı madde verilmesidir. Arını üretmediği yada az miktarda bal ile karıştırılmış glikoz şurupları sürekli olarak piyasaya sürülmektedir (Sarıkaya, 2009).

### 1.5.2 Türkiye’de üretilen diğer bal çeşitleri

Bal üreten bitki türleri bakımından Dünya’da ön sıralarda yer alan ülkemizde çeşitli kır veya yayla çiçekleri, sanayi ürünleri ve orman ürünlerinden bal üretimi yapılmaktadır. Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde bal üretimi yapılmaktadır. Ancak Karadeniz, Ege ve Akdeniz bölgesindeki üretim payı daha fazladır. Türkiye’de üretilen ballar iki sınıfta toplanabilir. Tek tip bitki florasından toplanan monofloralı ve karışık yayla çiçeklerinden oluşan heterofloralı ballar olarak iki grupta toplanabilir. Monofloralı ballar genelde daha çok sanayi ürünleri ve orman ürünlerinden elde edilen ballardır. Türkiye’de üretilen ballar türlerine göre şu şekilde sıralanabilir:

**Yayla Balları:** Doğu Karadeniz, İç Anadolu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin yüksek yaylarında yayla çiçeklerinden karışık olarak elde edilen ballardır. Açık sarı ve kehribar renkte olup en lezzetli ballardır.

**Anzer Balı:** Doğu Karadeniz Bölgesi, Rize İli, İkizdere İlçesine bağlı Anzer Yaylasında (2850 m) üretilen bal, ülkemizde ve Dünya da oldukça ünlüdür. Pek çok rahatsızlığa da deva olduğuna inanılmaktadır. Balın şifa kaynağı olduğuna inanılması, aynı zamanda sınırlı olarak üretilebilmesi ve diğer ballardan lezzet açısından da farklı olması nedeniyle balın satışı oldukça yüksek fiyatlarda olmaktadır. Seksen kadar endemik bitki türüne sahip olan Anzer yaylasından üretilen bu bal açık sarı renkli ve çok hoş bir aromaya sahiptir.

**Erzincan ve Bayburt Yayla Balları:** Erzincan ve Bayburt yaylarından toplanan heterofloralı ve karışık yayla çiçeklerinden üretilen ballardır. Gezginci arıcıların geldiği Erzincan ovası bal üretimi açısından oldukça zengindir. Tema vakfı tarafından başlatılan bir proje ile Doğu Karadeniz bölgesinde Artvin- Borçka- Ayder ve Macelan yöresinde organik bal üretimi yapılmakta ve üretimi teşvik edilmektedir.

**Kestane Balı:** Kendine özgü bir aromaya sahip olan kestane balı, koyu kahve renkte, buruk acı bir tada sahiptir. Solunum yolu hastalıklarına da iyi geldiği bilinmektedir. Doğu ve Batı Karadeniz bölgesinde en fazla üretimi yapılan (600.000 ton) bal türü olan kestane balı kristalleşmeyen baldır. Antibakteriyal ve antiseptik özelliği ile özellikle mide hastalıklarında tedavi edici olduğu bilinmektedir.

Çam Balı: Çam ağaçlarında yaşayan bazı canlıların salgıladıkları bal şerbetinin bal arılarınca toplanarak değişime uğratarak elde edilen baldır. Kristalleşmeden kalabilen bal olan çam balı koyu renge sahiptir. Türkiye dünyada en fazla çam balı (*Pinus L.*) üreten ülke olup Ege, Batı Marmara ve Akdeniz bölgesinde üretim yapılmaktadır. Solunum ve sindirim yolu hastalıklarına da iyi geldiğine inanılmaktadır.

Korunga Balı: Korunga en iyi ılıman iklimlerde yetişmekte olan bir endüstri ve yem bitkisidir. Soğuğa dayanıklı olan korunga bitkisi, özellikle kalkerli ve kuru toprak tipini tercih eder fakat topraktan sağladığı mineral, organik ve inorganik maddeler bakımından kanaatkârdır. İdeal ekim zamanı ilkbahar aylarıdır. İklimi yumuşak olan bölgelerde ise sonbahar aylarında da ekimi gerçekleştirilebilir. Erzurum ve çevresinde fazlaca korunga balı üretilmektedir.

Kekik Balı: Özellikle Ankara, Afyon, Çankırı, Kastamonu, Bolu, Trabzon dağlarında olmak üzere kırsal bölgelerde yetişen kekik türlerinden oluşur. Kekik içeriğinde timol uçucu bileşeni içeren ve antiseptik özelliği yüksek bir bitkidir. Soğuk algınlığı ve yaraların iyileşmesinde kekik balının iyi geldiğine inanılır.

Orman Gülü Balı: Orman Gülü balı Türkiye’de özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde Trabzon, Rize ve Artvin çevresinde üretilmektedir. En fazla yayılım gösteren türleri mor çiçekli ve sarı çiçekli (*Rhododendron ponticum* ve *Rhododendron luteum*) olanıdır. Orman gülü balının tüketilmesiyle zehirlenme olma sebebi *Rhododendron* türü bitkilerin içeriğinde Grayanotoksin bileşeninden kaynaklanmaktadır (Şahin, 2014). Özellikle bu balı tüketen insanlarda ani tansiyon düşüşü görülmektedir.

Narenciye Balı: Akdeniz bölgesine özgü olan narenciye çiçeklerinden (portakal, mandalina, limon) üretilmektedir. Kalsiyum, fosfat ve demir açısından zengin olduğu söylenen bu balın C-vitamini içeriğine sahip olduğu bilinmektedir.

Diğer Sanayi Ürünleri Balları: Ege ve Akdeniz bölgesinde üretilen pamuk balı, Trakya yöresinde Ayçiçeği tarlalarından üretilen Ayçiçeği balı, bu tür ballar içerisine girmektedir (Sarıkaya, 2009). Ayrıca Kırklareli bölgesinde son yıllarda önem kazan salgı balı meşe balının üretiminde söz konusudur.

## 1.6 Balın Fiziksel Ve Kimyasal Yapısı

### 1.6.1 Karbon izotop oranı

Ekonomik kaygılar nedeniyle bal, ucuz şeker kaynaklarından bal üretilmesi hileleriyle üretimde de hileye açık olan bir üründür. Mısır şurubu, şeker kamışı kaynaklı ucuz şekerlerle beslenen arıların, bu şeker gruplarıyla beslenmesi neticesinde yüksek verimde ballar üretilebilmekte ancak hileli ballar ortaya çıkmaktadır (White, 1992). Baldaki hileyi tespit etmenin önemli yollarından biri de coğrafik karbon izotoplarının analizidir. Balda bulunan kamış şeker veya nışasta bazlı şeker katkısının tespiti için en yaygın olan yöntem günümüzde  $^{13}\text{C}$  analizi olmaktadır. Bu yöntem ilk kez 1978 yılında kullanılmıştır (Kerkvliet ve Meijer, 2000). Balda bulunan ve balın protein fraksiyonu arasındaki C izotop farklı ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) balın saflığının nitel ve nicel olarak tespitinin göstergesidir.  $^{13}\text{C}$  analizi şeker beslemeli balların tespitinde kullanılan izotopik bir tekniktir ayrıca bitkilerin bünyelerinde doğal olarak fotosentez nedeniyle bulundurduğu C3 ve C4 arasındaki izotop oranı farklılıklarına dayanır (Can, 2014).

### 1.6.2 Nem içeriği

Balda bulunan su miktarı, balın kalitesinin korunmasını, kristal yapısını ve yoğunluk gibi özelliklere tesir ettiği için “nem içeriği” balda belirlenmesi gereken önemli parametrelerden biridir. Nektarın olgunlaştırılması gerçekleştiğinde oluşan nem miktarı, peteğin içinde bulunan balın doğal nem oranını verir. Olgunlaşmış haldeki ballarda normal nem içeriği % 18,6'nın altındadır (Doner, 2003).

Balın nem içeriği iklim koşullarıyla bağlantılı olup, üretim yılı, üretim mevsimi ve olgunluk derecesiyle de ilişkilidir (White, 1978). Balın nem oranı, balın stabilitesi için önem taşımaktadır. Ozmofolik maya, yapısındaki nem miktarı yüksek olan bir balda canlı halde olup, balın raf ömrünü kısaltmaktadır. Mikroorganizma türlerinin gelişemeyeceği olgunlaşmış bir balın yapısındaki su miktarı düşüktür. Fermantasyon işleminin gerçekleşmediği durumlar, baldaki nem miktarının % 17'den daha düşük olduğu seviyelerdedir (Amor, 1978; Molan, 1992; Singh ve Bath, 1997).

Nem düzeyi balın kalitesine doğrudan tesir ettiği için, nem miktarı standartlarla sınırlandırılarak değerlendirilmiştir. TKG'nin yayınladığı Bal Tebliğinde nem miktarının kabul edilebilir en üst seviyesi % 20'dir (Anonim, 2012.)

### 1.6.3 Elektriksel iletkenlik

Bir maddenin elektriksel akışı yani elektronların akışını taşıma yeteneğine elektriksel iletkenlik denir. Ballarda elektriksel iletkenliği esas olarak balın mineral madde içeriğine bağlıdır (Andrade vd. 1997). Bal standartlarına göre ballarda iletkenlik değeri çiçek balı ve fırıncılık balında 0,8 milli Siemens/ cm<sup>2</sup> den fazla olmaması gerekir. Salgı balı ve kestane balında ise bu değer en az 0,8 milli Siemens/ cm<sup>2</sup> olması gerektiği bildirilmiştir (Can, 2014).

### 1.6.4 Renk değeri

İncelenen ballarda saydam renkler görülebildiği gibi, kırmızı tonlarından koyu kırmızıya kadar; açık sarı renk, kehribar rengi, kahverengi tonları ve yeşilimsi olarak farklı çeşitlerde ballar da mevcuttur. Ballarda rastlanan renkler dört ana grupta değerlendirildiğinde; su beyazı, ekstra beyaz, ekstra açık amber ve koyu renk olarak dört sınıfta incelenir. Klorofil, karoten, ksantofil ve bileşimi bilinmeyen pigmentlerin oluşturduğu sarı ve yeşil renk ballara bu rengi veren maddelerdir.

Tüketici tercihlerinde de önem arz eden bal rengi, satış fiyatını da etkileyebilen bir parametre olarak da değerlendirilmektedir. Rengi koyu olan ballar daha yüksek fiyatlarda alıcı bulurken, açık sarı ve açık amber renkli balların damakta bıraktığı tat diğerlerine nazaran daha yumuşak ve hafiftir (White vd. 1978). Üretim koşulları, nektarın alındığı bitki florası ve iklim özellikleri balın aromasına, rengine ve tadına etki etmektedir.

Ballardaki renk farklılıkları, balı meydana getiren kimyasalların ışığı farklı dalga boylarında absorbe etmesiyle oluşan optiksel bir özelliktir. Balın rengi, bileşimindeki maddelerin farklılıkları ve miktarlarına göre hatta balın elde edildiği bölgenin özelliklerine de değişiklik gösterir (Kaplan, 2014).



Balın rengi iki farklı şekilde ölçülebilir. Bunlardan biri CIE Lab tristumulus methodu (Aubert ve Gonnet, 1983; Ortiz vd. 1990; Bogdanov vd. 2004; Gonzalez- Miret vd. 2005; Tezcan vd. 2011) olup yine basit geliştirilmiş bir renk okuyucudan ibaret olup gıdaların renginin tayininde sıklıkla kullanılmaktadır. Hunter L, a ve b renk değerleri olarak da tanımlanmaktadır. Bu yöntemde göre renk değerleri L, koyuluk/ açıklık ( 0: siyah; 100: beyaz); a (- a, yeşillik; + a, kırmızılık); ve b (-b, mavilik; +b, sarılık) olarak ifade edilir (Yıldız ve Alpaslan, 2011).

Diğer bir yöntem ise PFUND skalası olup, spektrofotometrik bir yöntemdir. PFUND skalası, özellikle endüstriyel olarak üretilen ballarda oldukça tercih edilen bir ölçüm yöntemidir ( Kaplan, 2014). Birim olarak milimetre ile ifade edilen bu ölçüm yönteminde, standard amber renkli, cam, cetvel benzeri bir skala boyunca 1–140 mm arasında değişen büyüklükte hareketi ölçülür. Her milimetre değerinin kendine ait bir renk tanımlaması vardır. Bu tanımlamalar amber renginin tonları şeklinde ifade edilir (Anonim, 2011). PFUND skalasına göre balların renkleri Çizelge 1.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 1.1** PFUND skalasına göre bal renkleri

| Renk adı          | Pfund Skalası (mm) | Optik Yoğunluk |
|-------------------|--------------------|----------------|
| Su Beyazı         | < 9                | 0.0945         |
| Ekstra Beyaz      | 9-17               | 0.189          |
| Beyaz             | 18-34              | 0.378          |
| Ekstra Açık Amber | 35-50              | 0.595          |
| Açık Amber        | 51-85              | 1.389          |
| Amber             | 86-114             | 3.008          |
| Koyu amber        | >114               | -              |

### 1.6.5 Optik çevirme açısı ( $\alpha$ -rotation)

Bal çeşitlerine göre balın polarize ışığı sağa ya da sola çevirme yönü ve miktarı değişim göstermekle birlikte, çiçek balları ışığı sola çevirirken, salgı balları ise ışığı sağa yöne çevirir. Bu ayırım sayesinde balın salgı balı mı yoksa çiçek balı mı olduğu belirlenmiş olur. Normal ve olgunlaşmış ballardan hazırlanan taze çözeltiler polarize ışığı sola çevirirken, glikozun az sakkarozun fazla olduğu olgunlaşmamış ballar ise polarize ışığı sağa çevirmektedir (Beretta vd. 2005; White, 1998).

### 1.6.6 Mineral içeriği

Balın bileşimindeki mineral miktarları % 0,02-1,0 arasında değişim göstermektedir. Balın içerdiği başlıca mineraller K, Ca, Na ve P ile birlikte Fe, Cu, Zn, Se, F, Cl bulunmaktadır (Ötleş, 1995). Yapılan birçok çalışmada balın mineral içeriği besin değerinin değerlendirilmesinde önemli bir özellik olduğu tespit edilmiştir (Almeida-Silva vd. 2011; Fernandez-Torres vd. 2005; Lachman vd. 2007; Silici vd. 2008; Vanhanen vd. 2011). Koyu renkli ballar ile açık renkli balların mineral içeriği % 0,04-0,2 arasında değişmektedir (Vanhanen vd. 2011). Koyu renkli ballar mineral içeriği bakımından açık renkli ballardan daha fazladır. Koyu renkli ballarda aminoasit, şeker miktarı ile minerallerden Fe, Cu, Mn derişimlerinin yüksek olduğunu ve bal renginin koyulaşmasının mineral derişiminin artmasıyla gerçekleştiği aktarılmıştır (White, J.W., 1975). Salgı balları çiçek ballarına göre mineraller bakımından daha zengin olup, bu özelliklerden dolayı tedavi edici olarak da kullanılmaktadır. Kristalize olan balların tüketiciler tarafından daha az tercih edilmelerinden dolayı, bu tür ballar ticari bakımdan daha geniş kitlelere hitap etmektedir (Can, 2014).

### 1.6.7 Protein ve prolin içeriği

Bal, az miktarda protein içerir ve bu oran genellikle % 5' ten küçüktür. Balın protein içeriği, balın beslenme yönünden önemli değeri vardır, bunun yanı sıra balın doğal veya yapay olup olmadığının da saptanmasını belirler. Balın protein miktarı balın

cinsine göre ve balı yapan arı veya bitkiye bağı olarak değişiklik gösterir (Ötleş, 1995).

Yapısı bakımından balın içeriğinde % 0,20 oranında protein bulunmaktadır. Bu proteinin bir bölümü arılardan bir bölümü ise polenlerden gelmektedir (Komanine, 1960; Anklam, 1998; Hermosin vd. 2003). Bal, 20 adet aminoasidi bünyesinde bulundurur. Bu aminoasitlerden prolin en fazla bulunan olup (% 50-85), bunun yanı sıra fenil alanin, tirozin, lizin, arginin, glutamik asit, histidin ve valin minarellerini de barındırmaktadır. Ayrıca balda bazı esansiyel olmayan aminoasitler (aminobutirik asit, amino izobutirik asit, butirik asit ve ornitin) de bulunmaktadır (Cotte vd. 2004). Arının çalışma kapasitesinin prolin değerini etkilediği yapılan bir çalışmada belirlenmiştir. Arılara şeker şurubu verildiği zaman ise arıların çalışma performansı düşmekte ve buna bağı olarak da prolin değeri azalmaktadır. Prolin miktarının ballardaki konsantrasyonları bitki florasına göre değişim göstermektedir. Avrupa birliğinin bal gıda kodekslerine göre balın prolin değeri 180 mg/kg üzerinde ve Türk Gıda Kodeksine göre bu 300 mg/kg'ın üzerinde olmalıdır (Bogdanov, 1997).

#### **1.6.8 Diastaz sayısı ve aktivitesi**

Balın yapısında doğal olarak bulunan enzimlerden biri de diastazdır. Balın içeriğindeki miktarı ise, coğrafik özelliklere ve floranın kökenine bağı olarak farklılık gösterir. Balın taze olup olmaması baldaki diastaz sayısını etkiler. HMF ile birlikte diastaz aktivitesi sıcaklığa maruz kalan ve uzun süre bekleyen balların göstergesi olarak kullanılmaktadır (Estevinho vd. 2010). 540 gün boyunca -20 °C' de depolanan balın diastaz kaybıyla 70 °C'de 5,3 saatlik ısıtma işlemine tabi tutulan ballardaki diastaz kaybının aynı olduğu belirtilmiştir (Karadal ve Yıldırım, 2012).

Diastaz sayısı balın kalitesinin belirlenmesinde bir ölçüt olup, balın paketlenip tüketiciye ulaştırılana kadar sıcaklığa maruz kalıp kalmadığını belirlemede kullanılmaktadır. Isıtma ile oluşan ve balda kalite kaybına yol açan hasarlar diastaz sayısı ve HMF içeriği ile ölçülebilmektedir (Tosi vd. 2008).

Deney koşullarında, 40 °C' de, bir saat içerisinde % 1'lik nişastayı belirlenen son noktaya (0,235 absorbansa ulaşmak için gereken süre) dönüştürecek enzimin miktarı diastaz aktivitesi olarak tanımlanır. Bir gram başına Schade birimi veya Gothe birimi

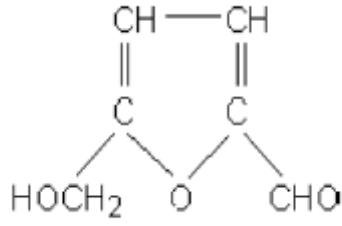
şeklinde ifade edilmektedir (Bogdanov, 2002). Diastaz enzimi (amilaz), nişastanın maltoza dönüşmesini sağlamaktadır. Diastaz aktivitesi, depolamadan etkilenecek sıcaklığın artmasına karşı duyarlılık gösterir. Bu sebeple, balın tazeliğinin işareti hangi koşullarda ne kadar saklandığıdır. Flora kaynağına bağlı olarak farklı düzeylerde bulunmakta olan diastaz aktivitesinin beklenen düzeyden az çıkması balların kalitesini gösteren önemli bir işarettir. Avrupa Birliği Direktifleri ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre balın diastaz aktivitesi, 8 birim düzeyinden daha az olmamalıdır. Narenciye ballarında ise, 3 birim düzeyinden daha az olmaması gerekir (Anonymous, 2002; Anonim, 2005).

#### **1.6.9 5- Hidroksimetil furfural (HMF)**

5- hidroksimetilfufural (HMF) enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının bir ürünü olmakla birlikte gıdalarda şeker ve proteinlerin kondensasyon reaksiyonu sonucunda meydana gelir. Balın tazeliği ve ısıl işleme maruz kalıp kalmadığının indikatörü olarak HMF kullanılmaktadır. HMF'nin balın içeriğinde düşük çıkması balın tazeliğini gösterir. Kristalize olmuş bal ısıl işlem sonucuyla çözündürüldüğünde HMF artış göstermektedir. HMF şekerler ile amino asitler gibi yapısında amin grubu içeren biyomoleküller arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonları ürünlerinden biridir. Balın içeriğindeki HMF miktarı sıcaklığa ve zamana bağlı olduğu gibi pH, nem, indirgen şeker oranı, botanik özellik gibi çeşitli faktörlerden de etkilenmektedir. Bu nedenle çoğunlukla balın tazeliğinin belirlenmesinde ve ısıl işlem uygulamasının bir indikatörü olarak HMF miktarlarına bakılır. (Can, 2014).

Bala ısıl işlem, balın kristallenme eğilimini engellemek ya da kristal görünümü ortadan kaldırmak için uygulanmaktadır. Bala uygulanan ısıl işlem sıcaklığı ve süresi pastörizasyon amacıyla ilgilidir. Bu sırada diastaz aktivite azalması ve HMF artışının kontrol altında olması gerekir (Şahinler, 2001; Tosi, 2002).

Monosakkaritler derişik asit çözeltisinde ısıtıldığında dehidrasyona uğrar ve furan türevlerine dönüşür. Aldopentozlar furfurala dönüşürken, aldoheksozlardan 5- hidroksimetilfurfural oluşmaktadır ( Saldamlı, 1998).



**Şekil 1.1** 5- hidroksimetilfurfural

Türk Gıda Kodeksine göre bal tiplerinin HMF içeriği maksimum 40 mg/kg olmalıdır.

### 1.6.10 Şeker içeriği

Balın kuru madde içeriğinin yaklaşık % 95-99 kadarını karbonhidratlar oluşturmaktadır. Bunların yaklaşık % 85'ini basit şekerler ve fruktoz ve glikoz oluşturur (Doner, 20023). Bunların yanı sıra maltoz, izomaltoz, furanoz, erloz, kojibioz, melezitoz ve kestoz bal çeşitlerinde bulunan şekerlerin bazılarıdır (Weston ve Brocklebank, 1999). Bal çeşitleri arasında şeker kompozisyonlarına ilişkin önemli farklılıklar vardır (Bogdanov, 1996).

Glukoz ve fruktoz başta olmak üzere balda yaklaşık olarak 15-20 değişik mono-di ve trisakkarit varlığı tespit edilmiş olup bunların miktarı ve oranları balın floral kaynağına, üretim biçimine bağlı olarak değişiklik gösterir. En sık tespit edilen bal türleri Çizelge 1.3'de verilmiştir (Kolaylı vd. 2012). Balın türüne göre fruktoz ve glukoz oranı değişiklik göstermektedir. Glukoz oranı yüksek olan ballarda oda sıcaklığına göre kristalleşme eğilimi vardır (Cavia vd. 2002).

**Çizelge 1.2** Ballarda en çok tespit edilen şeker türleri

| <b>Monosakkaritler</b> | <b>Disakkaritler</b> | <b>Trisakkaritler</b>           |
|------------------------|----------------------|---------------------------------|
| Glukoz                 | Sukroz (max.%5)      | Melesitoz                       |
| Fruktoz                | Maltoz (0,5-3,5)     | Isomaltotrioz                   |
| Arabinoz               | Isomaltoz            | Rafinoz                         |
|                        | Turanoz              | Theanderoz                      |
|                        | Trehaloz             | Isopanoz                        |
|                        | Neotrehaloz          | Erloz                           |
|                        | Melibioz             | Panoz                           |
|                        | Maltuloz             | Maltotrioz                      |
|                        | Kojibioz             | Laminaritrioz                   |
|                        | Gentiobioz           | Kestoz                          |
|                        | Palatinoz            | Neokestoz (Fruktoz Trisakkarit) |
|                        | Nigeroz              | Sellobioz                       |
|                        | Laminaribioz         |                                 |
|                        | Difruktoz Anhydrid   |                                 |

### 1.6.11 Kül miktarı

Balın içerdiği kül miktarı ile balın rengi arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır ve genellikle koyu renkli ballarda kül oranı daha fazla olmaktadır (Şahinler, 2001). Koyu renkli ballar ve kül miktarı yüksek olan balların çoğunlukla tadeları da acıdır (Güler, 2005). Arıların bal için kullandığı floranın çeşitliliğine göre balların kül içeriği de değişmektedir (Abu- Tarboush vd. 1993; Singh ve Bath, 1997). Yapılan araştırmalara bakıldığında en yüksek kül miktarının çam ballarında bulunduğu görülmüştür (Crane, 1975).

### 1.6.12 Serbest asitlik ve pH

Balda önemli olan kriterlerden biri de asitlik değeridir. Balın asitliğini belirleyen başlıca faktörler şunlardır; organik asitler ve mineral maddelerin yanı sıra amino asitler, peptitler ve karbonhidratlardır (Ötleş, 1995). Balda bulunan enzimler asit oluşturmakta ve yüksek düzeyde enzim içeren ballar da daha fazla asit içerirler (Crane, 1995). Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden sağlanan bal örneklerinde saptanan ortalama pH değeri 3,8, serbest asitlik 22,3 meq/kg'dır (Yılmaz ve Küfrevioğlu, 2001). Türkiye'deki çam ballarında ortalama pH değeri 4,36, serbest asitlik 27,16 meq/kg'dır (Haroun, 2006).

Türkiye'nin birçok bölgesinde heterofloral ve monofloral balların çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri çalışılmıştır. Ancak Şırnak ilinin farklı yükseltilerinde üretilen ballar ile ilgili çalışmaya literatürde rastlanmaktadır. Yüksek lisans tezi olarak planlanan bu çalışmada, Şırnak ili ve ilçelerinden farklı rakımlarda üretilen çiçek ballarının bazı fiziksel, kimyasal özellikleri yönünden kalitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda biyoaktiviteyi belirlemek için antioksidan aktivitesi incelenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Beretta vd. (2005), balın antioksidan özelliklerinin tanımlanması/standardizasyonu için sağlam bir analitik bilgi platformu oluşturmayı amaçladıkları çalışmalarında ilk olarak, farklı bitkisel ve coğrafi kökenli 14 ticari balın antioksidan/radikal süpürme kapasitesini araştırmışlardır. Bu amaçla; spektrofotometrik test bataryası kullanmışlardır. Fenol içeriği için Folin-Ciocalteu testi (PC), ferrik indirgeyici antioksidan gücü (FRAP analizi), toplam antioksidan aktivite antiradikal aktivite için 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) testi, absorbands: 450 (ABS450) renk yoğunluğu ve antilipoperoksidan aktivite için bir florimetrik yöntem: ORAC: oksijen reaktif antioksidan kapasitesi kullanılmıştır. Tüm antioksidan belirteçleri için anlamlı korelasyonlar elde edilmiştir (r: 0,933 ile 0,716 arasında değişmiştir), antioksidan özellikleri fenolik içerik ve balın rengi yoğunluğu ile korelasyon göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları, sadece antioksidan testlerin, karşılaştırmalı analizlerin ve kemometrik değerlendirmenin kombinasyonu yoluyla, balın antioksidan aktivitesinin karakterizasyonu için bir kılavuz elde edilebileceğini göstermiştir.

Bertoncelj vd. (2007), Slovenya'daki en yaygın yedi bal türünden bal örneklerinin toplam fenolik içeriğini modifiye Folin-Ciocalteu yöntemiyle, potansiyel antioksidan aktivitesini ferrik indirgeyici antioksidan güç (FRAP) deneyi ile ve antiradikal aktivitesini ise 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Çalışmanın sonuçları, toplam fenolik içerik, antioksidan aktivite ve renk parametrelerinin farklı bal tipleri arasında geniş ölçüde değiştiğini göstermiştir. Antioksidan aktivite en parlak akasya ve limon ballarında en düşük, koyu ballarda (köknar, ladin ve orman) ise en yüksek olarak belirlenmiştir.

Oddo vd. (2008), yapılan çalışmada Avustralya'nın *Trigona carbonaria* balını, geleneksel fizikokimyasal parametreler (asitlik, şekerler, diastaz, elektriksel iletkenlik, hidroksimetilfurfural, invertaz, azot ve su içeriği) ve diğer bileşim faktörleriyle (flavonoidler, polifenoller, organik asitler ve su aktivitesi) karakterize etmişlerdir. Ayrıca toplam antioksidan kapasite ve radikal temizleyici aktivite açısından da incelemişlerdir. Antioksidan aktivite yüzde olarak; 2,2-azinobis- (3-metilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) katyon (ABTS) renk giderme;  $233,96 \pm 50,95 \mu\text{M}$



Trolox eşdeğeri ve serbest radikal 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) tükenmesi,  $48,03 \pm 12,58$  eşdeğer askorbik asit olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda antioksidan aktivitenin, diğer fizikokimyasal özelliklerin yanı sıra, hem beslenme hem de farmasötik uygulamalar için tıbbi bir yaklaşım başlatmak üzere *T. carbonaria* balı için önemli bir katma değer olabileceği belirtilmiştir.

Sarikaya (2009), yaptığı çalışmada Zonguldak yöresinden toplanan kestane (*Castania sativa* Mill.) bal ve propolis örneklerinin bazı kimyasal ve biyolojik analizlerini gerçekleştirdi. Örneklerin fenolik kompozisyonlarını RP-HPLC-DAD cihazı ile tespit edilmiş. Örneklerin antioksidan aktiviteleri, toplam fenolik madde, demir (III) indirgenme gücü (FRAP), bakır (II) indirgeme kapasitesi (CUPRAC) ve DPPH radikal temizleme kapasitesi testleri kullanılarak tayin edilmiş. Sonuçlara göre hazırlanan etanolik propolis ekstraktının toplam fenolik madde içeriğinin kestane balına göre yaklaşık 100 kat daha fazla olduğu ve antioksidan aktivitenin de daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bal ve propolis örneklerinde özellikle ferulik, sinamik, klorojenik ve kumarik asitleri bakımından zengin olduğu bulunmuştur. Bulgulara göre hem bal örneklerinin hem propolis örneklerinin fenolik asitçe zengin olduğu ve yüksak antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Biyolojik aktiviteye sahip olması sebebiyle sadece gıda sektöründe değil aynı zamanda tıp, ilaç, kozmetik gibi sektörlerde de kullanılabileceği belirlenmiştir.

Rodriguez-Malaver vd. (2009), Peru'daki on tane iğnesiz arı türünün ballarını (*Melipona crinita*, *M. eburnea*, *M. grandis*, *M. illota*, *Nannotrigona melanocera*, *Partamona epiphytophila*, *Ptilotrigona lurida*, *Scaptotrigona polystica*, *Scaura latitarsis* ve *Tetragonisca angustula*) geleneksel olarak fizikokimyasal standartlara (renk ve nem), biyokimyasal bileşenlere (flavonoidler, polifenoller, nitritler, proteinler) ve biyoaktif özelliklere (antibakteriyel aktivite, antioksidan kapasite) göre karakterize etmişlerdir. İğnesiz arılar için bal rengi 26 ila 150 mm Pfund arasında değişmiştir. *N. melanocera* ve *T. angustula* en koyu balı üretirken, *M. illota* en açık balı üretmiştir. Nem 20,8 ile 45,8 g su/100 g arasında değişmiştir, bu da iğnesiz arı balı için nemin *A. mellifera* balı standartın (20 g su/100 g) daha yüksek olduğunu teyit eder. Flavonoidler, 2,6 ila 31,0 mg quercetin eşdeğeri/100 g, nitrit, 0,30 ila 2,88 µmol nitrit/100 g, polifenoller, 99,7 ila 464,9 mg gallik asit eşdeğeri/100 g,

proteinler, 0,75 ila 2,86 g/100 g ve antioksidan kapasiteleri de 93,8–569,6 olesolol Troleks eşdeğeri/100 g arasında değişmiştir.

Saxena vd. (2010), yapmış oldukları çalışmada Hindistan ballarının bazı ticari markalarının fizikokimyasal ve antioksidan özelliklerini karakterize etmeyi amaçlamıştır. Tüm numuneler, toplam fenolik, protein, radikal temizleme aktivitesi, askorbik asit eşdeğeri antioksidan içeriği (AEAC) ve ferrik indirgeyici antioksidan potansiyeli (FRAP) seviyelerine göre önemli farklılıklar göstermiştir. Hint ballarının karşılaştırmalı çalışmaları, prolin içeriği ve AEAC ile 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH) süpürme aktivitesi arasındaki güçlü korelasyon gösterirken, fenol içeriği FRAP değerleri ile güçlü bir korelasyon göstermiştir. Bu nedenle, genel antioksidan aktivitesine prolin ve fenol içeriğinin katkıda bulunduğu görülmektedir. Bu ana faktörlerin yanı sıra, renk pigmentlerinin de (ABS460), gözlemlenen genel antioksidan aktiviteye önemli ölçüde katkıda bulunduğu belirlenmiştir.

Khalil vd. (2012), yapmış oldukları çalışmada Cezayir bal örneklerinin fiziksel (pH, nem içeriği, elektriksel iletkenlik (EC), toplam çözünmüş katı maddeler (TDS), renk yoğunluğu, toplam şeker ve sukroz içeriği), biyokimyasal ve antioksidan özelliklerini karakterize etmişlerdir (n = 4). Ortalama pH  $3,84 \pm 0,01$  ve nem içeriği  $\% 13,21 \pm 0,16$ ; ortalama EC  $0,636 \pm 0,001$  ve ortalama TDS  $316,92 \pm 0,92$ ; ortalama renk  $120,58 \pm 0,64$  mm Pfund ve ortalama 5-hidroksimetilfurfural (HMF) içeriği  $21,49$  mg/kg; ortalama toplam şeker ve indirgeyici şeker içeriği sırasıyla  $67,03 \pm 0,68$  g/mL ve  $64,72 \pm 0,52$  g/g; ortalama sukroz içeriği  $\% 2,29 \pm 0,65$ ; Fenolik ortalama değerleri (459,83±1,92 mg gallik asit/kg), flavonoid (54,23±0,62 mg kateşin/kg), askorbik asit (159,70±0,78 mg/kg), AEAC (278,15±4,34 mg/kg), protein (3381,83±6,19 mg/kg) ve prolin (2131,47±0,90) içerikleri ve DPPH ( $\% 39,57 \pm 4,18$ ) ve FRAP aktiviteleri (337,77±1,01  $\mu$ M Fe (II)/100 g) tespit edilmiştir. Flavonoid, prolin ve askorbik asit içerikleri ile DPPH ve FRAP değerleri ile renk yoğunluğu arasında güçlü pozitif korelasyonlar bulunmuştur. Bu nedenle, bu çalışma Cezayir balının iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu ortaya koymuştur.

Moniruzzaman vd. (2013), yaptıkları çalışmada dört Malezya monofloral bal türünün (gelam, longan, kauçuk ağacı ve vişne ballarının) fiziksel, biyokimyasal ve antioksidan özelliklerini manuka balına göre değerlendirmişlerdir. Bal örneklerinin antioksidan özelliklerini belirlemek için bir dizi biyokimyasal ve antioksidan test

yapılmıştır. Vişne balının, en yüksek fenolik ( $580,03 \pm 0,38$  mg galic acid/kg) ve flavonoidlerin ( $156,82 \pm 0,47$  g catechin/kg) içeriğine, yüksek DPPH radikal temizleme aktivitesine ( $59,26 \pm 3,77$ ) ve ayrıca ferrik indirgeme gücüne ( $648,25 \pm 0,90$   $\mu$ M Fe (II)/100 g) sahip olduğu belirlenmiştir. Farklı antioksidan parametreler ve çeşitli antioksidan testler arasında güçlü pozitif korelasyon gözlenmiştir. Bu, hem vişne hem de kauçuk ağacı ballarının antioksidan potansiyelini ilk kez bildiren bir çalışma olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, Malezya balı (özellikle vişne balı ve longan balı) Manuka balı ile karşılaştırıldığında iyi bir antioksidan kaynağı olarak belirlenmiştir.

Cimpoi vd. (2013), yapmış oldukları çalışmada bazı Romen ballarının bitkisel kökenleri arasında ayırım yapmak için fiziksel ve biyokimyasal özelliklerini (toplam fenolik içerik, toplam protein içeriği, toplam serbest amino asit içeriği, renk yoğunluğu (ABS450), pH, kül içeriği, antioksidan aktivite) incelemişlerdir. Altı çiçek türünden (akasya, ayçiçeği, orman, polyfloral, kireç ve Deniz Cehri) yirmi altı ticari bal incelenmiştir. Tüm numuneler, standartlarına göre (AB mevzuatına göre) önemli farklılıklar göstermiş ancak bu değerler onaylanmış sınırlar içerisinde kalmıştır. Toplam fenolik, toplam protein ve toplam serbest amino asit içerikleri ve renk yoğunluğu önemli ölçüde değişmiştir. Benzer şekilde, orman balı en yüksek antioksidan aktiviteye sahipken, en düşük antioksidan aktivite akasya balında bulunmuştur. Balların çiçek orjini ve sırasıyla fiziksel ve biyokimyasal özellikler arasında korelasyon gözlenmiştir. Ayrıca bu çalışma, botanik kaynağına bağlı olarak DPPH temizleme aktivitesinde ve baldaki toplam fenollerin içeriğinde dikkat çekici bir değişiklik olduğunu göstermiştir.

Kalın (2013), çalışmasında Türkiye'nin farklı illerinden toplanan 9 farklı bal örneğinin bazı kimyasal özellikleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Farklı illerden toplanan 9 baldan hazırlanan etanol ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri çalışılmıştır. Toplam fenolik (TPC), süperoksit radikal ve peroksinitrit-süpürücü aktiviteleri (DPPH), demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP) antioksidan kapasite belirleyicileri olarak kullanılmıştır. Referans olarak kateşin, bütillendirilmiş hidroksitolüen, askorbik asit ve troloks kullanılmıştır. Balların fenolik içeriği önemli ölçüde antioksidan aktivite ( $r^2 = 0,97$ ,  $p < 0,05$ ) ile ilişkili bulunmuştur. Bal örneklerinin nem, kül, sükroz, invert şeker, diastaz aktivitesi,

hidroksimetilfurfural içeriği ve toplam asitlik gibi kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Mineral içeriği, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) ile tespit edilmiştir. Kestane balının mineral içeriği diğerlerine göre çok daha yüksek bulunmuştur. İncelenen balların biyoaktif bileşenleri, gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS) ile belirlenmiştir. En etkili bal olan Sivas yayla balında (SBS) başlıca biyoaktif madde % 40,83 oranında nonanal olmuştur. Nonanal % 20,48 oranında Ordu akasya balı (ABO) örneğinde de tespit edilmiştir. Ayrıca majör bileşikler olarak 2,3-dihidro-3,5-dihidroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one, 2-propanone,1,3-dihydroxy-,propanal,2,3-dihydroxy-, hydrazine,1,1-dimethyl-, 2-furancarboxaldehyde,5-(hydroxymethyl)-linalool oxide cis, 1-hexanol ve decanol belirlenmiştir.

Moniruzzaman vd. (2013), çalışmada Malezya monofloral bal örneklerinin (akasya, ananas ve borneo bal) fizikokimyasal ve antioksidan özelliklerini değerlendirmiş ve bunları tualang balıyla karşılaştırmıştır. Bal örneklerinin antioksidan özelliklerini belirlemek için biyokimyasal ve antioksidan testler yapılmıştır. Tualang balı en yüksek fenolik bileşik konsantrasyonuna ( $352,73 \pm 0,81$  mg galik asit/kg), flavonoidlere ( $65,65 \pm 0,74$  mg kateşin/kg), DPPH (% 59,89), FRAP değerlerine ( $576,91 \pm 0,64$   $\mu$ M Fe (II)/100'e sahiptir) ve protein içeriği ( $4,83 \pm 0,02$  g/kg) ve ayrıca güçlü antioksidan özellik gösteren en düşük AEAC değerlerine ( $244,10 \pm 5,24$  mg/kg), sahip olduğu tespit edilmiştir. Tüm Malezya ballarının biyokimyasal ve antioksidan parametreleri arasında güçlü korelasyon bulunmuştur.

Can (2014), yapılan çalışmada Türkiye'nin değişik coğrafik bölgelerinden toplanan 60 adet bal numunesinin otantik karakterizasyonu palinolojik test ile belirlenmiştir. Kestane, püren, çam, akasya, lavanta, çalba, hayıt, geven, meşe, ayçiçeği, ihlamur, üçgül ve manuka ballarının monofloral ballardan olduğu ve 9 adet balın ise karışık floralı bal olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen değerlere göre farklı floral özelliklere sahip balların farklı fiziksel, kimyasal ve biyoaktif bileşenlere sahip olduğu, ancak koyu renkli balların daha yüksek biyoaktif bileşenlere ve ona bağlı olarak daha yüksek biyolojik aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Çalışma ile Türkiye florasına ait kestane, meşe, püren, çam, akasya, geven, ayçiçeği, çalba, hayıt, lavanta, ihlamur ve üçgül ballarının antioksidan ve antimikrobiyal yönden Manuka ballarına eşdeğer tıbbi potansiyele sahip olduğu bulunmuştur.

Kaplan (2014), yapmış olduğu çalışmada Türkiye'nin Ege bölgesinde üretilen balların bazı kimyasal içeriği belirleyerek dünya balları ile kıyaslaması yapılmıştır. Bu amaçla Ege bölgesinin değişik illerinden bunlar Muğla, Denizli, İzmir, Manisa ve Aydın'dan toplanan çam, çiçek, hayıt ve narenciye ballarının renk, nem, kül, serbest asitlik, pH, protein, şeker, prolin, HMF, diastaz sayısı, antioksidan içeriği, toplam fenol içeriği ve organik asit analizleri yapılmıştır. Sonuçların Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Sonuçlarda bazı balların HMF içeriklerinin, diastaz sayılarının ve prolin miktarlarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Khalıl vd. (2015), yapmış oldukları çalışmada bir yıl boyunca depoladıkları Tualang bal örneklerinin fiziksel, biyokimyasal ve antioksidan özellikleri üzerindeki farklı bal işleme parametrelerinin (sıcaklık, ışık, gama ışınlama, buharlaşma ve poşet ambalajlama) etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, protein ve prolin içerikleri, radyasyon ve buharlaşmanın ardından iki katına çıkmıştır. Radyasyon ve buharlaşma aynı zamanda nem içeriğini azaltarak ve antioksidan parametreleri (ferrik indirgeyici antioksidan gücü (FRAP) ve renk yoğunluğu) geliştirerek ve balın toplam çözülmüş katıları ve elektrik iletkenliğini önerilen seviyelerde tutarak bal kalitesini geliştirmiştir. Soğuk sıcaklık deposu nem içeriğini ve 5-hidroksimetilfurfural seviyelerini güvenli seviyelerde tuttu. Bununla birlikte, poşet balı durumunda, oda sıcaklığı protein, prolin ve FRAP içeriğini geliştirdiğinden soğuk sıcaklık depolanması tavsiye edilmemiştir. Bal örneklerinin ışınlanması ve buharlaştırılması, balın fiziksel, biyokimyasal ve antioksidan özelliklerini iyileştirme ve protein ve prolin içeriğini artırma eğiliminde olması nedeniyle tavsiye edilmiştir.

Kus vd. (2015), yaptıkları çalışmada, Polonya'dan temin ettikleri 14 bal türünün (nadir çeşitler içeren) 37 unifloral örneğini analiz etmişler ve manuka bal ile karşılaştırmışlardır. En aktif olanları mısır çiçeği, kekik ve karabuğdaylı ballardır. MIC'leri % 3,12-25,00 (test edilen mikro organizmaya bağlı olarak) arasında değişmiş ve genellikle manuka balımdan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ek olarak renk, antioksidan aktivite, toplam fenoller, pH ve iletkenlik değerlendirilmiş ve çeşitli parametrelerde MIC'lerin önemli korelasyonları ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur. En aktif olanlar, fenolik yönünden zengin, yüksek iletkenlik ve su içeriğine sahip, güçlü sarı renk bileşenli daha koyu ballar olarak belirlenmiştir.

Jimenez vd. (2016), yapmış oldukları çalışmada, dört, üç, iki ve mevcut yıllarda toplanmış, *Scaptotrigona mexicana* iğnesiz arı ballarının fizikokimyasal ve antioksidan özelliklerinin çoğunda önemli farklılıklar görülmemiştir. Polifenollerin konsantrasyonu, radikal 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil temizleme aktivitesi ( $R^2 = 0,930$ ) ile doğru orantılıdır. Sonuç olarak *S. mexicana* arısından elde edilen balın, fizikokimyasal ve antioksidan özelliklerinden önemli ölçüde etkilenmeden en az üç yıl saklanabileceği ve bunun piyasada pazarlama için kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.

Manhago Bueno-Costa vd. (2016), yapmış oldukları çalışmada Brezilya'nın Rio Grande do Sul eyaletinden gelen 24 bal örneğindeki fenolik bileşikleri ve karotenoidlerin içeriğini ve antioksidan ve antibakteriyel aktivitesini incelemişlerdir. Antioksidan aktivite ABTS (8,24 ila 111,48 mgtrolox.100 g<sup>-1</sup> arasında) ve DPPH (2,48 ila 17,21 mgQEA.100 g<sup>-1</sup> arasında) ile belirlenmiş ve antioksidan aktiviteler önemli ölçüde farklılık göstermiştir.

Çakır (2016), yaptığı çalışmasındaki amaç Türkiye florasına ait püren ballarının kimyasal karakterizasyonu ile biyoaktif potansiyellerini ortaya çıkarmaktır. 2014-2015 yıllarına ait Muğla yöresinden toplanan monofloral püren ballarının fiziksel (nem,Briks, renk, optik rotasyon, iletkenlik, pH), kimyasal (şeker içeriği, prolin, diastaz , HMF) ve biyoaktif özellikleri (toplam fenolik, toplam flavanoid, toplam tanen miktarları ile antiradikal, antioksidan ile antibakteriyel aktiviteleri) incelenmiştir. Sonuç olarak püren balı fenolik içeriğinin diğer ballardan yüksek olması, antibakteriyel ve antioksidan etkilerinin olduğu, besin maddesi olarak düzenli tüketilmesinin insan sağlığını korumada önemli biyoaktivitelere sahip olduğunu söylemiştir.

Kolaylı vd. (2016), çalışmalarında, kestane ballarının unifloral karakterinin üç farklı derecesinin bazı fizikokimyasal ve antiinflamatuvar, antioksidan, antimikrobiyal özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda daha yüksek unifloral karakterin biyolojik aktif bileşiklere ek olarak balın daha yüksek apitherapatik kapasitesi ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

Biluca vd. (2017), yapmış oldukları çalışmada dokuz farklı iğnesiz arı türünün (Meliponinae) on üç bal numunesinin mineral, fenolik bileşimi, antioksidan

kapasitesi ve biyolojik olarak işlenebilirliği belirlemişlerdir. Mevcut çalışmada, iğnesiz arı balının önemli fenolik bileşen konsantrasyonu ve makromineraler (K, Ca, Na ve Mg) içerdiği ayrıca doğal antioksidan kaynağı olduğunu öne süren antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Abu Bakar vd. (2017), yapmış oldukları çalışmada iki Malezya iğnesiz arısı (Malezya yarım adasının güney bölgesindeki farklı bölgelerinden toplanan *Heterotrigona itama* ve *Geniotrigona thoracica*) tarafından üretilen çiğ işlenmemiş bal örneğinin fizikokimyasal, fitokimyasal, besinsel bileşim ve antioksidan kapasitesini incelemişlerdir. Bal örneğinin en yüksek antioksidan potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca antioksidan potansiyeli Manuka balından da daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

El-Haskoury vd. (2017), yılında yapmış oldukları çalışmada, Fas'ın farklı coğrafi bölgelerinden toplanan sekiz adet çiçek keçiyoynuzu balını fizikokimyasal özellikler, temel mineral içeriği ve antioksidan aktivite açısından incelemişlerdir. Balların, bal standart kodeksinde belirtilen kriterlere göre kimyasal ve besinsel nitelikleri artırılmıştır. Serbest radikal temizleme, indirgeme gücü ve toplam antioksidan aktiviteye dayanan yöntemlerle antioksidan aktiviteleri araştırılmış ve bal örneklerinin antioksidan kapasitesi, toplam fenol ve flavonoid içeriği gibi biyokimyasal bileşenleri ile korele edilmiş ve en iyi antioksidan kapasitesi Taounate'den temin edilen bal ile doğrulanmıştır.

Amuche Nweze vd. (2017), yılında yapmış oldukları çalışmada Nijerya iğnesiz arı bal çeşitlerinin (*Melipona sp.* ve *Hypotrigona sp.*) fiziksel, biyokimyasal ve antioksidan özelliklerini, standart analitik prosedürler kullanarak *Apis mellifera* balı ile karşılaştırmışlardır. *Hypotrigona sp.* Bal örnekleri diğer bal örnekleri ile karşılaştırıldığında en yüksek ortalama toplam çözünmüş katı madde ( $370,01 \pm 22,51$  ppm), hidroksimetilfurfural ( $16,58 \pm 0,37$  mg/kg), toplam asitlik ( $35,57 \pm 0,42$  meq/kg), protein içeriği ( $16,58 \pm 0,37$  g/kg), fenol içeriği ( $527,41 \pm 3,60$  mg/kg) ve askorbik asit ( $161,69 \pm 6,70$  mg/kg), antioksidan eşdeğeri–askorbik asit deney değeri ( $342,33 \pm 0,78$  mg/kg) ve ayrıca ferrik indirgeme gücü ( $666,68 \pm 1,73$   $\mu$ M Fe (II)/100 g) olarak tespit edilmiştir (p < 0,05). Balların bazı parametreleri arasında güçlü korelasyon gözlenmiştir. Sonuçlar, bu balların (özellikle *Hypotrigona sp.* bal), *A. mellifera* balıyla karşılaştırılabilir iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu göstermiştir.

Koby (2017), yaptığı çalışmada organik kestane balına farklı oranlarda ekme mayası, propolis, polen, elma sirkesi, nohut ilave edilerek yüzey kültür yöntemi ile üretilen 11 çeşit bal sirkesinin bazı fiziksel, kimyasal ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi ve standartlara uygunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Ayrıca biyoaktif özellikler açısından da elma ve üzüm sirkeleri ile karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 110 g organik kestane balı içeren kavanozların briksi su ile % 15 olacak şekilde toplam 11 adet hazırlanmıştır. Sonuç olarak üretilen tüm örneklerin sirkelerde önemli bir kalite kriteri olan asitlik açısından Türk Gıda Kodeksi mevzuatına uygun olduğu, fenolik madde içeriği zengin ve yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Gül ve Pehlivan (2018), yaptıkları çalışmada Türkiye'nin çeşitli coğrafi bölgelerinden temin ettikleri 23 farklı monofloral bal örneğinin kimyasal, biyokimyasal ve antimikrobiyal özelliklerini incelemişlerdir. Bal örneklerinin çiçek orjini ve antioksidan özellikleri belirlenmiştir. Bal örneklerinin antioksidan özelliklerini belirlemek için, toplam fenolik içerikli dört test metodu (DPPH, demir indirgeme gücü ve b-karoten linoleik asit emülsiyon metodu) kullanılmıştır. Bal örnekleri arasındaki antioksidan aktivite analizi sonucunda, ormangülü ve maydanoz balı fenolik bileşiklerin miktarı ve antioksidan aktivite açısından en belirgin sonuçları göstermiştir. Öte yandan, akasya ve turuncgil balı örnekleri en düşük antioksidan aktivite göstermiştir. Dört yöntem arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiş ve bal örneklerinin antioksidan aktiviteleri önemli derece farklı bulunmuştur ( $P < 0,01$ ).

Tuksitha vd. (2018), *Geniotrigona toracica*, *Heterotrigona itama* ve *Heterotrigona erythrogastra*'da üretilen Malezya iğnesiz arı balının fizikokimyasal özelliklerini, antioksidan aktivitesini ve antimikrobiyal aktivitesini incelemişlerdir. *H. itama* balının, flavonoid ( $17,67 \pm 0,75$  mg/ml), indirgeme gücü ( %  $18,10 \pm 0,35$ ), DPPH ( $47,40 \pm 3,18$ ) ve FRAP ( $50,66 \pm 5,77$  mM  $Fe^{2+}/100$  g) değerleri diğer ballarınkinden önemli ölçüde yüksek iken; *G. thoracica* balının, en yüksek konsantrasyonda toplam fenolik içerdiği ( $99,04 \pm 5,14$  mg/ml) ve en yüksek indirgeme gücüne ( $19,05 \pm 0,79$ ) sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre iğnesiz arı balları doğal antioksidanlar olarak işlev görebilen ve ayrıca önemli bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olan önemli miktarlarda fenolik ve flavonoid bileşikler içermektedir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Bal numunelerin toplanması

Bu araştırmada materyal olarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin şırnak il ve ilçelerinde 2018 yılında üretilen 15 farklı bal örneği kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bal örneklerinin tümü şırnak il ve ilçelerinde üretim yapan arı yetiştiricilerinden temin edilmiştir. Bal örnekleri, 300 gramlık cam kavanozlarda toplanmış, uygun oda koşullarında(+4 °C) saklanılmıştır. Tüm bal örnekleri toplandıkları bölgelere göre kodlanmıştır (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1** Bal numunelerinin alındığı bölgeler ve koordinatları

| S.NO | NUMUN<br>E KODU | ALINAN BÖLGE                  | RAKIM<br>(METRE) | KOORDİNAT |         |
|------|-----------------|-------------------------------|------------------|-----------|---------|
|      |                 |                               |                  | ENLEM     | BOYLAM  |
| 1    | B1              | Güçlükonak – Yağızoymak Köyü  | 910              | 37.574°   | 42.006° |
| 2    | B2              | Silopi – Doruklu Köyü         | 429              | 37.267°   | 42.317° |
| 3    | B3              | şırnak – Balveren Köyü        | 1310             | 37.483°   | 42.546° |
| 4    | B4              | Silopi – Kavaközü Köyü        | 365              | 37.224°   | 42.345° |
| 5    | B5              | Beytüşşebap – Yeşilöz Köyü    | 2255             | 37.687°   | 43.426° |
| 6    | B6              | Beytüşşebap – Dönmezler Köyü  | 1760             | 37.602°   | 42.873° |
| 7    | B7              | Beytüşşebap – Yenice Köyü     | 1700             | 37.617°   | 42.889° |
| 8    | B8              | Beytüşşebap – Söğütçe Köyü    | 2280             | 37.598°   | 43.249° |
| 9    | B9              | Uludere – Bağlıca             | 1155             | 37.424°   | 42.755° |
| 10   | B10             | Uludere – Bulakbaşı Köyü      | 1530             | 37.427°   | 42.906° |
| 11   | B11             | şırnak – Gabar Dağı           | 1489             | 37.465°   | 42.173° |
| 12   | B12             | şırnak – Kumçatı              | 564              | 37.465°   | 42.287° |
| 13   | B13             | Beytüşşebap – Faraşın Yaylası | 2740             | 37.690°   | 43.416° |
| 14   | B14             | Cizre – Düzova Köyü           | 616              | 37.354°   | 42.090° |
| 15   | B15             | Beytüşşebap – Tuzluca Köyü    | 2437             | 37.604°   | 43.032° |

### 3.1.2 Kullanılan kimyasallar

Çalışmada kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıkta olup Merck (Darmstadt, Almanya), Fluka (Buchs, İsviçre), Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Germany firmalarından temin edilmiştir. Toplanan bal numunelerindeki 21 mineral element ve ağır metalin tayini için Merck firmasından temin edilen 1000 mg/L derişimlerde tekli metal standart çözeltileri kullanılmıştır.

### 3.1.3 Kullanılan cihazlar

Bu çalışmada LC-RID, Elite LaChrom, Hitachi (Japonya), UV-VİS Spektrofotometre, Spectro UV-VİS Double Beam PC LaboMed Inc. (Los Angeles, CA, USA), pH metre, Mettler Toledo (Schwerzenbach, Switzerland), hassas terazi, Presica LX 320 A (Dietikon, Switzerland), saf su cihazı, Human, Zeneer Navi UP (Song Pa-Ku, Seoul, Korea), refraktometre, Atago, polarimetre, Beta PPP7 Optical Activity (England), iletkenlik ölçüm cihazı, WTW inoLab Cond/720 (Germany), renk ölçüm cihazı, CM\_2500 c portatif spektrofotometre konica minolta (China), yarı otomatik pipetler, Eppendorf Research® Plus Hamburg (Germany) cihazları kullanılmıştır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Numunelerin fiziko-kimyasal analizleri

Bal örneklerinin nem, iletkenlik, optik çevirme açısı TSE ve AOAC (1990) tarafından bildirilen yöntemlere uygun olarak yapılmıştır.

### 3.2.2 Nem tayini

Refraktometre (Atago, Germany) kullanılarak ölçülen kırılma indisleri sıcaklığına göre düzeltilerek % nem değerleri olarak ifade edilmiştir (AOAC, 1990).

### 3.2.3 Renk tayini

Bal numunelerinin rengi, Hunter (L, a, b) renk ölçüm sisteminde Minolta aygıtı ile ölçülmüştür.

### 3.2.4 Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik ölçümü 10 gram balın 100 mL saf su ile tamamlanarak hazırlanan bu çözeltide ölçülmüştür. Balın elektriksel iletkenliği 25 °C'de mS/cm (micromhos/cm) olarak ifade edilmiştir.

### 3.2.5 Optik çevirme açısı ( $\alpha$ -rotation)

Örnekleri optik çevirme açısı bir polarimetre kullanılarak (Beta PPP7 Optical Activity, England) tayin edilmiştir: 12 g bal örneği ve 10 ml Karrez reaktifi (I ve II) 30 dakika karıştırılmış, hacmi 100 ml'ye tamamlanmış ve okuma yapılmıştır (Junk ve Pancoast, 1973).

### 3.2.6 Diastaz aktivite tayini

Diastaz aktivitesi, deney koşullarında 40 °C'de, bir saat içinde % 1'lik nişastayı belirlenen son noktaya (0,235 absorbansa ulaşmak için gereken süre) dönüştürecek enzimin miktarı olarak tanımlanmıştır. Sonuçlar bir gram bal başına Schade birimi veya Gothe birimi şeklinde ifade edilmiştir (Bogdanov, 2002). Baldan 1 g tartılır, 2 mL saf suda çözülür. 0,5 mL pH, 5,3 asetat tamponu, 0,5 M 0,3 mL NaCl çözeltisi koyulduktan sonra son hacim 5 mL tamamlanır. 40 °C su banyosuna ayrı ayrı tüplerde 2 mL bal+1 mL nişasta koyularak 15 dak. bekletilir. Süre sonunda 1 mL bal üzerine 0,5 mL nişasta ve 2 mL saf su ilave edilerek karışım 660 nm'de absorbans değerleri ölçülür. 0,235 absorbansa denk gelen süre tespit edilir. 300/tx değeri balın diastaz sayısını verir.

### 3.2.7 Prolin tayini

Balların prolin tayini spektrofotometrik olarak prolin aminoasitinin ninhidrin ile renkli kompleks oluşturması esasına dayanmaktadır (Ough, 1960).

Polin standardından 40 mg tartılarak 50 mL'de çözülmüştür. Hazırlanan stok prolin standardı 0,5 ml-1,0 ml ve 2,0 ml alınarak balon jöjelerde 25 mL'ye seyreltilerek standart prolin çözeltileri hazırlanmıştır. Bu çözeltilerden 0,5'er mL alınarak cam tüplere konulmuş, üzerlerine 1 mL formik asit ve 1 mL % 3'lük ninhidrin çözeltisi ilave edilip tüpler dikkatlice ve kuvvetlice 15 dak. çalkalanmıştır. Çalkalama bitiminde kaynayan su banyosunda 15 dak. bekletilip, sonra 70 °C'lik su banyosunda 10 dak. tutulmuştur. Sürenin hemen bitiminde tüplere 5 mL % 50'lik 2-propanol çözeltisi ilave edilmiştir. Tüpler alt üst edilerek spektrofotometrede 510 nm'de okunmuştur.

### 3.2.8 HPLC-RI dedektörü ile şeker tayini

Bu metot ile ballarda 8 farklı şeker parametresi (fruktoz, glukoz, sukroz, maltoz, riboz, trehaloz, melesitoz, melebioz) tayin edilmiştir. Bu yöntemin esası, filtre edilmiş bal çözeltilerinin şeker içeriği RI-dedektör ile HPLC'de tayinine dayanmaktadır. Geliş zamanlarına göre pikler belirlenmiştir (Bogdanov ve Baumann, 1998).

Yöntemde her bir bal numunesinden 1 g tartılarak 10 mL ultra saf suda çözülmeye işleminden sonra 0,45 µm filtreden geçirilerek viallere alınmıştır. Analiz için Elite LaChrom, Hitachi HPLC cihazı kullanılmıştır. Analizler ters faz – NH<sub>2</sub> kolonu (200 / 4,6 Nucleosil 100-5 NH<sub>2</sub>) kolonu kullanılarak ve % 79 asteinitril ve % 21 ultra saf su izokratik program uygulanarak gerçekeştirilmiştir. Numune ve standartların enjeksiyon hacmi 25 µL'ye, mobil faz akış hızı 1,2 mL.dk<sup>-1</sup>'ya ve kolon sıcaklığı kolon fırında 30 °C'ye ayarlanarak çalışma optimizasyonu sağlanmıştır (Can vd. 2015).

### 3.2.9 ICP-MS metal analizi

Bal numunelerinin ICP-MS metal analizi için numuneleri sulu faza alınması için Milestone (Brøndby, Danimarka) EthosEasy model mikrodalga fırın kullanıldı. Elde edilen bal çözeltilerinin içerdiği mineral element ve ağır metallerin tayinleri Agilent Technology (Santa Clara, Kaliforniya, ABD) firmasının ürettiği 7800 model ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spektrometer) cihazı kullanıldı.

Mikrodalga parçalama/ICP-MS tayin yönteminin doğruluğunu test etmek için ekleme/geri kazanma (spiked/recovery) testleri ve standart referans materyal analizi (CRM NIES No. 7 Tea Leaves) ile kanıtlandı. ICP-MS cihazının optimum çalışma koşulları ve analitik performansı Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’de özetlenmiştir. Ayrıca ölçümler için çizilen kalibrasyon grafikleri de Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de verilmiştir.

Yöntemin algılama limiti (LOD, Limit of Detection), tayin limiti (LOQ, Limit of Quantification) ve BSS (Bağlı Standart Sapma) değerleri, her bir metalin 10 µg/L derişimindeki çözeltisi ICP-MS’de 20 kez ölçüldü ve elde edilen sonuçların standart sapmasının 3 katı LOD, 10 katı da LOQ olarak değerlendirildi. Ayrıca, elde edilen standart sapma değerinden Eşitlik (1)’deki formül yardımıyla da 21 elementin bağlı standart sapma değerleri hesaplandı (Çizelge 3.3).

$$BSS (\%) = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \quad (1)$$

*BSS* : Bağlı standart sapma

*s* : Standart sapma (mg/L veya µg/L)

$\bar{x}$  : Ortalama (mg/L veya µg/L)

**Çizelge 3.2** Agilent 7800 ICP–MS cihazının çalışma şartları

---

|                    |  |
|--------------------|--|
| Nebulizatör        | : Low flow quartz concentric 0.2 mL min <sup>-1</sup>  |
| Spray chamber      | : Quartz, low-volume, Scott-type double-pass water cooled  |
| Peristaltic Pump   | : Low-pulsation, high-precision 10-roller peristaltic pump with 3 channels   |
| Cell geometry      | : Octopole   |
| Sampling cone      | : 1 mm diameter orifice, Ni-tipped   |
| Skimmer cone       | : 0.4 mm diameter orifice, Ni  |
| RF generator       | : 27 MHz, 1400–1500 W, in steps of 10 W power  |
| Reflected power    | : <10 W  |
| Plasma gas flow    | : 15 L min <sup>-1</sup>   |
| Nebulizer gas flow | : 0.95–1.00 L min <sup>-1</sup>  |
| Auxiliary gas flow | : 0.99 L min <sup>-1</sup>   |
| Expansion stage    | : 2.0 mbar   |
| Intermediate stage | : $2.0 \times 10^{-4}$ – $3.0 \times 10^{-4}$ mbar   |
| Analyzer stage     | : $1.0 \times 10^{-6}$ – $2.0 \times 10^{-6}$ mbar   |
| Octopole bias      | : –8 V   |
| Quadrupole bias    | : –3 V   |
| Isotope            | : <sup>11</sup> B, <sup>23</sup> Na, <sup>24</sup> Mg, <sup>27</sup> Al, <sup>28</sup> Si, <sup>31</sup> P, <sup>39</sup> K, <sup>43</sup> Ca, <sup>52</sup> Cr, <sup>55</sup> Mn, <sup>56</sup> Fe, <sup>59</sup> Co, <sup>60</sup> Ni, <sup>63</sup> Cu, <sup>66</sup> Zn, <sup>75</sup> As, <sup>78</sup> Se, <sup>88</sup> Sr, <sup>111</sup> Cd, <sup>137</sup> Ba, <sup>208</sup> Pb |
| Internal standard  | : <sup>45</sup> Sc, <sup>89</sup> Y, <sup>185</sup> Re, <sup>209</sup> Bi  |

---

Çizelge 3.3 Agilent 7800 ICP–MS Cihazının Analitik Özellikleri

|                             | <sup>11</sup> B  | <sup>23</sup> N<br>a | <sup>24</sup> M<br>g | <sup>27</sup> Al     | <sup>28</sup> Si | <sup>31</sup> P  | <sup>39</sup> K  | <sup>44</sup> Ca      | <sup>52</sup> Cr      | <sup>55</sup> Mn      | <sup>56</sup> Fe      |
|-----------------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>LOD,</b><br><b>µg/kg</b> | 32,8             | 22,9                 | 14,7                 | 23,7                 | 292,<br>1        | 77,8             | 197,<br>8        | 73,4                  | 0,9                   | 0,4                   | 10,4                  |
| <b>LOQ,</b><br><b>µg/kg</b> | 109,<br>2        | 76,5                 | 49,1                 | 79,1                 | 973,<br>7        | 259,<br>3        | 659,<br>4        | 244,<br>7             | 3,0                   | 1,5                   | 34,7                  |
| <b>BSS, %</b>               | 1,6              | 3,0                  | 1,0                  | 4,7                  | 5,7              | 4,1              | 0,9              | 1,6                   | 1,7                   | 2,3                   | 3,4                   |
|                             | <sup>59</sup> Co | <sup>60</sup> Ni     | <sup>63</sup> Cu     | <sup>66</sup> Z<br>n | <sup>75</sup> As | <sup>78</sup> Se | <sup>88</sup> Sr | <sup>111</sup> C<br>d | <sup>137</sup> B<br>a | <sup>201</sup> H<br>g | <sup>208</sup> P<br>b |
| <b>LOD,</b><br><b>µg/kg</b> | 0,1              | 1,3                  | 0,6                  | 23,6                 | 1,7              | 2,1              | 0,5              | 41,7                  | 0,5                   | 0,2                   | 0,2                   |
| <b>LOQ,</b><br><b>µg/kg</b> | 0,2              | 4,2                  | 2,2                  | 78,5                 | 5,5              | 7,1              | 1,8              | 139,<br>1             | 1,8                   | 0,6                   | 0,7                   |
| <b>BSS, %</b>               | 3,8              | 3,8                  | 2,7                  | 2,9                  | 2,2              | 5,3              | 2,9              | 2,1                   | 3,1                   | 3,6                   | 2,7                   |

LOD, Limit of Detection, Algılama Limiti

LOQ, Limit of Quantification, Tayin Limiti

BSS, Bağıl Standart Sapma

Her bir bal numunesinden mikrodalga fırınının teflon beherlerine 0,1 mg hassasiyette yaklaşık 0,5 g tartıldı. Üzerlerine 9 mL HNO<sub>3</sub> (nitrik asit) ve 1 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hidrojen peroksit) ilave edildi. Yüksek basınçta ve sıcaklıkta yaklaşık 20 dakika süre ile parçalama (yakma) işlemi gerçekleşti. Elde edilen berrak çözeltiler balon jodede saf su ile 50 mL'ye kantitatif olarak tamamlandı ve içerdikleri mineral element ve ağır metaller ICP-MS'de mg/L veya µg/L birimi cinsinden tayin edildi. Daha sonra bu birimler aşağıdaki Eşitlik (2)'ye göre ppm (mg/kg) ve ppb'ye (µg/kg) dönüştürülmüştür.

$$ppm (mg/kg) \text{ veya } ppb (\mu g/L) = \frac{C \times V}{m} \quad (2)$$

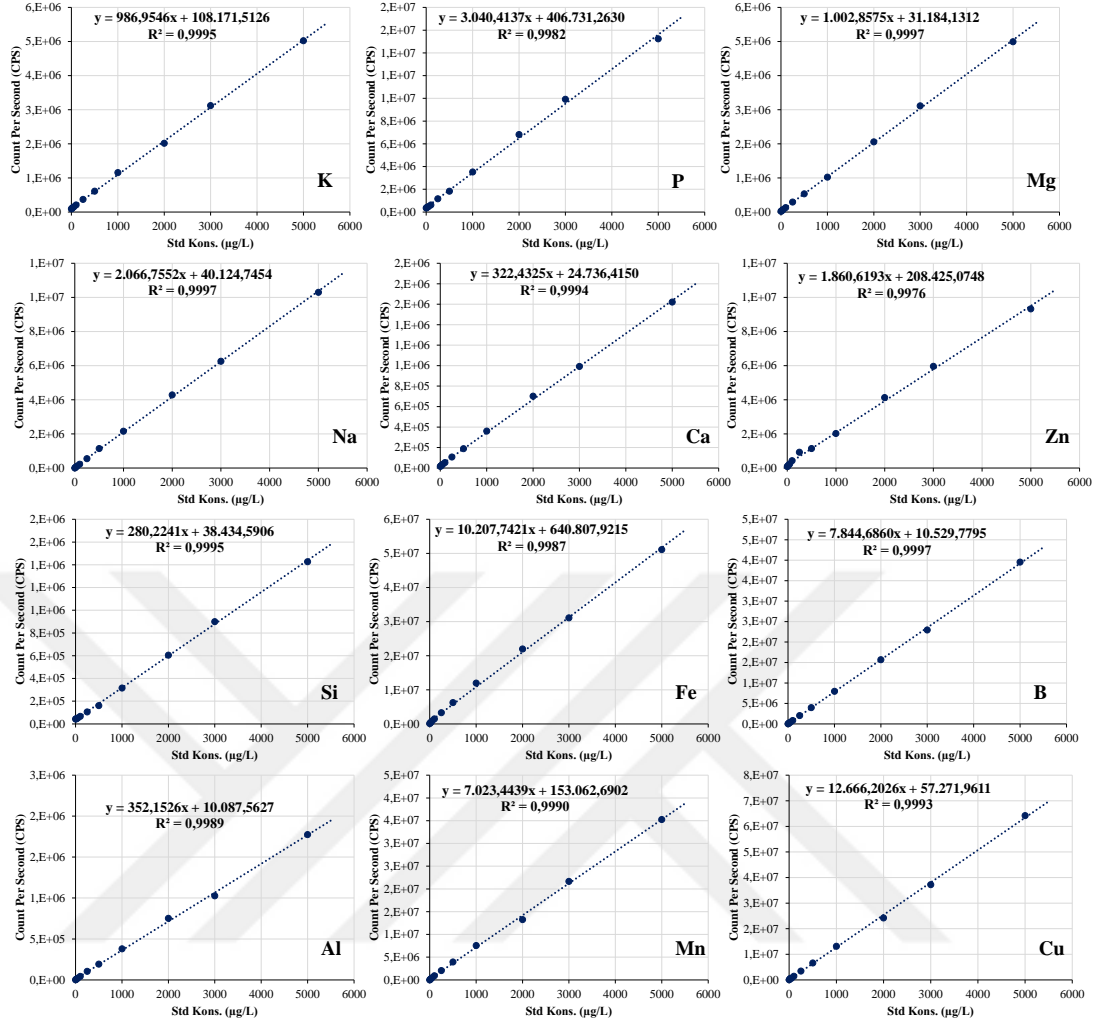
*ppm* : Part per million (milyonda kısım)

*ppb* : Part per billion (milyarda kısım)

*C* : Çözeltideki konsantrasyon (mg/L veya µg/L)

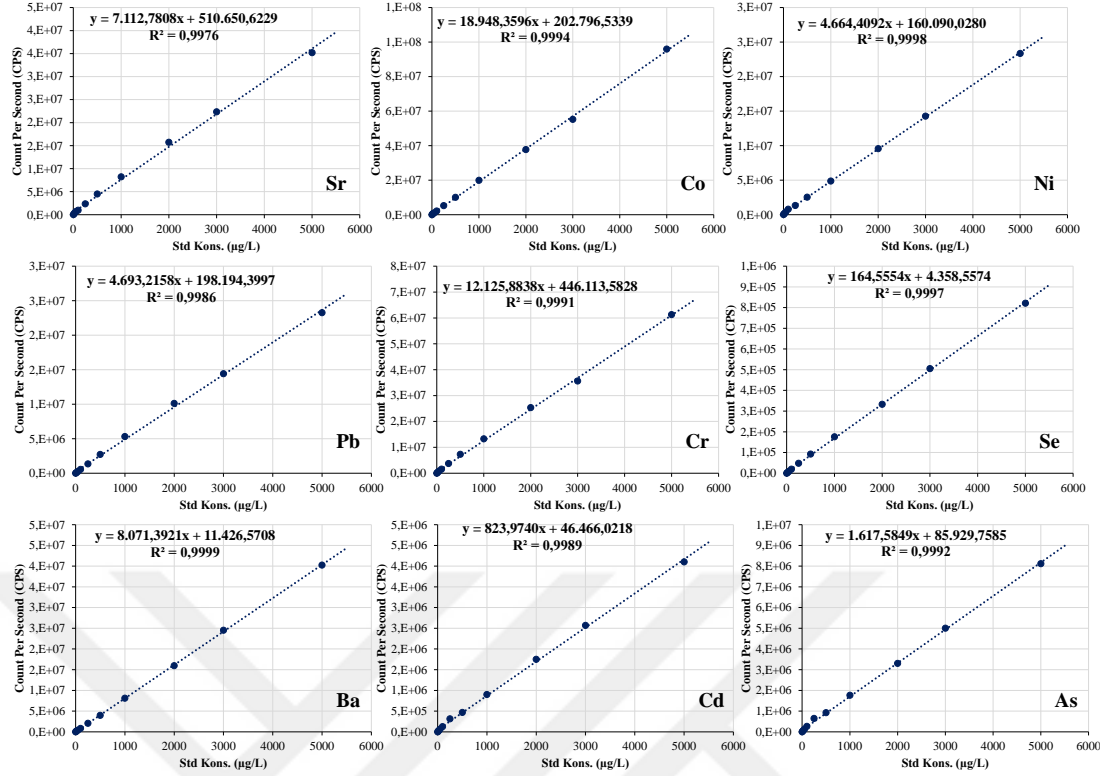
*V* : Seyreltilen hacim (mL)

*m* : Tartılan kütle (g)



Şekil 3.1 ICP-MS’de ölçümler için çizilen kalibrasyon grafikleri (1)





Şekil 3.2 ICP-MS’de ölçümler için çizilen kalibrasyon grafikleri (2)

### 3.2.10 Antioksidan analizler

#### 3.2.10.1 Numunelerin hazırlanması

Bal numuneleri analizi için her bir bal numunesinden 5'er g tartılarak üzerine 50 mL metanol ilave edilerek 24 saat boyunca oda sıcaklığında hazırlanan ekstraktlar magnetik karıştırıcı kullanılarak hazırlandı ve süre sonunda mevcut katı partiküllerinden kurtulmak için çözeltiler mavi süzgeç kağıdı yardımıyla süzülmüştür. Olası partikülleri gidermek adına 0,45 µm'lık filtreden geçirilerek ekstraktların son hacmi metanol ile belirlenmiştir.

#### 3.2.10.2 Toplam fenolik madde miktarı

Yöntem ballarda bulunan fenolik maddelerin Folin Ciocalteu reaktifi ile renkli kompleks oluşturması esasına dayanan Folin (Singleton ve Rossi, 1965; Singleton

vd. 1999) metodu doğal ürünlerde toplam fenolik madde ölçümü için en çok kullanılan yöntemdir. Bu rengin spektrofotometrik ölçümü ile toplam polifenolik madde miktarı tespit edilmiştir. Yöntemin esasında öncelikle numune ve standartlara 680 µL saf su ardından 400 µL Folin-Ciocalteu reaktifi eklenir. 20 µL numune çözeltisinden ve değişik konsantrasyonlarda hazırlanan standart çözeltisinden ilave edilerek vortekslenerek 3 dak. beklenir. Son olarak % 10'luk 400 µL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilerek vortekslleme işlemi yapıldıktan sonra karanlık ortamda 2 saat inkübasyona bırakılır. Süre sonunda 760 nm'de absorbans değerleri belirlenmiştir.

### 3.2.10.3 Toplam flavonoid tayini

Fenolik bileşiklerden flavonollerin tayini Fukumoto ve Mazza (2000)'ya göre yapılmıştır. Hazırlanmış metanol bal ekstraktları çalışmada kullanılmıştır. Aynı zamanda standart olarak Kuarsetinin 0,25, 0,125, 0,0625, 0,03125, 0,015625 mg/mL'lik bir seri çözeltisi metanol içerisinde hazırlanmıştır. Çalışmada numune ve standartlara ait pipetlemeler numune değişen konsantrasyonlarda 0,5 mL ilave edilmiş, mutlak metanol 4,3 ml % 10'luk Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 0,1 ml, 1 M NH<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>COO 0,1 ml ilave edilerek 40 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmış ve 415 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür.

Konsantrasyona karşılık bulunan absorbans değerleri ile grafik çizilmiştir. Çizilen grafiğe göre bal ekstraktlarının toplam flavonol miktarı bulundu, seyreltme faktörleri de dikkate alınarak asıl numunenin mg Kuarsetin eşdeğeri/g bal olarak flavonol miktarı bulunmuştur.

### 3.2.10.4 Kondanse tanen madde miktarı

Kondanse tanen metodunu Julkunen-Titto (1985) göre yapılmıştır. Standart olarak kateşinin kullanılmıştır (1-0,03125 mg/mL). Çalışmada numune ve standartlara ait pipetlemeler numune değişen konsantrasyonlarda 25 µL ilave edilecek, % 4'lük vanillin 750 µL ve % 37'lik HCl asitden 375 µL ilave edilerek 20 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakılarak 500 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Konsantrasyona karşılık bulunan absorbans değerleri ile standart grafiği çizilmiştir.

Çizilen grafiğe göre propolis örneklerinin toplam flavonoid madde miktarı bulunmuştur. Sonuçlar mg kateşin eşdeğerliği/g numune olarak verilmiştir.

### **3.2.10.5 Demir (III) indirgeme / antioksidan kapasite testi (FRAP)**

FRAP yöntemi, doğal ürünlerin antioksidan kapasitelerinin tayininde en sık kullanılan yöntem olup antioksidan maddelerin Fe (III)- TPTZ kompleksinde bulunan Fe (III) iyonunun indirgenmesi esasına dayanan ve hidrojen transferine dayanan bir yöntemdir. Metod ilk olarak Oyaizu (1986) tarafından geliştirilmiş ve sonra Benzie ve Strain (1999) tarafından modifiye edilmiştir. Çözeltide bulunan antioksidan maddeler tarafından indirgenen Fe (III) 593 nm' de absorban verir. Absorbans ne kadar yüksek olursa antioksidan aktivite o kadar yüksektir. Sonuçlar  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  değeri cinsinden ifade edilmiştir. Yöntemde hazırlanan metanolik bal ekstraktlarının herbirinde 100  $\mu\text{L}$  alınarak üzerinde 3 mL hazırlanan FRAP reaktifi (25 mL asetat tamponu; 2,5 mL TPTZ; 2,5 mL  $\text{FeCl}_3$ ) çözeltisi eklenerek 4 dk süre sonunda 593 nm'de okuma işlemi gerçekleştirilir. Sonuçlar standart antioksidan madde olan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  karşılaştırılarak  $\mu\text{mol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$  numune cinsinden verilmiştir.

### **3.2.10.6 DPPH radikali temizleme aktivitesi**

DPPH radikali (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) 100  $\mu\text{M}$ 'lık metanolik çözeltisi hazırlanarak kullanılmıştır. Denemelerde Cuendet vd. (1997) metoduna göre yapılmıştır. Elde edilen örneklerin metanolik ekstratları 5 farklı konsantrasyonları hazırlanmıştır. Hem hazırlanan örneklerden hem de DPPH çözeltisinden eşit hacimde (750  $\mu\text{L}$ ) alınarak vortekslenir ve karanlık ortamda 50 dakika inkübasyona bırakılır ve süre sonunda DPPH'in maksimum absorban verdiği 517 nm'de okuma yapılır. Okunan absorbanlara karşılık gelen konsantrasyonlar grafiğe geçirilerek  $\text{SC}_{50}$  değerleri mg/mL cinsinden hesaplanmıştır. Bütün numuneler 3 tekrarlı çalışılmıştır. Reaktif körü olarak DPPH çözeltisi ve numunenin çözüldüğü çözelti kullanılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çalışmada Türkiye'nin Şırnak ili ve ilçe köylerinden farklı rakımlarda üretilen 15 çiçek balının fiziko-kimyasal özellikleri ve antioksidan aktivitesi belirlendi. Balların fiziksel özellikleri belirlenmesi öncelikle balların nem, pH, iletkenlik, briks, optik rotasyon, renk analizleri yapıldı (Çizelge 4.5). Ballarda yapılan nem analizi, balların raf ömürlerinin belirlenmesinde önemli bir kriterdir. Aynı zamanda balın nem oranı bölgenin iklimine göre, hasat zamanına göre değişim göstermektedir (Oddo ve Piro, 2004; Bogdanov vd. 2004). Balların nem analizi sonuçları % 16 ile % 22 arasında değişim göstermektedir. Türk Gıda Kodeksinde (TSE) ve diğer kodekslere (CEU, IHC vb.) göre balda nem içeriği çiçek ve salgı balında en fazla % 20 olmalıdır. Ancak çiçek ballarında bu oran en fazla % 23'e kadar çıkabileceği ifade edilmiştir. Mevcut çalışmada kullanılan bazı balların % 20'nin üzerinde nem içeriğine sahip olduğu belirlendi. Nem oranı yüksek çıkan balların fermantasyona karşı dayanıksız olarak nitelendirebiliriz. Balların aynı zamanda briks dereceleride ölçülmüştür. Ballarda ki briks değeri suda çözünen maddenin yüzdesidir ve balın briksi daha çok içeriğinde ki şekerden kaynaklanmaktadır (Cavia vd. 2002). Hileli olmayan balın briks derecesi % 78,8-84,0 arasında değişim göstermektedir. Balın briks derecesi sadece şeker içeriği ile değil aynı zamanda da nemiyle de ilişkilidir (Conti, 2000).

Salgı ve çiçek ballarının ayırt edilmesinde önemli faktörlerden biri de elektriksel iletkenliğidir. Çalışmadaki elektriksel iletkenlik Çizelge 4.5'te verilmiştir. Balların iletkenlikleri 0,632-1,373 mS/cm arasında değişim göstermektedir. Ballarda elektriksel iletkenliği esas olarak balın mineral madde içeriğine dayanmaktadır (Andrade vd. 1997; Ruoff, 2006). En yüksek elektriksel iletkenliğe sahip olan bal numunesi B-8 kodlu olan baldır. B-8 kodlu olan balın Pb içeriğinin diğer ballara göre daha yüksek bulunmuştur.

Balın yapısında çoğunluğunu mono ve oligosakkaritler içerdikleri için asimetric karbon atomuna sahip olup, optikçe aktiflerdir. Bir diğer ifadeyle polarize ışığı sağa (+) veya sola (-) doğru çevirebilmektedir. Balın polarize ışığı çevirme açısı  $\alpha$ -rotasyon değeri bal tipine göre değişim göstermektedir. Ballar rotasyonlarına göre iki gruba ayrılmaktadır. Salgı balları polarize ışığı sağa çevirmesiyle pozitif rotasyona

sahip iken çiçek balları polarize ışığı sola çevirmesiyle negatif rotasyona sahiptir (Berretta vd. 2005; White, 1989). Mevcut çalışmada kullanılan balların hepsi polarize ışığı sola çevirdikleri için çiçek balı olup, negatif değere sahiptirler.

Balın en önemli kalite parametrelerinden biride asitlik derecesidir. Balın asitliğini belirleyen faktörler mineraller, organik asitlerin yanında aminoasitler ve şekerlerdir (Ötleş, 1995). Bal içerisinde asetik, bütirik, formik, laktik, malik, süksinik, glikonik gibi asitler bulunmaktadır (Hışıl ve Börekçioğlu, 1986). Balda en fazla bulunan asit glikonik asittir. Bu asitin kaynağında glikozidaz enzimi faaliyeti sonucu açığa çıkmaktadır. Balın pH'sı 3,5-5,5 arasında değişim göstermektedir. Çalışmada balların pH değerleri 4,07 ile 4,48 arasında değişim göstermektedirler.

Balın sınıflandırılmasının önemli özelliği rengidir. USDA'ya göre balın rengi çeşitli tonlarda doğal olarak değişim gösterir. Açık sarıdan kehribar, koyu sarı ve siyah, aşırı durumlarda bazen yeşil veya kırmızı tonları olabilir (Can, 2014). Çalışmadaki balların renk değerleri Çizelge 4.5'teki gibidir. İşlem görmemiş bir balın rengi botanik orjinine bağlıdır. Flora ve iklim koşullarına göre balın rengi de değişiklik gösterir. L değeri düşük olan balların rengi daha koyu, L değeri yüksek olan balların rengi ise daha açık olduğu tespit edilmiştir. Buna göre en koyu renkli B-9, en açık renkli ise B-7 nolu bal olduğu tespit edilmiştir.

Ballarda yapılan araştırmalarda yaklaşık 27 tane serbest aminoasit tespit edilmiş ve bu aminoasitlerden % 50-85'i prolin aminoasidi olduğu belirlenmiştir (Mutlu vd. 2017). Baldaki prolin miktarı floraya göre değişim göstermektedir. Aminoasit bileşimin çoğunluğu, toplanan nektardan ve toplanan nektarın arı tarafından bala dönüştürürken salgıladığı sıvıda olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ballardaki prolin değeri 309,13 ile 489,07 mg/kg arasında değişim göstermektedir Çizelge 4.3'teki gibidir. Doğal ballarda prolin değeri 180 mg/kg üzerinde olması gerektiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada da tüm ballardaki prolin değerinin 180 mg/kg üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Balda doğal olarak bulunan diastaz enzimi balın tazeliği ve ısıtılma maruz bırakılıp bırakılmadığının göstergesidir. Diastaz aktivitesi ve hidroksimetilfurfural içeriği balın tazeliğinde kullanılan en yaygın iki parametrelerdir. Çalışmada balların diastaz aktiviteleri 6,0-11,9 arasında değişim göstermektedir. Çizelge 4.3'teki gibidir.

Balda diastaz aktivitenin yüksek çıkması balın tazeliği ve ısı işleme maruz bırakılıp bırakılmadığının göstergesidir. Balda diastaz aktivitenin düşük olması ne kadar istenmeyen bir durum ise yüksek düzeyde bulunması da istenmeyen bir durumdur. Balda yüksek düzeyde diastaz aktiviteye sahip olması yüksek asit oluşumuna sebep olmakta ve bunun sonucunda da balda fermantasyona yol açmaktadır (Tolon, 1999; Crane, 1975).

Balın bileşimine bakıldığında kuru ağırlığının % 95'ni karbonhidratlar oluşturmaktadır. Balda en fazla bulunan karbonhidratlar monosakkaritlerdir. Yapılan çalışmada balda en fazla bulunan 8 tane şeker standardı kullanıldı. Çalışmada tüm ballarda fruktoz oranı glukoz oranından daha yüksek olarak tespit edildi. Buda balların şekerlenmesini daha geç olacağını göstermektedir. B-2, B-3 ve B-7 ballarında sukroz şekeri tespit edilmişken diğer ballarda tespit edilmemiştir. 3 balda tespit edilen sukroz şekere göre bala şeker katkısı ilavesi olduğu ya da balın erken dönemde hasat edildiği düşündürmektedir. B-3 nolu balda da maltoz şekeri tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Şırnak ilinin merkezi ve ilçe köylerinden alınan 15 adet bal numunesinin içerdiği bazı mineral element ve ağır metaller mikrodalga yakma ICP-MS kombinasyonu ile tayin edildikten sonra elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1'de ve Şekil 4.2-4.4'te verilmiştir. 15 bal numunesinin ortalama değerleri açısından sonuçlara bakıldığında, tüm ballar için en yüksek miktarda bulunan elementin potasyum (K) olduğu görülmektedir. Potasyumdan sonra fosfor (P), magnezyum (Mg), sodyum (Na), kalsiyum (Ca), çinko (Zn), silisyum (Si), demir (Fe), bor (B), alüminyum (Al), mangan (Mn), bakır (Cu), stronsiyum (Sr), kobalt (Co), nikel (Ni), kurşun (Pb), krom (Cr), selenyum (Se), baryum (Ba), kadmiyum (Cd) ve arsenik (As) sıralaması gelmektedir (Çizelge 4.1).

Tek tek ballara bakıldığında ise hemen hemen aynı sıralama olmakla birlikte bazı numunelerde bir takım yer değişiklikleri söz konusudur. 15 numunenin de mineral element ve ağır metal içeriklerinin birbirlerine göre heterojen bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Ağır metaller açısından hiçbir numunede Cd ve As gözlenmezken (LOQ'nun altında) sadece (B-6) ve (B-10) kodlu numunelerde Cr, (B-5) kodlu numunede Se, (B-2), (B-4) ve (B-5) kodlu numunelerde de az miktarda Ba içeriğine rastlanmıştır. Ağır metallere Pb ise tüm numunelerde 10,8-176,0 µg/kg aralığında

(ortalama 60,1 µg/kg) heterojen bir dağılım göstermektedir. Pb içeriği açısından (B-7), (B-8) ve (B-9) kodlu numuneler sırasıyla 158,9, 136,4, 176,0 µg/kg içerikleriyle diğer ballardan çok daha yüksek içeriğe sahiptir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.3). B-14 kodlu numuneye bakıldığında ilginç bir durumla karşılaşmaktadır. Birçok element açısından bu numune diğerlerine göre daha yüksek mineral element ve ağır metal içeriğine sahiptir. Örneğin bu numunenin K, Mg, Ca, Fe, Cu ve Sr içeriği diğer numunelere göre en yüksektir. Şırnak ili Cizre ilçesi Düzova Köyü'nden 616 m yükseltiden alınan bu numunedeki bu yüksek içerik dikkati çekmektedir. Ancak şu ifade edilebilir ki, tüm numunelerin içerdiği özellikle ağır metaller sorun oluşturabilecek düzeyde değildir. Yükselti ile içerikler arasında bir bağlantı kurulduğunda, yükselti arttıkça özellikle ağır metal içeriklerinin düşmesi beklenir. Zira düşük rakımlar genelde merkeze yakın yerleşimlerdir ve çeşitli endüstriyel ya da diğer faaliyetlerin yüksek olduğu kesimlerdir. Bu faaliyetlerden gelebilecek bazı kirlilikler söz konusu olabilir. Ancak böyle bir durumun var olup olmadığını tespit etmek için her bir metal için korelasyonlara bakılabilir. Yapılan korelasyon deneylerinde yükseltiyle özellikle ağır metal içeriği arasında herhangi bir ilişkinin varlığına rastlanmamıştır. Yani yükseltinin azalması ile özellikle ağır metal içeriğindeki artış beklentisi ile ilgili herhangi bir bulguya rastlanmamaktadır.

Korelasyon katsayısı ( $r$ ) negatif değer ise, iki değişkenler arasında ters ilişkinin varlığı söz konusudur. Bu, değişkenlerden biri artarken diğerinin azalması anlamına gelir. Korelasyon katsayısı pozitif değerde ise bu da değişkenlerin her ikisinin de artması anlamına gelir.  $r < 0,2$  ise ilişkinin çok zayıf olduğu ya da olmadığı,  $r < 0,2-0,4$  zayıf korelasyona,  $0,4-0,6$  orta şiddette korelasyon varlığına,  $0,6-0,8$  arası yüksek korelasyona,  $r > 0,8$  durumunda ise veriler arasında çok yüksek korelasyonun olduğu anlamına gelir (Kul, 2019). Bu tezde her bir metal içerikleri ile yükselti değerleri arasındaki korelasyonlara bakıldığında; artan yükselti değerleri ile Ca değerleri arasındaki  $r$  değeri -0,45, Si değerleri için  $r$  değeri -0,50 ve Sr değerleri için  $r$  değeri -0,46 ile orta şiddette korelasyon varlığı gözlenmişken diğer elementler açısından korelasyonların çok düşük olduğu ya da hiç olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla, yukarıda da belirtildiği gibi, artan yükselti ile element değerlerinin orantılı olarak düşmesi ile ilgili olarak herhangi bir istatistik bulguya rastlanmamaktadır. Bu sonuç, aslında rakımın düşmesi ile artan şehirleşme etkisinin balların içeriklerini pek etkilemediğine işaret etmektedir.

Çizelge 4.2 ile Şekil 4.5 ve 4.6'de bu tez çalışmasından elde edilen sonuçların literatürle karşılaştırılması verilmiştir. Öncelikle, bu tez kapsamında genel olarak literatüre göre daha kapsamlı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Literatürdeki sonuçlara bakıldığında ilk göze çarpan durum, genelde literatürde incelenen balların mineral element ve ağır metal içeriklerinin daha yüksek olduğudur. Böyle bir sonuç iki sebebe dayandırılabilir: (1) özellikle ağır metaller açısından bu tezde incelenen Şırnak ballarının daha az etkilendiği veya hiç etkilenmediği, (2) Şırnak ili merkezi ve köylerinde çiçek florasının ve/veya toprak yapısının farklı oluşu söylenebilir. Bu sebeplerle ilgili belki başka bir çalışma detaylı olarak yapılabilir.

Bitkiler çok sayıda fenolik maddeyi ikincil metabolitler olarak ürettiği bilinmektedir. Bitkilerin bünyesinde farklı nitelikte ve oranlarda polifenol ve flavonoid içermektedir. Bu bileşiklerin türleri ve konsantrasyonu balların bitki örtüsünün orjinine bağlı olup, antioksidan, antimikrobiyal, antiviral ve antikanser aktiviteleri gibi birçok aktiviteden sorumludurlar. Çalışmada balların antioksidan kapasitelerini belirlemek adına toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid, kondanse tanen, FRAP ve DPPH testleri yapıldı. Balların antioksidan sonuçları Çizelge 4.4'teki gibidir. Sonuçlara bakıldığında balların toplam fenolik madde miktarı 11,940-37,286 mgGAE/100 g numune arasında değişim göstermektedir. Balların sonuçlarına bakıldığında rakımın artmasıyla balların toplam fenolik madde miktarında da artış olduğu ve yükselti ile toplam fenolik madde miktarı arasında doğrusal bir ilişki olduğu söylenilebilir. Bal numunelerinde aynı zamanda toplam flavonoid ve kondanse tanen miktarı tayinleri yapıldı. Ancak ballarda toplam flavonoid ve kondanse tanen miktarı tespit edilemedi. Bertonecjl vd. (2007), yapmış oldukları çalışmada Slovenya'daki 7 farklı monofloral ve heterofloral balların antioksidan kapasitelerini belirlemiş, heterofloral balların toplam fenolik madde miktarını 157,3 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ise balların toplam fenolik madde miktarı daha yüksek olarak belirlendi. Sonuçların daha yüksek çıkması sebebi bitki örtüsünün farklılığından kaynaklanmaktadır.

Balda antioksidan aktiviteyi belirlemek için birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan FRAP yöntemidir. Balların FRAP testi sonuçları Çizelge 4.4'teki gibidir. Balların FRAP sonuçları ile toplam fenolik madde miktarı sonuçları arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edildi. Bal numunelerinde



ayrıca radikal temizleme aktivitesi olarak DPPH testi uygulandı. Balların DPPH sonuçları Çizelge 4.4'teki gibidir. Balların DPPH değerleri ile renk analizinde L değerlerine bakıldığında L değeri düşük olan balların DPPH değeri daha yüksek olarak tespit edildi. Bu tespite göre balın rengi ile antioksidan aktivite arasında ilişki olduğu söylenilebilir.

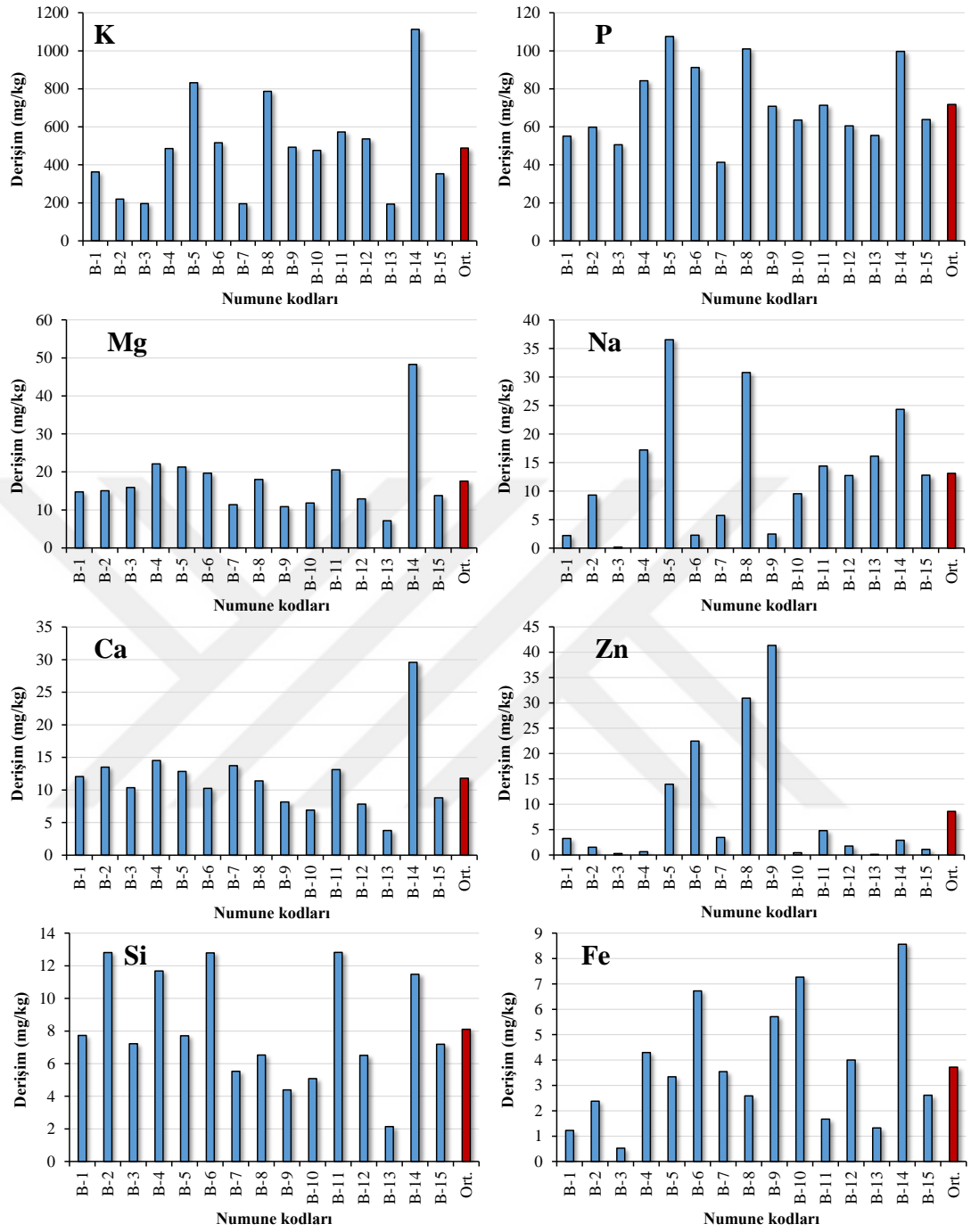


Çizelge 4.1 Bal numunelerinin mineral element ve ağır metal içerikleri (n=3)

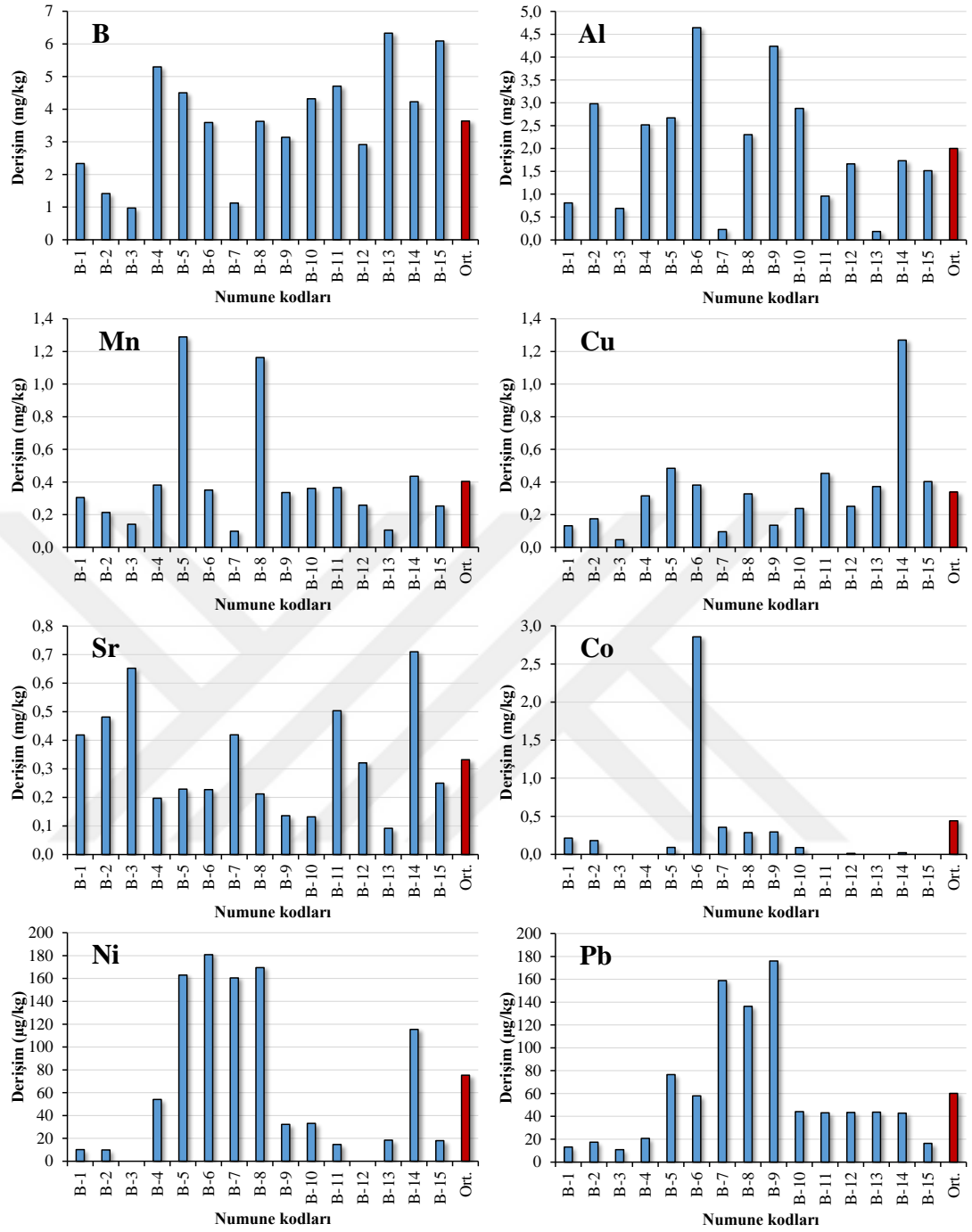
| S.No | Num.Kodu  | mg/kg (ppm) |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       | µg/kg (ppb) |      |      |      |      |      |
|------|-----------|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------------|------|------|------|------|------|
|      |           | 1           | 2     | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15    | 16          | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   |
|      |           | K           | P     | Mg   | Na   | Ca   | Zn   | Si   | Fe   | B    | Al   | Mn   | Cu   | Sr   | Co    | Ni    | Pb          | Cr   | Se   | Ba   | Cd   | As   |
| 1    | B-1       | 363         | 55,1  | 14,7 | 2,2  | 12,0 | 3,24 | 7,7  | 1,23 | 2,33 | 0,81 | 0,30 | 0,13 | 0,42 | 0,21  | 10,2  | 13,2        | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 2    | B-2       | 219         | 59,8  | 15,0 | 9,3  | 13,5 | 1,53 | 12,8 | 2,38 | 1,41 | 2,98 | 0,21 | 0,17 | 0,48 | 0,18  | 9,9   | 17,4        | <3,0 | <7,1 | 2,0  | <5,6 | <5,5 |
| 3    | B-3       | 196         | 50,6  | 15,9 | 0,2  | 10,3 | 0,27 | 7,2  | 0,52 | 0,97 | 0,69 | 0,14 | 0,05 | 0,65 | <0,01 | <4,0  | 10,8        | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 4    | B-4       | 486         | 84,3  | 22,1 | 17,2 | 14,5 | 0,63 | 11,7 | 4,30 | 5,30 | 2,52 | 0,38 | 0,32 | 0,20 | <0,01 | 54,0  | 20,7        | <3,0 | <7,1 | 2,2  | <5,6 | <5,5 |
| 5    | B-5       | 832         | 107,6 | 21,3 | 36,5 | 12,8 | 14,0 | 7,7  | 3,34 | 4,50 | 2,67 | 1,29 | 0,48 | 0,23 | 0,09  | 163,0 | 76,5        | <3,0 | 7,6  | 4,0  | <5,6 | <5,5 |
| 6    | B-6       | 516         | 91,2  | 19,7 | 2,2  | 10,2 | 22,5 | 12,8 | 6,72 | 3,59 | 4,64 | 0,35 | 0,38 | 0,23 | 2,86  | 180,9 | 58,0        | 27,8 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 7    | B-7       | 195         | 41,4  | 11,4 | 5,7  | 13,7 | 3,44 | 5,5  | 3,54 | 1,13 | 0,23 | 0,10 | 0,09 | 0,42 | 0,36  | 160,5 | 158,9       | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 8    | B-8       | 787         | 101,0 | 18,0 | 30,8 | 11,4 | 30,9 | 6,5  | 2,59 | 3,63 | 2,30 | 1,16 | 0,33 | 0,21 | 0,29  | 169,5 | 136,4       | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 9    | B-9       | 492         | 70,8  | 10,9 | 2,4  | 8,2  | 41,3 | 4,4  | 5,71 | 3,14 | 4,24 | 0,33 | 0,14 | 0,14 | 0,29  | 32,2  | 176,0       | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 10   | B-10      | 476         | 63,6  | 11,8 | 9,5  | 6,9  | 0,43 | 5,1  | 7,26 | 4,32 | 2,88 | 0,36 | 0,24 | 0,13 | 0,09  | 33,1  | 44,1        | 10,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 11   | B-11      | 573         | 71,3  | 20,5 | 14,4 | 13,1 | 4,78 | 12,8 | 1,67 | 4,71 | 0,96 | 0,37 | 0,45 | 0,50 | <0,01 | 14,7  | 43,1        | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 12   | B-12      | 536         | 60,5  | 12,9 | 12,7 | 7,8  | 1,75 | 6,5  | 4,00 | 2,91 | 1,66 | 0,26 | 0,25 | 0,32 | 0,01  | <4,0  | 43,4        | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 13   | B-13      | 193         | 55,5  | 7,2  | 16,1 | 3,8  | 0,13 | 2,1  | 1,33 | 6,33 | 0,18 | 0,11 | 0,37 | 0,09 | <0,01 | 18,5  | 43,7        | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 14   | B-14      | 1113        | 99,7  | 48,3 | 24,3 | 29,6 | 2,89 | 11,5 | 8,56 | 4,23 | 1,73 | 0,44 | 1,27 | 0,71 | 0,02  | 115,4 | 42,9        | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
| 15   | B-15      | 353         | 63,9  | 13,8 | 12,8 | 8,8  | 1,10 | 7,2  | 2,61 | 6,09 | 1,51 | 0,25 | 0,40 | 0,25 | <0,01 | 18,0  | 16,3        | <3,0 | <7,1 | <1,8 | <5,6 | <5,5 |
|      | $\bar{x}$ | 489         | 71,8  | 17,6 | 13,1 | 11,8 | 8,6  | 8,1  | 3,72 | 3,64 | 2,00 | 0,40 | 0,34 | 0,33 | 0,44  | 75,4  | 60,1        | 18,9 | 7,6  | 2,8  | -    | -    |
|      | s         | 264         | 20,3  | 9,5  | 10,7 | 5,8  | 12,9 | 3,4  | 2,29 | 1,68 | 1,35 | 0,35 | 0,29 | 0,19 | 0,86  | 70,3  | 53,9        | 12,6 | -    | 1,1  | -    | -    |
|      | En küçük  | 193,4       | 41,4  | 7,2  | 0,2  | 3,8  | 0,1  | 2,1  | 0,52 | 0,97 | 0,18 | 0,10 | 0,05 | 0,09 | 0,01  | 9,9   | 10,8        | 10,0 | 7,6  | 2,0  | -    | -    |
|      | En büyük  | 1112,9      | 107,6 | 48,3 | 36,5 | 29,6 | 41,3 | 12,8 | 8,56 | 6,33 | 4,64 | 1,29 | 1,27 | 0,71 | 2,86  | 180,9 | 176,0       | 27,8 | 7,6  | 4,0  | -    | -    |

 $\bar{x}$ : Ortalama

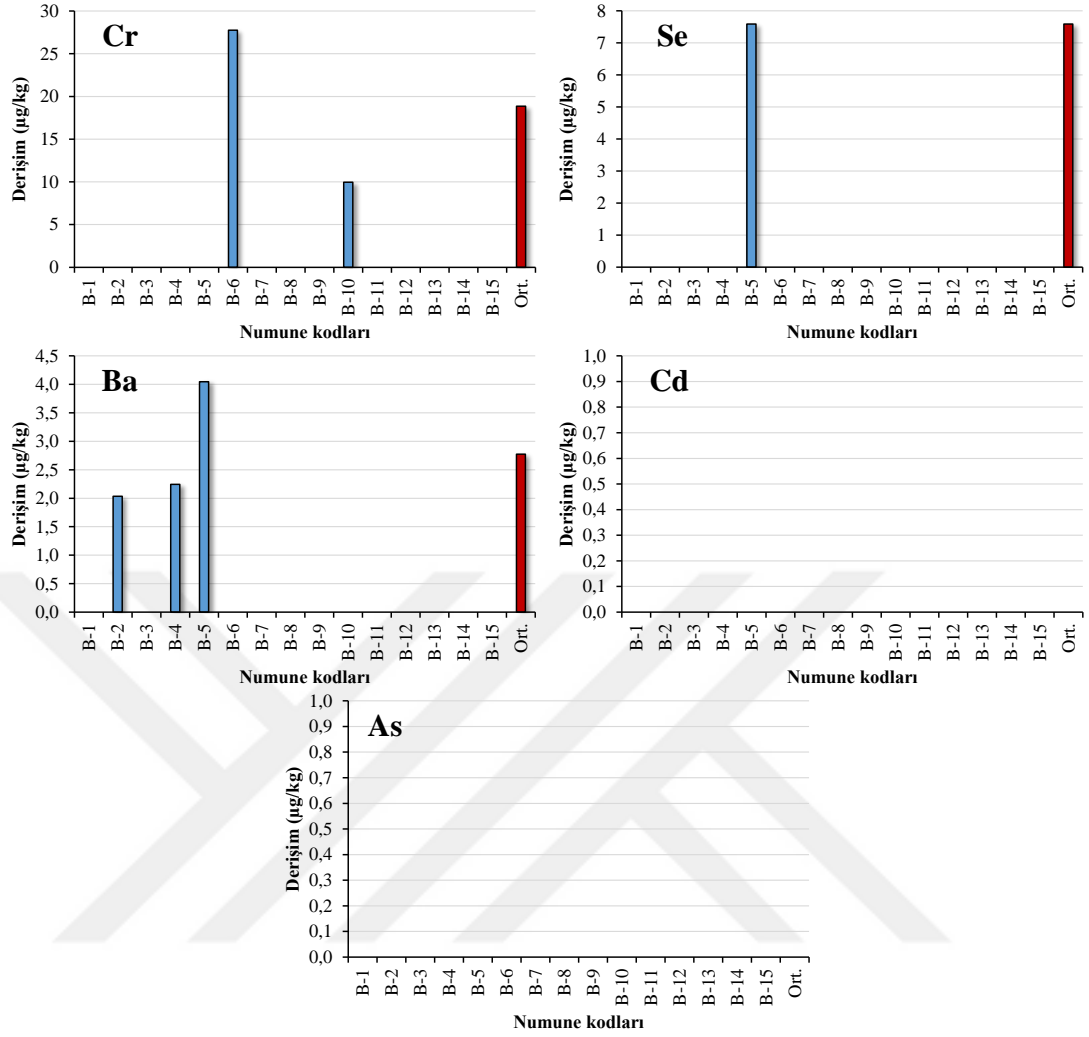
s: Standart sapma



**Şekil 4.1** Bal numunelerinin mineral element ve ağır metal içerikleri (K, P, Mg, Na, Ca, Zn, Si, Fe)



Şekil 4.2 Bal numunelerinin mineral element ve ağır metal içerikleri (B, Al, Mn, Cu, Sr, Co, Ni, Pb)



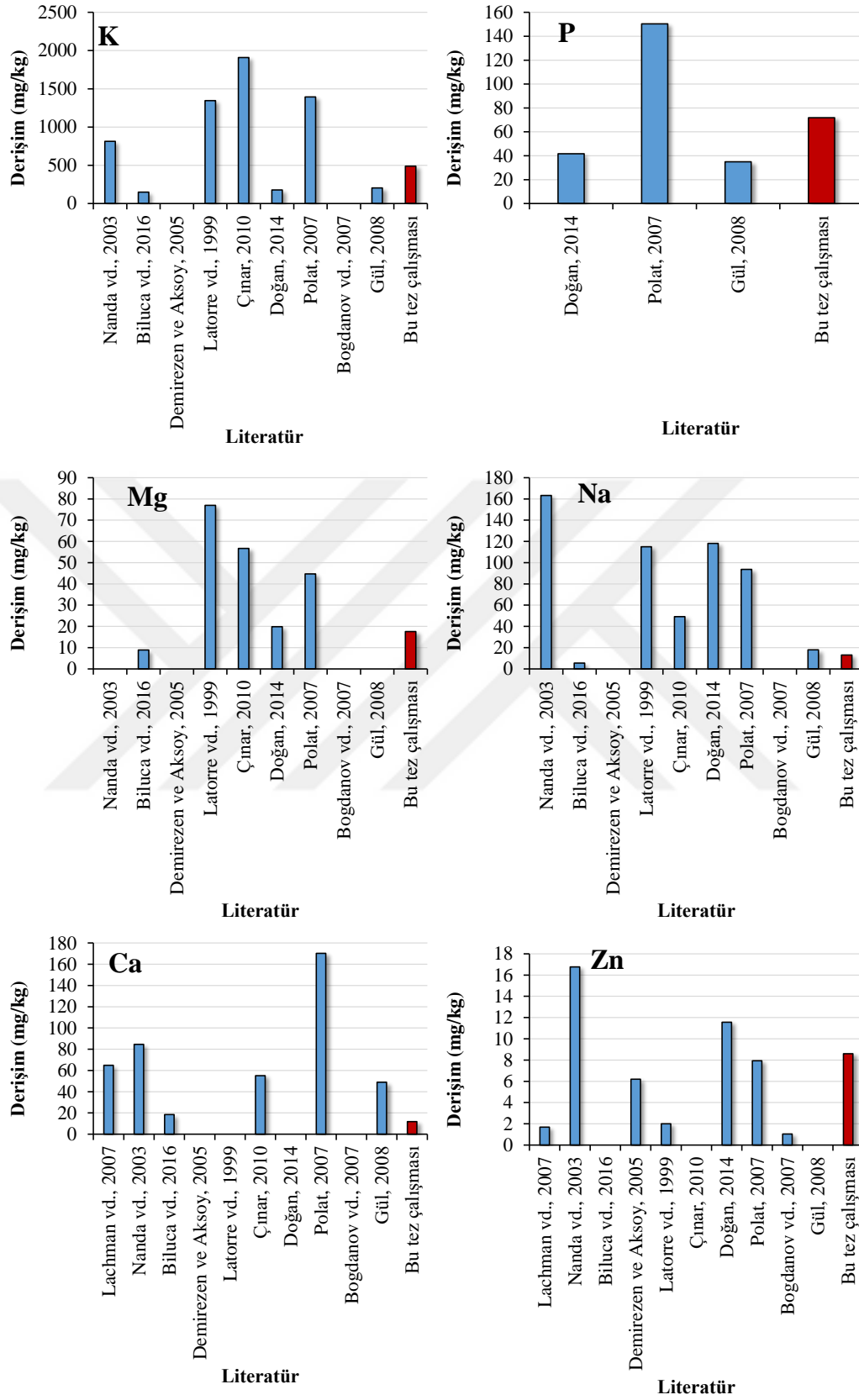
**Şekil 4.3** Bal numunelerinin mineral element ve ağır metal içerikleri (Cr, Se, Ba, Cd, As)

**Çizelge 4.2** Ortalamaların literatürle karşılaştırılması (Birimler mg/kg)

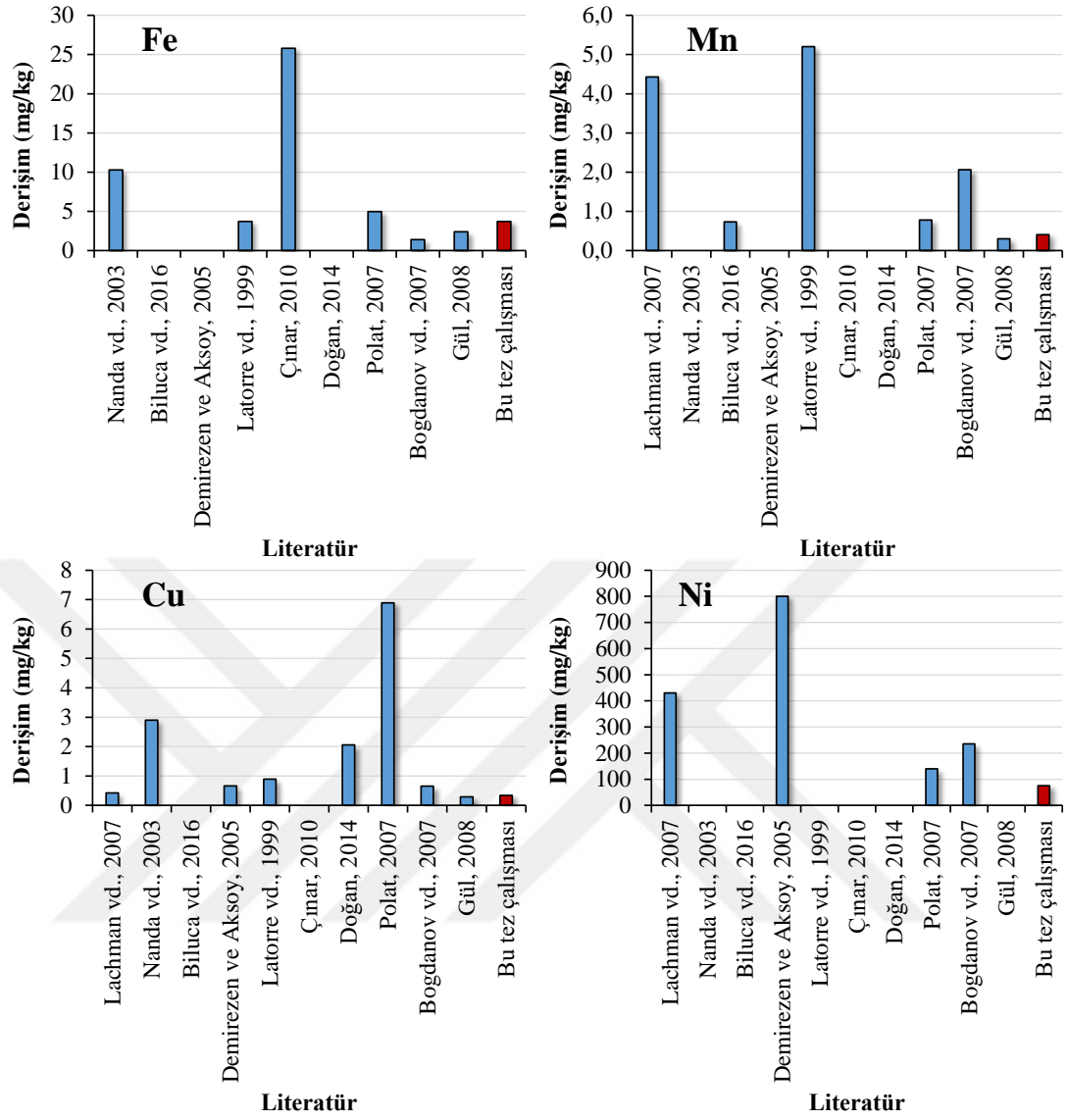
|                          | 1        | 2        | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9        | 10        | 11        |
|--------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
|                          | <b>K</b> | <b>P</b> | <b>Mg</b> | <b>Na</b> | <b>Ca</b> | <b>Zn</b> | <b>Si</b> | <b>Fe</b> | <b>B</b> | <b>Al</b> | <b>Mn</b> |
| Lachman vd., 2007        |          |          | 50,1      |           | 64,9      | 1,69      |           |           | 21       | 7,2       | 4,43      |
| Nanda vd., 2003          | 813      |          |           | 163       | 84,6      | 16,8      |           | 10,3      |          |           |           |
| Biluca vd., 2016         | 150      |          | 8,88      | 5,51      | 18,4      |           |           |           |          |           | 0,73      |
| Demirezen ve Aksoy, 2005 |          |          |           |           |           | 6,2       |           |           |          |           |           |
| Latorre vd., 1999        | 1345     |          | 77        | 115       |           | 2,00      |           | 3,7       |          |           | 5,2       |
| Çınar, 2010              | 1910     |          | 56,7      | 49,2      | 55        |           |           | 25,8      |          |           |           |
| Doğan, 2014              | 178      | 41,6     | 19,8      | 118       |           | 11,6      |           |           |          |           |           |
| Polat, 2007              | 1395     | 150      | 44,7      | 93,7      | 170       | 7,93      |           | 4,97      | 4,01     | 6,96      | 0,78      |
| Bogdanov vd., 2007       |          |          |           |           |           | 1,04      |           | 1,39      |          |           | 2,06      |
| Gül, 2008                | 205      | 35       |           | 18        | 49        |           | 9,00      | 2,4       |          |           | 0,3       |
| Bu tez çalışması         | 488,8    | 71,8     | 17,6      | 13,1      | 11,8      | 8,6       | 8,1       | 3,7       | 3,6      | 2,0       | 0,4       |

**Çizelge 4.2**'in devamı

|                          | 12        | 13        | 14        | 15        | 16        | 17        | 18        | 19        | 20        | 21        |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                          | <b>Cu</b> | <b>Sr</b> | <b>Co</b> | <b>Ni</b> | <b>Pb</b> | <b>Cr</b> | <b>Se</b> | <b>Ba</b> | <b>Cd</b> | <b>As</b> |
| Lachman vd., 2007        | 0,42      |           |           | 0,43      |           |           |           |           |           |           |
| Nanda vd., 2003          | 2,9       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Biluca vd., 2016         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Demirezen ve Aksoy, 2005 | 0,66      |           |           | 0,8       | 0,14      |           |           |           | 0,18      |           |
| Latorre vd., 1999        | 0,89      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Çınar, 2010              |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Doğan, 2014              | 2,06      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Polat, 2007              | 6,89      |           | 0,13      | 0,14      |           |           |           | 1,74      |           | 0,01      |
| Bogdanov vd., 2007       | 0,66      |           |           | 0,24      | 0,04      | 0,01      |           |           | 0,003     |           |
| Gül, 2008                | 0,29      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Bu tez çalışması         | 0,3       | 0,3       | 0,4       | 0,08      | 0,06      | 0,002     | 7,6       | 0,003     | -         | -         |



Şekil 4.4 Elde edilen sonuçların ortalamasının literatürle karşılaştırılması (1)



**Şekil 4.5** Elde edilen sonuçların ortalamasının literatürle karşılaştırılması (2)



**Çizelge 4.3** Bal numunelerinin diastaz ve prolin analiz bulguları

| <b>Numune</b> | <b>DU</b> | <b>Prolin (mg/kg)</b> |
|---------------|-----------|-----------------------|
| 1             | 7.7       | 473.67                |
| 2             | 6.7       | 347.89                |
| 3             | 9.3       | 583.78                |
| 4             | 8.7       | 479.90                |
| 5             | 6.0       | 560.90                |
| 6             | 10.3      | 330.21                |
| 7             | 11.2      | 345.87                |
| 8             | 7.9       | 489.07                |
| 9             | 7.4       | 500.48                |
| 10            | 8.9       | 600.67                |
| 11            | 6.7       | 309.13                |
| 12            | 12.0      | 467.79                |
| 13            | 10.5      | 489.09                |
| 14            | 10.4      | 490.07                |
| 15            | 11.9      | 345.67                |

**Çizelge 4.4** Bal numunelerinin antioksidan sonuçları

| <b>Numu<br/>neler</b> | <b>TP mg<br/>GAE/100 g<br/>numune</b> | <b>TF mg<br/>QE/100 g<br/>numune</b> | <b>CT mg<br/>KE/100 g<br/>numune</b> | <b>FRAP<br/>(<math>\mu\text{molFeSO}_4</math><br/>7H<sub>2</sub>O/g)</b> | <b>DPPH SC<sub>50</sub><br/>mg/mL</b> |
|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1                     | 22.593±0.116                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.003±0.048  | 98.24±0.900                           |
| 2                     | 11.940±0.351                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 0.740±0.059  | 229.22±0.001                          |
| 3                     | 19.747±0.494                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 0.785±0.023  | 229.22±0.001                          |
| 4                     | 34.449±1.819                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.241±0.037  | 126.07±11.46                          |
| 5                     | 24.112±1.096                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.539±0.060  | 76.41±0.001                           |
| 6                     | 33.326±0.748                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.225±0.054  | 85.96±0.001                           |
| 7                     | 13.476±0.105                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 0.868±0.024  | 200.57±28.65                          |
| 8                     | 37.286±1.238                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.623±0.006  | 81.18±4.78                            |
| 9                     | 24.330±1.228                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.336±0.082  | 98.24±0.001                           |
| 10                    | 21.780±2.846                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.255±0.025  | 92.10±3.07                            |
| 11                    | 20.053±1.476                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.275±0.073  | 154.73±17.19                          |
| 12                    | 30.376±0.338                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.688±0.062  | 98.24±0.001                           |
| 13                    | 34.930±8.800                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 2.205±0.149  | 34.38±0.001                           |
| 14                    | 30.87±1.000                           | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.500±0.123  | 97.68±0.003                           |
| 15                    | 28.982±0.119                          | t.e.                                 | t.e.                                 | 1.349±0.049  | 76.41±0.001                           |

\*t.e. : tespit edilemedi.

Çizelge 4.5 Bal numunelerinin fiziksel parametre sonuçları

| Numune | Optik<br>Çevirme [ $\alpha$ ] D ] | pH   | %Brik<br>s | %Nem | İletkenlik<br>(mS/cm) | Renk     |          |          |
|--------|-----------------------------------|------|------------|------|-----------------------|----------|----------|----------|
|        |                                   |      |            |      |                       | <u>L</u> | <u>a</u> | <u>B</u> |
| 1      | -1.89                             | 4.25 | 80         | 20   | 0.699                 | 78.81    | 11.35    | 75.17    |
| 2      | -1.78                             | 4.13 | 84         | 16   | 0.653                 | 83.07    | 3.32     | 56.34    |
| 3      | -1.35                             | 4.10 | 80         | 20   | 0.632                 | 51.45    | 8.84     | 42.03    |
| 4      | -1.56                             | 4.14 | 78         | 22   | 0.767                 | 26.38    | 15.47    | 37.12    |
| 5      | -1.99                             | 4.48 | 78         | 22   | 1.386                 | 72.18    | 13.34    | 76.16    |
| 6      | -1.76                             | 4.17 | 80         | 20   | 0.644                 | 23.38    | 14.57    | 32.21    |
| 7      | -1.88                             | 4.35 | 78         | 22   | 0.655                 | 86.23    | 0.61     | 45.96    |
| 8      | -1.66                             | 4.35 | 83         | 17   | 1.373                 | 61.86    | 18.98    | 76.87    |
| 9      | -1.59                             | 4.20 | 76         | 24   | 1.032                 | 20.59    | 12.05    | 27.10    |
| 10     | -1.66                             | 4.21 | 79         | 21   | 0.937                 | 29.10    | 10.80    | 36.06    |
| 11     | -1.79                             | 4.19 | 78         | 22   | 0.550                 | 65.24    | 12.21    | 66.14    |
| 12     | -1.34                             | 4.08 | 83         | 17   | 0.961                 | 62.09    | 17.69    | 77.98    |
| 13     | -1.27                             | 4.07 | 88         | 12   | 1.119                 | 30.56    | 11.23    | 67.89    |
| 14     | -1.26                             | 4.09 | 87         | 17   | 0.990                 | 30.03    | 10.45    | 64.69    |
| 15     | -1.83                             | 4.19 | 82         | 18   | 0.988                 | 24.89    | 15.78    | 33.38    |

**Çizelge 4.6** Bal numunelerinin şeker tayini sonuçları

| <b>Numune</b> | <b>% Ribose</b> | <b>% Fructose</b> | <b>% Glucose</b> | <b>% Sucrose</b> | <b>% Maltose</b> | <b>% Theri</b> | <b>% Melebi</b> | <b>% Melesi</b> |
|---------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1             | t.e.            | 43.52             | 33.97            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 2             | t.e.            | 42.84             | 35.58            | 2.54             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 3             | t.e.            | 35.91             | 30.07            | 2.51             | 2.68             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 4             | t.e.            | 44.96             | 37.60            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 5             | t.e.            | 48.60             | 32.09            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 6             | t.e.            | 44.54             | 30.09            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 7             | t.e.            | 38.45             | 28.78            | 2.92             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 8             | t.e.            | 42.69             | 35.22            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 9             | t.e.            | 42.18             | 33.17            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 10            | t.e.            | 39.25             | 30.76            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 11            | t.e.            | 40.44             | 32.16            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 12            | t.e.            | 44.88             | 26.07            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 13            | t.e.            | 43.19             | 32.84            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 14            | t.e.            | 42.39             | 30.89            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |
| 15            | t.e.            | 41.77             | 32.78            | t.e.             | t.e.             | t.e.           | t.e.            | t.e.            |

\*t.e. : tespit edilemedi.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye coğrafik konumu bakımından çok zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Buda bal çeşitliliği fazlalığını artırmaktadır. Yapılan bu yüksek lisans çalışmasında Türkiye florasına ait Şırnak ili bölgesi ve çevre ilçelerinden farklı rakımlarda üretilen 15 tane çiçek balın fiziko-kimyasal özellikleri ve ayrıca antioksidan aktiviteleri belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada balların hepsinin optik rotasyonlarına bakıldığında -1,27 ile -1,99 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Negatif sonucun çıkması tezde kullanılan 15 tane balın hepsinin çiçek balı olduğunu kanıtlamıştır. Ballarda yapılan şeker analizi sonuçlarına göre tüm ballarda fruktoz oranının glukoz oranından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca B-2, B-3 ve B-7 nolu ballarda sukroz şekeri tespit edilmiştir. Buda bu kodlu ballara az da olsa şeker takviyesi yapıldığını göstermektedir. Çalışmada 15 balın mineral element ve ağır metal içerikleri ICP-MS ile tayin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; 15 balın mineral element ve ağır metal içeriklerinin heterojen dağıldığı ve yükselti ile element içeriği arasında herhangi bir anlamlı ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. 15 numune içerisinde B-14 kodlu numunenin birçok element açısından içeriğinin diğer ballara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu numune de dahil olmak üzere, incelenen bal numunelerinin özellikle ağır metaller açısından risk taşımadığı, hepsinin tolere edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Literatürle karşılaştırıldığında ise, sonuçların literatüre genelde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada bu balların antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Şeker katkılı olan bal numunelerinde toplam fenolik madde miktarının diğer ballardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı yüksek çıkan balların renkleri arasında ilişki olduğu ve ona bağlı olarak rengi koyu olan balların toplam fenolik madde miktarı daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada sadece Şırnak ilinden temin edilen bal numunelerinde çalışma yapılmıştır. Ancak çok zengin bir bitki örtüsüne sahip olan ülkemizde farklı bölgelerden daha çok çeşitle çalışma yapıp kıyaslama yapılabilirdi. Antioksidan aktivite kapasiteleri belirlenen ballarda HPLC-DAD veya HPLC-UV ile fenolik kompozisyonları ayrıca belirlenebilir. Ayrıca *in vitro* olarak antimikrobiyal aktiviteleri araştırılarak diş eti iltihabı hastalığı önleyici etkisi incelenebilir ve *in vitro* olarak antikanserojen, antiinflamatuar etkileri de araştırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Aljadi, A.M. ve Kamarudin, M.V. (2004). *Evaluation of the Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Two Malaysian Floral honeys*. Food Chemistry, 85, 513-518.
- Almedia-Silva, M., Canha, N., Galinha, C., Dung, H.M., Freitas, M.C. ve Siteo, T. (2011). *Trace Elements in Wild and Orchard honeys*. Applied Radiation Isotopes, 69, 1592-1595.
- Amiot, M.J., Aubert, S., Gonnet, M. ve Tacchini, M. (1989). *The Phenolic Compounds in honeys, Preliminary Study Upon Identification and Family Quantification*. Apidologie, 20, 2, 115-125.
- Amor, D.M. (1978). *Composition, Properties and Uses of Honey-A Literature Survey, the British Food Manufacturing Industries Research Association, Leatherhead*. Scientific and Technical Surveys, 108, 84.
- Andrade, P., Federico, Ferreres, F., Gilb, M.I. ve Tomas+Barberan, F.A. (1997). *Determination of Phenolic Compounds in honeys with Different Floral Origin by Capillary Zone Electrophoresis*. Food Chemistry, 1, 79-81.
- Anonim, (1990). **Bal Standartları Enstitüsü**. Ankara.
- Anonim, (2011). Arıcılığın Tarihçesi. Arıcılığı Geliştirme Merkezi. <http://www.turkiyearcilik.com/aricilik-hakkında-ilmeler/ariciliğın-tarihçesi.html>
- Anonymous, (2002). *The Council of European Union, Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 Relating to Honey*. Official Journal of the European Communities, 47-52.
- Bakar, M.A., Sanusi, S.B., Bakar, F.A., Cong, O.J. ve Mian, Z. (2017). *Physicochemical and Antioxidant Potential of Raw Unprocessed Honey from Malaysian Stingless Bess*. Pakistan Journal of Nutrition, 16 (11), 888-894.
- Bal Tebliği, (2005). [www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/2005-49.html](http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/2005-49.html); Erişim Tarihi: 4 Eylül 2011.
- Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M., Orioli, M. ve Facino, R.M. (2005). *Standardization of Antioxidant Properties of Honey by A Combination of Spectrophotometric/Fluorimetric Assays and Chemometrics*. Analytica Chimica Acta, 533 (2), 185-191.
- Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M. ve Golob, T. (2007). *Evaluation of the Phenolic Content, Antioxidant Activity and Colour of Slovenian Honey*. Food Chemistry, 105 (2), 822-828.

- Biluca, F.C., Braghini, F., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O. ve Fett, R. (2016). *Physicochemical Profiles, Minerals and Bioactive Compounds of Stingless Bee Honey (Meliponinae)*. Journal of Food Composition and Analysis, 50, 61-69.
- Biluca, F.C., De Gois, J.S., Schulz, M., Braghini, F., Gonzaga, L.V., Maltez, H.F. ve Costa, A.C.O. (2017). *Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity and Bioaccessibility of Minerals of Stingless Bee Honey (Meliponinae)*. Journal of Food Composition and Analysis, 63, 89-97.
- Bogdanov, S., Haldimann, M., Luginbühl, W. ve Gallmann, P. (2007). *Minerals in Honey: Environmental, Geographical and Botanical Aspects*. Journal of Apicultural Research and Bee World, 46 (4), 269-275.
- Bogdanov, S., Ruoff, K. ve Oddo, L.P. (2004). *Physico-Chemical Methods for the Characterisation of Unifloral Honeys A Review*. Apidologie, 35, 1, 4-17.
- Bogdanov, S. (1984). *Characterization of Antibacterial Substances in Honey*. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 17, 2, 74-76.
- Bueno-Costa, F.M., Zambiasi, R.C., Bohmer, B.W., Chaves, F.C., Da Silva, W.P., Zanusso, J.T. ve Dutra, I. (2016). *Antibacterial and Antioxidant Activity of Honeys from the State of Rio Grande Do Sul, Brazil*. Lwt-Food Science and Technology, 65, 333-340.
- Castaldo, S. ve Capasso, F. (2002). *Propolis, An Old Remedy Used in Modern Medicine*. Fitoterapia, 73, 1-6.
- Cavia, M.M., Fernandez-Muino, M.A., Gomez-Alonso, E., Montes-Perez, M.J., Huidobro, J.F. ve Sancho, M.T. (2002). *Evolution of Fructose and Glucose in Honey Over One Year, Influence of Induced Granulation*. Food Chemistry, 78, 157-161.
- Chudzinska, M. ve 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.
- Cimpoi, C., Hosu, A., Miclaus, V. ve Puscas, A. (2013). *Determination of the Floral Origin of Some Romanian Honeys on The Basis of Physical and Biochemical Properties*. Spectrochimica Acta Part A, Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 100, 149-154.
- Conti, M.E. (2000). *Lazio Region Honeys: A Survey of Mineral Content and Typical Parameters*. Food Control, 459-463

- Cook, N.C. ve Samman, S. (1996). *Flavonoids: Chemistry, Metabolism, Cardioprotective Effects and Dietary Sources*. Journal of Nutritional Biochemistry, 7, 21, 66-76.
- Crane, E. (1975). *Honey: A Comprehensive Survey*. Marson and Gibb Ltd. London, 608 p.
- Çınar, S.B. (2010). *Türk Çam Ballarının Analitik Özellikleri*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Doktora Tezi**, Mart.
- De Villiers, A., Lynen, F., Crouch, A. ve Sandra, P. (2004). *Development of A Solid-Phase Extraction Procedure for The Simultaneous Determination of Polyphenols, Organic Acids and Sugars in Wine*. Chromatographia, 59, 403-409.
- Demirezen, D. ve Aksoy, A. (2005). *Determination of Heavy Metals in Bee Honey Using by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (Icp-Oes)*. Gazi University Journal of Science, 18 (4), 569-575.
- Doğan, H. (2014). *Çiçek Ballarının Kimyasal Fiziksel ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Aralık.
- Dustmann, J.H. (1993). *Honey Quality and Its Control*. Amer. Bee J., 133, 9, 648-651. Fao, 1996. *Value-Added Products from Beekeeping*. Fao Agricultural Service Bulletin, Rome, Italy.
- El-Haskoury, R., Kriaa, W., Lyoussi, B. ve Makni, M. (2018). *Ceratonia Siliqua Honeys from Morocco: Physicochemical Properties, Mineral Contents, and Antioxidant Activites*. Journal of Food and Drug Analysis, 26(1), 67-73.
- Estevinho, M.L., Rodrigues, P., Moreira, L.L., Dias, L.G. ve Gomes, S. (2010). *Physicochemical, Microbiological and Antimicrobial Properties of Commercial Honeys from Portugal*. Food and Chemical Toxicology, 48, 544-548.
- Fernandez-Torres, R., Perez-Bernal, J.L., Bello-Lopez, M.A., Callejon-Mochon, M., Jimenez-Sanchez, J.C. ve Guiraum-Perez, A. (2005). *Mineral Content and Botanical Origin of Spanish Honeys*. Talanta, 65, 686-691.
- Frankel S., Robinson G.E. ve Berenbaum M.R. (1998). *Antioxidant Capacity and Correlated Characteristics of 14 Unifloral Honeys*. Apicultural Research, 37, 1, 27-31.
- Gonzales, A.P., Burin, L. ve Buera, M.P. (1999). *Color Changes During Storage of Honeys in Relation to Their Composition and Initial Color*. Food Research International, 32, 185-191.



- Gül, A. (2008). *Türkiye’de Üretilen Bazı Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması*. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Doktora Tezi**, Antakya/Hatay, 251.
- Gül, A. ve Pehlivan, T. (2018). *Antioxidant Activities of Some Monofloral Honey Types Produced Across Turkey*. Saudi Journal of Biological Sciences, 25 (6), 1056- 1065.
- Güler, A., Bakan, A., Nisbet, C. ve Yavuz, O. (2007). *Determination of Important Biochemical Properties of Honey to Discriminate Pure and Adulterated Honey with Sucrose Syrup*. Food Chemistry, 105, 1119-1125.
- Hermosin, I., Chicon, R.M. ve Cabezudo, M.D. (2003). *Free Amino Acid Composition and Botanical Origin of Honey*. Food Chemistry, 83, 263-268.
- Hışıl, Y. ve Börekçioğlu, N. (1986). Balın Bileşimi ve Bala Yapılan Hileler. **Gıda**, 11 (2), 79-82.
- Jimenez, M., Beristain, C.I., Azuara, E., Mendoza, M.R. ve Pascual, L.A. (2016). *Physicochemical and Antioxidant Properties of Honey from Scaptotrigona Mexicana Bee*. Journal of Apicultural Research, 55 (2), 151-160.
- Jull, A., Walker, N., Parag, V., Molan, P. ve Rodgers, A. (2008). *Randomized Clinical Trial of Honey-Impregnated Dressings for Venous Leg Ulcers*. British Journal Surgery, 95, 175-182.
- Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlioğlu, M., Başpınar, N. ve Tiftik, M.A. (2006). **Biyokimya**. 3. Basın. Ankara: Nobel Yayın, S. 373.
- Khalil, M., Moniruzzaman, M., Boukraa, L., Benhanifia, M., Islam, M., Sulaiman, S.A. ve Gan, S.H. (2012). *Physicochemical and Antioxidant Properties of Algerian Honey*. Molecules. 17 (9), 11199-11215.
- Khalil, M.I., Islam, M.A., Alam, N., Gan, S.H. ve Sulaiman, S.A. (2015). *Irradiation and Evaporation Enhance Physicochemical Characteristics, Aead, Frap, Protein and Proline Contents of Tualang Honey*. Journal of Food Biochemistry, 39 (6), 742-753.
- Kolaylı, S., Aliyazıcıoğlu, R., Ulusoy, E. ve Karaoğlu, Ş. (2008). *Antioxidant and Antimicrobial Activities of Selected Turkish Honeys*. Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, 36, 163-172.
- Kolaylı, S., Can, Z., Yıldız, O., Şahin, H. ve Karaoğlu, S.A. (2016). *A Comparative Study of the Antihyaluronidase, Antiurease, Antioxidant, Antimicrobial and Physicochemical Properties of Different Unifloral Degrees of Chestnut (Castanea Sativa Miller) Honeys*. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 31 (Sup3), 96-104.

- Komanine, A. (1960). *Amino Acids in Honey*. Acta Chemica Fennica, 33, 185-187.
- Krell, R. (1996). *Value Added Products from Beekeeping*. Fao Agricultural Services Bulletin, 124, 85-94.
- Kul, S. (2019). Korelasyon Analizi. <http://www.p005.net/analiz/korelasyon-analizi>
- Kus, P.N., Szwed, P., Jerkovic, I. ve Tuberoso, C.I.G. (2016). *Activity of Polish Unifloral Honeys Against Pathogenic Bacteria and Its Correlation with Colour, Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Other Parameters*. Letters in Applied Microbiology, 62 (3), 269-276.
- Lachman, J., Kolišova, D., Miholova, D., Kosata, J., Titera, D. ve Kult, K. (2007). *Analysis of Minority Honey Components: Possible Use for the Evaluation of Honey Quality*. Food Chemistry, 101, 973-979.
- Lachman, J., Orsak, M., Hejtmankova, A. ve Kovarova, E. (2010). *Evaluation of Antioxidant Activity and Total Phenolics of Selected Czech Honeys*. Lwt – Food Science and Technology, 43, 52-58.
- Latorre, M.J., Pena, R., Pita, C., Garcia, S. ve Herrero, C. (1999). *Chemometric Classification of Honeys According to Their Type II. Metal Content Data*. Food Chemistry, 66, 263-268.
- Lusby, P.E., Coombes, A. ve Wilkinson, J.M. (2002). *Honey, A Potent Agent for Wound Healing?*. Journal of Wound Care, 29, 6, 295-300.
- Marcucci, M.C. (1995). *Propolis, Chemical Composition, Biological Properties and Therapeutic Activity*. Apidologie, 26, 83-99.
- Martin, P.G. (1979). *Manuals of Food Quality Control: 3 – Commodities*. **Food and Agriculture**.
- Molan, P.C. ve Cooper, R.A. (2000). *Honey and Sugar As A Dressing for Wounds and Ulcers*. 30, 249-250.
- Molan, P.C. (1992). *The Antibacterial Activity of Honey, 1: the Nature of Antibacterial Activity*. Bee World, 73, 5-28.
- Moniruzzaman, M., Sulaiman, S.A., Khalil, M.I. ve Gan, S.H. (2013). *Evaluation of Physicochemical and Antioxidant Properties of Sourwood and Other Malaysian Honeys: A Comparison with Manuka Honey*. Chemistry Central Journal, 7 (1), 138.
- Moniruzzaman, M., Khalil, M.I., Sulaiman, S.A. ve Gan, S.H. (2013). *Physicochemical and Antioxidant Properties of Malaysian Honeys Produced by Apis Cerana, Apis Dorsata and Apis Mellifera*. BMC Complementary and Alternative Medicine, 13 (1), 43.

- Mundo, M.A., Padilla-Zakour, O.I. ve Worobo, R.W. (2004). *Growht Inhibition of Foodborne Pathogens and Food Spoilage Organisms by Select Raw Honeys*. International Journal of Food Microbiology, 97, 1-8.
- Mutlu, C., Erbaş, M. ve Tontul, S.A. (2017). *Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri*. Akademik Gıda, 15 (11), 75-83.
- Nanda, V., Sarkar, B.C., Sharma, H.K. ve Bawa, A.S. (2003). *Physico-Chemical Properties and Estimation of Mineral Content in Honey Produced from Different Plants in Northern India*. Journal of Food Composition and Analysis, 16, 613-619.
- Nweze, J.A., Okafor, J.I., Nweze, E.I. ve Nweze, J.E. (2017). *Evaluation of Physicochemical and Antioxidant Properties of Two Stingless Bee Honeys: A Comparison with Apis Mellifera Honey From Nsukka, Nigeria*. BMC Research Notes, 10 (1), 566.
- Oddo, P. ve Piro, R. (2004). *Main European Unifloral Honeys: Descriptive Sheets*. Apidologie, 35, 38-81.
- Oddo, L.P., Heard, T.A., Rodriguez-Malaver, A., Perez, R.A., Fernandez-Muino, M., Sancho, M.T. ve Vit, P. (2008). *Composition and Antioxidant Activity of Trigona Carbonaria Honey from Australia*. Journal of Medicinal Food, 11 (4), 789-794.
- Orak, H. (1986). *Yurdumuzun Değişik Yöre Ballarının Bileşimi ve Kristallenme Nedenlerinin Araştırılması*. **Doktora Tezi**, İstanbul Üniversitesi. 102 S.
- Orhan, F., Sekeral, B.E., Kocabaş, C.N., Sağkesen, C., Adalıoğlu, G. ve Tuncer, A. (2003). *Complementary and Alternative Medicine in Children with Asthma*. Annals of Allergy. Asthma and Immunology, 90, 611-615.
- Ölmez, Ç. (2009). *Türkiye’de Üretilen Farklı Çiçek ve Salęı Bal Çeşitlerinin Kalitatif ve Besinsel Özellikleri*. **Yüksek Lisans Tezi**. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 23 S.
- Ötles, S. (1995). **Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri)**. Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları, Yayın No: 2.
- Özbalcı, B., Boyacı, I.H., Topçu, A., Kadılar, C. ve Tamer, U. (2013). *Rapid Analysis of Sugar in Honey by Processing Raman Spectrum Using Chemometric Methods and Artificial Neural Networks*. Food Chemistry, 136, 1444-1452.
- Özmen, N. ve Alkın, E. (2006). *Balın Antimikrobiyel Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri*. Uludağ Arıcılık Dergisi, 2006(4), 155-160.

- Polat, G. (2007). *Farklı Lokasyon ve Orijinlere Sahip Balların Reolojik, Fizikokimyasal Karakteristikleri ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, **Yüksek Lisans Tezi**, Nisan.
- Rashed, M.N. ve Soltan, M.E. (2004). *Majör and Trace Elements in Different Types of Egyptian Mono-Floral and Non-Floral Bee Honeys*. Journal of Food Composition and Analysis, 17, 725-735.
- Russel, K.M. (1983). *The Antibacterial Properties of Honey, Master of Science Thesis*. University of Waikato, New Zealand.
- Roderick, J.W., Kevin, R.M. ve Kerry, L.A. (1999). *Antibacterial Phenolic Components of New Zealand Manuka Honey*. Food Chemistry, 64, 295-301.
- Rodriguez-Malaver, A.J., Rasmussen, C., Gutierrez, M.G., Gil, F., Nieves, B. ve Vit, P. (2009). *Properties of Honey from Ten Species of Peruvian Stingless Bess*. Natural Product Communications, 4 (9), 1934578x0900400913.
- Sharma, A., Saxena, S. ve Gautam, S. (2010). *Physical, Biochemical and Antioxidant Properties of Some Indian Honeys*. Food Chemistry, 118, 391-397.
- Silici, S., Uluöztlü, O.D., Tüzen, M. ve Soylak, M. (2008). *Assessment of Trace Element Levels in Rhododendron Honeys of Black Sea Region Turkey*. Journal of Hazardous Materials, 156, 612-618.
- Singh, N. ve Bath, P.K. (1997). *Quality Evaluation of Different Types of Indian Honey*. Food Chemistry, 58, 1-2, 129-133.
- Stanciu, O.G., Marghitas, L.A., Bobis, O., Popescu, O., Victorita, B. ve Maghear, O. (2008). *Correlation Between the Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Declared Honeydew Honeys Produced in Transylvania*. Bulletin Uasvm Animal Science and Biotechnologies, 65, 249-254.
- Şahin, H. (2014). *Orman Güllü Balı ve Bitkisindeki GTX-III İzoformununun LC-MS/MS ile Aydınlatılması*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Doktora Tezi**, Trabzon.
- Şahinler, N. (2000). *Arı Ürünleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi*. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (1-2), 139-148.
- Tezcan, F., Kolaylı, S., Şahin, H., Ulusoy, E. ve Erim, F.B. (2011). *Evaluation of Organic Acid, Saccharide Composition and Antioxidant Properties of Some Authentic Turkish Honeys*. Journal of Food and Nutrition Research, 50, 33-40.

- Tolon, B. (1999). *Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Doktora Tezi**, 117 s.
- Ts 28366, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği. Tebliğ No: 2012/58, T.S.E., Ankara, 2012.
- Tuksitha, L., Chen, Y.L.S., Chen, Y.L., Wong, K.Y. ve Peng, C.C. (2018). *Antioxidant and Antibacterial Capacity of Stingless Bee Honey from Borneo (Sarawak)*. Journal of Asia-Pacific Entomology, 21 (2), 563-570.
- Ulusoy, E. (2010). *Anzer Balı ve Poleninin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile Fenolik Bileşiminin Belirlenmesi ve Antioksidan Özellikleri*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Doktora Tezi**, Trabzon.
- Vanhanen, L.P., Emmertz, A. ve Savage, G.P. (2011). *Mineral Analysis of Mono-Floral New Zealand Honey*. Food Chemistry, 128, 236-240.
- Vural, A., Altunatmaz, S.S., Büyükcinal, S.K. ve Kahraman, T. (2010). *Physico-Chemical Properties in Honey from Different Regions of Turkey*. Food Chemistry, 123, 41-44.
- White, J.W. (1978). *Honey*, Advances in Food Research. 24, 287-374.
- White, J.W. (1979). *Composition of Honey*. Crane E. (Ed.). Honey: A Comprehensive.
- White, J.W. ve Winters, J.K. (1989). *Honey Protein As Internal Standard for Stable Carbon Isotope Ratio Detection of Adulteration of Honey*. Journal Association of Official Analytical Chemists International, 72, 6, 907-911.
- Yardibi, M.F. (2008). *Tekirdağ Yöresinde Üretilen Ayçiçeği Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi*. **Yülsek Lisans Tezi**, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yıldız, O. ve Alpaslan, M. (2012). *Properties of Rose Hip Marmalades*. Food Technology and Biotechnology, 50 (1), 98-106



## ÖZGEÇMİŞ

### OĞUR KASIRGA

3 Mart 1992 yılında Şırnak ili Silopi İlçesinde doğdu. İlk ve ortaokulu Koç İlköğretim Okulu'nda okudu. Lise öğrenimini ise Silopi Lisesinde tamamladı. 2009 yılında Selçuk Üniversitesi Sarayönü Meslek Yüksek Okulunda Gıda Teknolojisi önlisans bölümüne başlayıp 2011 yılında bitirdi. 2013 yılında Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümüne başlayıp 2016 yılında lisans eğitimini tamamlamıştır. Halen Şırnak ilinde bulunan bir yemek şirketinde Gıda Mühendisi olarak çalışmaktadır.