

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

**ORDU İLİNDE ÜRETİLEN KESTANE BALI, AKASYA BALI,  
ORMAN GÜLÜ VE YAYLA BALLARININ FİZİKSEL VE  
KİMYASAL AKTİVİTELERİ İLE ANTİOKSİDAN  
AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ**

**NURETTİN AKGÜN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ORDU 2017**

## TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi **Nurettin AKGÜN** tarafından hazırlanan ve Prof. Dr. Latif KELEBEKLİ danışmanlığında yürütülen “Ordu İlinde Üretilen Kestane Balı, Akasya Balı, Orman Güllü Balı ve Yayla Ballarının Fiziksel ve Kimyasal Aktiviteleri ile Antioksidan Özelliklerinin İncelenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 01/ 12/ 2017 tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Latif KELEBEKLİ

Başkan : Prof. Dr. Latif KELEBEKLİ  
Kimya, Ordu Üniversitesi

İmza :

Üye : Doç. Dr. Emine BAĞDATLI  
Kimya, Ordu Üniversitesi

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Serpil DEMİRCİ  
Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü,  
Giresun Üniversitesi

İmza :

ONAY:

06/12/2017 tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 07/12/2017 tarih ve 2017/542 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Sami GÜLER

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

  
Nurettin AKGÜN

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

# ORDU İLİNDE ÜRETİLEN KESTANE BALI, AKASYA BALI, ORMAN GÜLÜ BALI VE YAYLA BALLARININ FİZİKSEL VE KİMYASAL AKTİVİTELERİ İLE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Nurettin AKGÜN

Ordu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Anabilim Dalı, 2017  
Yüksek Lisans Tezi, 49s.

Danışman: Prof. Dr. Latif KELEBEKLİ

Balın kimyasal bileşimi coğrafi ve bitki çeşitliliğine göre farklılıklar göstermekle birlikte, balın antioksidan özelliğini fenolik ve flavonoid bileşikler belirler. Ülkemizde 2016 yılı TÜİK verilerine göre iller bazında en fazla bal Ordu ilinde üretilmiştir.

Bu çalışmada, Ordu ilinde yaygın olarak üretilen kestane balı, akasya balı, orman gülü balı ve yayla ballarının Nem, Prolin, Serbest asitlik, HMF, İletkenlik, Diastaz gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri ile antioksidan özelliklerinin karşılaştırılması amaçlandı. Buna göre bal örneklerinin, Nem içerikleri Kestane ballarında ortalama %18.45, Akasya ballarında %17.99, Orman gülü ballarında %18.89, Yayla ballarında %18.39; İletkenlik, Kestane ballarında 1.13  $\mu$ s, Akasya ballarında 0.19  $\mu$ s, Orman gülü ballarında 0.32  $\mu$ s, Yayla ballarında 0.2  $\mu$ s; Serbest asitlik, Kestane ballarında 17.33 meq/kg, Akasya ballarında 16.33 meq/kg, Orman gülü ballarında 34.33 meq/kg, Yayla ballarında 24.67 meq/kg; Diastaz sayıları, Kestane ballarında 21.1, Akasya ballarında 13.67, Orman gülü ballarında 11.47, Yayla ballarında 26.17; HMF miktarları, Kestane ballarında 3.64 mg/kg, Akasya ballarında 11.83 mg/kg, Orman gülü ballarında 8.02 mg/kg, Yayla ballarında 3.64 mg/kg; Prolin miktarları, Kestane ballarında 758.67 mg/kg, Akasya ballarında 357 mg/kg, Orman gülü ballarında 535 mg/kg, Yayla ballarında 692.67 mg/kg olarak tespit edildi. Antioksidan analizlerinde DPPH metoduna göre IC<sub>50</sub> değerleri; Kestane balının 12.65, Akasya balının 85.08, Orman gülü balının 17.66, Yayla balının 33.43; FRAP metoduna göre trolox eşdeğeri antioksidan değerleri; Kestane balının 1.64 mg, Akasya balının 0.63 mg, Orman gülü balının 1.07 mg, Yayla balının 0.675 mg olarak tespit edilmiştir; Toplam fenolik içerikleri, gallik asit eşdeğeri; Kestane balının 0.120 mg, Akasya balının 0.079 mg, Orman gülü balının 0.084 mg, Yayla balının 0.094 mg; Kestane balının toplam fenolik içeriği ve antioksidan özelliği diğer ballardan daha yüksek olduğu tespit edildi. Akasya balının toplam fenolik ve antioksidan özelliği ise uygulanan metotlara göre en düşük seviyede olduğu bulundu.

**Anahtar Kelimeler:** İletkenlik, Diastaz sayısı, HMF (HPLC), Antioksidan Aktivite, Nem.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF CHEMICAL ACTIVITIES AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF CHESTNUT HONEY, ACACIA HONEY, RHODODENDRON HONEY AND PLATEAU HONEY PRODUCED IN ORDU

Nurettin AKGÜN

University of Ordu  
Institute for Graduate Studies in Natural and Technology  
Department of Chemistry, 2017  
MSc. Thesis, 49p.

Supervisor: Prof. Dr. Latif KELEBEKLİ

Although the chemical composition of honey varies according to geographical and plant diversity, phenolic and flavonoid compounds determine the antioxidant properties of honey. According to TURKSTAT 2016, the highest amount of honey was produced in the province of Ordu in our country.

In this study, it was aimed to compare the antioxidant properties of along with the physical and chemical properties such as moisture, proline, free acidity, HMF, conductivity and diastase of the Chestnut, Acacia, Rhododendron and Plateau honeys which are commonly produced in Ordu. According to this, moisture content of honey samples was 18.45% in Chestnut, 17.99% in Acacia, 18.89% in Rhododendron, 18.39% in Plateau, Conductivity was 1.13  $\mu\text{s}$  in chestnut, 0.19  $\mu\text{s}$  in acacia, 0.32  $\mu\text{s}$  in Rhododendron, 0.2  $\mu\text{s}$  in Plateau, Free acidity was 17.33 meq/kg in chestnut, 16.33 meq/kg in acacia, 34.33 meq/kg in Rhododendron, 24.67 meq/kg in Plateau; Diastase numbers were 21.1 in chestnut, 13.67 in acacia, 11.47 in Rhododendron, 26.17 in Plateau; HMF amounts were 3.64 mg/kg in chestnut, 11.83 mg/kg in acacia, 8.02 mg/kg in Rhododendron, 3.64 mg/kg in Plateau, Proline amounts were determined as 758.67 mg/kg in chestnut, 357 mg/kg in acacia, 535 mg/kg in Rhododendron, 692.67 mg/kg in Plateau. IC<sub>50</sub> values according to DPPH method in antioxidant assays; 12.65 of chestnut, 85.08 of acacia, 17.66 of Rhododendron, 33.43 of Plateau, Antioxidant values of trolox according to FRAP method; 1.64 mg of chestnut, 0.63 mg of acacia, 1.07 mg of Rhododendron and 0.675 mg of Plateau honey. Total phenolic content is gallic acid equivalent; 0.120 mg of chestnut, 0.079 mg of acacia, 0.084 mg of Rhododendron, 0.094 mg of Plateau. Total phenolic compounds and antioxidant properties of chestnut honey were found to be higher than those of the other honeys. Total phenolic compounds and antioxidant properties of acacia honey were found to be the lowest level according to the applied methods.

**Key Words:** Conductivity, Diastase numbers, HMF (HPLC), Antioxidant activities, Moisture

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın her aşamasında gerek tecrübesi gerekse bilgi ve birikimi ile bana yön veren çok değerli danışman hocam Ordu Üniversitesi Kimya Bölüm Başkanı Prof. Dr. Latif KELEBEKLİ'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmaya TF-1649 numaralı Yüksek Lisans Tez Projesi olarak destek veren Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (ODU/BAP)'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yürütülmesinde her türlü desteği esirgemeyen Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü müdürü Sayın Feyzullak KONAK'a ve Yüksek Gıda Mühendisi Sayın Fazıl GÜNEY'e ve tüm arkadaşlara teşekkür ederim.

Çalışmalarında her zaman manevi destek olan eşim Merve AKGÜN'e çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	<b>I</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>IV</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>V</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	<b>X</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b> .....	<b>XI</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>4</b>
2.1. Türkiye’de Arıcılık Faaliyetleri.....	4
2.2. Arı Ürünleri.....	6
2.3. Apiterapi.....	6
2.4. Bal.....	7
2.5. Balın İçeriği.....	8
2.6. Balın Kalitesiyle İlgili Bazı Fiziksel ve Kimyasal Parametreler.....	9
2.6.1. İnvert Şeker.....	9
2.6.2. Nem İçeriği.....	9
2.6.3. Elektriksel İletkenlik.....	10
2.6.4. Serbest Asitlik Düzeyi.....	11
2.6.5. Enzim İçeriği.....	11
2.6.6. HMF (Hidroksimetil Furfural) İçeriği.....	11
2.6.7. Renk.....	12
2.6.8. Viskozite.....	12
2.6.9. Protein ve Aminoasit İçeriği.....	12
2.6.10. Kristallenme.....	13
2.7. Antioksidan Aktivite .....	13
2.8. Balın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	14

2.8.1.	Antimikrobiyal Etki.....	14
2.8.2.	Antioksidan Etki.....	15
2.8.3.	Sindirim Sistemine Etki.....	15
2.8.4.	Kanser Hücreleri Üzerine Etki.....	15
<b>3.</b>	<b>MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>16</b>
3.1.	Materyal.....	16
3.1.1.	Bal Örneklerinin Toplanması ve Saklanması.....	16
3.1.2.	Kullanılan Cihazlar.....	16
3.1.3.	Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Malzemeler.....	17
3.1.4.	Bal Örneklerinin İletkenliklerinin Belirlenmesi.....	17
3.1.5.	Bal Örneklerinin Nem İçeriklerinin Belirlenmesi.....	17
3.1.6.	Bal Örneklerinin Serbest Asitlik Düzeylerinin Belirlenmesi.....	18
3.1.7.	Bal örneklerinin Diastaz Sayılarının Belirlenmesi.....	19
3.1.8.	Bal Örneklerinin HMF Miktarlarının Belirlenmesi.....	19
3.1.9.	Bal Örneklerinin Prolin Değerlerinin Belirlenmesi.....	20
3.1.10.	Bal Örneklerinin Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi.....	21
3.1.10.1.	Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Tayini (DPPH).....	21
3.1.10.2.	Demir (III) İngirgenme Antioksidan Kuvveti Analizi (FRAP).....	21
3.1.11.	Toplam Fenolik Madde Tayini.....	22
<b>4.</b>	<b>BULGULAR ve TARTIŞMA.....</b>	<b>23</b>
4.1.	Bal Numunelerinin İletkenlik Değerleri.....	23
4.2.	Bal Örneklerinin Nem İçerikleri.....	24
4.3.	Bal Örneklerin Serbest Asitlik Düzeyleri.....	26
4.4.	Bal Örneklerinin Diastaz Sayıları.....	27
4.5.	Bal Örneklerinin HMF İçerikleri.....	28
4.6.	Bal Örneklerinin Prolin İçerikleri.....	31
4.7.	Bal Örneklerinin Antioksidan analizleri.....	33
4.7.1	Bal Örneklerinin DPPH Radikali Süpürme Aktiviteleri.....	33
4.7.2	Bal Örneklerinin Demir (III) İndirgeme Kapasiteleri (FRAP).....	35



4.8.	Bal Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri.....	37
5.	<b>SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>41</b>
6.	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>42</b>
	ÖZGEÇMİŞ.....	49



## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b><u>Şekil No</u></b>		<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Şekil 2.1.</b>	Arı sütü, Propolis, Polen, arı zehiri.....	6
<b>Şekil 4.1.</b>	Orman gülü balının İletkenlik-Nem arasındaki korelasyon.....	25
<b>Şekil 4.2.</b>	Çiçek balı 1 örneğinin HMF piki.....	30
<b>Şekil 4.3.</b>	Akasya balı 3 örneğinin HMF piki.....	30
<b>Şekil 4.4.</b>	Kestane balı 1 örneğinin HMF piki.....	31
<b>Şekil 4.5.</b>	Orman gülü 2 örneğinin HMF piki.....	31
<b>Şekil 4.6.</b>	Trolox standartının DPPH süpürme % inhibisyon grafiği.....	35
<b>Şekil 4.7.</b>	Bal örneklerinin FRAP aktivitelerini belirlemek için kullanılan standart Trolox-Absorbans grafiği.....	36
<b>Şekil 4.8.</b>	Toplam fenolik içerik- DPPH arasındaki korelasyon.....	39
<b>Şekil 4.9.</b>	Bal örneklerinde Toplam fenolik içerik-FRAP arasındaki korelasyon.....	40

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1.	2016 yılında en fazla bal üretimi olan iller.....	5
Çizelge 2.2.	Bal tebliğine göre balın standart değerleri.....	8
Çizelge 3.1.	Bal örneklerinin toplandığı bölgeler.....	16
Çizelge 3.2.	Analizde kullanılan cihazlar.....	16
Çizelge 3.3.	Analizde kullanılan kimyasallar ve malzemeler.....	17
Çizelge 3.4.	Kırılma indisine karşılık gelen su muhtevası.....	18
Çizelge 4.1.	Bal numunelerinin ortalama iletkenlik değerleri.....	23
Çizelge 4.2.	Bal örneklerinin ortalama nem içerikleri.....	24
Çizelge 4.3.	Bal örneklerinin ortalama serbest asitlik düzeyleri.....	26
Çizelge 4.4.	Bal örneklerinin 420 nm’de okunan ortalama absorbans değerleri...	27
Çizelge 4.5.	Bal örneklerinin ortalama diastaz sayıları.....	28
Çizelge 4.6.	Bal örneklerinin ortalama HMF içerikleri.....	29
Çizelge 4.7.	Bal örneklerinin ve standart prolin çözeltilerinin ort. Absorbans değerleri.....	32
Çizelge 4.8.	Bal örneklerinin ortalama prolin miktarları.....	32
Çizelge 4.9.	Bal örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	33
Çizelge 4.10.	Bal örneklerinin DPPH radikali süpürme aktiviteleri.....	34
Çizelge 4.11.	Bal örneklerinin FRAP aktivite değerleri.....	36
Çizelge 4.12.	Bal örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri.....	37
Çizelge 4.13.	Bal örneklerinin antioksidan analizi toplu sonuçları.....	38

## SİMGELER ve KISALTMALAR

μS:	Mikrosiemens
DNA:	Deoksiribonükleik asit
DPPH:	1,1-difenil 2-pikril hidrazil
FAO:	Gıda ve Tarım örgütü ( Food and Agriculture Organization)
FRAP:	Demir (III) İndirgeme Antioksidan Kapasitesi
Gr:	Gram
GTHB:	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
HMF:	Hidroksimetil furfural
Kg:	Kilogram
Meq:	Miliekivalent
mg:	Miligram
Ort:	Ortalama
Std:	Standart
TS:	Türk standartları
TSE:	Türk standartları enstitüsü
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu

## 1.GİRİŞ

Yüzyıllar boyu bal, insanoğlu için en önemli besin kaynaklarından biri olmuştur. Türkiye, uygun ekolojik yapısı, zengin bitki florası, arı materyalindeki genetik varyasyonu ile arıcılıkta 21. Yüzyılda söz sahibi olması muhtemel bir ülke konumundadır (Kumova, 2000). Arıların farklı kaynaklardan ürettikleri bal, insanoğlunun en eski ve ortak besin maddesinden biridir. Tamamen doğada üretildiği gibi kullanılabilen balın oluşumu ve bileşimi bölgelere göre önemli farklılıklar göstermektedir. Oldukça farklı ekolojik yapısı nedeniyle ülkemizde çok çeşitli ballar üretilmektedir (Dodoğlu, 2002). Balın kalitesini ve biyokimyasal özelliklerini nektar kaynağı başta olmak üzere, olgunlaşması, üretim şekli, iklim koşulları, işleme ve depolama şartları belirler. Türkiye’de ballar kaynağına, üretim ve pazarlama şekline, rengine ve nem içeriğine göre değerlendirilmektedir. Tamamen doğaya bağımlı halde elde edilen balın kimyasal bileşimi yörelere ve balın çeşidine göre incelendiğinde farklılıklar göstermektedirler. Genel olarak bal yaklaşık %80 oranında farklı şekerler, %17 oranında sudan oluşmaktadır. Geriye kalan %3’lük kısım enzimler başta olmak üzere değerli bileşenlerden oluşmaktadır (Anonim, 2012; Şahinler ve ark., 2007).

Orijinine göre; arıların bitki çiçeklerindeki nektarlardan ürettikleri bal çiçek balı (ıhlamur balı, yonca balı, turunçgil balı, pamuk balı, üçgül balı, kekik balı, püren balı, akasya balı, funda balı gibi); bitkilerin canlı kısımlarından veya bitki üzerinde yaşayan canlıların salgılarından ürettikleri bal ise salgı balı (çam balı, meşe balı, köknar balı, yaprak balı gibi) olarak adlandırılır (Kayral, 1984).

Balın kalite kriterleri yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre belirlenmektedir. Bal analizi ile ilgili parametreler ve balda bulunması gereken minimum ve maksimum değerleri Türk Gıda Kodeksi bal tebliği tarafından belirlenmiştir (Anonim, 2012). Bu parametrelere bakılarak balın şeker içeriği, nem miktarı, ısıl işlem görüp görmediği, erken dönem hasat edilip edilmediği ile ilgili bilgiler elde edilmektedir.

Baldaki nem oranı balın olgunlaşma sürecini belirleyen önemli bir kriterdir. Nem oranının yüksek olması mikrobiyal bozunmaya ve kristalizasyona neden olduğundan, balın raf ömrünü kısalttığı ve balda tat aroma değişikliğine neden olduğu belirtilmektedir (Tosi ve ark., 2002; Costa ve ark., 1999).

Balın içerisinde bulunan organik asitler tazeliğın, bozulmanın ve orijinalliğın bir göstergesi olup farklı balların kendine özgü aroma ve tadının olmasında önemli etken olmaktadır (Tezcan ve ark., 2011). Bununla birlikte, bir balın yüksek asidik etkiye olması istenmeyen bir durumdur ve bu durum balın zaman içinde fermantasyona uğradığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Esti ve ark., 1997).

Balın olgunlaşması esnasında diastaz enzimi balarısı tarafından bala geçmektedir. Isıl işlem gören ballarda diastaz sayısı düşerken, diastaz sayısı yüksek olan ballarda yüksek asit oluşumuna bağılı olarak daha hızlı mayalanma gerçekleşmektedir (Tolon, 1999).

Hidroksimetil furfural (HMF), balda karbonhidratların ısıtılması veya ısı bakımından uygun olmayan ortamlarda depolanması sonucu oluşan, insan sağığına zarar veren bir maddedir (Batu ve ark., 2013). HMF balın olgunlaşma süreci ve uygulanan ısıl işlemin derecesi hakkında yorum yapmamızı sağılayan bir parametredir (Serrano ve ark., 2006). Elektrik iletkenliğı, balın bitki florasının belirlenmesine yardımcı olan bir parametredir. Salğı balları için karakteristik olan iletkenlik değeri, salğı ballarını çiçek balından ayıran en önemli bir ölçüttür.

Bal protein kaynağı bir besin maddesi olarak tanımlanmasa da baldaki aminoasitler balın orijini açısından önemlidir. Balda miktarı en fazla olan aminoasit prolin aminoasitidir. Prolin, bitkilerde çeşitli miktarlarda (Akasyada 222 mg/kg, kekikte 956 mg/kg) bulunan bir aminoasit olmasından dolayı prolin miktarı, şeker grubu ile beslenen arılardan elde edilen bal ile nektardan elde edilen balın ayrılmasında bir kriter olarak kullanılmaktadır (Bogdanov ve ark., 2000; Güler ve ark., 2007)

Balın antioksidan özelliğı nektarların toplandığı bitkisel kaynağı, mevsimsel ve çevresel faktörlere bağılıdır (Bertocelj ve ark., 2007). Bala antioksidan özelliğini veren maddeler: flavanoidler, fenolik asitler, tiamin, riboflavin,  $\alpha$ -tokoferol, askorbik asit gibi vitaminler, glukoz oksidaz, katalaz, peroksidaz gibi enzimler olduğı belirtilmektedir (Aljadi ve ark., 2004; Alvarez-Suarez ve ark., 2010; Bertocelj ve ark., 2007). Yapay balın antioksidan aktivitesi doğıal ballara göre daha düşüktür (Alvarez-Suarez ve ark., 2010).

Balın vitamin ve enzim içeriğıne bağılı antioksidan aktivitesi taze ballarda daha yüksek olacağı belirtilmektedir. Bu maddeler ısıl işleme, ısıık ve uygunsuz saklama

koşullarına göre oldukça duyarlı olmaktadır (Alvarez-Suarez ve ark., 2010; Nagai ve ark., 2001). Koyu renkli balların mineral madde içeriği açık renkli ballara göre daha fazladır (Nombre ve ark., 2010). Buna ilave olarak, Antioksidan ve antibakteriyel özellikleri de daha fazladır (Alvarez-Suarez ve ark., 2010; Bertocelj ve ark., 2007; Brundzynski ve ark., 2011). Ancak bu ballarda HMF miktarı da doğal olarak yüksek olması beklenmektedir. HMF miktarı belirlenen limitlerin üzerinde olabilir (Fallico ve ark., 2004; Turhan ve ark., 2008).



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bal örnekleri ilgili son yıllarda yoğun çalışmalar mevcuttur. Çoban (2014), Ardahan yöresinde üretilen bazı bal çeşitlerinin biyokimyasal analizi isimli yüksek lisans tezinde, bal örneklerinin HMF içerikleri ve antioksidan aktivitelerini DPPH ve Toplam Fenolik madde metotlarıyla tespit etmeye çalışılmış ve ballar arasında bir kıyaslama yapılmıştır. Çetin ve ark., (2011), yaptıkları çalışmada piyasada satılan 50 adet çiçek ballarının kalitelerini belirlemek amacıyla bal örneklerinde nem, asitlik, invert şekerler, suda çözünmeyen madde, diastaz sayısı, ve elektrik iletkenliği gibi özellikleri incelenmiş ve ortalama değerler bulup karşılaştırma yapmışlardır. Kambur ve ark., (2016), Düzce ili Yığılca ilçesinde üretilen balların kimyasal özelliklerini araştırmışlar ve bal örneklerinde nem, asitlik, iletkenlik, diastaz, HMF, invert şekerler, <sup>13</sup>C ve <sup>14</sup>C gibi parametreleri inceleyerek balların Türk Gıda Kodeksine uygunluğunu tespit etmişlerdir.

Silva ve ark., (2016), yaptıkları çalışmada bal örneklerinde şeker, nem, serbest asitlik, pH, iletkenlik, renk ve HMF özelliklerini incelemişlerdir. Kolaylı ve ark., (2008), yapmış oldukları çalışmada Türkiye’de belirli bölgelerden temin ettikleri çiçek balı, kestane balı ve anzer ballarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini karşılaştırmışlardır. Silici ve ark., (2010), Karadeniz bölgesinde farklı illerden toplanan 50 adet orman gülü balının antioksidan özelliklerini farklı metotlar uygulayarak analiz etmişler ve orman gülü balının geniş çaplı bir araştırmasını yaparak antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini açıklamaya çalışmışlardır.

Polat (2007), farklı orijinlere sahip 26 adet bal örneklerinin fizikokimyasal ve mineral madde içeriklerini incelemiş ve bal örneklerinde serbest asitlik, pH, HMF, iletkenlik ve mineral madde içeriklerini tespit ederek birbirleriyle karşılaştırmıştır.

### 2.1. Türkiye’de Arıcılık Faaliyetleri

Türkiye’de arıcılık çok eski yıllardan beri yapılan bir sosyo-ekonomik faaliyettir. Bitki florasının zengin olması hemen hemen tüm bölgelerde arıcılık faaliyetlerinin yapılmasını sağlamaktadır. Dünya üzerinde 11,500’ü aşan bitki türünden yaklaşık olarak 10.000 türü ülkemizde bulunması ve bu bitkilerden çoğunun endemik bitki florasını oluşturması sebebiyle ülkemiz, arıcılık yapmaya oldukça elverişlidir (Kayral, 1984).



Ülkemizde bölgelerimizin sahip olduğu bitki çeşitliliğine göre farklı ballar üretilmektedir. Muğla ve yöresinde çam balı, Karadeniz ve civarında kestane balı, Akdeniz ve yöresinde narenciye balı en bilinen ballardır (Kayral, 1984). TÜİK 2016 verilerine göre, ülkemizde en fazla bal üretimi gerçekleştiren ilk 3 ilimiz Ordu (16.278 kg), Muğla (15.875 kg) ve Adana (9.477 kg) illeri olmuştur (Anonim, 2016).

**Çizelge 2.1.** 2016 yılında en fazla bal üretimi olan iller ( Anonim, 2016).

<b>İL</b>	<b>Üretim miktarı ( kg)</b>
ORDU	<b>16 278</b>
MUĞLA	<b>15 875</b>
ADANA	<b>9 477</b>

Ülkemiz 6.641.348 adet kovan sayısı ile dünyada Hindistan ve Çin'in ardından 3. sırada yer almasına karşın ürettiği 94.245 kg bal ile Çin'in ardından 2. olmuştur. Dünya genelinde kovan başı bal üretimi ortalama 20 kg civarında olup, bu üretim değeri ülkemizde yaklaşık 14.3 kg'dır. Kovan başı bal üretimi Kanada'da 55 kg, Rusya'da 20 kg, Çin'de 46 kg, Hindistan'da 5 kg civarındadır (Anonim, 2013). Hem dünya bal ticaretindeki payımız hem de koloni başına bal üretimimiz dikkate alındığında ülkemizin sahip olduğu mevcut arıcılık potansiyelinden yeteri kadar faydalanmadığımız ortaya çıkmaktadır.

Arıcılıkta istenen üretim ve ihracat rakamlarına ulaşılabilmesi için çözülmesi gereken bazı sorunların olduğu açıktır. En önemli sorunlardan bazısı kovan başı alınan verimin azlığı ve arı ıslahıdır. Bu sorunun çözülebilmesi için yetiştiricilerin ıslah edilmiş ana arı kullanma alışkanlığı kazanmaları ve onların ihtiyacı olan ana arıları yetiştirecek kuruluşların çoğalması ile mümkündür. Sonuç olarak, arıcılara yönelik sürekli eğitim hizmeti verilmesi ve arıcılarımızın da modern teknik ve yöntemler kullanarak daha verimli üretimler sağlaması gerekmektedir (Anonim, 2007).

## 2.2. Arı Ürünleri

Arıcılık faaliyetleri ile balın yanında propolis, arı sütü, arı zehri, polen ve balmumu gibi ürünler de üretilmekte ve bu ürünlerin sağlık açısından çok önemli faydaları bulunmaktadır. Bal dışında üretilen bu ürünlerin bazı hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Tunca ve ark., 2015).



Şekil 2.1. Arı sütü, Propolis, Polen, Arı zehri.

## 2.3. Apiterapi

Apiterapi, bal, polen, propolis, arı sütü, arı zehri, bal mumu gibi arı ürünlerinin tedavi amaçlı kullanılmasına verilen isimdir (Stangaciu, 2006; Zumla ve Lulat, 1989). Arı ürünlerinin tedavi amaçlı kullanılmasıyla ilgili ilk kalıntılar antik Mısır dönemine 6000 yıl öncesine dayanmaktadır. Ayrıca, Romalılar ve Yunanlılarda arı ürünlerini tıbbi amaçlar için kullanmışlardır (Molan, 2006 ).

Geleneksel bir tedavi yöntemi olarak kullanılan arı ürünleri başta yara ve yanıklar olmak üzere çeşitli enfeksiyon hastalıkları, soğuk algınlıkları, kalp ve damar rahatsızlıkları gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca, son yıllarda yapılan araştırmalarda bazı kanser hastalıklarında da arı ürünlerinin etkili sonuç verdiği belirtilmiştir (Dustmann 1993; FAO 1996; Mundo ve ark., 2004). Apiterapi, bu arı ürünlerinin bilinçsiz bir şekilde kullanılmasından ziyade hem sağlığın korunması hem de tedavi amaçlı olarak bilinçli ve sistemli bir şekilde uygulanan alternatif tıp tekniği olarak uygulanması esasına dayanır. Arı ürünlerinin bir besin kaynağı olarak kullanılmasının yanında biyoaktif özelliğe de sahiptirler. Bu biyoaktif karakterleri yapılarında yer alan fenolik bileşenlerden ileri gelmektedir. Bu bileşenler bitkiler tarafından üretilen birer sekonder metabolit olup, miktarları ve türleri toplandıkları bitki florasına, coğrafi özelliklere, arı ürünlerinin üretim şekline ve hasat zamanına bağlı farklılıklar göstermektedir (Tezcan ve ark., 2011).

Fenolik bileşikler birçok gıdanın antioksidan, antiinflamatuvar ve antibakteriyel özellikleri gibi çeşitli özellikleriyle ilişkilidir (Kerem ve ark.). Bu gıdalara örnek olarak bal, polen, propolis ve arı sütünü verebiliriz. Çünkü bu arı ürünleri, arıların çiçeklerden topladıkları nektarlarda bulunan fenolik ve flavonoid bileşikleri içerirler (Marcucci ve ark.; Fiorani ve ark., 2006). Hastalıkların bazıları hücrelerde oksidatif hasar sonucu olduğundan arı ürünlerinin iyileştirici özelliğinin içerdiği antioksidan kapasitesinden geldiği belirtilmektedir (Buratti ve ark., 2007). Apiterapi özellikler, Çin, Kore, Rusya, Doğu Avrupa ve Güney Amerika'da hala yaygın olarak uygulanmaktadır (Christopher ve Kim, 1997).

#### **2.4. Bal**

Bal, bal arıları (*Apis mellifera*) tarafında çiçeklerden ve meyve tomurcuklarından emilen nektarların, arıların bal midesi denilen organlarında invertaz enzimi sayesinde kimyasal değişime uğrayarak kovanlardaki petek bölümlerine yerleştirilen, yüksek besleyici değeri olan bir besin kaynağıdır (Anonim, 1990). Bal, insanların en ilkel yaşadıkları mağara döneminden beri binlerce yıl öncesinden bilinen bir besin maddesidir. Fransa, İspanya, Mısır ve Türkiye'de ki arkeolojik bulgularda arı ve arıcılığa ait arı fosillerinin bulunuşu ve mağaralara çizilen resimler bu görüşü kanıtlar niteliktedir. İnsanlar tarihsel süreç içerisinde ağaç kütükleri, kayalıkların araları, kil ve sepet örerek yaptıkları kapları kovan olarak kullanmışlardır (Akaya, 2004).

Bal, flavonoidler (luteolin, kuarsetin, apigenin, galangin vd.), fenolik asitler (kafeik asit, ferulik asit vd.) ve bu maddelerin türevlerini içermekte olup antioksidan aktiviteye sahiptir. Yapısında bulunan bu tür polifenoller balın görünüşü ve fonksiyonel özellikleri üzerine de etkili olmaktadır. Balın fenolik bileşen miktarı nektar kaynağına coğrafi ve ekolojik şartlara göre değişiklik göstermekle birlikte koyu renkli balların açık renkli ballara göre daha fazla fenolik içeriğe ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmektedir (Karadal ve Yıldırım, 2012; Escuredo ve ark., 2012)

Balın antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik içeriği arasında pozitif bir ilişki bulunmakta ve antioksidan aktivite esas olarak fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Koyu renkli ballarda bol miktarda bulunan fenolik bileşiklerin,

askorbik asit ve E vitaminine göre daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği bilinmektedir (Sarıkaya, 2009).

Balların sınıflandırılması, üretim ve pazarlama şekline göre, rengine göre yapılabildiği gibi elde edilen kaynağa göre de yapılmaktadır. Balın rengine göre sınıflandırılmasında 6 standart bulunmakta olup ballar açık su beyazından siyah ambere kadar sınıflandırma yapılmaktadır. Yararlanılan kaynağa göre ballar, çiçek ve salgı balları olarak sınıflandırılır. Çiçek ballarına örnek arıların yararlandıkları çiçek kaynağına göre ıhlamur, yonca, pamuk balı vs.şeklinde isimlendirilir. Salgı balları ise arıların bitkilerin salgılarından veya bazı böceklerin salgılarından elde ettikleri ballar olup, alındıkları kaynağa göre çam balı veya yaprak balı olarak isimlendirilir (Doğaroğlu, 2004).

## 2.5. Balın İçeriği

Balın içeriği, arıların nektar topladığı bitkilerin türüne, çevresel koşullara göre farklılıklar göstermektedir (Anklam, 1998). Balın içeriğinde yaklaşık 200 çeşit bileşik bulunmaktadır. Balın içeriği bal çeşidine göre farklılık göstermekle birlikte ortalama %76 şeker, %20 nem,% 0.18 kül, %1 toplam polifenol, protein gibi bileşenlerin yanında koruyucu olarak  $\alpha$ -tokofereol, askorbik asit, flavonoidler ve diğer fenolikler, glukoz oksidaz, katalaz ve peroksidaz gibi enzimleri içerir (White, 1979).

**Çizelge 2.2.** Bal Tebliğine göre balın standart değerleri (Anonim, 2012)

Özellik(100 gr bal)	Çiçek balı	Salgı balı	Karışım balı
Su (en fazla)	20	20	20
Sakaroz (en fazla)	5-10	5-10	5-10
Fruktoz+glukoz(en az)	60	45	45
Suda çözünmeyen madde (en fazla)	0.1	0.1	0.1
Serbest asitlik (en fazla, meq/kg)	50	50	50
Diastaz (en az)	8	8	8
HMF(enfazla, ppm)	40	40	40
Prolin(en az, ppm)	300	300	300

## **2.6. Bal Kalitesiyle İlgili Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Parametreler**

Balın kalitesinin ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde invert şeker oranı, nem içeriği, elektriksel iletkenlik, serbest asitlik düzeyi, enzim içeriği, HMF (hidroksi metil furfural) içeriği, renk, viskozite, protein, aminoasit ve kristallenme gibi kimyasal ve fiziksel özelliklerinden yararlanılır (Bogdavov, 2002).

### **2.6.1. İvert Şeker**

Balın en önemli bileşeni şekerlerdir. Balların kuru maddesinin yaklaşık %95-%99'unu oluşturan ana bileşenlerdir. Bu oranın büyük çoğunluğunu monosakkarit grubunda olan glukoz, fruktoz şekerleri oluşturur.

**Monosakkaritler:** glukoz + fruktoz

**Disakkaritler:** sakkaroz, maltoz, izomaltoz, tiranoz

**Yüksek şekerler:** Maltotrioz, izomaltosil glukoz, izomaltosilpentaoz, 1-ketoz, melizitoz, erloz, panoz, izomaltosil trioz, sentoz, izopanoz, izomaltosil tetroz ve rafinoz. Bu şekerlerin bir kısmı nektarda bulunurken, büyük bir kısmı ise nektarda bulunmaz ve bu şekerler balın olgunlaşması ve depolanması aşamalarında çeşitli enzimlerin ve asitlerin etkisiyle oluşmaktadır (Yıldırım, 2013).

GTHB 2012 yılında açıklanan bal tebliğine göre çiçek balında 100 gr balda en fazla 60 gr glukoz+fruktoz, en fazla 5 gr sakkaroz; salgı ballarında ise 100 gr balda en fazla 45 gr glukoz + fruktoz ve en fazla 5 gr sakkaroz olabileceğini belirtmiştir (Anonim, 2012). Baldaki şeker oranı balın gerçekliği konusunda önemli bir ipucu vermektedir. Şeker oranlarından fruktoz/glukoz, maltoz/izomaltoz, maltoz/turanoz, sakkaroz/turanoz oranlarının balın gerçekliğinin anlaşılmasında kullanılan bazı şeker oranlarıdır (Hışıl ve Börekçioğlu, 1986 ).

### **2.6.2. Nem İçeriği**

Balın stabil kalması ve mayaların oluşturduğu fermantasyon sonucu bozulmaya karşı direnç gösteren kriteri, balın sahip olduğu su içeriğidir (Bogdanov, 2002). Balın su içeriğinin düşük olması onun bozunmadan uzun süre saklanabileceğinin bir göstergesidir (Erdoğan ve ark., 2004).

Balın içerisindeki şekerlere karşı dayanıklı mayalar, su içeriği yüksek balların fermente olmasına neden olur. Sırlanmış ve olgunlaşmış balların su içerikleri daha az olduğu için fermente (ekşime) olması daha güçtür. Düşük oranda nem içeren ballarda artan şeker yoğunluğu nedeniyle zararlı mikroorganizmaların etkinliği önlenir ve böylece fermantasyon durur. İstenilen en uygun nem oranı balın olgunlaştığı zamanki nem oranı olduğundan olgunlaşan balların hasat edilmesi daha faydalıdır. Hangi düzeyde nem içerirse içersin, açıkta veya nem geçirebilen kaplarda saklanan ballar, havadan nem çekerek su oranını yükseltme eğilimi gösterirler. Bu nedenle balın saklandığı yerin nemi %60 civarında olmalı ve bal uygun kaplarda saklanmalıdır (Doğaroğlu, 2004).

Balın nem içeriği çeşitli faktörlere bağlıdır. Hasat dönemi, kovanda ulaşılan olgunluk derecesi ve iklimsel faktörler örnek olarak gösterilebilir (Finola ve ark., 2005). Ballarda nem oranının %15-%25 ve su aktivitesinin 0.59-0.63 aralığında bulunması, mikroorganizmaların faaliyetlerini azaltan bir durumdur (Aydın ve ark., 2008). Balda nem, refraktometre ile kırılma indisi belirlenerek tayin edilir.

Ballardaki nem miktarı Abbe refraktometresi ile belirlenmektedir (Hışıl ve Börekçioğlu, 1986; Bogdanov ve ark., 2004). Türk Gıda Kodeksi bal tebliğinde salgı ve çiçek ballarının nem içeriğinin en fazla %20 olabileceği belirtilmiştir (Anonim, 2012).

### **2.6.3. Elektriksel İletkenlik**

Balların elektrik iletkenliği değeri, salgı ve çiçek ballarını ayırt etmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu değer balın mineral ve asit miktarına göre değişiklik göstermektedir. Elektriksel iletkenlik değeri salgı ballarında çiçek ballarına göre daha yüksektir. Bal tebliğine göre salgı ballarının elektrik iletkenlik değeri en az 0.8  $\mu$ S/cm ve çiçek ballarında ise en fazla 0.8  $\mu$ S/cm olmalıdır (Anonim, 2012; Batu ve ark., 2010; Bilgen-Çınar, 2010). Yapılan bir araştırmada balın elektriksel iletkenlik değerinin balda bulunan mineraller, organik asitler ve protein miktarı ile pozitif ve balın su içeriği ile ise negatif bir ilişki içinde olduğu belirtilmiştir (Chua ve ark., 2012).

#### **2.6.4. Serbest Asitlik Düzeyi**

Ballar asidik karaktere sahiptirler. Balın asitliği, mikroorganizmalara karşı stabilitesini artırır (Hışıl ve Börekçioğlu, 1986). Balda yüksek asit değerleri tespit edildiği zaman bu balın zamanla fermantasyona uğradığını ve alkolün bakteriyel etkilerle asetik asite dönüştüğünü göstermektedir (Erdoğan, 2008).

Balın içerisinde; asetik asit, butirik asit, sitrik asit, kaproik asit, laktik asit, formik asit, malik asit, okzalik asit ve tartarik asitler bulunup, pH değeri 3,29-4,87 arasında değişmektedir. Her bal çeşitinin bir titrasyon eşdeğerlik noktası sabit olduğundan, balın asitliği eşdeğerlik noktası bulunarak tespit edilmektedir (Bogdanov, 2002). Bir balın düşük pH değerine sahip olması o balın antibakteriyel özellik göstermesi üzerinde etkili olduğu vurgulanmaktadır (Aydın ve ark., 2008).

#### **2.6.5. Enzim İçeriği**

Bal enzim içeriği bakımından oldukça zengin bir gıdadır. Balın içerisinde bulunan başlıca enzimler; diasta, invertaz ve  $\beta$ -glikozidaz enzimleridir. Balın içerisindeki diastaz enzimi nektar ve arı kaynaklıdır ve balın ısıtılma maruz kalması sırasında diastaz enzimi inaktive olduğundan, balın tazeliğinin değerlendirilmesi açısından bir kriter olarak kullanılmaktadır (Sak-bosnar ve ark., 2012).

Diastaz enzimi, balın ısıtılma maruz kaldığında inaktive olmakta enzimin aktivasyonun değerlendirilmesi diastaz sayısı analizi ile yapılmaktadır. Diastaz sayısı, 100 gr balda bulunan amilaz enzimlerinin 38-40 derecede 1 saat içerisinde parçaladığı nişasta miktarını ifade etmektedir. Balın içerdiği diastazın, 90-100 derecede geri dönüşümsüz olarak özelliğini yitirdiği bildirilmiştir (Karadal ve ark., 2012). Bal tebliğine göre çiçek ve salgı ballarında diastaz sayısının en az 8 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2012).

#### **2.6.6. HMF (Hidroksimetil Furfural) İçeriği**

Balda bulunan şekerlerin ısıtılma sonucu parçalanması hidroksimetil furfural (HMF) oluşumuna neden olmaktadır. Yüksek sıcaklık işlemlerinde heksoz dehidrasyonu sonucu HMF oluşumu artmakta ayrıca balın yüksek asitlik düzeyi de HMF oluşumunu artırmaktadır. Düşük sıcaklıklarda ise maillard reaksiyonu sonucu HMF oluşumu gözlenmektedir (Gökmen, 2007). Balın HMF düzeyi tazeliğin bir

indikatörü olarak belirtilmektedir (Schad ve ark., 1958). Bal tebliğine göre çiçek ve salgı ballarında HMF miktarının en fazla 40 mg/kg olacağı belirtilmiştir (Anonim, 2012).

### **2.6.7. Renk**

Balın rengi su beyazı ile koyu amber arasında değişiklik göstermektedir (Anonim, 2012). Bala rengini veren pigmentler tam olarak bilinmemekle birlikte, balın bitkisel kaynağına, depolama koşulları ve süresine bağlı olarak su beyazından, koyu kahverengiye kadar farklılık gösterebilmektedir (Krell, 2001). Balın rengi Pfund adı verilen milimetrik bir renk skalasına göre değerlendirilir (Belay ve ark., 2015).

Balın rengi, temel olarak toplam mineral (kül) içeriği ile ilintili olup, genellikle kül içeriği yüksek olan balların daha koyu renge, kül içeriği düşük olan balların ise daha açık renge sahip olduğu belirtilmektedir (Gomes ve ark.; Juan-Borras ve ark., 2014). Pfund skalasına göre pfund değeri 8 mm'den düşük ise "su beyazı", 9-17 mm "ekstra beyaz", 18-34 mm "beyaz", 35-50 mm "ekstra açık amber", 51-85 mm "açık amber", 86-114 mm "amber", 114 mm'den büyük bir değer ise "koyu amber" renk olarak sınıflandırma yapılmıştır (Islam ve ark., 2012).

### **2.6.8. Viskozite**

Bal sahip olduğu şeker içeriği ile viskozitesi yüksek olan bir besin maddesidir. Viskozite, sıvı haldeki moleküllerin, sürtünme kuvvetine bağlı olarak akışa karşı gösterdikleri direnç olarak tanımlanmaktadır. Balda sıcaklık artışı ile viskozitenin azaldığı, artan kuru madde derişimi ile viskozitenin arttığı belirtilmiştir (Oroian, 2013).

### **2.6.9. Protein ve Aminoasit İçeriği**

Balın protein içeriği düşük olmakla birlikte bu değer balın nektar kaynağına göre farklılık göstermektedir. Yapılan araştırmalarda albümin ve globulin gibi proteinlerin balın bileşiminde bulunduğu belirtilmiştir. Balın protein miktarının düşük olmasına karşın, içerisinde bulunan 11-21 farklı aminoasit sayısı ile aminoasit bakımından oldukça zengin bir besin maddesidir. Balın aminoasit bileşiminin %80-90 oranının prolin aminoasiti olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle ki prolin miktarı balın kalitesi



ve balda yapılan hilelerin anlaşılmasında kullanılan temel kriterdir (Islam ve ark., 2012). Bal tebliğinde balda bulunacak prolin miktarının en az 300 mg/kg olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2012).

#### **2.6.10. Kristallenme**

Bal içerisindeki fruktoz ve glukoz monosakkaritleri, sakkaroz şekerler ve diğer kompleks yapılar varlığı ile aşırı doygun bir çözeltilidir. Genellikle ballarda fruktoz oranı glukoz oranından daha fazladır (Escuredo ve ark., 2014). Balın kristalizasyonu genellikle glukoz moleküllerinin, monohidrat formundan kurtularak birbirleriyle etkileşmesi sonucu oluşmaktadır (Kabbani ve ark., 2011). Fruktoz/glukoz oranının 1.33 değerinden yüksek olduğu bal örneklerinde kristalizasyonu uzun süre gerçekleşmezken, 1.11'den düşük olduğu durumlarda ise bal çok hızlı bir şekilde kristalize olmaktadır. Glukoz/su oranının 1.7'den düşük olması balın kristalizasyon hızını azalttığı, glukoz/su oranının 2'den yüksek olması ise kristalizasyon hızını artırarak balın büyük bir bölümünün kristalize olmasına neden olduğu açıklanmıştır (Escuredo ve ark., 2014).

#### **2.7. Antioksidan Aktivite**

Antioksidanlar, serbest radikallerin organizmalara zarar veren etkisine karşı çok önemli bir rol üstlenmektedir. Canlı organizmalarda antioksidan eksikliği olması halinde oksidatif stres ortaya çıkarak canlı organizmalara zarar vermektedir. Bu bakımdan antioksidanlarca zengin besin kaynakları günümüzde önem taşımaktadır (Amarowicz ve ark., 2010).

Organizmalarda oluşan serbest radikaller DNA ve proteinlere geri dönüşü mümkün olmayan hasarlar verebilmektedir (Yıldırım, 2013). Serbest radikallerin oksidatif reaksiyonları sonucunda nükleik asit, lipid ve proteinler gibi vücutta temel yapı taşları olan moleküllere zarar verdiği bilinmektedir. Süper oksit radikali, hidroksil radikali ve lipid peroksit radikalleri gibi aktif oksijen moleküllerinin, kanser başta olmak üzere mutasyona ve daha birçok biyolojik sorunlara neden olduğu belirtilmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 1989). Bu serbest radikaller, farklı antioksidan sirkülasyonları ile yok edilmektedirler. Antioksidan terimi, oksitlenebilir bir substrat ile karşılaştığında bu substratın oksitlenmesini büyük ölçüde durduran

veya geciktiren herhangi bir madde anlamına gelmektedir (Halliwell, 1990; Percival, 1998).

Bitkisel kaynaklı ürünlerin oksijen kapasitesi çoğunlukla polifenollerden kaynaklanır. Yani bitkisel kaynaklı ürünlerin antioksidan kaynağı fenollerdir. Diğer bileşiklerin daha az rolleri vardır (Singleton ve ark., 1999). Fenoller, molekül yapılarındaki aromatik halkada hareketli hidrojen içeren hidroksil grupları bulunmasından dolayı, peroksil radikallerini uzaklaştırmada çok etkilidir (Halliwell, 1990).

Antioksidanların etkinliği ise şu şekilde açıklanabilir. Serbest radikaller eşleşmemişelektronlar karşısında çok reaktif moleküller olduğundan herhangi bir kaynaktan başka bir serbest radikalle karşılaştığında (antioksidan maddeden gelen serbest radikal), iki molekül birleşip kovalent bağ oluşturur. Dolayısıyla reaksiyon zinciri durarak serbest radikallerin hücre hasarı önlenmiş olur (Singleton ve ark., 1999).

## **2.8. Balın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

### **2.8.1. Antimikrobiyal Etki**

Bal yapısında bulunan hidrojen peroksit, flavonoid ve fenolik asit bileşiklerinin varlığıyla antibakteriyel etkiye sahiptir. Bu özelliğinden dolayı bal, insanlarda hastalık oluşumuna neden olan patojen bakterilerin gelişmesine ve çoğalmasına engelleyici bir ortam oluşturmaktadır. Yapılan son araştırmalarda balın sadece bakteriler üzerine değil aynı zamanda virüsler, mantarlar ve parazitlere karşı da inhibe edici özelliklerinin olduğu belirtilmiştir. Bu amaçla yapılan bir araştırmada hidatik kiste (ekinokokkoz) sebep olan *Echinococcus granulosus* parazetine uygulanan %10'luk bal konsantrasyonunun üçüncü dakikadan itibaren parazitler üzerine inhibe edici etki gösterdiği tespit edilmiştir (Karadal ve ark., 2012). Bir başka çalışmada ise Bingöl yöresinden toplanan bal örneklerinin *Candida albicans* ve *Rhodotorula rubra* gibi mantar türlerinin gelişmesini durdurduğu belirtilmiştir (Aksoy ve ark., 2006).

### **2.8.2. Antioksidan Etki**

Bal, doğal bir antioksidan etkiye sahip besin maddesidir. Balın antioksidan madde içeriği; nektarın bitkisel kaynağına, mevsimsel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Spilioti ve ark., 2014). Balın antioksidan karakteri yapısında bulunan glikoz oksidaz, katalaz, peroksidaz gibi enzimlerin yanında flavonoidler, fenolik asitler (benzoik asit, ferulik asit, kumarik asit ve kafeik asit) gibi bileşenlerden kaynaklandığı belirtilmiştir (İsidorov ve ark., 2015). Başka bir çalışmada ise balın antioksidan özellik göstermesinde karotenoidler, tokoferoller ve tiamin, riboflavin ve askorbik asit gibi vitaminlerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Khalil ve ark., 2012).

Balın antioksidan özelliği ile toplam fenolik madde içeriğinin birbiriyle ilişkili olduğu ve toplam fenolik madde artışının balın antioksidan özelliğini de artırdığı belirtilmiştir (Alzahrani ve ark., 2012). Başka bir çalışmada ise koyu renkli balların toplam fenolik madde içeriklerinin açık renkli ballara göre daha fazla olduğu, buna bağlı olarak da daha yüksek antioksidan aktivite gösterdikleri belirtilmiştir (Ajibola ve ark., 2012). Bunların ilave olarak, bal serbest radikal oluşumunu hızlandıran metal iyonlarını da tutma özelliğine sahiptir (Manyi-Loh ve ark., 2011).

### **2.8.3. Sindirim Sistemine Etki**

Balın sindirim sistemi üzerine etkisi çeşitli çalışmalarda açıklanmaya çalışılmıştır. Balın, mide ülserine sebep olan *Helicobacter pylori* bakterisi üzerine etkili olduğu ve bu bakterinin gelişmesini inhibe ettiği belirtilmiştir (Ajibola ve ark., 2012).

### **2.8.4. Kansere Hücreleri Üzerine Etki**

Balın içerisinde bulunan fenolik asit ve flavonoid gibi biyoaktif bileşenler, kansere neden olan serbest radikal oluşumunu ve oksidatif stresi engelleyerek kanser hücrelerini inhibe edici özellikleri olduğu belirtilmiştir (Othman, 2012). Balın bu özelliklerine bağlı olarak yapılan birçok çalışmada da mide, kolon, karaciğer kanserlerinin tedavisinde de etkili olduğu tüketiminin faydalı olduğu belirtilmiştir (Abdel-Latif, 2015).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bal örneklerinin toplanması ve saklanması

Bu çalışmada, Ordu ilinin farklı ilçelerinden 2016 yılı haziran-eylül aylarını kapsayan dönemde yayla balı, kestane balı, akasya balı ve orman gülü balından 3'er numune temin edilmiştir. Temin edilen 12 adet numune laboratuara gelinceye kadar herhangi bir ısıl işleme maruz kalmamıştır. Ayrıca, numuneler uygun koşullar altında laboratuarda muhafaza edilip analiz öncesinde de herhangi bir ısıl işleme maruz kalmamışlardır.

**Çizelge 3.1.** Bal örneklerinin toplandığı bölgeler.

Bal örnekleri	Numunenin alındığı ilçe
Yayla balı	Mesudiye ilçesi
Kestane balı	Gürgentepe ilçesi
Akasya balı	Altınordu ilçesi
Orman gülü (deli bal)	Korgan ilçesi

##### 3.1.2. Kullanılan cihazlar

Çalışmalarımızda kullandığımız tüm cihazlar aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Analizde kullanılan cihazlar

Cihaz adı	Model	Firma
pH metre	Edge	HANNA
Refraktometre	RX-50000X	ATAGO
Saf su cihazı	Zeneer power 1	HUMAN
Su banyosu	WNB	MEMMERT
Santrifüj	UNIVERSAL 320	HETTICH
HPLC cihazı	Prominence	SHIMADZU
Spektrofotometre	LAMBADA 25	PERKINELMER
Terazi	ATX224	SHIMADZU

### 3.1.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Malzemeler

Çalışmalarımızda kullandığımız kimyasal maddeler ve malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Analizde kullanılan kimyasallar ve malzemeler

<b>Kullanılan Kimyasallar</b>		
Potasyum klorür çözeltisi	Demir(III) klörür	Gallik asit standartı
Sodyum hidroksit	Sodyum fosfat tamponu	Trolox standartı
Phadebas tablet	Potasyum ferro siyanür	DPPH standartı
Asetat tamponu	Formik asit	Analiz tüpleri
Metanol	Prolin stok çözeltisi	Cam pipet
Folin-Ciocalteu reaktifi	2-propanol	Erlen, Balon, Büretler
Sodyum karbonat	Saf su	Ninhidrin

### 3.1.4. Bal Örneklerinin İletkenliklerinin Belirlenmesi

Bal örneklerinin iletkenlikleri TSE tarafından Nisan 2008’de yayımlanan TS 13366 bal iletkenlik tayini metoduna göre belirlendi. 20 gr bal tartıldı ve üzerine bir miktar saf su eklenerek çözüldü, çözelti 100 ml’lik balona aktarılarak üzeri saf su ile tamamlandı. Hazırlanan çözülden 40 ml analiz çözeltisi bir erlene alındı ve geri kalan çözelti iletkenlik hücresinin yıkanması için kullanıldı. Elektrot iletkenlik ölçere bağlanarak çözelti içine daldırıldı ve çözeltinin iletkenliği mS cinsinden okundu. Her okuma öncesi iletkenlik hücresi yıkanarak 3 paralel ile çalışıldı sonuçların ortalaması alındı.

$$\text{İletkenlik (mS/cm)} = K \times G$$

K: Hücre sabiti

G: Numune çözeltisinin iletkenliği

### 3.1.5. Bal Örneklerinin Nem İçeriklerinin Belirlenmesi

Bal örneklerinin nem içerikleri TSE tarafından Mart 2008’de yayımlanan TS 13365 bal-su muhtevası tayini-refraktometrik analiz metoduna göre yapıldı. Bal numuneleri cam kaşıkla iyice karıştırılıp homojen hale getirildikten sonra pistonlu deney kabının işaretli yerine kadar numune ile dolduruldu ve ağzı kapatılarak sıcaklığı 50 °C’de olan su banyosunda bütün şeker kristalleri eriyik hale gelinceye kadar ve şeffaf

görünümünü engellemeyecek hale gelinceye kadar tutuldu. Su banyosundan çıkarılan numuneler oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve cam kaşık yardımıyla tekrar karıştırıldı. Analiz numunelerinin karıştırılmasından sonra küçük bir miktar numune refraktometrenin prizmasına konularak okumalar yapıldı. 3 paralel ile çalışıldı ve ortalama sonucuna göre aşağıdaki çizelgeden ortalama değere karşılık gelen su muhtevası okundu. Elde edilen refraktometrik değerler çizelgedeki değerlerin arasında kaldığında orantı yoluyla sonuçlar hesaplandı.

**Çizelge 3.4.** Kırılma indisine karşılık gelen su muhtevası (gr/100 gr) (Anonim, 2008)

Kırılma indisi	Su muhtevası	Kırılma indisi	Su muhtevası	Kırılma indisi	Su muhtevası
1.5044	13	1.4935	17.2	1.4830	21.4
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4825	21.6
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4820	21.8
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4815	22
1.5023	13.8	1.4915	18	1.4810	22.2
1.5018	14	1.4910	18.2	1.4805	22.4
1.5012	14.2	1.4905	18.4	1.4800	22.6
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4795	22.8
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1.4790	23
1.4997	14.8	1.4890	19	1.4785	23.2
1.4992	15	1.4885	19.2	1.4780	23.4
1.4987	15.2	1.4880	19.4	1.4775	23.6
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4770	23.8
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4765	24
1.4971	15.8	1.4865	20	1.4760	24.2
1.4966	16	1.4860	20.2	1.4755	24.4
1.4961	16.2	1.4855	20.4	1.4750	24.6
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4745	24.8
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4740	25
1.4946	16.8	1.4840	21		
1.4940	17	1.4835	21.2		

### 3.1.6. Bal Örneklerinin Serbest Asitlik Düzeylerinin Belirlenmesi

Bal örneklerinde serbest asitlik analizi TSE tarafından Mart 2008' de yayımlanan TS 13360 Bal-serbest asitlik muhtevasının belirlenmesi analiz metoduna göre yapıldı.

Bal örnekleri cam spatül yardımıyla iyice karıştırılarak homojen halde getirildi ve 10 gr bal örnekleri bir erlene tartılarak üzerine 75 ml saf su ilavesi yapılarak manyetik karıştırıcıda çözünmesi sağlandı. pH Metrenin elektrotları çözelti içerisine daldırıldıktan sonra, süspansiyon karıştırılmaya devam edilmek suretiyle sodyum hidroksit çözeltisi ile pH değeri 8.3 e erişinceye kadar 60 sn içinde titre edildi. Harcanan sodyum hidroksit miktarı kaydedildi ve hesaplamalar yapıldı. Serbest asit muhtevası (SA), sodyum hidroksit cinsinden mmol/kg olarak aşağıdaki bağlantıya göre hesaplandı.

$$SA = (100 \times \alpha)/m$$

$\alpha$  = Harcanan sodyum hidroksit çözeltisi, mL

m= Tartılan numune miktarı, gr

### **3.1.7. Bal Örneklerinin Diastaz Sayısının Belirlenmesi**

Bal örneklerinde diastaz (Schade ve ark., 1958) analiz metodu kullanılarak yapıldı. 1 gr Bal numuneleri tartıldı ve asetat tampon çözeltisi içinde çözündürülüp 100 ml ölçülü balon joje içerisinde çizgiye kadar tamamlandı. Çözeltiden 5 ml alınarak santrifüj tüpüne aktarıldı. Kör numunesi içinse diğer bir santrifüj tüpüne 5 ml asetat tamponu konuldu. Bu iki santrifüj tüpü de sıcaklığı 40 °C'de su banyosunda 5 dk bekletildi. Pens yardımıyla iki santrifüj tüpüne de Phadebas tablet eklendi. 10 sn vortekslendi ve tabletin çözünmesi sağlandı. Tekrar su banyosuna alınarak 30 dk bekledikten sonra 1 ml 0,5 M NaOH çözeltisi eklenerek 5 sn vortekslendi. 3662 devirde 5 dk santrifüj yapıldı ve 620 nmde saf suya karşı absorbansları okundu. Körün absorbans değeri numunenin absorbans değerinden çıkartıldı. Her bir numune 3 tekrar ile çalışıldı ve ortalama değerleri alınarak sonuçlar hesaplandı.

$$DS = 28.2 \times \text{Ort.Absorbans} + 2.64 \quad (\text{diastaz sayısı } 8 \text{ den büyükse})$$

$$DS = 35.2 \times \text{Ort.Absorbans} - 0.46 \quad (\text{diastaz sayısı } 8 \text{ den küçükse})$$

### **3.1.8. Bal Örneklerinin HMF Değerlerinin Belirlenmesi**

Bal örneklerindeki HMF (J. Jeuring ve F. Kupperts, 1980) analiz metodu kullanılarak belirlendi. Bu analiz HPLC cihazı kullanılarak yapıldı. Bu metodun prensibi suda iyice çözülmüş olan bal numunelerinin filtreden süzülerek HPLC cihazında ters faz

kromatografisi ile belirlenmesidir. Analizde UV detektörü kullanılmıştır. 10 gr Bal örnekleri 50 ml lik beherde tartıldı üzerine 25 ml saf su ilave edildi. İyice çözünmesi sağlanarak 50 ml ye seyreltildi ve 0.45 µm'lik membran filtreden süzülen bal numuneleri HPLC cihazında kromatografiye hazır hale getirildi. Kromatografi koşulları:

Akış hızı: 1ml/dk

Enjekte edilen miktar: 20 µl

Detektör: UV detektörü, 285 nm

Sonuçlar standart HMF konsantrasyonları ile karşılaştırılarak mg/kg cinsinden hesaplandı.

### **3.1.9. Bal Örneklerinin Prolin Değerlerinin Belirlenmesi**

Bal örneklerinin prolin analizleri TSE tarafından Mart 2008'de yayımlanan TS 13357 balda prolin muhtevası tayini metodu kullanılarak analiz yapıldı. Analizin temel prensibine göre prolin ninhidrin ile birleşerek renkli bir kompleks oluşturur. Spektrofotometrede 510 nm de absorbans değerleri standart ve bal numuneleri için okunur ve hesaplama yapılarak balda prolin miktarı ppm olarak verilir. Analizi yapmadan önce standart prolin ve ninhidrin çözeltileri hazırlandı. 40 mg prolin saf su ile 50 ml ye tamamlandı ve prolin stok çözeltisi hazırlandı. 0.8 mg/25 ml lik çözelti için prolin stok çözeltisinden 1 ml alınıp 25 ml saf su ile tamamlandı ve prolin standart çözeltisi hazırlandı. Ninhidrin çözeltisi ise 3 gr ninhidrin tartılarak 100 ml etilen glikol monometil eter içinde çözüldü. Bal numuneleri önce homojen hale getirilinceye kadar karıştırıldı ve 5 gr bal örnekleri tartılarak 100 ml saf su ile seyreltildi. Absorbanslarının değişmesi nedeniyle standart prolin çözeltisi ve bal numunesinin bulunduğu çözeltiler 2 paralel ile çalışıldı. Standart prolin çözeltisi için 2 adet analiz tüpüne 0.5 ml standart prolin çözeltisi, 1 ml ninhidrin ve 1 ml formik asit çözeltileri eklendi. Analizi yapılacak bal numunesi ise 100 ml ye seyrelttiğimiz bal çözeltisinden 0.5 ml, ninhidrin çözeltisinden 1 ml ve formik asit çözeltisinden 1 ml eklendi. Kör için tek analiz tüpüne 0.5 ml saf su, 1 ml ninhidrin ve 1 ml formik asit konuldu. Tüm deney tüpleri 15 dk ağzı kapalı bir şekilde karıştırılarak sıcaklığı 70 derece olan su banyosunda 10 dk bekletildi ve beklemenin sonunda tüm analiz



tüplerine 5 ml 2-propanol çözeltisi eklendi. Oda sıcaklığında 45 dk bekledikten sonra 510 nm’de absorbans değerleri okundu ve hesaplama yapıldı.

**Prolin (mg/kg):**  $(E_p / E_s) \times (M_1 / M_2) \times 80$

**E<sub>p</sub>** : Numune çözeltisinin absorbansı

**E<sub>s</sub>** : Prolin standart çözeltisinin ortalama absorbansı

**M<sub>1</sub>**: Prolin stok çözeltisinin kütlesi, mg (40 mg)

**M<sub>2</sub>**: Balın başlangıç kütlesi, gr (5 gr)

**80**: 1 gr balın seyreltme faktörü

### **3.1.10. Bal Örneklerinin Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi**

#### **3.1.10.1. Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Tayini ( DPPH )**

Bal örneklerinin serbest radikal süpürücü aktivitesi tayini (Shimada ve ark., 1992) de verilen metodun modifikasyonu kullanılarak yapıldı. Analizde standart olarak Trolox kullanıldı ve 517 nm dalga boyunda DPPH ile tepkimeye giren maddelerin oluşturduğu renk aracılığıyla antioksidan aktiviteleri belirlendi. 2 gr Bal örneklerinden tartılarak 10 ml metanol eklendi ve vorteks yardımıyla iyice çözünmesi sağlandı ve stok bal çözeltileri hazırlandı. Bu çözeltilerden 3 ml alınıp üzerine etanolde hazırlanmış 0.1 mM lık DPPH çözeltisinden 1 ml ilave edilerek karıştırıldı. Karışım oda sıcaklığında 30 dk bekletildi ve bu süre sonunda 517 nm’de absorbans değerleri okundu. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan standart Trolox çözeltilerinin aynı dalga boyunda absorbansları okunarak standart Trolox grafiği çizildi.

Analizde bal örneklerinden 3 er adet paralel ile çalışıldı ve sonuçların ortalamaları alınarak bal numunelerinin antioksidan aktiviteleri DPPH % inhibisyon değeri olarak hesaplandı.

#### **3.1.10.2. Demir (III) İndirgenme Antioksidan Kuvveti Analizi ( FRAP metodu )**

Bal örneklerinin FRAP analizleri (Oyaizu, 1986) metoduna göre çalışıldı. Bu metoda göre indirgenme kuvveti numunelerin dolaylı olarak toplam indirgenme potansiyelini göstermekte olup Fe<sup>+3</sup>-Fe<sup>+2</sup> indirgenmesiyle meydana gelen renk değişimi 700 nm’de

takip edilerek belirlenir (Gülçin ve ark., 2004; Demirtaş ve ark., 2013). Stok bal numunelerinden 240 µl örnek hazırlandı ve üzerine pH değeri 6.6 olan 2 M'lık sodyum fosfat tamponundan 2.5 ml eklendi ve çözelti iyice karıştırıldı. Daha sonra % 1'lik potasyum ferro siyanür [ $K_3Fe(CN)_6$ ] den 2.5 mL ilave edilerek karıştırıldı ve 20 dk inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası çözeltiye %10'luk trikloroastik asit çözeltisinden 2.5 ml ve %0,1'lik  $FeCl_3$  çözeltisinden 0.5 ml eklenerek tüpler vortekslendi ve 700 nm'de köre karşı absorbans değerleri okundu. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan Trolox standartının absorbans grafiği çizildi. Bal numunelerinden 3'er paralel ile çalışıldı ve sonuçların ortalamaları alınarak 1 gr balın trolox eşdeğeri olarak hesaplandı.

### **3.1.11. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini**

Bal örneklerinde toplam fenolik madde miktarları tayini (Slinkard ve Singleton, 1997) ve (Gülçin ve ark., 2004) de verilen yöntemlerde modifikasyonlar yapılarak toplam fenolik içerik tespit edildi. Metot Folin-Ciocalteu reaktifi ile tepkime esasına dayanmaktadır. Analizde standart olarak Gallik asit çözeltisi kullanılmıştır. Stok bal çözeltilerinden falcon tüpüne 1 ml numune alınarak üzerine 46 ml saf su ilave edildi ve karışım vorteks yardımıyla karıştırıldı. Hazırlanan bu çözeltiye 1 ml Folin-Ciocalteu reaktifi eklendi ve tekrar vortekslenerek iyice karışması sağlandı. 3 dk sonra karışıma %2'lik  $Na_2CO_3$  çözeltisinden den 3 ml eklendi. Tekrar vortekslenen numuneler 2 saat oda sıcaklığında karanlıkta bekletildi. Toplam fenolik madde analizinde farklı konsantrasyonlarda hazırlanan gallik asit standartı, Folin-Ciocalteu reaktifi ile tepkime vererek standart bir eğri elde edildi. Gallik asit gibi standart bal numuneleri de Folin-Ciocalteu reaktifi ile tepkimeye girerek 760 nm dalga boyunda köre karşı absorbansları okundu ve 3 er paralel ile çalışılan bal numunelerinin ortalamaları alınarak sonuçlar 1 gr balın gallik asit eşdeğeri fenolik madde olarak hesaplandı.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Bal Numunelerinin İletkenlik Değerleri

Balda elektrik iletkenliği değeri, salgı balları ile çiçek ballarını birbirinden ayırt etmekte kullanılmakta olup, bu değerler balın sahip olduğu mineral madde içeriğine göre değişiklik göstermektedir (Batu ve ark., 2013). Bal numunelerinin iletkenlik analizleri TS 13336 balda iletkenlik tayini metodu kullanılarak belirlendi.

**Çizelge 4.1.** Bal numunelerinin ortalama iletkenlik değerleri

Bal Numuneleri	İletkenlik Değerleri ( $\mu\text{S} / \text{cm}$ )
Yayla balı 1	0.200
Yayla balı 2	0.195
Yayla balı 3	0.205
Kestane balı 1	0.800
Kestane balı 2	1.274
Kestane balı 3	1.313
Akasya balı 1	0.143
Akasya balı 2	0.163
Akasya balı 3	0.265
Orman gülü 1	0.356
Orman gülü 2	0.278
Orman gülü 3	0.321

Yapılan bir çalışmada koyu renkli balların mineral madde içeriği açık renkli ballara göre daha fazla olduğu belirtilmiştir (Polat, 2007). Yine yapılan bir başka çalışmada ise balın elektriksel iletkenlik değerinin balda bulunan minerallerle pozitif ilişkili olduğu belirtilmiştir (Chua ve ark., 2012). Koyu renkli kestane ballarının mineral içeriği analizini yaptığımız diğer açık renkli ballardan daha fazla olduğundan bu sonuç literatürdeki bilgilerle benzerlik göstermektedir. Bal örneklerinin iletkenlik sıralaması şu şekilde bulunmuştur.

**Akasya balı < yayla balı < orman gülü < kestane balı**

Sunay ve ark., (2003) elektrik iletkenliğini çiçek balında 0.204-1.561  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ortalama 0.553  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , salgı balında ise 0.953-1.982  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ortalama 1.451  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak belirlemişlerdir. Sunay ve Boyacıoğlu (2008) ise salgı balındaki elektrik

iletkenliğini 0.531-1.613  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ortalama 0.943  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada örneklerin elektrik iletkenliği 0.143-1.313  $\mu\text{S}/\text{cm}$  arasında tespit edilmiştir. Yayla ballarında ortalama 0.463  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , kestane ballarında ortalama 1.129  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , akasya ballarında ortalama 0.190  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , orman gülü ballarında ise ortalama 0.318  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edilmiştir.

#### 4.2. Bal Örneklerinin Nem İçerikleri

Nem içeriği balın kalitesine ve raf ömrüne etkiyen bir durumdur. Bal tebliği'ne göre balda nem oranının en fazla % 20 olacağı belirtilmiştir (Anonim, 2012). Yaptığımız çalışmada bal örneklerinin nem içerikleri TS 13365 refraktometrik metoda göre belirlenmiştir. Sonuçları bal tebliğinde belirtilen değere göre değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Bal örneklerinin ortalama nem içerikleri

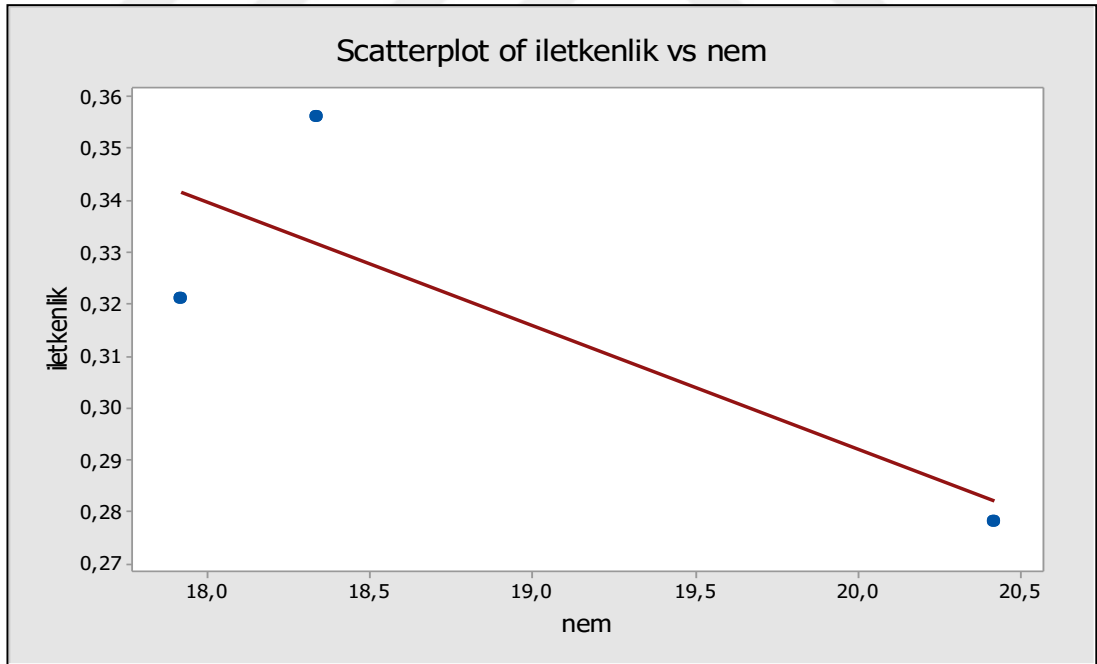
Bal örnekleri	Nem içerikleri (%)
Yayla Balı 1	20.12
Yayla Balı 2	17.58
Yayla Balı 3	17.48
Kestane Balı 1	17.38
Kestane Balı 2	19.96
Kestane Balı 3	18
Akasya Balı 1	17.9
Akasya Balı 2	14.45
Akasya Balı 3	21.62
Orman Gülü 1	18.34
Orman Gülü 2	20.42
Orman Gülü 3	17.92

İncelenen ballar arasında en yüksek nem % 21.62 ile akasya 3 no lu balda görülmektedir.

Bal tebliğinde belirtilen balın nem içeriğinin en fazla % 20 olabileceği belirtilmişti buna göre yayla balı 1, orman gülü 2 ve akasya balı 3 numaraları balların bu değerden fazla olduğu görülmüştür.

Bozkurt ve Aydoğan (1986), ülkemizde farklı bölgelerden topladıkları 52 bal örneği üzerinde yapmış olduğu çalışmada nem oranını % 14.88, Kurt ve Yamankaradeniz (1982), Erzurum ili merkezinde piyasaya sürülen 12 bal örneği üzerinde yapmış olduğu çalışmada nem miktarını ortalama % 16.83 olarak tespit etmişlerdir (Akyüz ve ark. 1995).

Yapılan bir çalışmada balın elektriksel iletkenlik değerinin nem içeriği ile negatif ilişkili olduğu belirtilmiştir (Chua ve ark., 2012). Yapmış olduğumuz bu çalışmada, bal örneklerinden yayla ballarının ve orman gülü ballarının iletkenlik ile nem değerleri arasında korelasyon değerlerine baktığımızda bu bilgiyle uyumlu bir şekilde paralellik gösterdiği görüldü. Çiçek balının iletkenlik ile nem değeri arasındaki korelasyon katsayısı -0.033, orman gülü balının -0.813 bulundu. Sonuç olarak, bu ballarda iletkenlik ile nem arasında negatif bir ilişki olduğu belirlendi.



Şekil 4.1. Orman gülü balının İletkenlik-Nem arasındaki korelasyon  $R^2 = -0.813$

### 4.3. Bal Örneklerinin Serbest Asitlik Düzeyleri

Balın pH'sı yaklaşık 3.2-4.5 değerleri arasındadır (Dustmann, 1979). Balın asidik özellikte olması kendini mikroorganizmalara karşı doğal bir koruma sağlar (Aydın ve ark., 2008). Bal tebliğine göre, balın serbest asitlik düzeyi en fazla 50 meq/kg olarak belirtilmiştir (Anonim, 2012). Bal numunelerinin serbest asitlik düzeyleri TS 13360 sayılı balda serbest asitlik tayini metoduna göre yapıldı.

**Çizelge 4.3.** Bal örneklerinin ortalama serbest asitlik düzeyleri

Bal örnekleri	Serbest Asitlik ( meq/kg)
Yayla Balı 1	30
Yayla Balı 2	20
Yayla Balı 3	24
Kestane Balı 1	24
Kestane Balı 2	14
Kestane Balı 3	14
Akasya Balı 1	19
Akasya Balı 2	13
Akasya Balı 3	17
Orman Gülü 1	43
Orman Gülü 2	43
Orman Gülü 3	17

İncelenen ballar arasında serbest asitlik düzeylerini karşılaştırdığımızda en yüksek asitlik değerleri orman gülü 1 ve orman gülü 2 numaralı ballarda olduğu bulundu. En düşük asitlik değerleri ise, akasya 2, kestane balı 2 ve kestane balı 3 ballarında tespit edildi.

#### **Orman Gülü balları > Yayla Balı balları > Kestane balları > Akasya balları**

Sunay ve ark., (2003), yapmış olduğu bir çalışmada asitliği çiçek balında 15-71.5 meq/kg, ortalama 28.52 meq/kg olarak bulmuşlardır. Bir başka çalışmada ise, Akyüz ve ark. (1995), 24.61 meq/kg, Mendes ve ark. (1998), 13-38.7 meq/kg olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada bal örneklerinin asitlik değeri 13-43 meq/kg, ortalama 23.16 meq/kg arasında tespit edilmiştir. GTHB tarafından yayımlanan bal tebliğine göre analizleri yapılan balların asitlik düzeylerini kıyasladığımızda, yapmış

olduğumuz çalışmada, bal numunelerinin serbest asitlik düzeylerinin bal tebliğine göre uyum içindedir.

#### 4.4. Bal Örneklerinin Diastaz Sayıları

Balın bileşiminde bulunan başlıca enzimler diastaz, invertaz ve  $\beta$ -glükozidazdır. Nektar ve arı kaynaklı bir enzim olan diastaz enzimleri ısıtma işlemine bağlı olarak inaktivite olduğundan balın tazeliğinin anlaşılmasında bir ölçü olarak kullanılmaktadır (Sak-Bosnar ve ark., 2012).

Diastaz, invertaz ve  $\beta$ -glükozidaz enzimleri işçi arıların salgıları sonucu balın içerisinde bulunmaktadır (Crane, 1990). Arıların diastaz enzimini polen taneciklerinde bulunan nişastayı sindirmek için kullandıkları düşünülmektedir (White, 1979). Bal tebliğinde diastaz sayısının en az 8 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2012).

**Çizelge 4.4.** Bal örneklerinin 420 nm’de okunan ortalama absorban değerleri

Bal örnekleri	Absorbans
Yayla Balı 1	1.320
Yayla Balı 2	0.464
Yayla Balı 3	0.736
Kestane Balı 1	0.583
Kestane Balı 2	0.620
Kestane Balı 3	0.760
Akasya Balı 1	0.527
Akasya Balı 2	0.290
Akasya Balı 3	0.355
Orman Gülü 1	0.280
Orman Gülü 2	0.615
Orman Gülü 3	0.127

**Çizelge 4.5.** Bal örneklerinin ortalama diastaz sayıları

<b>Bal örnekleri</b>	<b>Diastaz sayıları</b>
Yayla Balı 1	<b>39.30</b>
Yayla Balı 2	<b>15.80</b>
Yayla Balı 3	<b>23.40</b>
Kestane Balı 1	<b>19.10</b>
Kestane Balı 2	<b>20.10</b>
Kestane Balı 3	<b>24.10</b>
Akasya Balı 1	<b>17.5</b>
Akasya Balı 2	<b>10.8</b>
Akasya Balı 3	<b>12.7</b>
Orman Gülü 1	<b>10.5</b>
Orman Gülü 2	<b>19.9</b>
Orman Gülü 3	<b>4</b>

Analizi yapılan bal örneklerinin diastaz sayılarına göre; en yüksek diastaz sayısı yayla balı 1 no'lu örnekte tespit edildi. En düşük diastaz sayısına ise, orman gülü 3 no'lu bal örneğinde bulundu. Bal tebliğinde belirtilen değere göre, bizim çalışmamızda bal örneklerinin diastaz sayılarını kıyasladığımızda sadece orman gülü 3 no'lu bal örneğinin uygun olmadığı, diğer örneklerin bal tebliğine göre uygun diastaz sayıları içerdiği tespit edildi.

#### **Yayla Balları >Kestane Balları > Orman Gülü Balları > Akasya Balları**

Sunay ve ark., (2003) yapmış olduğu çalışmada çiçek balındaki diastaz sayısını 4-30, ortalama 18.36 olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada bal örneklerinin diastaz sayılarını 4-39.3 arasında, ortalama 18.1 olduğu literatürle uyum içindedir.

#### **4.5. Bal Örneklerinin HMF İçerikleri**

Hidroksimetil furfural (HMF) ısıtma işlemiyle tepkimeye giren şeker ve aminoasitlerin oluşturduğu ve balda miktarı sınırlandırılmış bir maddedir. Türk Gıda Kodeksine göre balda en fazla 40 mg/kg HMF bulunabilir. Bu değerden daha fazla HMF içeriği bala invert şeker ilave edildiğinin belirtisidir. Balda HMF oluşumu pH, sıcaklık, ısıtma işleminin uygulanma süresi ve şeker konsantrasyonuna bağlı olduğundan balın kalitesini belirlemede kullanılan en önemli kriterdir (Ötleş, 1995).



**Çizelge 4.6.** Bal örneklerinin ortalama HMF içerikleri

Bal örnekleri	HMF miktarları (mg/kg)
Yayla balı 1	3.93
Yayla balı 2	1.10
Yayla balı 3	5.90
Kestane balı 1	3.21
Kestane balı 2	1.39
Kestane balı 3	0.18
Akasya balı 1	9.84
Akasya balı 2	8.33
Akasya balı 3	17.33
Orman gülü 1	6.24
Orman gülü 2	10.00
Orman gülü 3	7.83

Analizi yapılan bal örneklerinde en yüksek HMF içeriği 17.33 mg/kg ile Akasya 3 no'lu bal numunesinde tespit edildi. En düşük HMF içeriği ise, 0.18 mg/kg ile kestane 3 no'lu bal numunesinde bulundu. İncelenen bal örneklerinin ortalama HMF miktarları ise aşağıdaki gibi sıralandı,

**Kestane balı < Yayla Balı < Orman Gülü < Akasya Balı**

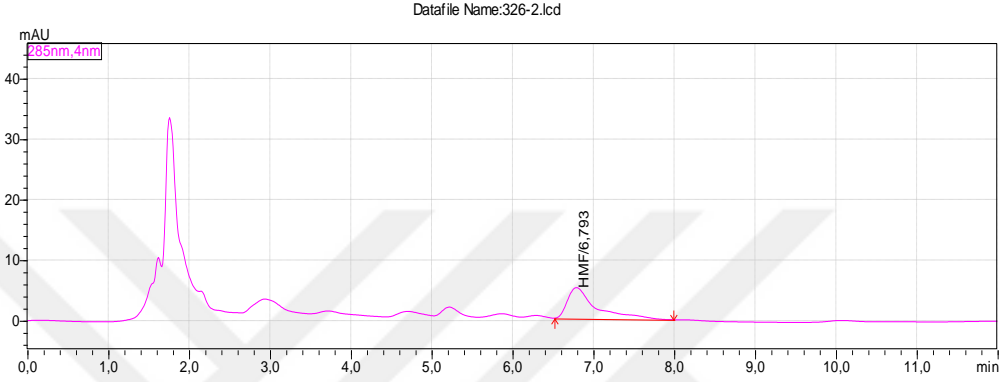
Bal örneklerinin HMF içerikleri 0.18 mg/kg – 17.33 mg/kg arasında bulundu. Yayla ballarının HMF ortalaması 3.64 mg/kg, Kestane ballarının 1.54 mg/kg, Akasya ballarının 11.83 mg/kg, Orman gülü balların ise 8.02 mg/kg olarak tespit edildi. İncelenen balların bal Tebliğine göre uygun olduğu ve HMF miktarlarının 40 mg/kg dan az olduğu belirlendi.

Kambur ve ark., (2016), yapmış olduğu çalışmada Düzce ilinde üretilen balların HMF içeriklerini 10.5-36.02 mg/kg arasında olduğunu tespit etmişleridir. Çalışmalarımızda incelenen balların, HMF miktarları Düzce ilinde yapılan çalışmadaki değerlerden az bulundu.

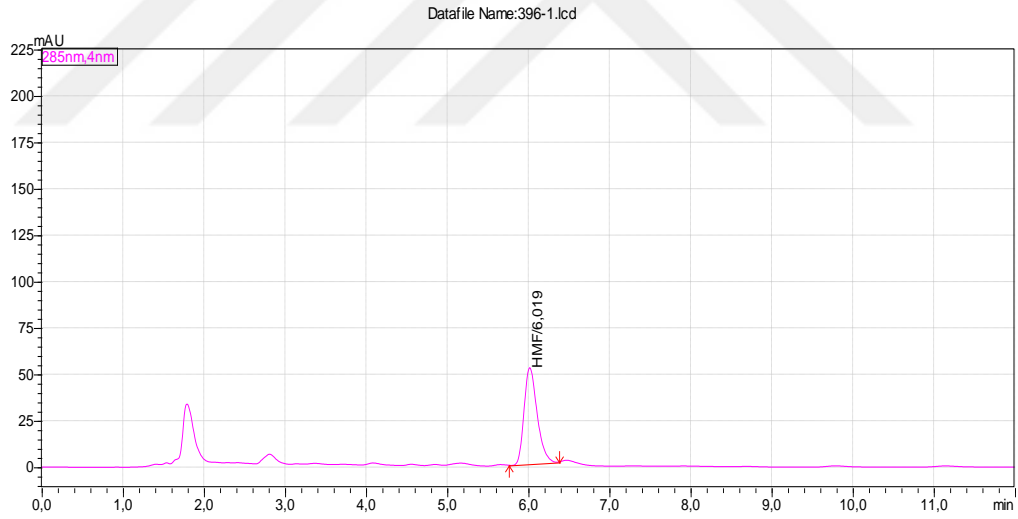
Çoban (2014)'de yapmış olduğu çalışmada Ardahan yöresinde üretilen 7 adet bal numunesinin HMF içeriğini 0.76-6.93 mg/kg arasında tespit etmiştir. Analizlerini yaptığımız bal örneklerinden daha az miktarda HMF içeriği tespit etmişlerdir. Polat (2007)'de yapmış olduğu çalışmada incelenen farklı orijinlere sahip bal örneklerinin

HMF içeriklerini 0.38-52.22 mg/kg arasında tespit etmiş ve incelenen bal örnekleri arasında HMF düzeyi çok yüksek ballar tespit etmişlerdir.

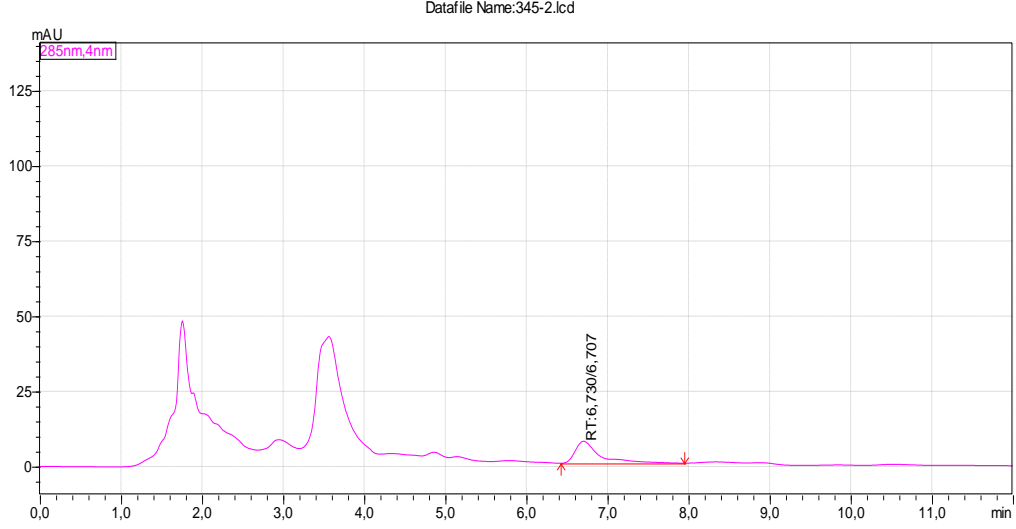
Yüksek asit varlığında HMF oluşumu artmaktadır (Gökmen, 2007). Bu bilgiye göre, çalışmamızda kestane ballarında asitlik ve HMF değerleri arasındaki korelasyon değeri 0.92 bulundu ( $R^2 = 0.92$ ). Kestane ballarında asitlik ve HMF arasında çok yüksek düzeyde bu ilişki literatürdeki bilgiyle uyumlu olduğu sonucuna varıldı.



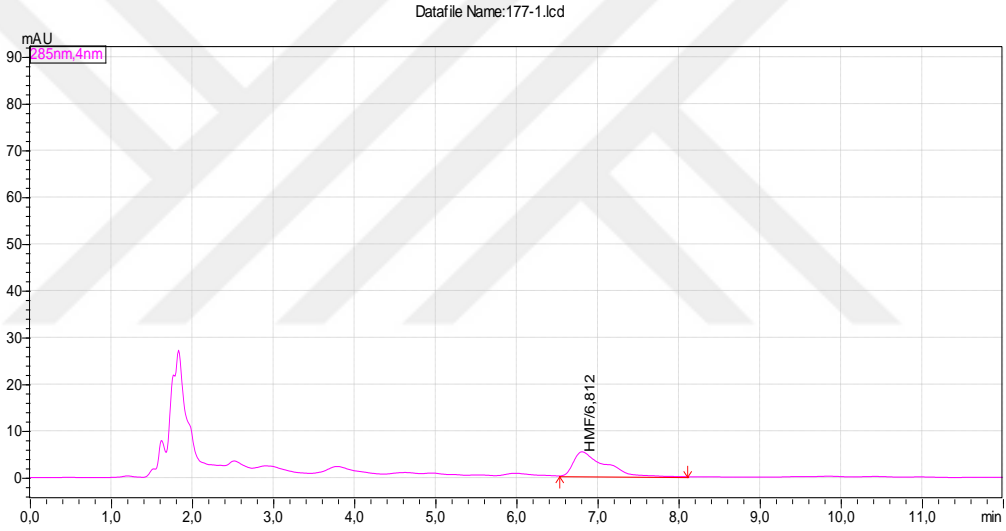
**Şekil 4.2.** Çiçek balı 1 örneğinin HMF piki



**Şekil 4.3.** Akasya 3 örneğinin HMF piki



Şekil 4.4. Kestane balı 1 örneğinin HMF piki



Şekil 4.5. Orman Gülü 2 örneğinin HMF piki

Yukarıda yayla balı, kestane balı, akasya balı ve orman gülü ballarının bazı örneklerinin HPLC kromatogramları gösterilmiştir. Buna göre, en yüksek HMF miktarı içeren akasya ballının HMF pikinin daha yüksek alanda pik verdiği görüldü. En düşük HMF içeriğine sahip olan kestane balının ise, analizi yapılan diğer ballardan daha düşük alanda pik verdiği tespit edildi.

#### 4.6. Bal Örneklerinin Prolin İçerikleri

Balın protein içeriği oldukça düşük olmakla birlikte bu miktar balın nektar içeriğine göre farklıklar göstermektedir. Prolin içeriği, balın kalitesi ve bala uygulanan

sahtecilik hakkında bir değerlendirme olanağı sağlar (Islam ve ark., 2012). Tarım Bakanlığı tarafından yayımlanan bal tebliğinde balın prolin aminoasidi içeriği en az 300 mg/kg olmalıdır (Anonim, 2012).

Çalışmamızda, bal örneklerinin prolin içerikleri TS 13357 sayılı balda prolin muhtevası tayini metodu uygulanarak yapıldı.

**izelge 4.7.** Bal rneklerinin ve standart prolin zeltisinin Ort. absorbans değerleri

Bal rnekleri	Absorbans	Std.Prolin zeltisi
Yayla balı 1	<b>0.307</b>	<b>0.291</b>
Yayla balı 2	<b>0.404</b>	<b>0.423</b>
Yayla balı 3	<b>0.486</b>	<b>0.393</b>
Kestane balı 1	<b>0.456</b>	<b>0.423</b>
Kestane balı 2	<b>0.419</b>	<b>0.361</b>
Kestane balı 3	<b>0.398</b>	<b>0.302</b>
Akasya balı 1	<b>0.536</b>	<b>0.407</b>
Akasya balı 2	<b>0.235</b>	<b>0.377</b>
Akasya balı 3	<b>0.111</b>	<b>0.342</b>
Orman gl 1	<b>0.234</b>	<b>0.354</b>
Orman gl 2	<b>0.185</b>	<b>0.320</b>
Orman gl 3	<b>0.209</b>	<b>0.344</b>

**izelge 4.8.** Bal rneklerinin ortalama prolin miktarları

Bal rnekleri	Prolin miktarı( mg/kg )
Yayla Balı 1	<b>675</b>
Yayla Balı 2	<b>611</b>
Yayla Balı 3	<b>792</b>
Kestane Balı 1	<b>690</b>
Kestane Balı 2	<b>742</b>
Kestane Balı 3	<b>844</b>
Akasya Balı 1	<b>368</b>
Akasya Balı 2	<b>313</b>
Akasya Balı 3	<b>390</b>
Orman Gl 1	<b>369</b>
Orman Gl 2	<b>1030</b>
Orman Gl 3	<b>206</b>

İncelenen bal örneklerinde en yüksek prolin içeriği orman gülü 2 balında, en düşük prolin ise orman gülü 3 balında tespit edilmiştir. Yayla ballarının prolin ortalaması 692.0 mg/kg, kestane ballarının 758.6 mg/kg, akasya ballarının 357.0 mg/kg, orman gülü ballarının ise 535.0 mg/kg olarak belirlendi. Bal tebliğine göre incelenen ballar arasında, orman gülü 3 numaralı balın prolin içeriği düşük bulundu. Akasya 2 numaralı balın ise, sınır değerde olduğu bulundu, diğer balların Türk Gıda Kodeksine göre uygun olduğu tespit edildi.

#### **Akasya balı < Orman Gülü < Yayla Balı < Kestane Balı**

**Çizelge 4.9.** Bal örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizler sonuçları

<b>Bal örnekleri</b>	<b>İletkenlik</b>	<b>Nem</b>	<b>Asitlik</b>	<b>Diastaz</b>	<b>HMF</b>	<b>Prolin</b>
Yayla 1	0.2	20.12	30	39.3	3.93	675
Yayla 2	0.195	17.58	20	15.8	1.1	611
Yayla 3	0.205	17.48	24	23.4	5.90	792
Kestane 1	0.8	17.38	24	19.1	3.21	690
Kestane 2	1.274	19.96	14	20.1	1.39	742
Kestane 3	1.313	18	14	24.1	0.18	844
Akasya 1	0.143	17.9	19	17.5	9.84	368
Akasya 2	0.163	14.45	13	10.8	8.33	313
Akasya 3	0.265	21.62	17	12.7	17.33	390
Orman 1	0.356	18.34	43	10.5	6.24	369
Orman 2	0.278	20.42	43	19.9	10	1030
Orman 3	0.321	17.92	17	4	7.83	206

#### **4.7. Bal Örneklerinin Antioksidan Analizleri**

##### **4.7.1. Bal Örneklerinin DPPH Radikali Süpürme Aktiviteleri**

DPPH radikali ticari olarak satılan bir reaktiftir ve radikal süpürme aktivitesinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Ulusoy, 2010). DPPH radikali süpürme aktivitesi genellikle başlangıçtaki DPPH derişiminin %50 oranında azalması için gerekli olan antioksidan miktarı anlamına gelen SC<sub>50</sub> veya IC<sub>50</sub> olarak ifade edilmektedir. SC<sub>50</sub> veya IC<sub>50</sub> değeri ne kadar düşükse antioksidan aktivite o kadar yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Molyneux, 2004). Biz de yaptığımız çalışmamızda, her bir analizlerde DPPH sonuçlarını % inhibisyon ve IC<sub>50</sub> değerleri

cinsinden hesaplandı. Bal örnekleri 3 paralel ile çalışıldı ve ortalamalar alınarak sonuçlar hesaplandı.

**Çizelge 4.10.** Bal örneklerinin DPPH radikali süpürme aktiviteleri

Bal örnekleri	% DPPH inhibisyon	IC <sub>50</sub> (mg/ml)
Yayla balı	<b>5.98</b>	<b>33.43</b>
Kestane balı	<b>15.81</b>	<b>12.65</b>
Akasya balı	<b>2.35</b>	<b>85.09</b>
Orman gülü (deli bal)	<b>11.32</b>	<b>17.66</b>

Yapılan analiz sonucuna göre, DPPH radikali süpürme aktivitesi en yüksek Kestane balı örneğinde tespit edildi. En düşük DPPH radikali süpürme aktivitesi ise Akasya balı örneğinde bulundu. Orman gülü balının (deli bal) ise DPPH radikali süpürme aktivitesi hem çiçek balından hem de akasya balından daha yüksek olduğu görülmektedir. Koyu renkli balların mineral madde içeriği ve antioksidan özelliği açık renkli ballara göre daha fazla olduğunu biliyoruz (Alvarez-Suarez ve ark., 2010). Dolayısıyla bizim çalışmada, Kestane balının DPPH aktivitesinin analizi yapılan diğer ballardan daha yüksek çıkması literatürdeki bilgilerle benzerlik göstermektedir.

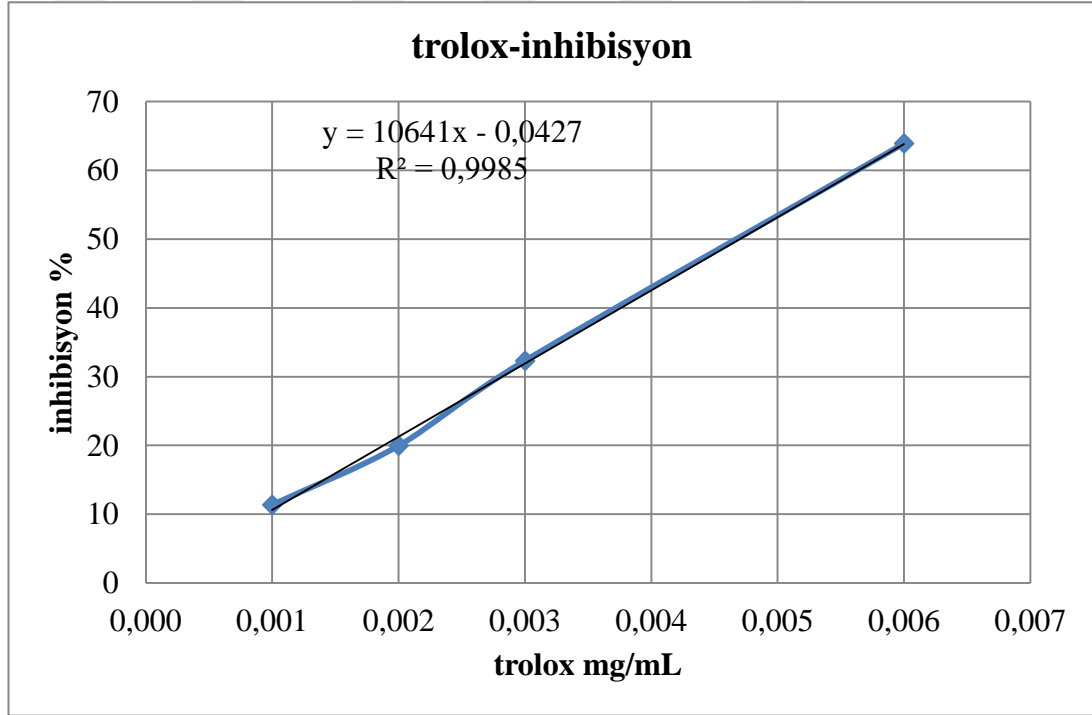
Kolaylı ve ark., (2008), yapmış oldukları çalışmada kestane balı, anzer balı ve çiçek balı örneklerinin antioksidan özelliklerini karşılaştırmışlar ve en yüksek DPPH aktiviteyi kestane balı örneklerinde tespit etmişlerdir. Bizim çalışmada, bal örnekleri arasında en yüksek aktiviteyi kestane balında görüldü. Silici ve ark., (2010), yapmış oldukları çalışmada Karadeniz bölgesindeki orman gülü ballarının DPPH % inhibisyonunu % 2.30-% 90.73 arasında tespit etmişleridir. Bizim çalışmada, orman gülü balının % inhibisyonu 11.32 bulup yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir. Yine ordu yöresinden topladıkları 7 adet orman gülü balının DPPH % inhibisyonunu ise 12.85-68.10 arasında tespit etmişlerdir. Bu bulgular, bizim çalışmadaki sonuçla benzer nitelik taşımaktadır.

Ömür, B. (2015), yapmış olduğu çalışmada Karadeniz bölgesinden topladıkları 50 adet kestane balı örneklerinin antioksidan özelliklerinin araştırmış ve Ordu ilinden aldıkları 4 adet kestane ballarının DPPH süpürme aktivitelerini SC<sub>50</sub> (mg/ml) 15-20-29-33 olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmada ise, kestane balının SC<sub>50</sub> değerini

12.65 mg/ml olarak hesaplandı. Diğer illerden alınan kestane ballarının SC<sub>50</sub> değerleriyle bizim bulduğumuz değer ile genel anlamda benzer nitelikler göstermektedir.

Silici ve ark., (2015), yapmış oldukları çalışmada Türkiye’de üretilen bazı balların antioksidan özelliklerini incelemişler ve inceledikleri ballar arasında en yüksek DPPH aktiviteyi meşe ve kestane balı örneklerinde, en düşük aktiviteyi ise akasya balı örneğinde tespit etmişlerdir.

Kestane balı, akasya balı, orman gülü balı ve yayla ballarının DPPH **aktivitelerini kestane balı > yayla balı > orman gülü > akasya balı** olarak sıralamışlardır. Yapılan çalışmada ise biz DPPH aktivitelerini, **kestane balı > orman gülü > yayla balı > akasya balı** olarak tespit ettik.

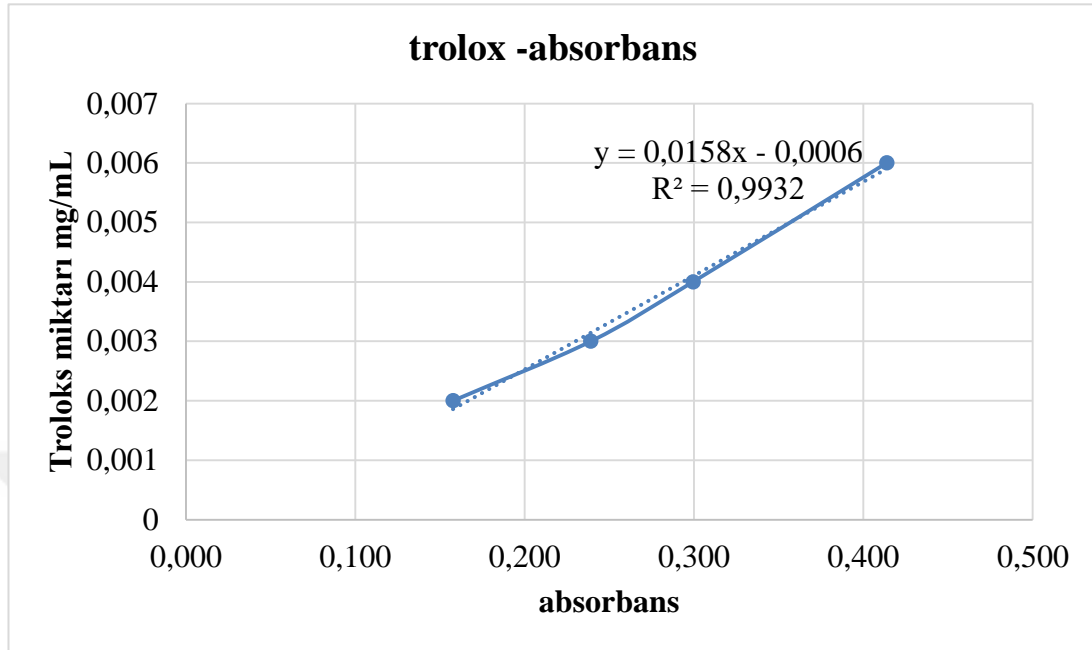


Şekil 4.6. Trolox standartının DPPH süpürme % inhibisyon grafiği

#### 4.7.2. Bal Örneklerinin Demir (III) İndirgeme Kapasiteleri (FRAP)

Bal örneklerinin antioksidan kapasiteleri belirlemek için, diğer bir metot olan FRAP metodu kullanıldı. Analiz materyal metot kısmında belirtilen metoda göre yapıldı ve standart olarak Trolox kullanıldı. Sonuçlar bal numunelerinde Trolox eşdeğeri mg/ml olarak verildi. Farklı derişimlerde hazırlanan Trolox absorbans grafiğinden bal

numunelerinin trolox eşdeğeri antioksidan değerleri tespit edildi. Her bir numune, 3 paralel ile çalışıldı ve sonuçların ortalamaları alınarak grafik çizildi.



**Şekil 4.7.** Bal örneklerinin FRAP aktivitelerini belirlemede kullanılan standart trolox-absorbans grafiği.

**Çizelge 4.11.** Bal örneklerinin FRAP aktivite değerleri

Bal örnekleri	FRAP (1 gr balın Trolox eşdeğeri)
Yayla balı	<b>0.675 mg</b>
Kestane balı	<b>1.64 mg</b>
Akasya balı	<b>0.63 mg</b>
Orman gülü (deli bal)	<b>1.07 mg</b>

Çalışmamızda, analizi yapılan bal örneklerinden en yüksek FRAP aktivitesi, kestane balı örneğinde tespit edildi. En düşük FRAP aktivitesi ise, akasya balı örneğinde bulundu. Orman gülü balının FRAP aktivitesi hem yayla balından hem de akasya balından daha fazla olduğu belirlendi.

Silici ve ark., (2015), yapmış oldukları çalışmada Türkiye’de üretilen bazı balların antioksidan özelliklerini araştırmışlar ve inceledikleri ballar arasında FRAP metoduna göre, en yüksek aktiviteyi kestane balı ve meşe balın örneklerinde tespit etmişlerdir. İnceledikleri ballar arasında bizim de çalışma yaptığımız bal çeşitleri de vardır. Buna göre FRAP değerlerini **kestane balı > yayla balı > orman gülü balı >**



**akasya balı** olarak sıralamışlardır. Bizim yaptığımız analizler de ise, FRAP aktivitelerini **kestane balı > orman gülü > yayla balı > akasya balı** olarak belirledik.

Kestane balının diğer ballardan daha fazla antioksidan aktivite göstermesi ve akasya balının en düşük antioksidan aktiviteye sahip olması silici ve ark., (2015)'de yapmış olduğu çalışmada da bizim tespit ettiğimiz değerlerle benzer sonuçlar göstermiştir.

Kolaylı ve ark., (2008), yaptıkları çalışmada kestane balı, anzer balı ve çiçek balı örneklerinin antioksidan özelliklerini incelemişler ve FRAP metoduna göre incelenen balların antioksidan aktivite sıralamasını **Anzer balı > Kestane balı > çiçek balı** olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada FRAP metoduna göre anzer balı ve Kestane balının antioksidan aktivitesini birbirine çok yakın bulmuşlardır.

#### **4.8. Bal Örneklerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri**

Bal örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri materyal metot kısmında belirtildiği gibi yapıldı ve yöntemde gallik asit standartı kullanıldı. Analiz bal örneklerinin 3 tekrar ile çalışıldı ve sonuçların ortalamaları alınarak tablo hazırlandı.

**Çizelge 4.12.** Bal örneklerinin toplam Fenolik madde içerikleri

<b>Bal örnekleri</b>	<b>Toplam fenolik madde (1 gr balın gallik asit eşdeğeri)</b>
Yayla balı	<b>0.094 mg</b>
Kestane balı	<b>0.120 mg</b>
Akasya balı	<b>0.079 mg</b>
Orman gülü (deli bal)	<b>0.084 mg</b>

Çalışmamızda, analiz sonucu neticesinde bal örneklerin arasında en fazla fenolik içerik kestane balı örneğinde bulundu. En düşük fenolik içerik ise, akasya balı örneğinde tespit edildi. Yayla balının fenolik içeriği ise, hem akasya balından hem de orman gülü balından daha fazla olduğu belirlendi.

Balın antioksidan özelliği ile toplam fenolik madde içeriğinin birbiriyle ilişkili olduğu ve toplam fenolik madde artışının balın antioksidan özelliğini de artırdığı belirtilmiştir (Alzahrani ve ark., 2012). Başka bir araştırmada ise koyu renkli balların toplam fenolik madde içeriklerinin açık renkli ballara göre daha fazla olduğu

buna bağı olarak da daha yüksek antioksidan aktivite gösterdikleri belirtilmiştir (Ajibola ve ark., 2012). Çalışmamızda, analiz sonucu literatürdeki bu bilgilerle uyumludur ve kestane balının toplam fenolik içeriği analizi yapılan diğer ballardan daha fazla olduğu tespit edildi.

Silici ve ark., (2015), yapmış oldukları çalışmada Türkiye’de üretilen bazı balların toplam fenolik içeriklerini incelemişler ve inceledikleri ballar arasında en yüksek fenolik içeriğine funda, meşe ve kestane balı örneklerinde tespit etmişlerdir. İnceledikleri ballar arasında bizim analizlerini yaptığımız ballar da mevcuttur. Buna göre, yapılan çalışmada kestane balı, yayla balı (multifloral bal), akasya ve orman gülü ballarının toplam fenolik madde içeriklerini **kestane balı > yayla balı (multifloral bal) > orman gülü balı > akasya balı** olarak sıralamışlardır. Bizim çalışmamızda, yaptığımız analizlerde ise **kestane balı > yayla balı > orman gülü > akasya balı** olarak tespit ettik. Sonuç olarak, yaptığımız çalışma Silici ve ark. tarafından yapılan çalışmayla benzer sonuçlar göstermektedir.

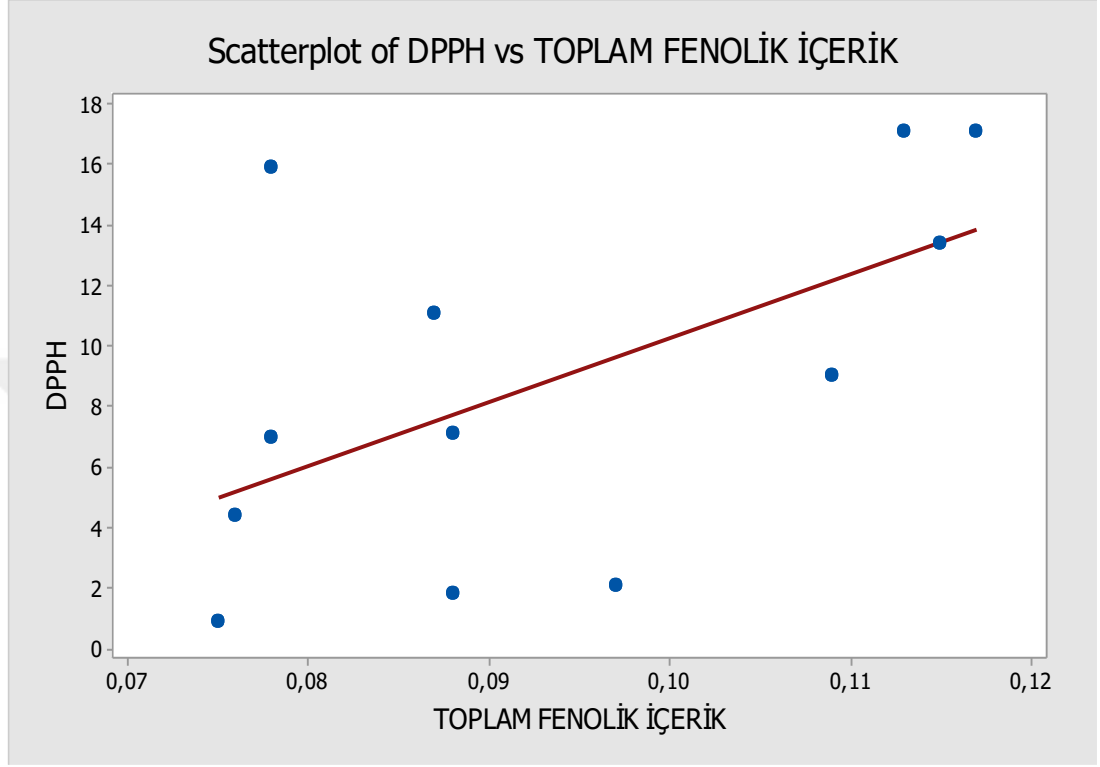
Kolaylı ve ark., (2008), yaptıkları çalışmada kestane balı, anzer balı ve çiçek balı örneklerinin toplam fenolik içeriğini incelemişler. En fazla kestane balın örneğinde, en düşük fenolik içeriği ise çiçek balı örneğinde tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışma da bizim çalışmamızdaki bulduğumuz sonuçla benzer nitelikler göstermiştir.

**Çizelge 4.13.** Bal örneklerinin antioksidan analiz toplu sonuçları

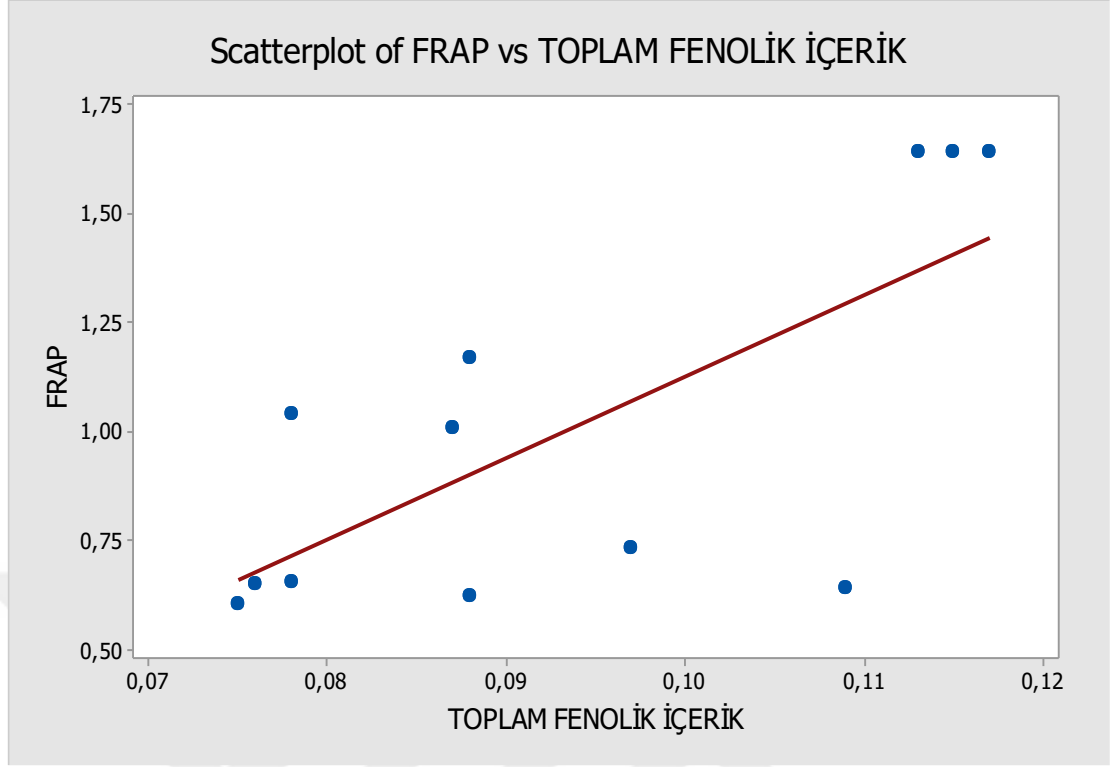
Bal örnekleri	DPPH% İnhibisyonu	Toplam Fenolik Madde	FRAP
Yayla balı	5.98	0.094 mg	0.675 mg
<b>Kestane balı</b>	<b>15.81</b>	<b>0.120 mg</b>	<b>1.64 mg</b>
Akasya balı	2.35	0.079 mg	0.63 mg
<b>Ormangülü balı</b>	11.32	0.084 mg	1.07 mg

Yapılan çalışmada, antioksidan analiz sonuçları ve bal örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri yukarıdaki çizelgede toplu olarak gösterildi. Buna göre, kestane balının toplam fenolik madde içeriği ve hem DPPH metodunda hem de FRAP antioksidan analiz metodlarında incelenen diğer ballara göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edildi. Akasya balının ise, toplam fenolik madde miktarı ve uygulanan antioksidan metodlarına göre, incelenen diğer ballardan daha düşük fenolik içeriğe ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulundu. Bulunan bu

sonuçlar, literatürdeki kestane balı, orman gülü balı, yayla balı ve akasya ballarını içeren testlerdeki sonuçlarla benzer özellikler gösterdiği tespit edildi.



Şekil 4.8. Toplam fenolik içerik- DPPH arasındaki korelasyon  $R^2=0.570$



**Şekil 4.9.** Bal örneklerinde Toplam fenolik içerik-FRAP arasındaki korelasyon.  $R^2= 0,712$

Bal örneklerindeki toplam fenolik madde miktarı ile uygulanan antioksidan metotları arasında doğrusal bir ilişki vardır. Buna göre, toplam fenolik madde miktarı ile DPPH antioksidan analiz metodu arasındaki korelasyon katsayısı 0.570 tespit edildi ve orta düzeyde ilişkili olduğu belirlendi. Toplam fenolik madde miktarı ile FRAP metodu arasında ise korelasyon katsayısı 0.712 tespit edilmiş olup, kuvvetli düzeyde bir ilişki tespit edildi. Buna göre, FRAP metodunun toplam fenolik madde miktarıyla daha iyi ilişkilendirileceği düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bal yapısında yaklaşık 200 çeşit bileşen bulunduran insan sağlığına faydalı önemli bir besin kaynağıdır. İçerdiği vitamin, mineral, organik asitler, flavonoidler, fenolik asitler, aminoasitler ve enzimler nedeniyle hem çok besleyici hem de birçok hastalığa karşı koruyucu ve tedavi edici özellik gösteren, çok fonksiyonlu bir gıda olduğu belirtilmektedir (Özmen ve ark., 2006 ; Spilioti ve ark., 2014).

Bal, flavonoidler (luteolin, kuarsetin, apigenin, galangin vb.), fenolik asitler (kafeik asit, ferulik asit vb.) ve bu maddelerin türevlerini içermekle birlikte yapısında bulunan bu tür polifenoller balın görünüşü, fonksiyonel özellikleri ile antioksidan özelliği üzerinde etkili olmaktadır. Balın fenolik bileşen miktarı nektar kaynağına coğrafi ve ekolojik faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte bal örneklerinin, antioksidan karakterleri ve mineral madde içerikleri koyu renkli ballarda, açık renkli ballara göre daha fazla olduğu bildirilmektedir (Karadal ve ark., 2012; Escuredo ve ark., 2012).

Bu bilgiler ışığında yapılan çalışmada, bal örnekleri arasında incelenen özellikler açısından, bal tebliğinde belirtilen standartlara uygunluğunu ve antioksidan karakterinin hangi balda daha yüksek aktivite gösterdiğini tespit etmeği amaçladık. Antioksidan analizlerinde bal örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ile DPPH ve FRAP metodlarını tercih ettik. Elde ettiğimiz bulguları literatürdeki çalışmalarla kıyasladık. Yapılan analizler neticesinde prolin miktarı en fazla kestane ballarında, serbest asitlik miktarı en fazla orman gülü ballarında, diastaz sayısı en fazla yayla ballarında, HMF içeriği en fazla akasya ballarında, iletkenlik en fazla kestane ballarında, nem içeriği ise hemen hemen tüm ballarda eşit miktarlarda tespit edildi. İncelenen fiziksel ve kimyasal özellikler açısından balların, bal tebliğindeki standartları karşıladığı tespit edildi.

Antioksidan analiz sonuçlarına göre ise, kestane balının toplam fenolik madde miktarı ve uygulanan metotlara göre, incelenen diğer ballardan daha yüksek antioksidan özellik gösterdiği tespit edildi. Yapılan analiz sonuçlarının literatürdeki bilgilerle uyumlu sonuçlar gösterdiği anlaşıldı. Buna göre, kestane balının mineral madde içeriği, aminoasit içeriği ve yüksek antioksidan karaktere sahip olması insan sağlığı açısından incelenen diğer ballara göre daha faydalı olacağı düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abdel-Latif, M.M. 2015. Chemoprevention of gastrointestinal cancers by natural honey. *World Journal Pharmacology*, 4(1): 160-167.
- Ajibola, A., Chamunorwa, J.P., Erlwanger, K.H. 2012. Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth. *Nutrition and Metabolism*, 9(61): 1-13.
- Aksoy, Z., Dıġrak, M. 2006. Bingöl yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal etkisi üzerinde in vitro araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(4): 471-478.
- Akyüz, N., Bakırcı İ., Ayar, A., Tunçtürk, Y. 1995. Van piyasasında satışa sunulan balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bunların ilgili standarda uygunluġu üzerinde bir araştırma. *Gıda Dergisi*, 20(5): 321-326.
- Aljadi, A.M., Kamaruddin, M.Y. 2004. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chemistry*, 85: 513-518.
- Alvarez-Suarez J.M., Tulipani S., Diaz D., Estevez Y., Romandini S., Giampieri F, Damiani E., Astolfi P., Bompadre S., Battino M. 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food Chem. Toxicol.* 48: 2490-2499.
- Alzahrani, H.A., Alsabehi, R., Boukraâ, L., Abdellah, F., Bellik, Y., Bakhotmah, B.A. 2012. Antibacterial and antioxidant potency of floral honeys from different botanical and geographical origins. *Molecules*, 17(9): 10540-10549.
- Anonim, 2007. Türkiyede arıcılık. <http://www.anzerbalisatisi.net/>, (Erişim tarihi: 20.05.2017).
- Anonim, 2002. Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü TS 3036/Mart 2002, Ankara.
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi bal tebliġi (2012/58). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlıġı, 27 Temmuz 2012 tarih ve 28366 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim, 2013. Food and Agriculture Organization ( Gıda ve Tarım Örgütü). <http://www.fao.org/>, (erişim tarihi: 30.05.2017).
- Anonim, 2016. TÜİK illere göre bal üretim daġılımı (ton), Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Aydın, B.D., Sezer, Ç., Oral, N.B. 2008. Kars'ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerinin araştırılması. *Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14 (1): 89-94.
- Batu, A., Küçük, E., Çimen, M. 2013. Doġu Anadolu ve Doġu Karadeniz Bölgeleri çiçek ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Deġerlerinin Belirlenmesi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 8(1): 52-62.

- Batu, A., Küçük, E., Çimen, M. 2013. Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri çiçek ballarının fizikokimyasal ve biyokimyasal değerlerinin belirlenmesi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 8(1): 52-62.
- Belay, A., Solomon, W., Bultossa, G., Adgaba, N., Melaku, S. 2015. Botanical origin, colour, granulation and sensory properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry*, 167: 213-219.
- Bertocelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M. 2007 Golob T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105:822–828.
- Bilgen-Çınar, S. 2010. Türk çam balının analitik özellikleri. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Bogdanov, S., Lullmann, C., Martin, P., Russmann, H., Vorwohl, G. 2000. Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the international honey commission, Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld, Switzerland. [www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch); Erişim Tarihi: (8 Haziran 2016).
- Bogdanov, S. 2002. Harmonised methods of the international honey commission, 1-62.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., Oddo, L.P. 2004. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys. *Apidologie*, 35: 4-17.
- Brudzynski, K., Kim, L. 2011. Storage-induced chemical changes in active components of honey de-regulate its antibacterial activity. *Food Chemistry*, 126:1155–1163.
- Buratti, S., Benedetti, S., Cosia, M.S. 2007. Evaluation of the antioxidant power of honey, propolis and royal jelly by amperometric flow injection analysis, *Talanta*, 71, 1387-1392.
- Christopher, M.H., Kim, M.D. 1997. Potentiating health and crisis of the immune system. Plenum pres. New York, chapter. 24, 243-270.
- Chua, L.S., Abdul-Rahaman, N.L., Sarmidi, M.R., Aziz, R. 2012. Multi-elemental composition and physical properties of honey samples from Malaysia. *Food Chemistry*, 135(3): 880-887.
- Costa, I., Albuquerque, M., Trugo, I., Quinteiro, I., Barth, O., Ribeiro, M. Demaria. 1999. Determination of non-volatile compounds of different botanical origin Brazilian honeys. *Food Chemistry*, 65:347-352.
- Crane, E. 1990. Bees And Beekeeping, Heinemann Newnes, London.
- Çetin, K., Alkın, E., Uçurum, H. 2011. Piyasada satılan çiçek ballarının kalite kriterlerinin belirlenmesi. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknoloji Dergisi*, 11: (49): 49-56.
- Çoban, Ç. 2014. Ardahan yöresinde üretilen bazı bal çeşitlerinin biyokimyasal analizi ve *Saccharomyces cerevisiae* kültüründe besinsel değerlerinin ölçülmesi. Yüksek lisans tezi, Fırat üniversitesi, fen bilimleri enstitüsü, biyoloji anabilimdalı, Elazığ.

- Demirtaş, İ., Erenler, R., Elmastaş, M., Göktaşoğlu, A. 2013. Studies on the antioxidant potential of flavones of *Allium vineale* isolated from its water-soluble fraction. *Food Chemistry*, 136, 34-40.
- Doğaroğlu, M. 2004. Modern arıcılık teknikleri 2.baskı. Doğa Arıcılık Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ.
- Dustman, J.H. 1993. Honey quality and its control. *American Bee Journal*. 133(9): 648-651.
- Erdoğan, Y., Dodoloğlu, A., Zengin, H. 2004. Farklı çevre ve koşulların bal kalitesi üzerine etkileri. 4. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 223-227, Konya.
- Erdoğdu, A.T. 2008. Türk Gıda Kodeksine Göre Bal. <http://www.gidasanayii.com/>, (Erişim tarihi: 10.05.2017).
- Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M., Seijo, M.C. 2014. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, 149: 84-90.
- Esti, M., Panfili, G., Marconi, E., Trivisno, M.C. 1997. Valorization of the honeys from the Molise region through physicochemical, organoleptic and nutritional assessment. *Food Chemistry*, 58(1-2): 125-128.
- Fallico, B., Zappala, M., Arena, E., Verzera, A. 2004. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85: 305-313.
- FAO 1996. Value-added products from beekeeping. FAO agricultural service bulletin, Rome.
- Finola, M.S. Lasagno, M.C. Marioli, J.M. 2007. Mikrobiological and chemical characterization of honey from Argentina. *Food Chemistry*, 100, 1649-1653.
- Fiorani, M., Accorsi, A., Blasa, M., Diamantini, G., Piatti, E. 2006. Flavonoids from Italian multifloral honeys reduce the extracellular ferricyanide in human red blood cells, *J. Agric. Food Chemistry*, 54, 8328-34.
- Genç, F., Dodoloğlu, A. 2002. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları No:166, s.338, Erzurum.
- Gomes, S., Dias, L.G., Moreira, L.L., Rodrigues, P., Estevinho, L. 2010. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2): 544-548.
- Gökmen, V. 2007. Analysis of HMF by HPLC. Cost action 927 training school. Building skills on the analysis of thermal process contaminants in foods, Ankara.
- Guler, A., Bakan, A., Nisbet, C., Yavuz, O. 2007. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. *Food Chemistry*, 105: 1119-1125.
- Gülçin, İ., Şat, İ., Beydemir, G., Elmastaş, Ş., Küfrevioğlu, İ. 2004. Comparison of antioxidant activity of clove (*Eugenia caryophyllata* Thunb) buds and lavender (*Lavandula stoechas* L.). *Food chemistry*, 87, 393-400.



- Halliwell, B. And Gutteridge, J.M.C. 1989. Free radikals in biology and medicine. Oxford, UK: Calendon Pess. 51-57.
- Halliwell, B. 1990. How to characterize a biological antioxidant. Free Radikal Research Comminity, 9, 1-32.
- Halliwell, B. 1994. Free radikals and antioxidants: A personal view. Nutrition Reviews, 52: 253-265.
- Hışıl, Y., Bökrekçioğlu, N. 1986. Balın Bileşimi ve Balda Yapılan Hileler, Gıda, 11 (2): 79-82.
- Isidorov, V., Bagan, R., Bakier, S., Swiecicka, I. 2015. Chemical composition and antimicrobial activity of Polish herbhoneys. Food Chemistry, 171: 84-88.
- Islam, A., Khalil, I., Islam, N., Moniruzzaman, M., Mottalib, A., Sulaiman, S.A., Gan, S.H. 2012. Physicochemical and antioxidant properties of Bangladeshi honeys stored for more than one year. BMC Complementary and Alternative Medicine, 12(1): 177.
- Jeuring, J., Koppers, F. 1980. High performance liquid chromatography of Furfural and Hydroxymethylfurfural in spirits and honey. J. Ass. of Anal. Chem. 63, 1215.
- Juan-Borrás, M., Domenech, E., Hellebrandova, M., Escriche, I. 2014. Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. Food Research International, 60:86-94.
- Kabbani, D., Sepulcre, F., Wedekind, J. 2011. Ultrasound-assisted liquefaction of rosemary honey: Influence on rheology and crystal content. Journal of Food Engineering, 107(2):173-178.
- Kambur, M., Kekeçoğlu, M., Yıldız, İ. 2016. Düzce ili Yığılca ilçesinde üretilen balların kimyasal ve palinolojik analiz yöntemleri ile değerlendirilmesi. Uludağ Arıcılık Dergisi, 15(2): 67-79.
- Karadal, F., Yıldırım, Y. 2012. Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakóltesi Dergisi, 9(3): 197-209.
- Kayral, N., Kayral, G. 1984. Yeni Teknik Arıcılık, s425.
- Kerem, Z., Chetrit, D., Shoseyov, O., Regev-Shoshani, G. 2006. Protection of lipids from oxidation by epicatechin, Trans- Resveratrol, Gallic acid and Caffeic acid in Intestinal model system, J. Agric. Food Chem. 54, 26, 10288-10293.
- Khalil, M.I., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M.A., Islam, M.N., Sulaiman, S.A., Gan, S.H. 2012. Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. Molecules, 17(9): 11199-11215.
- Kolaylı, S., Aliyazıcıoğlu, R., Ulusoy, E., Karaoğlu, Ş. 2008. Antioxidant and Antimicrobial Activities of selected Turkish honeys. Hacettepe J. Biol. & Chem. 36(2): 163-172.
- Krell, R. 2001. Value Added Products from Beekeeping, Food and Agricultural Organisations of the United Nations, Rome.

- Kumova, U. 2000. Ülke Arıcılığını Çağdaştırma Konusunda Öneriler. *Teknik Arıcılık*, 70:5-10.
- Kurt, A., Yamankaradeniz, R. 1982. Erzurum ili merkezinde tüketilen süzme ballar üzerine bir araştırma. *Gıda*, 7(3): 115-120.
- Manyi-Loh, C.E., Clarke, A.M., Ndip. 2011. An overview of honey: therapeutic properties and contribution in nutrition and human health. *African Journal of Microbiology Research*, 5(8): 844-852.
- Molan, P.C. 2006. The evidence supporting the use honey as a wound dressing, *Int. J. Low Extrem Wounds*, 5, 40-54.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Science and Technology*, 26:211–219.
- Nagai, T., Sakai, M., Inoue, R., Inoue, H., Suzuki, N. 2001. Antioxidative activities of some commercially honeys, royal jelly, and propolis. *Food Chemistry*, 75:237–240.
- Nombre, I., Schweitzer, P., Boussim, J.I, Rasolodimby, J.M. 2010. Impacts of storage conditions on physicochemical characteristics of honey samples from Burkina Faso. *Afr. J. Food Sci.* 4(7): 458 –463.
- Oroian, M. 2013. Measurement, prediction and correlation of density, viscosity, surface tension and ultrasonic velocity of different honey types at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, 119(1):167-172.
- Othman, N.H. 2012. Honey and cancer: sustainable inverse relationship particularly for developing nations-a review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* <http://dx.doi.org/10.1155/2012/410406>.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307-315.
- Ömür, B. 2015. Karadeniz bölgesinde üretilen kestane (*Castanea sativa* Mill.) ballarının biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Ordu üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, kimya anabilim dalı, Ordu.
- Ötleş, S.1995. Bal ve bal teknolojisi. *Alaşehir Meslek Yüksek Okulu Yayınları*, 2:1-89.
- Özmen, N., Alkın, E. 2006. Balın antimikrobiyel özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, (4): 155-160.
- Percival, M. 1998. Antioxidants. *Clinical Nutrition Insight*. 31, 1-4.
- Polat, G. 2007. Farklı lokasyon ve orijinlere sahip balların reolojik, fizikokimyasal karakteristikleri ve mineral içeriklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Sak-Bosnar, M., Sakaç, N. 2012. Direct potentiometric determination of diastase activity in honey. *Food Chemistry*, 135(2):827-831.

- Schade, J.W., Marsh, G.L., Eckert, J.E. 1958. Diastase activity and HMF in honey and their usefulness in detecting heat alteration. *Food Res.* 23, 446-463.
- Serrano, S., Espejo, R., Villarjo, M. and Jodral, M.L. 2006. Diastase and invertase activities in Andalusian honeys. *International Journal of Food Science and Technology*, 42: 76-79.
- Shimada, K., Fujikawa, K., Yohana and Nakamura, T. 1992. Antioxidative properties of xanthin on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 945-948.
- Silici, S., Sagdıç, O., Ekıcı, L. 2010. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. *Food Chemistry*, 121, 238-243
- Silici, S., Can, Z., Yıldız, O., Sahin, H., Turumtay, E.A., Kolaylı, S. 2015. An investigation of Turkish honey: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles, *Food Chemistry*, 180: 133-141.
- Silva, P.M, Gauche, C., Gonzaga, L.V., Costa, O., Fett, R. 2010. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309-323.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidant by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Slinkard, K., Singleton, V.L. 1997. Automation and comparison with manuel methods. *American Journal Enology and Viticulture*, 28, 49-55.
- Spilioti, E., Jaakkola, M., Tolonen, T., Lipponen, M., Virtanen, V., Chinou, I., Kassi, E., Karabournioti, S., Moutsatsou, P. 2014. Phenolic acid composition, antiatherogenic and anticancer potential of honeys derived from various regions in Greece. *PloS One* 9(4):e 94860.
- Sunay, A. 2008. Türk çam balının belirleyici özellikleri. 1.Uluslararası Muğla Arıcılık ve çam balı kongresi. 25-27 Kasım 2008. Muğla.
- Sunay, E., Ö., Doğaroğlu, M., Gökçen, J. 2003. Türkiye’de ve dünyada bal üretimi, ticareti ve karşılaşılan sorunlar. II. Marmara Arıcılık Kongresi, Yalova.Sunay, E. A., O. Altıparmak, M. Doğaroğlu, J. Gokcen 2003. Türkiye’de ve Dünyada bal üretimi, ticareti ve karşılaşılan sorunlar. II. Marmara arıcılık kongresi. 28-30 Nisan 2003.Yalova.
- Şahinler, N., Gül, A., Akyol, E., Yeninar, H. 2007. Ülkemizde Üretilen Yayla, Ayçiçeği, Pamuk, Narenciye ve Çam Ballarının Yapısı. III. Marmara Arıcılık Kongresi. 20-21 Ekim 2007. Bursa.
- Tezcan , F., Kolaylı , S., Şahin, H., Ulusoy, E. 2011. Evaluation of organic asid, saccharide composition an antioxidant properties of some authentic Turkish honey, *J. Food Nutr. Res.* 50, 33-40.
- Tolon, B. 1999. Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma.
- Tosi, E., Ciappini, M., R. E., Lucero, H. 2002. Honey thermal treatment effects on hyd- roxymethylfurfural content. *Food Chemistry*, (77):71-74.

- Turhan, I., Tetik, N., Karhan, M., Gurel, F., Tavukcuoglu, H.R. 2008. Quality of honeys influenced by thermal treatment. *Lebensm Wiss Technol.* 41:1396–1399.
- Ulusoy, E. 2010. Anzer balı ve polenin yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile bileşiminin belirlenmesi ve antioksidan özellikleri üzerine araştırma. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- White, J.W. 1979. Composition of honey, in *A Comprehensive Survey Honey*, pp.157-194, Eds. Crane E., Bee Research Association, Morrison and Gibb. Ltd. London.
- Yıldırım, A. 2013. Bingöl ili ballarının fenolik bileşiklerinin antioksidan ve antimikrobiyal etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl.
- Yıldırım, A. 2013. Bingöl ili ballarının fenolik bileşiklerinin antioksidan ve antimikrobiyal etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl.
- Zumla, A., Lulat A. 1989. Honey-aremedy Rediscovered, *Journal of the Society of Medicine*, 82, 384-385.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı :** NURETTİN AKGÜN

**Doğum Yeri:** ORDU / MERKEZ

**Doğum Tarihi :** 06.10.1986

**Yabancı Dili :** İNGİLİZCE

**E-mail :** nurettinhan@gmail.com

### Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Kimya	Ege üniversitesi	2011

### İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Polis memuru	Kars çevik kuvvet şube müdürlüğü	2015

### Bildiriler :

1. Nurettin Akgün, **Latif Kelebekli**, 2017. Investigation of Phenolic Contents and Antioxidant Properties of Some Honeys Produced in Ordu, Turkey, *3st International Turkic World Conference on Chemical Sciences and Technologies*, **Bakü, Azerbaycan.**