ÇİÇEK BALLARININ KİMYASAL FİZİKSEL VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hanife DOĞAN

Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL
2014
Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇİÇEK BALLARININ KİMYASAL FİZİKSEL VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hanife DOĞAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2014

Her hakkı saklıdır

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAY FORMU

ÇİÇEK BALLARININ KİMYASAL FİZİKSEL VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL danışmanlığında, Hanife DOĞAN tarafından hazırlanan bu çalışma 22/12/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (3./3.)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Fevzi KELEŞ *İmza* :

Üye : Prof. Dr. Ferat GENÇ *İmza* :

Üye : Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL *İmza* :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 25./12./2014. tarih ve 51./1726. nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2012/428

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇİÇEK BALLARININ KİMYASAL FİZİKSEL VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hanife DOĞAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL

Bu araştırmada 27 adet bal örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toplam fenolik madde miktarı ve antimikrobiyal aktiviteleri araştırılmıştır. Balların nem, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, indirgen şeker, sakaroz, toplam şeker, pH değeri, titrasyon asitliği, toplam fenolik madde miktarı ve renk yoğunluğu (*L, a, b*), ortalamaları sırasıyla %16,10; %83,91; %82,25; 3,88; 33,25 meq/kg; %67,95; %3,87; %71,83; 449,59 mg GAE/100g; 52,56; (-)0,09; 7,94;olarak belirlenmiştir. Balların mineral madde içerikleri (mg/kg); K 178,40; Na 118,04; Mg 19,83; Zn 11,56; Cu 2,06 ve P 41,64 olarak tespit edilmiştir. Bal örneklerinin renk yoğunluğu (*L, a, b*), nem, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, indirgen şeker, sakaroz, toplam şeker, pH, titrasyon asitliği ve toplam fenolik madde miktarı istatistiki olarak çok önemli seviyede ($P<0,01$) farklı olduğu tespit edilmiştir. İstatistiki olarak balların potasyum, sodyum ve magnezyum miktarlarının çok önemli seviyede ($P<0,01$), bakır miktarı önemli seviyede ($P<0,05$) farklı iken; çinko ve fosfor miktarlarının ise farklı olmadığı belirlenmiştir. Bal örneklerinin *Escherichia coli* BC 1402, *Bacillus cereus* ATCC 33019, *Salmonella Typhimurium* RSSK 95091 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 29213'e karşı istatistiki olarak $P<0,01$ düzeyinde çok önemli seviyede farklı antimikrobiyal etkilerinin olduğu; mayalara (*Saccharomycess cerevisia* BC 6541, *Candida albicans* ATCC 1223) karşı antimikrobiyal aktivite göstermedikleri belirlenmiştir.
Sonuç olarak bal örneklerinin önemli düzeyde toplam fenolik madde ve mineral madde içerdiği, denenen bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

2014, 61 sayfa

Anahtar Kelimeler: bal, mineral madde, ICP, toplam fenolik madde, antimikrobiyal aktivite

ABSTRACT

Master Thesis

THE DETERMINATION OF CHEMICAL PHYSICAL AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF FLOWER HONEY

Hanife DOĞAN

Ataturk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL

In this study 27 flower honey samples were used to determine some physical chemical properties, total phenolic content and antimicrobial activity. Water, total dry matter, total soluble solids, reducing sugar, sucrose, total sugar, pH, titratable acidity, total phenolic content, color (*L*, *a*, *b*), K, Na, Mg, Zn, Cu, P content honey samples were determined as %16,10; %83,91; %82,25; 3,88; 33,25 meq/kg; %67,95; %3,87; %71,83; 449,59 mg GAE/100g; 52,56; (-)0,09; 7,94, 178,40; 118,04; 19,83; 11,56; 2,06 and 41,64 respectively. In honey, the sample types were found effective significantly ($p<0,01$) on water, total dry matter, total soluble solids, total sugar, sucrose, reducing sugar, titratable acidity, pH*; L, a* and *b* values and total phenolic content. In honey, the sample types were found effective significantly ($p<0,01$) on K, Na, Mg content whereas the sample types were found effective significantly ($p<0,05$) Cu content. In honey, the sample types were not found effective significantly ($p<0,01$) on Zn and P. Honey extracts showed significant antimicrobial activity against *Escherichia coli BC 1402, Bacillus cereus ATCC 33019, Salmonella Typhimurium RSSK 95091 and Staphylococcus aureus ATCC 29213* but the sample types were not found effective significantly ($p<0,01$) on *Saccharomycess cerevisia* BC 6541, *Candida albicans* ATCC 1223.
The results of this study showed that honey is a good source of phenolic compounds and minerals. Also, the honey has antimicrobial activity.

2014, 61 pages

Keywords: Honey, mineral content, ICP, total phenolic content, antimicrobial activity

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamamın planlanmasında ve yürütülmesinde bilgi, öneri ve yardımlarını benden esirgemeyen ve bu çalışmanın tamımında büyük emeği olan, yanında çalışmaktan her zaman onur duyduğum Saygı Değer Hocam Sayın Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yaptığım araştırmanın çeşitli aşamalarında yardımlarını gördüğüm Sayın Doç. Dr. Bülent ÇETİN'e, Sayın Prof. Dr. Nesrin YILDIZ'a, Sayın Doç. Dr. Serdar BİLEN'e, Sayın Yrd. Doç. Tuba ERKAYA'ya ve çalışmalarım sırasında göstermiş olduğu idari yardımlarından dolayı Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Mükerrem KAYA'ya teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmam boyunca yanımda olan ve her daim yardımlarını gördüğüm lisansüstü arkadaşlarım, Fatma Yağmur HAZAR, Kübra FETTAHOĞLU, Kübra ÇİNAR, Nazan ÜNAL ve Mehmet DOĞAN'a teşekkür ederim.

Uzakta olmalarına rağmen manevi desteklerini benden esirgemeyen, varlıklarıyla her zaman hayatımı anlamlı kılan canım arkadaşlarım Nilge SARIMEHMETOĞLU ve Nazmi Mert EKİZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında aldığım kararları sorgulamadan arkamda duran, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, parçası olmaktan her zaman gurur duyduğum, varlıklarını her zaman yanımda hissettiğim canım aileme teşekkür ederim.

Hanife DOĞAN
Aralık, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ v
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 15
3. MATERYAL ve METOT 24
3.1. Materyal 24
3.2. Metot 24
3.2.1. Örnek alma ve örneklerin analize hazırlanması 24
3.2.2. Analiz metotları 26
3.2.2.a. Fiziksel analiz metotları 26
3.2.2.b. Kimyasal analiz metotları 26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 30
4.1. Renk Yoğunluğu (L, a, b değerleri) 30
4.2. Balların bazı kimyasal özellikleri 34
4.2.1. Nem ve toplam kuru madde miktarı 37
4.2.2. Suda çözünür kuru madde miktarı 38
4.2.3. pH Değeri 38
4.2.4. Titrasyon asitliği 39
4.2.5. Toplam fenolik madde miktarı 40
4.2.6. Şeker miktarı 41
4.2.7. Mineral madde miktarı 42
4.3. Antimikrobiyal Aktivite 48
5. SONUÇ 53
KAYNAKLAR 55
ÖZGEÇMİŞ 62

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
g	Gram
GA	Gallik asit
HMF	Hidroksi Metil Furfural
ICP	İndüktif Eşleşmiş Plazma
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
KO	Kareler Ortalaması
meq	miliekivalent
mg	Miligram
ml	Mililitre
N	Normalite
NaOH	Sodyum Hidroksit
nm	Nanometre
ppm	Milyonda Kısım
SÇKM	Suda Çözünür Kuru Madde
SD	Serbestlik Derecesi
µg	Mikrogram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Bal örneklerindeki bazı minerallerin en düşük, en yüksek ve ortalama miktarları 46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Ülkelere göre toplam arılı kovan sayısı ve bal üretim miktarı 2
Çizelge 1.2. 2007-2012 yılları arasında ülkemizde bal üretimi ve koloni başına bal verimi 3
Çizelge 1.3. Türkiye'de bölgelere göre bal üretimi 4
Çizelge 3.1. Balların temin edildiği iller 25
Çizelge 4.1. Balın renk yoğunluğuna ait varyans analiz sonuçları 30
Çizelge 4.2. Bal örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları 31
Çizelge 4.3. Bal örneklerinin renk yoğunluğu ve kimyasal özelliklerine ait korelasyon sonuçları 32
Çizelge 4.4. Bal örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları 35
Çizelge 4.5. Balların bazı kimyasal analizlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları 36
Çizelge 4.6. Mineral madde analizine ait varyans analiz sonuçları 43
Çizelge 4.7. Mineral madde analizine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları 44
Çizelge 4.8. Balların çeşitli mikroorganizmalara karşı gösterdiği antimikrobiyal aktivite varyans analiz sonuçları 48
Çizelge 4.9. Bal Örneklerinin Antimikrobiyal aktivite değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları 49

1. GİRİŞ

Arıcılık; toprağa bağlı olmadan yapılan, fazla maliyet gerektirmeyen ve özellikle gelir durumu düşük, orman içi veya orman kenarı köylere gelir sağlaması açısından önemli bir tarımsal faaliyettir. Ayrıca fazla sermaye ve işgücü gerektirmemesi, aynı zamanda herkesin yapabileceği, aile işgücünün en iyi değerlendirilebileceği bir uğraşı olması bakımından da sosyo-ekonomik önem taşımaktadır (Sıralı 2010). Arı ürünleri arasında en çok bilinen ve kullanılan baldır (%99,4). Bunu sırasıyla polen (%61,6) arı sütü (%52,8), balmumu (%46,4) takip ederken; arı zehiri (%16,3) ve propolis (%8,9) daha az bilinmektedir (Bölüktepe ve Yılmaz 2008).

Bal, bitkilerin çiçeklerinde ya da diğer canlı kısımlarında bulunan nektar bezlerinden salgılanan nektarın ve bitki üzerinde yaşayan bazı böceklerin, bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak salgıladığı maddelerin, bal arıları (*Apis mellifera*) tarafından toplanması, vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve buralarda olgunlaşması sonucunda meydana gelen tatlı bir üründür (Anonim 2012a). Tarihten günümüze kadar birçok kültürde, bal hem gıda olarak hem de tedavi edici olarak kullanılmıştır (Aksoy ve Dığrak 2006).

Bal, yaklaşık 6000 yıldır doğal olarak elde edilen ve hiçbir işlem uygulanmadan insanlar tarafından tüketilen en karmaşık gıda maddelerinden birisidir (Haroun 2006; Akhmazillah *et al.* 2013) . FAO 2011 verilerine göre bal üretim miktarları bakımından ilk on beş ülke sıralaması Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Ülkelere göre toplam arılı kovan sayısı ve bal üretim miktarı (Anonim 2013a)

Sıra	Ülke Adı	Toplam Arılı Kovan Sayısı (Adet)	Üretim Miktarı (Ton)
1	Çin	8.850.000	446.089
2	Türkiye	6.011.330	94.245
3	Ukrayna	-	70.300
4	Abd	2.491.000	67.000
5	Rusya	-	60.010
6	Hindistan	11.500.000	60.000
7	Arjantin	-	59.000
8	Meksika	-	57.783
9	Etiyopya	-	53.675
10	İran	3.500.000	47.000
11	Brezilya	-	41.578
12	Kanada	617.264	35.520
13	Tanzanya	-	34.100
14	İspanya	2.400.000	34.000
15	Almanya	-	25.831

Türkiye, dört mevsimi bir arada yaşaması dolayısıyla yıl boyunca çiçeklenme için uygun iklime sahip olması, topoğrafik yapısı, geniş florası, çam ormanları, narenciye ve badem gibi yaygın meyve türleri, ayçiçeği ve pamuk gibi endüstriyel bitkileri, yüksek yaylaları, çayır-meraları, yem bitkileri ve bakliyat sahaları, kestane, akasya, ıhlamur, iğde, okaliptüs, orman gülü gibi çok değişik türde ağaç ve muhtelif makilikleri ile ortalama bal veriminin yüksekliği sebebiyle arıcılık için gerekli olan doğal kaynaklar yönünden son derece şanslı bir ülkedir. Böylesine bir flora zenginliğine sahip olunması bal çeşitliliği ve miktarı açısından çok önemlidir. Bu coğrafi özelliklerden dolayı

arıcılık; Anadolu'nun en eski ve en yaygın üretim etkinliklerinden biri olmuştur (Kekeçoğlu vd 2007; Anonim 2013a).

TÜİK verilerine göre 2007-2012 yılları arasında ülkemizde bal üretimi Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. 2007-2012 yılları arasında ülkemizde bal üretimi ve koloni başına bal verimi (Anonim 2008; Anonim 2009; Anonim 2010; Anonim 2011; Anonim 2012c; Anonim 2013b).

Yıl	**Bal üretimi (ton)**	**Koloni Başına Bal verimi (kg)**
2007	73.935	15,32
2008	81.364	16,64
2009	82.003	15,36
2010	81.115	14,48
2011	94.245	15,68
2012	89.162	14,05

Bal üretimi 2013 yılında bir önceki yıla göre %6,2 artarak 94 694 ton olmuştur (Anonim 2014).

Ülkemizde arıcılıkta Ege ve Karadeniz Bölgesi ön plana çıkmaktadır. Özellikle Karadeniz'de tek ürüne bağımlı agrokültürel yapının olması zaman içinde insanları alternatif ürünlere yönelmeye mecbur kılmıştır ve bunun sonucu olarak arıcılık gelişmiştir. Bal üretiminde ilk sırada Ordu, Muğla, Adana, Mersin, Aydın, İzmir, Balıkesir, Sivas, Antalya ve Denizli, gibi iller yer almaktadır (Anonim 2013a).

Ülkemizde bölgelere göre bal üretim miktarı Çizelge 1.3'de verilmiştir.

Çizelge 1.3. Türkiye'de bölgelere göre bal üretimi (Anonim 2013a)

Bölge Adı	**Bal Üretimi (Ton)**
Ege	19.601,96
Akdeniz	17.500,49
Doğu Karadeniz	15.559,58
Ortadoğu Anadolu	7.295,34
Güneydoğu Anadolu	5.475,58
Batı Marmara	5.404,59
Orta Anadolu	4.304,42
Batı Karadeniz	4.033,45
Kuzeydoğu Anadolu	3.899,89
Doğu Marmara	3.172,77
Batı Anadolu	2.123,14

Bal çeşitli kriterlere göre sınıflandırılmaktadır. Buna göre bal, kaynağına göre salgı balı (çam balı, meşe balı, köknar balı, yaprak balı gibi) ve çiçek balı (ıhlamur balı, pamuk balı, üçgül balı, kekik balı, püren balı, akasya balı, funda balı gibi) olarak sınıflandırılmaktadır (Çetin vd 2011). Pazarlama şekline göre bal, çerçeveli petek bal, tabii petekli bal, parça petekli bal, bölme petekli bal, süzme bal, kristalleşmiş süzme bal, krem süzme bal, pres balı, karışım bal (süzmeli petek veya petekli süzme), filtre edilmiş bal ve fırıncılık balı olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 2012a). Nem içeriğine göre bal; 1. sınıf ballar (nem miktarı %17,8'in altında), 2. sınıf ballar (nem miktarı en fazla %18,6) ve 3. sınıf ballar (nem miktarı en fazla %20) olarak sınıflandırılmaktadır. Renklerine göre bal, beyaz, altın, amber ve koyu olarak sınıflandırılmaktadır. Balın rengi açık su beyazından siyah ambere kadar değişebilmektedir (Genç ve Dodoloğlu 2003).

Bal, akıcı, viskoz, tadı ve aroması bitkinin türüne göre farklılık gösteren, rengi su beyazından koyu kahverengine kadar değişebilen bir gıda maddesidir (Bertoncelj *et al.* 2007). Çocuklar, yaşlılar ve hastalar tarafından kolayca sindirilebilen, yapısında şimdiye kadar tespit edilmiş 200 farklı bileşen içeren bir gıda maddesi olan bal aynı zamanda geleneksel ilaçtır (Haroun 2006; Silva *et al.* 2009).

Balın bileşimi, kalitesi, rengi ve lezzeti elde edildiği bölgenin iklimi, bitki türleri, çevresel özellikleri, arı çeşidi, balın hasat şekli, hasat sonrası depolama gibi faktörlere bağlıdır (Kukurova *et al.* 2008). Balın yaklaşık %80'i şeker, %17'si su, %3'ü enzim ve diğer maddelerden oluşmaktadır. Balda başta fruktoz, glikoz, sakaroz, maltoz, izamaltoz, erloz, ve rafinoz olmak üzere on beş şeker tespit edilmiştir. Bu şekerler kolayca kana karışarak insanların enerji ihtiyacını hızlı bir şekilde ve yüksek oranda karşılamaktadırlar (Akçadağ 2014). Balın minör bileşenleri ise; proteinler, serbest amino asitler, aroma maddeleri, fenolik bileşikler (fenolik asitler ve flavanoidler), enzimler (amilaz, invertaz, alfa-glikozidaz, beta-glikozidaz, katalaz ve fosfataz), organik asitler, balmumu, bazı vitaminler ve minerallerdir (Escuredo *et al.*2013; Manzanares *et al.* 2014).

Balın nem içeriği üretildiği iklim koşullarına, balın hasat edildiği aya ve balın olgunluk derecesine bağlı olarak değişmektedir (Riberio *et al.* 2014). Sıcak ve kuru bölgelerde üretilen balların nem içeriği %16-19, serin ve bol yağış alan bölgelerde üretilen balların nem içeriği ise %17-20 arasında değişmektedir. Ancak çok yağış alan Kuzey Avrupa ülkelerinde balın nem içeriğinin %23 ve üzerine çıktığı da tespit edilmiştir (Ötleş 1995). Ülkemizde Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'nde, satışa sunulan balların en fazla %20 nem içerebileceği belirtilmiştir (Anonim 2012a).

Balın nem içeriği kristalizasyon ve fermentasyon açısından önemlidir. Baldaki su oranı düştükçe doyma noktası üzerinde olan glikoz bir molekül su alarak hidrat formuna dönüşmektedir. Glikoz hidrat kristal hale geçerek çökmekte ve bal kristallenmektedir (Doğaroğlu vd 2012). Kristalizasyon oluşumuna ve oluşan kristallerin şekillerine; fruktoz/glikoz oranı, glikoz/su, dekstrin içeriği, su aktivitesi, depolama süresi ve

sıcaklığı gibi faktörler etki etmektedir. Eğer balda 280-300 g/kg glikoz bulunursa, glikoz/nem oranı 2.1 ya da daha yüksek, fruktoz/glikoz oranı 1.14'den daha düşük olursa balın kristalize olma ihtimali artmaktadır (Tosi *et al.*2004). Balın %28'den fazla glikoz içermesi, ayrıca depolama sıcaklığının 13-15,5°C aralığında olması kristalizasyonun hızlı bir şekilde meydana gelmesine neden olmaktadır. Kristalizasyon en hızlı 14°C'de gerçekleşmektedir (Venir *et al.* 2010). Kristalize bal donuk bir yapıya sahiptir. Tüketiciler tarafından kristalize balın iyi olduğu düşünülse de daha çok akıcı ballar tercih edilmektedir. Kristalize olmuş balda belli bir süre kristal tabaka ve akışkan tabaka bir arada bulunmaktadır ve su aktivitesi ilk duruma göre daha yüksek olmaktadır (Tosi *et al.*2004).

Glikoz kristallenince su serbest hale geçmekte ve ürünün su aktivitesi artmaktadır (Tosi *et al.* 2004). Kristalizsyon sırasında glikoz katı hale geçerken bünyesinde %9,1 oranında su kalmakta ve bıraktığı yaklaşık bu miktardaki su geri kalan şeker çözeltisi içerisine girerek çözeltinin su oranının yükselmesine neden olmaktadır (Doğaroğlu 2009). Üründe kristalize olan kısım dibe çökerken sıvı kısım ise üstte kalmaktadır. Bu yüksek su içeriğine sahip tabaka balın fermantasyon yoluyla bozulmasına sebep olmaktadır (Tosi *et al.* 2004).

Eğer balda 171 g/kg'dan az nem varsa mikrobiyal gelişim gerçekleşmemekte, 171-200 g/kg arasında ürün stabil, 200 g/kg üzerinde ise ozmofilik mayalar gelişmeye başlamaktadır (Tosi *et al.* 2004). Buna göre, balda nem miktarı %20'den fazla olduğu zaman ozmofilik mayalar (Ünal ve Küplülü 2006) örneğin *Saccharomyces rouxii* ve küfler (*Aspergillus echinulatus, Monascus bisporus*) gelişmektedir (Tosi *et al.* 2004). Başlıca şekerleri glikoz ve fruktozdan oluşan doygun bir karışım olan bal (Escuredo *et al.*2013) içerisinde elde edildiği nektar ve polenden geçen maya ve küflere rastlamak mümkündür (Karadal ve Yıldırım 2012).

Mayaların gelişebilmesi için yüksek su aktivitesine ihtiyaç vardır ve bu ihtiyaç duyulan su serbest sudur. Bağlı su, su aktivitesini etkilememektedir. Mikroorganizmaların gelişebildikleri minimum su aktivitesi; küfler için 0,7; mayalar için 0,8 ve bakteriler için

ise 0,9'dur. Balın su aktivitesi 0,593-0,637 arasında değişmekte olup bu aralıkta ozmofilik mayaların dışındaki mikroorganizmaların gelişimi engellenmektedir. Çünkü ozmofilik mayaların gelişebilmeleri için ihtiyaç duydukları minimum su aktivitesi 0,6'dır (Gleiter *et al.* 2006). Ozmofilik mayalar, glikoz ve fruktoza etki ederek karbondioksit ve etanol meydana getirmektedirler. Daha sonra oluşan bu bileşikler oksijen varlığında yükseltgenerek asetik asit ile suya dönüşürler ve bu olaya fermantasyon adı verilir. Fermantasyon; baldaki maya, su oranı ve depolama koşullarına bağlıdır. Fermantasyon sonucunda balın yapısı bozulmakta ayrıca bal ekşi bir tat kazanmaktadır. Oluşan karbondioksit nedeniyle de daha açık bir renk almaktadır (Tosi *et al.* 2004; Silici 2005).

Balın kristalizasyonunu ve fermantasyonunu engellemek amacıyla çeşitli işlemler uygulanmaktadır. Bunlar;

-Ultrasonik dalga yöntemi: Yatırım maliyetinin yüksek olması ve üst düzeyde donanım gerektirmesi nedeniyle sanayide kullanımı daha uygundur.
-Nem miktarının %20 civarında olması: Kristalizasyonun gecikmesine neden olabilir fakat bu nem içeriğinde fermantasyon meydana gelebilmektedir. Ancak balın %20 nem içeriğine sahip olmasının yanı sıra soğukta muhafaza edilmesi hem kristalizasyonu hem de bu nem içeriğinde fermantasyonu önlemektedir.
-Bala bazı kimyasal maddelerin ilavesi: Ancak ülkemizde yasal olarak mümkün değildir.
-Soğuk şok yöntemi: Bu yöntemle bal iki yıl kristalize olmadan saklanabilmektedir. Bu amaçla bal en az 5 hafta boyunca 0°C'de bekletilmekte daha sonrada 14°C'de muhafaza edilmektedir.
-Diğer bir yöntem ise balı 77°C'de 5 dakika bekletip, filtre ettikten sonra hızla 57°C'de soğutarak ambalajlamak ve piyasaya sürülene kadar 0°C'de bekletmektir.

Fermantasyon için en uygun sıcaklık 13-21°C'de olduğundan kristalize ballar bu sıcaklık aralığında muhafaza edilmemelidir. 27°C'de üzerindeki sıcaklıklarda fermantasyon sadece olgunlaşmamış ballarda görülmektedir (Doğaroğlu 2009).

Doğru uygulanan ısıl işlemde balda bulunan mikroorganizmalar inhibe edilmekte, su miktarı azalmakta, akışkanlık artmakta, fermantasyon olayı durmaktadır (Güney 2010). Ancak, balın petekten süzülmesini kolaylaştırmak, kristalizasyonu ve fermantasyonu yavaşlatmak amacıyla uygulanan ısıl işlemler bal kalitesi için zararlı olabilir (Turhan vd 2008). Balın yüksek sıcaklıkta uzun süre ısıtılması sonucunda tat ve aroması değişmekte, rengi koyulaşmakta ve enzim kayıpları görülmektedir. Balda bulunan enzimlerin büyük bir kısmı arıların tükrük bezi salgılarından, bir kısmı da nektardan ve yaprak bitlerinin yaprak üzerine bıraktıkları salgıdan bala geçmektedir. Diastaz enzimi sayısı balın ısıtılıp ısıtılmadığını göstermektedir. Sıcaklık arttıkça diastaz enziminde parçalanmalar görülmekte ve miktarı azalmaktadır (Güney 2010). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'e göre diastaz sayısı en az 8 olmalıdır (Anonim 2012a).

Bala uygulanan ısıl işlem sırasında ayrıca 5-hidroksi metil furfural (HMF) meydana gelmektedir (Güney 2010). HMF, balda bulunan glikoz, fruktoz gibi indirgen şekerlerle serbest amino asit ve proteinlerin amin grupları arasında meydana gelen maillard reaksiyonun ara ürünüdür (Yıldız vd 2010). Isıl işlem uygulanan, uygun olmayan koşullarda depolanan ve invert şurup ile karıştırılan ballarda HMF miktarı yüksektir. HMF balın kalite parametrelerinden birisidir, özellikle pH 5 ve altında oluşmaktadır (Windsor *et al.* 2013; Şahin ve Akdeniz 2012). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne göre balda en fazla bulunabilecek HMF miktarı 40 mg/kg'dır (Anonim 2012a). Tropikal iklimde üretilen ballarda ise etiketinde üretildiği bölgenin belirtilmesi durumunda müsaade edilen HMF miktarı en çok 80 mg/kg'dır (Güney 2010).

Bal, 0,02-1,03g/100g oranında mineral madde içermektedir. Bal bitkisel kaynaklı bir gıda maddesi olduğundan içerdiği mineral maddelerin üçte biri potasyumdan oluşmaktadır. Balda en fazla bulunan potasyum, sodyum ve kalsiyum gibi makro elementlerle iz miktarda bulunan manganez, demir ve bakır kritik önem taşımaktadır. Mineral maddelerin insan sağlığını önemli ölçüde etkileyen, hastalıkları önleyici ve tedavi edici özellikleri bulunmaktadır. Ayrıca balda kurşun, kadminyum, civa ve alüminyum gibi ağır metaller de bulunabilir. Bu mineraller maksimum kalıntı sınırını

geçtiğinde toksik etki yapar. Koyu renkli balların açık renkli ballara göre daha fazla iz element içerdiği tespit edilmiştir (Alqarni *et al.* 2012).

Bal, temel besin ögelerinin yanı sıra antioksidan ve antimikrobiyal özellik gösteren fonksiyonel bileşikleri de içermektedir. Baldaki fenolik maddeler ile diğer antioksidanlar balların fonksiyonel özeliklerini ve tedavi edici özelliklerini oluştururlar. Bu maddeler nektardan bala geçmektedirler (Escuredo *et al.* 2013). Bal, lipid oksidasyonu ile meyve ve sebzelerdeki enzimatik esmerleşme gibi oksidatif reaksiyonları önleyebilmektedir (Gheldof *et al.* 2002).

Son yıllarda kanser, parkinson, alzheimer's ve kalp-damar hastalıkları, obezite, diyabet, felç gibi hastalıklara yakalanma ve bu hastalıklardan ölme oranın artmaya başlamasıyla birlikte sigara ve alkol benzeri sağlığı tehdit eden maddelerin araştırılmasının yanı sıra, tüketilen gıda maddelerinin nitelikleri ve sağlığa olan etkileri de iyice araştırılmaya başlanmıştır (Meral vd 2012). Doğal antioksidanlar enfeksiyon, kanser, kalp-damar hastalıkları, yaşlanma, gastrointestinal hastalıklara karşı etkilidir (Noor *et al.* 2014). Doğal antioksidanlar, hücreleri serbest radikallerin ve reaktif oksijen türevlerinin zararlı etkilerine karşı korumaktadır. Antioksidan bileşiklerin en önemli doğal kaynakları meyve ve sebzelerdir (Koca ve Karadeniz 2005). Antioksidanlar, ortamda bulunan oksijeni alıkoyarak oksidasyon reaksiyonlarının başlamasını veya ilermesini engellemektedirler. Oksidasyon reaksiyonları sonucunda oluşan serbest radikaller, hücre ve dokulara zarar vererek kalp damar hastalıkları gibi kronik rahatsızlıkların oluşmasına yol açmaktadır. Yağlı tohumlar, yapraklar, kökler, baharatlar, tahıl ürünleri, sebzeler, meyveler, çay, su yosunu, hayvansal ürünler ve enzimler doğada yaygın bulunan antioksidan kaynaklarıdır. Dengeli beslenmeyle alınan antioksidan kaynakları ile vucüdun savunma sistemine destek sağlanmakta ve hastalıklardan korunulmaktadır (Okçu ve Keleş 2009).

Balda bulunan katalaz, glukoz oksidaz, peroksidaz gibi enzimler, askorbik asit, alfa-tokoferol, karotenoidler, amino asitler, proteinler, maillard reaksiyonu ürünleri, flavonoidler (krysin, pinpsembrin, pinobanksin, kuersetin, kaempferol, luteolin,

galangin, apigenin, hesperedin, myrisetin) ve fenolik asitler (kafeik, kumarik, ferulik, ellagik, klorogenik) gibi enzimatik olmayan maddeler antioksidan etki göstermektedir (Bertoncelj *et al.* 2007; Rosa *et al.* 2011).

Yapılan çalışmalar, balın antioksidan aktivitesiyle fenolik madde içeriği arasında korelasyon olduğunu göstermiştir (Zalibera *et al.* 2008). Fenolik bileşikler bitkilerdeki en önemli antioksidan bileşiklerdir ve antikanserojenik, anti-inflamatuar, anti-aterojenik, anti-trombotik, bağışıklık sistemini güçlendirici ve ağrı kesici gibi görev yaparlar. Fenolik maddeler balın rengine, tadına, lezzetine ve aromasına katkılarından ve insan sağlığına faydalı etkilerinden dolayı önemli bileşiklerdir (Estenvinho *et al.* 2008). Koyu renkli balların antioksidan kapasitesi daha yüksektir (Baltrusaityte *et al.* 2007). Yapılan çalışmalarda balların antioksidan aktivitesinin en çok bitkisel kaynağa bağlı olduğu, işleme, ambalajlama ve depolama sırasında antioksidan aktivitesinin çok az etkilendiği saptanmıştır (Lachman *et al.* 2010).

Bal, bazı mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkiye sahiptir. Antimikrobiyal aktivite balın elde edildiği bitkisel kaynağa göre farklılık göstermektedir. Bal aerob ve anaerob bakterileri içeren gram pozitif ve gram negatif mikroorganizmalardan oluşan 60 bakteri türüne karşı antimikrobiyal etki göstermektedir. Bala karşı duyarlı olan bakterilerin bazıları; *Bacillus anthracis, Corynebacterium dipheriae, Haemophilus influenzae, Klebsiella pneumoniae, Listeria monocytogenes, Mycobacterium tuberculosis*, *Proteus* türleri, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter spp, Salmonella diarrhoea, Sal. Typhi, Serratia marcescens, Shigella dysentery, Staplylococcus aureus, Streptococcus faecalis, Strep. Mutans, strep. Pneumoniae, Strep. Pyogenes and Vibrio chlerae'dır* (Eteraf-Oskouei and Nafaji 2013; Liu *et al.* 2013).

Bal bakteriyostatik ve bakteriyosidal etkinin yanı sıra antifungal etkiye de sahiptir (Elbanna *et al.* 2014). Balın yüksek ozmotik basıncı, düşük pH değeri, içerdiği hidrojen peroksit, fenolik asitler ve flavonoidler antimikrobiyal etkiden sorumludurlar. Ayrıca benzilalkol, 1,4 dihidroksibenzen, terpenler ve 2-hidroksibenzoikasit gibi maddelerle, protein içeriği ve redoks potansiyelinin düşük olması da balın antimikrobiyal özelliğine

katkıda bulunmaktadır (Nisbet vd 2012). Hidrojen peroksit, arıların hipofarengial bezlerinde üretilen glikoz oksidaz enziminin baldaki glikozu okside etmesi sonucu oluşmaktadır. Bazı bitkilerdeki katalaz enziminin hidrojen peroksiti parçaladığı ve böylece balın antibakteriyel etkisinin azaldığı görülmüştür (Çakıcı ve Yassıhüyük 2013). Balın antimikrobiyal etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalarda 10 kez veya daha fazla sulandırıldığında bile balın yaygın olarak enfeksiyona neden olan bazı bakteri türlerinin gelişmesini tamamen engellediği belirlenmiştir (Aksoy ve Dığrak 2006).

Balın yüksek şeker içeriğinden dolayı diş çürümesine yol açacağı doğrultusunda yapılan çalışmalarda diş çürüklüğüne neden olan bakterinin (*Streptecoccus mutansa*) balın antimikrobiyal etkisinden dolayı inhibe olduğu saptanmıştır. Ayrıca meyve suyunun ve balın diş minesi üzerindeki tahrip edici etkisi araştırıldığında meyve suyunun 10 dakika sonra diş minesine etki ettiği balın ise 30 dakika sonra bile zayıf bir etki gösterdiği bildirilmiştir. Bu etki balda bulunan kalsiyum, fosfor, florid ve diğer kolloidal bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Sönmez 2004; Karadal ve Yıldırım 2012).

Balın sindirim sistemi üzerine bir takım olumlu etkileri vardır. Yapılan çalışmalarda mide ülserine *Helicobacter pylori* denilen bakterinin neden olduğu belirlenmiştir. Bal, peptik ülser ve gastrite sebep olan *Helicobacter pylori*'ye karşı potansiyel bir inhibitör görevi görmektedir. Ayrıca midede asidoza engel olmakta, bağırsak hareketlerini düzenlemekte, yağların sindirimini sağlamakta ve iştah açmaktadır (Sönmez 2004; Anonim 2012b).

Son dönemlerde balın, eski çağlarda enfekte yaraları iyileştirmek amacıyla kullanıldığı keşfedilmiş ve bu konuya karşı olan ilgi artmıştır. 1940'lı yıllarda antibiyotiğin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte balın tedavi amacıyla kullanımı gerilemiştir. Ancak antibiyotiğe mikroorganizmaların direnç göstermeye başlaması balın tekrar antimikrobiyal aktivitesi ve yaraları iyileştirici özeliğinden yaralanmaya insanları sevk etmiştir (Şahin ve Akdeniz, 2012).

Çeşitli mikroorganizmalar toprak ya da bitkilerden bala bulaşabilmekte fakat balın antimikrobiyal özelliği sayesinde bu mikroorganizmaların gelişimi engellenmektedir (Eteraf-Oskouei and Najafi 2013). Balda bulunması muhtemel mikroorganizmaların başında *Clostridium botulinum* gelmektedir. Bu mikroorganizma balda bulunur fakat toksin üretemez. Ancak bu durum bir yaşın altındaki bebeklerde tehlike arz etmektedir. Bebeklerin barsak florası *C. botulinum* kolonizasyonuna duyarlı olduğu için balla birlikte alınan bakteri sporu bağırsakta toksin oluşturabilmektedir. Bunun sonucu olarak halsizlik, başını kontrol edememe gibi durumlar ortaya çıkmakta ve bebeklerin iyileşme süreçleri uzun sürmekte, semptomlar tedavi sonrası ortadan kalkmaktadır. Bu gibi durumlarla pek sık karşılaşılmasa da bir yaşından küçük bebeklere bal verilmemesi tavsiye edilmektedir (Karadal ve Yıldırım 2012). Gıda maddeleri tüzüğünde bal ambalajı üzerine '1 yaşından küçük bebeklere bal yedirilmemelidir.' ifadesinin yazılması zorunludur (Anonim 2012a).

Bal; kronik yaralar, diyabetik ülser, katarakt ve diğer göz hastalıkları, peptik ülser ve diğer mide rahatsızlıkları, çarpıntı, kemik hastalıkları, öksürük, bronşit, alerji, kansızlık, boğaz ağrısı, bazı cilt ve sinir sistemi hastalıkları gibi 500'e yakın rahatsızlığın tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca bal kabızlığı gidermekte, kanı temizlemekte, damarları genişletmekte, kalbi güçlendirmekte, yağ emilimini kolaylaştırmakta, yara ve yanıkları iyileştirmektedir. Balın faydası hem antimikrobiyal özelliğinden hem de antioksidan özelliğinden kaynaklanmaktadır (Aljadi and Kamaruddin 2004; Özmen ve Alkın 2006). Bal, viskoz özelliği nedeniyle bariyer etki yapmakta, ayrıca suda çözünebilmekte, rahatlıkla yaradan, yanıktan ayrılabilmekte, yumuşak ve tahrip etmeyen özellik göstermektedir. Bal enfeksiyonlu ya da enfeksiyonsuz yaralara uygulanabilmektedir. Yüksek glikoz ve fruktoz içeriği sayesinde alkolik hastaların tedavisinde, ishal hastalarında, yapısında bulunan asetil kolin sayesinde sinir hastalarının tedavisinde, kalp düzensizliklerinde, çeşitli sindirim bozukluklarında, solunum yolu hastalıklarında ve hatta bazı kanser türlerinin tedavisinde bal kullanılabilmektedir (Ötleş 1995).

Balda bulunan bazı enzimler insanlarda biyokimyasal süreçte rol oynamakta ve iyileşme süresinin kısalmasında etkili olmaktadır. Balda insan vücudunda çok az üretilen rhonin denilen madde bulunmaktadır. Rhonin karaciğer yağ metabolizmasını düzenlemekte ve karaciğerin yağlanmasını engellemektedir (Kutlu 2011).

Bal, başlıca enerji sağlayan karbonhidrat kaynakları glikoz ve fruktoz olmasına rağmen panoz, melezitoz ve rafinoz gibi 25 çeşit farklı oligosakkariti de içermektedir. Bu oligosakkaritler prebiyotik özellik göstermektedir. Balın prebiyotik etkisinden faydalanabilmek için günlük 50-80 g kadar tüketilmesi gerekmektedir (Bogdanov *et al.* 2008; Karadal ve Yıldırım 2012).

Bal, anne sütü ve inek sütüne göre demir içeriği bakımından daha zengindir. Küçük çocuklarda balın tüketimi vücut için gerekli olan demirin sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Bal, ayrıca C vitamini bakından da zengindir. Öksürük, bronşit, yaz ishalleri ve bağırsak tembelliği gibi durumlara karşı da etkilidir (Sönmez 2004).

Balın, antidepresan özelliği bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda balın agresifliğe, depresyona, baş ağrısına, uyku problemlerine iyi geldiği, insanı sakinleştirdiği belirlenmiştir (Sönmez 2004).

Bal ayrıca; kan yapıcı özelliği sayesinde iyileşme sürecinde kişilere kuvvet vermektedir. Sıcak bal şerbetinin kabızlığı önleyici, soğuk bal şerbetinin ise ishali önleyici özelliği bulunmaktadır. Ilık bal şerbetinin içerdiği enzimler sayesinde zayıflatıcı özelliği bulunduğu gibi karın ağrısını da kısa sürede dindirmektedir. Antimikrobiyal özelliğinden dolayı idrar yollarını temizleyerek iltihabı gidermektedir. Vitamin ve mineral yönünden zengin olduğundan iştahı açmakta ve zindelik vermektedir. Hastalıkların iyileşme süresinin kısalmasında etkilidir. Limonla karıştırılıp içilirse nezle gibi üst solunun yolu rahatsızlıklarına iyi gelmektedir. Kozmetik sanayinde de kullanılmakta olup, cilde sürüldüğünde cildi yumuşatmakta ve güzelleştirmektedir. İçermiş olduğu glikoz gibi monosakkaritlerin emilimi kolay olduğundan kısa sürede kana geçebilmekte ve böylece midedeki fazlalıkların dışarı atılmasını sağlamaktadır.

Şeker içeriği yüksek bir gıda maddesi olduğundan bu şekerler oksijen ile reaksiyona girdiğinde tam yanma meydana geldiğinden kanda daha az atık madde bırakmaktadır. Bu da kalbe ve damarlara faydalı olmaktadır (Kutlu 2011).

Bal, hemen hemen tüm ülkelerde üretilmekte ve yemeklik olarak, fırıncılık sektöründe, şekerleme sanayinde, kahvaltılık hububatlarda, ballı yiyeceklerde, bebek mamalarında, etin korunmasında, kuru bal, süt ile bal karışımlarında, tütüncülükte, eczacılıkta, kozmetik sanayinde ve alkollü bal içeceklerinde kullanılmaktadır (Ötleş 1995).

Bu çalışmada farklı illerden doğrudan bal üreticisinden alınan taze karışık flora ballarının bazı fiziksel, kimyasal özelliklerinin, toplam fenolik madde ile mineral madde (K, Na, Mg, Cu, Zn, P) miktarlarının ve antimikrobiyal aktivitelerinin (*Escherichia coli* BC 1402, *Bacillus cereus* ATCC 33019, *Salmonella Typhimurium* RSSK 95091, *Staphylococcus aureus* ATCC, *Saccharomycess cerevisia* BC 6541 ve *Candida albicans* ATCC 1223'e karşı) tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tosun ve Keleş (2002) tarafından yapılan çalışmada Erzurum ve ilçelerinde üretimi yapılan 1998 yılı ürünü 30 adet bal örneğinin bazı analitik özellikleri araştırılmıştır. Araştırmada bal örneklerinin ortalama nem, toplam kuru madde, kül, serbest asitlik, lakton, toplam asitlik, sakaroz, indirgen şeker ve toplam şeker miktarı ile pH değeri sırasıyla %16,89; %83,11; %0,073; 14,62 meq/kg; 7,8 meq/kg; 22,00 meq/kg; %4,20; %71,06; %76, 17; 4,20 olarak tespit edilmiştir.

Al-Mamary *et al.* (2002) fenolik madde miktarlarını Folin-Ciocalteu yöntemiyle belirlemişler ve 56,32-246,21 mg/100g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Anupama *et al.* (2003) tarafından 11 bal örneğinin duyusal ve fiziko-kimyasal özellikleri analiz edilmiştir. Bu çalışmada nem %17-22,6; briks %76-81,5; pH 3,62-5,46; asitlik %0,03-015; toplam indirgen şeker %61,3-72,6 ve sakaroz %1,2- 5,7 olarak tespit edilmiştir. Renk parametreleri (*L*, *a* ve *b*) ölçülmüş ve *a* örnek grupları içinde önemli değişken olarak belirlenmiştir.

Nanda *et al.* (2003) Kuzey Hindistan'da farklı bitkilerden elde edilen balların fiziko-kimyasal özellikleri ve atomik absorbsiyon sepektrofotometresiyle mineral madde (potasyum, sodyum, bakır, çinko, demir ve kalsiyum) içeriklerini belirlemişlerdir. Mineral madde içeriği, nem miktarı ve toplam asitlikte bal örnekleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Çalışmada sodyum, potasyum, kalsiyum, demir, bakır ve çinko miktarının sırasıyla 163,3-304,31; 489,52-932,56; 32,6-84,63; 8,86-13,25;1,74-2,9 ve 2,5-16,77 mg/kg aralığında değiştiği saptanmıştır.

Hernandez *et al.* (2005) tarafından yapılan çalışmada Kanarya Adaları'nda üretilen balların mineral madde içeriği analiz edilmiştir. Bu mineral maddelerden 116 örnekte bulunan 6 tane mineral madde (demir, bakır, çinko, magnezyum, kalsiyum ve stronsiyum) atomik absorbsiyon spektrofotometresi ile 4 tanesi de (potasyum, sodyum,

lityum ve rubidyum atomik emissiyon spektrofotometresi ile belirlenmiştir. Çalışmada; Fe 4,85 mg/kg, Cu 0,37 mg/kg, Zn 1,57 mg/kg, K 1088 mg/kg, 70,0 mg/kg, Mg 41,0 mg/kg, Ca 74,8 mg/kg, Sr 0,39 mg/kg, Li 12,18 mg/kg ve Rb 534 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Güler (2005) yaptığı çalışmada Karadeniz Bölgesin'den üç yıl art arda ağustos ayında hasadı yapılan balların kimyasal ve duyusal özellikleri incelemiştir. Ballarda nem %18,90; invert şeker %68,42; sakaroz 1,54-3,83 mg/kg ve pH değeri 4,96 olarak tespit edilmiştir. Balların renginin açık sarıdan kahverengi ya da kahverengi-kırmızıya; tat ve kokusunun yavan bir aroma ve tattan çiçek kokusu, tatlı ve kinin acılığı benzeri tada kadar değiştiğini tespit etmiştir.

Türkiye'de farklı bazı çiçek ve salgı ballarının fenolik asit ve flavanoid profilinin belirlenmesi amacıyla Haroun (2006) tarafından yapılan çalışmada toplam 44 adet farklı çiçek ve salgı balı incelenmiştir. Çiçek balı olarak pamuk, kestane ve ayçiçek, karışık yayla çiçeği ve narenciye balları analiz edilmiştir. Bu ballarda bazı fiziksel ve kimyasal analizlerinin yanı sıra HPLC ile fenolik asit ve flavonoid profilleri saptanmıştır. Kestane balının pH değeri 4,81; glikoz miktarı 21,89/100g; fruktoz/glikoz oranı 1,69; glikoz/nem oranı 1,32 olarak tespit edilmiştir. Pamuk balında: pH 3,92; glikoz 34,73/100g; fruktoz/glikoz 1,12; glikoz/nem 2,03 ve L değeri 29,42 olarak belirlenmiştir. Ayçiçek balında pH 3,38; fruktoz 40,01/100g; glikoz 33,40/100g olarak belirlenmiştir. Balların içerdiği 15 tane fenolik bileşik HPLC ile saptanmış, fenolik asitlerden kafeik asit ve p-kumarik asit; flavonoidlerden de pinokembrin ve krisin, analizi yapılan tüm ballarda tespit edilmiştir. Pamuk balının 4 tanesinde kuersetin; yayla balında ve karışık çiçek balında önemli miktarda metil sirinjik ve ayçiçek balının çoğunluğunda kuersetin belirlenmiştir. Ayrıca ayçiçek ballarının değişken fenolik asit profili gösterdiği saptanmıştır.

Aksoy ve Dığrak (2006) Bingöl İli ve çevresinden toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal aktivitesini araştırmıştır. *Klebsiella pneumoniae* 13883, *Enterobacter cloaca* ATCC 13047, *Escherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeroginosa* 9027,

Staphylococcus aureus 6538, *Bacillus subtilis* IMG 22, *Bacillus megaterium* DSM 32, , *Micrococcus luteus* LA 2971, *Mycobacterium smegmatis* RUT, *Bacillus brevis* FMC 3, *Enterobacter aeroginosa* ATCC 27859, *Corynebocterium xerosis* ATCC 373 bakterileri ve *Kluyveromyces marxianus* 332, *Rhodotorula rubra* 116, *Candida albicans* 30114 mantar türleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda, bal ve propolis ekstraktlarının gram (+) ve gram (-) bakterilere karşı antibakteriyal, mantarlara karşı antifungal etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Ünal ve Küplülü (2006) tarafından yapılan çalışmada Ankara'da tüketime sunulan süzme balların bazı kimyasal özellikleri açısından kalitelerini ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygunluklarını belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada bal örneklerinde nem %13,0-25,0; asitlik 8,23-33,21meq/kg; HMF 11,133-256,27 mg/kg; diastaz aktivitesi 0-29,4; invert şeker %23,47-89,29; sakaroz 0-23,64 ve kül %0,11- 0,72 olarak tespit edilmiştir.

Bertoncelj *et al.* (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Slovenya'da en yaygın yedi farklı balın antioksidan aktivitesi, renk ve fenolik madde içeriği incelenmiştir. Araştırma sonucunda, toplam fenolik madde içeriği 44,8-241,4 mg/kg olarak belirlemiştir. Bununla birlikte, Slovenya ballarının renginin çok değişken olduğu ve açık sarıdan koyu kahverengiye kadar değiştiği tespit edilmiştir.

Küçük vd (2007) üç farklı balın kimyasal özelliklerini ve biyolojik aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nden alınan monofloral (kestane ve orman gülünden elde edilen) ve Erzincan'dan alınan heterofloral (kekik ve dağ çiçeklerinden elde edilen) bal örneklerinin nem, sakaroz, invert şeker ve asitlik içeriği, antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiştir. Araştırmacılar kestane balının diğer ballara göre daha yüksek fenolik madde ve mineral madde miktarına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmada ayrıca örneklerin özellikle *Helicobacter pylori* ATCC 49503, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Candida tropicalis* ATCC 13803 ve *Candida albicans* ATCC 10231'e karşı orta düzeyde antimikrobiyal aktivite gösterdiği saptanmıştır.

Kenjeric *et al.* (2007) tarafından yapılan çalışmada 2002 ve 2003 yılında hasadı yapılan 40 adet bal örneğinin bazı fiziko-kimyasal özellikleri analiz edilmiştir. 2002 yılında ortalama nem %15,6; serbest asitlik 10,6 mmol/kg ve elektriksel aktivite 0,130 mS/cm; 2003 yılında ise ortalama nem %16,0; serbest asitlik 10,1 mmol/kg ve elektriksel aktivite 0,118 olarak saptanmıştır.

Kars'ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, pH değeri, nem içeriği, asitlik derecesi, şeker içeriği incelenmiştir. Bal örneklerinin pH değerleri 2,21-3,54; nem miktarı %13,2-19,2; asitlik derecesi 6-24 mEq/kg; invert şeker miktarı %51-85 ve sakaroz miktarı ise %0,95-8,85 olarak tespit edilmiştir (Duman vd 2008).

Estevinho *et al.* (2008) Kuzeydoğu Portekiz ballarının fenolik bileşik ekstratlarının antioksidan aktiviteleri ile bu ekstraktların gram pozitif (*Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus lentus***)** ve gram negatif (*Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae* ve *Escherichia coli*) bakterilere karşı antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. Bal örneklerinin S. *aureus*'a karşı antimikrobiyal etkisinin fazla olduğu; *B. subtilis, S. lentus, K. Pneumoniae* ve *E. coli*'ye karşı kısmen duyarlı olduğu ve *P. aeruginosa*'a etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Silva *et al.* (2009) Luso (Portekiz)'den üretilen balların fizikokimyasal özelliklerini ve mineral içeriklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, pH değerini 3,83; nem içeriğini %16,65; serbest asitliğini 21,5 meq/kg; laktonik asitliğini 9,6 meq/kg ve toplam asitliğini 31,2 meq/kg olarak tespit edilmiştir. Bu araştırmada mineral madde içeriği atomik absorbsiyon spektrometresi ile belirlenmiş, majör element olarak potasyum, minör element olarak ise magnezyum tespit edilmiştir. Balların Ca, K, Mg ve Na miktarları sırasıyla 59,88 mg/kg, 1150,10 mg/kg, 35,57 mg/kg ve 261,43 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Silici vd (2010) orman gülü ballarının toplam fenolik madde miktarını 0,24-141,83 mg GAE/100g olarak tespit etmişlerdir. En yüksek fenolik madde Zonguldak ve Giresun'dan elde edilen ballarda olduğu tespit edilmiştir.

Erzurum'da üretilen bazı balların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada, 20 adet balın nem içeriğinin %13,80-%20,60; refraktif indeks değerlerinin 1,485- 1,502; pH değerlerinin 3,11- 4,58; toplam asitliklerinin 14,61 meq/kg- 53,44 meq/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Bal örneklerinin toplam şeker içerikleri %63,89- %86,49; indirgen şeker içerikleri %53,38- %78,29; sakaroz içerikleri ise %0,45- %21,66 olarak tespit edilmiştir. Renk parametreleri olan *L*, *a* ve *b* değerleri sırasıyla 36,04–57,12; (−1,92)–7,46 ve 2,69–22,91 olarak bulunmuştur. (Şengül vd 2006)

Chakir *et al.* (2011) yaptıkları çalışmada 2005-2008 yılları arasında Fas'ta farklı bitki kökenli 73 bal örneğinin fiziko-kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Balların nem içeriği %14,3-20,2; pH değeri 3,52-5,13; toplam asitlik miktarı 11,94-58,03; fruktoz miktarı %35,07-46,26; glikoz miktarı %23,7-39,3 ve sakaroz miktarı %0,42-2,98 olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca, fiziko-kimyasal parametrelerin balın kalitesi açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Kirs *et al.* (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, Estonya'da üretilen 14 bal örneğinin ortalama pH değerinin 3,8; nem içeriğinin %17,3; serbest asitlik miktarının 20,4 mmol/kg olarak belirlenmiştir. Mineral maddeler arasında potasyumun en yüksek (125,79-1381,53 mg/kg) miktarda olduğu belirlenirken, Ca 20,37-63,65 mg/kg; Mg 5,53-25,49 ve Na 4,77-19,44 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Balda baskın şeker olan fruktoz 35,91 g/100g; glikoz 35,00 g/100g ve disakkarit içeriği ortalama 6,00 g/100 g olarak belirlenmiştir.

Çetin vd (2011) tarafından Türkiye'de tüketime sunulan çiçek ballarının kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada ülkemizde üretilen 50 adet bal örneğinde analiz yapılmıştır. Balların nem miktarı %14,80–21,60; toplam asitlik miktarı 12,87–

39,04 meq/kg; glikoz miktarı %19,08–33,87; fruktoz miktarı %23,36–45,05; sakaroz %0,46–17,10; suda çözünmeyen madde %0,01–0,09 olarak tespit edilmiştir. Glikoz+Fruktoz toplamı 42,44–75,60 (ortalama 61,04); Fruktoz/Glikoz oranı ise 1,01–1,85 (ortalama 1,22); diastaz sayısı 1,00–20,00 (ortalama 8,93) ve elektrik iletkenliği değeri 0,14–0,95 (ortalama 0,46) mS/cm olarak belirlenmiştir.

Alqarni *et al.* (2012) Suudi Arabistan'da yerel ve ithal edilen balların fiziksel özellikleri ve mineral içeriklerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, Suudi Arabistan ve 6 ülkeden alınan toplam 23 farklı balın analizinde koyu olan balların açık olan ballara göre mineral içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, K 298,60-491,40 ppm; Mg 80,70-199,30 ppm; Ca 60,75-99,95 ppm; P 21,10-33,29 ppm ve Na 15,69-26,93 ppm içerikleri tespit edilmiştir. İz elementlerin miktarı ise Fe 67,18-98,13 ppm; I 12,61-94,68 ppm; Mn 4,15-6,04 ppm; Zn 3,44-5,72 ppm; Li 1,15-4,26 ppm; Co 1,00-1,32 ppm ve Ni 0,15-0,67 ppm olarak ölçülmüştür. Ağır metal içerikleri Pb ve Cd sırasıyla 0,06-0,23 ve 0,00-0,16 ppm olarak belirlenmiştir.

Escuredo *et al.* (2013) tarafından Avrupa Atlantik Bölge'de üretilen balların besin değeri ve antioksidan aktivitesi araştırılmıştır. Araştırmacılar, bal örneklerinin nem içeriğinin, üretildiği mevsime ve üretildiği bölgedeki hava şartlarına bağlı olduğunu belirlemişlerdir. Balların nem miktarı %16,9-18; toplam şeker miktarı 68,5 g/100 g; fruktoz miktarı 38,4 g/100 g ve glikoz miktarı 27,2 g/100 g olarak ölçülmüştür. Mineral madde miktarı 188,0 g/100 g olarak belirlenmiş ve K 152,7 mg/100 g ile en baskın mineral olarak saptanmıştır. Ca konsantrasyonu 11,8 mg/100 g; Mg, Na, ve P sırasıyla 7 mg/ 100 g; Fe 0,7 mg/100 g; Zn ve Cu 0,21 mg /100 g olarak belirlenmiştir. Mineral içeriğinin balın rengi ve tadıyla ilişkili olduğu yüksek miktarda mineral madde içeren balların daha koyu renkli olduğu ve daha güçlü tadı olduğu bulunmuştur.

Alves *et al.* (2013) farklı coğrafik kökenli 39 tane Portekiz monofloral (kuşdili, portakal, kekik, koca yemiş, akasya ve funda) ballarının fiziko-kimyasal özelliklerini, bal örneklerinin mineral madde miktarını ve fenolik madde miktarını belirlemişlerdir. Potasyum toplam minerallerin %85'ini oluşturduğundan ana mineral madde olarak

saptanmıştır. Mineraller madde miktarı en yüksek funda, koca yemiş ve ökaliptusta bulunmuştur ve sırasıyla sodyum 4,63-200,60 mg/kg; kalsiyum 0,43-72,30 mg/kg; magnezyum 3,05-82,20 mg/kg ve demir 7,06 mg/kg'ın altında tespit edilmiştir. Koca yemiş ve funda ballarının fenolik madde içeriğinin 600 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg'den daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Khalil *et al.* (2013) tarafından yapılan çalışmada farklı çiçek balı markalarının bileşimi ve *Herba Ocimi Basilici*'nin antimikrobiyal aktivitesi agar well difüzyon denemeleri kullanılarak tespit edilmiştir. Gram negatif (*Klebsiella pneumonia, Pseudomonas aeroginosa, Escherichia coli, Salmonella Typhi, Salmonella Typhimirium, Xanthomonas campestris*) ve gram pozif (*Enterococcus faecalis, Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens type C, Clostridium perfringens type D, Clostridium chauvoei*) bakterileri içeren on üç patojen bakteriye karşı antimikrobiyal aktivite belirlenmiştir. Tüm bal markaları yüksek konsantrasyonda önemli aktivite göstermiştir. Hamdard marka balın *Enterococcus faecalis*'e karşı yüksek aktivite gösterdiği (27.60±0.40) tespit edilmiştir.

Batu vd (2013) tarafından yapılan çalışmada Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nden toplanan bazı balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda bulunan değerlerin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına göre uygunluğu değerlendirilmiştir. Araştırmada kullanılan bal örneklerinde, briks %81,21-84,24; nem miktarı %14,01-17.12; kül miktarı %0,024-0,189; asitlik miktarı 6,73-47,07 meq/kg; pH değeri 3,75-4,89 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca diyastaz sayısı 8,30-17,9 ve 13,09; HMF miktarı ise 0,14-24,39 ve 5,50 mg/kg; iletkenlik sayısı 0,182-0,467 ve 0,260 mS/cm değerlerinde bulunmuştur. Fruktoz, glikoz ve sakaroz değerleri ise en düşük ve en yüksek olarak sırası ile %34,0-43,12; %28,37-37,46 ve %2,19-5,25 değerleri arasında, invert şeker değerlerinin de %62,38-79,97 arasında bulunmuştur.

Özcan ve Ölmez (2014) tarafından Türkiye'de farklı bölgelerden elde edilen balların fiziko-kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Balların nem içerikleri %17,1-20, glukoz

+fruktoz %51,31-68,30, asitlik 47,5 meq/kg, renk parametreleri *L, a, b* sırasıyla 24,56-36,16; 0,08-0,67 ve 0,60-5,09 olarak ölçülmüştür. Örneklerin en fazla magnezyum içerdiği saptanmıştır. Örnekler içerisinde peygamber çiçeğinin 645,85 mg/100g fenolik madde içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca genel olarak koyu renkli balların fenolik madde miktarının açık renkli ballara göre daha yüksek olduğu yapılan çalışmalar sonunda tespit edilmiştir.

Habib *et al.* (2014) kurak bölgeden elde edilen bal örnekleri ile kurak olmayan bölgeden elde edilen bal örneklerinin fiziko-kimyasal ve biyokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada pH değerini 4,76 ± 0,55; nem miktarını %17,32 ± 1,8; şeker miktarını 80,95 ± 1,60; toplam şeker miktarını %69,05 ± 4,41; toplam asitlik miktarını 28,63 ± 9,6 meq/kg ve renk yoğunluğunu 0,98 ± 0,62 olarak tespit edilmiştir. Mineral maddelerden potasyumun miktarı 1760,54 ± 685,24 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Ertürk vd (2014) yaptıkları çalışmada Doğu Karadeniz ballarının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini belirlemişlerdir. Bal örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarını Folin-Ciocalteu yöntemine göre tespit etmişlerdir. Fenolik madde miktarı 0,224 mg GAE/g bal olarak tespit edilmiştir. Araştırmada antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde disk difüzyon tekniği kullanılmış, örneklerin on bakteri ve üç mayaya karşı antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiştir. Örneklerin bu mikroorganizmaların çoğuna karşı orta derecede antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Noor *et al.* (2014) Pakistan ballarıyla yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir. Doğal ve ticari Pakistan ballarının toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 36,01±0,22-252,00±0,61 ve 1,33±0,00-140,089 GAE mg/100g olarak tespit edilmiştir.

Derebaşı vd (2014) tarafından yapılan çalışmada Karadeniz Bölgesi'nden elde dilen bal örnekleri analiz edilmiştir. Elde edilen ortalama değerler sırasıyla pH 5,42±0,2; nem %16,66±0,12; invert şeker 67,54±0,49; sakaroz %3,62±0,13; kül %0,2±0,01; elektriksel

aktivite 0,48±0,03 mS/cm; asitlik 24,97±0,27 meq/kg; HMF 8,86±0,38 mg/kg; diastaz 10,49±0,26 olarak tespit edilmiştir. Araştırmada potasyum majör element, manganez ise minör element olarak belirlenmiştir. Mineral madde içerikleri (mg/kg) Ca 4,83±0,33; K 195,29±5,28; Mg 19,97±0,88; Na 10,75±0,23; Mn 0,34±0,05 ve B 0,71±0,04 olarak saptanmıştır. Ağır metal içerikleri de Cu 0,18±0,01; Zn 0,16±0,01; Cd 0,07±0,00; Fe 1,66±0,04; Ba 1,02±0,03; Ni 0,14±0,01; Al 0,021±0,01(mg/kg); Cr 6,58±0,28 µg/kg ve Pb 6,99±0,31 µg/kg olarak tespit edilmiştir.

Shafiq *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışmada balların su aktivitesi 0,588; nem miktarı %17,36; asit miktarı 29,2 meq/kg; briks miktarı %80,6; elektriksel iletkenliği 0,463 µS/cm; fruktoz ve glikoz miktarı ise sırasıyla 384,0 g/kg, 321,0 g/ kg olarak tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak 2013 yılı ağustos ve eylül aylarında hasadı yapılan taze çiçek balları kullanılmıştır. Bal örnekleri Giresun, Kars, Bayburt, Erzurum ve Hakkari İlleri'nden doğrudan üreticiden temin edilmiştir. Ballar uygun koşullarda muhafaza edilmiş ve depolanmadan analizleri yapılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Örnek alma ve örneklerin analize hazırlanması

Analizler, oda sıcaklığında muhafaza edilen taze bal örneklerinde yapılmıştır. Bal örneklerinin alındığı iller Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Tüm kitleyi temsil edecek şekilde alınan bal numunelerinde, her analiz öncesi iyice karıştırılarak homojen hale getirilip metoda uygun işlemler yapıldıktan sonra analizlerde kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Balların temin edildiği iller

No	Balın temin edildiği il
1	Bayburt
2	Bayburt
3	Bayburt
4	Bayburt
5	Hakkari
6	Hakkari
7	Ağrı
8	Bayburt
9	Giresun
10	Erzurum
11	Erzurum
12	Erzurum
13	Hakkari
14	Erzurum
15	Erzurum
16	Erzurum
17	Hakkari
18	Bayburt
19	Giresun
20	Bayburt
21	Bayburt
22	Bayburt
23	Bayburt
24	Bayburt
25	Bayburt
26	Bayburt
27	Kars

3.2.2. Analiz metotları

3.2.2.a. Fiziksel analiz metotları

1. Renk tayini

Bal örneklerinin renk değerleri (*L, a, b*) Chroma Meter (CR-400 Konika Minolta, Japonya) kolorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Renk değerleri üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de I'E Clairage) tarafından belirlenen kriterlere göre yapılmıştır.

L; *L*=0, siyah; *L*=100, beyaz (koyuluk/açıklık), (Y) ekseninde
a; +*a*=kırmızı, -*a*=yeşil (X) ekseninde
b; +*b*=sarı, -*b*=mavi (Z) renk yoğunluklarını göstermektedir (Riberio *et al.* 2014)

3.2.2.b. Kimyasal analiz metotları

1. Nem ve toplam kuru madde tayini

Bal örneklerinin nem miktarını belirlemek amacıyla Abbe Refraktometresi (Carl Zeiss) ile 20°C'de kırılma indisi belirlenmiştir. Daha sonra 'Nem Miktarını Hesaplama Cetveli (20°C ölçümlerinde)' Tablosu'nda, belirlenen kırılma indisi değerlerine karşılık gelen nem miktarı tespit edilmiştir. Elde edilen nem miktarının 100'den farkı alınarak kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Ötleş 1995).

2. Suda çözünür kuru madde tayini

Balların suda çözünür kuru madde miktarı Abbe Refraktometresi (Carl Zeiss) ile 20°C'de belirlenmiştir (Cemeroğlu 2010).

3. pH değeri tayini

Örneklerin pH değeri, pH metre yardımıyla ölçülmüştür. pH metre kullanılmadan önce uygun tampon çözeltiler (pH 4.00, pH 7,00) ile kalibre edilmiştir (Alves *et al* 2013).

4. Titrasyon asitliği tayini

Titrasyon asitliği tayini elektrometrik yönteme göre yapılmıştır. Analiz için 10 g bal örneği 75 ml saf suda çözündürülmüştür. pH değeri 8,1-8,2 aralığına gelinceye kadar 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan NaOH miktarından faydalanılarak, titrasyon asitliği glukonik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Hesaplama: (V * F * E * 100) / ÖA

V: Harcanan 0,1N NaOH (ml)
F: =0,1 N NaOH'ın faktörü
E: Glukonik asidin miliekivalent ağırlığı
ÖA: Örnek ağırlığı (Alves *et al.* 2013; Cemeroğlu 2010).

5. Toplam fenolik madde tayini

Balların toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metodu ile belirlenmiştir. Bu amaçla 5 gram bal örneği 50 ml saf su ile karıştırılarak homojen hale getirildikten sonra Whatman No. 1 filtre kağıdından filtre edilmiştir. Bu çözeltiden 0,5 ml alınarak 2,5 ml Folin-Ciocalteu (10 kat seyreltilmiş) çözeltisi ile karıştırılmıştır. 4-6 dakika sonra 2 ml sodyum karbonat (Na_2CO_3,75 g/L) ilave edilerek oda sıcaklığında 2 saat inkübe edilmiştir. Elde edilen karışımın absorbansı 760 nm dalga boyundaki spektrofotometrede köre karşı okunmuştur. Kalibrasyon eğrisinin elde edilmesinde gallik asit standart olarak kullanılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g bal olarak ifade edilmiştir (Haroun 2006; Cemeroğlu 2010).

6. Şeker tayini

Bal örneklerinde şeker analizi Lane- Eynon metodu esas alınarak yapılmıştır. Bu yöntemle indirgen şeker miktarı, sakaroz miktarı ve bu ikisinin toplamından oluşan toplam şeker miktarı tespit edilmiştir (Keleş 1983; Cemeroğlu 2010).

7. Mineral madde tayini

Bal örneklerine ait Mg, K, P, Mn, Zn, Cu miktarları için kuru yakma metoduna göre kül fırınında yakılan örneklere 3N 4 ml HCl ilave edilerek yakma işlemi yapılmış ve ekstrakte edilen süzüntülerde ICP OES spektofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) okunmak suretiyle belirlenmiştir (Temminghoff and Houba 2004; Kacar 1972).

Hesaplama:
Seyreltme faktörü: (Tamamlanan Hacim / Örnek Ağırlığı)
Mineral madde miktarı: SF x Okunan Değer

8. Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi

Araştırmada iki gram pozitif (*Bacillus cereus* ATCC 33019, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213), iki gram negatif bakteri (*Escherichia coli* BC 1402, *Salmonella Typhimurium* RSSK 95091) ve iki tane maya (*Candida albicans* ATCC 1223, *Sacharomycess cerevisia* BC 6541) kullanılmıştır. Bu mikroorganizmalar Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuarı'ndan temin edilmiştir.

Bal örneklerinin mikroorganizmalar üzerindeki inhibitör etkileri well difüzyon metodu kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler 1:1 oranında saf suda çözündürülmüştür. Petri

kutularına bakteriler için 15 ml Nutrient Agar, mayalar için Potato Dextrose Agar (PDA) konulmuştur. Mikroorganizma izolatlarından hazırlanan süspansiyonlardan 100 µl ilgili besiyerlerine yayılmış ve 6 mm çapında diskler açılarak 100 µl örnek aktarılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda oluşan zonlar mm olarak ölçülmüştür (Torres *et al.* 2004; Çetin *et al.* 2010)

9. İstatistik analizi

Araştırma Tam Şansa Bağlı Deneme Planına göre iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve istatistiki olarak önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma test yöntemi ile karşılaştırılmıştır (Liu *et al.* 2013).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Renk Yoğunluğu (*L, a, b* değerleri)

Rengin belirlenmesinde *L* (açıklık-koyuluk), *a* (+kırmızı, -yeşil) ve *b* (+sarı, -mavi) parametrelerinden yararlanılmaktadır (Anupama *et al.* 2003).

Analizi yapılan balların fiziksel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1'de, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.2'de, renk yoğunluğu ve kimyasal özelliklerine ait korelasyon sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre balların *L, a* ve *b* değerlerinin istatistiki olarak P<0,01 seviyesinde çok önemli düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Balın renk yoğunluğuna ait varyans analiz sonuçları

Renk	SD	KO	F
L değeri	26	707,302	207,662**
a değeri	26	14,117	144,162**
b değeri	26	134,409	69,892**

**P<0,01 düzeyinde çok önemli *P<0,05 düzeyinde önemli

Bal örneklerinin renk parametrelerine ait değerleri *L*, *a* ve *b* sırasıyla 21,66-68,42 ortalama 52,56; (-)1,56-5,65 ortalama (-)0,09 ve (-)5,67-16,08 ortalama 7,94 olarak saptanmıştır. *L* değeri en düşük 9 numaralı örnekte, en yüksek 3 numaralı örnekte belirlenmiştir

Çizelge 4.2. Bal örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Örnek numarası	L değeri	a değeri	b değeri
1	50,98^{c}	-1,01^{abc}	8,03^{bc}
2	57,84^{efg}	-1,24^{abc}	8,98^{bcd}
3	68,42^{k}	-1,40^{abc}	9,47^{bcd}
4	67,05^{jk}	-1,51^{ab}	9,25^{bcd}
5	43,20^{b}	-0,15^{ef}	8,99^{bcd}
6	58,36^{efgh}	-0,95^{abc}	13,08^{fg}
7	23,63^{a}	4,01^{gh}	-5,14^{a}
8	22,62^{a}	3,52^{g}	-5,67^{a}
9	21,66^{a}	5,65^{ı}	-5,57^{a}
10	53,33^{cd}	-1,20^{abc}	10,61^{cdef}
11	57,61^{efg}	-1,37^{abc}	9,36^{bcd}
12	60,57^{ghı}	-1,52^{a}	10,15^{cde}
13	64,45^{ij}	-1,56^{a}	9,81^{bcd}
14	54,92^{de}	-1,21^{abc}	10,21^{cde}
15	63,67^{iij}	-1,36^{abc}	11,42^{def}
16	56,81^{ef}	-0,80^{cd}	14,27^{gh}
17	53,00^{cd}	-1,25^{abc}	10,92^{def}
18	63,88^{ij}	-0,82^{cd}	12,79^{efg}
19	23,52^{a}	3,53^{g}	-5,44^{a}
20	55,20^{de}	-0,99^{abc}	15,79^{h}
21	61,45^{hıı}	-1,42^{abc}	10,80^{def}
22	65,51^{jk}	-1,36^{abc}	10,99^{def}
23	64,61^{ij}	-0,53^{de}	11,20^{def}
24	57,83^{efg}	-0,90^{bcd}	7,31^{b}
25	65,83^{jk}	-1,18^{abc}	10,63^{cdef}
26	59,34^{fgh}	0,22^{f}	16,08^{h}
27	23,76^{a}	4,51^{h}	-4,06^{a}
Min	21,66	-1,56	-5,67
Max	68,42	5,65	16,08
$\bar{x}$	52,56	-0,09	7,94

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır.

Yapılan çalışmalarda renk parametreleri olan *L*, *a* ve *b* değerlerini sırasıyla Tosun ve Keleş (2004) 58,27; (-)5,35 ve 27,61; Şengül vd (2006) 36,04–57,12; (−1,92) –7,46 ve 2,69–22,91; Özcan ve Ölmez (2014) 24,56- 34,16; 0,08-0,67; 0,60-5,09; olarak bulmuştur. Stelmakienė *et al.* (2012) karabuğday balının renginin sarı-kahverengi,

ökaliptüs balının sarı, akasya balının açık sarımsı ve kolza balının ise sarımsı-beyazımsı olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 4.3. Bal örneklerinin renk yoğunluğu ve kimyasal özelliklerine ait korelasyon sonuçları

Özellikler	Nem	TKM	SÇKM	pH	TA	İndirgen Şeker	Sakaroz	Toplam Şeker
Nem	1	-0,927**	-0,987**	-0,123	-0,077	-0,005	-0,045	-0,018
Toplam kuru madde	-0,927**	1	0,930**	0,036	0,122	0,105	0,040	0,102
SÇKM	-0,987**	0,930**	1	0,155	0,052	0,022	0,081	0,043
pH	-0,123	0,036	0,155	1	-0,065	-0,251	0,352**	-0,122
Titrasyon asitliği	-0,077	0,122	0,052	-0,065	1	-0,068	-0,138	-0,098
İndirgen Şeker	-0,005	0,105	0,022	-0,251	-0,068	1	0,348**	0,966**
Sakaroz	-0,045	0,040	0,081	0,352**	-0,138	0,348**	1	0,578**
Toplam Şeker	-0,018	0,102	0,043	-0,122	-0,098	0,966**	0,578**	1
L	-0,296*	0,175	0,337*	0,560**	-0,196	-0,045	0,324*	0,052
a	0,323*	-0,225	-0,359**	-0,576**	0,083	0,062	-0,398**	-0,056
b	-0,311*	0,247	0,347*	0,595**	-0,200	0,040	0,256	0,106
Fenolik madde	0,233	-0,083	-0,246	0,065	0,069	0,045	-0,147	-0,003
K	0,095	0,043	-0,096	-0,001	0,165	0,148	0,035	0,137
Na	0,032	-0,052	0,001	0,295*	-0,272*	0,173	0,222	0,213
Mg	0,144	-0,089	-0,147	0,064	0,217	-0,131	-0,013	-0,118
Zn	0,027	-0,002	-0,067	-0,350**	0,083	0,166	-0,137	0,109
Cu	0,023	0,015	-0,008	-0,194	-0,094	0,191	-0,104	0,139
P	0,068	-0,087	-0,069	0,106	-0,066	-0,064	-0,015	-0,060

*P<0,05 düzeyinde önemli **P<0,01 düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.3 (devam)

Özellikler	*L*	*a*	*b*	Fenolik madde	K	Na	Mg	Zn	Cu	P
Nem	-0,296*	0,323*	-0,311*	0,233	0,095	0,032	0,144	0,027	0,023	0,068
Toplam Kuru madde	0,175	-0,225	0,247	-0,083	0,043	-0,052	-0,089	-0,002	0,015	-0,087
SÇKM	0,337*	-0,359**	0,347*	-0,246	-0,096	0,001	-0,147	-0,067	-0,008	-0,069
pH	0,560**	-0,576**	0,595**	0,065	-0,001	0,295*	0,064	-0,350**	-0,194	0,106
Titrasyon asitliği	-0,196	0,083	-0,200	0,069	0,165	-0,272*	0,217	0,083	-0,094	-0,066
İndirgen Şeker	-0,045	0,062	0,040	0,045	0,148	0,173	-0,131	0,166	0,191	-0,064
Sakaroz	0,324*	-0,398**	0,256	-0,147	0,035	0,222	-0,013	-0,137	-0,104	-0,015
Toplam şeker	0,052	-0,056	0,106	-0,003	0,137	0,213	-0,118	0,109	0,139	-0,060
L	1	-0,933**	0,893**	-0,216	-0,251	0,396**	-0,105	-0,259	-0,132	0,215
a	-0,933**	1	-0,893**	0,087	0,123	-0,270*	0,037	0,245	0,112	-0,159
b	0,893**	-0,893**	1	0,117	-0,136	0,257	-0,104	-0,191	-0,112	0,087
Fenolik madde	-0,216	0,087	0,117	1	0,583**	-0,175	0,183	0,080	0,102	-0,090
K	-0,251	0,123	-0,136	0,583**	1	0,099	0,429**	0,018	0,139	0,077
Na	0,396**	-0,270*	0,257	-0,175	0,099	1	0,356**	-0,292*	0,447**	0,698**
Mg	-0,105	0,037	-0,104	0,183	0,429**	0,356**	1	-0,012	0,325*	0,359**
Zn	-0,259	0,245	-0,191	0,080	0,018	-0,292*	-0,012	1	0,081	-0,155
Cu	-0,132	0,112	-0,112	0,102	0,139	0,447**	0,325*	0,081	1	0,509**
P	0,215	-0,159	0,087	-0,090	0,077	0,698**	0,359**	-0,155	0,509**	1

*P<0,05 düzeyinde önemli **P<0,01 düzeyinde çok önemli

Bu çalışmada bal örneklerinin *L* (açıklık-koyuluk) değeri ile *b* (sarı-mavi) değeri arasında istatistiki olarak çok önemli (P<0,01) düzeyde negatif korelasyon (r= -0,893) olduğu bulunmuştur.

Balın rengi su beyazından koyu kahverengine kadar değişiklik göstermektedir (Anonim 2002). Renk tüketiciler tarafından ilk algılanan fiziksel özelliktir ve balın renginin belirlenmesi karışık flora balların sınıflandırılmasında kullanışlı bir kriterdir (Boussaid *et al.* 2014).

Balın rengi flavanoidler, karotenoidler ile balın alkalitesi ve mineral madde içeriğine bağlılık göstermektedir (Lachman *et al.* 2010). Açık renkli balların mineral madde içeriği düşükken, koyu renkli ballar daha fazla mineral maddeye sahiptir (Gomes *et al.* 2010). Aynı zamanda balın rengi elde edildiği bitkisel kaynağa, depolama koşullarına ve depolanma süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Eğer nektar açık renkli çiçeklerden toplanırsa bal açık renkli, koyu renkli çiçekten toplanırsa koyu renkli olmaktadır (Bakan 2009; Özcan ve Ölmez 2014). Balın uzun süre bekletilmesi, ısıl işlem uygulanması gibi durumlarda fruktoz parçalanarak koyu renkli HMF oluşmaktadır. Ancak koyu renkli balların tümü için ısıtıldığını ya da uzun süre bekletildiğini söyleyemeyiz. Balların bileşimindeki maddelerin çeşit ve oranları büyük oranda değişiklik gösterdiğinden dolayı ballar renksizden koyu kırmızıya kadar örneğin koyu sarı, amber, kahverenginin farklı tonları gibi renklerde olabilmektedir. Hatta balların rengi yeşilimsi dahi olabilmektedir (Doğaroğlu 2012). Ayrıca balda kristalizasyonun meydana gelmesi, balın renginin değişmesine yol açmaktadır. Glikoz kristalleri beyaz renkte olduğundan kristalize olmuş balın rengi daha açıktır (Eteraf-Oskouei and Najafi 2013). Tüketiciler tarafından daha çok kehribar renkli bal talep görmekle birlikte bazı tüketiciler açık renkli, bazıları da koyu renkli balları tercih etmektedir. (Doğaroğlu 2012).

4.2. Balların bazı kimyasal özellikleri

Bal örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; nem, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, ph değeri, toplam fenolik madde, indirgen şeker, sakaroz ve toplam şeker miktarının bal örneklerine göre istatistiki olarak $P<0,01$ seviyesinde çok önemli düzeyde farklı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Bal örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Analiz		SD	KO	F
Nem		26	2,844	51,880**
Toplam Kuru Madde		26	2,951	104,826**
Suda Çözünür Kuru Madde		26	2,196	223,560**
pH		26	0,153	28,968**
Titrasyon Asitliği		26	147,720	16,415**
Fenolik Madde		26	43919,225	194,117**
Şeker	**İndirgen şeker**	26	46,493	14,046**
	Sakaroz	26	4,618	10,116**
	Toplam Şeker	26	61,812	13,880**

** P<0,01 düzeyinde çok önemli *P<0,05 önemli

Bal örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Balların bazı kimyasal analizlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Örnek No	Nem %	Toplam Kuru Madde %	SÇKM* %	pH	Titrasyon Asitliği meq/kg	Toplam Fenolik Madde mg GAE/100g	Şeker %		
							İndirgen şeker	Sakaroz	Toplam şeker
1	14,30^{b}	85,70^{ı}	83,75^{i}	4,02^{hıı}	34,78^{def}	326,98^{bc}	64,18^{b}	5,67^{ijk}	69,85^{defg}
2	15,00^{c}	85,00^{h}	83,20^{ı}	4,23^{j}	51,45^{ı}	385,58^{fg}	57,22^{a}	2,02^{ab}	59,24^{ab}
3	17,60^{i}	82,40^{b}	80,60^{a}	4,02^{hıı}	34,78^{def}	418,56^{hı}	55,09^{a}	1,63^{a}	56,72^{a}
4	14,60^{bc}	85,40^{ı}	83,05^{ı}	4,01^{hıı}	23,19^{ab}	283,82^{a}	57,97^{b}	4,27^{efghıı}	62,23^{bc}
5	17,80^{i}	82,20^{ab}	81,00^{b}	4,21^{j}	33,33^{def}	544,18^{k}	62,79^{b}	3,72^{cdefgh}	66,35^{cd}
6	15,00^{e}	85,00^{h}	83,10^{ı}	4,39k	50,72^{ı}	587,33^{l}	70,28^{efghı}	5,98^{jk}	76,26^{ijkl}
7	17,00^{hı}	82,50^{b}	81,55^{de}	3,45^{b}	37,95^{fgh}	475,75^{i}	69,13^{defg}	2,13^{abc}	71,26^{defghıı}
8	18,00^{i}	82,00^{a}	81,00^{b}	3,74^{de}	42,70^{gh}	589,09^{l}	70,07^{efghı}	3,44^{bcdefg}	73,50^{efghıı}
9	15,80^{de}	84,20^{g}	82,70^{h}	3,50^{bc}	20,56^{a}	381,37^{ef}	66,90^{bcde}	2,01^{ab}	68,90^{de}
10	13,80^{a}	86,20^{i}	84,50^{j}	3,82^{efg}	25,30^{abc}	502,77^{j}	71,04^{efghı}	4,36^{efghıı}	75,40^{hııjk}
11	15,80^{de}	84,20^{g}	82,50^{h}	3,63^{cd}	43,49^{h}	308,25^{hı}	70,55^{efghı}	3,07^{abcdef}	73,62^{efghıjk}
12	15,80^{de}	84,20^{g}	82,50^{h}	3,21^{a}	39,14^{fgh}	422,77^{hı}	71,53^{fghı}	4,00^{defghı}	75,53^{ıijk}
13	16,20^{ef}	83,80^{f}	81,70^{e}	4,12^{ıij}	33,33^{def}	358,21^{de}	70,55^{efghı}	6,62^{k}	77,17^{jkl}
14	13,60^{a}	86,40^{i}	84,65^{j}	3,78^{def}	42,70^{gh}	443,82^{h}	70,55^{efghı}	2,65^{abcd}	73,20^{efghıı}
15	16,20^{ef}	83,80^{f}	81,40^{cd}	3,94^{fghı}	26,09^{abc}	334,00^{bcd}	66,88^{bcde}	2,80^{abcde}	69,86^{defg}
16	15,80^{de}	84,20^{g}	82,25^{g}	4,03^{hıı}	24,64^{abc}	623,47^{m}	67,32^{cdef}	2,03^{ab}	69,35^{def}
17	18,00^{i}	82,00^{a}	80,98^{b}	3,95^{fghıı}	21,84^{ab}	725,23^{n}	65,61^{bcd}	5,44^{iijk}	71,04^{defghı}
18	15,80^{de}	84,20^{g}	81,52^{de}	4,12^{ij}	21,84^{ab}	347,33^{cd}	71,04^{efghı}	4,76^{ghiij}	75,80^{iijkl}
19	16,40^{fg}	83,60^{fe}	82,00^{f}	3,53^{bc}	41,91^{gh}	546,28^{k}	66,88^{bcde}	3,51^{bcdefgh}	70,39^{defgh}
20	16,20^{ef}	83,80^{f}	82,50^{h}	4,03^{hıı}	28,98^{cbd}	636,46^{m}	69,59^{defgh}	4,57^{fghııj}	74,16^{fghııjk}
21	16,80^{gh}	83,20^{cd}	81,49^{de}	3,94^{fghı}	36,23^{efg}	409,79^{gh}	72,54^{ghı}	4,12^{defghıi}	76,66^{kl}
22	16,20^{ef}	84,40^{g}	82,50^{h}	4,02^{hıı}	26,09^{abc}	356,46^{de}	73,57^{hı}	5,09^{hııjk}	78,65^{jkl}
23	15,60^{d}	84,40^{g}	83,20^{ı}	3,95^{fghıı}	28,98^{bcd}	432,95^{hı}	71,04^{efghı}	4,06^{defghı}	75,10^{hıijk}
24	16,60^{fgh}	83,40^{de}	81,49^{de}	3,98^{ghıi}	28,98^{bcd}	314,70^{b}	68,67^{defg}	5,94^{jk}	74,61^{ghıijk}
25	17,00^{hı}	83,00^{c}	82,00^{f}	4,01^{hıı}	30,43^{cde}	318,56^{b}	74,10^{ı}	6,44^{k}	80,54^{l}
26	16,20^{ef}	83,80^{f}	82,50^{h}	3,42^{efgh}	30,43^{cde}	627,33^{m}	69,59^{defgh}	1,72^{a}	71,40^{efghıi}
27	17,50^{ıı}	82,50^{b}	81,25^{c}	3,88^{b}	37,96^{fgh}	323,47^{bc}	70,07^{efghı}	2,62^{abcd}	72,74^{efghıij}
Min	13,60	82,00	80,60	3,21	20,56	283,82^{a}	55,09	1,63	56,72
Max	18,00	86,40	84,65	4,39	51,45	725,23^{n}	74,10	6,62	80,54
$\bar{x}$	16,10	83,91	82,25	3,88	33,25	449,59	67,95	3,87	71,83

*SÇKM suda çözünür kuru madde *Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır

4.2.1. Nem ve toplam kuru madde miktarı

Bal örneklerinin nem içeriklerinin %13,60- %18,00 arasında değişkenlik gösterdiği ve ortalama %16,10; kuru madde içeriklerinin %82,00-86,40; ortalama %83,91 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). En düşük nem içeriği Erzurum'dan alınan 14 numaralı örnekte, en yüksek ise Hakkari'den alınan 17 numaralı örnekte saptanmıştır (Çizelge 4.5). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne göre çiçek ballarının içerebileceği nem miktarı en fazla %20 olmalıdır. Buna göre analiz edilen bal örneklerinin tümünün içerdikleri nem miktarı açısından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne uygun olduğu görülmektedir (Anonim 2012a). Balın nem miktarı; balın muhafazası, granülasyonu ve fermantasyonu ile ilgili en önemli faktördür (Ötleş 1995). Balın kuru ağırlığının %95'ini şekerler oluşturmaktadır (Kaskoniene *et al.* 2010). Baldaki şekerlerin su molekülleri ile etkileşime girmesi sonucunda mikroorganizmalar için gerekli olan mevcut suda azalma meydana gelmekte ve böylece balın depolama süresi artmaktadır (Derebaşı vd 2014). Eğer balda 171 g/kg'dan az nem varsa mikrobiyal gelişim gerçekleşmemekte, 171-200 g/kg arasında ürün stabil, 200 g/kg üzerinde ise ozmofilik mayalar örneğin *Saccharomyces rouxii* ve küfler (*Aspergillus echinulatus*, *Monascus bisporus*) gelişmektedir (Tosi *et al.* 2004). Balın nem içeriği %17'den düşük olduğunda fermantasyon olasılığı azalmaktadır (Batu vd 2013).

Ballar nem içeriğine göre; I. sınıf (nem miktarı %17,8'in altında), II. sınıf (nem miktarı en fazla %18,6) ve III. sınıf (nem miktarı en fazla %20) olarak sınıflandırılmaktadır (Genç ve Dodoloğlu 2003). Buna göre, incelediğimiz bal örneklerinden sadece Bayburt İli'nden temin edilen 8 numaralı bal ve Hakkari İli'nden temin edilen 17 numaralı balın II. sınıf bal sınıfına dahil olduğu, geri kalan tüm balların I. sınıf olduğu tespit edilmiştir.

Yaptıkları çalışmada balın nem içeriğini, Tosun ve Keleş (2004) %16,40; Derebaşı vd (2014) %16,66±0,12; Batu vd (2013) %14,01-17,12; Şengül vd (2006) %13.80-%20.60; Karabagias *et al.* (2014) %9,98-20,94; Kenjeric *et al.* (2007) %15,6 -%16,0; olarak tespit etmişlerdir. Araştırmada tespit ettiğimiz nem miktarlarının daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu saptanmıştır.

Balın nem içeriği; balın hasat edildiği bölgenin iklimi, balın kovandaki olgunluk derecesi, nektarın toplandığı bitkinin nem içeriği, nektarın salgılanma hızı, koloni büyüklüğü gibi faktörlere bağlıdır (Ötleş 1995; Kirs *et al.* 2011).

Tosun ve Keleş (2002) Erzurum ve ilçelerinde üretilen 1998 yılı ürünü olan 30 adet bal örneğinde toplam kuru madde miktarını ortalama %83,11 olarak tespit etmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçların Tosun ve Keleş (2002) tarafından yapılan çalışmayla paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

4.2.2. Suda çözünür kuru madde miktarı

Bal örneklerinin suda çözünür kuru madde içeriği Çizelge 4.5'de verilmiştir. Buna göre suda çözünür kuru madde miktarı %80,60-84,65; ortalama %82,25 olarak saptanmıştır.

Yapılan çalışmalarda balın ortalama briks derecesini Tosun ve Keleş (2004) %81,75 Shafiq *et al.* (2014) 80,6; Silva *et al.* (2009) 80,7; Anupama *et al.* (2003) %76-81,5; olarak tespit etmiştir. Elde edilen sonuçların daha önce yapılan çalışmalarda tespit edilen suda çözünür kuru madde miktarlarına benzerlik gösterdiği görülmektedir.

4.2.3. pH Değeri

Balın pH değerini içermiş olduğu iyonize asitlerle mineral maddeler belirlemektedir (Cavia *et al.* 2007).

Çizelge 4.5'de balın pH değerleri verilmiştir. En düşük pH değeri Erzurum İli'nden temin edilen 12 numaralı örnekte 3,21; en yüksek ise Hakkari İli'nden temin edilen 62 numaralı bal örneğinde 4,39 olarak tespit edilmiştir. Ortalama pH değeri ise 3,88 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda balın pH değerini Devillers *et al.* (2004) 3,40-6,48 ortalama 4,25; Karabagias *et al.* (2014) 3,40-5,3; Cimpoui *et al.* (2013) 3,43-4,96; Şengül vd (2006) 3,11-4,58; Saxena *et al.* (2010) 3,7-4,4 olarak saptamıştır.

Araştırmada tespit edilen pH değerleriyle daha önceki çalışmalarda belirlenen pH değerlerinin benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Balın pH değerinin düşük olması birçok zararlı mikroorganizmanın gelişmesini engelleyerek balda steril bir ortam oluşmasına yardımcı olmaktadır (Vandamme *et al.* 2013). Mineral madde içeriği yüksek olan balların pH değerinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca arılar balı olgunlaştırma aşamasında ortama formik asit ilave etmektedir (Cavia *et al.* 2007; Batu vd 2013; Karabagias *et al.* 2014). Balın pH değeri depolama boyunca, balın tekstüründe, dayanıklılığında ve raf ömründe önemli etkiye sahiptir (Chua *et al.* 2012).

4.2.4. Titrasyon asitliği

Baldaki toplam asitliği içermiş olduğu serbest asitler, laktonlar ve esterlerin toplamı oluşturmaktadır (Karadal ve Yıldırım 2012). Balda %0,17-1,17 arasında organik asit ve %0,05-0,15 arasında amino asit bulunmaktadır (Batu vd 2013). Balda hakim olan asit glukonik asittir (Karabagias *et al.* 2014).

Çizelge 4.5'de balın titrasyon asitliğine ait sonuçlar verilmiştir. Balların titrasyon asitliği glukonik asit cinsinden 20,56-51,45 meq/kg (ortalama 33,25) olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne göre balın serbest asitlik miktarının en fazla 50 meq/kg olmasına müsaade edilmiştir (Anonim 2012a). Araştırmada Bayburt'tan ve Hakkari'den temin edilen 2 ve 6 numaralı bal örneklerinin titrasyon asitliği açısından Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne uygun olmadığı, diğerlerinin uygun olduğu saptanmıştır. Balın titrasyon asitliğini yaptıkları çalışmada Silva *et al.* (2013a) 24,5-93,5 mequiv/kg; Manzanares *et al.* (2014) 16-48 meq/kg olarak tespit etmişlerdir. Serbest asitlik balda gerçekleşen kimyasal reaksiyonları etkilemekte, balın lezzetine katkı yapmakta, balın mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını, antimikrobiyal ve antioksidan özelliğini artırmaktadır (Cavia *et al.* 2007).

Balda serbest asitliğin yüksek olması, şekerlerin mayalar tarafından fermantasyona uğradığını gösterebilmektedir. Çünkü fermantasyon sırasında glikoz ve fruktoz karbondioksit ve alkole dönüşmekte, alkol de oksijenin varlığında hidrolize olarak asetik aside dönüşmektedir (Boussaid *et al.* 2014).

4.2.5. Toplam fenolik madde miktarı

Balda bulunan fenolik bileşikler; serbest fenoller (uçucu bileşenler), fenolik asitler, polifenoller (genellikle flavonoidler), antosiyaninler, prosiyanidinler ve pigmentlerdir (Boyacıoğlu 2012).

Bal örneklerinin toplam fenolik madde miktarı Çizelge 4.5'de verilmiştir. Balların toplam fenolik madde miktarları 283,82-725,23 mg GAE/100g; ortalama 449,59 mg GAE/100g ($R^{2=}$0,9941) olarak tespit edilmiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarı Bayburt'tan temin edilen 4 numaralı örnekte, en yüksek ise Hakkari'den temin edilen 17 numaralı örnekte tespit edilmiştir.

Noor *et al.* (2014) doğal ve ticari balların toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 36,01±0,22-252,00±1,61 ve 1,33±0,00-140,55±0,89 GAE mg/100g; Silva *et al.* (2013a) 80,2-166,1 mg GAE/g (metanol ekstraktı), 125,9-391,9 mg GAE/g (etil asetat ekstraktı) ve 1,2-1,3 mg GAE/g (doğal bal) ; Silici vd (2010) 0,24-141,83 mg GAE/100g; Al-Mamary *et al.* (2002) 56,32-246,21 mg/100g; Silva *et al.* (2013b) 31,91 mg GAE/100g; Meda *et al.* (2005) ortalama 74,38±20,54; Wilczynska (2014) 40,5-177 mg GAE/100 g. olarak tespit etmişlerdir.

Genel olarak koyu renkli balların fenolik madde içeriği açık renkli ballara göre daha yüksektir. Balın toplam fenolik madde miktarı iklim koşullarına, çevresel etkenlere, depolama şartlarına ve en önemli faktör olarakta nektarın elde edildiği bitkisel kaynağa bağlıdır. Bitkilerin çoğu büyük oranda polifenolik madde içermekte olup her bir bitki farklı bir toplam fenolik madde profiline sahiptir (Boyacıoğlu 2012; Jasicka-Misiak *et al.* 2012).

Bitkiler en önemli antioksidan kaynaklarıdır. Çünkü bitkiler 800 farklı fenolik madde içermektedirler (Yılmaz 2010). Benzen halkasına bağlı bir veya birden fazla hidroksil grubunun bulunduğu bileşiklere fenolik bileşik veya polifenol denilmektedir (Cemeroğlu 2009). Hemen hemen tüm meyve ve sebzeler ile bunlardan üretilen ürünlerde değişen miktarlarda fenolik maddeye rastlanmaktadır. Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendine özgü tat, aroma ve renginin oluşmasında önemli etkendirler (Cemeroğlu 2010). Ayrıca bu bileşikler meyve ve sebzelere acılık ve burukluk vermektedirler. Bitkilerde doğal olarak bulunan ve antioksidan özellik gösteren fenolik bileşikler, bitkilerin sekonder metabolitleridir. Fenolik bileşikler; fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Flavonoidlerin içerisinde, flavonoller, flavanoller, antosiyaninler, kumarinler, tanninler ve lignin gibi önemli maddeler yer almaktadır. Fenolik maddelerin antioksidan özellik göstermeleriyle birlikte fenolik bileşik içeren doğal maddeler gıda formülasyonlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fenolik bileşiklerin serbest radikalllerin oluşumunu önleyici veya durdurucu etkileri sayesinde kanser, kalp ve akciğer hastalıkları gibi pek çok hastalığın önlenmesinde etkilidirler (Nizamlıoğlu ve Nas 2010; Meral vd 2012).

4.2.6. Şeker miktarı

Balın kuru maddesinin yaklaşık %95'i karbonhidratlardan oluşmaktadır. Karbonhidratlar balın viskozitesi, higroskopisi, granülasyon özelliği ve enerji değeri gibi özelliklerinden sorumludurlar (Ötleş 1995). Karbonhidratlar 4 kcal/g enerji verdikleri için en önemli enerji kaynaklarıdır. Bu bileşikler, ayrıca asidosiz ve ketosiz gibi durumların ortaya çıkmasını engellemekte, gıda lifi kaynağı olmaları sebebiyle vücudun su ve elektrolit dengesinin sağlamasına yardımcı olmaktadırlar (Baysal 2007).

Çizelge 4.5'de bal örneklerinin indirgen şeker, sakaroz ve toplam şeker miktarları verilmiştir. Bal örneklerinde indirgen şeker miktarı %55,09-74,10 arasında ve ortalama %67,95 olarak belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğ (2012/58)'ne göre balın indirgen şeker miktarı en az 60 g/100g olmalıdır (Anonim 2012a). Araştırmada elde ettiğimiz sonuçlara göre Bayburt İli'nden temin edilen 2, 3 ve 4 numaralı örneklerin

indirgen şeker miktarının 60 g/100g'ın altında olduğu, diğer bal örneklerinin ise Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir.

Balların sakaroz miktarları %1,63 (Bayburt-3)-6,62 (Hakkari-13) ve ortalama %3,87 olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne göre balın sakaroz içeriği en yüksek 5 g/100g olmalıdır (Anonim 2012a). Araştırmada elde ettiğimiz sonuçlara göre Bayburt İli'nden temin edilen 1, 22, 24 ve 25 numaralı örneklerle, Hakkari İli'nden temin edilen 6, 13 ve 17 numaralı örneklerin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne uygun olmadığı, diğer tüm örneklerin ise uygun olduğu belirlenmiştir. Belirtilen örneklerde sakaroz içeriklerinin yüksek oluşu balın erken hasat edilmesine bağlı olarak sakarozun yeterince indirgenememesi, arıların sakaroz içeren şuruplarla beslenmesi ya da bala doğrudan sakaroz katıldığının göstergesi olabilmektedir (Duman Aydın vd 2008; Saxena *et al.* 2010).

Balların toplam şeker miktarı %56,72-80,54 ve ortalama %71,83 olarak tespit edilmiştir. Anupama *et al.* (2003) toplam indirgen şeker miktarını 61,3-72,6%, sakaroz miktarını 1,2-5,7%; Chakir *et al.* (2011) fruktoz miktarını 35,07-46,26%, glikoz miktarını 23,7-39,3%ve sakaroz miktarını 0,42-2,98%; Şengül vd (2006) indirgen şeker içeriğini 53.38- %78.29%, sakaroz içeriğini 0.45- 21,66%ve toplam şeker içeriğini 63.89- 86.49%; Özcan ve Ölmez (2014) indirgen şeker miktarını 51.31- 68.30 %; Güler (2005) ortalama indirgen şeker miktarını 68,42%sakaroz miktarını 1,54%; Riberio *et al.* (2014) indirgen şeker miktarını 66,2-80,1 g/100g, toplam şeker miktarını 66,7-85,4 g/100g ve sakaroz miktarını 2,2-3,9 g/100g olarak tespit etmişlerdir.

4.2.7. Mineral madde miktarı

Mineral maddeler insan vücudunda kemik ve diş gibi sert dokuların yapı taşlarını oluşturmaktadırlar. Ayrıca, hücre faaliyetlerinin yerine getirilebilmesinde, hücre içi ve dışı sıvıların ozmotik basıncının dengede tutulmasında yardımcı olmaktadırlar. Başta kalsiyum ve fosfor olmak üzere insan vücudunda yaklaşık %4 oranında mineral madde bulunmaktadır (Cemeroğlu 2009).

Bal başlıca şeker ve sudan oluşmaktadır. Protein, tat ve aroma bileşikleri, fenolik bileşikler, serbest amino asitler, organik asitler, vitaminler ve mineraller ise balın minör bileşenleridir (Habib *et al.* 2014). Çiçek ballarında %0,1-0,2 oranında mineral madde bulunmaktadır. Balda baskın olan mineral madde potasyumdur. Bunu klor, sülfür, sodyum, fosfor, magnezyum, silisyum, demir ve bakır gibi elementler takip etmektedir. Balın mineral madde içeriği elde edildiği bitkiye, iklim şartlarına ve ekstraksiyon tekniğine bağlıdır (Hernandez *et al.* 2005).

Araştırmada analiz edilen bal örneklerinin içerdiği mineral maddelere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'de, Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.7'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre balların sodyum, potasyum ve magnezyum miktarlarında istatistiki olarak çok önemli ($P<0,01$), bakır miktarında ($P<0,05$) düzeyinde önemli farkların olduğu, çinko ve fosfor miktarında ise önemli fark olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Mineral madde analizine ait varyans analiz sonuçları

		SD	**KO**	**F**
Major elementler	**Potasyum**	26	31593,728	15,746**
	Sodyum	26	12563,703	6,182**
	Magnezyum	26	123,470	4,541**
Minör elementler	**Çinko**	26	166,302	1,421
	Bakır	26	0,941	2,019*
	Fosfor	26	1884,998	1,544

**P<0,01 düzeyinde çok önemli *P<0,05 düzeyinde önemli

Bal örneklerinde analizi yapılan mineral maddeler içerisinde potasyumun majör element olduğu (37,66-625,68 mg/kg) belirlenmiştir. En yüksek potasyum miktarı Bayburt İli'nden (8) en düşük ise Giresun İli'nden (9) temin edilen örnekte tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Mineral madde analizine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Örnek No	Major Elementler mg/kg			Minör Elementler mg/kg		
	Potasyum	Sodyum	Magnezyum	Çinko	Bakır	Fosfor
1	109,83^{abcd}	98,55^{abcde}	11,89^{ab}	4,99^{ab}	1,26^{ab}	23,29^{a}
2	112,93^{abcde}	92,23^{abcde}	25,58^{def}	3,59^{ab}	1,59^{abc}	28,56^{a}
3	129,59^{abcdef}	157,05^{cdef}	23,39^{bcdef}	3,61^{ab}	2,30^{abc}	127,88^{b}
4	104,21^{abc}	85,32^{abcde}	14,48^{abcd}	8,13^{abc}	0,82^{a}	18,31^{a}
5	153,01^{bcdefg}	52,64^{abc}	22,64^{bcde}	6,98^{ab}	2,05^{abc}	29,83^{a}
6	218,47^{efgh}	100,43^{abcde}	20,33^{abcde}	2,19^{a}	1,49^{ab}	25,29^{a}
7	69,60^{ab}	52,11^{abc}	14,13^{abcd}	33,55^{c}	1,78^{abc}	28,41^{a}
8	625,68^{j}	105,64^{abcde}	25,48^{def}	16,64^{abc}	2,07^{abc}	33,43^{a}
9	37,66^{a}	33,43^{a}	12,04^{abc}	18,04^{abc}	2,62^{bc}	19,22^{a}
10	355,63^{i}	84,80^{abcde}	19,35^{abcde}	14,95^{abc}	3,17^{cd}	38,10^{a}
11	234,56^{fgh}	63,62^{abcd}	24,68^{cdef}	28,36^{abc}	2,35^{abc}	36,10^{a}
12	65,86^{ab}	44,58^{ab}	11,77^{ab}	15,48^{abc}	2,15^{abc}	23,37^{a}
13	84,27^{abc}	75,03^{abcde}	13,66^{abcd}	29,68^{bc}	1,61^{abc}	32,80^{a}
14	188,14^{cdefgh}	58,29^{abc}	17,27^{abcd}	10,25^{abc}	2,12^{abc}	40,87^{a}
15	65,29^{ab}	147,45^{bcdef}	14,98^{abcd}	12,24^{abc}	1,94^{abc}	26,99^{a}
16	240,24^{gh}	90,12^{abcde}	16,56^{abcd}	3,66^{ab}	2,13^{abc}	29,44^{a}
17	273,91^{hı}	115,41^{abcde}	19,64^{abcde}	4,15^{ab}	2,13^{abc}	29,84^{a}
18	95,27^{abc}	181,04^{ef}	9,18^{a}	5,48^{ab}	1,71^{bc}	22,79^{a}
19	358,80^{i}	115,32^{abcde}	35,27^{fg}	11,77^{abc}	2,82^{abc}	52,07^{ab}
20	235,07^{fgh}	63,80^{abcd}	24,75^{cdef}	28,43^{abc}	2,36^{abc}	36,20^{a}
21	108,83^{abcd}	84,41^{abcde}	14,62^{abcd}	3,68^{ab}	1,65^{abc}	35,55^{a}
22	129,96^{abcdef}	369,72^{h}	19,70^{abcde}	3,91^{ab}	4,35^{d}	128,80^{b}
23	269,63^{hı}	286,93^{gh}	43,69^{ef}	7,59^{abc}	1,56^{abc}	96,98^{ab}
24	132,23^{abcdef}	239,67^{fg}	43,79^{g}	6,28^{ab}	2,61^{bc}	84,31^{ab}
25	150,45^{bcdefg}	169,01^{def}	11,14^{ab}	3,50^{ab}	1,30^{ab}	21,80^{a}
26	214,01^{defgh}	179,15^{ef}	21,20^{abcde}	14,78^{abc}	2,07^{abc}	33,38^{a}
27	53,47^{ab}	41,47^{ab}	17,57^{abcd}	10,19^{abc}	2,02^{abc}	20,84^{a}
Min	37,66	33,43	9,18	2,19	0,82	18,31
Max	625,68	369,72	43,79	29,68	4,35	128,80
$\bar{x}$	178,40	118,04	19,83	11,56	2,06	41,64

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır

Yapılan çalışmalarda ballarda potasyum miktarını Silva *et al.* (2009) 1150,10 mg/kg; Alves *et al.* (2013) 30,90-1440,98 mg/kg; Yücel ve Sultanoğlu (2013) 446,93 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Araştırmada elde ettiğimiz sonuçların Alves *et al.* (2013) ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Ballarda sodyum miktarı en düşük 33,43 mg/kg; en yüksek 369,72 mg/kg ve ortalama 118,04 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). En düşük sodyum içeriğine ait bal 9 numaralı (Giresun) örnekte, en yüksek ise 22 numaralı (Bayburt) örnekte saptanmıştır.

Yapılan çalışmalarda balın sodyum miktarı Nanda *et al.* (2003) tarafından 163,3-304,31 mg/kg; Derebaşı vd (2014) tarafından 10,75±0,23 mg/kg olarak belirlenmiştir. Araştırmada elde ettiğimiz sonuçların Nanda *et al.* (2003) tarafından yapılan çalışmaya benzerlik gösterdiği ancak balın Na miktarının Derebaşı vd (2014) tarafından yapılan çalışmadan farklı olduğu belirlenmiştir.

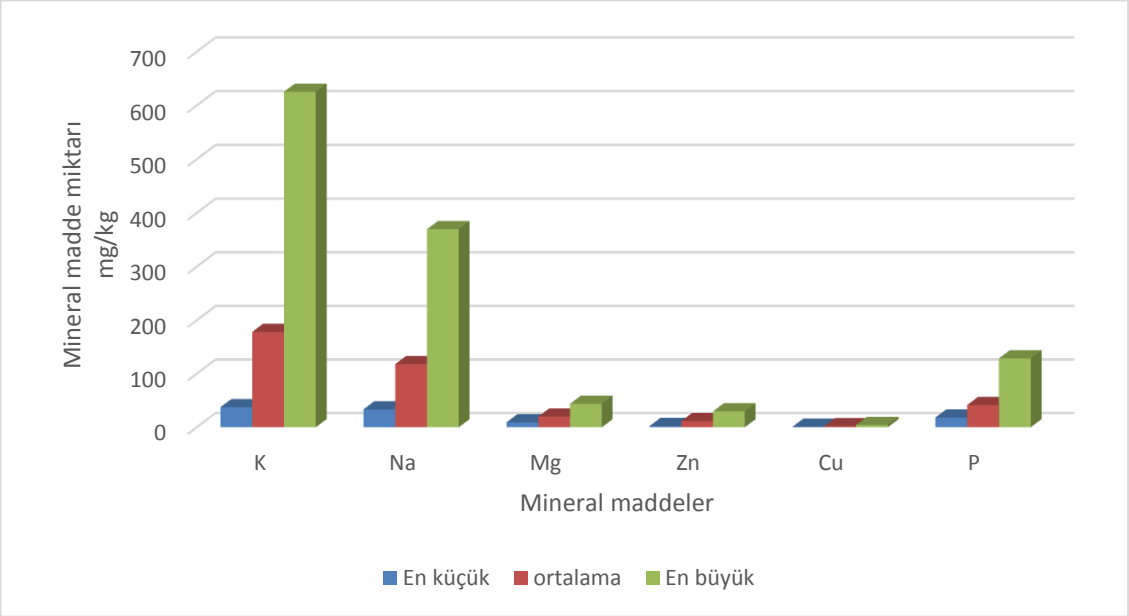
Sodyum ve potasyum; vücut sıvılarının ozmatik basıncının dengede bulunmasında, asit-baz dengesinin kurulmasında, sinir ve kasların çalışmasında, amilaz ve sakaraz gibi enzimleri aktive edilmesinde rol oynarlar. Meyve ve sebze gibi bitkisel kaynaklı gıdalar potasyum yönünden zengindir. Sodyum eksikliğinde kusma, zihin bulanıklığı, kas yorgunluğu ve solunum yetersizliği gibi durumlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Potasyum yetersizliğinde ise glikojen deposuna bağlı azalmayla birlikte kaslarda yorgunluk, kalp atışlarında bozulma ve solunum yetersizliği gibi durumlar görülmektedir (Baysal 2007; Demirci 2011). Yaptığımız araştırma sonucunda balın önemli düzeyde potasyum içerdiği, dolayısıyla beslenmede önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir.

Bal örneklerin magnezyum miktarı 9,18-43,79 mg/kg arasında ortalama ise 19,83 mg/kg olarak tespit edilmiştir. En küçük magnezyum miktarı Bayburt İli'nden temin edilen 18 numaralı örnekte; en yüksek ise yine Bayburt İli'nden temin edilen 24 numaralı örnekte saptanmıştır.

Yaptıkları çalışmada balın Mg miktarını Derebaşı vd (2014) 19,97±0,88 mg/kg; Silva *et al.* (2009) 35,57 mg/kg olarak belirlemiştir. Araştırmada elde ettiğimiz sonuçların daha önceki araştırma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Magnezyum; kalsiyum ve fosforla birlikte kemik ve dişlerin yapısında bulunmaktadır. Kas ve sinir sistemi üzerinde etkilidir. Vücut içi sıvıların ozmotik basıncı ve asit-baz dengesinin kurulmasında rol oynamaktadır (Demirci 2011).

Bal örneklerinde bulunan bazı minerallerin en düşük, en yüksek ve ortalama miktarları Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Bal örneklerindeki bazı minerallerin en düşük, en yüksek ve ortalama miktarları

Yaptığımız araştırmada çinko 2,19-29,68 mg/kg (ortalama 11,56 mg/kg) arasında tespit edilmiştir. En düşük çinko miktarına Hakkari İli'nde üretilen 6 numaralı örnekte, en yüksek ise yine Hakkari İli'nde üretilen 13 numaralı örnekte belirlenmiştir. Balda çinko miktarını Nanda *et al.*(2003) 2,5-16,77 mg/kg olarak tespit etmiştir. Araştırmada elde

ettiğimiz sonuçların Nanda *et al.* (2003) tarafından yapılan araştırma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çinko; yetişkin bir insanın vücudunda ortalama 1-1,5 gram kadar çinko bulunmaktadır. Protein ve nükleik asit metabolizmasında enzimlerin çalışmasına yardımcı olmaktadır. En iyi kaynaklarını karaciğer, etler, peynirler, süt ve yumurta, yağlı tohumlar ve kuru baklagiller oluşturmaktadır. Çinkonun yetersiz alımında cücelik, yaraların geç iyileşmesi, hastalıklara karşı dirençsizlik gibi durumlar ortaya çıkabilmektedir (Baysal 2007)

Bakır minerali 0,82-44,35 mg/kg aralığında tespit edilmiş ortalama 2, 06 mg/kg'dır. Bakır minerali miktarı en küçük 4 numaralı örnekte en yüksek ise 22 numaralı örnektedir. Yapılan çalışmada balın bakır içeriğini Nanda *et al.* (2003) 1,74-2,9 mg/kg, Hernandez *et al.* (2005) 0,37 mg/kg, Escuredo *et al.* (2013) 0,21 mg/100g olarak saptamıştır. Araştırmada elde ettiğimiz sonuçların daha önce yapılan araştırma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Bakır; insan vücudunda bulunan bakır miktarı 100-150 mg kadardır. Bakırın yetersiz alımı demirin insan vücudundaki değerlendirilme oranını düşürmekte ve demir eksikliği anemisi görülmektedir. Karaciğer gibi organ etleri, su ürünleri, susam, fıstık vb kuru baklagiller, etler, kakao, yumurta ve yeşil sebzeler bakır yönünden zengin yiyeceklerdir. Vücuda fazla alınan bakır toksik etki oluşturmaktadır (Demirci 2011).

Fosfor minerali en küçük 4 (Bayburt) numaralı örnekte 18,31 mg/kg; en yüksek 22 (Bayburt) numaralı örnekte 128,80 mg/kg olarak belirlenmiştir. Fosforun ortalama değeri ise 41,64 mg/kg olarak bulunmuştur. Escuredo *et al.* (2013) tarafından yapılan çalışmada balın fosfor içeriği 7 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçların Escuredo *et al.* (2013) tarafından yapılan çalışma sonuçlarından farklı olduğu belirlenmiştir. Fosfor; diş ve kemiğin yapısında bulunmaktadır. Günlük alınması gereken miktar 3,0-4,0 mg'dır (Baysal 2007).

4.3. Antimikrobiyal Aktivite

Bal örneklerinin antimkirobiyal aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de, Duncan çoklu karşılaştırma testi Çizelge 4.9'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; balların *Escherichia coli* BC1402, *Bacillus cereus* ATCC33019, *Salmonella Typhimurium* RSSK95091 ve *Staphylococcus aureus* ATCC29213'e karşı istatistiki olarak P<0,01 düzeyinde çok önemli seviyede farklı antimikrobiyal etkisinin olduğu görülmüştür. Bal örneklerinin araştırmada kullanılan mayalara (*Saccharomycess cerevisia* BC 6541, *Candida albicans* ATCC 1223) karşı antimikrobiyal aktivite göstermedikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8'de bal örneklerinin antimikrobiyal aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.8 Balların çeşitli mikroorganizmalara karşı gösterdiği antimikrobiyal aktivite varyans analiz sonuçları

Mikroorganizmanın Adı	**SD**	**KO**	**F**
Escherichia coli BC1402	26	9,375	4,530**
Bacillus cereus ATCC33019	26	12,067	17,494**
Salmonella Typhimurium RSSK95091	26	17,625	20,691**
Staphylococcus aureus ATCC29213	26	19,288	28,932**
Saccharomycess cerevisia BC 6541	26	-	-
Candida albicans ATCC 1223	26	-	-

**P<0,01 düzeyinde çok önemli *P<0,05 düzeyinde önemli

Escherichia coli BC1402 ye karşı Bayburt'tan temin edilen 20 numaralı balın en yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. *Escherichia coli* BC1402'ye karşı 3, 4,

Çizelge 4.9. Bal Örneklerinin Antimikrobiyal aktivite değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	E.coli BC 1402	*B.cereus* ATCC 33019	*S. typhimurium* RSSK 95091	*S. aureus* ATCC 29213	*S. cerevisia* BC 6541	*C. albicans* ATCC 1223
1	5,00^{def}	4,00^{efg}	6,00^{efg}	7,50^{hıı}	-	-
2	3,75^{bcde}	1,75^{abcd}	4,00^{cde}	6,00^{fgh}	-	-
3	0,00^{a}	2,25^{bcde}	4,50^{cde}	4,00^{cde}	-	-
4	0,00^{a}	1,00^{abc}	6,00^{efg}	6,00^{fgh}	-	-
5	1,50^{abcd}	8,00^{ı}	8,00^{gh}	9,50^{j}	-	-
6	4,00^{bcde}	6,00^{h}	9,00^{h}	9,00^{ij}	-	-
7	0,00^{a}	4,50^{fgh}	4,00^{cde}	5,00^{def}	-	-
8	2,25^{abcd}	5,00^{gh}	6,00^{efg}	7,50^{hıı}	-	-
9	0,50^{ababcd}	1,00^{abc}	0,50^{a}	1,50^{ab}	-	-
10	4,00^{bcde}	4,00^{efg}	4,00^{cde}	8,00^{iij}	-	-
11	2,50^{abcd}	3,75^{efg}	7,00^{fgh}	7,50^{hıı}	-	-
12	2,50^{abcd}	3,00^{def}	2,50^{bc}	3,50^{cd}	-	-
13	0,00^{a}	2,50^{cde}	5,00^{def}	3,00^{bc}	-	-
14	5,00^{def}	4,00^{efg}	5,00^{def}	6,50^{fghı}	-	-
15	2,00^{abcd}	0,25^{a}	5,00^{def}	3,50^{cd}	-	-
16	2,50^{abcd}	0,00^{a}	9,00^{h}	8,00^{iij}	-	-
17	4,50^{cdef}	5,00^{gh}	11,00^{ı}	13,00^{k}	-	-
18	2,50^{abcd}	0,50^{ab}	3,50^{cd}	1,00^{a}	-	-
19	0,50^{ab}	3,50^{defg}	5,00^{def}	5,00^{def}	-	-
20	7,50^{f}	9,00^{ı}	15,00^{i}	14,00^{k}	-	-
21	3,50^{abcd}	0,25^{a}	1,50^{ab}	6,50^{fghı}	-	-
22	1,00^{abc}	0,00^{a}	4,00^{cde}	9,50^{j}	-	-
23	0,00^{a}	0,50^{ab}	5,50^{def}	7,00^{ghı}	-	-
24	2,25^{abcd}	0,00^{a}	5,50^{def}	5,50^{efg}	-	-
25	7,00^{ef}	3,00^{def}	4,50^{cde}	2,50^{abc}	-	-
26	4,50^{cdef}	5,00^{gh}	8,50^{h}	9,00^{ij}	-	-
27	0,00^{a}	1,00^{abc}	4,50^{cde}	6,00^{fgh}	-	-
Min	0,00	0,00	0,50	1,00	-	-
Max	7,50	9,00	15,00	14,00	-	-
$\bar{x}$	2,55	2,92	5,70	6,48	-	-
Pozitif kontrol	14 (OFX5)	29,5 (OFX5)	33 (OFX5)	38 (OFX5)	15 (AMP20)	8 (AMP20)

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır. (-): İnhibisyon zonu çapının olmadığını göstermektedir.

*Pozitif kontrol olarak OFX5 (ofloxacin 5 mikro gram/disk) ve AmphotericinB (20 mikro gram/disk) antibiyotik diskleri kullanılmıştır.

7, 13, 23 ve 27 numaralı balların antimikrobiyal etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

E.coli, Enterobacteriaceae familyasına ait olan koliform grubu bakteridir. Fakültatif anaerob, gram negatif, spor oluşturmayan çubuk şeklindeki bakterilerdir (Çakır 2000). *E. coli* sıcakkanlı hayvanların sindirim sisteminde yer alan bir mikroorganizma grubudur (Tunail 2009). *E. coli* çocuklarda diyare, dizanteri, böbrek ve mesane enfeksiyonu, cerrahi yara enfeksiyonları, zatürre, menenjite neden olmaktadır (Ekici vd 2008).

S. aureus ATCC 29213 'a karşı 20 numaralı (Bayburt) örneğin (14 mm) en iyi, 18 numaralı örneğin (1 mm) en düşük aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

S. aureus: Gram pozitif, patojen bir mikroorganizmadır. Enterotoksin oluşturma özelliğine sahip olan *S. aureus'*un optimum gelişim sıcaklığı 37°C (6.7-47.8°C), optimum pH ise 6,7 (4- 10); toksin oluşturma sıcaklığı optimum 40-45°C (10-47,8°C), optimum pH 6-7 (4.5-9.8)'dır. *S. aures*'un asıl kaynağını insanlar ve hayvanlar oluşturmaktadır (Tükel ve Doğan 2000; Erol ve İşeri 2004; Ekici vd 2008; Tunail 2009;).

Yaptıkları çalışmada Alvarez-Suarez *et al.* (2010) ve Estenvinho *et al.* (2008), balın *S. aureus*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteye, *Escherichia coli'*ye karşı ise orta düzeyde antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Aksoy ve Dığrak (2006) tarafından yapılan çalışmada Bingöl ve çevresinden toplanan balların antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda *E. coli*'ye karşı en yüksek antimikrobiyal aktivitenin (35 mm) Karlıova'dan, en düşük ise Bingöl merkezden (14 mm) temin edilen balda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *S. aureus*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktivitenin (51 mm) Genç'ten temin edilen balda olduğu, Kığı'dan temin edilen balda ise *S. aureus*'karşı antimikrobiyal aktivitenin olmadığı saptanmıştır.

Bacillus cereus ATCC 33019'a karşı Bayburt'tan temin edilen 20 numaralı (Bayburt) balın (9 mm) en yüksek aktivite gösterdiği belirlenmiştir. *B. cereus'* karşı 16 (Erzurum), 22 (Bayburt) ve 24 (Bayburt) numaralı örneklerin antimikrobiyal aktivitelerinin olmadığı saptanmıştır.

Bacillus cereus, gram pozitif bakteridir. Bacillus cinsine ait bakterilerin gelişebildikleri, pH değeri 4,9–9,3 aralığında gelişme gösterirken optimum pH'sı 7,0'dir. *Bacillus cereusun* en sık izole edildiği gıdalar süt, süt ürünleri, et, yumurta, pirinç, hububat, baharat ve kuru baklagiller olmasına rağmen bu mikroorganizmanın neden olduğu ishal tipi gıda zehirlenmesi daha çok et ürünleri, mısır ve mısır nişastası, hububatlar, kıyma pudingler patates püresi, soslar, baharatlar, çorbalar ve sebzelerdir (Kalkan 2006; Karagözlü 2010).

Ertürk *et al.* (2014) tarafından 9 adet balın antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiştir. Analizi yapılan bal örneklerinden iki adet balın *Bacillus cereus*'a karşı en yüksek (11,3±0,3 mm) aktivite gösterdiği, sadece bir adet balın *B. cereus*'a karşı antimikrobiyal akvitesinin olmadığı tespit edilmiştir. Silici *et al.* (2010) tarafından yapılan çalışmada da Giresun'dan temin edilen iki adet balın %50'lik konsatrasyonunun *B. cereus*'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermediği saptanmıştır.

Salmonella Typhimurium RSSK 95091'a karşı Bayburt'tan temin edilen 20 numaralı (15 mm) balın en iyi, Giresun'dan temin edilen 9 numaralı (0,50 mm) en düşük antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Salmonella, başta glikoz olmak üzere arabinoz, maltoz, ramnoz, sorbitol ve ksiloz gibi karbonhidratları ve polihidroksi alkolü fermente etmektedir. Bu olay sonucunda asit ya da asitle birlikte gaz oluşumu meydana gelmektedir. İnsanlarda ateş, septisemi gastro-enteritis oluşumuna sebebiyet vermektedir. *Salmonella*'ların üreme pH değeri 3,8-9,5 optimum 7-7,5'tir. *Salmonella*'lar salmonellozis denilen hastalıklara neden olmaktadır (Ekici vd 2008). Salmonellanın başlıca kaynağını sağlıklı hayvan veya hasta insan ve omurgalı hayvanların bağırsakları oluşturmaktadır. Hayvansal ürünler (kümes

hayvanları eti, kıyma, sosisler, yumurta ve yumurta ürünleri, su ürünleri, dondurma, krema) *Salmonella*'nın en çok bulunduğu gıda maddeleri arasında yer alırken çeşitli soslar ve salatalar, hindistan cevizi, kakao, bazı baharatlar, pudingler ve diğer süt ürünleri *Sallmonella* açısından risk oluşturan gıdalardır (Durlu 2000).

Khalil *et al*. (2013) yapılan çalışmada zon çaplarını; 18 mm üzeri önemli, 16-18 mm iyi, 13-15 mm düşük, 9-12 mm önemsiz ve 8 mm'nin altını akvite gösterilmediği olarak değerlendirmişlerdir. Aynı çalışmada balların *E. coli* (14,40±0,45) ve *Sal. typhimirium*'a (13,06±0,80) karşı düşük aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Analizi yapılan balların çalışma sonucunda *S. cerevisia* BC 6541 ve C. Albicans ATCC 1223 mayalarına karşı antimikrobiyal aktivite göstermediği tespit edilmiştir.

C. albicans, fırsatçı patojen mayadır. İnsanların gastrointestinal ve üregenital yollarında yaşamaktadır. İmmün sistemi hastalıklarındaki en yaygın mayadır. Mukozal ve sistematik olmak üzere iki tür enfeksiyona neden olmaktadır. *C. albicans'*ın mukozal enfeksiyonları genellikle iyi huylu, ancak sistemik enfeksiyonları genellikle ölümcüldür (Nadeem *et al*. 2013).

Aksoy ve Dığrak (2006) Bingöl ve çevresinden topladıkları ballarda *Candida Albicans*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi (55 mm) Genç'ten temin edilen ballarda saptanmıştır.

Balın antimikrobiyal aktivitesi polifenoller, şekerler, asitler, hidrojen peroksit, çeşitli aromatik asitler, düşük pH değeri, uçucu bileşikler ve bitkisel orjinden kaynaklanmaktadır (Bogdanov 1997; Ertürk *et al.* 2014).

5. SONUÇ

Bal, *Apis mellifera* türü arı tarafından üretilmekte; tarihin ilk çağlarından beri gıda ve tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Besin değerinin yüksek olması ve lezzetinden dolayı sofralarımızda çok önemli yeri olan bal, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle de gıda, kozmetik ve ilaç sanayinin çeşitli dallarında değerlendirilmektedir.

Yaptığımız çalışmada farklı illerden doğrudan üreticiden temin ettiğimiz 27 adet karışık flora balının bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ile toplam fenolik madde miktarı ve antimikrobiyal aktivitesi tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre;

Bal örneklerinin nem, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde miktarları, %13,80-18; %82-86,40; %80,60-84,65 arasında değişmiştir. Analiz sonuçlarına göre bal örneklerinin nem içeriklerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne uygun olduğu belirlenmiştir. Bal örneklerinin titrasyon asitliği 20,56-51,45 meq/kg ve pH değeri 3,21-4,29 olarak saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne göre balın titrasyon asitliği en fazla 50 meq/kg olması gerektiği belirtilmektedir. Bu durumda sadece 2 adet balın Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne uygun olmadığı tespit edilmiştir. Balların toplam fenolik madde miktarı 283,82-725,23 mg GAE/100g arasında değişmiştir. Bal örneklerinin indirgen şeker miktarı %55,09-74,10, sakaroz miktarı %1,63-6,62 ve toplam şeker miktarı %56,72-80,54 olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne göre balın indirgen şeker içeriği en az %60, sakaroz miktarı en fazla %5 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucuna göre 3 adet balın indirgen şeker içeriğinin %60'ın altında, 7 adet balın sakaroz miktarının %5'in üzerinde olduğu saptanmıştır.

Bal örneklerinin nem, toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde, pH değeri, titrasyon asitliği, toplam fenolik madde, indirgen şeker, sakaroz ve toplam şeker

miktarının bal örneklerine göre istatistiki olarak P<0,01 seviyesinde çok önemli düzeyde farklı olduğu görülmüştür.

Bal örneklerinin *L* değeri 21,66-68,42; *a* değeri (-)1,56-5,65 ve *b* değeri (-)5,67-16,08 olarak belirlenmiştir. Analizi yapılan balların *L, a* ve *b* değerlerinin istatistiki olarak P<0,01 seviyesinde çok önemli düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir.

Bal örneklerinin içerdiği potasyum (37,66-625,68 mg/kg), sodyum (33,43-369,72 mg/kg) ve magnezyum (9,18-43,79 mg/kg) miktarlarında istatistiki olarak farkların olduğu (P<0,01), bakır (0,82-4,35 mg/kg) miktarının P<0,05 düzeyinde önemli, çinko (2,19-29,68 mg/kg) ve fosfor (18,31-128,80 mg/kg) miktarında ise önemli fark olmadığı tespit edilmiştir.

Antimkirobiyal aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre; balların *Escherichia coli* BC 1402, *Bacillus cereus* ATCC3 3019, *Salmonella Typhimurium* RSSK 95091 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 29213'e karşı istatistiki olarak P<0,01 düzeyinde çok önemli seviyede farklı antimikrobiyal etkisinin olduğu, *Saccharomycess cerevisia* BC 6541, *Candida albicans* ATCC 1223'e karşı etkisinin olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak araştırmada materyal olarak kullanılan bal örneklerinin tümünün nem miktarı açısından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne uygun olduğu, toplam fenolik madde ve mineral madde (K, Na, Mg, Cu, Zn, P) açısından zengin olduğu, analiz edilen bakterilere karşı farklı seviyelerde antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Besin değeri açısından değerli olan balın fenolik madde profilinin, antioksidan aktivitesinin ve aroma profilinin belirlenmesiyle ilgili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

Akçadağ, F., 2014. Balda HMF, Glikoz, Fruktoz ve Sakaroz Tayini Yeterlilik Testi Raporu. TÜBİTAK Ulusal Metrolojı Enstitüsü Referans Malzemeler Laboratuvarı.

Akhmazillah, M.F.N., Farid, M.M., Silva, F.V.M., 2013. High pressure processing (HPP) of honey for the improvement of nutritional value. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 20, 59-63.

Aksoy, Z., Dığrak, M., 2006. Bingöl yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal etkisi üzerinde in vitro araştırmalar. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bil. Dergisi, 18(4), 471-478.

Aljadi, A.M., Kamaruddin, M.Y., 2004. Evaluation of the phenoliic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. Food Chemistry, 85, 513-518.

Al-Mamary, M., Al-Meeri, A., Al-Habori, M., 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. Nutrition Research, 22, 1041-1047.

Alqarni, A.S., Owayss, A.A., Mahmoud, A.A., Hannan, M.A., 2012. Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia, inpress.

Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Díaz, M., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S., Battino; M., 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. Food and Chemical Toxicology, 48, 2490–2499.

Alves, A., Ramos, A., Gonçalves, M.M., Bernardo, M., Mendes, B., 2013. Antioxsidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys. Journal of Food Composition and Analysis, 30, 130-138.

Anonim, 2002. Türk Standartları Enstitüsü, TS 3036 (2002)'nın revizyonu.

Anonim, 2008. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (24/09/2014)

Anonim, 2009. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (24/09/2014)

Anonim, 2010. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (24/09/2014)

Anonim, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (24/09/2014)

Anonim, 2012a. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58), Ankara.

Anonim, 2012b. Türk Standar Tasarısı, 3036 (2002), www.tse.gov.tr (24/09/2014).

Anonim, 2012c. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (24/10/2014)

Anonim, 2013a. Arıcılık ve Bal Üretimi. Ordu Ticaret Borsası, www.ordutb.org.tr (05/05/2014).

Anonim, 2013b. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (24/10/2014)

Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (24/09/2014).

Anupama, D., Bhat, K.K., Sapna, V.K., 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. Food Research International, 36, 183-191.

Bakan, A., 2009. Balın gizemi. Bilim ve Teknik Dergisi-Yıldız Takımı, 10, 8-11.

Baltrušaitytė, V., Venskutonis a, P.R., Čeksterytė, V., 2007. Radical scavenging activity of different floral origin honey and beedread phenolic extract. Food Chemistry, 101, 502-514.

Batu, A., Küçük, E., Çimen M., 2013. Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Çiçek Ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Değerlerinin Belirlenmesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(1), 52-62.

Baysal, A., 2007. Genel Beslenme. Hatipoğlu basım ve yayın san. Tic.Ltd.şti., 258 s, Ankara.

Bertoncelj, J., Doberšek, U., Jamnik, M., Golob, T., 2007. Evaluation of phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. Food Chemistry, 105, 822-828.

Bogdanov, S., 1997. Nature and origin of the antibacterial substances in honey. Lebensm.-Wiss. U. Technology, 30, 748-753.

Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P., 2008. Honey for nutrition and health: a rewiew. American Journal of the Colege of Nutrition, 27, 677-689.

Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., Hamdi, S., 2014. Arabian Journal of Chemistry, inpres.

Boyacıoğlu, D., 2012. Arıcılık ürünlerinin kimyasal ve biyolojik özellikleri. bal ve diğer arı ürünleri ile sağlıklı yaşam platformu, www.ariplatformu.org (15/10/2014).

Bölüktepe, F.E., Yılmaz, S., 2008. Arı ürünlerinin bilinirliği ve satın alınma sıklığı. Uludağ Arıcılık Dergisi, 8 (2): 53-62.

Cavia , M.M., Fernández-Muiño , M.A., Alonso-Torre , S.R., Huidobro , J.F., Sancho , M.T., 2007. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation Food Chemistry, 100, 1728-1733.

Cemeroğlu, B., 2009. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknoloiji Derneği Yayınları No:38, Ankara.

Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler.Gıda Analizleri, Ed:B.C. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınalrı No: 34, Ankara, 1-85.

Chakir, A., Romane, A., Marcazzan, G.L., Ferrazzi, P., 2011. Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. Arabian Journal of Chemistry, 1-9.

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, 880-887.

Cimpoiu, C., Hosu, A., Miclaus, V., Puscas, A., 2013. Determination of the floral origin of some Romanian honeys on the basis of physical and biochemical properties. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 100, 149-154.

Çakıcı, N., Yassıhüyük, N., 2013. Balın antioksidan aktivitesi ve antibakteriyel özelliği. Arıcılık Araştıma Dergisi, 9, 12-13.

Çakır, İ., 2000. *Escherichia coli.* Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Sim Matbacılık, Ankara, 402-412.

Çetin, B., Cakir, A., Polat, T., Dursun, A., Mete, E., Öztürk, E., Ekinci, M., 2010. Antimicrobial activities of essential oil and hexane extract of flörence fennel [Foeniculum vulgare var. Azoricum (Mill.) Thell.]. Journal of Medicinal Food, 13(1), 196-204.

Çetin, K., Alkın, E., Uçurum, H.Ö., 2011. Piyasada satılan çiçek ballarının kalite kriterlerinin belirlenmesi. Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi, 11,49-56.

Demirci, M., 2011. Beslenme.Gıda Teknolojisi Derneği Yayını No:44, İstanbul.

Derebaşı, E., Bulut, G., Col, M., Güney, F., Yaşar, N. and Ertürk, Ö., 2014. Physıcochemical and residue analysis of honey from Black Sea Region of Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 23(1), 10-17.

Devillers, J., Morlot, M., Pham-Delégue, M.H., Doré, J.C., 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. Food Chemistry, 86, 305-312.

Doğaroğlu, M., 2009. Modern Arıcılık Teknikleri, Türkmenler Matbacılık, 270 s, Tekirdağ.

Doğaroğlu, M., Sunay, A.E., Samancı, T., 2012. Arı Ürünleri Üreticileri İçin İyi Hijyen Uygulamaları Rehber. ISBN 978-605-86798-1-8, 95 s,

Duman Aydın, B., Sezer, Ç., Oral, N.B., 2008. Kars'ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerinin araştırılması. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 14(1), 89-94.

Durlu-Özkaya, F., 2000. *Salmonella.* Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ankara, 345-355.

Ekici, L., Telli, R., Yetim, H., 2008. Gıda kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyon bakterileri-I. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 29-42.

Elbanna, K., Attalla, K., Elbadry, M., Abdeltawab, A., Gamal-Eldin, H., Ramadan, M.F., 2014. Impact of floral sources and processing on the antimicrobial activities of different unifloral honeys. Asian Pac J Trop Dis, 4(3), 194-200.

Erol, İ., İşeri, Ö., 2004. Stafilokokal enterotoksinler. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg., 51, 239-245.

Ertürk, Ö., Şahin, H., Kolaylı, S., Çol-Ayvaz, M., 2014. Antioxidant and antimicrobial activity of East Black Sea Region honeys. Turkish Journal of Biochemistry, 39(1), 99-106.

Escuredo, O., Míguez, M., Fernández-González, M., Seijo, M.C., 2013. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. Food Chemistry, 138, 851-856.

Estevinho, L., Pereira, A.P., Moreira, L., Dias, L.G., Pereira, E., 2008. Antioxidant and antimicrobial effect of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. Food and Chemical Toxicology, 46, 3774-3779.

Eteraf-Oskouei, T., Najafi, M., 2013 Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: A rewiew. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 16, 731-742.

Genç, F., Dodoloğlu, A., 2003. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları Yayın No: 931, 338, Erzurum.

Gheldof, N., Wang, X.H., Engeseth, N.J., 2002. Identification and Quantification of Antioxidant Components of Honeys from Various Floral Sources. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(21), 5870-5877.

Gleiter, R.A., Horn, H., Isengard, H.D., 2006. Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. Food Chemistry, 96, 441-445.

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, 544-548.

Güler, Z., 2005. Doğu Karadeniz Bölgesinde üretilen balların kimyasal ve duyusal nitelikleri. Gıda dergisi, 30(6), 379-384.

Güney, F., 2010. Isıtma ile Balın yapısında meydana gelen olumsuz değişiklikler, www.ordutarım.gov.tr, 11, 30-34.

Habib, H.M., Al Meqbali, F.T., kamal, H., Souka, U.D., Ibrahim, W.H., 2014. Physicochemical and biochemical properties of honey from arid region. Food Chemistry, 153, 35-43.

Haroun, M.I., 2006. Türkiye'de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarrının Fenolik Asit ve Flavonoid Profilinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi.

Hernández, O.M., Fraga, J.M.G., Jiménez, A.I. Jiménez, F., Arias, J.J., 2005. Characterization of honey from y-the Canary Islands: determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. Food Chemistry, 93, 449-458.

Jasicka-Misiak, I., Poliwoda, A., Dereń, M., Kafarski, P., 2012. Phenolic compounds and abscisic acid as potential markers fort he floral origin of two Polish unifloral honeys. Food Chemistry, 131, 1149-1156.

Kacar, B., 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri II. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları:453, Uygulama Klavuzu:155, Ankara Üniv.Basımevi, Ankara.

Kalkan, S., 2006. Çiğ Sütte *Bacillus cereus* Sayılması İçin Yöntem Modifikasyonları Üzerine Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ANKARA.

Karabigias, I.K., Badeka, A.V., Kontakos, S., Karabournioti, S., Kontominas, M.G., 2014. Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physico-chemical chemometric analyses. Food Chemistry, 165, 181-190.

Karabigias, I.K., Vavoura, M.V., Nikolaou, C., Badeka, A.V., Kontakos, S., Kontominas, M.G., 2014. Floral authentication of Greek Unifloral honeys based on the combination of phenolic compounds, physicochemical parameters and chemometrics. Food Research International, 62, 753-760.

Karadal, F., Yıldırım, Y., 2012. Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 9(3), 197-2009.

Karagözlü, N., 2010. Gıda Kaynaklı Toksik Enfeksiyonları. Gıda Mikrobiyolojisi, Ed. O.E. Efil Yayın evi, 6. Bölüm.

Kaškonienė, V., Venskutonis, P.R., Čeksterytė, V., 2010. Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania. LWT - Food Science and Technology, 43, 801-807.

Kekeçoğlu, M., Gürcan, E.K., Soysal, M.İ., 2007. Türkiye arı yetiştiriciliğinin bal üretimi bakımından durumu. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2), 227-236.

Keleş, F., 1983. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Laboratuar Notları. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi, Erzurum.

Kenjerić, D., Mandić, M.L., Primorac, L, Bubalo, D., Perl, A., 2007. Flavonoid profile of *Robinia* honeys producted in Croatia. Food Chemistry, 102, 638-690.

Khalil, A.T., Khan, I., Ahmad, K., Khan, Y.A., Khan, M., Khan, M.J., 2013. Synergistic antibacterial effect of honey and Herba Ocimi Bacili aganist some bactrial pathogens. Journal of Traditional Chinese Medicine, 33(6), 810-814.

Kirs, E., Pall, R., Martverk, K., Laos, K., 2011. Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys. Procedia Food Science, 1, 616-624.

Koca, N., Karadeniz, F., 2005. Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler. Gıda, 30 (4) : 229-236.

Kukurová, K., Karovičová, J., Kohajdová, Z., Bílıková, K., 2008. Authentication of honey by multivariate analysis of physico-chemical parameters. Journal of Food and Nutrition Research, 47(4), 170-180.

Kutlu, M.A., 2011. Arı ürünleri ve insan sağlığı açısından önemi. Arıcılık Araştırma Dergisi, 5, 7-10.

Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C., Candan, F., 2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. Food Chemistry, 100, 526-534.

Lachman. J., Orsák, M., Hejtmánková, A., Kovářová, E., 2010. Evalution of antioxidant activity and total phenolics of selected Chech honeys. LWT-Food Science and Technology, 43, 52-58.

Liu, J.R., Ye, Y.L., Lin, T.Y., Wang, Y.W., Peng, C.C. 2013. Effect of floral sources on the antioksidant, antimicrobial and anti-inflammatory activities of honey in Taiwan. Food Chemistry, 139, 938-943.

Manzanares, A.B., Garciá, Z.H., Galdón, B.R., Rodríguez, E.R., Romero, C.D., 2014. Physicochemical characteristics of minör monofloral honeys from Tenerife, Spain. LWT-Food Science and technology, 55, 572-578.

Meda, A., Lamien C.E., Romito, M., Millogo, J., Nacoulma, O.G., 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, 91, 571-577.

Meral, R., Doğan, İ.S., Kanberoğlu, G.S., 2012. Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2), 45-50.

Nadeem, S.G., Shafiq, A., Hakim, S.T., Anjum, Y., Kazm, S.U., 2013. Effect of Growth Media, pH and Temperature on Yeast to Hyphal Transition in *Candida albicans.* Open Journal of Medical Microbiology, 3, 185-192.

Nanda, V., Sarkar, B.C., Sharma, H.K., Bawa, A.S., 2003. Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. Journal of Food Composition and Analiysis, 16, 613-619.

Nisbet, C., Tabatabaei, P., Aker, D., 2012. İnsan ve Hayvan Sağlığında Arı Ürünlerinin Kullanılması. Arıcılık Araştırma Dergisi, 8, 8-10.

Nizamlıoğlu, N.M., Nas, S., 2010. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; Yapıları ve Önemleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt:5, No: 1, 20-35.

Noor, N., Sarfraz, R.A., Ali, S., Shahid, M., 2014. Antitümör and antioxidant potential of some selected Pakistani honeys. Food Chemistry, 143, 362-366.

Okçu, Z., Keleş, F., 2009. Kalp-Damar hastalıkları ve antioksidanlar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(1), 153-160.

Ötleş, S., 1995.Bal ve Bal Teknolojisi. Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları No:2, 89 s, İzmir.

Özcan, M.M., Ölmez, Ç., 2014. Some qualitative properties of different monofloral honeys. Food Chemistry, 163, 212-218.

Özmen, N., Alkın, E., 2006. Balın antimikrobiyal özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. Uludağ Arıcılık Dergisi, Kasım, 155-160.

Ribeiro, R.O.R., Márbut;siko, E.T., Carneiro, C.D.S., Monteiro, M.L.G., Júnior, C.A.C., Mano, S., Oliveira de Jesus, E.F., 2014. Classification of Brazilian honeys by

physical and chemical analytical methods and low field nuclear magnetic resonance (LF 1H NMR). LWT - Food Science and Technology, 55, 90-95.

Rosa, A., Tuberoso, C.I.G., Atzeri, A., Melis, M.P., Bifulco, E., Dessì, M.A., 2011. Antioxidant profile of strawberry tree honey and its marker homogentisic acid in severel models of oxidative stress. Food Chemistry. 129, 1045-1053.

Saxena, S., Gautam, S., Sharma, A., 2010. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. Food Chemistry, 118, 391-397.

Shafiq, H., Shahid, A., Farid, M.Z., 2014. Physıco-chemıcal propertıes of honey Produced In The Central Region Of Punjab, Pakıstan. Life Sciences Leaflets, 52, 40-51.

Sıralı, R., 2010. Arıcılığın Türkiye İçin Önemi. Arıcılık Araştırma Dergisi, 4, 3-4.

Silici, S., 2005. Balda Duyusal Analiz. Gıda Mühendisleri Dergisi, cilt 9, ss 39-42.

Silici, S., Sagdic, O., Ekici, L., 2010. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys. Food Chemistry, 121, 238-243.

Silva, I.A.A., Silva, T.M.S., Camara, C.A., Neide Queiroz, N., Magnani, M., Novais, J.S., Soledade, L.E.B., Lima, E.O., Souza, A.L., Souza, A.G., 2013b. Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. Food Chemistry, 141, 3552-3558.

Silva, L.R., Videira, R., Monteiro, A.P., Valentão, P., Andrade, P.B., 2009. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents. Microchemical Journal, 93, 73-77.

Silva, T.M.R., Santos, F.P., Evangelista-Rodrigues, A., Sarmento da Silva, E.M., Sarmento da Silva, G., Santos de Novais, J., Ribeiro dos Santos, F.A., Camara, C.A., 2013a. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaıra (Melipona subnitida) honey. Journal of Food Composition and Analysis, 29, 10-18.

Sönmez, B., 2004. Balın insan sağlığındaki yeri ve önemi: Derleme. Uludağ Arıcılık Dergisi, 127-130.

Stelmakienė, A., Ramanauskienė, K., Briedis, V. And Leskauskaitė, D., 2012. Examination of rheological and physicochemical characteristics in Lithuanian honey. African Journal of Biotechnology, Vol. 11, pp. 12406-12414.

Şahin, Ş., Akdeniz, G., 2012. BAL: Besin ve şifa kaynağı olarak. Arıcılık Araştırma Dergisi, 7, 14-15.

Şengül, M., Şengül, M., Dodoloğlu, A., 2006. Erzurum'da üretilen balların fiziksel ve kimyasal özellikleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.

Temminghoff, Erwin E.J.M. and Houba, Victor J.G. (2004). Determination of Manganese. In: Plant Analysis Procedures. Pp. 90-93, Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.

Torres, A., Garedew, A., Schmolz, E., Lamprecht, I., 2004. Calorimetric investigation of the antimicrobial action and insight into the chemical properties of ‘angelit’ honey-a product of the stingless bee *Tetragonisca angustula* from Colombia. Thermochimica Acta, 415, 107-113.

Tosi, E.A., Ré, E., Lucero, H., Bulacio, L., 2004. Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition. Lebensm-Wiss. U.-Technol., 37, 669-678.

Tosun, M., Keleş, F., 2004. Balda Yapılan Hileleri Belirleme Yönetemlerinin Uygunluğunun Araştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Tosun, M., Keleş., 2002. Erzurum ve ilçelerinde üretilen balların analitik özellikleri. Türkiye 7. Gıda Kongresi, Ankara.

Tunail, N., 2009. Mikrobiyoloji. Pelin Ofset, 448 s, Ankara.

Turhan, I., Tetik, N., Karhan, M., Gurel, F., Tavukçuoğlu, H.R., 2008. Quality of honeys influenced by thermal treatment. Food Science and Technology 41, 1396-1399.

Tükel, Ç., Doğan, H.B., 2000. *Staphylococcus aureus* .Gıda Mikrobiyolojisi ve uygulamaları. Sim Matbacılık, Ankara, 357-366.

Ünal, C., Küplülü, Ö., 2006. Chemical quality of strained honey consumed in Ankara. Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi 53, 1-4.

Vandamme, L., Heyneman, A., Hoeksema, H., Verbelen, J., Monstrey, S., 2013. Honey in modern wound care: A systematic rewiew. Burns, 39, 1514-1525.

Venir, E., Spaziani, M., Maltini, E., 2010. Crystallization in 'Tarassaco' Italian honey studied by DSC. Food chemistry, 122, 410-415.

Wilczyńska, A., 2014. Effect of filtration on colour, antioxidant activity and total phenolics of honey. Food Science and Technology, 57, 767-774.

Windsor, S., Kavazos, K. And Brooks, P., 2013. The quantitation of hydroxymethylfurfural in Australian Leptospermum honeys. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy, vol. 5(1), pp. 21-25.

Yıldız, O., Şahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan, Ö., Kolaylı, S., 2010. Mailllard reaksiyonları ve reaksiyon ürünlerinin gıdalardaki önemi. Akademik Gıda 8(6), 44-51.

Yılmaz, İ., 2010. Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 17 (2), 143-153.

Yücel, Y., Sultanoğlu, P., 2013. Characterization of Hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics. Food Chemistry, 140, 231-237.

Zalibera, M., Staško, A., Šlebodová, A., Jančovičová, V., Čermáková, T., Brezová, V., 2008. Antioxidant and radical-scavenging activities of Slovak honeys-An electron paramagnetic resonance study. Food Chemistry, 110, 512-521.

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Giresun'da doğdu. İlköğretimini 2003 yılında Şehit İsa Yüksel İlköğretim Okulu'nda ve orta öğretimini 2007 yılında Yabancı Dil Ağırlıklı Giresun Lisesi'nde tamamladı. 2008 yılında Erzurum Atatürk Üniversite Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.