



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BAL, PROPOLİS, ARI SÜTÜ, ÇİVANPERÇEMİ (*Achillea millefolium*) VE
EKİNEZYA (*Echinacea paradoxa*) OTLARI KARIŞIMINDAN FONKSİYONEL
GIDA ÜRETİMİ, FİZİKOKİMYASAL, BİYOKİMYASAL VE
ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PERVİN SOYLU

**EYLÜL 2019
GÜMÜŞHANE**

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSİ ANABİLİM DALI

**BAL, PROPOLİS, ARI SÜTÜ, ÇİVANPERÇEMİ (*Achillea millefolium*) VE
EKİNEZYA (*Echinacea paradoxa*) OTLARI KARIŞIMINDAN FONKSİYONEL
GIDA ÜRETİMİ, FİZİKOKİMYASAL, BİYOKİMYASAL VE
ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pervin SOYLU

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
“Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı”
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25.09.2019

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 31.10.2019

EYLÜL 2019



KABUL ve ONAY



Prof.Dr. Bahri BAYRAM danışmanlığında **Pervin SOYLU** tarafından hazırlanan “ **BAL, PROPOLİS, ARI SÜTÜ, ÇİVANPERÇEMİ (*Achillea millefolium*) VE EKİNEZYA (*Echinacea paradoxa*) OTLARI KARIŞIMINDAN FONKSİYONEL GIDA ÜRETİMİ, FİZİKOKİMYASAL, BİYOKİMYASAL VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**” ” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalı’ nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği / ~~Oy Çokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Başkan

: Doç.Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

Üye (Danışman)

: Prof.Dr. Bahri BAYRAM

Üye

: Doç.Dr. Cemalettin BALTACI

ONAY

Bu tez 27/11 / 2019 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Ferkan SİPAHİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tezin yazımına ait kurallara uygun olarak hazırladığım “*Bal, Propolis, Arı Sütü, Çivanperçemi (Achillea millefolium) ve Ekinezya (Echinacea paradoxa) Otları Karışımından Fonksiyonel Gıda Üretimi, Fizikokimyasal, Biyokimyasal Ve Antimikrobiyal Özelliklerinin İncelenmesi*” isimli yüksek lisans tezi çalışmasında; söz konusu tüm bilgi ve belgeleri genel akademik kurallara göre elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

31/10/2019

Pervin SOYLU

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAL, PROPOLİS, ARI SÜTÜ, ÇİVANPERÇEMİ (*Achillea millefolium*) VE
EKİNEZYA (*Echinacea paradoxa*) OTLARI KARIŞIMINDAN FONKSİYONEL
GIDA ÜRETİMİ, FİZİKOKİMYASAL, BİYOKİMYASAL VE
ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Pervin SOYLU

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Bahri BAYRAM

2019, 93 sayfa

Fonksiyonel Gıda; beslenme yönünden yeterli olmasıyla beraber insan vücudunda belirli bir fonksiyon, belli bir organ veya belirli bir hastalık için olumlu sonuçlar yaratan, iyileştiren, tedavi eden ya da risk azaltan özellikler bulunduran gıdalara verilen isimdir. Bu tanımlama fonksiyonel gıdalar açıklamak için kullanılan en çok tanımlamadır. En çok yapılan diyoruz çünkü fonksiyonel gıdaların sadece tek bir tanımlaması veya açıklanması yoktur. Fonksiyonel gıda kavramı için günümüze kadar birçok açıklamalar yapılmış farklı teoriler ortaya atılmıştır ve çalışmalar yapılmıştır ancak en çok yapılan tanımlama bu

şekildedir. Bir başka ifade ile fonksiyonel gıdalar, insan sağlığına yarar sağlayan gıdalardır.

Propolisli Macun, kulak burun boğaz ve solunum yolları hastalıklarında kullanılan dünyanın en naturel ve kuvvetli antibiyotığıdır. Bağırsak sistemini güçlendirir. Kemik erimesinde makrofajları aktive gösterir. Kalın bağırsak tümör hücrelerini sikotinlere etki ederek inhibe eder. Mikroorganizmaların asit direncine karşı etkilidir. Ateş düşürücüdür. Yüksek kan basıncını azaltır. Kılcal damarların güçlendirilmesini sağlar. Antibakteriyel özelliği vardır ve kandaki yüksek kolesterolü düşürür.

Bal, propolis, arı sütü, çivanperçemi ve ekinezya otu karışımı ile oluşan fonksiyonel ürün Gümüşhane Üniversitesi Gıda Bölümü Laboratuvarında analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar; pH değeri 4.46 ± 0.10 , nem $\%19.98 \pm 1.54$, diastaz sayısı 27.26 ± 3.69 DN, glikoz $\%28.53 \pm 0.33$, früktoz $\%34.33 \pm 0.57$, invert şeker(glikoz+früktoz) $\%62.86 \pm 0.9$, früktoz/glikoz $\%1.20$, kül $\%1.85$, serbest asitlik 102.43 ± 6.52 meq/kg, elektriksel iletkenlik 25.93 mS/cm olarak tespit edilmiştir. Antioksidan analizleri sonucu, toplam fenolik kapasite 1803.18 mg GAE/kg, toplam antioksidan kapasite 15204.58 ± 604.99 mg AAE/kg, toplam flavanoid kapasite 1803.18 ± 79.53 mg QUE/kg, FRAP kapasite 31616.41 ± 218.83 mM FeSO₄/kg, radikal süpürme etkisi Askorbik asit ve Trolox ise $\%96.42 \pm 2.43$ ile $\%96.83 \pm 2.17$ olarak tespit edilip antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Fonksiyonel ürünün içeriğinde Ca, Mg, Fe, Zn, Al, Mn gibi mineral maddelerin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ürünün sıcaklık artışı ile beraber viskozite akışında ve değerinde farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Uçucu bileşenler bakımından zengin olup içeriğinde en çok; Curcumene, Alpha-Zingiberene, Aromadendrene, Methyl-Palmitate, Methyl octadecanoate, Methyl stearate, Beta-Cadinene, Cis-Beta-Bergamotene, Alpha-Guaiene bileşikleri bulunduğu saptanmıştır. Ürünün antioksidan kapasite özelliği yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, Bal, Propolis, Arı Sütü, Ekinezya ve Civan perçemi otu karışımından fonksiyonel gıda üretimi amaçlanmıştır. Elde edilen ürünün, fiziksel özellikleri ve biyokimyasal özelliklerinin analizleri yapıldı. Çalışmada ürünün biyoaktif moleküller bakımından zengin olduğu tespit edildi. Üretilecek olan bu ürün; tüketiciye biyoaktif bileşenler bakımından zengin ve kullanımı kolay doğal tüketme imkânı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arı sütü, Bal, Civanperçemi, Ekinezya, Fonksiyonel ürün, Propolis

ABSTRACT

MS THESIS

FUNCTIONAL FOOD PRODUCTION FROM THE MIXTURE OF HONEY, PROPOLIS, BEE MILK, NAILPLE (*Achillea millefolium*) AND ECHINACEA (*Echinacea paradoxa*) HERBS

Pervin SOYLU

Gümüşhane University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of food Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Bahri BAYRAM

2019, 93 pages

Functional food; nutritionally adequate human health function, a certain organ or a disease that creates positive results for the healing, treatment or risk-reducing features are the name given. This multi-definition is the most commonly used definition to describe functional foods. We say the most done because functional foods don't have only one definition or explanation. Many theories have been made for functional food concept and different theories have been put forward and studies have been made, but the most common definition is in this way. In other words, functional foods are foods that benefit human health.

Paste with propolis is the most natural and strong antibiotic used in otorhinolaryngology and respiratory diseases. Strengthens the intestinal system. Activates macrophages in bone resorption. It inhibits large intestine tumor cells by acting on the

cycotins. It is effective against acid resistance of microorganisms. It is antipyretic. Reduces high blood pressure. Provides strengthening of capillaries. It has antibacterial properties and lowers high cholesterol in blood.

Functional product consisting of honey, propolis, royal jelly, nettle and echinacea mixture was analyzed in Gumushane University Food Department Laboratory. The results obtained, pH value 4.46 ± 0.10 , humidity 19.98 ± 1.54 , the number of diastases 27.26 ± 3.69 DN, glucose $\%28.53 \pm 0.33$, fructose $\%34.33 \pm 0.57$, examines sugar $\%62.86 \pm 0.9$, fructose/glucose $\%1.20$, ash $\%1.85$, free acidity 102.43 ± 6.52 meq/kg, electrical conductivity 25.93 mS/cm. As a result of antioxidant analysis, total phenolic capacity 1803.18 mg GAE / kg, total antioxidant capacity 15204.58 ± 604.99 mg AAE / kg, total flavanoid capacity 1803.18 ± 79.53 mg QUE / kg, FRAP capacity 31616.41 ± 218.83 mM FeSO₄ / kg, radical scavenging effect Ascorbic acid and Trolox was found to be $96.42 \pm 2.43\%$ and $96.83 \pm 2.17\%$ and antioxidant activity was found to be high. It was determined that Ca, Mg, Fe, Zn, Al, Mn minerals were high in the content of functional product. It was observed that there was a difference in viscosity flow and value with temperature increase of the product. It is rich in volatile components and contains; Curcumene, Alpha-Zingiberene, Aromadendrene, Methyl-Palmitate, Methyl octadecanoate, Methyl stearate, Beta-Cadinene, Cis-Beta-Bergamotene, Alpha-Guaiene were found. The product has high antioxidant capacity.

In this study, it was aimed to produce functional food from honey, propolis, royal jelly, echinacea and yarrow grass mixture. The physical and biochemical properties of the products were analyzed. The product was found to be rich in bioactive molecules. This product to be produced; it will enable the consumer to consume natural, rich in bioactive components and easy to use.

Keywords: Royal jelly, Honey, Mercury, Echinacea, Functional product, Propolis

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarım sırasında her zaman bilgi ve tecrübesinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Bahri BAYRAM'a ve tezime katkılarından dolayı Doç.Dr. Cemalettin BALTACI'ya teşekkür ederim. Ayrıca ürün hazırlanmasında yardımcı olan Trabzon'daki Tabib Gıda Ltd. Şti. firmasında teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca desteğiyle bana güç veren aileme, yardımı ile Dilara Almira ERKMEN'e ve desteğiyle Samet KOÇ'a teşekkür ederim.

Pervin SOYLU
Gümüşhane, 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER ve RESİMLER.....	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Fonksiyonel Gıda.....	2
1.3. Bal.....	4
1.3.1. Bal Çeşitleri	7
1.3.2. Balların Reolojik Karakterizasyonu	9
1.4. Propolis.....	11
1.5. Arı Sütü	13
1.6. Civanperçemi (<i>Achillea millefolium</i>) Otu.....	14
1.7. Ekinezya (<i>Echinacea purpurea</i> L.).....	15
1.8. Biyolojik Aktivite	16
1.9. Serbest Radikal Oluşumu ve Reaktif Oksijen Türleri	17
1.10. Antioksidanlar ve Etki Mekanizmaları.....	19
1.11. Bitkilerde Bulunan Biyolojik Aktif Bileşikler.....	20
1.12. Önceki Çalışmalar	22
1.13. Çalışmanın Amacı	25
1.14. Çalışmanın Kapsamı.....	25

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	27
2.1.	Ürününün Hazırlanması.....	27
2.2.	Bal ve Üretilen Ürünlerde Yapılan Analizler	27
2.2.1.	Nem Analizi.....	27
2.2.2.	Protein Analizi.....	28
2.2.3.	Kül Miktarı Tayini.....	28
2.2.4.	Toplam Şeker, Glikoz, Früktoz ve Sakaroz Tayini	29
2.2.5.	pH Analizi	29
2.2.6.	Asitlik Tayini.....	29
2.2.7.1	Toplam Antioksidan Madde İçeriği.....	30
2.2.7.2.	Toplam Fenolik Madde İçeriği.....	31
2.2.7.3.	DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini	32
2.2.7.4.	Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi.....	33
2.2.7.5.	Toplam Flavanoid Madde İçeriği	34
2.2.8.	Mineral Analizi.....	35
2.2.9.	Antimikrobiyal Analiz.....	35
2.2.10.	Prolin Analizi.....	36
2.2.11.	Diastaz Sayısı Analizi.....	36
2.2.12.	İletkenlik Analizi	37
2.2.13.	Suda Çözünmeyen Katı Madde Analizi	38
2.2.14.	Reoloji Analizi.....	39
2.2.15.	HMF (Hidroksimetilfurfural) Analizi.....	39
2.2.16.	Renk Analizi	39
2.2.17.	Uçucu Bileşiklerin Tayini.....	40
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	41
3.1.	Analiz Sonuçları	41
3.2.	Nem Analiz Sonucu.....	42

3.3.	Sakaroz, Fruktoz, Glikoz Analiz Sonuçları	43
3.4.	Suda Çözünmeyen Madde Analiz Sonucu	45
3.5.	Serbest Asitlik Sonuçları	45
3.6	Elektrik İletkenliği Sonuçları.....	46
3.7.	Diastaz Sayısı Sonuçları	47
3.8.	HMF Analiz Sonuçları	48
3.9.	Prolin Analiz Sonucu.....	50
3.10.	pH Analiz Sonuçları	50
3.11.	Protein Analiz Sonucu	52
3.12.	Kül Analiz Sonucu.....	53
3.13.	Mineral Analiz Sonucu	54
3.14.	Antioksidan Analiz Sonucu	56
3.15.	Antimikrobiyal Analiz Sonucu	60
3.16.	Reolojik Analiz Sonucu.....	64
3.17.	Renk Analiz Sonucu	66
3.18.	Aroma Bileşikleri Analiz Sonucu.....	68
4.	SONUÇ ve ÖNERİLER	72
5.	KAYNAKLAR	74
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Flavonoidlerin temel yapısı (a) ve bazı substituenleri (b).....	20
Şekil 2.1.	Toplam antioksidan analizi kalibrasyon eğrisi	31
Şekil 2.2.	Toplam fenolik madde analizi kalibrasyon eğrisi	32
Şekil 2.3.	AA ve Troloks standartları DPPH % İnhibisyon grafiği.....	33
Şekil 2.4.	Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi.....	33
Şekil 2.5.	Toplam flavanoid analizi kalibrasyon eğrisi	34
Şekil 3.1.	Üretilen ürününü sıcaklığa bağlı vizkozite değişimi.....	64
Şekil 3.2.	Kestane balının sıcaklığa bağlı vizkozite değişimi	65

TABLÖLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1 Bal Tebliği'ne (2012/58) göre balın sahip olması gereken bazı özellikler	6
Tablo.1.2. Propoliste bulunan bileşenler ve miktarları (Korkmaz vd, 2002)	12
Tablo 1.3 En sık karşılaşılan serbest radikaller ve serbest radikal üreten türlerin bazı özellikleri (Sarıkaya, 2009)	18
Tablo 1.4 Flavonoidlerin genel karbon iskeletleri ve taşıdıkları substituentler (Sarıkaya, 2009)	21
Tablo 1.5 HPLC analizlerinde kullanılan fenolik asitler ve formülleri	22
Tablo 2.1 Diastaz sayısı tayininde, inkbasyon için alınacak bal çözeltisi ve reaktif hacimleri	37
Tablo 3.1. Kestane balı ve üretilen ürünün bal tebliğine göre yapılan analizleri	41
Tablo 3.2. Üretilen ürünün şeker analizlerine ait sonuçlar (% m/m)	43
Tablo 3.3 Kestane balı ve üretilen ürünün protein, kül ve pH analizleri.....	52
Tablo 3.4 Kestane balı ve üretilen ürünün mineral değerleri (mg/kg)	55
Tablo 3.5 Kestane balı ve üretilen ürünün antioksidan sonuçları.....	59
Tablo 3.6. Antibakteriyel aktivite sonuçları	63
Tablo 3.7. Sıcaklığa bağlı vizkozite değerleri	66
Tablo 3.8 Örneklere ait renk analiz sonuçları.....	68
Tablo 3.9 Üretilen Ürünün Uçucu Bileşik Analiz Sonuçları.....	70

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simge	Açıklama
ABTS•	: 2,2'-Azino-bis(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)
cm ³	: Santimetre küp
°C	: Santigrad Derece
DNA	: Deoksiribonükleik asit
DPPH•	: 1,1- Difenil- 2- pikrilhidrazil
e	: Elektron
ETS	: Elektron taşıma sistemi
FRAP	: Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç
g	: gram
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
GC-MS	: Gas Chromotography/Mass Spectrometry
HMF	: Hidroksimetilfurfural
HPLC	: High performance liquid chromatography
IC	: Inhibitory concentration
L	: Litre
LDL	: Low Density Lipoprotein
mg	: Miligram
mg/kg	: Milyonda Bir Kısım
mL	: Mililitre
mM	: Mili molar
mm	: Milimetre
MP/AES	: Mikroplazma Atomik Emisyon Spektrofotometresi
nm	: Nanometre
RE	: Rutin eşdeğeri
UV	: Ultraviyole
mg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
%	: Yüzde

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Yaşam standartlarının gelişmesi ile insanların daha hassas ve bilinçli olup, gıda tüketimlerini daha dikkatli seçim yapmaya başlamışlardır. Tüketiciler satın aldıkları gıdanın niteliklerinin yanında sağlık üzerinde olumlu etkisi olmasını arzulamaktadır. Tüketicilerin sağlık kuruluşlarında vakit geçirmeme isteği, ilaç yerine doğal ürünler ile tedavi olmak istemeleri üreticilerin “fonksiyonel gıda” üretmelerini sağlamıştır. Fonksiyonel gıdalar gıda kategorisinde yer alan geleneksel gıda görünümünde günlük diyet olarak kullanılabilecek besin elementleri ile birlikte sağlığı iyileştirici özelliği bulunan besin bileşenleridir. Bu gıdalar tüketicilerin hastalıklara karşı korunmasında, sağlıklı bir yaşam kalitesi oluşmasında etkilidir.

Tüketmiş olduğumuz gıdalar insan sağlığını iyi ya da kötü anlamda etkilemektedir. Günümüzde tüketiciler daha çok bilinçlenmiştir ve tükettiğimiz besinlerin sağlığa yararlı olması için tüketiciler gıda pazarlarında daha bilinçli davranmaktadır. Ürünün tadından daha çok artık sağlığa etkisi dikkate alınmıştır. Bu nedenle gıda sektöründe yeni ürünler gelişmeye başlamıştır. Gelişen teknolojiyle beraber tüketicilerin farklılaşan yaşam kaliteleri üreticilerde yeni ürün olan fonksiyonel gıdayı oluşturmuştur.

Fonksiyonel gıdalar doğal, vitamin ve mineral gibi maddeler barındıran, günlük tüketime uygun, sağlığa yararlı bir besin ögesidir (Pelvan, 2009). Fonksiyonel gıdalar üretilen ürün olmak dışında günlük tüketmiş olduğumuz doğadan elde edilen havuç, domates, yeşil sebze, yumurta, balık, meyve, soğan, sarımsak, bal ve et gibi ürünlerdir.

Eski çağlardan beri yara tedavisinde kullanılan içeriğinde şeker, su, organik asit, mineral, vitamin, çeşitli enzimler, fenolik bileşikler gibi bileşenler içeren arılar tarafından oluşturulan birçok besin ögesinde bulundurulmuş bal, fonksiyonel ve doğal bir gıdadır. Hiçbir katkı kullanmadan insal doğal olarak tükettiği tatlandırıcı bir üründür. Bal tüketimiyle beraber antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve antioksidan özelliğiyle de koruyucu ve iyileştirici özelliğe sahiptir. Tüm yaş grubunun rahatlıkla ve güvenerek tüketebileceği bir gıda ürünüdür.

1.2. Fonksiyonel Gıda

Japonya’da 1984 yılında yetersiz doğal kaynak sorunlarını gidermek amaçlı üretilen fonksiyonel gıdalar çok çeşitli hastalıkları önleme veya tedavi edilmesi için günümüzde kullanılmaktadır. Günümüzde fonksiyonel gıda tüketiminde artış bulunmaktadır. Bu artış tüketicilerin artık kaliteli yaşam beklentisinin artması, yaşlanma belirtilerini azaltmak istemesi, yüksek tansiyon, kolesterol, kanser gibi hastalıkların önüne geçmek ve yüksek sağlık hizmet maliyetlerini azaltmak vs. amaçlarından tercih edilmektedir.

Fonksiyonel gıdalar diyetle birlikte beklenen miktarda tüketilmesi ve normal gıda formunda olup istenilen beklentiyi karşılaması istenmektedir. Fonksiyonel bir gıda oluşturmak için; doğal bir bütün gıda, herhangi bir gıdaya bileşen eklenerek, teknolojik veya biyoteknolojik yollarla belirlenen bir bileşenin uzaklaştırılması ile gerçekleştirilebilmektedir. Buna göre meyve ve sebzeler gibi değiştirilmemiş yiyecekleri de fonksiyonel yiyecek olarak kabul edilebilir. Örneğin, brokoli, havuç ve domateste sırasıyla sülföraphane, beta karoten ve likopen gibi fizyolojik olarak aktif bileşenler bakımından zengin ve fonksiyonel gıda olarak kabul edilebilmektedir.

Türkiye’de fonksiyonel gıda tercihi gün geçtikçe artış göstermektedir. Kalorisi düşük, sağlıklı ürünle beslenme eğilimi pazarlamada probiyotik yoğurt, prebiyotik süt, kalsiyum açısından zengin bisküvi gibi ürünler ile fonksiyonel gıdalara doğru eğilim artışı oluşmaktadır. Fonksiyonel gıdalar kalp damar rahatsızlıklarına, kanser, yüksek tansiyon, ülser, ishal gibi hastalıkların riskini azaltmakta yani insanın fizyolojisinde, bağışıklık, sinir, hormon, solunum, dolaşım ve sindirim sistemlerinde fayda sağlamaktadır.

Türk Gıda kanununda fonksiyonel gıdaları "besleyici etkilerinin yanında bilimsel ve klinik çalışmalar ile ispat edilen aynı zamanda bir veya birden çok etkili bileşene bağlı olarak sağlığı koruyan, düzelden ya da hastalık riskini azaltabilen etkiye sahip olan gıdalar” olarak tanımlanmıştır (TK 5996, 2010).

Fonksiyonel gıda denilince bireyin beslenmesinde katkı sağlaması, sağlığa olumlu yönde etkisi olması, günlük alım miktarı belirli, güvenilir olduğu kanıtlanmış, fizikokimyasal özellikleri niceliksel ve niteliksel olarak belirlenmiş, doğal olarak tüketildiği şekilde olması beklenmektedir.

Fonksiyonel gıda için iki yaklaşım söz konusu olmaktadır. Bunlardan birincisi, içerisinde az veya çok belirli bir bileşenin bulunmasıyla fonksiyonellik kazanmış belirli gıdalar, ikincisi ise belirli bir bileşenin gıdaya katılması veya çıkarılması ile gıdanın

fonksiyonellik kazanmasıdır. Birinci sınıftaki gıdalar daha çok natürel ürünler olurken, ikinci sınıf grubu gıdalar ise belirli tasarım ile oluşturulmuş ürünlerdir (Remarckle ve Reusens, 2004).

Uluslararası Gıda Bilgi Konseyi merkezi Amerika Birleşik Devletlerinde olan tüketicileri gıda güvenliği ve sağlıklı tüketim konusunda bilgi vermek için oluşturulmuş beslenme uzmanları, şirketler, eğitimciler, kamu kurumlarıyla ortak çalışma yapan kurumdur. Kesin bir tanımı olmayan fonksiyonel gıdanın, Uluslararası Gıda Bilgi Konseyi (IFIC) tarafından yapılan araştırmada tüketicilerin daha yaygın olarak “nutrasötik madde” veya “tasarımcı yiyecekleri” terimi kullanıldığı tespit edilmiştir. Medya, bilim adamları tarafından ise yaygın olarak “işlevsel gıdalar” kullanılmakta ve diyetetik uzmanlarının en büyük organizasyonu olan ADA bu çerçevede çalışmaya yönelmiştir. ABD gıda düzenlemelerinde “işlevsel gıda” tüketen kişi için hastalık riskini azaltan, sağlık için yararlılara yol açan anlamını taşımaktadır. IFIC fonksiyonel gıda tanımını; işlevsel yiyecekleri beslenmenin yanı sıra sağlığa yararlı yiyecekler olarak tanımlamıştır.

Uluslararası Kuzey Amerika Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü (ILSI) ise; bir gıda ürününün, beslenmeye yönelik uygun niteliklerinin yanında, vücuda bir veya birden daha fazla amacı için daha sağlıklı ve durumu iyileştirmek ya da hastalık riskini düşürmek için olumlu yönde etkilediği ikna eden yöntemle kabul edilirse, fonksiyonel gıda ürünü olarak tanımlamaktadır (Arnoldi, 2004).

Avrupa Birliğinde kesin bir tanım oluşmamıştır ancak fonksiyonel gıdalar için, ilaç, kapsül veya diyet formunda olmayan, bilim dünyası tarafından onaylanmış, beslenme yönünden yeterli ve vücut üzerinde bir veya daha fazla fonksiyon özellik sağlama, hastalık riskini azaltma ve normal bir gıda tüketim için uygun olma eğilimi gösteren ürün olarak düşünülmektedir (Karakaya ve El, 2004).

Günümüzde fonksiyonel gıdalar önem kazanmasıyla birçok ürün pazarlamada fonksiyonel özellikleri olduğu iddia edilerek sunulmaktadır. Bunlardan ilk onu sıralanacak olursa (Watson, 2003);

- Spor, enerji ve diyet ile ilgili ürünler
- Genel sağlık ile ilgili ürünler
- Eklem sağlığı ile ilgili ürünler
- Soğuk algınlığı, grip ve bağışıklık sistemi hastalıkları ile ilgili ürünler
- Kalp sağlığı ile ilgili ürünler
- Kemik sağlığı ile ilgili ürünler

- Kanserden korunma ile ilgili ürünler
- Şeker hastalığı ile ilgili ürünler
- Ruh hali ilgili ürünler
- Bilimsel işlevler ile ilgili ürünler

Fonksiyonel gıdalar üzerine çalışmaların artması ve dünya pazarında yaygınlaşmasıyla birlikte eleştiriler oluşmaya başlanmıştır. Bu eleştiriler, fonksiyonel gıdaların hastalık oluşturma riskini minimuma düşürerek sağlık harcamasını düşürmesi, gıda ile ilaç arasındaki ayrımının net olmaması tedavi amaçlı ilaç yerine kullanılmasıyla oluşabilecek riskin olması, beslenmeyi tamamlayıcı bazı ürünlerin bazı ilaçlar ile tepkimeye girerek toksik özellik oluşturmaları, belirli fonksiyonel gıdaların bazı hastalıkların (kanser, kalp hastalıkları ve doğum kontrol gibi) ilaçları ile tepkimeye girerek beklenmeyen etkilere yol açması öne sürülmektedir (Remarcle ve Reusens, 2004).

Dünya pazarında yeni bir alan oluşturan fonksiyonel gıdalar yasal düzenlemelerde bir çok ülkede problem oluşturmaktadır. Bu eksiklik üreticilerde sıkıntılar ve tüketicilerde güven eksikliğine sebep olmaktadır. Pazarlamada mühim olan Avrupa ülkelerinde fonksiyonel gıdalar için kesin bir fonksiyonel gıda tanımı olmaması sıkıntı oluşturmaktadır. Türkiye’de Türk Gıda Kodeksi’nde fonksiyonel gıda ile ilgili eksikler bulunmaktadır. Tarım Bakanlığı onayı ile Türk Gıda Kodeksi ve yönetmelikleri boyutunda fonksiyonel gıda ürün ve üretimi yapılmaktadır. Fonksiyonel ürünlerle ilgili çalışmalar Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından oluşturulmaktadır.

Fonksiyonel gıdaların ancak belirtilen miktarda ve bu gıdaları doğru kapsamda tüketilmesiyle sağlığa yarar sağlamaktadır. Yanlış tüketilmesi tüketicilerde olumsuz etki oluşmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle tüketicileri fonksiyonel gıda hakkında bilinçlendirmek gerekmektedir.

1.3. Bal

Türk Standartları Enstitüsüne göre bal; bitkinin çiçeklerinden veya canlı kısımlarından oluşan nektar bezlerindeki nektarları ve bitkinin üzerinde bulunan bazı böceklerin canlı kısımlardan yararlanarak salgıladıkları tali maddesini, bal arılarının (*Apis mellifera*) toplayıp vücutlarında bileşimlerinin değişmesiyle petek gözlerine depo edilip olgunlaşması ile oluşan tadı tatlı olan, bir üründür. Balın rengi su beyazından koyu

kahverengiye kadar değişim gözlenebilmektedir. Akıcı, viskoz, kısmen ya da bütünüyle kristalize ve bitkinin türüne göre tadı ve aroması değişiklik gösterebilmektedir.

Orijinine göre bal, arıların bitki çiçeklerindeki nektarlardan oluşturmuş oldukları ballar (ıhlamur balı, yonca balı, turunçgil balı, pamuk balı, üçgül balı, kekik balı, püren balı, akasya balı, funda balı, vs.) çiçek balı; bitkinin canlı kısmından ya da üzerindeki yaşayan canlılardan salgılananlar ile üretilmiş ballara (çam balı, meşe balı, köknar balı, yaprak balı, vs.) ise salgı balı olarak adlandırılmaktadır (Kayral ve Kayral 1984; Şahin 1998, Anonim 2002). Ayrıca ballar pazarlamada petekli bal, süzme bal, pres balı, filtre edilmiş bal ve fırıncılık balı gibi ürünler üretilmektedir.

Kalitelisini ve biyokimyasal özellikleri balın içeriğinde bulunan, nektarın kaynağı, olgunlaşması, üretim şekli, iklim koşulları, işlenmesi ve depolanma koşulları belirlemektedir. Türkiye’de bal kaynağına, üretimine, pazarlanma şekline, rengine, ve nem içeriği dikkate alınarak değerlendirme yapılmaktadır. Doğadan elde edilen balın bileşimi incelendiğinde yörelere ve çeşidine göre farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Genel olarak bal içeriğinin %80’nini değişik şekerler, %17’si su ve kalan %3’lük kısım ise enzim ve değerli maddeler içermektedir. Baldaki enzimler arının salgı bezlerinden ve bitkilerden gelmektedir. Doğal ve ısıya maruz bırakılmamış baldaki enzimler daha yüksek olup kalite açısından da yüksek olmaktadır. Bal içeriğinde zengin glikoz ve früktoz, önemli karbonhidratlar, şekerler, katalaz, glutatyon redüktaz enzimleri, çinko, demir, magnezyum ve kalsiyum gibi mineraller, A, E ve B grubu vitaminleri, birçok fenolik bileşik ve organik asit içermektedir.

Bal eskilerden beri yara ve yanık tedavilerinde, cilt rahatsızlıklarında, mide rahatsızlıklarında, enfeksiyonların çabuk temizlenmesinde tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Balda bulunan inhibin enfeksiyon oluşmasını önlemektedir. Yapılan çalışmalarda balın mide ve bağırsak rahatsızlıklarında, yara ve yanıklarda, antimikrobiyal açısından etkili olduğu, akut ve kronik mide lezyonlarına karşı gastrik koruma sağladığı ve balın karaciğer rahatsızlıklarında tedavi amaçlı kullanılabileceği tespit edilmiştir. Antimikrobiyal açısından 3 farklı mekanizma vardır. Birincisi; balın içeriğinde bulunan yüksek şeker, ikincisi balın düşük konsantrasyonundaki H₂O₂, üçüncüsü ise pH değerinin (3.2-4.5) düşük olmasıdır.

Bal yüksek şeker içeriğine sahip olmasına rağmen şeker hastaları için şekerli bir üründen daha iyi olduğu kanıtlanmıştır. Yapılan bir çalışmada aynı miktarda bal ve sakkaroz karşılaştırıldığında kan şeker oranının balda daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır.

Sakkarozun vücudumuzda sindirilebilmesi için basit şekerler aracılığıyla indirgenmesi gerekmektedir ve indirgenme reaksiyonu için gerekli olan enzimler sindirim sisteminde tahriş edici özelliğe sahiptir ayrıca fazla sakkaroz tüketimi kandan kolesterol yükselmesine, damar sertleşmesine, kilo alımına sebep olmaktadır ama baldaki sakkaroz doğrudan organ ve sistemlere girerek enerjiye dönüşebilmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58) ve TS3630 Bal Standardı bal ile ilgili bilgiler düzenlemiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre kendine özgü tat ve kokuya sahip olan, herhangi bir katkı maddesi içermeyen, yapısında polen ve bala özgü maddelerin uzaklaştırılmadan, fırıncılık balı dışındaki balların doğal özelliklerini değiştirecek ısı işleme tabi tutulmadan, güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde 25°C'de muhafaza edilip ve patojen, parazit içermeyen olarak balı tanımlamaktadır. Bal Tebliği'nde balın içeriğinde bulunması gerekenler Tablo 1.1'de gösterilmiştir (Anonim 2012).

Tablo 1.1. Bal Tebliği'ne (2012/58) göre balın sahip olması gereken bazı özellikler

Özellik	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
Nem (en fazla)	%20	%20	%20	%23
Sakkaroz (en fazla)	5g/100g	5g/100g	5g/100g	5g/100g
Fruktoz+Glukoz(en az)	100 g'dan 60 g	100 g'da 45 g	100 g'da 45 g	-
Fruktoz/ Glukoz	0.9-1.4	1.0-1.4	1.0-1.4	-
Serbest asitlik(en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	80 meq/kg
Elektrik iletkenliği	En fazla 0.8 mS/cm	En az 0.8 mS/cm	En az 0.8 mS/cm	En fazla 0.8 mS/cn
Diastaz sayısı (en az)	8	8	8	-
HMF (en fazla)	40 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg	-
C ₄ şekerleri oranı (en fazla)	%7	%7	%7	%7
Prolin miktarı (en az)	180 mg/kg	180 mg/kg	180 mg/kg	180 mg/kg
Naftalin miktarı (en fazla)	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

Arıcılık tüm dünyada yapılan tarımsal bir faaliyettir. 2012 yılı FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) verileri Türkiye'nin Çin'den sonra en çok bal üretimi

yapan ikinci ülke olduğu tespit etmiştir. Arıcılık faaliyetleri sonucu bal, bal mumu, polen, propolis, arı sütü ve arı zehiri gibi ürünler oluşmaktadır.

Bal enerji değeri yüksek, sindirimi kolay bir besindir. Çocuklar, sporcular ve yaşlılar olmak üzere bütün insanların tüketebileceği besindir. Besin ve enerji kaynağı olması yanında çeşitli hamur işleri, pastalara kattığı hoş tat ve aromasının yanı sıra özellikle levüloz (früktoz) şekerinin su tutma özelliğinden bu yiyeceklerin bayatlama süresinin daha uzun sürmesine ve taze kalmasını sağlamaktadır. Balın en önemli özelliklerinden biri de uzun süre bozulmamasını sağlayan antibiyotik özelliği bulunması ve bozulma direncini arttıran osmatik basınca sahiptir. Balın antibiyotik özelliğinden dolayı doğal besin korucusu özelliği oluşturmaktadır. Balın antimikrobiyal aktivitesi, balda bulunan glukoz oksidazın üretmiş olduğu hidrojen peroksit ile fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır.

Bal çeşitlerinin çoğunda kristalleşme gözlenmektedir. Kristalleşmenin oluşma süresi balın yapısında bulunan glikoz, früktoz ve su oranına bağlı olarak değişim göstermektedir. Früktoz glikozun oranında genellikle fazladır ancak glikoz früktoz oranına yaklaşırsa balda kristalleşme süresi daha hızlı gerçekleşmektedir. Kristallenme sırasında balda karbonhidrat molekülleri ayrılarak su molekülleri serbest hale geçmektedir ve fermantasyona uğrayarak bozulma oluşabilmektedir (Cui vd., 2008; Shi vd., 2013).

1.3.1. Bal Çeşitleri

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)’ne göre balın sınıflandırılması;
Kaynağına göre;

- Çiçek veya nektar balı: Bitki nektarlarından elde edilen bal,
- Salgı balı: Bitkilerin canlı kısmındaki salgılarından ya da bitkinin canlı kısmının üzerinde bulunan bitki emici böceklerin ‘Hemiptera’ salgısından elde edilen bal,

Üretim ya da pazara sunum biçimine göre;

- Petekli bal: Kuluçka için kullanılmayan saf balmumundan hazırlanan temel peteklerin ya da arılar aracılığı ile yapılmış peteklerin gözlerinde toplanmış ve bütünü veya büyük bir kısmı sırlanmış olarak pazara sunulan bal,
- Süzme bal: Sırları alınmış yavrusuz peteklerin santrifüj ile oluşturulan bal,
- Sızma bal: Süzme bal üretilirken toplanan sırlardan ve balı alınmış peteklerinden sızdırılarak toplanan bal,

- Pres bal: Yavrusuz peteklerin direkt olarak ya da 45°C'yi geçmemek üzere ısısı yükseltilerek preslenen bal,
- Filtre edilmiş bal: Yabancı organik ve/veya inorganik maddelerin filtrasyon aracılığıyla ortamdan uzaklaştırılma esnasında polen içeriği azalmış bal,
- Fırıncılık balı: Kendine ait natürel bir kokusu ve lezzete sahip olmayan, fermantasyona başlamış, fermente olmuş ya da yüksek sıcaklıkta işleme uğramış, endüstriyel alanda kullanıma elverişli ya da başka gıda ürünlerinin oluşturulmasında bileşen olarak kullanılmaya uygun bal,
- Çerçeve: Arıların direkt olarak peteği ürettiği veya içine temel petekler konulduğu malzeme olarak betimlenen baldır.

1.3.2. Türkiye’de Üretilen Diğer Bal Çeşitleri

Ülkemizin diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında ikinci sırada olduğumuz bal üretimi çeşitli kır, yayla çiçekleri, sanayi ürünleri, orman ürünlerinden elde edilmektedir. Karadeniz, Ege ve Akdeniz bölgesi diğer bölgelere göre daha çok bal üretimiyle uğraşmaktadır. Üretilen balları tek tip bitki florasında toplanan monofloralı ve karışık yayla çiçeklerinden oluşan heterofloralı ballar olarak ikiye ayırabiliriz.

Türkiye’de üretilen bal türleri (Sarıkaya, 2009);

- Yayla Balları: Ülkemizde İç Anadolu, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesi ve Doğu Karadeniz bölgesinin yüksek dağlarındaki yaylalarında karışık yayla çiçekleri ile üretilmiş bal çeşitidir. Açık sarı ve kehribar renginde olmaktadır.
- Anzer Balı: Doğu Karadeniz bölgesinin Rize İkizdere ilçesine bağlı olan Anzer yaylasında üretilen ve dünyada da çokça bilinmekte olan, oldukça faydası bulunan bal çeşitidir. Üretimi sınırlı olmakla birlikte, diğer ballardan farklı bir tadı olması nedeniyle fiyatı pahalıdır. Anzer yaylasında üretilen bu bal açık sarı renginde ve hoş bir aroması vardır.
- Erzincan ve Bayburt Yayla Balları: Erzincan ve Bayburt yaylalarından bulunan heterofloralı ve karışık yayla çiçekleri ile üretilen ballardır.
- Kestane Balı: Doğu ve Batı Karadeniz bölgesinde üretilen koyu kahve renginde, buruk bir acı tadı bulunan bal çeşididir. Solunum yolu hastalıklarına iyi bir etkeni

olduğu bilinmektedir ve kristalleşme gözlenmemektedir. Antiseptik ve antibakteriyal özelliğiyle mide hastalıklarında tedavi edici etkindir.

- Çam Balı: Koyu renkte olup çam ağaçlarında yaşayan bazı canlıların salgıladıkları bal şerbetinin (basura) bal arıları aracılığıyla üretilmektedir. Kristalleşme gözlenmemektedir. Ülkemizin Ege ve Akdeniz bölgelerinde bulunmaktadır. Solunum ve sindirim yolu hastalıklarına tedavi edici özelliği bulunmaktadır.
- Korunga Balı: Ilıman iklimlerde fakir topraklarda yetişebilen baldır. Endüstri ve yem bitkisi olan korunga (*Onobrychis sativa*) toprağın elverişliliğini arttırmakla beraber, iyi bal özü olan bir tarım ürünüdür. Kurağa ve soğuğa dayanıklı olan bu bal çeşidi genellikle Erzurum ve bölgesinde daha çok üretimi yapılmaktadır.
- Kekik Balı: Ankara, Afyon, Çankırı, Kastamonu, Bolu ve Trabzon'un dağlarında bulunan kekik türlerinden meydana gelmektedir. Kekik içeriğinde timol uçucu bileşeni bulunduran ve yoğun antiseptik özelliğe sahip olan bitki türüdür. Kekik balının soğuk algınlığında, yaralarda iyi bir iyileşme etkeni olduğu ispatlanmıştır.
- Orman Gülü Balı: Doğu Karadeniz bölgesinin Trabzon, Rize ve Artvin bölgelerinde üretilen baldır. Diğer adı deli bal olan ve dünya literatüründe bahsedilen bu bal çeşidinin aşırı kullanımla beraber ani tansiyon düşüklüğüne ve kalp çarpıntısı gibi rahatsızlıklara sebep olmaktadır.
- Narenciye Balı: Akdeniz bölgesine özgü bir bal çeşididir ve narenciye çiçeklerinden üretilmektedir. Kalsiyum fosfat ve demir fosfat bakımından zengin, yüksek C-vitamini içeriğine sahiptir.
- Diğer Sanayi ürünleri balları: Pamuk balı, Ege ve Akdeniz bölgesindeki pamuk tarlalarından üretilirken, Ayçiçeği balı Trakya bölgesindeki ayçiçeği tarlalarından üretilerek elde edilmektedir.

1.3.2. Balların Reolojik Karakterizasyonu

Akışkan özellikte olan, balın fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinde en önemlisi balın reolojik özelliğidir. Balın reolojik karakterizasyonun bilinmesi ile ürün işleminde ürünün davranışı bilinir ve buna göre proses şartları belirlenebilir, raf ömrü hesaplanabilir, kalite kontrol sağlanabilir ve duyuşal analiz açısından önemli bir faktördür (Steffe, 1996). Balın reolojik özelliklerinde en önemli olanı viskozitedir ve orjin bileşimi, nem miktarı, sıcaklık ve yapısında kristal varlığına göre değişiklik göstermektedir. Bileşimdeki şeker

kompozisyonu ve miktarı, kolloidal yapıdaki diğer maddeler viskoziteyi etkilemektedir (Bhandari vd., 1999; Yoo, 2004).

Akıcı özellikteki gıdalar viskozitenin kayma hızına göre Newtonian ve Newtonian olmayan akışa sahip maddeler olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Newtonian sıvıların viskozite kayma hızından bağımsız, Newtonian olmayan sıvılar ise viskozite kayma hızına bağlıdır. Newtonian olmayan sıvılarda kayma hızının artması sıvıdaki viskozitede artış ya da azalış gözlenmektedir. Kayma hızının artması ile viskozite de artış gözlenmesine kayma kalınlaşması (kayma koyulaşma, shear thickening), azalış gözlenmesi ise kayma incelmesi (shear thinning) olarak tanımlanmaktadır. Genellikle ballardaki reolojik karakterizasyonu kayma hızı ve sıcaklığın etkisi ile viskozite de değişimler gözlenmektedir.

Yapılan çalışmalarda aslında kayma hızının viskoziteye etki etmediği Newtonian davranışı sergilediği gözlenmektedir. Bazı ballarda Newtonian olmayan davranışlarda gözlenmektedir. Yunanistan'da üretilmiş ballarda reolojik karakterizasyon incelendiğinde, 24 adet çam salğı balı ile 11 adet çiçek balında kayma hızı arttıkça viskozitede herhangi bir değişim belirlenmemiştir (Lazaridou vd., 2004). Avustralya'da yapılan bir çalışmada ise 7 ayrı bal çeşidi incelenir ve Newtonian akış sergilediği belirlenmiştir. Türkiye'de piyasada satış yapılan ballar incelendiğin viskozite artmasıyla kayma hızında herhangi bir değişim gözlenmemiştir (Bhandari vd., 1999; Kayacier ve Kahraman, 2008). Newtonian olmayan akış ise bir çalışmada püren ve karabuğday balları incelenmiştir ve kayma kalınlaşması görülmüştür ve okalıptüs ballarında ise kayma incelmesi belirlenmiştir (Pryce-Jones, 1953).

Viskozite sıcaklığa duyarlıdır (White, 1975). Sıcaklık artışı ile moleküller arası sürtünme azalmakta ve viskozite de azalma olmaktadır (Davis, 1995). Sıcaklık artışı ilk başta viskozitede düşüğe neden olmaktadır. 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda viskozitedeki düşüş hızı yavaşlamaktadır. 45-60°C'de ise önemli değişimler oluşmaktadır. Yapılan çalışmada 10-40°C arasında yedi farklı sıcaklıkta akasya balındaki viskozite incelendiğinde 10°C'de 126,9 Pa.s viskozite değerinde olup, 20°C'de 28.3 Pa.s, 40°C'de 2.3 Pa.s değerleri bulunmuştur. Sonuç olarak sıcaklık artışı ile viskozite ile ilişkisi bulunmaktadır ve bu bağlantıyı Arrhenius eşitiği ile incelenmektedir.

1.4. Propolis

Aristo bir çalışmasında şeffaf bir arı kovanı oluşturmuş ve bu kovanı kaplamış koyu renkli bir maddede dikkatini çekmiştir. Antik dönemde yaşayan bilim adamlarından Hipokrat, Herodot, Aristo gibi kişiler arı kovanlarında oluşan propolisin faydalı olduğunu bildirmişlerdir. Propolis pro(ilk yada savunma), polis(şehir) anlamından gelmektedir. Çam, meşe, kavak, kestane vb. ağaçların, bazı otsu bitkilerinin tomurcuk, yaprak vs. kısımlarından arılar aracılığıyla toplanıp mumla karıştırılmasıyla oluşan maddedir. Zambak gibi yapışkan, reçinems kokulu, rengi koyu sarıdan kahverengiye geçen üründür. (Ghisalberti 1979; Crane 1991; Gary 1992; Maran 1997; Fearnley 1998; Houghton 1998; Krell 1998; Bankova ve Marcucci 2000; Tutkun 2000; Valle 2000; Gençay ve Sorkun 2002; Kumova vd., 2002; Orsolich vd., 2002). Arılar propolisi, polenle ve başı thoraksı arasında bulunan bezlerin salgılamış olduğu aktif enzimler ile karıştırma gerçekleştirmektedir (Gençay ve Sorkun, 2002).

Eski çağlardan beri çeşitli hastalıklarda tedavi edici veya hastalık etkeninin azaltıcı olarak kullanılmaktadır. İlk kez Yunanlar aracılığıyla bulunan propolis natürel antibiyotik olarak tüketilmiştir. (Kumova vd., 2002). Yunanlılar ve Romalılar deri apselerini tedavi etmede, Mısırlılar hastalık tedavilerinde ve ölümlerini mumyalamada kullanmışlardır. (Houghton 1998; Gençay ve Sorkun 2002).

Bu arı ürünü içeriğinde antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiinflamatuvar, antiülser, lokal anestetik, antitümör özellikler göstermektedir. (Kumova vd., 2002). Propolis içeriğinde çok farklı kimyasallar bulunması ve antibakteriyel özelliğiyle birçok kozmetik, ilaç ve apiterapi merkezlerinde kullanılmaktadır fakat bu ürünün üretim teknikleri ile ilgili ülkemizde ve dünya çapında tespit edilmiş bir çalışma bulunmamaktadır.

Arılar propolisi, kovan içerisinde oluşabilecek delik veya çatlakları kapatmak, kovan girişini daraltmak, peteklerin gözeneklerini daraltmak, petekleri birbirine yapıştırılması gibi sebeplerden kullanılmaktadır (Kumova vd., 2002). Ayrıca yağışlardan sonra kovanda oluşabilecek rutubeti engellemek için de kullanılmaktadırlar (Kutluca vd., 2006).

Propolis 60-70°C’de sıvı haldeyken bazı türleri 100°C’nin üzerinde sıvı hale dönüşmektedir. Aşırı sıcaklıklarda yumuşak, bükülebilir ve yapışkan haldedir, soğutulduğunda ise sertleşir ve kırılgan bir yapı oluşturmaktadır (Kuropatnicki vd., 2013). Toplandığı bölgenin bitki çeşitlerine, mevsimine, arıların ırına bağlı olarak propolisin sabit

bir bileşimi bulunmamaktadır (Kuropatnicki vd., 2013). Propolis genel olarak %50 reçine ve balsam (fenoller, fenolik asitler, flavanonlar, dihidroflavanonlar, flavonlar, kalkonlar, flavanoller, fenolik gliseridler, sinnamik asit, kumarik asit, prenillenmiş bileşik ve artepilin C), %25-30 mum, %10 uçucu yağ, %5 polen, %5 organik ve mineral bileşikler içermektedir (Burdock, 1998). Propolis de bulunan içerikler Tablo.1.2’de verilmiştir.

Tablo 1.2. Propoliste bulunan bileşenler ve miktarları (Korkmaz vd., 2002)

Bileşenler	Ana Maddeler	Miktar (%)
Reçine	Flavanoidler	
	Fenolik asitler ve esterleri	%45-55
	Terpenler	
Mum ve yağ asitleri	Arı veya bitki kaynaklı mum	
	Bitkilerden çoklu doymamış yağ asitleri	%25-35
Esansiyel yağlar	Uçucu bileşenler	%10
Polen	Eser elementler	%5
	Serbest aminoasitler	
Diğer maddeler	Laktonlar	%5
	Steroidler	
	Şekerler	
	Kinonlar	

Propolis eter, kloroform, aseton gibi organik çözücülerde kısmen, %95’lik alkol çözeltisinde birçoğu, suda ise az ya da hiç çözülmemektedir (Korkmaz vd., 2002).

1.5. Arı Sütü

Arı sütü 1690 yıllarında Hollandalı bilim adamı Schwammerdam tarafından bulunmuştur. Arının vücudundan salgıladığı bir ürün olup, hammaddesi polen ve nektar olan baldan daha çok kuvvetli bir besleyicidir. 5-15 günlük işçi arılar tarafından alt çene ve boğaz bezlerinden salgılayıp, ana arı gözlerine aşıl原因an larvaların beslenmesini sağlayan, aşıl原因a yapıldıktan 36-48 saat sonra hasat edilebilen pelte kıvamında, kemik renginde, kendine özgü koku ve yakıcı tada sahip bir ürün oluşur (Anonymous, 1989; Ergün ve Ergün, 1987). Arı sütünü oluşturacak hammaddeler kan yolu ile salgı bezlerine gelip, süt sentezi burada gerçekleşerek süt ağız boşluğuna geçmektedir. Ağız boşluğunda süt kıvamında olan arı sütü petek gözenğinde krema rengini almaktadır. (Witherell, 1984; Genç, 1993; Yaochun, 1993).

Gelişmekte olan arılar ve ana arılar arı sütüyle beslenmektedir. Arı sütü saklama süresi taze halinde 2 ay +5°C'dir. Dondurulmuş veya kurutulmuş arı sütü -18°C'de 6 ay saklanabilir ancak oda sıcaklığında 6 saat saklanabilmektedir (Yaochun, 1993). En iyi korunması, arı sütünün saf bal içersinde doğal olarak bulunmasıdır. Kapsül, tablet, yumuşak pelte ve bal ile birlikte tüketilebilmektedir (Yatsunami ve Echigo, 1985).

Arı sütünün kimyasal yapısı üretimi yapılan alanın şartlarına göre değişiklik göstermektedir. Arı sütünün pH değeri 3.5-4.5 ve yoğunluğu 1.1 g/mL'dir. İçeriğinde %12-15 protein, %10-16 karbonhidrat, %3-6 lipide ve geri kalan kısım vitamin, tuz, serbest amino asitler gibi maddeler bulunmaktadır (Tamura vd., 2009; Nagai ve Inoue, 2004). Karbonhidrat içeriğinde früktoz, glikoz ve sakkaroz bulunmaktadır (Lercker vd., 1986; Serra-Bonvehi, 1992). Arı sütü antioksidan, antiinflamatuvar, antitümör, antibiyotik gibi özelliklere sahiptir. Arı sütü fonksiyonel bir gıda olması nedeniyle tedavi edici olarak da tüketiciler kullanmaktadır. Çin, Japonya, Kore dünyada arı sütü üretiminde ilk sıradadırlar.

Yapıl原因acak çalışmada kaliteli bir arı sütü üretmek için hasatın aşıl原因amadan 48 saatten sonra hasatın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Fazla miktarda verim ve az iş gücü için ise 72 saat sonra hasat yapılmalıdır. Daha geç hasat edilme durumunda larva ağırlığının arttığı ve arı sütü veriminin azaldığı tespit edilmiştir (Shibi vd., 1993).

1.6. Civanperçemi (*Achillea millefolium*) Otu

Troya savaşında Achilles, yaralanan askerlerin kanamalarını durdurmak için bitkinin yapraklarını ilaç olarak kullanıldığı ve ismini de bu komutandan alınarak "Achillea" konulmuştur. Çok ince ve hassas ayrılmış yapraklı olması nedeniyle "Millefolium" kelimesi verilmiştir. İngiltere'de "yarrow" olarak bilinmektedir (Leyel, 1972; Grieve, 1974; Hylton, 1974). İlk olarak Dioscorides tarafından tanımlanmıştır ve Almanya, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İsviçre gibi ülkelerin farmakopesinde tıbbi özellikleri belirtilmiştir (Kremers, 1921; Cavalcanti vd., 2006). Civanperçemi (*Achillea millefolium*) papatyagiller ailesinden olan ayvadana, akbaşı, barsamotu, binbir yaprakotu, marsamaotu ve kandilçiçeği olarak da adlandırılan çok yıllık otsu bir bitki türüdür. Genellikle Mayıs-Ekim aylarında güneşli günlerde toplanılır. Çayır, yol kenarları, dar tarla yollarının kenarlarında topluluk halinde yetişmektedir. Türkiye'de *Achillea* türünden yaklaşık 40 civarında bulunmaktadır.

Eski çağlardan beri tıbbi olarak kullanılan bu bitki en çok hasımsızlık ve soğuk algınlığında kullanılmaktadır. Ateş düşürücü, diyare, iltihap giderici, gebelik önleyici, dizanteri, sinir ve kas hastalıklarında, panik atakta, baş ve boğaz ağrıları gibi rahatsızlıklarda iyileştirici bir etkisi bulunmaktadır (Fritz, 1994; Duke, 1986). Boyu 30-90 cm olup, yoğun tüyler ile kaplıdır. Kendine özgü kokusu ve yaprağı tüysü bir yapıya sahiptir. Beyaz renkli çiçekleri büyük başçık şeklinde, tüpsü ile dilsî çiçeklerden oluşan ve tohumları küçük, sert olup yuvarlak şeklinde olmaktadır. Kokusu hafif olup, acı bir tada sahiptir. İçeriğinde uçucu yağ, sesquiterpenler, flavonoidler ve tanenler bulunmaktadır. Bitkinin varyetesine, oluşum zamanına ve bölgesine göre mavimsiye renkteki uçucu yağın bileşimi ve miktarı değişiklik göstermektedir. Civanperçeminin çiçek kısmından, çay formunda ürün üretilerek tüketiciler tüketebilmektedir.

Herba kısmında uçucu yağ %0.2-0.4 civarında bulunmaktadır. Uçucu yağ da azulen, limonen, sineol, borneol, pinenler, seskiterpenler içermektedir (Baytop, 1999). Bitki anti-emflamatuar, analjezik, antibakteriyel, antiülser, antifungal, antiparaziter, antispazmotik, antioksidan ve anksiyolitik özellikler içermektedir. Hastalıkları tedavi edici özelliğinin ve bitkinin toksikasyona neden olmaması halk arasında bilinmesine rağmen diğer bitkilerde de olduğu gibi bilinçsiz kullanımda olumsuzluklar gözlenmektedir.

1.7. Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.)

Yunanca denizkestanesi veya kirpi anlamına gelen ‘echinos’ dan gelmektedir. Ekinezya Asteraceae/Compositae familyasından olan, 10-100 cm civarında boylara sahip otsu bitkidir. Gövdesi basit veya dallanmış olabilmektedir. Çiçekçikleri dikenimsi ve koni şeklindeki çiçek tablası bulunan, dilsli çiçekçikler beyazdan pembeye ve koyu mora doğru giden renge sahip, tüpsü çiçekçikleri ise kırmızı- kahverengi yeşile değişebilen bir bitkidir. Kendini yenileyebilir, kuraklığa dayanıklıdır fakat büyümesi yavaş olmaktadır (Mistriková ve Vaverkova, 2007). Fide, tohum ve kök çeliğiyle oluşan ılıman-nemli bölgelerde, pH’ı 6.0-7.0 olan kumlu-tınlı, derin ve drene edilmiş toprakta yetişmektedir. Kuzey Dakota’da genellikle 5.1°C ile 14.3-21.8°C sıcaklıklarda yetiştiği bilinmektedir (Olson, 1975). Ülkemizin Konya, Samsun, Bursa ve Aydın illerinde yetişmektedir (Kan, 2011). Yaygın olarak kullanımı topraküstü ve toprakaltından elde edilen herbal çayları tüketilmektedir. (Küçükali, 2012).

Ekinezya(*Echinacea*)’nın *E.angustifolia*, *E.pallida*, *E.purpurea* türleri tıbbi olarak kullanılmaktadır ve bu türler kendilerini yenileyebilmektedir. Ayrıca diyet tamamlayıcı olarak kullanılabilir. Bu türler antioksidan, antibakteriyel, antienflamatuvar, bağışıklık sistemi güçlendirme ve yara iyileştirme gibi özelliklere sahiptir (Gruenwald vd., 2004). *E. purpurea* L.’de yapılan bir çalışmada bitkinin özellikle yaprak ve çiçeklerinde Fe, Ca, Zn, Mg, Cu, Ni, Li gibi minerallerce zengin olduğu ispatlanmıştır (Razic vd., 2003). Avrupa’da bitki merhem, tentür, losyon sıvı ve kuru ekstat gibi bitkiden ürün elde edilerek pazarlamaya sunulmuştur (Adam, 2002). Ekinezya ile ilk ilaç üretimi 1870 yılında Alman asıllı Dr. H.C.F. Meyer aracılığı ile üretilmiştir ve bu ilaç dikkatlerini çekerek Dr. John King ve Ezc. John Uri Lloyd farmakognozik çalışmaları yapmalarını sağlamıştır (Hobbs, 1994; Mazza ve Oomah, 2000). Ekinezya türleri yara tedavilerinde merhem, baş ağrısı, mide ağrısı, öksürük kesici gibi rahatsızlıklarda iyileştirici etkisi nedeni ile tüketilmektedir.

Ekinezya türlerinin çoğu çay, alkolsüz içecekler, şekerleme gibi ürünlere katılarak fonksiyonel gıda oluşturulmaktadır. (Wills ve Stuart, 2000). Ekinezya herba kısmında; kafeik asitin türevleri; kikorik asit, kaftarik asit, klorojenik asit, alkilamidler; izobutilamidler, polisakkaritler, flavonoidler, uçucu yağ (%0.08-0.032) bulunup radix kısmında; kikorik asit, kaftarik asit, klorojenik asit, alkilamidler, polisakkaritler, glikoproteinler, uçucu yağ (%0.2) bulunmaktadır (Mat, 2002). Uçucu yağda en fazla

terpenik; germakren D, β -mirsen, β -pinen, α -pinen bileşikleri içermektedir ayrıca karyofilen, karyofilen epoksit ve α -fellandren bileşikleride bulunmaktadır (Gülpınar, 2009). Kikorik asit bağışıklık sisteminin güçlendirmesini sağlamaktadır (Upton ve Graff, 2007). Fenolik asit içeriği 870 μ g/g olduğu belirlenmiştir (Glowniak vd., 1996). Kikorik asit çiçek kısmında 22 mg/g, kökte 14 mg/g, yaprak kısmında 10 mg/g ve gövde kısmında ise 4 mg/g olarak tespit edilmiştir (Binns vd., 2002a). Kafeik asit içeriği bitkide 10 μ g/g olarak tespit edilmiştir (Binns vd., 2002b). Sisorik asit içeriği herbada %1.2-3.1 aralığında, kök kısmında ise %0.14-2.05 aralığında olduğu belirlenmiştir (Nüsslein vd., 2000).

Ekinezya birçok yapılan çalışmalar sonucunda nonspesifik bağışıklık sistemini uyarıcı etkiye sahip olduğu, fagositozu uyarıp doğal öldürücü lenfositlerin fonksiyonunu arttırıcı bir etki sağladığı, üst solunum yolu enfeksiyonu engelleme ve tedavisinde etkili olması, lokal etkisi nedeniyle iyileşen yaralara etkisi olan, güvenilir bir bitki olduğu tespit edilmiştir (Mat, 2002).

Ekinezya bitki herhangi bir kanserojen ve mutajen etkiye yol açmadığı bilinmektedir. Ancak 8 haftadan daha fazla tüketim yapılmaması ve hepatotoksik ilaçlar ile beraber tüketilmemesi önerilmektedir. Hamilelik döneminde kullanıldığında olumsuz bir etki olmadığı tespit edilmiştir (Mat, 2002).

1.8. Biyolojik Aktivite

Kimyasal ve biyolojik bakımdan herhangi bir olumsuz reaksiyon oluşması veya organizma üzerinde koruyucu bir etki göstererek organizmada olumsuzluklar oluşturan ya da yok olmasına sebep olan etkilerin tümüdür. *İn vivo* ve *in vitro* testleri ile bu etkiler tespit edilebilmektedir. Çalışmalar ilk olarak *in vitro* olarak başlatılıp daha sonra oldukça sorumluluk gerektiren ve etik kurul kararları olan *in vivo* çalışmaları yapılarak biyolojik etki potansiyeli tespit edilmektedir. Biyolojik etki oluşumu gösteren maddeye biyolojik aktivite denilmektedir. Bitkiler sınırsız olarak biyolojik aktif madde üretme özelliğine sahiptirler. Biyokimyasal araştırmalarda daha çok biyolojik aktif testi; antioksidan aktivite, serbest radikal giderici aktivite, antitümoral, antikanserojen, antifungal, antibakteriyal, antiviral, antiinflatuar, antiherbisit, anti-insektisit vs. etkiler incelenmektedir (Russel vd., 2007; Bakkali vd., 2008).

Arı ürünleri besin maddesinden başka birçok biyolojik aktiviteye sahiptir. Biyolojik aktivite çoğunlukla ürünlerin içeriğinde bulunan ve fenolik etkiye sahip bileşenler

içermektedir. Bileşikler bitkiler aracılığıyla üretilen seconder metabolit olmakla beraber miktarları ve türleri bitki florası, coğrafik özellik, arı ürünlerinin üretim aşaması, hasat zamanına göre değişiklik göstermektedir (Tezcan vd., 2011). Arı ürünleri arıların çiçeklerden topladığı nektarlarda içeren fenolik bileşenler bulunmaktadır (Marcucci vd., 2001; Fiorani vd., 2006). Bal antioksidan, antimikrobiyal, antibakteriyal gibi etkiler göstermektedir. Propolis, antibakteriyal (Kujumgiev vd., 1999), antifungal ve antiinflamatuvar (Wang vd., 1993), antiviral (Amoros vd., 1994), anestezik ve antitümöral (Kimoto vd., 2001; Matsuno, 1995) etkilere sahiptir. Arı sütü biyolojik aktif olarak; antiinflamatuvar, antioksidan, anti-tümör ve immünomodülatör etkiler göstermektedir (Hattori vd., 2007).

Civanperçemi (*Achillea millefolium*) antienflamatuvar, antimikrobiyal (Herout, 1971; Lee vd., 1977; Mitscher, 1975; Sticher, 1977), sistotoksik ve antikanser etkisi bulunmaktadır. Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.), antioksidan, antibakteriyal, antienflamatuvar, bağışıklık sistemi güçlendirici (immünostimülan) ve yara iyileştirici özelliği bulunup birçok *in vivo* ve *in vitro* çalışmaları yapılmıştır (Gruenwald vd., 2004).

1.9. Serbest Radikal Oluşumu ve Reaktif Oksijen Türleri

Bir ya da birden çok ortaklanmış elektron içeren atom veya moleküller serbest radikal olarak adlandırılmaktadır. Radikaller çoğu hücrede moleküler değişim ve gen mutasyonlarına sebep olmakla birlikte yaşlanma, hücresel hasar, doku yıkımında da önemli bir etkindir (Storz ve Imlay, 1999).

Biyolojik sistemlerde en önemli serbest radikal, oksijenden oluşandır. Serbest oksijen radikali oksijen, süper oksit, hidrojen peroksit, geçiş metal iyonları ve hidroksil radikallerdir.

Tablo 1.3. En sık karşılaşılan serbest radikaller ve serbest radikal üreten türlerin bazı özellikleri (Sarıkaya, 2009)

Serbest Radikalin ve Radikal Üreten Türün		
Adı	Simgesi	Kimliği
Hidrojen radikali	H	Bilinen en basit radikal
Süperoksit radikalı	O ₂	Oksijen metabolizmasının ilk ara ürünü
Hidroksil radikali	OH	En toksik (reaktif) oksijen metaboliti radikali
Hidrojen peroksit	H ₂ O ₂	Reaktivitesi çok düşük, moleküler hasar yeteneği zayıf
Singlet oksijen	O ₂	Yarılma ömrü kısa, güçlü oksidatif form
Perhidroksi radikali	HO ₂	Lipidlerde hızlı çözünerek lipid peroksidasyonunu artırır
Peroksil radikali	ROO ⁻	Perhidroksile oranla daha zayıf etkili, lipitlere lokalize olur
Triklorometil radikali	CCl ₃	CCl ₄ metabolizması ürünü, karaciğerde üretilen bir radikal
Tiyil radikalı	RS	Sülfürlü ve çiftlenmiş elektron içeren türlerin genel adı
Alkoksil radikali	RO	Organik peroksitlerin yıkımı ile üretilen oksijen metaboliti
Azot monoksit	NO	<i>L</i> -argininnden <i>in vivo</i> üretilir
Azot dioksit	NO ₂	NO'nin oksijen ile reaksiyonundan üretilir

Yara bölgesinde serbest radikaller şekillenme veya oksidanlar gibi etmenler ile doku hasarı oluşur ve iyileşme olasılığını azaltmaktadır. Bu etmenler hidroksil radikali ve O⁻ anyonu, kollagen yapıda bulunan hidroksiprolin ve prolini parçalayıp fibroblastların adezyon, proliferasyon ve canlılıkta değişime uğratmaktadır. Hidrojen peroksit (H₂O₂) ayrıca heem keratinositlerin göçünü inhibe eder hem de epidermal büyüme faktörünü sinyal ileşimini engelleyip fibroblastlarda ciddi hasar oluşturmaktadır (Yager vd., 2007).

Yaralanmada serbest radikaller artış göstermesiyle lipit peroksidasyon oluşturur ve buna bağlı olarak yara bölgesinde uzak doku ve organlarda hasar, fonksiyonel bozukluk oluşmaktadır (Çavdar vd., 1997). Oksidatif stres olarak bu durum tanımlanmaktadır.

Oksidatif stres yara iyileşmesi sırasında görülen tromboz da önemli bir etkiye sahiptir. Yaralanmada oluşan damar hasarları endotelde granüller redoksa hassas mekanizmalar aracılığıyla yangı ve pıhtılaşma oluşturan mediyatör maddeler kana verilmesi sağlanır. Yaralı doku oksidatif metabolizma ile daha hızlı bir sürede iyileşme göstermektedir (Sen vd., 2010; Özkorkmaz ve Özay, 2009).

1.10. Antioksidanlar ve Etki Mekanizmaları

Oksidatif hasarı azaltmak ya da geciktirmek için iki farklı antioksidan kullanılmaktadır. Bunlar endojen ve eksojen antioksidanlarıdır. Sentezlendiği organizmaya etki gösteren antioksidana endojen denmektedir ve endojen antioksidanlar enzimatik ve enzimatik olmayan olarak iki gruptan oluşmaktadır. Enzimatik hücrede çeşitli organellere etki gösteren süperoksitdismutaz, katalaz, glutatyon, peroksidaz, glutatyon redüktaz, glukoz-6-fosfat dehidrogenaz vs. enzimler içermektedir. Eksojen antioksidanlar bitkilerden sentezlenen çeşitli vitamin ve fenolik maddelerdir ve dışardan organizmaya geçerek etki gösterir (Kolaylı vd., 2003; Kolaylı ve Keha, 1999).

Serbest radikaller hücre membran içeriğinde bulunan doymamış yağ asitlerine saldırıp lipid peroksidasyonuna sebep olmaktadır. Oluşan bu değişimde yağlarda acılaşma gözlenmektedir. Yağlar vücudumuzda değişime uğradığı zaman hücre zarının yapısında ve fonksiyonlarında hasar oluşmaktadır ve bu nedenle hücre zarı gıdaları oksijen ve suyu uzun bir süre transfer yapmaz, harcanmış ürünlerin atılması gerçekleşemez. Serbest radikallerin saldırısı hücre zarı yapısında bulunan yağları parçalamaya ve bitki zarının yırtılmasına böylelikle hücre bileşenlerinin dağılımına neden olmaktadır. Hücre içi bileşenler hücre dışında akmaya ve etrafında bulunan dokulara hasar vermesine sebep olmaktadır. Serbest radikal saldırısı ve hücre zarı tahribatı yağlarda oksidasyon ya da oksidatif zarar oluşturmaktadır.

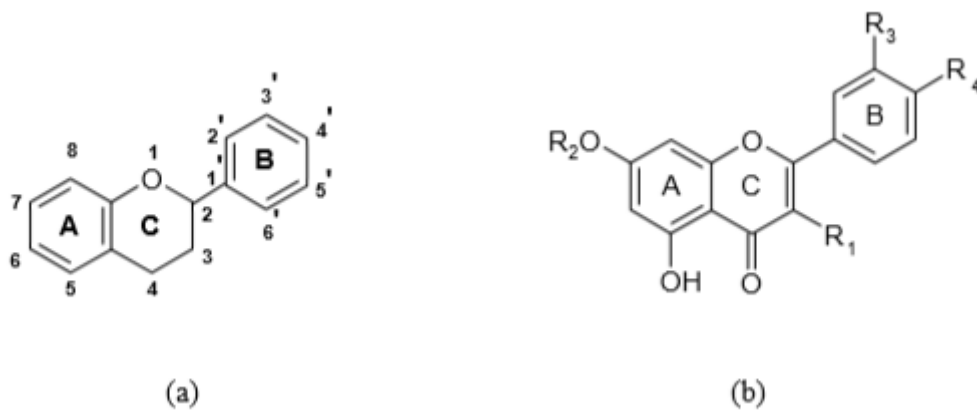
Doğal antioksidanlar canlı organizmada savunma sistemindedir ve gıda sanayisinde de kullanılmaktadır. Bu nedenle besinlerde bozulmayı önlemek, raf ömrünü uzatmak, lipitler ve vitaminlerde parçalamayı engellemek ve besinlerdeki rengi korumak amacıyla kullanılan antioksidanlar önemli bir yapıya sahiptir. Doğal antioksidanlar çoğunlukla bitkisel kaynaklı olduğu için bitkilerin içeriğinde, vitaminler (A, C, E vit.), polifenoller ya da flavonoidler biçimindedir. Beslenme kanser riski açısından önemli bir fonksiyondur. Yapılan çalışmalarda epidemiyolojik yöntemle meyve sebze tüketimi ve doğal ürünler ile

beslenmeyle kanser arasındaki olumsuz bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Doğal ürün olan bal ve propolis çeşitli biyolojik aktif bileşikler içermektedir. Bunlar; A, B, C ve E vitaminleriyle çeşitli aromatikliğe sahip fenolik ajanlardır ve özellikle meyvede diğerlerine göre daha fazla bulunmaktadır. Meyve ve sebzede bulunan fenolikler; hidroksibenzoik asit, hidroksisinnamik asit ve flavonoid grubudur (Halliwell vd., 1992; Storz ve Imlay, 1999; Rice-Evans ve Miller, 1997; Cemeroğlu ve Acar, 1986; Larson, 1997).

1.11. Bitkilerde Bulunan Biyolojik Aktif Bileşikler

Doğal bileşiklerden bazıları, bitkiler aracılığıyla ikincil metabolizma ürünleriyle beraber sentezlenmiş olan moleküller olup, sinyal olarak, mikroorganizma, insektisit, herbisitler ve serbest radikallere karşı koruyucudur. Bunlar ikincil bitki ürünleri ya da fitokimyasallar olarak adlandırılmaktadır. Bitkilerin içeriğindeki polifenolik bileşikler basit fenoller, benzokinonlar, fenolik asitler, asetofenonlar, fenilasetil asit, hidroksinamik asit, fenilpropen, kumarin, naftakinon, kromoneneler, ksaton, stilben, antrakion, flavonoidler ve lignin maddelerdir. Polifenoller çoğu meyve, sebze, kuruyemiş, tohum, çiçek, kök ve gövdelerde doğal olarak bulunmaktadır (Wollgast ve Anklam 2000).

Bu bileşiklerin bir kısmı terpenoidler olup bitkide koku ve tat verir, bir kısmı ise kinon ve tanenler gibi bitki pigmenti oluşturmaktadır. Çoğu bileşik bitkide tadı oluşturmakta ve bunlar bazı gıdalarda ve tıbbi amaçlarda kullanılabilir.



Şekil 1.1. Flavonoidlerin temel yapısı (a) ve bazı substituenleri (b)

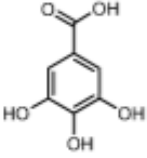
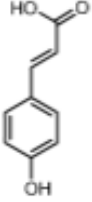
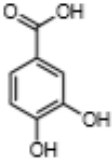
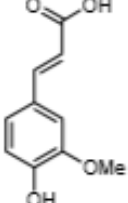
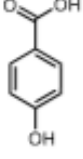
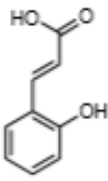
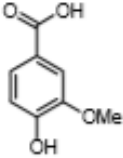
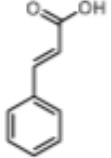
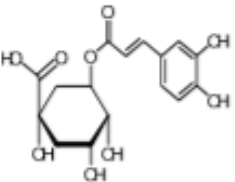
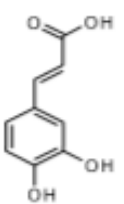
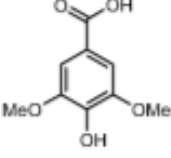
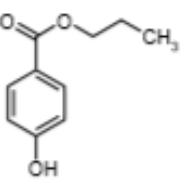
Temel polifenol sınıfları içeriğinden biri olan flavonoidler; önemli antioksidan olup 13 alt sınıftan oluşmaktadır. Bu sınıflar; kalkonlar, dihidrokalkonlar, auronlar, flavonlar, flavonoller, dihidroflavonoller, flavanonlar, flavanoller, flavandioller, antosiyaninler, izoflavonoidler, proantosiyadinler (taninler) ve biflavonoid olmaktadır (Bravo, 1998). Bir kısım flavonoidlerin iskelet yapısı ile taşıdıkları substituentler Tablo 1.4’de verilmektedir.

Tablo 1.4. Flavonoidlerin genel karbon iskeletleri ve taşıdıkları substituentler (Sarıkaya, 2009)

Flavonoid	R₁	R₂	R₃	R₄
Luteonil	H	H	OH	OH
Luteonil-7-O-glukozit	H	glc	OH	OH
Kamferol-3-O-soforozit	O-soph	H	H	OH
Küersetin-3-O-galokozit	O-gal	H	OH	OH
Galaegin	OH	H	H	H
Küersetin-4'-O-glukozit	OH	H	OH	O-glc
Kamferol	OH	H	H	OH
Küersetin	OH	H	OH	OH

Sinnamik ve kafeik asitlerin bulunduğu basit fenol ve fenolik bileşikler grubu bir tane fenolik halka bulunduran biyoaktif bileşiklerdir. Hidroksillenmiş fenol grubunda ise katekol ve piragallol içermektedir. Tablo 1.5’de fenolik asitlerin formülleri verilmektedir.

Tablo 1.5. HPLC analizlerinde kullanılan fenolik asitler ve formülleri

Fenolik Asidin İsmi	Formülü	Fenolik Asidin İsmi	Formülü
Gallik asit		<i>p</i> -Kumarik asit	
Protokateşik asit		Ferulik asit	
<i>p</i> -Hidroksibenzoik asit		<i>o</i> -Kumarik asit	
Vanillik asit		<i>trans</i> -Sinnamik asit	
Klorojenik asit		Kafeik asit	
Şiringik Asit		Propil Paraben	

1.12. Önceki Çalışmalar

Fonksiyonel gıdalar üzerinde yapılan çalışmalar ile birlikte henüz tam bir tanımı olmamaktadır ve dünya genelinde fonksiyonel gıda üzerine çalışmalar devam etmektedir. Türkiye’de Tarım Bakanlığı tarafından onaylı üretimler yapıp Türk Gıda Kodeksi ve

yönetmeliklere uygun yapılmaktadır. Japonya’da birçok üründe FOSHU logosu ile fonksiyonel gıda ve içecekler üretilmiştir. Avrupa’da spor ve enerji içeceklerinde daha çok tercih edilmektedir. ABD’de gıda pazarlarında çoğu ürün sağlık ve tıbbi ürünler satışa sunulmaktadır.

Fonksiyonel gıdalar sağlığa fayda sağlaması, hastalıklara karşı direnç sağlaması yönünden ve bilim adamları ile beslenme uzmanları tarafından yapılan çalışmalar sonucunda bu gıdalara olan ilgide artış gözlenmiştir (Wildman, 2001). Araştırmacılar gıda alanında en çok fonksiyonel gıdalar üzerine çalışmalar yapıldığını belirtmiştir. Nütrasötik ve fonksiyonel gıda sıkça birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. Nütrasötik hastalık tedavilerinde ve önleminde; toksik olmayan olarak bilinirken; fonksiyonel gıda hastalık riskini minimuma düşüren, sağlık açısından olumlu etkisi olan besinler olarak adlandırılmaktadır (Dillard ve German, 2000).

2007 yılında yapılan çalışmalarda fonksiyonel gıdalar ile ilgili harcamalar %17.9 oranlarında artış gözlenmiş ve yoğurt, makarna, meyve suyu haricinde bütün fonksiyonel gıda ürünlerinin üretimi için yapılan harcamalarda artışlar gözlenip en fazla artış %70.6 oranında olan enerji içecekleri, %60.9 oranında bisküvi ve %46.6 ile ekmekte olduğu belirtilmiştir.

Laktik asit bakterileri, fermente ürün oluşturması, fermantasyon işlemlerinde minimum işlem görmesi , kimyasal koruyucu içermemesi ile birlikte muhafaza yönteminde ve fonksiyonel özellikte fermente ürün oluşturmasıyla önemlidir (Hancıoğlu ve Karapınar, 1998; Çınar ve Dayısoylu, 2005).

Tahıllar içeriğinde çözünebilir lif bulmasıyla beraber probiyotik laktik asit bakterileri ve bifidobakteriler yönünden prebiyotik aktiviteye sahip fonksiyonel bir gıdadır. Tahılların içeriğindeki serbest ve esterifiye fenolik asitler sağlık açısından önemli bir fayda sağlamaktadır. Asitli ortam ve enzimatik hidroliz, buğday içeriğindeki fenoliklerin aktivitelerinde ve çözünürlüklerinde artış olduğu gözlenmiştir (Ötles ve Cagindi, 2006; Elgün ve Demir, 2008; Meral, 2011).

Bitkisel nütrasonik olan yeşil çay hakkında denenmiş bir çalışmada izole edilip elde edilen çay kateşinleri ve teaflavinlerin antiviral, antibakteriyal ve ağız kokusunu önleyen, ağız dedorantı özelliği olduğu tespit edilmiştir (Packer vd., 1979).

Doğal fonksiyonel gıda olan sarımsak eski çağlardan beri ilaç ve gıda olarak tüketilmektedir. Hayvanlar üzerinde ve klinik çalışmalar neticesinde damar sertliğinde tedavi edici olması, tansiyon düşürücü, LDL(Low Density Lipoproteins) kolesterolünü

düşürücü etkisi olduğu ve sindirim sistemi rahatsızlıklarını önleyici etkisi olduğu tespit edilmiştir (Hasler, 2000; Robbers ve Tyler, 2000).

Yapılan bir araştırmada fonksiyonel gıda özelliğinde olan doğal meyve ve sebzeleri tüketen tüketicilerde daha az tüketenlere oranla kanser riskinin daha düşük olduğu gözlenmiştir (Block vd., 1992). Örneğin soya hakkında yapılan bir deneyde meta-analizi değerleri yüksek kolesterolde (%9.3), LDL kolesterolde (%12.9) ve trigliseritlerde (%10.5) azalma tespit edilmiştir, HDL kolesterolünde ise az ama artış (%2.4) gözlenmiştir. Soyadaki bu kolesterol düşürücü etkisi izoflavonlara yani antikansorejenler tespit edilmiştir (Hasler, 1998).

Urala ve Lahteenmaki (2004) , Fillandiya’da gönüllü tüketiciler ile yapılan çalışmada yaşları 15 ile 74 aralığında olan ve %58’si kadın, %42’si erkek olmak üzere 1158 kişi gönüllü olmuştur. Çalışma sonucunda fonksiyonel besin tüketiminin oluşmasının en önemli nedeni olarak sağlığa yararlı olması tespit edilmiştir.

Cohen ve Stanford., (2000), King County’de sebep sonuç ilişkisine dayanarak yapmış olduğu laboratuvar çalışmasıyla 65 yaş altındaki erkeklerde yaş değişkenliğini dikkat ederek 628 (deney grubu) yeni prostat teşhisi konulmuş erkekler ve 602 (kontrol grubu) hasta teşhis edilmiştir. Teşhisten 3 ile 5 yıl önceki ürün tüketimleri anketlerle sorularak ve meyve tüketim sıklıkları öğrenilerek prostat kanseri arasında ilişki olmadığı tespit edilip ancak sebze tüketimi özellikle çiçekli sebzelerin prostat kanseri ile bağlantısı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar neticesinde çiçekli sebze tüketiminin prostat kanserini azaltıcı özelliği olduğu tespit edilmiştir.

Terry (2001), balık tüketimiyle prostat kanseri arasındaki ilişkiyi 6272 İsveçli risk taşıyanlarda inceleme yapmıştır. 30 yıl bir süre içerisinde diyetlerdeki balık tüketimindeki artışıyla, risk taşıyan tüketicilerin prostat kanserinde azalış gözlenmiştir. Balık tüketmeyen erkekler, düzenli olarak balık tüketen erkeklere kıyasla prostat kanseri olma oranının daha çok olabileceği kanıtlanmıştır.

Yücecan (2001), probiyotik ve prebiyotik içerikli sütleri tüketen tüketicilerin, tüketim nedenleri incelenip, sağlık üzerindeki etkisi değerlendirilerek Ankara, İstanbul Samsun’da yaşayan 359(%79.8) kadın, 91(%20.2) erkek ile anket tekniği ile çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın neticesinde bu ürünleri daha çok eğitim düzeyindeki insanların tükettiği tespit edilmiştir. Tercih edilmesinin en çok sebebi ise hastalıklara karşı direnç kazanma isteğidir.

Sunay vd. (2003), bal üzerinde nem miktarı ile yaptıkları bir çalışmada çiçek balında %16.10-21.53, ortalama %18.31, salgı ballarında ise %16.00-19.50, ortalama %17.62 olarak tespit etmişlerdir. Bal Tebliği (Anonim 2002) ve TS 3036'da (Anonim 2002) bal içeriğinde nem miktarını %20'den fazla olmaması gerektiğini belirtmiştir.

Akyüz vd. (1995) yaptığı bir çalışmada çiçek balında asitlik incelediklerinde 24.61 meq/kg değerinde tespit edilmiştir. Bal Tebliği (Anonim 2005) ve TS 3036'ya (Anonim 2002) göre bal içeriğinde asitlik 40 meq/kg'dan fazla olmaması gerektiğini tespit edilmiştir.

1.13. Çalışmanın Amacı

Gelişen teknoloji, kültür değişimleri gibi nedenlerle birlikte hayatımızda sağlık, beslenme ve yaşam konusunda değişimler oluşmaktadır. Tüketicilerin daha bilinçli olmasıyla tüketilen gıdalarda tat, lezzet ve görünüş arayışı ile beraberinde sağlık açısından yararlı, doğal veya ürünlere katılan katkıları ile vücudumuza yarar sağlayan gıdalar daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Bununla birlikte gıda bilimcileri araştırmalar sonucunda fonksiyonel gıdaları bulmuştur. Fonksiyonel gıda denilince doğal ürün, bir veya birden fazla bileşik ürüne katılıp ya da çıkarılarak sağlanan ürünler akla gelmektedir. Bal genellikle kahvaltıda tükettiğimiz ve başka gıda ürünlerine de katılarak tad, aroma ve ürünü daha kaliteli hale getiren gıdadır. Eski çağlardan beri yapılan çalışmalarda da balın bir çok faydası olduğu belirtilmiş doğal bir üründür.

Bu tezin amacı bal, propolis, arı sütü, civanperçemi ve ekinezya otlarının karışımı ile fonksiyonel bir gıda üretilerek bunu tüketiciye sunmak ve bu ürünün fizikokimyasal, biyokimyasal ve antimikrobiyal özelliklerini incelemektir.

1.14. Çalışmanın Kapsamı

Ülkemizde kolaylıkla bulunan bal kahvaltılarda doğal olarak veya gıda ürünlerine katılarak tüketilmektedir. Balı zenginleştirerek günlük ve her yaşın tüketebileceği bir ürün haline getirilerek hastalıklara karşı dirençli veya hastalıklarda doğal bir ürün olarak tüketilebilecek bir gıda oluşturmaktır. Bal, arı sütü, propolis, civanperçemi ve ekinezya otları doğal ürünler olup her biri ayrı ve birçok fonksiyonellik özelliği bulunan ürünlerdir.

Fonksiyonel gıdalar hiç bir işleme uğratılmamış natürel bir besin ögesi ya da fonksiyonel bir besin maddesiyle zenginleştirilmiş ürün olup ve günlük diyetle tüketilebilmektedir. Fonksiyonel gıda ürünleri her gün yenilebilir ve içilebilir gıda maddeleri, gıda son ürünleri veya ekstraktlarıdır ve ilaçtan farklı kalan önemli özelliği de budur. Bu çalışmanın kapsamı fonksiyonel gıdanın üretimi ve özelliklerinin incelenmesidir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Ürünün Hazırlanması

Bal	% 64.1
Propolis	% 16.0
Arı Sütü	% 13.2
Ekinezya	% 4.90
Civanperçemi	% 1.80

Üste verilen % miktarlarda her bir içeriğe giren maddelerden tartımları yapılarak 4 kg ürün hazırlandı. Bal olarak kestane balı kullanıldı. Propolisin gıda saflığında etil alkolde çözünmüş kısmı kullanıldı. Ekinezya ve Civanperçemi bitkileri öğütülerek 345 mikron elekten geçirilen kısımları kullanıldı. Karışım 4 kg'lık ev tipi yoğurma makinasında homojen hale getirilinceye kadar karıştırıldı. Analizleri yapılmaya kadar + 4 °C ' de saklandı. Üretim esnasında Tabib Gıda - Tabib Gıda Doğal Ürünler Kozmetik Arıcılık Araştırma Geliştirme San.Tic.Ltd.Şti. firmasından destek alındı.

2.2. Bal ve Üretilen Ürünlerde Yapılan Analizler

Nem % (m/m), Protein % (m/m) , Kül % (m/m), Şeker % (m/m), HMF, pH, asitlik (SSA cin.), Antioksidan, Mineral (mg/kg), Antimikrobiyal, Uçucu bileşenler, Prolin, Diastaz sayısı, İletkenlik, Suda Çözünmeyen Katı Madde , Reolojik analizler, Renk.

2.2.1. Nem Analizi

Analiz numunesi olarak hazırlanan bal numunesi 10 g, 100 ml'lik bir behere 0,01 g hassasiyetle tartıldı. Üzerine bir miktar damıtık sıcak su ilave edilip ve cam bagetle iyice çözünmesi temin edildi, soğuduktan sonra 200 ml'lik ölçülü balona beherde bakiye kalmayacak şekilde aktarıldı ve işaret çizgisine gelinceye kadar saf su ile tamamlandı.

Çözelti katlamalı ve kütlesi belli süzgeç kağıdından süzüldü. Süzüntü 20°C'da Refraktometre de okundu. Süzgeç kağıdı üzerinde kalan bakiye 130°C'lik kurutma dolabında sabit tartıma gelinceye kadar kurutuldu ve tartıldı.

$$\text{Nem(\%)} = 100 - (\text{Suda Çözünür Kuru Madde (\%)} + \text{Suda Çözünmeyen Katı Madde(\%)}) \quad (2.1)$$

Bu değer seyreltme faktörü (20) ile çarpılarak numunedeki suda çözünür katı madde miktarı bulundu. Bulunan değerden süzgeç kağıdının kütlesi çıkartılarak 10 g analiz numunesinde suda çözünmeyen katı madde miktarı bulundu.

2.2.2. Protein Analizi

Homojenize edilmiş 1 gr numune kuru Kjeldahl balonuna kondu. Üzerine 1 adet katalizör eklendi. 20 ml derişik H₂SO₄ yavaş şekilde ilave edildi. Kaynama taşı ya da cam boncuk atılarak hazırlanan Kjeldahl balonu yakma setine yerleştirildi. Önce 200–250 °C'de 15 dakika daha sonra 350–380 °C'de 30–45 dakika siyah nokta kalmayana denk yakılma işlemi yapıldı (yakma sonunda renk sarımsı yeşildir). Kjeldahl balonu soğutulduktan sonra 150–200 ml saf su ilave edildi, balon döndürülerek eklendi. Destilasyon (damıtma) işlemi Kjeldahl balonundaki çözelti damıtma düzeneğine aktarıldı. Daha sonra 75 ml % 40'lık NaOH çözeltisi eklendi. 500 ml'lik erlene 50 ml % 2'lik H₃BO₄ çözeltisi ve üzerine 5–6 damla indikatör kondu. Erlen soğutucunun altına ve soğutucunun ucu H₃BO₄ çözeltisine sadece bir kaç ml girecek şekilde yerleştirildi. 10–20 dakika kadar yaklaşık 150 ml damıtık toplanacak kadar damıtma yapıldı. Damıtma sonucunda mavi-mor renkli borik asit çözeltisi yeşil renge döndü. 0.1 N HCl ile titre edildi (TS 1620).

2.2.3. Kül Miktarı Tayini

Porselen kapsül, kül fırınında yaklaşık 2 saat tutuldu. 200 °C civarında soğuduktan sonra desikatöre alındı. Kül tayini için 2 g (0.0001 g hassasiyetinde) numune krozelere tartıldı. Bek alevinde duman çıkmayınca kadar ön yakma yapıldı. Kül fırınında 525±10 °C 'da beyaz veya kül rengi alıp sabit tartıma gelinceye kadar yakıldı, desikatörde 20

dakika bekletildikten sonra hemen tartıldı, kapsülün darası çıkarıldıktan sonra kül miktarı bulundu (TS 2131).

2.2.4. Toplam Şeker, Glikoz, Früktoz ve Sakaroz Tayini

Toplam şeker, glikoz, früktoz ve sakkaroz analizleri IHC 2009’a göre yapılmıştır. 250x4.6 mm ebadında, 5–7 mikron çapında amin gruplu modifiye edilmiş silikajel içermelidir. Analizlere başlamadan önce bütün şekerlerin ayrımının yapıldığının kontrol edilmesi gerekir. Tespit edilecek her şeker türü aşağıda gösterilen miktarlarda tartılarak yaklaşık 40 ml suda çözülür ve 100 ml balon jojeye konur. Balon jojeye 25 ml metanol ilave edilip hacmi 100 ml’ ye tamamlandı.

Fruktoz : 2.0000 g

Glukoz : 1.5000 g

Sakaroz : 0.2500 g

Standart çözeltiler, buzdolabında 4 °C de 4 hafta, - 18 °C de 6 ay kadar muhafaza edilebilirler. Temsili deney numunesinden 5 g cam behere tartıldı. 40 ml damıtık suda ısıtılmadan çözülür. İçinde daha önceden 25 ml Metanol bulunan balon jojeye aktarıldı. Çözelti membran filtreden süzülür ve viallere aktarıldı. HPLC-RID cihazında analizi yapıldı.

2.2.5. pH Analizi

20 gr numuneye 50 mL saf su ilave edilip homojen hale getirilinceye kadar homojenizatörde işleme tabi tutuldu. pH metre cihazının kalibrasyonu 4:00 ve 7:00 tampon çözeltilerle yapıldı. Cihaz elektrodu homojen hale getirilmiş numuneye daldırıldı. Okuma 20±2 °C de yapıldı (TS 1728 ISO 1842).

2.2.6. Asitlik Tayini

Bal numunesinden, yaklaşık 10 g, 0,01 g yaklaşımla tartılarak 250 mL’lik temiz ve kuru bir erlen de tartılır. Üzerine 75 mL su eklenip erlenin ağzı kapatılıp iyice karıştırılarak

bal çözülür. Çözeltiye 4 - 6 damla fenolftalein çözeltisi damlatıldıktan sonra, bir büretten akıtılan standard sodyum hidroksit çözeltisi ile eşdeğerlik noktasına kadar titre edilir. Eşdeğerlik noktasında, fenolftaleinin kırmızı rengi en az 15 saniye kaybolmadan kalmalıdır. Titrasyonda harcanan standard sodyum hidroksit çözeltisi hacmi (V_t) kaydedilir.

Başka bir erlende bir şahit deney yapılarak, titrasyonda kullanılan suyun ve indikatörün harcayabileceği standard sodyum hidroksit çözeltisi hacmi (V_o) okunur. V_t 'den V_o çıkarılarak, balda mevcut asitler için harcanan sodyum hidroksit çözeltisi hacmi (V) bulunur. Numunenin asitliği (A), milieşdeğer mmol/kg olarak, aşağıdaki ifade ile hesaplanır:

$$m \times V \times 1000M = A \quad (2.2)$$

Bu eşitlikte;

M ; Standard sodyum hidroksit zeltisinin molaritesi, (mmol/mL),

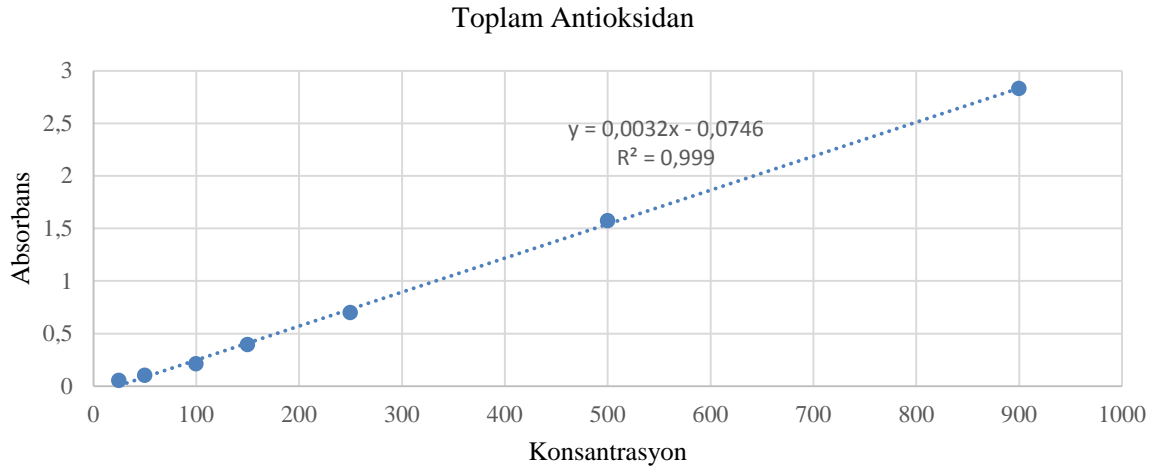
V ; Deneyde, balda mevcut asitler için harcanan sodyum hidroksit zeltisi hacmi, (mL),

m ; Deneyde kullanılan bal numunesinin kütlesi (g)'dir.

2.2.7. Antioksidan

2.2.7.1. Toplam Antioksidan Madde İçeriği

500 μ L fonksiyonel ürün alınarak üzerine 2500 μ L deiyonize su ilave edilir. Karışımın üzerine 1000 μ L molybdate eklendi. Ardından karışım vortekslenir ve 90 dakika 95 °C su banyosunda ağızları kapalı biçimde inkübe edilir ve süre bittikten sonra su banyosundan alınarak oda şartlarında oda sıcaklığına düşene kadar bekletildi. Kör olarak fonksiyonel ürün yerine 500 μ L saf su kullanıldı. Elde edilen reaksiyon karışımlarının absorbanı 695 nm Spektrofotometre okundu. Standartlardan 500 μ L alınıp aynı işlemler tekrarlandı. Fonksiyonel üründe toplam antioksidan madde miktarları; Askorbik asidin (25, 50, 100, 150, 250, 500 ve 900 μ g/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam antioksidan mg AA Eşdeğeri/ L olarak tespit edilmiştir (Kasangana, 2015). Toplam antioksidan analizi kalibrasyon eğrisi Şekil 2.1' de verilmiştir.



Şekil 2.1. Toplam antioksidan analizi kalibrasyon eğrisi

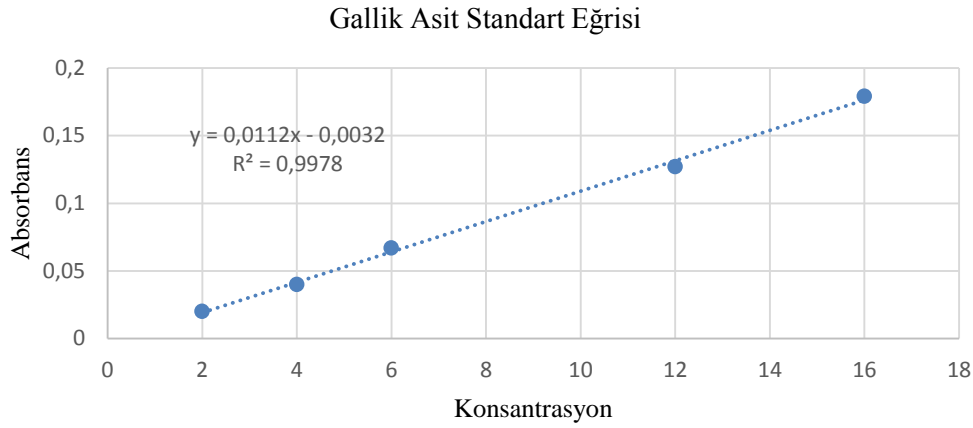
$$C = (((Abs + 0.0746) / 0.0032)) \times 2 \quad (2.3)$$

Bu eşitlikte;

C; Konsantrasyon mg AA Eşdeğeri/ L

2.2.7.2. Toplam Fenolik Madde İçeriği

300 µL fonksiyonel ürün alınarak üzerine 3.4 ml deiyonize su ilave edildi. Karışıma 0.5 mL metanol ve ardından 200 µL folin–ciocalteus reaktifi ilave edilir. Karışım vortekslenir, 10 dakika oda şartlarında inkübe edildikten sonra üzerine 600 µL %10'luk Na₂CO₃ çözeltisi eklendi. Son karışım tekrar vortekslelendikten sonra 120 dakika oda şartlarında karanlıkta inkübe edilip inkübasyon süresinin sonunda karışımın 760 nm deki absorbansı okundu. Kör olarak 3.7 mL su 500 µL metanol +100 µL folin–ciocalteus reaktifi + 600 µL Na₂CO₃ karışımı kullanıldı. Fonksiyonel ürün fenolik madde miktarları; gallik asidin (20, 40, 60, 80, 120 ve 160 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam fenolik mg GA Eşdeğeri/ L olarak ifade edilmiştir (Kasangana, 2015). Toplam fenolik madde analizi kalibrasyon eğrisi aşağıda Şekil 2.2 'de verilmiştir.



Şekil 2.2 . Toplam fenolik madde analizi kalibrasyon eğrisi

$$C = (((Abs + 0.0032) / 0.0112)) \times 10 \quad (2.4)$$

Bu eşitlikte;

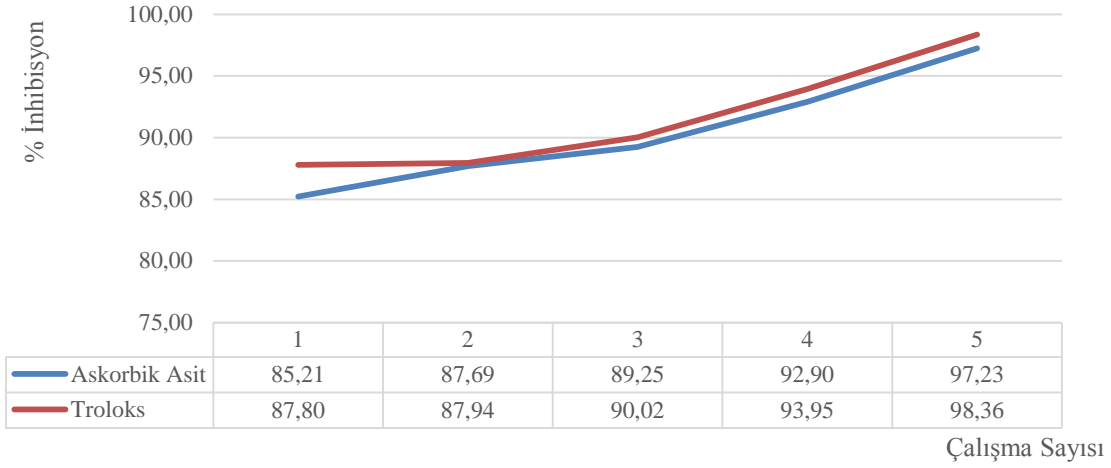
C; Konsantrasyon mg GA Eşdeğeri/ L

2.2.7.3. DPPH Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini

100 µL fonksiyonel üründen alınarak 3000 µL DPPH çalışma çözeltinin ilave edilir. Karışım vortekslenir 30 dk beklendi. Elde edilen çözelti sonra 517 nm’de Spektrofotometre absorbansı okundu. Kör olarak 100 µL metanol kullanıldı. Standartlardan (Askorbik asit ve Troloks) 100 µL alınıp aynı işlemler yapıldı. Sirke örneklerinde DPPH radikal temizleme miktarları, aşağıdaki şekilde hesaplandı (Ahmed vd., 2015).

$$\% \text{İnhibisyon Kapasite} = (((Ac - As) / Ac)) \times 100 \quad (2.5)$$

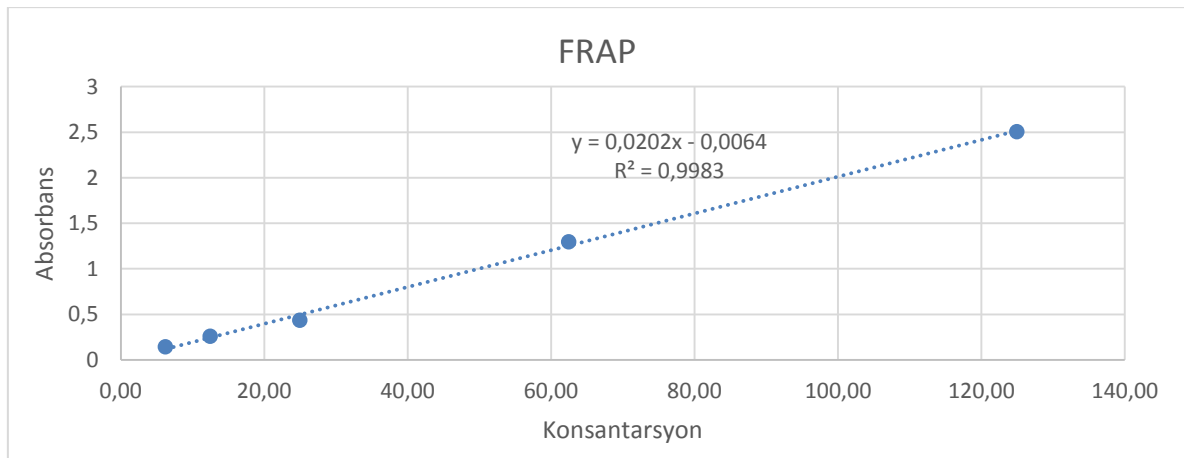
Hesaplamalar üsteki görüldüğü biçimde yapılmıştır. % İnhibisyon kapasite grafiği Şekil 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2.3. AA ve Troluks standartları DPPH % İnhibisyon grafiği

2.2.7.4. Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi

250 µL fonksiyonel örnekten alınarak 2750 µL FRAP çözeltisi ilave edilir. Karışım vortekslenir ve 30 dk beklenir. Kör olarak 250 µL saf su kullanıldı. Standartlardan 250 µL alınıp aynı işlemler yapıldı. Sirke örneklerinde toplam flavanoid madde miktarları; AA (6.2, 12.50, 25.00, 62.50 ve 125.00 µl/ml) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi mg AA Eşdeğeri/ L sirke olarak tespit edilmiştir. Toplam demir indirgeme antioksidan kapasitesi Şekil 2.4' de verilmiştir (Ahmed vd. 2015).

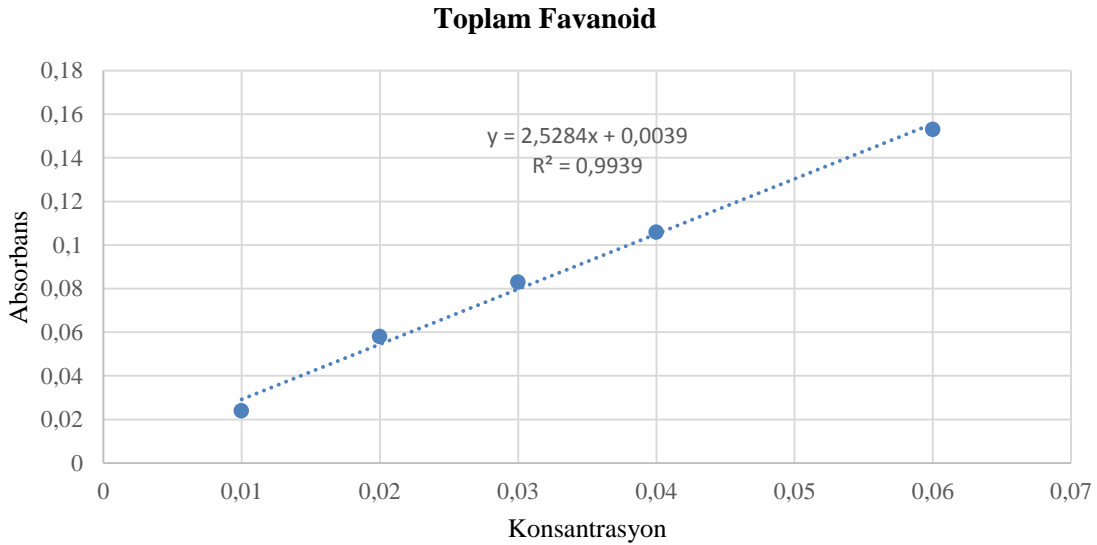


Şekil 2.4. Toplam Demir İndirgeme Antioksidan Kapasitesi

$$C = (((Abs + 0.0064) / 0.0202)) \times 2 \quad (2.6)$$

2.2.7.5. Toplam Flavanoid Madde İçeriği

500 µL fonksiyonel üründen alınarak 3200 µL metanol (% 30 v/v) ilave edilir. Karışım vortekslenir ve üzerine 0.5 M Sodyumnitrit çözeltisinden 150 µL ilave edilerek ardından 150 µL 0.3 M Alüminyumklorür ilave edildi. 5 dk beklendi. 1 ml 1 M NaOH çözeltisi ilave edildi. Karışım tekrar vortekslenir 10 dk beklendikten sonra 506 nm’de spektrofotometerde absorbası okundu. Kör olarak 500 µL saf su kullanıldı. Standartlardan 500 µL alınıp aynı işlemler yapıldı. Örneğin toplam flavanoid madde miktarları; Qercetin (Etanol çözöldü) (25, 50, 100, 200, ve 400 µg/mL) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak toplam flavanoid mg Kateşin Eşdeğeri/ L olarak tespit edilmiştir. Toplam antioksidan analizi kalibrasyon eğrisi Şekil 2.5’ de verildi (Ahmed vd. 2015).



Şekil 2.5. Toplam flavanoid analizi kalibrasyon eğrisi

$$C = (((Abs - 0.0039) / 2.5284)) \times 2 \quad (2.7)$$

2.2.8. Mineral Analizi

Yaklaşık 2.0 g örneği daha önce 550 °C’de kurutulup, soğutulan ve darası alınan krozelere tartıldı. Kroze etüve kondu. 105 °C’lik etüvde 1–2 saat kurutuldu. Kurutulan örnek kül fırınına alındı ve 500–550 °C’lerde beyazlaşınca kadar yakıldı. Kül fırınından alınan kroze üzerine birkaç damla hidrojen peroksit (H₂O₂) damlatıldı. Krozelerde kalan kalıntı % 20 HNO₃ ile çözülerek hacimleri 50 ml’ tamamlandı. ICP-MS cihazında okuması yapıldı. Aynı şekilde numuneler 0.45 mikron filtreden geçirilerek okuması yapıldı (NMKL 170 ve NMKL 161).

2.2.9. Antimikrobiyal Analiz

Bitkilerden elde edilecek uçucu yağların antimikrobiyal aktivite tayini agar difüzyon yöntemi ile 10 farklı mikroorganizmaya karşı belirlenmiştir (Sağdıç vd., 2002). Antimikrobiyal aktivite tayini için *Aeromonas hydrophila* ATCC 7965, *Bacillus cereus* ATCC 33019, , *Enterobacter cloacea* ATCC 13047, *Escherichia coli* ATCC 11230, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 33150, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, ATCC 17853, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Staphylococcus aureus* ATCC 2592, olmak üzere 8 bakteri ile *Saccharomyces cerevisiae*, ATCC 4126, *Aspergillus niger* ATCC 20611 ve *Aspergillus flavus* ATCC 9807 olmak üzere 3 maya-küf suşu kullanılmıştır.

Antimikrobiyal aktivite için kullanılan bakteriler Nutrient Broth (MERCK, Almanya) içinde 24 saat ilk aktifleştirmeden sonra 18 saatlik ikinci aktifleştirme sonunda, mayalar ise Malt Extract Broth (MERCK, Almanya) içinde 48 saatlik ilk aktifleştirmeden sonra 24 saatlik ikinci aktifleştirmede kullanılmıştır.

Aktifleştirilen bakteriler steril Nutrient Agar’a (MERCK, Almanya) %1 oranında inoküle edilerek petri kaplarına dökülmüş ve donması için bir müddet beklenilmiştir. Benzer şekilde aktifleştirilen maya suşları da steril Malt Extract Agar’a (MERCK, Almanya) %1 oranında inoküle edilerek petri kaplarına yeterli hacimlerde dökülmüştür. Petri kaplarında donan besiyerleri üzerinde 4 mm çaplı kuyucuklar açılarak, farklı konstrasyonlarda hazırlanmış (5000 ppm ve 1000 ppm) bal örnekleri 50 µl olacak şekilde bu kuyucuklara ilave edilmiştir. Bakteriler 36°C’de 24 saat, maya ve küfler ise 25°C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Yeterli süre sonunda besiyeri üzerinde belirlenen zonlar dijital kumpas ile ölçülerek sonuçlar mm olarak verilmiştir.

2.2.10. Prolin Analizi

5 g bal bir beherde tartılır ve kantitatif olarak 100 ml hacimli bir şişeye transfer edilir ve 50 ml suda çözülür. Suyu seyreltip, iyice çalkalandırılır. Tek bir tüpte 0,5 ml numune çözeltisi bir şırınga yardımı ile 0,5 ml su tüpe ve diğer üç tüpe 0,5 ml prolin standart çözeltisi ilave edildi. Daha sonra her tüpe 1 ml formik asit ve 1 ml ninhidrin çözeltisi ilave edildi. Tüpler dikkatlice kapanır ve 15 dk boyunca çalkandırılır. Tüpler 15 dakika 70°C su banyosunda çözelti seviyesinde bekletilir. Beklettikten sonra her tüpe 2 propanol-su çözeltisi eklenir ve kapağı kapatılır. Soğumaya bırakılır ve 510 nm’de absorbans değeri okunur. Baldaki prolin mg/kg cinsinden, aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$\text{Prolin} = (E_s/E_a) \times (E_1/E_2) \times 80 \quad (2.8)$$

Bu eşitlikte;

E_s ; Numune çözeltisinin emiciliği

E_a ; Prolin standart çözeltisinin absorbansı

E_1 ; Standart çözelti için alınan mg prolin

E_2 ; Balın g cinsinden ağırlığıdır.

2.2.11. Diastaz Sayısı Analizi

Ön ısıtma işlemine tabi tutulmuş 10 g bal, tartılır ve uygun bir beherde, (40 - 50) mL kadar damıtık suda çözülür. Karışım, kantitatif olarak 100 mL’ik ölçülü bir balona alınır ve yine su ile işaret çizgisine kadar seyreltilir. Bir seri halinde dizilmiş ve 1’den itibaren numaralanmış 12 ayrı deney tüpüne, Tablo 2.1’de verilen miktarlarda bal çözeltisi, damıtık su ve nişasta + tampon karışımı konularak bütün tüplerdeki karışım hacimlerinin 18 mL olması sağlanır. Tüplerin her biri alt üst edilerek iyice karıştırılır. Sonra, su banyosunun tüp taşıyıcısına sırası bozulmadan yerleştirilir. Su banyosunun sıcaklığı (38 - 40)°C’a ayarlanır ve tüpler bu sıcaklıkta tam 1 saat bekletilir.

Tablo 2.1.Diastaz sayısı tayininde, inkubasyon için alınacak bal çözeltisi ve reaktif hacimleri

Tüp No	Balç özeltisi (mL)	Destile su (mL)	Nişasta+tampon karışımı	Toplam	Eşdeğer diastaz sayısı
1	10.0	5.33	2.67	18.0	1.0
2	10.0	3.3	4.7	18.0	2.5
3	10.0	0	8.0	18.0	5.0
4	7.7	2.3	8.0	18.0	6.5
5	6.0	4.0	8.0	18.0	8.3
6	4.6	5.4	8.0	18.0	10.9
7	3.6	6.6	8.0	18.0	13.9
8	2.8	7.2	8.0	18.0	17.9
9	2.1	7.9	8.0	18.0	23.0
10	1.7	8.3	8.0	18.0	29.4
11	1.3	8.7	8.0	18.0	38.5
12	1.0	9.0	8.0	18.0	50.0

$$\text{Diastaz} = 50/V \quad (2.9)$$

Bu eşitlikte;

V ; Alınan bal çözeltisi hacmidir.

Bir saatlik sürenin sonunda, deney tüpleri su banyosundan çıkarılır ve hemen buzlu suya batırılarak soğutulur. Her tüpe, birer damla 0.1 N iyot çözeltisi damlatıldıktan sonra alt üst edilerek karıştırılır. Tüpler, 1 numaralı olandan itibaren gözle incelenir. Mavilik gözlenen ilk tüp sınır olarak alınır. Bundan bir önceki deney tüpüne karşılık gelen diastaz sayısı Tablo 2.1’den okunur. Bu değer, balın diastaz sayısı olarak kaydedilir.

2.2.12. İletkenlik Analizi

Su taze damıtılmıştır. Potasyum klorür (KCl) çözeltisi (0.1M), 7.4557 g çözündürüp, 130°C’de kurutuldu ve 1000 ml’lik bir şişede damıtılmış su ile tamamlandı. Potasyum

klorür (KCl) 40 ml'sini bir behere aktarıldı. İletkenlik hücrecini iletkenlik ölçere bağlayıp, hücreyi potasyum klorür çözeltisi ile iyice durulayı ve hücreyi çözeltiye batırıp termometre ile sıcaklık 20°C'ye geldikten sonra mS cinsinden okundu. Aşağıdaki fomülü kullanarak bal çözeltisinin elektriksel iletkenliği hesaplanır;

$$S_H = K \cdot G \quad (2.10)$$

Bu eşitlikte;

S_H ; Bal çözeltisinin elektriksel iletkenliği mS.cm⁻¹

K ; Hücre sabiti cm⁻¹

G ; İletkenlik mS

2.2.13. Suda Çözünmeyen Katı Madde Analizi

Baldan 0,01 g yaklaşımla 20 g tartılır ve 250 mL'lik bir kuru behere konur. Deney numunesi üzerine, yaklaşık (40 - 50) mL, 80 °C'a ısıtılmış su konur ve homojenlik sağlanıncaya kadar döndürülerek karıştırılır. Cam kroze, (135 ± 2) °C'a ayarlanmış kurutma dolabında sabit tartıma getirildikten sonra bir desikatörde soğutulur. Krozenin darası, bir analitik terazi ile alınır ve kaydedilir. Belirtildiği şekilde hazırlanan bal çözeltisi, sıcak halde (80 °C) iken, cam krozeden süzülür. Krozede kalan katı, yine 80 °C'a ısıtılmış su ile (5 - 6) defa yıkanır. Her seferinde ilave edilen su krozede kalan katı maddeleri tamamen örtmeli ve bir defada ilave edilen su tamamen süzülmeden ikinci bir ilave yapılmamalıdır. Yıkılarak şekerlerden arındırılmış katı maddelerin bulunduğu kroze, sıcaklığı (135 ± 2) °C'a ayarlanmış kurutma dolabında en az 1 saat tutulur. Bir desikatörde soğutulduktan sonra, yine analitik terazi ile tartılır. Krozenin bilinen darası çıkarılarak suda çözünmeyen katı madde kütlesi (m) kaydedilir. Baldaki suda çözünmeyen katı madde (K.M.), kütlece yüzde olarak, aşağıdaki ifade ile hesaplanır:

$$K.M = (100 \times m) / m_0 \quad (2.11)$$

Bu eşitlikte;

$K.M$; Suda çözünmeyen katı madde yüzdesi,

m ; Bulunan katı madde kütlesi, (g),

m_0 ; Deney numunesi kütlesi, (g)'dir.

2.2.14. Reoloji Analizi

Örneklerin viskozitelerinin farklı sıcaklıklarda belirlenmesi için akış davranışı analizleri reometre cihazı (Anton Paar MCR 102, Thermo Scientific, Germany) ile gerçekleştirilmiştir. Akış davranış grafiklerinin oluşturulması için örnekler sabit sıcaklıkta (15, 25 ve 35 °C) reometre plakası (çap 35 mm, aralık 1.000 mm) üzerine yerleştirilmiştir. 0-100 s⁻¹ kayma hızı aralığında kayma gerilimi ölçülerek akış davranış grafikleri elde edilmiştir. Elde edilen veriler ve grafikler kullanılarak örneklerin görünür viskozite değerleri 50 s⁻¹ kayma hızında belirlendi.

2.2.15. HMF (Hidroksimetilfurfural) Analizi

HMF tayini; TS6178 ISO7466'e göre (Meyve ve sebze ürünleri-5-Hidroksimetilfurfural (5- HMF) içeriğinin tayini) yapıldı.

Mobil faz: 90-10 (Su-Methanol)

Akış Hızı: 1ml/dakika

Dalga Boyu: 285nm

Bütün numuneler homojen bir hale getirildi. Fonksiyonel örnek karıştırıcıda tamamen parçalandı. Numune hazırlamada belirtilen şekilde hazırlanmış: 5 g numune tartılarak 50 ml balon jojeye kondu 25 ml saf su ilave edilerek numunenin çözülmesi sağlandı. HMF'nin bozulmasını önlemek amacıyla 0.5 ml Karrez I ve 0.5 Karrez II ml çözeltileri ilave edildi. Huni yardımıyla hazırlanan örnek süzüldü. Çözelti 0.45 mikronluk filtreden geçilerek viallere alınır ve şartlanmış olan HPLC sistemine enjekte edilir. Kalibrasyon eğrisinin hazırlanmasında 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 ve 12.0 mg/L HMF standartı kullanıldı.

2.2.16. Renk Analizi

Renk analizi, numunelerde herhangi bir seyreltme işlemi yapılmaksızın doğrudan MINOLTA CR-300 (Minolta Osaka, Japan) renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiş ve parlaklık değeri olan L* ile renk koordinatları olan a* ve b* değerleri saptanmıştır.

Kolorimetre cihazı her ölçümden önce kalibrasyonu için $L = 97.96$, $a = 0.08$ ve $b = 1.78$ beyaz fayans kullanıldı. Parlaklık değeri olan L^* (aydınlık/karanlık) ile a^* (kırmızı/yeşil) ve b^* (sarı/mavi) renk koordinatlarının değerleri belirlenmiştir. ΔL : parlaklık farkı ($L - L_0$), Δa : Kırmızılık farkı ($a - a_0$), Δb sarılık farkı ($b - b_0$) olup $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$ ΔE renk farkının tekli olarak ifadesidir. Renk analizi için yaklaşık 20 ml sirke örneği, ışık kaynağının önündeki numune kabına yerleştirildi (Quek vd., 2007).

2.2.17. Uçucu Bileşiklerin Tayini

Bu çalışmada üretilen ürünün aroma bileşikleri analizleri modifiye edilmiş cleveger cihazı kullanıldı. 50 g örnek 1000 mL altı yuvarlak balano tartıldı ve 500 mL saf su ilave edildi. Aparatın toplama kısmına 2 mL n-hekzan kondu. 4 saat boyunca kısık sıcaklıkta ısıtıldı. Analiz Agilent marka 5975 GC- MS dedektörlü GC-MS cihazında yapıldı. GC metodu; sinyallerin en uygun ayrımı sağlayacak şekilde deneme yanılma tekniği ile geliştirildi. Cihazsal şartlar aşağıda şekilde gerçekleştirildi. GC fırın başlangıç sıcaklığı 50 °C olarak ayarlandı. 4 °C/dakika ısıtma hızı ile 170 °C'ye ısıtıldı. 2 °C/dakika ısıtma hızı ile 205 °C'ye çıkılarak bu sıcaklıkta 5 dakika bekletildi. Son aşamada 5 °C/dakika ısıtma hızı ile 260 °C'ye çıkıldı ve 2 dakika bekletildi (toplam analiz süresi 70 dakika). Enjeksiyon hacmi 1 mL, taşıyıcı gaz: helyum (1 mL/dakika), split oranı 10:1 enjeksiyon port sıcaklığı: 250 °C olarak ayarlandı. Analizde 30 m x 0.25 mm ID, 0.2 µm HP-5MS kapiler kolon kullanıldı. MS parametreleri; iyon kaynağı enerjisi ve sıcaklığı sırasıyla 70 eV ve 250 °C olarak ve quadrupol sıcaklığı 220 °C olarak ayarlandı. Analizde 45 ve 400 m/z oranlı kütle parçacıkları dedekte edildi. Uçucu bileşenlerin tanımlanmasında NIST ve Willey kütüphanelerinden yararlanıldı.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Analiz Sonuçları

Üretilen ürünle ilgili Türk Gıda Kodeksi Bal tebliğinde (TGK 2012/58) yer alan (Nem, sakkaroz, glikoz, früktoz, früktoz+glikoz, früktoz/glikoz oranı, elektriksel iletkenlik, diastas sayısı, toplam asitlik, HMF, suda çözünmeyen madde, prolin) analizler yapıldı. Elde edilen ürünün antioksidan kapasite analizlerinden, Toplam antioksidan kapasite (TAK), toplama fenolik kapasite (TFK), toplam flavaoid kapasite (TFLK), toplam radikal süpürücü kapasite yöntemi (DPPH), Troloks eşiti antioksidan kapasite (ABTS) yöntemi yapıldı. Mineral analizleri, renk analizi, aroma analizi, kimyasal analizlerden protein, kül, pH analizleri yapıldı. Elde etmiş olduğum ürünün reometrede vizkozite analizi yapıldı. Kontrol örneği olarak kestane balı kullanıldı.

Tablo 3.1. Kestane balı ve üretilen ürünün bal tebliğine göre yapılan analizleri

	Kestane Balı	Üretilen ürünün	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği	*Uygunluk
		Analiz sonuçları	Kriterleri	Değerlendirmesi
Nem % m/m	18.99 ± 0.98	19.98 ± 1.54	≤ % 20	Uygun
Sakkaroz % m/m	3.38 ± 0.38	0.27 ± 0.17	≤ % 5	Uygun
Fruktoz % m/m	38.25 ± 1.65	34.33 ± 0.57	-	Uygun
Glukoz % m/m	29.91 ± 1.79	28.53 ± 0.33	-	Uygun
Fruktoz+Glukoz	68.16 ± 3.76	63.13 ± 0.93	≥ % 60	Uygun
Fruktoz/Glukoz	1.27 ± 0.54	1.20 ± 0.01	1.0 – 1.4	Uygun
Suda çözünmeyen Madde % m/m	0.01 ± 0.002	Kestane 1.2 – 1.85 7.61 ± 0.38	≤ % 0.1	Uygun
Serbest asitlik %m/m	36.82 ± 2.43	102.43 ± 6.52	≤ 50 meg/kg	Uygun
Elektrik İletkenliği mS/cm	1.32 ± 0.13	1165.67 ± 25.93 Kestane ≥ 0.8 mS/cm	≤ 0.8 mS/cm	Uygun
Diastaz sayısı	29.40 ± 4.51	27.26 ± 3.69	≥ 8	Uygun
HMF mg/kg	17.79 ± 2.88	34.99 ± 3.81	≤ 40 mg/kg	Uygun
Prolin miktarı mg/kg	518.08 ± 25.43	964.68 ± 35.39	≥ 300 mg/kg	Uygun

*Kestane balının TGK 2012/58' ye göre uygunluk değerlendirmesi yapıldı

3.2. Nem Analiz Sonucu

Balın nem miktarı, balın olgunlaşması esnasında, iklim koşullarına, balın kaynağı olan nektara, balın peteklerden alındıkdıktan sonra depolama koşullarına bağı olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle, balın nem oranı ile ilgili olarak Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde çiçek ve salğı balları için (Tebliğ No: 2012/58) $\leq \% 20$ olarak, Fırıncılık balları için $\leq \% 23$ verilmiştir. Baldaki nem miktarı, mevcut olan tüm balların raf ömür uzunluğu bakımında önemli bir parametredir. Balın nem miktarı, bulunmuş olduğı ortama ve balın işlenmesi sırasındaki süreye bağı olarak yıldan yıla farklılık göstermektedir.

Aynı zamanda balın çeşidinede bağıdır. Yüksek nem oranı, bazı ballarda kristalleşmeyi hızlandırabilir ve fermantasyona sebep olarak mayaların gelişmesini sağlayacak şekilde su aktivitesinde bir artış oluşturabilir. Nem içeriğı yüksek olan ballarda fermantasyona olayı görülür. Nem içeriğinin düşük olduğı ballarda ise glukozun kristalleşmesi ve balda granül yapı oluşması gibi değışiklikler ortaya çıkabilir. Kaliteyi etkilediğı için balda nem düzeyi TKG 2012/58' de sınırlandırılmıştır (Ötleş, 1995; Tolon, 1999; Şahinler vd., 2001; Kaplan, 2014). Nem, balın kalitesi hakkında bilgi veren en önemli parametrelerdendir (Messallam ve El Shaarawy, 1987). Baldaki nem miktarının yüksek olması, hem bozulmaya hem de kristalizasyona sebep olur, bu durumda balın raf ömrünü azaltmaktadır (Tosi vd., 2002; Çiftçi, 2018). Konya'da yapılmış olduğı bir çalışmada altı firmaya ait bal numunelerinde nem içeriklerini $\%17.13 \pm 0.09$, $\%16.55 \pm 0.26$, $\%15.48 \pm 0.09$, $\%16.48 \pm 0.09$, $\%17.63 \pm 0.12$ olarak bulmuştur.

Balın içerisinde $\% 17.1$ 'den az nem varsa mikrobiyal üreme artışı söz konusu değildir, nem oranı $\%17.1-20.0$ arasında ürün kararlıdır, $\% 20.0$ üzerinde ise ozmofilik mayalar üremeye başlamaktadır (Tosi vd., 2004). Buna göre, balda nem miktarı $\%20.0$ 'den fazla olduğı zaman ozmofilik mayalar örneğın *Saccharomyces rouxii* ve küfler (*Aspergillus echinulatus*, *Monascus bisporus*) gelişmektedir (Ünal ve Küplülü, 2006, Tosi vd., 2004). Balın başlıca şekerleri glikoz ve fruktoz olup bunun içerisinde elde edildiğı nektar ve polenden geçen maya ve küflere rastlamak mümkündür (Escuredo vd., 2013, Karadal ve Yıldırım 2012).

Diğer gıdalara bakıldığı zamanda her gıdanın kendine has olan bir nem içeriğı bulunmaktadır. Nem içeriğı düşük olan gıdalarda bozulma riski daha az olmaktadır. Balın nem içeriğinin düşük olması ve içinde $\% 65$ civarında şeker olmasıda balın uzun süre bozulmadan kalmasına neden olmaktadır.

Hazırlamış olduğumuz fonksiyonel ürünün kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları ile ilgili Türk Gıda Kodeksi'nde parametreler bulunmamaktadır. Bu nedenle örneğin nem karşılaştırması bal, bal tebliği ve literatüre göre yapıldı. Çalışmada elde edilen sonuçlar tablo 3.1. verildi. Kontrol örneği olarak kestane balının nem sonuçları 18.99 ± 0.98 hazırlanana ürünün 19.98 ± 1.54 olarak bulundu. $P > 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında bir fark yoktur. Ayrıca ürün ve kontrol örneğinin nem oranı TKG 2012/58 uygun çıkmıştır. Literatüre bakıldığında üste verilen nem sonuçlarına göre de ürün paralellik göstermiştir. Fonksiyonel ürünün nem içeriği < 20.0 olduğundan kararlı bir yapı göstermiştir. Ürünün hazırlanmasından analiz yapılncaya kadar oda sıcaklığında saklanmasına ve uzun zaman geçmesine rağmen herhangi bir bozukluk olmamıştır.

3.3. Sakaroz, Fruktoz, Glikoz Analiz Sonuçları

Bal içeriğinin büyük bir kısmı yaklaşık %95'i karbonhidratlardan oluşmaktadır. Karbonhidratların büyük kısmını da glikoz ve früktozdan (monosakkaritler %75 fruktoz ve glukoz) meydana gelmektedir. Bunun yanında % 5.00 civarlarında sakaroz, az miktarda maltoz ve diğer disakkaritler bulunmaktadır. Bu nedenle karbonhidratlar; balın akışkanlığı, nem çekme, kristalleşme özelliği ve enerji sağlama gibi özelliklerini oluştururlar (Ötleş, 1995). Karbonhidratların 1 g 4 kcal bir enerji verdiği için en önemli enerji kaynakları olarak tanımlanırlar. Söz konusu bu bileşikler, ayrıca vücutta asidosiz ve ketosiz gibi olayların meydana gelmesini engellemektedirler (Baysal, 2007). Üretmiş olduğumuz ürüne ait şeker miktarlarına ait sonuçlar tablo 3.2' de verilmiştir.

Tablo 3.2. Üretilen ürünün şeker analizlerine ait sonuçlar (% m/m)

No	Glikoz	Fruktoz	Sakkaroz	Toplam Şeker	Glikoz+Fruktoz	Fruktoz/Glikoz
1	28.90	34.80	0.37	64.07	63.70	1.20
2	28.39	33.95	0.26	62.59	62.33	1.20
3	28.68	34.85	0.22	63.75	63.53	1.21
4	28.14	33.75	0.24	62.12	61.89	1.20
Ort.	28.53	34.33	0.27	63.13	62.86	1.20
Std	0.33	0.57	0.07	0.93	0.89	0.01

Anupama vd., (2003) ballarla yapmış oldukları çalışmada toplam indirgen şeker miktarını % 61.30-72.60, sakaroz miktarını %1.02-5.70 olarak bulmuşlardır. Chakir vd., (2011) yaptıkları çalışmada fruktoz miktarını % 35.00-46.25, glikoz miktarını % 23.71-39.30 ve sakaroz miktarını % 0.42-2.98 tespit etmişlerdir. Şengül vd., (2006) ballarla alakalı yaptıkları çalışmada indirgen şeker miktarlarını % 53.38-78.29 , sakaroz içeriğini % 0.45- 21.,66 ve toplam şeker içeriğini % 63.89- 86.49 olarak tespit etmişlerdir. Özcan ve Ölmez (2014) yine ballarla ilgili yaptıkları çalışmada indirgen şeker miktarını % 51.31- 68.30 olarak bulmuşlardır. Güler, (2005) yaptığı çalışmada o indirgen şeker miktarını ortalama % 68.42, sakaroz miktarını %1.54 civarında bulmuştur. Ribeiro vd., (2014) ballarla yaptıkları çalışmada indirgen şeker miktarını % 66.20-80.10 arasında, toplam şeker miktarını % 66.70-85.40 ve sakaroz miktarını % 2.20-3.90 olarak bulmuşlardır.

Yapmış olduğumuz çalışmada sakaroz miktarları kestane balı ve ürüne ait sakaroz değerleri sırasıyla % 3.38 ± 0.38 ve 0.27 ± 0.17 olarak bulundu. Bu değerler TKG 2012/58 uygundur. Bu tebliğde sakaroz miktarı en fazla \leq % 5.00 olarak verilmiştir. $P < 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında sakkaroz değerleri açısından fark vardır. Literatüre bakıldığında üste verilen sakaroz sonuçlarına görede ürün paralellik göstermiştir.

Genel olarak tüm bal çeşitlerinde fruktoz oranı glikoz oranına göre daha fazladır. Sadece bir kaç bal türünde fruktoz oranı glikoz oranından daha az olabilir. Balın içerisinde bulunan enzimler ve asitler nedeniyle balın şeker içeriğinde zamanla farklılıklar ortaya çıkabilir (Crane, 1980).

Fruktoz/glukoz oranı artıkça balın kristalleşme eğilimi düşer. Fruktoz/glukoz oranı 1.0-1.2 aralığında kristalleşme daha çabuk, 1.3 ve üstünde olduğunda kristalleşme geç olmaktadır. Diğer taraftan olgunlaşması tamamlanmamış bir balda glukoz miktarına göre daha fazla miktarda sakaroz bulunduğundan dolayı kristalleşme daha yavaş olmaktadır. Ballardaki fruktoz/glukoz oranı hem balın orjini hakkında hem de kristalleşme durumu hakkında önemli bir kalite parametresidir (Kaplan, 2014).

Kestane balı ve ürüne ait fruktoz ve glikoz değerleri sırasıyla % 38.25 ± 1.65 , 29.91 ± 1.79 ve % 34.33 ± 0.57 , 28.53 ± 0.33 olarak bulundu. Bu değerler TKG 2012/58'de bir sınırlama verilmemiştir. Fruktoz ve glikoz toplamaları \geq % 60.00 olarak verilmiştir. Aynı zamanada fruktoz/glukoz oranı TKG 2012/58'de 1.00-1.40 ve kestane balı için 1.20-1.85 olarak verilmiştir. Hem kontrol örneği olarak kullanılan kestane balı hemde üretilen

ürüne ait fruktoz + glukoz miktarları uygun çıkmıştır. Fruktoz/glikoz oranında TKG 2012/58’de verilen değerlere uygun çıkmıştır. $P>0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fruktoz, glikoz, fruktoz + glikoz ve fruktoz/glikoz oranları açısından fark yoktur. Literatüre bakıldığında üste verilen sonuçlarına görede ürün paralellik göstermiştir.

3.4. Suda Çözünmeyen Madde Analiz Sonucu

Gıdalar içeriğinde su ve kuru madde olarak kısımlandırılmaktadır. Ürünlerden su uzaklaştırıldığında kalan kuru kısma toplam kuru madde olarak adlandırılmaktadır. Toplam kuru madde denmesi nedeni ise su uzaklaştırıldığında iki kısım oluşmaktadır. Bu kısımdan birincisi suda çözünür ve suda çözünür kuru madde olarak adlandırılır. Diğer kısım ise suda çözünmeyen özelliğe sahiptir ve bu kısma suda çözünmeyen katı madde olarak isimlendirilmektedir. Suda çözünebilir maddeler çözündürülmesi, süzdürülmesi ve kalıntıların kurutulması ile suda çözünmeyen kuru maddeler elde edilmektedir. Suda çözünmeyen kuru madde en çok nemi yüksek olan ürünler (meyve, sebze vb.), et ürünleri (salam, sosis vb.), süt ürünleri (peyni, tereyağı vb.) meyve suları ve alkollü içeceklerde incelenmektedir.

Çetin vd., (2011) yapmış oldukları bir bal çalışmasında suda çözünmeyen madde analizinde %0.01-0.09 (ortalama %0.03) oranında sonuç elde etmişlerdir. Bal örneği için suda çözünmeyen madde miktarı Bal Tebliği’ne (Anonim 2005) ve TS 3036 (Anonim 2002)’ya göre en çok % 0.01 oranında olması gerektiği belirtilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar tablo 3.1. verilmiştir. Kontrol örneği olarak kestane balının suda çözünmeyen madde analiz sonucu sonuçları $\% 0.01 \pm 0.002$ hazırlanana ürünün $\% 7.61 \pm 0.38$ olarak bulundu. $P<0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fark vardı. Kontrol örneğinin suda çözünmeyen madde analiz sonucu TKG 2012/58 uygun çıkmıştır. Ürüne ait sonuçlar yüksek bulundu. Bunun sebebi ise ürüne katılmış olan bitkilerden kaynaklanmaktadır. Toz olarak katılan bitkilerin çözünürlüğü olmadığından suda çözünmeyen madde analiz sonucu yüksek çıkmıştır.

3.5. Serbest Asitlik Sonuçları

Serbest asitlik balın tadlılığında, mikroorganizmanın direncinde, kimyasal reaksiyonlarda, antibakteriyel ve antioksidan etkisini arttırmakla beraber ürünün kaynağı

ile ilgili bilgi sağlamaktadır. Asitlik çeşitli organik asitlerden, fosfat ve klorid gibi inorganik iyonlardan ve en önemlisi de glukonik asitten oluşmaktadır. Balda fermentasyon oluşumu serbest asitliğin artışı ile başlanmaktadır. Nedeni ise balın içeriğindeki şekerler ve alkoller mayalar aracılığı ile asitlere çevirir (Karadal ve Yıldırım, 2012). Bal içeriğinde aşırı seviyede diastaz bulundurması ile serbest asitlik artışı gözlemlenir böylece fermentasyona yol açar. Bal içeriğindeki asetik asit, bütirik asit, sitrik asit, formik asit, laktik asit, malik asit, süksinik asit, glikonik asit, oksalik asit en önemlileridir (Ötleş, 1995).

Zappala vd., (2005) narenciye balları ile yapılmış çalışmalarında 26.0-29.8 meq/kg oranında serbest asitlik değeri bulmuşlardır. Ölmez, (2009) çalışmasında Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunan 8 farklı bal çeşidinin (çam, fiğ, akasya+fiğ, sedir, çakır diken, pamuk, üçgül, gökbaz) ortalama serbest asitlik değeri 18.2-47.5 meq/kg tespit etmiştir. Nanda vd., (2003) yapmış oldukları çalışmada Hindistan'da bulunan 7 orjinli bal numunelerinden elde edilen asitlik sonuçları 16.67-32.65 meq/kg bulmuşlardır ve naranciye ile ayçiçek balındaki asitlik değerinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Soria vd., (2004) İspanya'da Madrid şehrinde toplanmış salgı ve çiçek ballarından elde edilen asitlik değeri 13.1-51.2 meq/kg civarındadır.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre bal numuneleri için kabul edilecek en yüksek serbest asitlik değeri 50 meq/kg'dır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar tablo 3.1. verildi. Kontrol örneği olarak kestane balının asitlik analiz sonuçları 36.82 ± 2.43 meq/kg hazırlanan ürünün 102.43 ± 6.52 meq/kg olarak bulundu. $P < 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fark vardı. Kontrol örneğinin asitlik analiz sonucu TKG 2012/58 uygun çıkmıştır. Ürüne ait sonuçlar yüksek bulundu. Bunun sebebi ise ürüne katılmış olan bitkilerden, arı sütünden ve propolisten kaynaklanmaktadır.

3.6. Elektrik İletkenliği Sonuçları

Bal örneğinin salgı veya çiçek balı tespiti için kullanılan parametredir (Marghitaş vd., 2008). Salgı balları, çiçek ballarına oranla daha yüksek değerlerde elektrik iletkenliği bulunmaktadır. Balın içeriğindeki kül, şeker, asit ve protein miktarına göre elektrik iletkenliğinde değişimler gözlenebilmektedir. Bileşenlerdeki artış ile birlikte elektrik

iletkenliğinde de artış oluşur. Ancak bal içeriğindeki su artışı ile beraber elektriksel iletkenlikte değerinde azalma görülmektedir (Chua vd., 2012)

Çiçek ballarında Avrupa Birliği Standartlarına göre 0.80 mS/cm'den düşük elektrik iletkenliği olması gerektiği belirlenmiştir (Belay vd., 2013). Bal Tebliği'nde salgı ballarının elektrik iletkenliği en az 0.80 mS/cm, çiçek ballarının ise 0.80 mS/cm'den fazla olması gerektiği vurgulanmıştır (Batu vd., 2013; Bilgen-Çınar, 2010; Anonim 2012)

Kenjeric vd., (2007) yaptıkları araştırma ile 2002 ve 2003 yıllarında toplanmış olan 40 çeşit bal numulerinden yapılan elektrik iletkenlik analizinin ortalama sonuçları sırası ile 0.13 mS/cm ve 0.19 mS/cm değerlerinde tespit edilmiştir. Derebaşı vd., (2014) yaptıkları çalışmada Karadeniz civarında yetiştirilen bal numunelerinde yapılmış çalışmalarda elektrik iletkenliği değeri ortalama 0.48 ± 0.03 mS/cm olarak bulunmuştur. Ayrıca Şafiq vd., (2014) çalışmalarında ise bal numunesindeki elektriksel iletkenliği 0.46 mS/cm değerinde saptanmıştır. Hatay bölgesinde Şahinler ve Gül (2004)'ün 50 çeşit baldan ortalama elektrik iletkenliği 0.69 mS/cm değerlerindeyken, Sunay ve Boyacıoğlu (2008) çiçek (yayla) bal numunesi ile yapmış oldukları çalışmada 0.55 mS/cm olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar tablo 3.1. verildi. Kontrol örneği olarak kestane balının iletkenlik analiz sonuçları 1.32 ± 0.13 mS/cm hazırlanan ürünün 1165.67 ± 25.93 mS/cm olarak bulundu. $P < 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fark vardı. Kontrol örneğinin iletkenlik analiz sonucu TKG 2012/58 uygun çıkmıştır. Ürüne ait sonuçlar yüksek bulundu. Bunun sebebi ise ürüne katılmış olan bitkilerden, arı sütünden ve propolisten kaynaklanmaktadır.

3.7. Diastaz Sayısı Sonuçları

Baldaki kalite ve kimyasal nitelikleri incelerken kullanılan parametrelerden biridir (Bogdanov, 2002). Ayrıca yüksek ısıl işleme tabi tutulmuş veya uzun bir süre depo edilmiş bal ile taze balın ayırt edilmesinde kullanılan bir kriterdir (White, 1994). Balda diastaz değeri olması gereken değerden düşük ise bal ısıl işleme tabi tutulduğu anlaşılır ve istenilmeyen bir olumsuzluktur. Ayrıca yüksek değerde diastaz bulunması da olumsuzluktur ve bu durum aşırı asit oluşumu ile fermentasyon oluşmasına sebep olmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre çiçek ballarındaki diastaz sayısı değeri 8 birimin altında olmaması gerektiği belirlenmiştir (Anonim, 2012).

Tolon (1999), Yılmaz ve Küfrevioğlu (2000)'un yapmış oldukları analiz sonucu çiçek balındaki diastaz sayısı ortalama değer olarak 1.46 DN ve 11.23 DN olarak tespit etmişlerdir. Asadi-Dizaji vd., (2014) 18.5 DN değerinde diastaz sonucu elde edilmiştir. Haroun (2006)'un yapmış olduğu çalışmada ise çam balındaki diastaz değerinin 8.50-13.85 DN olarak tespit edilmiştir. Brezilya'nın farklı kesimlerinden alınan çeşitli bitki türlerindeki balların ortalama diastaz değeri 13.04 (Azeredo vd., 2003) Portez şehrin Luso kısmındakiler ballar 18.3 (Silva vd., 2009) Avrupa'nın bölgesindeki 721 çeşit salgı balları ise 22.60 (Oddo vd., 2004) DN olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar tablo 3.1. verildi. Kontrol örneği olarak kestane balının diastaz sayısı analiz sonuçları 29.40 ± 4.51 hazırlanan ürünün 27.26 ± 3.69 olarak bulundu. $P > 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fark yoktur. Kontrol örneğinin ve üretilen ürünün diastaz sayısı analiz sonucu TKG 2012/58 uygun çıkmıştır.

3.8. HMF Analiz Sonuçları

Baldaki kristalleşmeyi önlemek, kristalleşme olduğunda kristalliği kaldırmak ayrıca bulaşan mikroorganizmaları ortadan kaldırmak için bala ısıtma işlemi uygulanmaktadır. Hidroksimetilfurfural (HMF), ısıtma işlemi ile birlikte ürün içeriğindeki şeker ve aminoasit arasındaki bağlardan oluşan tepkime olarak tanımlanmaktadır ve çoğu üründe yüksek ısıtma işlemi uğratılmasını engellemek amacı ile miktarı belirli sınırdan fazla olmamalıdır. HMF ayrıca balların uzun bir süre depolanması ile oluşumu gözlemlenmektedir. Bekleme süresi uzun olduğunda oluşabilme ihtimali olduğu için taze bal içeriğinde az miktarda içermektedir. HMF gelişimi pH, sıcaklık, ısıtma süresine, ve şeker parametrelerine bağlıdır ve bu parametreler balın kalitesini belirlediğinden kalite kriterlerindendir (Yıldız vd., 2010).

S'vecova' vd., (2015) yaptıkları çalışmada Çekoslovakya'da üretilen bal şaraplarında glukoz ve früktoz değerleri 68-237 g/kg ile 62-243 g/kg olarak bulunmuşken, HMF değerini ise 27-209 mg/kg olarak tespit etmiştir. Kekeçoğlu ve Rasgele (2013)'nin yaptıkları çalışmada üretici ve marketten toplanan balların içeriğinde HMF değerlerinin sırasıyla 8.02-44.00 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Sunay ve Boyacıoğlu (2008)'nin çam balları için yaptıkları çalışmada HMF miktarını ortalama değer 6.00 mg/kg olarak belirtmişlerdir.

Baldaki HMF oluşumu iki şekilde oluşmaktadır. Birincisi ısıtma işlemi ya da sterilizasyon sırasında işlenen sıcaklık ile bal içeriğinde bulunan indirgen şekerler, aminoasitlerle oluşturdukları Maillard (enzimatik olmayan esmerleşme) reaksiyonu sonucu

gerçekleşirken; ikinci oluşma ise heksozlar tarafından asit katalizörlüğünde oluşan dehidrasyonla ortaya çıkmaktadır. Bal içeriğinde fazla miktarda glukoz ve fruktoz vb. basit şekerler içermektedir ve böylece HMF oluşumu daha kolay gerçekleşmektedir. Oda sıcaklığında bekletilmiş bir bal çalışmasında 6 ayda HMF miktarı 1.10'a kadar artış gözlemlenirken 12 ayda 2 kat daha artış gözlemlenmiştir. Başka çalışmada 1 yıl boyunca 27°C'de, 10 günde 50°C ve 3 günde 60°C bekletilmiş balların HMF değeri eşit olarak bulunmuştur. Çiçek, kestane ve salgı ballarındaki HMF değeri birbirinden farklıdır. Bunun nedeni ise, balların kimyasal yapısında lakton ve serbest asitlik değeri olması gerekenden yüksek ise fazla HMF gerçekleştiği; prolin, katalaz, protein ve diastaz değerleri yüksek ise depolama ve ısı uygulaması sonucunda HMF değeri düşük olduğu içindir.

Ballar genotoksik, karsinogenik, mutajenik ve sitotoksik nedeniyle oluşan rahatsızlıkların, HMF ve türevleri olan 5-sülfoksimetilfurfural, 5-klorometilfurfuralın iyi bir etkiye sebep olduğu tespit edilmiş ve balların bu rahatsızlıklarda olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir (Küplülü ve Kahraman 2011). HMF sadece ballarda değil karbonhidrat içerikli bazı besinlerin tazeliklerinin belirlenmesinde kalite kriteridir. Kurutulmuş meyve, meyve suyu, marmelat, reçel, pekmez, salça, sirke, bisküvi ve karamelli besinler gibi ısıtılma işlemine tabi tutulmuş ürünlerde maksimum seviyede (1.0-9.5 mg/kg) HMF bulunmaktadır ve bunun neticesinde gıdaların renginde esmerleşme, tat ve kokuda değişiklik olmakla beraber ürünün besleyici değerinde kayıplar oluşmaktadır. Bu olumsuzluklar nedeni ile gıdalarda bulunması gereken HMF miktarında sınırlandırma yapılmıştır (Janzowski vd., 2000).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre tropikal iklimde oluşan ve ısıtılma işlemine tabi tutulmamış bal içeriğinde bulunması gereken HMF miktarı değer 40 mg/kg yüksek olabileceği belirtilmiştir (Tosi vd., 2002; Bilgen-Çınar 2010; Anonim 2012; Çiftci, 2014; Kaplan, 2014; Kambur vd., 2015). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde ekvator bölgesi hariç diğer kısımlarda üretilen balların HMF değeri 40 mg/kg olarak belirtilmiştir. Tropikal bölgeler için belirlenen değer 80 mg/kg olarak belirtilmiştir (Güney, 2010).

Kestane balı için bulunan değer Tablo 3.1'de belirtildiği üzere 17.79 ± 2.88 mg/kg'dır ve üründe yaptığımız çalışma sonucu HMF değeri 34.94 ± 3.8 mg/kg değerinde olup ≤ 40 değerine uygundur. $P < 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fark vardır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği TKG 2012/58 ve literatürde belirtilen değerlerle karşılaştırıldığında HMF miktarı uygun olduğu belirlenmiştir.

3.9. Prolin Analiz Sonucu

Baldaki protein, aminositlerin % 50-85'inde bulunan prolin miktarı ile tespit edilmektedir (Bogdanov, 2002; Hermosin vd., 2003). Bal içeriğinde protein miktarı oldukça azdır ve bu miktar genel olarak %0.5'den düşüktür. Balların çeşidine göre içeriğindeki prolinde farklılık gözlenmektedir (Meda vd., 2005). Nektarın bala değişimi sırasında prolin, arılar aracılığıyla aktarılmış tek aminoasittir. Balın sahte olup olmadığının tespitinde önemli kriterlerden biridir çünkü aminoasitin asıl kaynağı prolin olduğundan, aminoasit balın florasının esasını belirlemektedir (Hermosin vd., 2003). Balın içeriğinde prolin hariç 26 amino asit olduğu tespit edilmiştir ve oranı balın çeşidine (nektar veya salgı) bağlı olarak değişiklik gösterir (Hermosin vd., 2003). Bal içeriğindeki sakkoroz ve glikozoksidadın oluşturdukları prolin, balın organik ya da yapay değerini belirten kriter olduğunu bulmuşlardır ve bu nedenle prolin balın doğallık parametresi olduğu bilinmemektedir.

Türk Gıda Kodeksinde bal içeriğinde bulunması gereken prolin değeri çiçek ballarında minimum 300 mg/kg olması gerektiği belirtilmiştir. Kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs balların içeriğinde ise miktar 180 mg/kg olarak saptanmıştır ayrıca biberiye, akasya balında bu değer 120 mg/kg olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2012).

Oddo vd., (2004) Avrupa'da bulunan 721 tane salgı balından prolin değerini ortalama 468.00 mg/kg tespit etmiştir. Sorkun vd., (2002) Türkiye'de bulunan ballarda yaptıkları analizlerde, prolin miktarı 127 tane çiçek balında 15.87-96.30 mg/kg, 33 tane salgı balında 17.14-67.46 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Kestane balı için bulunan değer Tablo 3.1'de belirtildiği üzere prolin 518.08 ± 25.43 mg/kg'dır ve üründe yaptığımız çalışma sonucu prolin değeri 964.68 ± 35.39 mg/kg değerinde olup ≥ 300 değerine uygundur. $P < 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında önemli fark vardır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği TKG 2012/58 ve literatürde belirtilen değerlerle karşılaştırıldığında prolin miktarı uygun olduğu belirlenmiştir.

3.10. pH Analiz Sonuçları

Balın, kalite parametre ölçütlerinden biridir. Balın oluştuğu kovandan alınıp süzme ve depolama aşamasında pH miktarı, baldaki raf ömrü, stabilitesi ve tekstürel açıdan

etkilemektedir (Gomes vd., 2010). Ayrıca baldaki pH değeri, içeriğindeki iyonize asitlere ve minerallere bağlıdır ve mikroorganizmaların çoğalmasında, enzimatik reaksiyon gibi özelliklerine etki etmektedir. Salgı balları toprağın tampon, tuz ve demir değerlerindeki fazlalığına göre, asitlik değeri az olduğundan pH değeri daha fazladır (Keskin, 1982).

Bal içeriğindeki glikoz balın en önemli bileşenidir. Glikozun, hidrojen peroksiti oluşturması ile birlikte zayıf olan glikonik asit kalmaktadır ve bu asit pH'nın sınırlı bir değer altında tutmaktadır. Böylece mikrobiyolojik ajanlar üremez (Doğan, 2007). Mikroorganizma oluşumu en iyi pH miktarı 7.20-7.40 aralığında gerçekleşmektedir (Yıldırım, 2013). pH değeri 5'in altında olduğunda bal içeriğindeki früktoz ve glukoz dehidrasyon oluşturması ile HMF ortaya çıkmaktadır. Kestane ve çam balı, çiçek ballarına oranla pH değeri daha yüksektir.

Güler, (2005) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan 30 çeşit balda pH değeri 4.05-5.48; Kamal vd., (2002) Pakistan'da üretilen balların pH değeri 3.33-6.30 aralığında tespit etmiştir. Przybylowski ve Wilczynska (2001) yaptıkları Hollanda üretilen 15 çeşit çam balındaki çalışmada pH'ı 3.90 değerinde bulmuştur. Anupama vd., (2003) Brezilya'da üretilen çeşitli ballardan ortalama pH değeri 3.65 bulmuştur. Zappala vd., (2005) araştırmalarında narenciye ballarındaki pH değeri sonucu 3.43-3.49 olarak bulunmuştur. Manzanares vd., (2008) Kanarya'nın çeşitli bölgelerin toplanan 21 çeşit salgı bal numunelerinin ortalama pH miktarı 4.67 olarak tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde balın içeriğinde bulunması gereken pH miktarı için belirli bir değer belirtilmemiştir. Türk Standartları Enstitüsü Bal Standardı'nda belirtilen bal içeriğindeki pH değeri 3.40-6.10 aralığındadır (Anonim, 2012; Kaplan, 2014).

Kestane balı için bulunan değer Tablo 3.3'de belirtildiği üzere $pH\ 5.80 \pm 0.43$ mg/kg'dır ve fonksiyonel üründe yaptığımız çalışma sonucu pH değeri 4.46 ± 0.10 mg/kg değerindedir. $P < 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fark vardır. Türk Gıda Kodeksi'nde herhangi bir değer verilmediği için kıyaslama yapılamamıştır. Elde edilen pH sonuçları literatür ile uyumludur.

Tablo 3.3 Kestane balı ve üretilen ürünün protein, kül ve pH analizleri

	Kestane Balı	Üretilen ürünün analiz sonuçları
Protein % m/m	0.44 ± 0.08	3.27 ± 0.27
Kül % m/m	0.60 ± 0.04	0.93 ± 0.11
pH % m/m	5.80 ± 0.43	4.46 ± 0.10

3.11. Protein Analiz Sonucu

Bal, çoğunlukla % 0.5'den az protein içermektedir. Balın içeriğindeki protein, balın natürel ya da yapaylılığı hakkında bilgi verdiği gibi beslenme açısından da önemlidir. Protein, bal oluşumu destekleyen arı tarafından ya da bitkiye bağlı olmakla beraber, miktarını ise balın türüne göre değişiklik göstermektedir. Polen, protein ve aminoasitin kaynağıdır ve protein kaynağı hayvansal ya da bitkiselidir (Ötleş, 1995; Tolon, 1999; Kaplan, 2014). Aminoasitlerin %50-85'ini prolin oluşturduğu için protein içeriği genel olarak bal içeriğindeki prolin değerine bağlı olarak değerlendirilmektedir. Baldaki protein miktarı arıdaki nektar ve salgısına türüne bağlı olarak değişmektedir (Da Silva vd., 2016). Protein ayrıca antioksidan özellik göstermektedir (Sivapriya ve Srinivas, 2007).

Mısır şurubu ve şeker kamışı ucuz olması ve bal içeriğine katılması ile aromasını değiştirmesiyle beraber balın saflığını bozmasıyla taşışe neden olmaktadır. Bu istenmeyen bir durum olması nedeni ile laboratuvarlarda çeşitli analitik analizler yapılmaktadır. Bal içeriğine aktarılmış şeker kamışı ya da mısır şurubu için yapılan en genel analiz karbon izotop ($\delta^{13}C$) metodudur. Bu analizdeki amaç bal içeriğindeki protein fraksiyonu ile balın karbon izotopları arasındaki fark incelenerek baldaki saflığın kalitatif ve kantitatif belirtisinin göstergesidir. Bu analiz metodunun uygulanma nedeni ise mısır şurubu ya da şeker kamışı eklendiğinde balda karbon izotop oranı değişir ama proteinde herhangi bir değişiklik görülmemektedir böylece karbon izotop oranı ile protein karbon izotop oranındaki fark en düşük orandaki taşışe bile kanıtlayan nitelik göstermektedir (Bilgen-Çınar, 2010; Kambur vd., 2015; Kutlu ve Bengü, 2015).

Arı sütü içeriğinde %12-15 oranında protein içermektedir. Arı sütü içeriğinde bulunan protein ile ilgili yapılan bir çalışmada 7 çeşit arı sütünde elde edilen protein miktarı %11.99-

%14.01 arasında olduğu bulunmuştur (Garcia-Amoedo ve Almeida-Muradian, 2007). Tayland'ta yapılmış arı sütü ile ilgili çalışmada protein miktarı %12.05-%13.76 olarak tespit etmişlerdir (Wongchai ve Ratanavalachi, 2002).

Şahinler vd., (2001) yaptıkları çalışmada Hatay bölgesindeki ballardaki protein değerlerini %0.33-%1.19 aralıklarında bulmuşlardır. Haroun, (2006) çam balı üzerinde yaptığı çalışmada ise protein değerini % 0.072-%0.11 olarak tespit etmiştir.

Kestane balı için bulunan değer Tablo 3.3'de belirtildiği üzere protein değeri % 0.44 \pm 0.08' dir ve üründe yaptığımız çalışma sonucu protein değeri % 3.27 \pm 0.27 değerindedir. $P < 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fark vardır. Elde edilen ürünün protein miktarı miktarı yüksek bulunmuştur. Buda ürüne katılan arı sütünden kaynaklanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi'nde herhangi bir değer verilmediği için kıyaslama yapılamamıştır.

3.12. Kül Analiz Sonucu

Bal içeriğindeki kül, mineral maddelerle beraber fosfor, demir, potasyum, magnezyum, mangan, sodyum, klor, kükürt, iyot gibi elementlerden gerçekleşmektedir. Normal bir bal ortalama %0.18 oranında kül içermektedir. Kül miktarı aminoasit/şeker oranı ile birlikte balın renginde koyulaşmayı sağladığı düşünülmektedir. Çünkü balın rengi ve kül miktarının pozitif bir ilişkisi bulunmaktadır (Şahinler vd., 2001). Kül içeriği yüksek balların tadları çoğunlukla acıdır (Güler, 2005). Baldaki kül miktarı yüksek ise mineral madde oranında yüksektir ve bu nedenle salgı balları çiçek ballarına göre daha çok mineral madde içermektedir. Baldaki kül içeriği, arılar tarafından yararlanılan bitkinin türüne bağlı olarak değişiklik olabilmektedir (Abu-Tarboush vd., 1993; Singh ve Bath 1997). En fazla kül miktarı çam ballarında olduğu tespit edilmiştir (Crane, 1975).

İrlanda'da bulunan adada yetişen aynı zamandaki iki farklı hasattaki ballardan yapılan bal çalışmasında kül miktarı ortalama % 0.2 değerinde tespit edilmiştir (Downey vd., 2005). Bulgaristan bölgesindeki Strandja'da yetiştirilen 27 çeşit salgı balından yapmış oldukları çalışmalar sonucunda kül değerini % 0.37- % 0.71 aralıklarda bulunmuştur. Ayrıca İspanya'nın Madrid bölgesinde bulunan 49 adet salgı balı ile nektar balı üzerinde yapılan çalışmada kül miktarı % 0.003- % 0.990 aralıklardan bulunmuştur (Soria vd., 2004).

Ivanov, (2008) Bulgaristan'daki bulunan salgı ballarının nektar ballarına oranla kül miktarı daha fazla olduğunu belirtmiştir. Sanz vd., (2005) nektar, salgı ve ayreten karışık ballar üzerinde yapılan çalışmada kül içeriğini ortalama olarak % 0.29 tespit etmiştir. Popek (2002)'in Polonya'da bulunan salgı balları için yaptığı çalışmada kül değerini % 0.56 olarak bulmuştur.

Türk Standartları Enstitüsü Bal Standardı'na göre bal içeriğinde bulunan en yüksek kül değeri çiçek ballarında % 0.60, salgı ballarında % 1.20 olarak bildirilmiştir. Fonksiyonel üründe kül miktarı değeri % 1.85 ve kestane balında % 0.60 olarak bulundu. $P < 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fark vardır. Elde edilen ürünün kül miktarı miktarı yüksek bulunmuştur.

3.13. Mineral Analiz Sonucu

Balda yaklaşık olarak % 0.02- %1.00 arasında mineral madde bulunmaktadır. Bal içeriğindeki demir, bakır, potasyum, magnezyum, fosfor, silisyum, aliminyum, krom, nikel, kobalt ve kalsiyum en önemli mineral maddelerdir. Bal rengi toplam mineral maddeye yani bal içeriğindeki kül oranına bağlıdır. Bal oluşumu gerçekleştikten sonra saklanma koşulu çok önemlidir, çünkü doğru depolanmama sonucu balın içeriğindeki mineral maddelerde azalma gözlenmektedir ve bu istenmeyen durumdur.

Bal içeriğindeki mineral madde balın pH değerini etkiler ayrıca bal içeriğindeki kül miktarını oluşturmaktadır. Baldaki kül miktarı oluşumu fosfor, demir, potasyum, magnezyum, mangan, sodyum, klor, kükürt, iyot gibi mineral maddelerden oluşmaktadır. Çam ballarında yüksek oranda mineral madde içermektedir, bunun nedeni ise çam balının kül oranının yüksek olup, kül içeriğinde yüksek miktarda mineral maddeler içermesidir. Balın salgı ya da çiçek balı ayrıtılmasında kullanılan elektrik iletkenliği parametresinde elektrik iletkenliği değerini mineral maddeler değiştirmektedir. Yapılan bir çalışmada elektrik iletkenliği ile mineral madde değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Chua vd., 2012). Bal içeriğindeki mineral madde oranı balın rengini de etkilemekte olup, açık renkli ballarda mineral madde miktarı düşük olduğu gözlenirken, koyu renginde olan balların içeriğindeki mineral madde miktarı yüksek olduğu gözlenmiştir (Gomes vd., 2010; Juan-Borrás vd., 2014).

Arı sütü içeriğinde yaklaşık olarak % 0.7-1.2 oranında mineral maddeler bulunmaktadır (Korkmaz, 2003). Lazio'da yetiştirilen ballarla ilgili yapılan çalışmada

mineral maddelerden sodyum, kalsiyum, potasyum, magnezyum ve demir oranları oldukça yüksek olduğu belirtilmiştir (Conti, 2000).

Razic vd., (2003) yaptıkları Sırbistan bölgesinde bulunan ekinezya (*Echinacea purpurea*) ile ilgili yapılan çalışmada bitkinin bölümleri olan çiçek, kök, sap, yaprak gibi kısımlarındaki mineral maddeleri incelediklerinde çiçeklerin içeriğinde Cu, Zn, Ni mineral maddeleri bulunurken yaprak kısımlarında Mg, Ca, Fe, Li ve Sr mineral maddeleri bulunduğu tespit etmişlerdir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre mineral madde değeri kül miktarı değeri ile aynı değer olduğu belirtilmiş ve çiçek balı için %0.6, salgı balı ise %1.2 değerlerini geçmemesi gerektiği bildirilmiştir. Tablo 3.4'de hazırlamış olduğumuz fonksiyonel ürün ile kestane balı ile ilgili mineral maddelerin değerleri verilmiştir.

Tablo 3.4. Kestane balı ve üretilen ürünün mineral değerleri (mg/kg)

Mineral Maddeler	Kestane Balı	Üretilen Ürünün Analiz Sonuçları
K	0.24	0.24
Ca	153.90	998.9
Mg	71.70	448.7
Na	132.3	211.80
Fe	12.25	30.33
Zn	1.62	7.26
Cu	2.11	2.56
Al	47.06	88.95
Mn	4.29	10.22
Cd	TELA	TELA
Co	1.28	1.45
Ni	0.34	0.79
Pb	TELA	TELA
Cr	0.29	0.66

Türk Gıda Kodeksi ve TSE' de minarel madde miktarları için bir kiriter bulunmamaktadır. Pb ve Cd analizleri 29 Aralık 2011 Perşembe tarih ve 28157 (3.

Mükerrer) sayılı resmi gazetede yayınlanan Türk Gıda Kodeksi bulaşanlar yönetmeliğine değerlendirildi. Hem kestane balı için hemde üretilen ürün için bulunan sonuç uygundur. $P < 0.05$ olduğundan kontrol örneği ile ürün arasında fark vardır. Elde edilen ürünün mineral miktarı miktarı Ca, Mg, Fe, Zn, Al, Mn gibi değerler kestane balına göre oldukça yüksek bulunmuştur.

3.14. Antioksidan Analiz Sonucu

Antioksidan, kimyasal bir bileşenin oksitleme özelliğini yavaşlatmak ya da durduran molekül olarak betimlenmektedir (Moon ve Shibamoto, 2009). Vücutta antioksidan maddeler, endojen (vücudun ürettiği) veya eksojen (beslenme aracılığı ile dışardan alınan) olarak bulunmaktadır. İnsan vücudu metabolik aktivitelerde oksijen tüketimine göre süperoksit, hidroksil, peroksil, alkoksil, semikuinon, nitrik oksit, hidrojen peroksit, peroksinitrit ve singlet oksijen gibi formlar oluşmaktadır. Doğal orjinli antioksidan özellikli ürünlerin, günümüzde diyet ürünleriyle de kullanılıp bitkisel ya da bitkilerden oluşan bal gibi ürünlerinin artık tüketiminin arttığı ve fonksiyonel gıda terimi olarak betimlendiği gözlenmiştir.

Serbest radikal, element ya da bileşiklerde bulunan bir veya birden çok çiftlenmemiş elektronlara denilmektedir. Çiftlenmemiş bu elektronlar kararlı hale geçmeye çalışır ve bunun için kararlı bileşiklerden eletron çekerek bileşiği serbest radikal haline getirir. Bu zincirleme serbest radikal olayı antioksidanlar aracılığı ile durdurulana kadar sürmektedir. Antioksidan maddeler süpürme etkisi, söndürme etkisi, zincir reaksiyonları kırma etkisi, onarma etkisi mekanizmaları ile reaktifleri etkilerini durdurmaktadır (Gökpınar vd., 2006).

Bal içeriğindeki antioksidan ve fenolik madde arasında yapılan araştırmalar sonucu birbirleri ile bağlantısı olduğu tespit edilmiştir (Zalibera vd., 2008). Bal içeriğindeki fenolik madde bala renk, tat, aroma ve sağlık açısından önemli etkiye sahip bileşiktir (Estenvinho vd., 2008). Koyu renkte olan ballarda antioksidan madde içeriği daha çoktur (Baltrusaityte vd., 2007). Balın birçok hastalıklarda tedavi edici etkisinin olmasının sebebi içeriğinde bulunan antioksidan ve antimikrobiyal etkiye bağlıdır (Aljadi ve Kamaruddin, 2004; Özmen ve Alkın 2006).

Bal içeriğinde bulunan bitkisel bileşikler neticesinde antioksidan özellik gösterdiği ve bu özellik bala koruyucu ve iyileştirici etken oluşturduğu gözlenmektedir (Weston vd., 1999). İyileştirici etkisi, balın içeriğinde bulunan bitkisel yapılardaki aktif bileşiklerdir. Bu

aktif bileşikler bala, nektarda içeriğindeki bitkisel sekonder metabolitlerden kaynaklanmaktadır. İçeriklerinde bulunan en fazla bileşik grubu ise fenolik bileşiklerdir ve bu bileşikler balda antioksidan özellik bulunmaktadır (Molan, 2006). Fenolik bileşikler birçok biyolojik aktiviteye sahiptir ve bunlar; antiaterojenik, antiinflamatuvar, antikanser, antioksidan, antimikrobiyal özellikler olarak belirtilmiştir (Vinson vd., 1998). Fenolik bileşikler 8000 çeşit yapıda bulunmaktadır (Bravo, 1998). Bal içerisindeki fenolik bileşikler incelendiğinde balın florası ile ilgili bilgiler elde edilebilmektedir. Fenolik bileşik grubundan kafeik asit, p-kumarik asit kestane balı içeriğinde bulunurken, protokatekuik asit çiçek balları içeriğinde olup florası hakkında bilgi vermektedir (Kassim vd., 2010). Antioksidanlar üzerinde yapılan çalışmalarda bitkisel kaynaklı antioksidanların, çoğu hastalıkları engellemede ve iyileştirici özelliği bulunduğu belirtilmiştir.

Antioksidan maddeler, ürün içeriğindeki reaktif oksijen ve serbest radikalleri durdurarak organizmada oluşan olumsuz oluşumları engellemektedir. Bu nedenle antioksidan maddeler insan sağlığından önemli bir etkisi bulunmaktadır. Antioksidan madde sadece gıdalarda değil farmasötik, tıbbi amaçlı kullanılabilen bitkilerde bulunmaktadır. Toplam antioksidan tayini, potansiyeli kapasite belirlenmesi, DPPH yöntemi ve metal şelatlama yöntemi çoğunlukla kullanılan yöntemlerdir (Gülçin, 2006).

Fenol bileşiklerden flavonoidin kimyasal yapısı nedeniyle yüksek antioksidan özelliği bulunmaktadır. Kimyasal yapısındaki benzen halkasındaki hidroksil grubu nedeniyle kolaylıkla iyonlaşmayı sağlayabilmekte ve yüklü metal grupları ile bağlanması ile grubun serbest radikallerini kaldırır. Yapısında oluşan halkasal aromatik yapı kararlı bir mekanizma oluşturur ve antioksidan ile şelatlama sonrasında herhangi bir yapıda bozulma izlenmez (Cam ve Hışıl 2003; Naczki ve Shahidi, 2004). Bunun neticesinde herhangi bir hücre bozulmasında dejeneratif rahatsızlıkların korunmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Flavonoid bal içeriğinde düşük molekül ağırlığında olan aroma ve antioksidan özelliğini etkileyen bileşiktir (Khalil vd., 2012).

Yapılan çalışmalar sonucunda balın antioksidan özelliği olduğu ve kalp hastalıklarına, kansere, immün sisteminde zayıflama ve farklı inflamasyon rahatsızlıklara etkili olduğu belirtilmiştir. Balın yapısındaki antioksidan özelliği kimyasal yapısına bağlı olduğu tespit edilmiştir (Khalil vd., 2012). Bal içerisindeki flavonoid miktarı 60-460 µg/100g aralığındadır. Bu belirtilen miktar kuru ve yüksek sıcaklıktaki yaz aylarında değişiklik göstermektedir (Bogdanov vd., 2008). Bal içeriğindeki, bileşen ve değerleri,

kaynağı, yetiştiği bölgenin coğrafi yapısı, balın elde edilme işleminde uygulanan yöntem ve depolama koşulları gibi etkenler antioksidan özelliğini etkilemektedir (Silici vd., 2010; Khalil vd., 2012).

Bal içeriğinde enzimatik olmayan maddeleri antioksidan aktivite oluşturmaktadır. Bunlar; katalaz, glukoz oksidaz, peroksidaz vs. enzimler, askorbik asit, alfatokoferol, karotenoid, aminoasit, protein, Maillard reaksiyonu, flavonoid ve fenolik asittir (Bertoncelj vd., 2007; Rosa vd., 2011).

Bertoncelj vd., (2007)'in yapmış oldukları çalışmada Slovenya bölgesinde yetiştirilen 7 çeşit bal içeriğinde bulunan antioksidan madde oranı incelendiğinde çalışmalar sonucunda toplam fenolik madde değeri 44.8-241.4 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Ertürk vd., (2014) yapmış oldukları Doğu Karadeniz bölgesinde üretilen balların içeriğindeki antioksidan aktivitesi incelenmiştir ve fenolik madde oranı Folin-Ciocalteu metodu ile incelenip 0,244 mg GAE/g bal olarak bulunduğu belirtilmiştir. Ferreira vd., (2009) Portekiz bölgesinde bulunan balların içeriğindeki antioksidan aktivite incelediklerinde en yüksek antioksidan madde içeriğinin koyu renkli ballarda olduğunu belirtmişlerdir.

Toplam antioksidan kapasite analizi için birçok metot uygulanmaktadır ve bu metotlarda belirlenen standart antioksidan aktiviteye göre numunenin içeriğinde bulunan serbest radikalin elektronunu bağlama ya da oluşan oksidasyonu durdurur. Standart antioksidan için çoğunlukla E vitamini içeren Trolox kullanılır.

DPHH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) azot merkezli kararlı bir radikal olup, birçok numunenin içeriğindeki serbest radikallerin süpürme yöntemi ile çoğunlukla uygulanan metottur. Bu yöntemin yaygın kullanılma sebebi ise antioksidan aktivitenin fenol ve flavanoid değerlerine bağlı olduğu belirtilmiştir (Khalil vd., 2012). DPPH konsantasyonu spektrofotometrik ölçümle ile bulunmaktadır.

FRAP yöntemi; numune içeriğinde bulunan antioksidan aktivitenin, oksidan olan ferrik-tripiridiltriazin (Fe^{+3} TPTZ), ferro (Fe^{+2}) haline indirgeme metodudur. Bu metotla beraber 1 mmol/L demir sülfatla ($FeSO_4$) aynı olan, ferriki indirgeyen antioksidanların konsantrasyonların belirlenmesi sağlanır.

Toplam fenolik analiz için Folin-Ciocalteu metodu kullanılmaktadır. Standart olarak gallik asit kullanıldı.

Tablo 3.5. Kestane balı ve üretilen ürünün antioksidan sonuçları

	Fonksiyonel Ürün	Kestane Balı	Ascorbic Acid	Trolox
TFK mg GAE/kg	1803.18±79.53	1278.03±17.33		
TFLK mg QUE/kg	4858.33±76.37	250.00±50.00		
TAK mg AA/kg	15204.58±604.99	9834.64±785.47		
FRAP mM (FeSO ₄)	31616.41±218.83	8126.15±529.15		
DPPH %	64.49±0.62	19.13±0.78	96.42±2.43	96.83±2.17

Tablo 3.5’ de kestane balı ve üretilen ürünün antioksidan sonuçları ortalama ve standart sapmalar biçiminde verildi. Toplam fenolik kapasite (TFK) için mg gallik asit eşdeğeri/kg ağırlık olarak verildi. Kestane balı için 1278.03±17.33 mg GAE/kg ve ürün için 1803.18 mg GAE/kg olarak bulunmuş olup kestane balı ile ürün arasında TFK bakımından önemli ölçüde farklıdır (P <0.05). Toplam antioksidan kapasite için mg askorbik asit eşdeğeri/kg ağırlık olarak ifade edildi. Toplam antioksidan kapasite Kestane balı için 9834.64±785.47 mg AAE/kg ve ürün için 15204.58±604.99 mg AAE/kg olarak bulunmuş olup kestane balı ile ürün arasında TAK bakımından önemli ölçüde farklıdır (P <0.05). Toplam flavonoid kapasite için mg kuarsetin eşdeğeri/kg ağırlık olarak ifade edildi. Toplam flavonoid kapasite Kestane balı için 1278.03 ± 17.33 mg QUE/kg ve ürün için 1803.18±79.53 mg QUE/kg olarak bulunmuş olup kestane balı ile ürün arasında TFLK bakımından önemli ölçüde farklıdır (P <0.05). Demir indirgeme kapasitesi FRAP için mM FeSO₄/kg ağırlık olarak verildi. FRAP kapasite Kestane balı için 8126.15±529.15 mM FeSO₄/kg ve ürün için 31616.41±218.83mM FeSO₄/kg olarak bulunmuş olup kestane balı ile ürün arasında FRAP kapasite bakımından önemli ölçüde farklıdır (P <0.05). DPPH için% inhibisyon olarak ifade edildi. Radikal süpürme etkisi Askorbik asit ve Trolox için sırasıyla % 96.42±2.43 ve % 96.83±2.17, ürün için inhibisyon değeri % 69.49 ±0.62 ve kestane balı için % 19.13 ±0.78 bulunmuştur. DPPH inhibisyon kapasitesi bakımından önemli ölçüde farklıdır (P <0.05). Üretilen ürünün TFK, TFLK, TAK, DPPH ve FRAP antioksidan kapasite bakımından oldukça yüksek kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir.

3.15. Antimikrobiyal Analiz Sonucu

Bal içeriğinde bulunan antimikrobiyal etki osmolariten daha çok, komponente bağlı çalışmalar yapılmaktadır. Bileşen, ısı, ışığa duyarlı ve glukozoksidaz enzimi aracılığıyla oluşan hidrojen peroksit balda antimikrobiyal bulunmasında etkili ajandır. Arılar tarafından hipofarengial bezlerinde ürettiği glikoz oksidaz enziminin, glikozları okside edilmesi ile hidrojen peroksit oluşmaktadır. Belirli bitkilerde katalaz enzimi hidrojen peroksiti parçalayarak bal içeriğindeki antibakteriyel aktiviteyi azalttığı gözlenmiştir (Çakıcı ve Yassıhüyük, 2013). Yapılan çalışmalarda baldaki antimikrobiyal etkinin, balı 10 veya daha fazla sulandırılırsa birçok enfeksiyonun oluşturduğu bakterilerin oluşumunu engellediği görülmüştür (Aksoy ve Dığrak, 2006).

Eski çağlardan beri birçok rahatsızlıklarda bal tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Balın yüksek ozmotik etkisi, asidik yapısı olması, hidrojen peroksit içeriğine, uçucu bileşenlere ve fitokimyasal bileşenlerine bağlı olarak mikroorganizmalara karşı öldürücü etkisi bulunmaktadır. Balın yetiştirildiği coğrafik bölge ve florasına bağlı olarak antimikrobiyal özellik ve yaralarda tedavi etkisi olduğu belirtilmiştir. Son yıllarda yapılan araştırma ve çalışmalar sonucunda balda bakterilere karşı güçlü bir etki olduğu belirtilmiştir (Silici vd., 2010).

Bal antimikrobiyal aktivitesini, aerob ve anaerob bakterileri bulunan 60 bakteri çeşidine sahip gram pozitif ve gram negatife karşı etki etmektedir. Bala hassas bazı bakteriler; *Bacillus anthracis*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Proteus* türleri, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter spp*, *Salmonella diarrhoea*, *Typhi*, *Serratia marcescens*, *Shigella dysentery*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Strep. mutans*, *Strep. Pneumoniae*, *Strep. Pyogenes* ve *Vibrio cholerae* olarak özetlenebilmektedir (Eteraf-Oskouei ve Nafaji, 2013; Liu vd., 2013).

Bal içeriğindeki yüksek oranda bulunan şeker dişlerde çürüme oluştuğu ile ilgili yapılan çalışmalarda diş çürüklüğüne sebep olan *Streptococcus mutans* bakterinin baldaki antimikrobiyal aktivite ile bu bakteriyi engellediği tespit edilmiştir. Bal içeriğindeki kalsiyum, fosfor, florid ve diğer kollidal bileşiklerin diş minesine tahrip edici etkiyi çok azalttığı belirtilmiştir (Sönmez 2004; Karadal ve Yıldırım 2012).

Birçok mikroorganizma toprak veya bitki aracılığı ile bala aktarılmaktadır ve baldaki antimikrobiyal aktivite ile bakterilerin oluşması engellenmiş olmaktadır. Bal içeriğinde

bulunması gereken mikroorganizma *Clostridium botulinum*'dur ve toksin üretmemektedir. Fakat yeni doğmuş bebeklerde *C. botulinum* bal ile tüketildiğinde vücutta toksin üremektedir. Bu olay bebeklerde başını kontrol altında tutamama, halsizlik oluşmaktadır. Bu olay çok nadir olsada bir yaşından küçük bebeklerde besin alımında bal önerilmemektedir (Karadal ve Yıldırım, 2012). Ambalaj üzerlerine gıda maddesi yönetmeliğinde '1 yaşından küçük bebeklere bal yedirmemeli' yazılması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2012).

Aksoy ve Dığrak (2006) yapmış oldukları Bingöl bölgesinde bulunan bal ve propolisler ile ilgili antimikrobiyal madde çalışmasında *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloaca*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Bacillus brevis*, *Enterobacter aeruginosa*, *Corynebacterium xerosis* bakterileri ve *Kluyveromyces marxianus*, *Rhodotorula rubra*, *Candida albicans* mantarları kullanılarak yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda bal ve propolisin gram(+) ve gram (-) bakterilerine karşı antibakteriyel özellik gösterirken mantar için antifungal özellik göstermiştir. Küçük vd., (2007) 3 çeşit balda yapmış oldukları antimikrobiyal çalışmasında *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Candida tropicalis*, *Candida albicans*'a antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Estevinho vd., (2008) yaptıkları çalışmada ise Portekiz bölgesinde bulunan balların gram (+) ve gram (-) bakterilerine antimikrobiyal etkisi incelendiğinde *S. aureus*'a etkisinin daha çok olduğu; *B. subtilis*, *S. lentus*, *K. Pneumoniae* ve *E. coli* az etkili olduğu ve *P.aeruginosa* hiç etkisi bulunmadığı saptanmıştır.

Bal içeriğini düşük su aktivitesinin olması ve yüksek serbest asitlik içermesi nedeninin yanında flavonoid, hidrojen peroksit ve fenolik asitlerinde olması antimikrobiyal özellik göstermektedir. Dünya çapında yapılan çalışmalarda balın sadece hastalığı oluşturan patojen bakterileri engellemediğini virüs, mantar ve parazitleride gelişimini engellediği tespit edilmiştir. Bunu kanıtlamak için yapılan çalışmada ekinokokkoza neden olan parazite (*Ecinococcus granulosus*) %10 bal uygulandığında 3. dakikadan sonra inhibe ettiği görülmüştür (Karadal ve Yıldırım, 2012). *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus brevis*, *Pseudomonas aeruginosa* gibi bakterilerine ve *Candida albicans*, *Rhodotorula rubra* gibi mantarlarla Bingöl bölgesinde yetiştirilen balların 0,1 ml bal uygulandığında gelişimini engellendiği gözlenmiştir (Aksoy ve Dığrak, 2006).

Yapılan çalışmalarda arılar tarafından kullanılan propolisin, antimikrobiyal ve antikanserojen aktivitesi olduğu gözlenmiştir. Çeşitli propolisler kanserli hücrelere ve tümör hücrelerine uygulandığında kanserli hücrenin gelişimin inhibe edip, tümör hücrenin ise değişime uğrayıp çoğalmasının yavaşladığı gözlenmiştir (Choudhari vd., 2013). Candan vd., (2003) yapmış oldukları çalışmada civanperçemindeki antimikrobiyal aktivite incelendiğinde uçucu yağlara antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Bal içeriğinde *Clostridium botulinum* ve *Bacillus subtilis*'in radyasyona karşı güçlü yapısı olduğu saptanmıştır (Feller vd., 1987). %20 bal konsatrasyonu *Helicobacter pylori* ve birkaç patojenik mikroorganizmaya uygulandığında antimikrobiyal özellik göstererek inhibe etmiştir (Sorkun ve İnceoğlu, 1984).

Ürün incelendiğinde Gram negatif (-) bakterilerden *Escherichia coli* ATCC 11230 500 mg/L konsatrasyonda zon 5.30 ± 0.10 mm, 1000 mg/L konsantrasyonda 7.00 ± 0.10 mm olduğu, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028'de ise 500mg/L konsantrasyonda 3.00 ± 0.10 mm, 1000 mg/L'de 5.25 ± 0.10 mm zon çapında olduğu tespit edilmiştir ve *Aeromonashydrophila* ATCC 7965, *Enterobacter cloarea* ATCC 13047, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 3015'de herhangi bir antimikrobiyal aktivite gözlenmemiştir.

Gram pozitif (+) bakterilerde incelendiğinde sadece *Bacillus cereus* ATCC 33019'da 1000mg/L konsatrasyonda 4.30 ± 0.10 mm antimikrobiyal aktivite olduğu ve *Listeria monogtogenes* ATCC 7644 ile *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bakterilerinde herhangi bir antimikrobiyal etki olmadığı gözlenmiştir.

Maya ve küflerde 5000mg/L ve 1000 mg/l konsatrasyonları incelendiğinde antimikrobiyal etki gözlenmemiştir. Tablo 3.6'da kestana balı ve ürünün bazı bakteri, maya ve küfteki antimikrobiyal aktivite etkileri verilmiştir.

Tablo 3.6. Antibakteriyel aktivite sonuçları

	Ürün		Kestane Balı		Streptominsulphate	Nistatine
Gram (-) Bakteriler	5000 mg/L	1000 mg/L	5000 mg/L	1000 mg/L	10 mg/L	30 mg/L
<i>Aeromonashydrophila</i> ATCC 7965	_*	_*	_*	_*	17.11±0.05	ND
<i>Enterobacter cloacea</i> ATCC 13047	_*	_*	_*	_*	_*	ND
<i>Escherichia coli</i> ATCC 11230	5.30±0.10	7.00±0.10		3.15±0.10	7.08±0.05	ND
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 ATCC 33150	_*	_*	_*	_*	15.20±0.05	ND
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	3.00±0.10	5.25±0.10	_*	_*	18.24±0.05	ND
Gram (+) Bakteriler						
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 33019	_*	4.30±0.10	_*	_*	16.02±0.05	ND
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 7644	_*	_*	_*	_*	19.26±0.05	ND
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	_*	_*	_*	_*	12.14±0.05	ND
Maya-Küf						
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> BC 5461	_*	_*	_*	_*	ND	18.22±0.05
<i>Aspergillus niger</i>	_*	_*	_*	_*	ND	14.34±0.05
<i>Aspergillus flavus</i>	_*	_*	_*	_*	ND	11.32±0.05

*Antimikrobiyal aktivite belirlenememiştir.

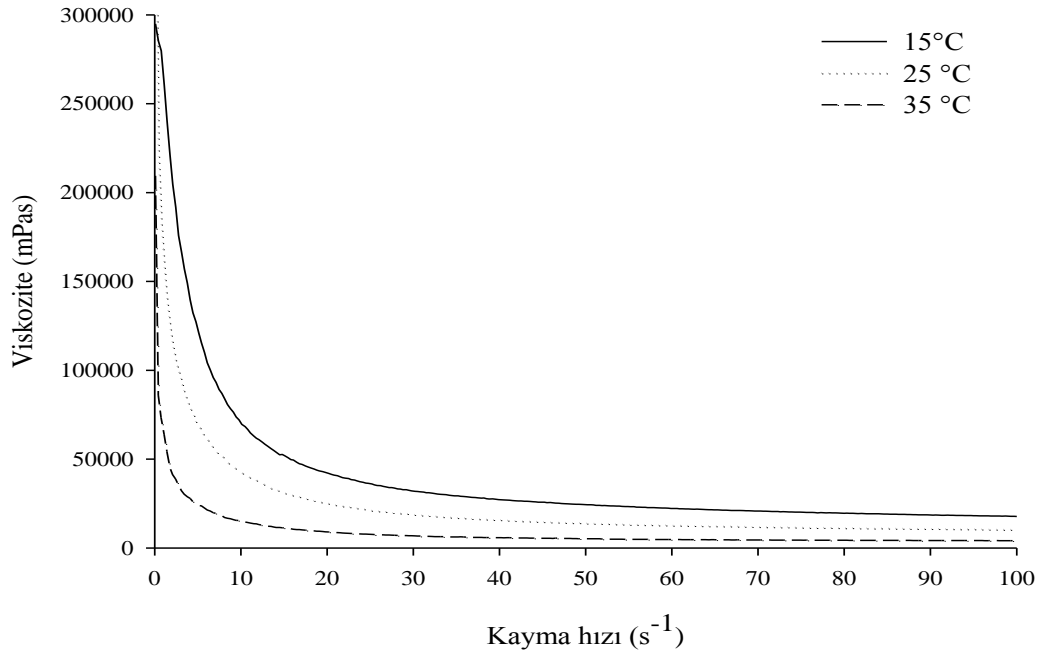
Çalışmada referans standart olarak bakteriler için streptominsulphate ve maya-küf için nistatine standartı kullanıldı. Her iki standartın etkinliği ile ilgili sonuçlar tablo 3.6' da verilmiştir.

Antibakteriyel aktivite sonuçlarına ait olan varyans analiz sonuçlarına göre; ürünün 1000-5000 mg/kg dozunda bakterilerden *Escherichia coli* ATCC 11230, *Bacillus cereus* ATCC 33019, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 karşı istatistiki olarak $P<0,01$ düzeyinde çok önemli seviyede farklı antimikrobiyal etkisinin olduğu tespit edildi. Kestane balının ise sadece *Escherichia coli* ATCC 11230 etkili olduğu bulundu. Çalışmada kullanılan bakterilerden *Aeromonashydrophila* ATCC 7965, *Enterobacter cloacea* ATCC 13047, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 33150, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 karşı etkili olmadığı tespit edildi. *Saccharomyces cerevisiae* BC 5461, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* küf ve mayalarına karşı etkili olmadığı görülmüştür.

3.16. Reolojik Analiz Sonucu

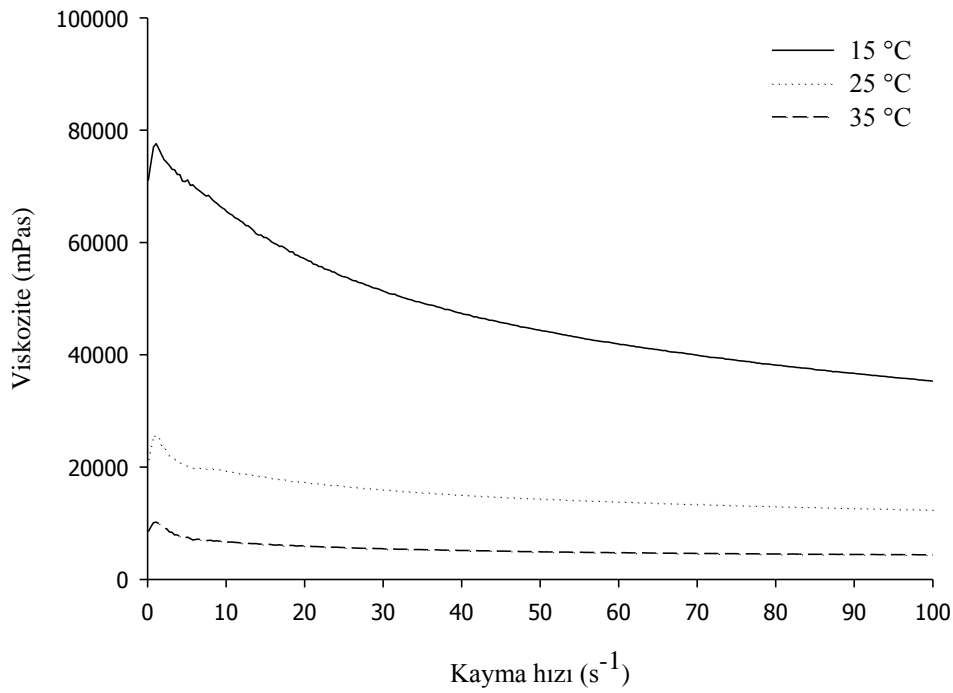
Robert Hooke, 1678 yılında katı maddelerin reolojik aktivitelerini özelleştirmek amacıyla yazmış olduğu ‘Elastisite Teorisi’ adında yayınladığı kitapta bir yayın oluşturduğu şekil değişiminin yaydaki gerilme ile bağlantının olduğu ve yayın elastik özellikli olduğu belirtilmiştir. Reoloji cisimlerde çoğunlukla gerilme ile zamanla şekilde farklılıkların oluşmasını inceleyen bir bilim dalıdır. Çoğunlukla amacı katılarda deformasyonu ve sıvıdaki akışı incelemektir. Maddeler ağırlığından kaynaklanan bir gerilme oluşabilmektedir ve bu da dışardan bir etki olmadan da deformasyon oluşabildiğini belirtmektedir. Ancak katı maddeler için kendi ağırlığından oluşabilecek deformasyon ihtimali çok düşüktür.

300 yıla yakın bir süredir Hooke Yasasını katılar için Newton Yasası ise sıvılar için uygulanmaktadır. 19. yy’dan sonra gelişen teknoloji ile bazı sıvıların katı özellik, bazı katıların sıvı davranışı gösterdiği görülmüştür. Aynı zamanda aynı malzeme maddelerin farklı davranışlar gösterebildiği ve gerilme hızında reolojik davranışında değişimler olduğu belirtilmiştir.



Şekil 3.1. Üretilen ürününü sıcaklığa bağlı vizkozite değişimi

Balda reolojik aktivitenin en önemli özelliği viskozitedir. Baldaki reolojik özelliğin bilinmesi balın işlenmesi sırasında belirtileri tespit edilip proses durumunu belirlenmesinde, saklama süresinin belirlenmesi ve saklama esnasındaki değişimin kontrolünü sağlamak açısından önem sağlamaktadır (Steffe, 1996). Akışkan bir özelliği bulunan balın fiziksel ve duyuşsal aktivitelerinden bit tanesi balın reolojik özelliğidir. Bal için reolojik aktivitesinin en önemli kriteri viskozitesidir. Balın karakteri olan viskozite, balın nem değeri, balın içeriği, sıcaklık değeri ve balın yapısında bulunan kristal özelliğine ayrıca balda bulunan şeker yapısına ve miktarına göre değişim göstermektedir (Bhandari vd., 1999; Yoo, 2004). Balda reolojik özelliği, kayma hızı ve balın sıcaklığına göre viskozitedeki değişimler belirlenir.



Şekil 3.2. Kestane balının sıcaklığa bağlı vizkozite değişimi

Yunanistan bölgesinde toplanan 24 tane çam balı ile 11 tane çiçek balları üzerinde yapılan reolojik çalışmalar sonucunda ballarda kayma hızının artışı ile beraber viskozitede bir değişim bulunmadığı tespit edilmiştir (Lazaridou vd., 2004). Polonya'da yapılan çalışmada ise 5 çiçek balı ve 2 salgı balı incelendiğinde bütün ballarda kayma hızı artışı viskoziteyi etkilemediği gözlenmiştir (Juszczak ve Fortuna, 2006). Türkiye'deki

pazarlamada olan ballarda yapılmış çalışma sonucunda da kayma hızının bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Bhandari vd., 1999). Bu yapılan çalışmalarda Newtonian akış davranışı sergilediği bildirilmiştir fakat Newtonian olmayan akış özelliği olan ballar olduğu da literatürde belirtilmiştir. Püren balı ile karabuğday balında kayma hızı kalınlaşsı gözürken, birkaç okalıptüs balında ise kayma hızında incelme gözlenmiştir (Pryce-Jones, 1953).

Örneklerde viskozite değerlerinin kayma hızı ve sıcaklık ile değişimleri incelenmiştir. Örneklerin viskozite grafikleri incelendiğinde kayma hızı arttıkça viskozite değerlerinin azaldığı görülmektedir. Bu davranış tipine pseudoplastik yani kayma hızı ile viskozitesi azalan olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 3.7. Sıcaklığa bağlı vizkozite değerleri

Sıcaklık (°C)	Ürünün Viskozite (50 s ⁻¹)	Kestane Balı Viskozite (50s ⁻¹)
15	24424.33±504.94	44882.00±855.60
25	13943.33±322.00	11806.35±3618.48
35	5216.10±604.51	5871.00±1368.96

Tablo 3.7’ de 50 s⁻¹ kayma hızında görünür viskozite değerleri verilmektedir. Farklı sıcaklık değerlerinde görünür viskozite değerlerinin sıcaklık arttıkça azaldığı görülmektedir. Bu değişim istatistiksel olarak Tukey testi ile değerlendirildiğinde önemli derecede farklılık olduğu görülmüştür (P<0.05). Hem kestane balının hem de üretilen ürünün vizkozite değerleri sıcaklıkla değişmektedir. Ürün ve kestane balında kayma değerleri birbirinden farklıdır.

3.17. Renk Analiz Sonucu

Baldaki renk, içeriğinde bulunan farklı maddelerin çeşitli dalga boylarındaki ışınlar farklı ölçülerdeki absorplanması sonucu oluşmaktadır. Balın içeriğindeki antosiyonin, fenolik asit, flavonoid, karotenoid, ksantofil, krofil gibi renk aktiviteleri rengi oluşturmakla beraber kül miktarı, aminoasit-şeker oranı, saklama koşulu ve bekletilme zamanı balın rengine etki etmektedir (Öder, 1981). Koyu renkli balların aminoasit/şeker oranı ve kül

miktarı değerleri yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde balların kalitesi pazarlanma, üretim şekli, rengi ve nem içeriğine bağlıdır. Çoğunlukla koyu renkli balların açık renkli ballara oranla keskin kokusu ve daha çok asit içeriği olduğu belirtilmiştir. Balın bitki florasına bağlı olarak farklı renk oluşabilmektedir (Crane, 1975; Yaniv ve Rudich, 1997; Sunay ve Boyacıoğlu, 2008; Silici ve Tolon, 2002; şahinler vd., 2004). Koyu renkte olan ballarda çok miktarda fenolik bileşikler, askorbik asit veya E vitamini kıyasla güçlü bir antioksidan özellik gösterdiği ve ayrıca antibakteriyel özelliğide yüksek olduğu belirtilmiştir (Sarıkaya, 2009). Gevşek ve açık renkli olan ballarda viskozite düşük, akışkanlığı fazla olduğu gözlenmiştir.

Bal görsel kriterlerinden biri renktir. Hunter L,a,b yöntemi ile renk değerleri lmnde L, bal renginin açık ve koyuluğu üzerine (0'a yakın değer koyu renkli; 100'e yakın değer açık renk) , a değeri 0'a yakın ise yeşile 100'e yakın ise kırmızıya yakın olduğunu, b değeri ise mavi renkten sarı renge geçişli gıda rengini belirtmektedir. Koyu renki ballarda L değeri düşükken 15 ila 34 aralığında farklılık göstermektedir. L değeri 60'ın üstünde ise iek ballarında açık renk olduğu belirtilmiştir (Can vd., 2015). Bal için yapılan renk analizinde L değeri >50 ise bal rengi açık olup, $L \leq 50$ olursa bal renginin koyu olduğu bilinmektedir (Saxena vd., 2010). a^* pozitif olduğunda kırmızı, negatif olduğunda yeşil ayreten b^* pozitif olduğunda sarı, negatif olduğunda mavi renk bileşenleri olduğu belirtilmiştir.

Kadar vd., (2010) yaptıkları çalışma sonucu limon ve portakal ballarında renk değeri ortalama olarak L^* 47.23-49.01; a^* 7.15-5.35; b^* 27.78-27.25 saptanmıştır ayrıca limon balı portakal balına göre kırmızı ve mat olduğu belirtilmiştir. Rodriguez vd., (2010) yaptıkları İspanya bölgesinden toplanan turunil ballarının renk sonuçları L^* 89.72-95.18; a^* (-)1.28-1.05; b^* 16.99-21.79 olarak bulmuşlardır. Devilles vd., (2004) balların renkle ilgili yaptıkları araştırmalar sonucunda am, kestane, ayçiçeği, kolza, akasya gibi ballar incelenip koyu renkte olan balın kestane, açık renkte olan balın akasya olduğu belirtilmiştir.

USDA (United States Department of Agriculture) tarafından bal renginin Pfund milimetriğine göre 8mm'den az olması su beyazı rengi, 9-17 mm aralığında ekstre beyaz rengine, 18-34 mm aralığında beyaz rengine, 35-50 mm ekstra açık amber rengine, 51-85 mm aralığında açık amber rengi, 86-114 mm aralığında amber rengi olduğu ve 114 mm'den fazla değerde ise koyu amber renginden olduğu belirtilmiştir (İslam vd., 2012).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre balın rengi su beyazlığından koyu ambere kadar değişiklik olabileceğini ve salgı balları için minimum 60 pfund skala renk değeri olması gerektiği belirtilmiştir.

Tablo 3.8. Örneklere ait renk analiz sonuçları

	L*	a*	b*
Üretilen Ürün	21.73±0.04 ^a	9.08±0.03 ^a	1.93±0.08 ^a
Kestane Balı	23.37±0.16 ^b	7.83±0.71 ^b	5.71±0.14 ^b

Parlaklık değeri olan L* (aydınlık/karanlık) ile a*(kırmızı/yeşil) ve b*(sarı/mavi) renk koordinatlarının değerleri belirlenmiştir. ΔL : parlaklık farkı ($L - L_0$), Δa : Kırmızılık farkı ($a - a_0$), Δb sarılık farkı ($b - b_0$) olup $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$ ΔE renk farkının tekli olarak ifadesidir.

Yapılan çalışmada, sırasıyla ürün ve kestane balı için L* ; değerleri 21.73±0.04 23.37±0.16 şeklinde, a* değerlerinde ise sırasıyla 9.08±0.03 7.83±0.71 şeklinde, b* değerlerinde ise sırasıyla 1.93±0.08 5.71±0.14 biçiminde bulunmuştur. ΔE^* 4.29 olarak hesaplandı. $\Delta E^* > 1$ olduğundan kontrol numunesi ile elde edilen ürün arasında renk farkı ortaya çıkmıştır ($P < 0.05$).

3.18. Aroma Bileşikleri Analiz Sonucu

Gıdalar içeriğinde bulunan aroma maddelerinin tüketicilerin beğenmesi ve tüketim seçeneği için önemli bir etken oluşturmaktadır. Aromalar çeşitli maddeler ile oluşturulmaktadır ve gıda için duyuşal özellik sağlamaktadır. Bal içeriğinde aroma akvitileri açısından yüksek ve 300'den fazla uçucu bileşikler bulundurmaktadır. İçeriğinde bulunan aroma maddelerin çoğunluğunu ester, aldehit, keton, alkol, uçucu asit oluşturmaktadır ve aralarından en önemli olan bileşik ise alkollerdir. Aroma maddesi, nektarlardan bala geçmektedir. Nektar hangi bitkiden arılar aracılığıyla alınmış ise balda bulunan aroma bu nektardan oluşmaktadır (Manyi-Loh C.E. vd., 2011). Bu uçucu bileşikler çoğunlukla gaz kromatografi-kütle spektrometresi analizi ile tespit edilmektedir. Uçucu bileşiklerde izolasyonu sıvı-sıvı ekstraksiyon (LLE), hidrodistilasyon (HD),

simultane buhar destilasyonu-çözgen ekstraksiyonu (SDE), katı faz ekstraksiyonu (SPE), katı faz mikroekstraksiyonu (SPME) ve ultrasonik ekstraksiyon (USE)'ları literatürde belirtilen tekniklerdir.

Son zamanlarda bal içeriğinde bulunan uçucu bileşikler için çalışmalar yapılmaktadır ve amaç olarak farklı bal orjinlerinin uçucu bileşenleri belirlemektedir (Radovic vd., 2001; Rowland vd., 1995). Bu amaçla balın florasını belirlemede işaretli bileşikler olarak; fenolik bileşikler (Tan vd., 1990; Yao vd., 2004), terpenoitler (Wilkins vd., 1993; Alissandrakis vd., 2003) norisoprenoitler (Tan vd., 1988; Tan vd., 1990) ve alifalik dikarboksilik incelenmektedir.

Araştırmalar sonucunda bal içeriğindeki düşük mol ağırlıkta olan asitlerin depolama süresince azaldığı gözlenirken yüksek mol ağırlığındaki asitlerin miktarında çok bir değişim olmadığı gözlenmiştir (Moreira vd., 2010). Butanoik asit bal içeriğinde arıların metabolizması sonucu gözlenmektedir (Bastos ve Alves, 2003). Benzoik asit bala tatlı ve meysemsi aroma verildiği tespit edilmiştir (Moreira ve De Maria, 2005). Piran bileşiği balda ısıtılma işlemine tabi tutulması, uzun süre depolama sonucunda oluşabilecek bal içeriğinde bulunan şekerlerin parçalanması sonucu oluşabilmekle beraber, Maillard reaksiyonu sonucunda oluşabilmektedir (Escriche vd., 2009). Keton bileşikler düşük mol ağırlığında olduğu için uzun depolama süresince balda azaldığı tespit edilmiştir (Morrison ve Boyd, 1992). Ballarda bulunan alkol bileşikler arılar tarafından ya da bala bulaşan mikroorganizmanın içeriğinde bulunan redüktaz enzimleri aldehit katalizlemesi veya lipidlerin oksidatif olarak parçalanması ile oluşmaktadır (Moreira vd., 2010). 2-fenil alanin aminoasitinin oluşturduğu aromatik alkol olan fenil etil alkol, bala gül ve çiçeksi koku kazandırmaktadır (Etschmann vd., 2002). Funda, karabuğday ve ıhlamur ağacı balının içeriğinde bulunan benzenasetaldehit bileşiğinin aminoasit enzimleri katalizlemesi sonucu oluşmaktadır (Jerkovic vd., 2011; Vazquez vd., 2007). Ayrıca arılar redüktaz enzimi ile benzenasetaldehitin benzil alkole dönüştürdüğü tespit edilmiştir (Bastos ve Alves, 2003). Terpen, özellikle çiçek ballarında bulunan, aromaya katkısı önemli olup, bitkinin poleninden alınan ve hoş çiçek aromasına sahip bileşiktir (Castro-Vazquez vd., 2003).

Birçok ülkede bal içeriğindeki aroma üzerine çalışmalar yapılırken ülkemizde çok az çalışma bulunmaktadır. Türkiye'nin Aydın-Denizli-Muğla bölgelerinde bulunan ballarda yapılan çalışmalarda amaç olarak gaz kromatografisi- kütle spektrometresi kullanılarak farklı bal çeşitlerinin uçucu bileşiklerini bularak bitki orjinini tespit etmek yani işaretliyi nitelik sağlayarak bal türlerinin farklılığını ortaya koymaktır (Soysal, 2007). Bayraktar ve

Onoğur (2011) yapmış oldukları 3 çeşit çam balı üzerindeki çalışmada bal içeriğindeki uçucu bileşenler GC/MS tarafından incelendiğinde nonanal, dekanal ve oktanal bileşikler önemli aroma maddelerin olduğu belirtilmiştir.

Tablo 3.9. Üretilen Ürünün Uçucu Bileşik Analiz Sonuçları

Sıra No	RT (min)	Alan	Bileşik Adı	% Alan
1	6.386	1177218	Toluene	0.03
2	7.007	628478	2-Hexanone	0.02
3	9.089	780361	Ethly- α -Methylbutyrate	0.02
4	10.728	1932160	Benzene-Ethenyl	0.05
5	13.836	7015181	Benzaldehyde	0.17
6	16.994	17176850	Beta-Methylstyrol	0.41
7	17.008	15335681	Benzene.1-Propenyl	0.37
8	17.241	7381371	Eucalyptol	0.18
9	18.982	3932889	Ethanone-1-Phenyl	0.09
10	20.128	2620563	p-Isopropenyl tolüene	0.06
11	22.851	14095356	(+)-Camphor	0.34
12	23.908	3580129	Borneol	0.09
13	24.096	4148118	Ethyl benzoate	0.10
14	28.188	45765396	Beta-Phenethyl Acetete	1.09
15	32.459	20359972	2-Phenethyl Propionate	0.49
16	33.868	36475005	beta-Patchoulene	0.87
17	35.251	32989508	(-)-Isolatedene	0.79
18	35.261	28978855	Delta-Cadinene.(+)	0.69
19	36.312	118703907	Alpha-Guaiene	2.84
20	37.198	65730929	Alpha-Gurjunene	1.57
21	37.201	55536108	Beta-Patchoulene	1.33
22	37.428	30914771	(-)-Alpha-Cedrene	0.74
23	38.295	1337350097	Curcumene	31.98
24	38.438	57245183	(+)-Beta-Selinene	1.37
25	38.736	441711508	Alpha-Zingiberene	10.56
26	39.211	194216099	Aromadendrene	4.64
27	39.34	26314281	Alpha-Bergamotene	0.63
28	39.841	110709833	Beta-Cadinene	2.65
29	39.839	122549424	(+)-Cis.-Beta-Bergamotene	2.93
30	40.332	32891777	n.d	0.79
31	40.341	33144765	(+)-Valencene	0.79
32	40.511	29006045	Alpha-Bisabolene	0.69
33	40.623	35243917	Selina-3.7(11)-diene	0.84
34	41.464	46751239	Epizonarene	1.12
35	42.515	8574602	Cadalin	0.21
36	42.756	32270956	(+)-Beta-Gurjunen(Calaren)	0.77

Tablo 3.9. Devamı

37	42.763	29525867	Alpha-Gurjunene	0.71
38	43.219	15815415	1-Aminoindane	0.38
39	43.519	16202741	Cadina-1(10).6.8-triene	0.39
40	44.105	21709492	Beta-Cadinene	0.52
41	44.107	68129449	Beta-Maaliene	1.63
42	44.394	16790225	Alpha-Selinene	0.40
43	44.95	82097410	Dysoxylonene	1.96
44	45.08	11033296	Bisabolol oxide II	0.26
45	45.413	17434616	Cycloseychellene	0.42
46	46.125	9119403	Octahydro Azulene	0.22
47	49.342	5780913	Azunol	0.14
48	54.31	322464398	Methyl Palmitate	7.71
49	56.169	110311418	Hexadecanoic Acid	2.64
50	56.416	32898565	Ethyl Cetylate	0.79
51	58.773	6548043	Leinoleic acid	0.16
52	59.709	15691973	Methyl linolenate	0.38
53	59.711	17000849	9.12.15-Octadecatrienoic Acid	0.41
54	60.557	146077336	Methyl octadecanoate	3.49
55	60.565	159635844	Methyl stearate	3.82
56	61.537	12921515	Mandenol	0.31
57	61.54	15442875	Ethyl lindeate	0.37
58	61.708	11422903	Oleylaldehyde	0.27
59	62.461	5047177	Octadecanoic Acid	0.12
60	62.895	8851332	n.d.	0.21

Yapısı aydınlatılan bileşikler Tablo 3.9.'da görüldüğü gibi terpen veya terpen benzeri, ketonlar, aldehidler, alkoller, esterler, asitler ve diğer bileşiklerdir. Bileşiklerin % 98' in yapısı aydınlatıldı. Uçucu bileşik bakımından üretmiş olduğum ürün oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir. Ana bileşen olarak sırasıyla Curcumene (%31.98), Alpha-Zingiberene (% 10.56), Aromadendrene (% 4.68), Methyl Palmitate (% 7.71), Methyl octadecanoate (% 3.49), Methyl stearate (% 3.82), Beta-Cadinene (% 2.65), Cis.-Beta-Bergamotene (% 2.93), Alpha-Guaiene (% 2.84), Beta-Maaliene (% 1.63), Alpha-Gurjunene (%1.57), Beta-Patchoulene (%1.33), (+)-Beta-Selinene (% 1.37) bileşikleri bulunmuştur.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bal, eski çağlardan beri arılar tarafından üretilen ve tedavi amaçlı kullanılan bir besin maddesidir. Bal sofralarımızda olduğunun yanı sıra fiziksel, kimyasal, antioksidan ve antimikrobiyal etkisi nedeni ile gıda, kozmetik ürünlerde, ilaç sektöründe değerlendirilerek kullanılmaktadır.

Yaptığım çalışmada bal, arı sütü, propolis, ekinezya ve civanperçemi otları kullanılarak fonksiyonel bir ürün elde edip, bu ürünün fizikokimyasal, biyokimyasal ve antimikrobiyal özellikleri tespit edilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre; Fonksiyonel bal örneğinde nem, suda çözünmeyen, diastaz sayısı sırası ile 19.98 ± 1.54 ; 7.61 ± 0.38 ; 27.26 ± 3.69 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar Tük Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'ne uygun olduğu gözlenmiştir. Hazırlamış olduğum örneğin pH'sı 4.46 ± 0.10 mg/kg olarak saptandı ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)'nde herhangi bir sınırlama belirtilmeyip literatür araştırmalarında uygun olduğu saptanmıştır. Örnekte elektrik iletkenlik değeri 165.67 ± 25.93 mS/cm saptanmıştır. Elektrik iletkenlik değeri oldukça yüksek tespit edilmiştir. Fonksiyonel üründe mineral madde oranı yüksektir ve kül miktarı bağlantılıdır. Kül değeri 1.85 olarak bulunup yüksek miktarda olduğu belirlenmiştir. HMF değeri 3494.0 ± 3.8 mg/kg değerinde bulunmuştur ve ≤ 40 değerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Serbest asitlik değeri 102.43 ± 6.52 meq/kg bulundu. Fruktoz ve glikoz değeri sırası ile 34.33 ± 0.57 , 28.53 ± 0.33 olarak tespit edildi invert şeker ve früktoz/glukoz değerleri uygun olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen ürün için antioksidan kapasiteler; toplam fenolik kapasite kestane balı için 1278.03 ± 17.33 mg GAE/kg ve ürün için 1803.18 mg GAE/kg olarak, toplam antioksidan kapasite kestane balı için 9834.64 ± 785.47 mg AAE/kg ve ürün için 15204.58 ± 604.99 mg AAE/kg olarak, toplam flavanoid kapasite Kestane balı için 1278.03 ± 17.33 mg QUE/kg ve ürün için 1803.18 ± 79.53 mg QUE/kg olarak, FRAP kapasite Kestane balı için 8126.15 ± 529.15 mM FeSO₄/kg ve ürün için 31616.41 ± 218.83 mM FeSO₄/kg olarak, radikal süpürme etkisi Askorbik asit ve Trolox için sırasıyla 96.42 ± 2.43 ve 96.83 ± 2.17 , ürün için inhibisyon değeri 69.49 ± 0.62 ve kestane balı için 19.13 ± 0.78 bulunmuştur.

Elde edilen ürünün mineral miktarı miktarı Ca, Mg, Fe, Zn, Al, Mn gibi değerler kestane balına göre oldukça yüksek bulunmuştur. Pb ve Cd yönünden TKG bulaşanlar yönetmeliğine uygun bulunmuştur. Fonksiyonel üründe kül miktarı değeri % 1.85 ve kestane balında % 0.60 olarak bulundu.

Kestane balı protein değeri % 0.44 ± 0.08 dir ve ürününde protein değeri % 3.27 ± 0.27 olarak bulunmuştur.

Kontrol örneği olarak kullanılan kestane balı ile üretilen ürünün farklı sıcaklık değerlerinde görünür viskozite değerlerinin sıcaklık arttıkça azaldığı ve kontrol örneği ile ürünün farklı olduğu tespit edildi.

Uçucu bileşik bakımından üretmiş olduğum ürün oldukça zengin olduğu tespit edildi. Ana bileşen olarak sırasıyla % 30 civarında Curcumene, Alpha-Zingiberene, Aromadendrene, Methyl Palmitate, Methyl octadecanoate, Methyl stearate Beta-Cadinene Cis.-Beta-Bergamotene, Alpha-Guaiene bileşikleri bulunmuştur.

ΔE^* 4.29 olarak hesaplandı. $\Delta E^* > 1$ olduğundan ürün ve kontrol örneği olarak kullanılan bal arasında renk farkı ortaya çıkmıştır ($p < 0.05$).

Elde edilen ürün başta antioksidan kapasite olmak üzere prolin, vitamin ve minarel madde yönünden oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir.

Elde etmiş olduğumuz ürünün besin açısından zengin bir içeriğe sahip olduğu tespit edildi. Özellikle antioksidan kapasitesi oldukça yüksek bulundu. Bunun yanında prolin içeriğinde yüksektir. Bazı gram (-) ve gram(+) bakterilere karşı etki gösterdi ve maya-küfte antimikrobiyal aktivite gözlenmemiştir. Ürün incelendiğinde Gram negatif (-) bakterilerden *Escherichia coli* ATCC 11230 500 mg/L konsantrasyonda zon 5.30 ± 0.10 mm, 1000 mg/L konsantrasyonda 7.00 ± 0.10 mm olduğu, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028'de ise 500mg/L konsantrasyonda 3.00 ± 0.10 mm, 1000 mg/L'de 5.25 ± 0.10 mm zon çapında olduğu tespit edilmiştir ve *Aeromonashydrophila* ATCC 7965, *Enterobacter cloarea* ATCC 13047, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 3015'de herhangi bir antimikrobiyal aktivite gözlenmemiştir. Gram pozitif (+) bakterilerde incelendiğinde sadece *Bacillus cereus* ATCC 33019'da 1000mg/L konsantrasyonda 4.30 ± 0.10 mm antimikrobiyal aktivite olduğu ve *Listeria monogtogenes* ATCC 7644 ile *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bakterilerinde herhangi bir antimikrobiyal etki olmadığı gözlenmiştir. Bu özelliklerinden dolayı bu ürünün paket olarak satılması yanında, daha ileri invitro çalışmalar üzerinde gerçekleştirilebilir.

5. KAYNAKLAR

- Abu-Tarboush, H., Al-Kahtani, H. ve El-Sarrange, M., 1993. Floral type identification and quality evaluation of some honey types. Food Chemistry, 46, 13-17.
- Adam K.L., 2002. *Echinacea* as an Alternative Crop. ATTRA (<http://ATTRA.org>) verified Oct, 10, 2002. Agricultural Experiment station Ser. MF-2532. Kansas State University, Manhattan, KS.
- Ahmed, D., Khan, M.M. ve Saeed, R., 2015. Comparative Analysis of Phenolics, Flavonoids, and Antiooxidant and Antibacterial Potential of Methanolic, Hexanic and Aqueous Extracts from *Adiantum caudatum* Leaves, Antioxidats, 4, 394-409.
- Aksoy, Z. ve 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.
- Akyüz, N., Bakırcı, İ., Ayar, A. ve Tunçtürk, Y., 1995. Van Piyasasında Satışa Sunulan Balların Bazı Fiziksel ve Kimyasal zellikleri ve Bunların İlgili Standarda Uygunluğu zerinde Bir Araştırma. Gıda, 20,5, 321-326.
- Alissandrakis, E., Daferera, D., Tarantilis, P.A., Polissiou, M. ve Harizanis, P.C., 2003. Ultrasound-assisted extraction of volatile compounds from citrus flowers and citrus honey. Food Chemistry, 82, 575-582.
- Aljadi, A.M. ve Kamaruddin, M.Y., 2004. Evaluation of the phenoliic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. Food Chemistry, 85, 513518.
- Amoros, M., Lurton, E., Boustie, J., Girre, L., Sauvager, F. ve Cormier, M., 1994. Comparison of The Anti-Herpes Simplex Virus Activities of Propolis and 3-methyl-but-2-enyl caffeate, Journal of Natural Products, 64, 235-240.
- Anonim, 2002. Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü TS 3036/Mart 2002, Ankara, 23 s.
- Anonim, 2005. Bal Tebliği. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. 17.12.2005 tarih ve 26026 sayılı Resmi Gazete. Tebliğ No: 2005/49.
- Anonim, 2012. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 27 Temmuz 2012 Tarih ve 28366 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonymous, 1989. Arı sütü standardı. Teknik Arıcılık, 24, 23-29.
- Anupama, D., Bhat, K.K. ve Sapna, V.K., 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. Food Research International, 36, 183-191.

- Arnoldi, A., 2004. 'Functional Foods Cardiovascular Disease and Diabetes', Woodhead Publishing Limited/CRC Press LLC, Cambridge.
- Asadi-Dizaji, A., Moeni-Alishah, F., Yamini, Y., Ebrahimnezhad, Y., Asghar Yari, A. ve Rouhnavaz, S., 2014. Physico-chemical properties in honey from different zonal of East Azerbaijan. *Biological Forum – An International Journal*, 6,2, 203-207.
- Azeredo, L.C., Azeredo, M.A.A., De Souza, S.R. ve Dutra, V.M.L., 2003. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis Mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80, 249-254.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. ve Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oils-a Review, *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446-475.
- Baltrušaitytė, V., Venskutonis a, P.R. ve Čeksterytė, V., 2007. Radical scavenging activity of different floral origin honey and beedread phenolic extract. *Food Chemistry*, 101, 502-514.
- Bankova, V. ve Marcucci M.C., 2000. Standardization of propolis: present status and perspectives. *Bee World*, 81,4, 182-188.
- Bastos, C. ve Alves, R., 2003. Compostos volateis em meis florais. *Quim. Nova* 26, 90-96.
- Batu, A., Küçük, E. ve Çimen, M., 2013. Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri çiçek ballarının fizikokimyasal ve biyokimyasal değerlerinin belirlenmesi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 8,1, 52-62.
- Bayraktar, D. ve Altuğ-Onoğur, T., 2011. Investigation of the aroma impact volatiles in Turkish pine honey samples produced in Marmaris, Datça and Fethiye regions by SPME/GC/MS technique. *Int J Food Sci Technol*, 46, 1060-1065.
- Baysal, A., 2007. Beslenme, Hatipoğlu Yayıncılık. pp. 532.
- Baytop, T., 1999. Türkiye’de bitkilerle tedavi. Nobel Tıp Kitapevleri. ISBN 975-420-021-1.
- Belay, A., Solomon, W.K., Bultossa, G., Adgaba, N. ve Melaku, S., 2013. Botanical origin, colour, granulation and sensory properties of the Harenn forest honey, Bale, Ethiopia, *Food Chemistry*, 167, 213-219.
- Bertoncelj, J., Doberšek, U., Jamnik, M. ve Golob, T., 2007. Evaluation of phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 105, 822-828.
- Bhandari B., D’Arcy B. ve Chow S., 1999. A research note: Rheology of selected Australian honeys. *J. Food Eng.*, 41, 65-68.

- Bilgen-Çınar, S., 2010. Türk çam balının analitik özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora, Türkiye. 81 ss.
- Binns S., Livesey J.F., Arnason J.T. ve Baum B. R., 2002a. Phytochemical Variation in *Echinacea* From Roots and Flowerheads of Wild and Cultivated Populations. Journal Agricultural Food Chemistry, 50, 3673-3687.
- Binns, S.E., Baum, B.R. ve Arnason, J.T., 2002b. A Taxonomic Revision Of The Genus *Echinacea* (Heliantheae:Asteraceae). Syst. Bot. 27: 610-632 Bruneton, J., 1999. Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants, 2nd Ed. Paris: Lavoisier, Pp. 173-175.
- Block G., Paterson B. ve Subor A., 1992. "Fruit, vegetables and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence". Nutrition and Cancer.
- Bogdanov, S., 2002. Harmonized methods of the international honey commission. Swiss Bee Research Center, FAM, Liebefeld, CH-3003 Beren, Switzerland.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R. ve Gallmann, P., 2008. Honey for nutrition and health: a review, After: American Journal of the College of Nutrition, 27, 677-689.
- Bravo, L., 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. Nutrition Reviews, 56: 317-333.
- Burdock, G.A., 1998. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis), Food and chemical toxicology; 36,4, 347-363.
- Cam M. ve Hışıl Y., 2003. Gıdalardaki flavonoidler ve önemleri, 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara, 2-4 Ekim, pp. 67-82.
- Can, Z., Yıldız, O., Sahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S. ve Kolayli, S., 2015. An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties. antioxidant capacities and phenolic profiles. Food chemistry. 180, 133-141.
- Candan, F., Ünlü, M., Tepe, B., Deferera, D., Polissiou, M., Sökmen, A. ve Akpulat, H.A., 2003. Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* Afan. (Asteraceae), Journal of Ethnopharmacology, 87, 215.
- Castro-Vazquez, L., Perez-Coello, M.S. ve Cabezudo, M.D., 2003. Analysis of volatile compounds of rosemary honey. Comparison of different extraction techniques. Chromatographia, 57, 227-233.
- Cavalcanti, A.M., Baggio, C.H., Freitas, CS., Rieck, L., de Sousa RS, Da Silva-Santos JE, Mesia-Vela S. ve Marques MC., 2006. Safety and antiulcer efficacy studies of *Achillea millefolium* L. After chronic treatment in Wistar rats. Journal of Ethnopharmacology, 107, 277-284.
- Cemeroğlu, B. ve Acar, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Ankara.

- Chakir, A., Romane, A., Marcazzan, G.L. ve Ferrazzi, P., 2011. Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. Arabian Journal of Chemistry, 1-9.
- Choudhari, M.K., Haghniaz, R., Rajwade, J.M. ve Paknikar K.M., 2013. Anticancer activity of Indian stingless bee propolis: an in vitro study. Evidence Based Complementary and Alternative Medicine <http://dx.doi.org/10.1155/2012/410406>.
- Chua, L.S., Abdul-Rahaman, N.L., Sarmidi, M.R. ve Aziz, R., 2012. Multi-elemental composition and physical properties of honey samples from Malaysia. Food Chemistry, 135,3, 880-887.
- Cohen, J.H. ve Stanford, J.L., 2000. "Fruit and Vegetable Intakes and Prostat Cancer Risk". Journal of the National Cancer Inst.
- Conti, M.E., 2000. Lazio Region honeys: a survey of mineral content and typical parameters. Food Control. 459-463.
- Crane, E., 1980. A Book of Honey, Oxford University Press, Newyork.
- Crane, E., 1975. Honey: a comprehensive survey, Marrson and Gibb Ltd. London, pp. 608.
- Crane, E., 1991. The plant resources of honeybees (first part). Apiacta, XXVI, 57-64.
- Cui, Z.W., Sun, L.J., Chen, W. ve Sun, D.W., 2008. Preparation of dry honey by microwave-vacuum drying. Journal of Food Engineering, 84, 4, 582-590.
- Çakıcı, N. ve Yassihüyük, N., 2013. Balın antioksidan aktivitesi ve antibakteriyel özelliği. Arıcılık Araştırma Dergisi, 9, 12-13.
- Çavdar, C., Sifil, A. ve Çamsarı, T., 1997. Reaktif oksijen türleri ve antioksidan savunma. Türk Neph Dial Transpl, 3, 92-95.
- Çetin, K., Alkın, E. ve Uçurum, M.H.Ö., 2011. Piyasada satılan çiçek ballarının kalite kriterlerinin belirlenmesi Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi / Journal of Food and Feed Science - Technology 11, 49-56.
- Çınar, İ. ve Dayısoylu, K.S., 2005. Sağlık ve beslenmede sinbiyotikler. Gıda, 30,4, 239-244.
- Çiftci, E., 2014. Konya Yöresel Yayla Balı İle Püren Balının Kalite Kriterleri Yönünden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çiftci, M., 2018. Konya Bölgesindeki Marketlerde Satılan Farklı Ticari çiçek ballarının bazı kimyasal özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygunluğunun Araştırılması. Zootekni Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Konya.

- Da Silva, P.M., Gauche, C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O. ve Fett, R., 2016. Honey: chemical composition, stability and authenticity. Food Chemistry, 196, 309-323.
- Davis, E.A., 1995. Functionality of sugars: physicochemical interactions in foods. J. Amer. Chem., Nutr, 62, 170-177.
- Derebaşı, E., Bulut, G., Col, M., Güney, F., Yaşar, N. ve Ertürk, Ö., 2014. Physicochemical and residue analysis of honey from Black Sea Region of Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 23,1, 10-17.
- Devillers, J., Morlot, M. ve Pham, M., 2004. "Classification of monofloral honeys based on their quality control data", Food Chemistry, 86, 305-312.
- Dillard, C.J. ve German, J.B., 2000. Phytochemicals: Nutraceuticals and human health. J. Sci. Food Agric., 80, 1744-1756.
- Doğan, M., 2007. Marketlerde ve aktarlarda satılan balların antioksidan ve oksidan kapasitelerinin araştırılması. Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1-2.
- Downey, G., Hussey, K., Kelly, J.D., Walshe, T.F. ve Martin, P.G., 2005. Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico-chemical data. Food Chemistry, 91, 347-354.
- Duke, A.J., 1986. Handbook of Medicinal Herbs. CRC pres, Boca Raton. F.L., 9.
- Elgün, A. ve Demir, M.K., 2008. Tam buğday unu ve fonksiyonel özellikleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum, Türkiye, 49-51.
- Ergün, İ. ve Ergün, H., 1987. Teknik Arıcılıkla İlgili Genel Bilgiler. Repta Reklam Yayın Organizasyon A.Ş., Bursa, pp. 212.
- Ertürk, Ö., Şahin, H., Kolaylı, S. ve Çol-Ayvaz, M., 2014. Antioxidant and antimicrobial activity of East Black Sea Region honeys. Turkish Journal of Biochemistry, 39, 1, 99-106.
- Escriche, I., Visquert, M., Juan-Borras, M. ve Fito, P., 2009. Influence of simulated industrial thermal treatments on the volatile fractions of different varieties of honey. Food Chem., 112, 329-338.
- Escuredo, O., Míguez, M., Fernández-González, M. ve 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. ve 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. ve Najafi, M., 2013. Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: A review. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 16, 731742.
- Etschmann, M.M.W., Bluemke W, Sell D. ve Schrader, J., 2002. Biotechnological production of 2-phenylethanol. Appl Microbiol Biotechnol, 59, 1-8.
- Fearnley, J., 1998. Beeswax & Propolis (For Pleasure and Profit). International Bee Research Association, 18 North Road, Cardiff CFI 3DY, 30, U.K.
- Feller ,M.J., Parent, J. ve Stranchan, A.A., 1987. Microscopic Analysis of honey from Alberta, Canada. J. Agricultural Research, 26,2, 123-132.
- Ferreira, I.C.F.R., Aires E., Barreira, J.C.M. ve Estevinho, L.M., 2009. Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. Food Chemistry, 114, 1438-1443.
- Fiorani, M., Accorsi, A., Blasa, M., Diamantini, G. ve Piatti, E., 2006. Flavonoids from Italian Multifloral Honeys Reduce The Extracellular Ferricyanide in Human Red Blood Cells, J. Agric Food Chem., 54, 8328-34.
- Fritz, W.R., 1994. Herbal Medicine. Bath Pres, Avon. 92.
- Garcia-Amoedo, L.H. ve Almeida-Muradian, L.B., 2007. Physicochemical composition of pure and adulterated royal jelly, Química Nova, 30, 2, 257-259.
- Gary, N.E., 1992. Activities and behavior of honey bees. The Hive and Honey Bee (Chapter VIII), Dadant and Sons Hamilton Illinois, pp. 269-372.
- Genç, F., 1993. Arıcılığın Temel Esasları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Yayın No: 149, Erzurum, pp. 286.
- Gençay, Ö. ve Sorkun K., 2002. Propolis hakkında neler biliyoruz? Teknik Arıcılık, 75, 17-21.
- Ghisalberti, E.L., 1979. Propolis: a Review. Bee World 60, 59-84.
- Glowniak, K., Zgorka, G. ve Kozyra, M., 1996. Solid-phase extraction and reversed-phase highperformance liquid chromatography of free phenolic acids in some *Echinacea* species. J. Chromatogr. A 730, 25-29.
- Gomes, S., Dias, L.G., Moreira, L.L., Rodrigues, P. ve Estevinho, L., 2010. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. Food and Chemical Toxicology, 48,2, 544-548.
- Gökpinar S., Koray T., Akçiçek E., Göksan T. ve Durmaz Y., 2006. Algal Antioksidanlar E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 23, 85-89.

- Grieve, M., 1974. A Modern Herbal. Hafner, New York.
- Gruenwald, J., Brendler, T. ve Jaenicke, C., 2004. PDR for Herbal Medicines. 3rd Ed. Montvale, NJ, Thomson Healthcare, 267-274.
- Gülçin, İ., 2006. Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology*, 217, 2-3, 213-220.
- Güler, Z., 2005. Doğu Karadeniz Bölgesinde üretilen balların kimyasal ve duyuşal nitelikleri. *Gıda dergisi*, 30,6, 379-384.
- Gülpınar, A.R., 2009. Türkiye’de Kültürü Yapılan *Echinacea Purpurea* (L.) Moench ve *Echinacea Pallida* (Nutt.) Nutt. Türleri Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye Cumhuriyeti Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, ANKARA, 1-177.
- Güney, F., 2010. Isıtma ile Balın yapısında meydana gelen olumsuz değişiklikler, www.ordutarim.gov.tr, 11, 30-34.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M. ve Cross, C.E., 1992. Free radicals, antioxidants and human disease: where are we now. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 119, 598-620.
- Hancıoğlu, Ö. ve Karapınar, M., 1998. Hububat bazlı fermente ürünler ve fermentasyon işleminin sağladığı avantajlar, *Gıda*, 23,3, 211-215.
- Haroun, M.I., 2006. Türkiye’de üretilen bazı çiçek ve salgı ballarının fenolik asit ve flavonoid profilinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Pp. 110.
- Hasler, C.M., 1998. “Functional Food: Their role in disease prevention and health promotion.(Executive Director, Functional Foods For Health Program, university of İllinos Dept of Food Science and Human Nutrition.)” Institute of Food Technologists, Volume:52, Number:24, Chicago.
- Hasler, C.M., 2000. Plants as medicine: The role of phytochemicals in optimal health. In *Phytochemicals and Phytopharmaceuticals*, edited by F. Shahidi and C.-T. Ho, pp. 1-12. Champaign, Illinois: AOAC Press.
- Hattori, N., Nomoto, H., Fukumitsu, H., Mishima, S. ve Furukawa, S., 2007. Royal jelly and its unique fatty acid, 10-hydroxy-trans-2-decenoic acid, promote neurogenesis by neural stem/progenitor cell in vitro. *Biomedial Research*, 28, 261-266.
- Hermosin, I., Chicon, R.M. ve Cabezudo, M.D., 2003. Free amino acid composition and botonical origin of honey. *Food Chemistry*, 83, 263-268.

- Herout, V., 1971. Biochemistry of sesquiterpenoids. In T. W. Goodwin, ed. Aspects of Terpenoid Chemistry and Biochemistry. Academic Press, London.
- Hobbs, C., 1994. *Echinacea*: a literature review, botany, history, chemistry, pharmacology, toxicology and clinical uses, Herbal Gram. 30, 33-41.
- Houghton, P.J., 1998. Beeswax & Propolis (For Pleasure and Profit). International Bee Research Association, 18 North Road, Cardiff CFI 3DY, 30 p, U.K.
- Hylton, WH., 1974. The Rodale Herb Book. Rodale Press Book Division, Emmaus, PA.
- İslam, A., Khalil, I., Islam, N., Moniruzzaman, M., Mottalib, A., Sulaiman, S.A. ve Gan, S.H., 2012. Physicochemical and antioxidant properties of Bangladeshi honeys stored for more than one year. BMC Complementary and Alternative Medicine 12,1, 177.
- Ivanov, T., 2008. Chemical composition and characteristics of Bulgarian honeydew honey. 1st World Honeydew Honey Symposium, Tzarevo, Bulgaria. 11-12.
- Janzowski, C., Glaab, V., Samimi, E., Schlatter, J. ve Eisenbrand, G., 2000. 5-Hydroxymethylfurfural: Assesment Of Mutagenicity, Dna-Damaging Potential And Reactivity Towards Cellular Glutathione. Food And Chemical Toxicology, 38, 801-809.
- Jerkovic, I., Marijanovic, Z. ve Staver, M., 2011. Screening of natural organic volatiles from *Prunus mahaleb* L. honey: coumarin and vomifoliol as nonspecific biomarkers. Molecules, 16, 2507- 2518.
- Juan-Borrás, M., Domenech, E., Hellebrandova, M. ve Escriche, I., 2014. Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys, Food Research International, 60, 86-94.
- Juszczak, L. ve Fortuna, T., 2006. Rheology of selected Polish honeys. J. Food Eng, 75: 43–49.
- Kadar, M., Juan-Borrás, M., Doménech, E. ve Escriche, I., 2010. “Physicochemical parameters and colour as a tool to distinguish lemon tree honey from orange tree honey”, International Conference on Food Innovation.
- Kamal, A., Raza, S., Rashid, N., Hameed, T., Gilani, M., Qureshi, M. A. ve Brewey, K.N.M., 2002. “Comparative Study of Honey Collected from Different Flora of Pakistan”, Online Journal of Biological Sciences, 2,9, 626-627.
- Kambur, M., Yıldız, İ. ve Kekeçoğlu, M., 2015. Düzce İli Yığılca İlçesinde Üretilen Balların Kimyasal ve Paninolojik Analiz Yöntemleri İle Değerlendirilmesi, Uludağ Arıcılık Dergisi, 15,12, 67-79.
- Kan, Y., 2011. Türkiye’de Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Tohumculuk Politikaları. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi. 14-17 Haziran, Samsun, pp. 348.

- Kaplan, H.B., 2014. Ege Bölgesi Ballarının Kimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Karadal, F. ve Yıldırım, Y., 2012. Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 9,3, 197-2009.
- Karakaya, S. ve El, S.N., 2004. “Bazı Geleneksel Ürünlerin Fonksiyonel Gıda veya Bileşeni Olarak Kullanımları”, I. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu Bildiri Özetleri, 23-24 Eylül, Van.
- Kasangana, Pb., 2015. Haddad P.S., and Stevanovic T., Study of Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Myrianthus Arboreus (Cecropiaceae) Root Bark Extracts Antioxidants (Basel). Jun; 4,2, 410–426. doi: 10.3390/antiox4020410.
- Kassim, M., Achoui, M., Mustafa, M.R., Mohd, MA. ve Yusoff, KM., 2010. Ellagic acid, phenolic acids, and flavonoids in Malaysian honey extracts demonstrate in vitro anti- inflammatory activity. Nutrition Research 30, 650–659.
- Kayacier, A. ve Karaman, S., 2008. Rheological and some physicochemical characteristics of selected Turkish honeys. J. Text Stud., 39, 17-27.
- Kayral, N. ve Kayral, G., 1984. Yeni Teknik Arıcılık, pp. 425.
- Kekeçoğlu, M. ve Rasgele, P. G., 2013. Physicochemical analyses of Turkish honey samples The assessment of quality of branded honeys available in the supermarkets and unbranded honeys from beekeepers. Agro Food Industry Hi-Tech, 24,1, 38-41.
- Kenjeric, D., Mandić, M.L., Primorac, L., Bubalo, D. ve Perl, A., 2007. Flavonoid profile of Robinia honeys produced in Croatia. Food Chemistry, 102, 638-690.
- Keskin, H., 1982. Besin Kimyası, Ankara, 450.
- Khalil, M.I., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M.A., Islam, M.N., Sulaiman, S.A. ve Gan, S.H., 2012. Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey, Molecules, 17, 11199-11215.
- Kimoto, T., Aga, M., Hino, K., Koya-Miyata, S., Yamamoto, Y., Micallef, M.J., Hanaya, T., Arai, S., Ikeda, M. ve Kurimoto, M., 2001. Apoptosis of Human Leukemia Cells Induced by Artepillin C., An Active Ingredient of Brazilian Propolis, Anticancer Research, 21, 221-228.
- Kolaylı, S. ve Keha, E., 1999. A Comparative Study of Antioxidant Enzyme Activities in Freshwater and Seawater Adapted Rainbow Trout, Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, 13,6, 334-337.

- Kolaylı, S., Kucuk M., Duran, C., Candan, F. ve Dinçer, B., 2003. Chemical and Antioxidant Properties of *Laurocerasus Officinalis* Roem. (Cherry Laurel) Fruit Grown in the Black Sea Region, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 7489-7494.
- Korkmaz, A., 2003. "Arıcılık", Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Samsun Tarım İl Müdürlüğü, Samsun.
- Krell, R., 1998. Beeswax & Propolis (For Pleasure and Profit). International Bee Research Association, 18 North Road, Cardiff CFI 3DY, 30 pp, U.K.
- Kremers, RE., 1921. The chemistry of the volatile oil of milfoil. A study of the application of modern organic chemistry to drug plant investigations. Journal Of The American Pharmaceutical Association, 10, 4, 252-261.
- Kujumgiev, A., Tısvetkova, I., Serkedjieva, Y., Bankova, V., Christov, R. ve Popov, S., 1999, Antibacterial, Antifungal and Antiviral Activity of Propolis of Different Geographic Origin, Journal of Ethnopharmacology, 64, 235-240.
- Kumova, U., Korkmaz A., Avcı B.C. ve Ceyran G., 2002. Önemli bir arı ürünü: propolis. Uludağ Arıcılık Dergi., 2, 2, 10-24.
- Kuropatnicki, A.K., Szliszka, E. ve Krol, W., 2013. Historical aspects of propolis research in modern times, Evidence-based complementary and alternative medicine, 1-11.
- Kutlu, M.A. ve Bengü, A.Ş., 2015. Gaziantep te Üretilen Balların Kaite Kriterlerinin Belirlenmesi, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 48-52.
- Kutluca, S., Genç, F. ve Korkmaz, A., 2006. Propolis, Samsun Tarım İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi, Samsun, 1-52.
- Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C. ve Candan, F., 2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. Food Chemistry, 100, 526-534.
- Küçükali, K., 2012. Çukurova Koşullarında Farklı Ekim Sıklıkları ve Değişik Hasat Zamanlarının Pembe Koni Çiçeği (*Echinacea purpurea* (L.) Moench)'nin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 1-140.
- Küplülü, Ö. ve Kahraman, S.D., 2011. Süzme Ballarda Muhafaza Sıcaklığının HMF Değeri ve Diastaz Aktivitesi Üzerine Etkisi Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, 1s. Ankara.
- Larson, R.A., 1997. Naturally Occuring Antioxidants, Lewis Publishers, Boca Raton.

- Lazaridou A., Biliaderis C.G., Bacandritsos N. ve Sabatini A.G., 2004. Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. J. Food Eng. 64, 9-21.
- Lee, K.H., Ibuka, T., Wu, R.Y. ve Geissman, T.A., 1977. Structure-antimicrobial activity relationships among the sesquiterpene lactones and related compounds. Phytochemistry, 16, 1177-1181.
- Lercker, G., Savioli, S., Vecchi, M.A., Sabatini, A.G., Nanetti, A. ve Piana, L., 1986. Carbohydrate determination of royal jelly by high resolution gas chromatography (HRGC). Food Chemistry, 19, 255-264.
- Leyel, C.F., 1972. Culpepper's English Physician and Complete Herbal. Wilshire Book, No. Hollywood, CA.
- Liu, J.R., Ye, Y.L., Lin, T.Y., Wang, Y.W. ve 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.
- Manyi-Loh, CE., Ndip, RN. ve Clarke, AM., 2011. Volatile compounds in honey: A review on their involvement in aroma, botanical origin determination and potential biomedical activities. Int J Mol Sci, 12, 9514-9532.
- Manzanares, A.B., Hernandez-Garcia, Z., Gonzales-Rodriguez, R. ve Santos-Vilar, J.M., 2008. Characterisation of honeydew honeys produced in Tenerife (Canary Islands). 1st World Honeydew Honey Symposium, 28-29, Tzarevo, Bulgaria.
- Maran, K., 1997. Günümüzde Teknik Arıcılık. Eylül Matbaacılık, Palme Kitabevi, pp. 190, Ankara.
- Marcucci, M.C., Ferreres, F., Garcia-Viguera, C., Bankova, V.S., De Castro, S.L., Dantas, A.P., Valente, P.H.M. ve Paulino, N., 2001. Phenolic Compounds from Brazilian Propolis With Pharmacological Activities, J. Ethnopharmacol, 74, 105-112.
- Marghitaş, L.A., Dezmirean, D., Popescu, O., Maghear, O., Moise, A. ve Bobiş, O., 2008. Correlation between ash content and electrical conductivity in honeydew honey from Romania, 1st World Honeydew Honey Symposium, Tzarevo, Bulgaria, 30.
- Mat, A., 2002. *Echinacea* Türleri, 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler, Eskişehir. 2-8.
- Matsuno, T., 1995. A New Clerodane Diterpenoid Isolated From Propolis, Zeitschrift für Naturforschung, 50, 93-97.
- Mazza, G. ve Oomah, B.D. (Eds), 2000. Herbs, Botanicals and Teas, Technomic Pub.Co.Inc., Lancaster, Basel, 45-73.

- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. ve Nacoulma, O.G., 2005. Determination of the total phenolic , flavonoid and proline contents in Burkina Fason honey , as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, 91, 571 -577.
- Meral, 2011. Fonksiyonel Öneme Sahip Doğal Bileşenlerin Hamur ve Ekmek Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Messallam, A.S. ve El Shaarawy, M.I., 1987. Quality attributes of honey in Saudi Arabia. Food Chemistry, 25, 1-11.
- Mistriková, I. ve Vavrkova, S., 2007. Morphology and anatomy of *E. purpurea*, *E. angustifolia*, *E. pallida* and *P. Integrifolium*. Biologia, 62, 1, 2-5.
- Mitscher, L.A., 1975. Antimicrobial agents from higher plants. Recent Advances in Phytochem, 9, 243-282.
- Molan, P.C., 2006. The evidence supporting the use of honey as awound dressing.
- Moon, J.K. ve Shibamoto, T., 2009. Antioxidant assays for plant and food components. J. Agric. Food Chem., 57, 1655-1666.
- Moreira, RFA., De Maria., CAB, Pietroluongo, M. ve Trugo, LC., 2010. Chemical changes in the volatile fractions of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. Food Chem, 121, 697-704.
- Moreira, RFA. ve De Maria, CAB., 2005. Investigation of the aroma compounds from headspace and aqueous solution from the cambará (*Gochnatia Velutina*) honey. Flavour Frag J, 20, 13-17.
- Morrison, RT. ve Boyd, RN., 1992. Organic chemistry (1st ed.). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall International, Inc. pp. 657.
- Naczki, M. ve Shahidi, F., 2004. Extraction and analysis of phenolics in food, Journal of the Chromatography 1054, 95-111.
- Nagai, T. ve Inoue, R., 2004. Preparation and Functional Properties of Water Extract and Alkaline Extract of Royal Jelly, Food Chem., 84, 181-186.
- Nanda, V., Sarkar, B. ve Sharma, H., 2003. “Physicochemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India”, Journal of Food Composition and Analysis, 16, 613-619.
- NMKL 170, 2002. Mercury. Determination in Seafood by Flow Injection Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry (FI-CVAAS) after Microwawe Digestion.

- NMKL 161, 1998. Metals. Determination by atomic absorption spectrophotometry after wet digestion in a microwave oven.
- Nüsslein, B., Kurzmann, M., Bauer, R. ve Kreis, W., 2000. Enzymatic degradation of cichoric acid in *Echinacea purpurea* preparations. J. Nat. Prod. 63, 1615-1618.
- Oddo, L. P., Piazza, M.G., Sabatini, A.G. ve Accorti, M., 2004. Characterization of unifloral honeys. Apidologie, 26, 453-485.
- Olson, WW., 1975. Effects of controlled burning on grassland within the Tewaukon National Wildlife Refuge.
- Orsolic, N., Knezevic A.H. ve Basic I., 2002. Farelerde yeni bir immunomodulator potansiyeli olarak propolis; Propolisin suda çözünen bir türevinin (WSDP) antitumör aktivitesi. Mellifera, 2, 3, 7-14.
- Öder, E., 1981. "Bal İçerisindeki Maddeler ve Bunların Balın Özelliklerine Etkileri", Gıda, 6, 5, 31-38.
- Ölmez, Ç., 2009. "Türkiye’de Üretilen Farklı Çiçek ve Salgı Bal Çeşitlerinin Bazı Kalitatif ve Besinsel Özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 23.
- Ötles, S. ve Cagindi, Ö., 2006. Cereal based functional foods and nutraceutical. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 5,1, 107- 112.
- Ötleş, S., 1995. Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri), İzmir, Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları Yayın No:2.
- Özcan, M.M. ve Ölmez, Ç., 2014. Some qualitative properties of different monofloral honeys. Food Chemistry, 163, 212-218.
- Özkorkmaz, E. ve Özay, Y., 2009. Yara iyileşmesi ve yara iyileşmesinde kullanılan bazı bitkiler. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 2, 63-67.
- Özmen, N. ve Alkın, E., 2006. Balın antimikrobiyal özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. Uludağ Arıcılık Dergisi, Kasım, 155-160.
- Packer, J.E., Stater, T.F. ve Willson, R.L., 1979. E vitamini ile C vitamini arasındaki serbest radikal etkileşimin doğrudan gözlenmesi. Doğa, 278, 737-738.
- Pelvan, E., 2009. Günümüz ve Geleceğin Gıdaları Fonksiyonel Gıdalar, 26-29.
- Popek, S. 2002. A procedure to identify a honey type. Food Chemistry, 79, 401-406.
- Pryce-Jones, J., 1953. The rheology of honey. In G.W. Scott Blair (ed.), Foodstuff their plasticity, fluidity and consistency. Amsterdam: North Holland Publishing Company. 148-176.

- Przybylowski, P. ve Wilezynska, A., 2001. "Honey as Environmental Marker", Food Chemistry, 74, 289-291.
- Quek, S.Y., Chok, N.K. ve Swedlund, P., 2007. The physicochemical properties of spraydried watermelon powders, Chemical Engineering and Processing, 46, 386-392.
- Radovic, B.S., Careri, M., Mangia, A., Musci, M., Gerboles, M. ve Anklam, E., 2001. Contribution of dynamic headspace GC-MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey. Food Chem., 72, 511-520.
- Razic, S., Onjia A. ve Potkonjak B., 2003. Trace elements analysis of *Echinacea purpurea* Herbal Medicinal. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 33, 4, 845-50.
- Remarckle, C. ve Reusens, B., 2004. Functional Foods Ageing and Degenerative Diseases, Woodhead Publishing Limited.
- Ribeiro, R.O.R., Mársiko, E.T., Carneiro, C.D.S., Monteiro, M.L.G., Júnior, C.A.C., Mano, S. ve 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.
- Rice-Evans, C.A. ve Miller, N.J., 1997. Paganga, G. Antioxidant Properties of Phenolic Compounds, Trends Plant Science, 2,4, 152-159.
- Robbers, J.E. ve Tyler, V.E., 2000. Tyler's Herbs of Choice, New York: Haworth Herbal Press.
- Rodriguez, I., Salud, S., Hortensia, G., Luis, U.J. ve Jodral, M., 2010. "Characterisation of Sierra morena citrus blossom honey (Citrus sp)", International Journal of Food Science and Technology, 45, 2008-2015.
- Rosa, A., Tuberoso, C.I.G., Atzeri, A., Melis, M.P., Bifulco, E. ve Dessì, M.A., 2011. Antioxidant profile of strawberry tree honey and its marker homogentisic acid in several models of oxidative stress. Food Chemistry, 129, 1045-1053.
- Rowland, C.Y., Blackman, A.J., D'Arcy, B. ve Rintoul, G.B., 1995. Comparison of organic extractives found in leatherwood (*Eucryphia lucida*) honey and leatherwood flowers and leaves. J Agric Food Chem., 43, 753-763.
- Russell, J. M., Stephen, T.L., Dale, R.G., Kip, E.P. ve Lynn, F.J., 2007. Phytochemicals: The Good, the Bad and the Ugly, Phytochemistry, 68, 2973-2985.
- Sağdıç, O., Kuşcu, A., Özcan, M. ve Özçelik, S., 2002. Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth *E.coli* O157:H7 Food Microbiology, 19, 473-480.

- Sansinenea E., Vivas C. ve Ortiz A., 2015. A Natural Curcumene Bisabolane Sesquiterpene: Syntheses and Recent Applications, Current Organic Synthesis, 12 , 4 , 431 – 439.
- Sanz, M.L., Gonzales, M., Lorenzo, C., Sanz, J. ve Martinez-Castro, I., 2005. A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. Food Chemistry, 91, 313-317.
- Sarıkaya, A.O., 2009. Kestane Bal Ve Propolisinin Fenolik Asit Kompozisyonu Ve Antioksidan Özelliğinin Belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Trabzon.
- Saxena, S., Sharma, A. ve Gautam, S., 2010. “Physical, Biochemical and Antioxidant Properties of Some Indian Honeys”, Food Chemistry, 118, 391-397.
- Sen, S., Chakraborty, R. ve Sridhar, C., 2010. Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines : Current status and future prospect. Int. J. Pharm Sci. Res. 3,1, 91-100.
- Serra-Bonvehí, J., 1992. Sugars, acidity and pH of royal jelly. Anal. Bromatol. 44,1, 65-69.
- Shafiq, H., Shahid, A. ve Farid, M.Z., 2014. Physico-chemical properties of honey Produced In The Central Region Of Punjab, Pakistan. Life Sciences Leaflets, 52, 40-51.
- Shi, Q., Fang, Z. ve Bhandari, B., 2013. Effect of addition of whey protein isolate on spray-drying behavior of honey with maltodextrin as a carrier material. Drying Technology, 31, 13-14, 1681-1692.
- Shibi, C., Shengming, H., Fuhai, L. ve Fuxiu, L., 1993. Study on the Correlation of the Age of Nurse Bee with Royal Jelly Yield and Quality. China Pop. Sci. Press. 82-91.
- Silici, S., Sagdic, O. ve Ekici, L., 2010. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys, Food Chemistry, 121 238– 243.
- Silici, S. ve Tolon, B., 2002. Further chemical and palynological properties of some unifloral Turkish honeys. The First German Bee Products and Apitherapy Congress, Passau, Germany, March 23-27.pp 61.
- Silva, L.R., Viderra, R., Monteiro, P.A., Valentao, P. ve Androde, P.B., 2009. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents. Microchemical Journal, 93, 1, 73-77.
- Singh, N. ve Bath, P. K., 1997. Quality evaluation of different types of Indian honey. Food Chemistry, 58, No. 1-2, 129-133.

- Sivapriya, M. ve Srinivas, L., 2007. Isolation and purification of a novel antioxidant protein from the water extract of Sundakai (*Solanum torvum*) seed. Food Chemistry, 104, 510–517.
- Soria, A.C., Gonzales, M., De Lorenzo, C., Martinez-Castro, I. ve Sanz, J., 2004. Characterization of artisanal honeys from Madrid(Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. Food Chemistry, 85, 121-130.
- Sorkun, K., Doğan, C., Başoğlu, N., Gümüş, Y., Ergün, K., Bulakeri, N. ve Işık, N., 2002. Türkiye’de üretilen doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve mikroskopik analizler. Mellifera, 2, 4, 13-21.
- Sorkun, K. ve İnceoğlu, Ö., 1984. İç Anadolu Bölgesi ballarında polen analizi. Doğa Bilim Dergisi, 8,2, 222-228.
- Soysal, M., 2007. Balların uçucu bileşenlerinin gaz kromatografi-kütle spektrometri ile belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Sönmez, B., 2004. Balın insan sağlığındaki yeri ve önemi: Derleme. Uludağ Arıcılık Dergisi, 127-130.
- Steffe, JF., 1996. Rheological methods in food process engineering (2nd ed). East Lansing, USA: Freeman Press.
- Sticher, O., 1977. Plant mono-di and sesquiterpenoids with pharmacological or therapeutical activity, pp. 137-176. In H. Wagner and P. Wolff, eds., *New Natural Products and Plant Drugs with Pharmacological, Biological or Therapeutical Activity*. Springer-Verlag, New York.
- Storz, G. ve Imlay, J., 1999. Oxidative Stres, Current Opinion in Microbiology, 2, 188-194.
- Sunay, A.E. ve Boyacıoğlu, D., 2008. Türk çam balının belirleyici özellikleri. 1. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi. 25-27 Kasım 2008. Muğla.
- Sunay, E. A., Altıparmak, O., Doğaroğlu, M. ve Gokcen, J., 2003. Türkiye’de ve Dünyada Bal Üretimi, Ticareti ve Karşılaşılan Sorunlar. II. Marmara Arıcılık Kongresi. 28-30 Nisan 2003. Yalova.
- S’vecova’, B., Bordovska, M., Kalvachova, D. ve Hajek, T., 2015. Analysis of Czech meads: Sugar content, organic acids content and selected phenolic compounds content. Journal of Food Composition and Analysis, 38, 80–88.
- Şahin, A., 1998. Salgı Ballarının Oluşumu ve İçeriği. Teknik Arıcılık Dergisi. Aralık 1998. 62, pp. 20-23.

- Şahinler, N. ve Gül, A., 2004. Yayla ve ayçiçeği ballarının biyokimyasal analizi. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 01-03 Eylül 2004. Isparta.
- Şahinler, N., Sahinler, S. ve Gül, A., 2004. Biochemical composition of honeys produced in Turkey. Journal of Apicultural Research, 43,2, 53-56.
- Şahinler, N., Şahinler, S. ve Gül, A., 2001. Hatay Yöresi Ballarının Bileşimi ve Biyokimyasal Analizi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6, 93-108.
- Şengül, M., Şengül, M. ve Dodoloğlu, A., 2006. Erzurum'da üretilen balların fiziksel ve kimyasal özellikleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- Tamura, S., Kono, T., Harada, C., Yamaguchi, K. ve Moriyama, T., 2009. Estimation and Characterisation of Major Royal Jelly Proteins Obtained From The Honeybee *Apis mellifera*, Food Chem., 114, 1491- 1497.
- Tan, S.T., Holland, P.T., Wilkins, A.L. ve Molan, C.P., 1988. Extractives from New Zealand honeys degraded carotenoids and other substances. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 37,5, 1217-1221.
- Tan, S.T., Wilkins, A.L., Holland, P.T. ve McGhine, T.K., 1990. Extractives from New Zealand honeys. 3. Unifloral thyme and willow honeys constituents. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38,9, pp. 1833-1838.
- Terry, P., 2001 “Fatty Fish Consumption and Risk of Prostate Cancer”. The Lancet.
- Tezcan, F., Kolaylı, S., Şahin, H., Ulusoy, E. ve Erim, B.F., 2011. Evaluation of organic acid, saccharide composition and antioxidant properties of some authentic Turkish honeys J. Food Nutr. Res., 50, 33-40.
- TK 5996, 2010. Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu, 27610.
- TS 1620, 2017. Makarna, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2131, 2001. Baharat ve Çeşni veren Bitkiler- Toplam Kül Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 6178 ISO 7466, 2002. Meyve ve Sebze Ürünleri- 5 Hidroksimetil furfural (5-HMF) İçeriğinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 1728 ISO 1842, 2001. Meyve ve Sebze Ürünleri- pH Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tolon, B., 1999. Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tosi, E., Ciappini, M., Re, E. ve Lucero, H., 2002. Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content, Food Chemistry, 77, 71, 71-74.

- Tosi, E.A., Ré, E., Lucero, H. ve 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.
- Tutkun, E., 2000. Teknik Arıcılık El Kitabı. Türkiye Kalkınma Vakfı Yayın No: 6, 235 pp, Ankara.
- Upton, R. ve Graff, A., 2007. American Herbal Pharmacopoeia, *Echinacea purpurea* L. Aerial Parts, Socets Valley, USA.
- Urala, N. ve Lähteenmäki, L., 2004. "Attitudes Behind Consumers' Willingness to Use Functional Foods, Food Quality and Preference , 793-803.
- Ünal, C. ve Küplülü, Ö., 2006. Chemical quality of strained honey consumed in Ankara. Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi 53, 1-4.
- Valle, M.L., 2000. Quantitative determination of antibacterian capacities of propolis. *Apiacta*, 35, 4, 152-161.
- Vazquez, L., Verdu, A., Miquel, A., Burlo, F. ve Carbonell-Barrachina, AA., 2007. Changes in physico-chemical properties, hydroxymethylfurfural and volatile compounds during concentration of honey and sugars in Alicante and Jijona turrón. *Eur Food Res Technol*, 225, 757-767.
- Vinson, J.A., Hao, Y., Su, X. ve Zubik, L., 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. J. Agr. Food Chemistry, 46, 3630-4.
- Wang, C.Y., Ma, F.L., Liu, J.T., Tian, J.W. ve Fu, F.H., 1993. Protective Effect of Salvianic Acid A on Acute Liver Injury Induced by Carbon Tetrachloride in Rats, Biol. Pharm. Bull, 30, 1, 44-47.
- Watson, R.R., 2003. "Functional Foods ans Nutraceuticals in Cancer Prevention" , Iowa State Press, Ames, IA.
- Weston, R.J., Mitchell, K.R. ve Allen, K.L., 1999. Antibacterial phenolic components of Nea activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: in vivo and in vitro studies. Int J Urol., 10, 213-219.
- White, J.W., 1975. Physical characteristics of honey. In: Crane E. (Ed.) Honey: a comprehensive survey. Pp 207-239, London: Morrison and Gibbs Ltd.
- White, J. W., 1994. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. Bee World, 75,3, 104-117.
- Wildman, R. E., 2001. "Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods", CRC Press. Pp. 517-527.

- Wilkins, A.L., Lu, Y. ve Tan S.T., 1993. Extractives from New Zealand honeys. 4. Linalool derivatives and other components from nodding thistle (*Cardans nutans*) honey. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 41, 6, 873-878.
- Wills, R.B.H. ve Stuart, D.L., 2000. Effect of handling and storage on alkylamides and cichoric acid in *Echinacea purpurea*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80, 9, 1402-6.
- Witherell, P.C., 1984. Other Products of the Hive. The Hive and Honey Bee (Chapter XVIII), Dadant and Sons Hamilton Illinois, pp. 531-558.
- Wollgast, J. ve Anklam, E., 2000. Review on Polphenols in Theobroma Cacao, Changes in Composition During the Manufacture of Choconate and Methodology for Identification and Quantification, Food Research International, 33, 423-447.
- Wongchai, V. ve Ratanavalachi, T., 2002. Seasonal Variation of Chemical Composition of Royal Jelly Produced in Thailand, Thammasat Int. J. Sc. Tech., 7, 2, 1-8.
- Yager, D.R., Kulina, R.A. ve Gilman, L.A., 2007. Wound fluids: a window into the wound environment? Int. J. Low Extrem Wounds, 6, 4, 262-272.
- Yaniv, Z. ve Rudich, M., 1997. Medicinal Herbs as a Potential Source of High-Quality Honeys. Bee Products, 77-81.
- Yao L., Jiang Y., Singanusong R., Datta N. ve Raymont K., 2004. Phenolic acids and abscisic acid in Australian Eucalyptus honeys and their potential for floral authentication. Food Chem., 86, pp.169-177.
- Yaochun, C., 1993. Apiculture in China. Agricultural Publishing Housing No:2, Nong Zhong Guan North Road, Chaoyang District, Beijing, 100026, China, pp 157.
- Yatsunami, K. ve Echigo, T., 1985. Antibacterial Action of Royal Jelly, Bull Agr. Tamagawa Univ., 25, 13-22.
- Yıldırım, A., 2013. Bingöl ili ballarının fenolik bileşiklerinin antioksidan ve antimikrobiyal etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl.
- Yıldız, O., Sahin, H., Kara, M., Aliyazıcıoğlu, R., Tarhan, Ö. ve Kolaylı, S., 2010. "Maillard Reaksiyonları ve Reaksiyon Ürünlerinin Gıdalardaki Önemi", Akademik Gıda, 8, 6, 44-51.
- Yilmaz, H. ve Kufrevioğlu, I., 2000. Composition of honeys collected from eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity. Türk J. Agric Forst, 33, 347-349.
- Yoo, B., 2004. Effect of temperature on dynamic rheology of Korean honeys. J. Food Eng. 65, 459-463.

- Yücecan, S., 2001. “Sağlıklı Yaşam Sürecinde Fonksiyonel Besinlerin Yeri ve Önemi”, Ankara. www.saglikbilimleri.hacettepe.edu.tr
- Zalibera, M., Staško, A., Šlebodová, A., Jančovičová, V., Čermáková, T. ve Brezová, V., 2008. Antioxidant and radical-scavenging activities of Slovak honeys-An electron paramagnetic resonance study. Food Chemistry, 110, 512-521.
- Zappala, M., Fallico, B., Arena, E. ve Verzera, A., 2005. “Methods for the determination of HMF in honey”, Food Control, 16, 273-277.

ÖZGEÇMİŞ

Pervin SOYLU 09.03.1995 yılında Mersin'in Erdemli ilçesinde doğdu. İlk öğretimini Çeşmeli İlk Öğretim Okulunda tamamladı ardından Çeşmeli Çok Programlı Anadolu Lisesinde lise hayatına devam etti. 2013 yılında lise hayatını bitirdi. Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'nde Gıda Mühendisliği bölümünü kazanarak 4 yıllık eğitim gördü ve 2017 yılında Üniversiteden mezun oldu. 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitimi hala devam etmektedir.