



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**RİZE YÖRESİNDEN ELDE EDİLEN KAYA BALININ FİZİKOKİMYASAL VE
BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN KESTANE VE ÇİÇEK BALLARI İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HÜSNA KARAMEHMET

2021

GÜMÜŞHANE

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

GIDA MÜHENDİSİ ANABİLİM DALI

**RİZE YÖRESİNDEN ELDE EDİLEN KAYA BALININ FİZİKOKİMYASAL VE
BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN KESTANE VE ÇİÇEK BALLARI İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HÜSNA KARAMEHMET

2021

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum “**Rize Yöresinden Elde Edilen Kaya Balının Fizikokimyasal ve Biyolojik Özelliklerinin Kestane ve Çiçek Balları ile Karşılaştırılması**” isimli tez çalışmasında; bütün bilge ve belgeleri genel olarak akademik kurallar çerçevesinde 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. ../../....

Hüsna KARAMEHMET

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**RİZE YÖRESİNDEN ELDE EDİLEN KAYA BALININ FİZİKOKİMYASAL VE
BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN KESTANE VE ÇİÇEK BALLARI İLE
KARŞILAŞTIRILMASI**

HÜSNA KARAMEHMET

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. OSMAN ÜÇÜNCÜ

2021,

Çalışmamızın temelini; doğada serbest halde (bir kovana bağlı olmayan) bulunan arıların doğal ortamlarında, kayaların arasına koloni kurarak yaptıkları bir bal türü olan kaya balının kalite ve biyolojik özelliklerinin diğer bal türleri ile karşılaştırılması oluşturmaktadır. Bu çalışmada Rize ilinde 2018 yılında hasat edilen kaya balının fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri, Doğu Karadeniz bölgesinden elde edilen 2 adet çiçek ve 1 adet kestane balı ile karşılaştırılmıştır.

Analiz edilen balların kalite özelliklerini belirlemek amacıyla; nem, sakaroz, glikoz, fruktoz, suda çözünmeyen madde, serbest asitlik, elektriksel iletkenlik, diastaz sayısı, HMF,

prolinve mineral madde analizleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan balların antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toplam fenolik (polifenol) madde, toplam flavanoid madde, DPPH ve FRAP metotları kullanılmıştır. Antimikrobiyal aktiviteler agar difüzyon yöntemi ile 8 bakteri ve 3 adet maya-küf olmak üzere toplam 11 farklı mikroorganizmaya karşı belirlenmiştir. Bal örnekleri için uygulanan fiziksel ve kimyasal parametrelerin kantitatif özelliklerini tanımlamak ve ana varyasyonlara genel bir bakış elde etmek için Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve Hiyerarşik Küme Analizi (HCA) kullanılmıştır.

Rize ilinden temin edilen Elevit Çiçek, Polevit Çiçek, Polevit Kaya ve Molleveyis Kestane ballarının nem değerleri sırasıyla %14,20; %16,80; %17,0 ve %21,80; sakaroz değerleri %0,81; %2,86; %3,80 ve %3,40; fruktoz değerleri %44,87; %42,47; %40,69 ve %38,25; glukoz değerleri %40,85; %37,03; %40,13 ve %29,91; fruktoz+glukoz değerleri %85,72; %79,50; %80,82 ve %68,16; fruktoz/glukoz değerleri ise %1,10; %1,15; %1,01 ve %1,28 olarak bulunmuştur. Suda çözünmeyen katı madde miktarları sırasıyla %0,06; %0,02; %0,02 ve %0,01; serbest asitlik miktarları 29,81 meq/kg; 17,19 meq/kg; 25,31 meq/kg ve 36,82 meq/kg; elektriksel iletkenlikleri 0,32 mS/cm; 0,77 mS/cm; 0,99 mS/cm ve 1,32 mS/cm; diastaz sayıları >50; 38,5; >50 ve 29,4; HMF miktarları 34,44 mg/kg; 17,69 mg/kg; 9,73 mg/kg ve 17,79 mg/kg; prolin değerleri ise 501,92 mg/kg; 380,38 mg/kg; 461,54 mg/kg ve 518,08 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Çalışma sonunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde kaya balının kalite ve biyolojik özellikler bakımından karşılaştırma yapılan ballara bariz bir üstünlüğünün olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca elde sonuçların TGK Bal Tebliği Standardında belirlenen değerlere uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Kaya balı, Fizikokimyasal özellikler, Biyolojik özellikler, Temel Bileşenler Analizi

ABSTRACT
MS THESIS

**COMPARISON OF PHYSICOCHEMICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF
ROCK HONEY OBTAINED FROM RIZE REGION WITH CHESTNUT AND
FLOWER HONEY**

Hüsna KARAMEHMET

Gümüşhane University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Doç.Dr. Osman ÜÇÜNCÜ
2021,

The basis of our work; the quality and biological characteristics of rock honey, which is a type of honey made by bees found in nature in free form (not attached to a hive), by establishing colonies between rocks in their natural environment. In this study, physicochemical and biological properties of rock honey harvested in Rize province in 2018 were compared with 2 flowers and 1 chestnut honey obtained from the Eastern Black Sea region.

In order to determine the quality characteristics of analyzed honey; moisture, sucrose, glucose, fructose, water insoluble matter, free acidity, electrical conductivity, diastase number, HMF, proline and mineral matter analyzes were made. In order to determine the antioxidant properties of honeys used in the study; total phenolic (polyphenol) substance, total flavonoid substance, DPPH and FRAP methods were used. Antimicrobial activities were determined by agar diffusion method against a total of 11 different microorganisms, 8 bacteria and 3 yeast-fungi. Principal Component Analysis (PCA) and Hierarchical Cluster

Analysis (HCA) were used to describe the quantitative properties of the physical and chemical parameters applied for honey samples and to get an overview of the main variations.

Humidity values of Elevit Flower, Palovit Flower, Palovit Rock and Molleveyis Chestnut honeys obtained from Rize province respectively founded like below %14,20; %16,80; %17,0 and %21,80; sucrose values %0,81; %2,86; %3,80 and %3,40; fructose values %44,87; %42,47; %40,69 and %38,25; glucose values %40,85; %37,03; %40,13 and %29,91; fructose+glucose values %85,72; %79,50; %80,82 and %68,16; fructose/glucose values are %1,10; %1,15; %1,01; %1,28. The amounts of solid matter insoluble in water, %0,06; %0,02; %0,02 and %0,01; free acidity amounts 29,81 meq/kg; 17,19 meq/kg; 25,31 meq/kg and 36,82 meq/kg; electrical conductivity is 0,32 mS/cm; 0,77 mS/cm; 0,99 mS/cm and 1,32 mS/cm; diastase numbers >50; 38,5; >50 and 29,4; HMF amounts 34,44 mg/kg; 17,69 mg/kg; 9,73 mg/kg and 17,79 mg/kg; proline values are 501,92 mg/kg; 380,38 mg/kg; 461,54 mg/kg and 518,08 mg/kg.

When the data obtained at the end of the study were evaluated, it was determined that rock honey didn't have an obvious superiority over the compared honey in terms of quality and biological properties. In addition, the results obtained were found to be in accordance with the values specified in the TGK Honey Communique Standard.

Keywords: Rock honey, Physicochemical Properties, Biological Properties, Principal Component Analysis

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmış ve Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından GUBAP16.F5115.04.01 ve GUBAP16.F5115.04.02' nolu projelerle desteklenmiştir.

Tez çalışmam süresince kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, bilgisiyle ve ilgisiyle bana ışık tutan değerli danışman hocam Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ'ye çok teşekkür ederim.

Çalışmanın başlangıcından tamamlanmasına kadar engin bilgi ve katkılarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Cemalettin BALTACI'ya en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi destekleri ile beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, bilgi ve tecrübeleri ile her anlamda destekleyen meslektaşım Şenol BALLI'ya, her zaman yanımda olduklarını bildiğim kıymetli aileme ve kardeşim Samet KARAMEHMET' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hüsna KARAMEHMET

Gümüşhane,2021

İÇİNDEKİLER

	SAYFA NO
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
TABLolar DİZİNİ	xv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Balın Tanımı ve Bileşimi.....	2
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1. Bal ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar.....	6
2.2. Dünyada Arıcılık	9
2.3. Türkiye’de Arıcılık	11
2.4. Rize İlinin Konumu ve Arıcılık	15
2.5. Balın Kalite Özellikleri.....	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM	28
3.1. Bal Numuneleri.....	28
3.2. Balların Fizikokimyasal ve Biyolojik Analizleri.....	28
3.2.1. Nem İçeriği Tayini	28
3.2.2. Şeker Tayini	29
3.2.3. Suda Çözünmeyen Katı Madde	29
3.2.4. Serbest Asitlik Tayini	30
3.2.5. Elektriksel İletkenlik Tayini	30
3.2.6. Diastaz Sayısı Tayini	30
3.2.7. HMF Tayini	31

3.2.8. Prolin Tayini	32
3.2.9. Mineral Madde Analizi	32
3.2.10. Balda Antioksidan Analizi	33
3.2.11. Balda Antimikrobiyal Analizi	34
3.2.12. Fizikokimyasal Parametrelerin Temel Bileşen Analizleri	35
4. BULGULAR	37
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	46
6. SONUÇ	72
7. KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1-1 İllere göre Türkiye’de bal üretimi (URL-7, 2019).....	11
Şekil 2-1 Rize ilinin Türkiye’deki coğrafi konumu	15
Şekil 3-1 Bal örneklerinin aglomeratif hiyerarşik kümeleme(AHC) analiz grafiği.....	36
Şekil 4-1. Fizikokimyasal analizlere dayanan bal numunelerinin PCA’sı açıklanan varyansını vermektedir. Gösterim amacıyla, kırmızı küme MKK, mavi küme PK ve PKA, siyah küme EK' yı temsil etmektedir. Elevitkarakovan (EK), Palovitkarakovan (PKA), PalovitKaya (PK) ve Mollovevis kestane(MKK)	44
Şekil 5-1 Nem değerlerine ait kutu grafiği.....	46
Şekil 5-2Fizikokimyasal analizlerin aralarındaki pozitif ve negatif korelasyonların gösterimi	48
Şekil 5-3Sakaroz değerlerine ait kutu grafiği.....	48
Şekil 5-4Fruktoz ve Glukoz değerlerine ait kutu grafiği.....	50
Şekil 5-5Fruktoz+Glukoz ve Fruktoz/Glukoz değerlerine ait kutu grafiği	51
Şekil 5-6Suda çözünmeyen katı madde değerlerine ait kutu grafiği.....	52
Şekil 5-7Serbest asitlik değerlerine ait kutu grafiği	53
Şekil 5-8Elektriksel iletkenlik değerlerine ait kutu grafiği	55
Şekil 5-9Diastaz sayısı değerlerine ait kutu grafiği	56
Şekil 5-10.HMF değerlerine ait kutu grafiği	58
Şekil 5-11Prolindeğerlerine ait kutu grafiği.....	59

TABLÖLER DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 2.1. 2009 yılında bal ihracatı ve ithalatı yapan ülkelere ait bal miktarları ve değerleri	10
Tablo 2.2. 2017 yılına ait dünyada en fazla bal arısı kolonisine sahip 6 ülke (URL-5, 2019)	10
Tablo 2.3. İllere göre Türkiye’de bal üretimi (URL-7, 2019).....	12
Tablo 2.4. Bölgelere göre arıcılık faaliyetleri (URL-6, 2013)	12
Tablo 2.5. 2010-2016 yılları arası Türkiye’de genel durum	13
Tablo 2.6. Türkiye arıcılık verileri (URL-8, 2020)	13
Tablo 2.7. Türk Gıda Kodeksi (2012/58) Bal Tebliğine göre ballara ait özellikler	16
Tablo 4.1. Çalışmada Kullanılan Bal Numuneleri Analiz Sonuçları	38
Tablo 4.2. Fizikokimyasal analizlere ait betimsel istatistikler (Nicel veriler)değerler.	39
Tablo 4.3. Fizikokimyasal analizlere ait korelasyon değerleri.....	40
Tablo 4.4. Fizikokimyasal analizlere ait değerler	41
Tablo 4.5. Antimikrobiyal Analiz Sonuçları	42
Tablo 4.6 Mineral Madde Analiz Sonuçları	42
Tablo 4.7 Antioksidan Analiz Sonuçları	43
Tablo 5.1. Diastaz Tayini Sonuçları	57
Tablo 5.2.MP–AES cihazının çalışma şartları	61
Tablo 5.3.MP-AES cihazının analitik performansı	62
Tablo 5.4.Yöntemin doğruluğu için sertifikalı referans madde analiz sonuçları (N=3)	63
Tablo 5.5 Korelasyon Matrisi.....	65
Tablo 5.6 Temel Bileşen Yükleri	66

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simge	Açıklama
AAS	: Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi
ANOVA	: Tek Yönlü Varyans Analizi
DPPH	: 1,1-Difenil-2-pikrilhidzaryl
DS	: Diastaz Sayısı
Eİ	: Elektriksel İletkenlik
F	: Fruktoz
G	: Glukoz
F+G	:Fruktoz+Glukoz
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü (FoodandAgricultureOrganization)
FRAP	: Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç
GC-MS	: GasChromotography/MassSpectrometry
HMF	: HidroksimetilFurfural
HPLC	: High Performance Liquid Choramotography
ICP-OES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi
ICP-MS	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi
LOD	: Tespit Limiti
LOQ	: Tayin Limiti
μ	: Mikro
mg	: Miligram
MP/AES	:Mikroplazma Atomik Emisyon Spektrofotometresi
mL	: Mililitre
ms	: Milisiemens
NaOH	: Sodyum Hidroksit
N	: Nem
nm	:Nanometre

P	: Prolin
pH	: Power of Hydrogen
ppb	: Milyarda bir kısım
ppm(mg/kg)	: Milyonda bir kısım
<i>spp.</i>	: Speciespulural
S	: Sakaroz
SA	: Serbest Asitlik
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde
TS	: Türk Standartları
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
%	:Yüzde
°C	: Santigrad derece

1. GİRİŞ

Dünyanın doğal dengesinin bozulması ile gıda ihtiyacının karşılanması giderek zorlaşmaktadır. Artan gıda ihtiyacıyla birlikte doğal yapısı değiştirilmiş ve sağlığı kötü yönde etkileyen ürünlerin de üretimi artmaktadır. Ancak diğer taraftan, sağlığını düşünen bilinçli tüketicilerin doğal ürünlere yöneldikleri de görülmektedir (Kaplan, 2014). Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte gıda sorununa yeni çözüm yolları aranmaya başlamıştır. Tarım ve hayvancılığın geliştirilmesiyle bu sorunlara çözüm bulunması düşünülmektedir. Diğer bir çözüm yolu olarak arıcılığın geliştirilmesi insan sağlığı için önem arz etmektedir (Kutlu ve Bengü, 2015).

Arıcılık insan hayatı ve doğanın dengesi için büyük önem taşımaktadır. Albert Einstein “Eğer arılar yeryüzünden kaybolursa insanın sadece 4 yıl ömrü kalır. Arı olmazsa dölleme, bitki, hayvan ve insan olmaz” sözüyle ne kadar önemli olduğunu açıklamıştır (Semerci, 2017).

Dünyamızda arıların varlığı üçüncü jeolojik çağdan beri bilinmektedir. Eski çağlarda canlıların, arı kovanlarındaki oğul arıları öldürerek; ballarından faydalandıkları bilinmektedir. Eski Hint, Mısır, Roma, Yunan, Sümer, Hitit ve Babil medeniyetleri incelendiğinde arı bulgularına rastlanmıştır. Bu medeniyetlere ait birçok heykel, resim, hikâye, mağara ve mezarlarda arıcılık ve bal ile ilgili verilere rastlanmıştır (Alak, 2015).

Türkiye bal üretimi için; coğrafik özellikleri, bitki çeşitliliği ve nektarların toplandığı kaynaklar bakımından arıcılık için büyük önem taşımaktadır. Türkiye tarımsal arazileri ve ürünlerinin kalitesi açısından dünyada en önemli ülkelerindendir. Ülkemizde ballı ürünler fazla olmasına rağmen arıcılık yeteri kadar ilerleyememiştir (Kaplan, 2014).

Türkiye’de tarımsal faaliyetler azalmasına rağmen arıcılık ve kovan sayıları her geçen yıl artmaktadır. Ülkemizde arı popülasyonu ile bal üretimi arasında zıtlıklar bulunmaktadır. Bunun en önemli nedeni; bilgi yetersizliği ve ana arı üretiminin eksik olması söylenebilir. Beslenme eksikliği, barınmadaki bilgisizlik, zararlıların bilinmemesi de sıralanabilir. Yöre insanları için arıcılık artık temel geçim kaynağı olmaktan çıktığı da söylenebilir. İnsanlar geçim kaynaklarını sağlayabilmek için büyük şehirlere göç ettikleri bilinmektedir (Karataş, 2011). Rize ili bu konuda örneklerden biridir.

Kaya balı; doğada serbest halde (bir kovana bağlı olmayan) bulunan arıların doğal ortamlarında, kayaların arasına koloni kurarak doğal olarak yaptıkları bir bal türüdür. Ülkemizde değişik yörelerden elde edilen bu bal ile ilgili daha önce herhangi bir çalışma yapılmadığından dolayı araştırmamızın temel konusunu oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Rize yöresinden elde edilen kaya balı ile Doğu Karadeniz bölgesinden elde edilen kestane ve çiçek ballarının kalite ve biyolojik özellikleri Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve Hiyerarşik Küme Analizleri (HCA) ile istatistiksel olarak değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. Son olarak, elde edilen sonuçların TGK Bal Tebliğine göre uygunlukları değerlendirilmiştir.

1.1 Balın Tanımı ve Bileşimi

Türk Gıda Kodeksi (2012/58) Bal Tebliği'nde bal; bitki nektarlarının, bitkilerde oluşan salgıların veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan böceklerin salgılarının bal arıları tarafından toplanıp, kendi içeriğinde yer alan bileşenlerle oluşturduğu, su içeriğini düşürdüğü ve kovanlarda olgunlaştırıldığı doğal bir ürün olarak tanımlanmaktadır (URL-4, 2012).

Bal hem temel besin maddesi hem de enerji kaynağı olarak tüketilmektedir (Çiftçi, 2018). Ayrıca balın bazı yiyeceklerin hazırlanmasında kullanımının yanında insan sağlığı açısından iyileştirici ve bazı hastalıkları tedavi edici özellikleri de bilinmektedir (Alak, 2015). Bal ülkemizde gıda endüstrisinde de aşağıda sıralanan birçok alanda kullanılmaktadır:

- ✓ Besin elementi veya tatlandırıcı,
- ✓ Pasta ve fırıncılıkta tatlandırıcı,
- ✓ Şeker, şekerleme, helva, reçel ve marmelat sanayi,
- ✓ Süt, yoğurt ve dondurma sanayi.

Örnek olarak; BalparmakBallıMix (Bal ve Fındık karışımı), Apitera (Bal ve bitki karışımı), Kinder Süt dilimi, Pastamia ballı cevizli pasta, Johnsons ballı bebek sabunu verilebilir.

Eski zamanlardaki birçok kaynaktan balın on binlerce yıl öncesinde de kullanılan bir gıda maddesi olduğu anlaşılmaktadır. Fransa, İspanya, Mısır ve Türkiye'de eski tarihlere ait bulunan mağaralara çizilen resimler, arı fosilleri, taş levhalardaki yazılar bu görüşü desteklemektedir. Eski zamanlar boyunca yaşayanlar ağaç kütüklerini, topraktan yapılmış

kapları, ağaç dallarından elde edilmiş sepetleri kovan olarak kullanmışlardır. Günümüzde ise yeni tip kovanlar geliştirilmekte, aynı zamanda eski tip kovanlarda kullanılmaktadır. Arıcılık; arıların ağaç kovuklarında oluşturdukları balları, insanların fark etmesi ile başlamıştır. Orta Anadolu’da yer alan 2 höyükten biri olan Çatalhöyük’te yapılan kazı çalışmalarında arılara ve peteklere ait resimler bulunmuştur. Bulunan bu resimlerle balın 10 bin yıllık geçmişinin olduğu belirlenmiştir (Ölmez, 2009).

Arının bitkilerden elde ettiği salgılara göre balın bileşimi farklılaşmaktadır. Bitkiler ise bölge şartları ve iklim özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Bu değişiklikler balın nektar ve salgılarını da etkilemektedir. Sonuç olarak balın kimyasal özelliklerini bu iki faktör önemli derecede etkilemektedir (Çiftçi, 2018). Arı nektarı (balözü); güneş ve nem miktarının az olduğu hava koşullarında kendisine enerji kaynağı oluşturmak üzere nektaryumlardan bal özü salgılayan bez) toplamaktadır. Nektaryumlar, bitkide bulunduğu yer itibarıyla floral ve ekstra floral olmak üzere iki tip olup böceklerle ya da kuşlarla tozlaşan bitkilerde bulunan bal arılarınca sabit, yoğun ve yüksek enerjili besine dönüştürülen şekerli bir sıvı içermektedir. Floral nektar; bitkinin üst kısımlarındaki (ovaryum, taç yaprak ve çanak yaprak) nektaryumların salgılarından; ekstrafloral nektar ise bitkinin alt kısımlarındaki (yaprak sapı ve gövde) nektaryumların salgılarından elde edildiği bilinmektedir (Kahraman, 2012).

Bileşiminde yer alan şekerlerden dolayı balın en önemli duyuşsal özelliğı tatlı olmasıdır. İçeriğindeki şekerler; glukoz, fruktoz ve sakarozdur. Balın %80’lik kısmı şekerlerden, %17’si su ve kalan %3’lük kısmı enzimler ve balın kendine özgü maddelerden oluşturmaktadır (Çiftçi, 2018).

Balın bileşimi incelendiğinde, kuru maddesinin %95-99’unun şekerlerden oluştuğı görülmektedir. Baldaki şeker oranı viskozitesini, nem çekme özelliğini, enerji değerini ve kristalizasyon gibi fiziksel özelliklerini etkilemektedir. Balın yapısında %35-40 oranında fruktoz, %30-35 oranında glukoz, %16-18 oranında su ve %14 oranında karbohidrat, mineral madde, vitamin ve enzim bulunmaktadır (Korkmaz, 2010).

Balın %69-78’lik kısmını invert şekerler oluşturmaktadır. İvert şekerler nektarda bulunan sakarozun, asit ve invertazenziminin etkisiyle glukoz ve fruktoza parçalanması sonucu oluşmaktadır. İvert şeker oranının artması balların uzun süre depolanmasına bağlıdır (Korkmaz, 2010).

Bal, üretim ve pazarlama şekli veya kaynağına göre sınıflandırılabilir. Elde edildiği kaynaklara göre; çiçek ve salgı balları, üretimine ve pazarlamasına göre; süzme ve petekliballar olarak sınıflandırılabilir. Çiçek balını kendi içinde şu şekilde sıralanabilir: üçgül, ayçiçek, gökbaş, narenciye, pamuk, kestane vb. Bunun yanı sıra etken maddesi andromedotoksin olan ve zehirli bal (deli bal) olarak bilinen bal da çiçek balıdır (Ölmez, 2009). Yetiştirme şartları bakımından farklı olarak peri balı, diğer adıyla kaya balı, sönmüş kovan balı olarak adlandırılmaktadır.

Kaynağına göre ballar;

- 1) Çiçek balı: Bitki nektarından elde edilen bal,
- 2) Salgı balı: Bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin (*Hemiptera*) salgılarından elde edilen bal olarak ikiye ayrılır.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği kapsamında piyasaya sunulan veya insan tüketimi amacıyla herhangi bir gıda maddesinde bileşen olarak kullanılan bala ait özellikler aşağıda verilmiştir:

a) Bala gıda katkı maddeleri de dâhil olmak üzere dışarıdan hiçbir madde katılamaz. Bal, doğal bileşiminde bulunmayan organik ve inorganik maddelerden arındırılmış olması gerekir. Fırıncılık balı dışında bal; bala ait olmayan yabancı tat ve kokuda, fermantasyonu başlamış, asitliği yapay olarak değiştirilmiş veya içerdiği doğal enzimleri parçalayacak ya da önemli düzeyde inaktive edecek şekilde ısıtılamaz.

b) Balın tadı ve aroması, balın kaynağına ve üretildiği bitkinin türüne bağlı olarak değişmekle birlikte balın kendine özgü koku ve tada sahip olması gerekir.

c) Balın rengi su beyazından koyu amber renge kadar değişebilir. Salgı balının rengi pfund skalasına göre en az 60 olmalıdır.

d) Temel petekte balmumunun doğal yapısında parafin, serezin, iç yağı, reçine, oksalik asit gibi organik maddeler ile ağartıcı maddeler gibi inorganik maddeler bulunamaz. Ayrıca bir gram petekte Amerikan Yavru Çürüklüğü hastalığının etkeni *Paenibacillus larvea* spor ve vejetatif formu ile Nosemosis etkenleri *Nosema apis* ve *Nosema ceranae* sporları bulunamaz.

e) Petekli ballarda, peteğin en az % 80'i sırlanmış olması gerekir.

f) Etiketinde botanik orijini belirtilen ballarda, balların bu özelliklerinin polen analizi ile uyumlu olması gerekir.

g) Karakovan balı ve doğal petekli ballar süzme bal olarak piyasaya sunulamaz.

h) Karakovan balı ve doğal petekli bal adıyla piyasaya sunulacak ballarda peteğin parçalanmaması ve süzme bal ilave edilmemesi gerekir (URL-4, 2012).

Bu çalışmayakonu olan kaya balı için arıların uygun kayalığı ve yeri seçmesi tamamen doğal bir süreç olduğundan dolayı bu durumu yönetmek ve yönlendirmek mümkün değildir. Ayrıca bu bal, doğanın tam içinde arının kendi imkânlarıyla ve dışarıdan sıfır müdahale ile üretilmektedir. Bu da kaya balını diğer ballardan ayıran en büyük özellik olmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Bal ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

Balın bileşimi bölgeden bölgeye hatta bu bölgeler içerisindeki farklı yörelere göre değişiklik göstermektedir. Balın kalitesini tespit etmek için fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerin önemi büyüktür. Bu özellikleri dikkate alarak balda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Erdoğan ve ark. (2004)'de Erzurum'a bağlı İspir ilçesinde yaptıkları çalışmada, bal numunelerinin kuru madde oranını %79,50-82,50; toplam asitliği 25,50-29,0 meq/kg, toplam şeker miktarını %72,13-76,45 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmadaki amaç; farklı çevre koşullarının balın kalitesi ve verimi üzerine ne kadar etkili olduğunu belirlemektir.

Şahinler ve Gül (2001)'ün Hatay yöresinden elde ettikleri yayla ve çiçek ballarının biyokimyasal özelliklerini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda yayla balında kül miktarı %0,131; nem oranı %15,23; asitlik 32,3 meq/kg; HMF 5,73 mg/kg; diastaz 17,9; invert şeker oranı %66,20; sakaroz %2,84, protein %0,91 ve pH 6,36 olarak tespit edilmiştir. Ayçiçeği balında ise kül miktarı %0,5; nem oranı %18,1; asitlik 40,9 meq/kg, HMF 2,17 mg/kg, diastaz 17,9; invert şeker oranı %69, sakaroz %1,9; protein %0,9 ve pH 5,6 olarak hesaplanmıştır.

Bal içerisinde bulunan diastaz enziminin farklı pH ve sıcaklık değerlerinde etkisi incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada en uygun pH ve sıcaklıklarda diastaz değeri belirlenmiş ve sıcaklık kademeli olarak arttırılmıştır. Çalışma sonucunda sıcaklık artışı ile enzimlerin inaktif olduğu belirlenmiştir (Babacan ve Ark., 2007).

Ankara'da yapılan bir çalışmada çiçek ve çam ballarında kimyasal özellikler incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde kül miktarı %0,11-0,72; su miktarı %13-25, toplam asitlik miktarı 8,23-33,21 meq/kg, HMF miktarı 11,133-256,27 mg/kg, diastaz sayısı 0-29,4; invert şeker oranı %23,47 olarak hesaplanmıştır (Ünal ve ark., 2001).

Güneydoğu Anadolu bölgesinden elde edilen 30 adet bal örneklerinin kalite özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak nem oranı %14,4-18,6; invert şeker oranı %64,1-76,7; kül miktarı %0,06-0,41; diastaz 10,2-30,2; HMF miktarı 0,0-20,4 mg/kg, toplam asitlik 10,0-28,0 meq/kg, pH 3,8-4,5 olarak tespit edilmiştir (Yılmaz ve Ark., 2000).

Antalya'dan elde edilen ballardan mineral madde, toplam kül, toplam asitlik ve pH değerleri üzerine bir araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmaya göre mineral madde içeriği 27,69-78,97ppm Na, 127,4-265,6ppm Ca, 0,47-7,65ppm Fe, 14,98-43,02ppm Mg, 0,12-0,96ppm Mn, 1,090-3,423ppm Zn, 0,38-1,170ppm Cu olarak bulunmuştur. Kül içerikleri %0,06-0,41; toplam asitlik 12,07-27,57 meq/kg ve pH değerleri 3,6-4,4 olarak tespit edilmiştir (Özdemir ve ark., 1998)

Çaylarda tatlandırıcı olarak kullanılan ballar üzerinde analiz yapılmıştır. Bu analizin sonucu olarak nem oranı %15-17,8;invert şeker oranı %70,1-79,2; glikoz miktarı %35,9-42,1;sakaroz miktarı %2,72-10,12; HMF miktarı 0,32-1,8mg/kg ve diastaz aktivitesi 5-15 arasında bulunmuştur (Merin ve ark., 1998).

Arjantin'den elde edilen ballar üzerinde serbest asitlik, kül, şeker ve HMF analizleri yapılmıştır. Bu çalışmaya göre serbest asitlik 20,6meq/kg, kül miktarı %0,063; su içeriği %18,4; glikoz %31,7;fruktoz %41,1 ve HMF miktarı 14,8mg/kg bulunmuştur (Finola ve ark., 2007).

Fas'da ayçiçeği balları üzerine bir çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak nem oranı %17,6; serbest asitlik 26meq/kg, HMF 17,8mg/kg, diastaz sayısı 55,5; kül miktarı %0,19 olarak tespit edilmiştir (Terrab ve ark., 2003).

Yunanistan'dan elde edilen 33 adet bal numunesinden alınan örneklerle, nem oranı %13,2-18,9;sakaroz miktarı %0,1-2,7 olarak belirlenmiştir (Lazaridou ve Ark., 2004).

Brezilya'da elde edilen 12 adet bal numunesinin kimyasal özelliklerini belirlemek için çalışma yapılmıştır. Örneklerin su miktarı <%20; HMF 2,15-4,12 mg/kg;pH 3,1-4,05; toplam asitliğin 3,65-4,3 meq/kg arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Azeredo ve Ark., 2002).

Hindistan'da üretilen 7 adet bal numunesinin kimyasal özellikleri belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Numunelerin su miktarı %13,97-18,65; toplam asitlik 16,67-32,65 meq/kg olarak tespit edilmiştir. Bal numunelerinde mineral madde içerikleri incelendiğinde ise potasyum miktarının yüksek, bakır miktarının düşük olduğunu belirlemişlerdir (Nanda ve ark., 2003).

Hindistan'da 11 çeşit bal numunesinin bazı kimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu bal numunelerinde su miktarı %17-22 ve pH değeri ise 3,62-5,46 olarak tespit edilmiştir (Anupama ve Ark., 2002).

5 farklı bal örnekleri ile yapılan bir çalışmada su, diastas aktivitesi, pH ve asitlik analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada çam, kestane, ayçiçeği, kolza, akasya orjinindeki ballar kullanılmıştır. Sonuç olarak ayçiçeği ve kolza ballarında diastaz aktivitesi yüksek olarak tespit edilmiştir. Kestane ve çam ballarında pH 5 civarı, akasya, ayçiçeği ve kolza ballarında ise 3 civarında bulunmuştur. Kestane balında su miktarı en yüksek bulunmuştur ve bu değer %18,79'tur. Asitlik ise en yüksek çam balında 24,24 meq/kg olarak bulunmuştur (Devillers ve ark.,2004).

Fas'tan elde edilen bal numuneleri ile su, pH, HMF ve diastaz sayısı tayini yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde su %14-21,3, pH değerleri 2,25-4,71; HMF miktarı 3,2-52,6 mg/kg ve diastaz sayısı 8'den düşük olarak hesaplanmıştır (Terrab ve ark., 2004).

Portekiz'den elde edilen 25 adet bal numunesi ile yapılan araştırmada kalite özellikleri incelenmiştir. Su %13,6-19,2, asitlik 12-38,2 meq/kg, kül miktarı %0,1-0,4, diastaz sayısı 2-22 ve HMF miktarı 1,7-471 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Mendes ve ark., 1998).

İsrail'den elde edilen 72 adet bal örneği ile yapılan araştırmada kalite kriterleri değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucuna göre pH 3,71-4,19; su %15-17,8; invert şeker %70,1-79,2; glikoz %35,9-42,1; HMF 0,32-1,8mg/kg; diastaz sayısı 5-15 olarak belirlenmiştir (Dag, 2005).

Cezayir'de yapılan bir araştırmada balların su ve kül miktarı incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına su miktarı %14,64 ve kül %0,06-0,54 arasında bulunmuştur (Ouchemoukh ve Ark., 2007).

İspanya'da yapılan bir çalışmada 25 adet kekik ballarının kimyasal özellikleri ve mineral madde içerikleri incelenmiştir. İncelemelerin sonucunda tüm bal numunelerinin su içeriği düşük çıkmıştır. pH değeri 4,1 civarı, toplam asitlik 50meq/kg'ın altında olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada sonucunda mineral madde içerikleri 261-1380ppm K, 256-501ppm Na, 110-248ppm Ca, 37-139ppm Mg ve 26-96ppm P tespit edilmiştir (Terrab ve ark., 2004).

İspanya'dan elde edilen 11 adet bal numunesinin mineral madde içerikleri incelenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre koyu renkli balların, açık renkli ballara göre mineral madde içeriği daha yüksek belirlenmiştir. Genel itibariyle bal numunelerinde 639-

1845ppm K, 111-257ppm Ca ve 63,8-143ppm P olarak tespit edilmiştir (Fernandez ve Ark., 2004).

İsviçre'den elde edilen 95 adet bal numunesinin mineral madde içerikleri incelenmiştir. Bu çalışmada 23,7ppmCd; 28,5ppm Pb; 36,2ppm Cr; 123ppm Mn; 35,6ppm Fe; 27,3ppm Ni; 88,8ppm Cu; 54,5ppm Zn olarak bulunmuştur (Bogdanov ve Ark., 2006).

Makedonya'da üretilen ballarda yapılan mineral analizinde 2,252mg/kg Zn; 0,696 mg/kg Cu; 1,885 mg/kg Fe; 1,752mg/kg Mn; 0,004 mg/kg Cd; 29,52 mg/kg Na; 984,9 mg/kg K; 40,11mg/kg Ca; 18,24 mg/kg Mg olarak belirlenmiştir (Stankovska ve ark., 2007).

Slovenya'dan elde edilen 7 adet bal numunesine toplam fenolik madde içeriği Folin-ciocalteau metoduna göre, antioksidan aktivitesini DPPH metoduna göre incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında değişen bal orjinlerine göre toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesinde değişkenlikler tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitesinin koyu renkli ballarda yüksek olduğu görülmüştür (Bertoncelj ve ark., 2007).

Yemen'de farklı orjinlerdeki 5 adet bal numunesinde toplam fenolik madde ve antioksidan içeriği incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde toplam fenolik madde miktarı 56,32-246,21mg/100g, antioksidan içeriği ise %6,45-65,44 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara gören yüksek antioksidan içeriğin ve toplam fenolik madde miktarının akasya balında olduğu tespit edilmiştir (Al Mamary ve Ark., 2002).

2.2. Dünyada Arıcılık

Dünya genelinde arıcılık önemli bir tarımsal kaynak olmasına rağmen az maliyetli ve topraktan bağımsız bir faaliyettir. Arıcılık günümüzde hala önemli bir geçim kaynağı olarak faaliyet göstermektedir. Dünya genelinde 56 milyon dolaylarında arı kovanı bulunmaktadır. Bu kovanlardan 1,2 milyon ton dolaylarında bal üretilebilmektedir. Çin hem kovan varlığı hem de bal üretiminde dünyada ilk sıradadır. Dünyanın en çok bal ihraç eden ülkeleri Çin, Arjantin, Meksika, Kanada, Avustralya, Macaristan ve Türkiye'dir. İthal eden ülkeler ise Almanya, ABD, Japonya, İngiltere ve diğer Avrupa ülkeleri olarak sıralanabilir (URL-1, 2010).

FAO verilerine göre 2002 yılından itibaren Arjantin ve Çin'in bal ihracatının düşmesi en önemli ithalatçı olan ABD'den antidamping tarifeler uygulanması ve başta Çin olmak üzere Güneydoğu Asya ülkelerinin ballarının kloramfenikol yönünden kontamine olmasıyla açıklanmaktadır (Kahraman, 2012). 2009 yılına ait bal ihracat-ithalat verileri Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. 2009 yılında bal ihracatı ve ithalatı yapan ülkelere ait bal miktarları ve değerleri

İhracat Yapan Ülkeler			İthalat Yapan Ülkeler		
Ülke	Miktar (Ton)	Birim Değer (\$/ton)	Ülke	Miktar (Ton)	Birim Değer (\$/ton)
Arjantin	57.969	2765	Almanya	82.575	3093
Çin	78.222	1697	ABD	95.473	2419
Almanya	22.021	4984	İngiltere	30.411	3385
Meksika	26.984	3011	Japonya	39.950	2351
Brezilya	25.987	3901	Fransa	23.413	3654
İspanya	16.267	3901	İtalya	15.171	3398
Macaristan	14.238	4234	Belçika	18.583	2463
Avustralya	8.209	7292	Hollanda	10.578	3508

Arıcılık sektöründe 2010-2016 yılları arasında kovan sayılarında bir artış görülmektedir. Kovan sayıları bir önceki yıla göre %1,74 oranında artarak 2016 yılında 90,6 milyon adet olmuştur.

FAO verilerine göre 2017 yılı itibariyle dünyada kişi başı bal üretimi ortalama 0,240 kg iken, Türkiye'de bu ortalama 1,420 kg'dır. 2017 yılı FAO verilerine göre dünyada en fazla koloniyeye sahip 6 ülke aşağıdaki Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2.2. 2017 yılına ait dünyada en fazla bal arısı kolonisine sahip 6 ülke (URL-5, 2019)

	Ülkeler	Koloni Sayısı (Adet)	Bal Üretimi (ton)	Bal Üretiminde Dünya Toplamındaki Payı (%)
1	Hindistan	12.763.684	64.981	3,49
2	Çin	9.031.457	543.000	29,18
3	Türkiye	7.991.072	114.471	6,15
4	İran	7.271.825	69.699	2,69
5	Etiyopya	6.139.990	50.000	3,53
6	Rusya	3.349.976	65.678	3,75
	Dünya Toplamı	90.999.730	1.860.712	100

2.3.Türkiye’de Arıcılık

Türkiye’de arıcılık çok eski çağlardan beri faaliyet gösteren sosyoekonomik bir uygulamadır. Türkiye’de 4 milyon civarında kovan varlığı ve 63 milyon ton civarında bal üretimi yapılmaktadır. Dünyada hem kovan varlığı hem de bal üretimi incelendiğinde Türkiye 3. veya 4. sıralarda yer almaktadır (URL-1, 2010).

Türkiye’de yaklaşık 10000 bitki türünün yetişmekte olduğu, bunların 3500 kadarının endemik bitki türü, 500’ünün ise nektar ve polen taşıyan önemli arı bitkileri olduğu bilinmektedir. Türkiye’nin en önemli nektar bitkileri; *Arbutusandrachne*(kocayemiş), *Astragalusspp.* (geven), *Brassicnapus* (kolza), *Brassicaoleracea* (lahana), *Callunavulgaris* (püren), *Castaneasativa* (kestane), *Ceratoniasiliqua* (keçiboynuzu), *Circiumarvense* (devedikeni), *Citrusspp.* (portakalgiller), *Diospyroskaki* (Trabzon hurması), *Eucalyptuscamaldulensis* (ökaliptus), *Gossypiumspp.* (pamuk), *Helianthusannuus*(ayçiçeği), *Robiniapsedoacacia* (akasya), *Salviaspp.* (adaçayı), *Thymusspp.* (kekik), *Tiliaspp.* (ıhlamur)’dir (Kahraman, 2012).

Türkiye coğrafik özellikleri bakımından bölgeler arasında değişiklik göstermektedir. Bu değişiklikler arı türlerini, kovan varlığını ve bal üretimini etkilemektedir. Hem arıcılık faaliyetleri hem de arıcılığın genel sorunlarında farklılık göstermektedir. Ege Bölgesi koloni sayıları bakımından en zengin bölgedir. Koloni sayısı ve bal üretimi 2016 yılında yapılan bir araştırmada şu şekilde sıralanmıştır: Muğla, Ordu, Adana, İzmir ve Antalya (Erdoğan ve Arkadaşları, 2004). İllere göre Türkiye’de bal üretimi Şekil 1-1’de ve Tablo2.3’te görülmektedir.



Şekil 1-1 İllere göre Türkiye’de bal üretimi (URL-7, 2019)

Şekil 1-1 gösterilen haritada TÜİK verilerine 2019 bal üretimi sırasıyla; Ordu, Muğla, Adana, Sivas şeklindedir.

Tablo 2.3. İllere göre Türkiye’de bal üretimi (URL-7, 2019)

İLLER	BAL ÜRETİMİ (TON)
Ordu	17.057
Muğla	14.688
Adana	11.077
Sivas	5.029
Aydın	3.693
İzmir	3.007
Balıkesir	2.480
Mersin	2.352
Bitlis	2.125
Antalya	2.084
Diğer	45.738
Toplam	109.330

Ülkemizde varlığı devam eden arı kolonileri sırasıyla %20,9 Ege, %18,1 Akdeniz, %14,2 Doğu Karadeniz ve %9,8 Ortadoğu Anadolu bölgemizdedir. Bal üretimine bakacak olursak %22 Ege, %19,6 Akdeniz, %17,5 Doğu Karadeniz ve %8,2 Ortadoğu Anadolu bölgesinde yapılmaktadır (Tablo 2.4.)

Tablo 2.4. Bölgelere göre arıcılık faaliyetleri (URL-6, 2013)

BÖLGELER	KÖY SAYISI	TOPLAM KOVAN	TOPLAM KOVAN SAYISINA ORANI (%)	BAL ÜRETİMİ (TON)	TOPLAM BAL ÜRETİMİNE ORANI (%)
Kuzeydoğu Anadolu	1,574	369,003	5,8	3,900	4,4
Ortadoğu Anadolu	1,689	620,943	9,8	7,295	8,2
Güneydoğu Anadolu	1,158	389,066	6,1	5,476	6,1
İstanbul	186	56,655	0,9	791	0,9
Batı Marmara	1,557	339,477	5,3	5,405	6,1
Ege	2,114	1325,427	20,9	19,602	22,0
Doğu Marmara	1,700	273,436	4,3	3,173	3,6
Batı Anadolu	988	190,035	3,0	2,123	2,4
Akdeniz	1,972	1151,947	18,1	17,500	19,6
Orta Anadolu	1,996	354,055	5,6	4,304	4,8
Batı Karadeniz	4,158	374,430	5,9	4,033	4,5
Doğu Karadeniz	2,215	903,535	14,2	15,560	17,5
TOPLAM	21,307	6348,009	100	89,162	100

Geniş floraya sahip Türkiye’de arıcılık, deniz seviyesinden yüksek dağlara kadar hemen her yerde yapılabilir. Araştırmalar incelendiğinde Türkiye’de bal üretiminin yıllara göre giderek artacağı öngörülmektedir. 2016 yılı verilerine bakıldığında Türkiye’de 106 bin ton bal üretimi yapılırken 2023 yılına kadar bu sayıların 120 bin ila 125 bin ton arasında değişeceği düşünülmektedir (Burucu ve Gülse Bal, 2017). Veriler Tablo 2.5’te görülmektedir.

Tablo 2.5. 2010-2016 yılları arası Arıcılıkla ilgili Türkiye’de genel durum

YIL	Arıcılık Yapan Köy Sayısı (Adet)	Arıcılık Yapan İşletme Sayısı (Adet)	Toplam Kovan Sayısı (Adet)	Bal Üretimi (Ton)
2010	20,845	-	5,602,669	81,115
2011	21,131	-	6,011,332	94,245
2012	21,307	-	6,348,009	89,162
2013	-	79,934	6,641,348	94,694
2014	-	81,108	7,082,732	103,525
2015	-	83,467	7,748,287	108,128
2016	-	81,047	7,900,364	105,727

Türkiye’de arıcılık 1996-2015 yılları arasında bal üretimi %71 oranında, bal mumu üretimi %47 oranında, koloni sayısı ise %94 oranında artış göstermiştir. Türkiye’de 2018 yılı itibarıyla kovan başına ortalama 13,4 kg bal üretilmektedir (Semerci, 2017). 2002-2019 yılları arasındaki Türkiye arıcılık verileri Tablo 2.6’ da verilmiştir.

Tablo 2.6. Türkiye arıcılık verileri (URL-8, 2020)

YIL	ARILI KOVAN			BAL ÜRETİMİ	BAL VERİMİ
	Eski Kovan	Yeni Kovan	Toplam	(ton)	(kg/ton)
2002	180.232	3.980.660	4.160.892	74.554	18
2003	190.538	4.098.315	4.288.853	69.540	16
2004	162.660	4.237.065	4.399.725	73.929	17
2005	157.059	4.432.954	4.590.013	82.336	18
2006	146.950	4.704.733	4.851.683	83.842	17
2007	135.318	4.690.278	4.825.596	73.935	15
2008	137.963	4.750.998	4.888.961	81.364	17
2009	128.743	5.210.481	5.339.224	82.003	15

2010	137.000	5.465.669	5.602.669	81.115	15
2011	149.020	5.862.312	6.011.332	94.245	16
2012	156.777	6.191.232	6.348.009	89.162	14
2013	183.265	6.458.083	6.641.348	94.694	14
2014	193.825	6.888.907	7.082.732	103.525	14
2015	222.635	7.525.652	7.748.287	108.128	14
2016	220.882	7.679.482	7.900.364	105.727	13,4
2017	194.406	7.796.666	7.991.072	114.471	14,3
2018	203.922	7.904.502	8.108.424	107.920	13
2019	198.992	7.929.368	8.128.360	109.330	13

Karadeniz'in kuzeyinden Mançurya ovalarına kadar geniş düzlükler ve bozkırlar bulunmaktadır. Bu düzlüklerin tarıma elverişli olmaması ve kurak olması insanları göç etmeye yöneltmiştir. Hayvancılıkla uğraşan insanlar otların çıkış zamanlarına göre 4 mevsim farklı bölgelere göç ederek hayatlarını devam ettirmeye çalışmışlardır (Karataş, 2011). Göçebe hayat gezginci arıcılık faaliyetlerinde de önemli rol oynamaktadır.

Modern kovan kullanımının yaygınlaşması ile gezginci arıcılık uygulamaları büyük gelişme sağlamaktadır. Türkiye'deki kolonilerin %85'ini (3 milyon 900 bin) oluşturan gezici arı kolonileri yılda 3 kez olmak üzere yaklaşık 2000km yapmaktadırlar. Bitki çeşitliliğinin yanı sıra coğrafi yapısından dolayı gezginci arıcılıkla, ilkbahar aylarında Akdeniz Bölgesi'nde narenciye balını, yaz aylarında ise Anadolu'dan yayla balı alınır. Ayçiçeği ve pamuk balı için Trakya Bölgesi'ne, çam balı için ise Ege ve Muğla yörelerine gidilebilmesi arıcılar için büyük bir imkan oluşturmaktadır. Dünyada bal üretiminin ilk üç sırasında yer alan Türkiye, kalite kriterlerini yeterli ölçüde sağlayamaması nedeniyle ihracatta önemli bir yer edinememiştir (Kahraman, 2012).

Türkiye'de geleneksel yöntemlerle yapılan arıcılık uygulamaları, işsizlik sorununa çözüm olarak görülmektedir. Çözüm bulmak amacıyla koloni sayıları arttırılmaktadır. Fakat bal verimini arttırmak için hiçbir uygulama yapılmaktadır (Kekeçoğlu, 2007).

2.4. Rize İlinin Konumu ve Arıcılık

Dünyada yer alan 57 fitocoğrafik bölgeden üçü (Akdeniz, Avrupa-Sibirya, İran-Turan) ülkemizde yer almaktadır. Bu bölgelerin sağladığı topografik farklılık, bölgeler arası iklim değişikliği ve zengin bitki örtüsüne sahip olmamızı sağlamaktadır (Kahraman, 2012).

Türkiye'nin 6,8 milyon kovan ve 105 bin ton bal üretimi yapılmaktadır. Ülke geneli incelendiğinde Rize 11 bin adet kovan, 1260 ton bal üretimi ile 16. Sırada yer almaktadır (URL-2, 2017). Çalışmamızda analizleri yapılan bal numunelerinin temin edildiği Rize ilinin coğrafi konumu Şekil 2-1'de gösterilmiştir.



Şekil 2-1 Rize ilinin Türkiye'deki coğrafi konumu

Rize ilinin arıcılık bakımından avantajları ve dezavantajları şunlardır.

Avantajları;

- ✓ Coğrafik yapısı,
- ✓ İklim özellikleri (4 mevsimin bir arada yaşanabilir olması),
- ✓ Bitki florasındaki çeşitlilik,
- ✓ Sanayinin gelişmemiş olması,
- ✓ Bol ve temiz su kaynakları Rize'de arıcılık faaliyetleri için oldukça elverişlidir.

Dezavantajı ise Rize ilinin dik yamaçlarla kaplı olması, geniş düzlüklerin olmaması, karayoluna olan yakınlığı, ilkbahar mevsiminin erken sonbahar mevsiminin geç gelmesi gezginci arıcılığı olumsuz yönde etkilemektedir (URL-2, 2017).

2.5. Balın Kalite Özellikleri

Bal tadı, hafif aroması, rengi ve kalori içeriği yanında antioksidan özellikleri açısından iyi bir kaynak besin olduğu için tüketiciler tarafından kabul görmüş bir gıdadır. Balın elde edildiği bölgenin iklimi, bitki türleri, çevresel özellikleri, arı çeşidi, balın hasat şekli, hasat sonrası depolama gibi faktörler balın bileşimi, kalitesi, rengi ve lezzetideğiştirebilir (Ferek, 2016).

Balın kalitesi elde edildiği bitkisel kaynağa ve kimyasal bileşimine bağlı olarak değişmektedir. Farklı yörelerden elde edilen balların kimyasal bileşimleri de farklılık göstermektedir (Kuvancı, 2018). Bal içeriğindeki maddelerin çeşitliliğinden dolayı kompleks bir yapıya sahiptir ve elde edildiği yörenin florası ile elde ediliş zamanlarına göre farklı yapılar gösterebilir. Arılar çiçeklerden nektarları topladıklarında sakaroz, glukoz, fruktoz, su, enzim, vitamin, azotlu maddeler ve asitlerden oluşan sıvıyı kursorunda toplarlar. Fakat oluşan bileşenlerin hangilerinin nektardan geldiği, hangilerinin arı tarafından üretildiği bilinmemektedir (Kargioğlu, 2008).

Türk Gıda Kodeksi tebliğine göre bal; koku, tad, akıcılık, renk ve görünüm bakımından grup ve tipine özgü olmalı, bozuk ve tağşiş edilmiş olmamalı, doğal enzimlere hasar verecek veya inaktive edilecek şekilde ısıtılmamalı, orijin aldığı çiçek, bitki, bölge veya coğrafya belirtilen ballara filtre bal ilave edilmemelidir. Türk Gıda Kodeksine göre ballarda bulunması gereken kalite özellikleri ve ilgili değerler aşağıda Tablo 2.7' de verilmiştir.

Tablo 2.7. Türk Gıda Kodeksi (2012/58) Bal Tebliğine göre ballara ait özellikler

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
Nem (en fazla)	% 20	% 20	% 20	% 23
Sakaroz (en fazla)	5 g/100 g 10g/100g (Yalancı akasya (<i>Robinapsedoacacia</i>)	5 g/100 g 10g/100g (Kızıl çam (<i>Pinusbrutia</i>)	5 g/100 g	5 g/100 g

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
	Adi yonca (<i>Medicagosativa</i>) MenziesBanksia (<i>Banksiameziesii</i>) Tatlı yonca (<i>Hedysarum</i>) Kırmızı okaliptüs (<i>Eucalyptuscamadulensis</i>) Meşin ağacı (<i>Eucryhialucida</i> , <i>Eucyrphiamilliganii</i>) ve Narenciye ballarında) 15 g/100 g Lavanta çiçeği (<i>Lavandulaspp.</i> , <i>Boragaofficinalis</i>) ballarında	ve Fıstık çamlarından (<i>Pinus pinea</i>) elde edilen salgı ballarında)		
Fruktoz +Glukoz (en az)	100 g'da 60 g	100 g'da 45 g	100 g'da 45 g	-
Fruktoz / Glukoz	0,9 – 1,4 1,0-1,85 Kestane (<i>Castaneasativa</i>) 1,2-1,85 Akasya (<i>Robiniapseudoacacia</i>) 1,0-1,65 Kekik (<i>Thymusspp.</i>)	1,0-1,4	1,0-1,4	-
Suda çözünmeyen madde (en fazla)*	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g
Serbest asitlik(en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	80 meq/kg
Elektrik iletkenliği	En fazla 0,8 mS/cm (Kocayemiş (<i>Arbutusunedo</i>), Çanotu (<i>Erica</i>), Okaliptus, İhlamur (<i>Tiliaspp.</i>), Süpürgeçalı (<i>Callunavulgaris</i>), Okyanus mersini (<i>leptospermum</i>) Çay ağacı (<i>Melaleucaspp.</i>), ve Pamuk (<i>Gossipiumspp.</i> 'dan elde edilenler hariç)	En az 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
	En az 0,8 mS/cm (Kestane balında)		En az 0,8 mS/cm (Kestane balı ve salgı balı karışımlarında)	
Diastaz sayısı (en az)	8 3 (Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg'dan fazla olmayan balda)	8	8	-
HMF(en fazla)**	40 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg	-
Balda protein ve ham bal delta Cl3 değerleri arasındaki fark	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif
Balda protein ve ham bal delta Cl3 değerlerinden hesaplanan C4 şekerleri oranı (en fazla)	%7	%7	%7	%7
Prolin miktarı (en az)	300 mg/kg 180 mg/kg (Kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs ballarında) 120 mg/kg (Biberiye, akasya ballarında)	300 mg/kg	300 mg/kg	180 mg/kg
Naftalin miktarı (en fazla)***	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

* Pres balında suda çözünmeyen madde miktarı 0,5 g/100 g'ı geçemez.

** Üretildiği bölge etiketinde belirtilmek koşulu ile tropikal ülke kaynaklı ballarda HMF miktarı en çok 80 mg/kg olur.

*** Balmumunda naftalin miktarı 10 ppb'den fazla olamaz.

Balın Nem İçeriği

TGK tebliğine gore; bal gruplarının nem içerikleri en fazla %20 olmalıdır. Nem içeriği düşük olan yani olgunlaşmış ballar uzun süre bozulmadan saklanabilirler (Çetin, Alkın ve Uçurum, 2011). Nektarın cinsikovan içerisindeki balın nemini etkilemektedir. Petekteki balın yapısında bulunan nem içeriği ise, arılar tarafından nektarın olgunlaştırılma işleminden sonra kalan kısım olarak değerlendirilir. Dolayısıyla bölgenin iklimi, balın üretim mevsimi ve yılı, nektar ve koloni büyüklüğünü göre nem değeri değişkenlik göstermektedir (Kahraman, 2012). Nem, balın kristalizasyonu ve vizkozitesi gibi fiziksel özelliklere etki ettiği gibi, renk, lezzet, tat, özgül ağırlık ve çözünabilirliğini de etkilemektedir. Yüksek nem içeriği, depolama sırasında osmotolerant mayaların 19rüktoz ve glukozu kullanarak etil alkol ve karbondioksit elde etmeleri sonucunda oluşan istenmeyen fermantasyona neden olmaktadır. Açığa çıkan alkol oksijen varlığında su ve asetik asite dönüşmekte ve sonuç olarak fermente olan bal ekşi bir tada sahip olmaktadır (Ferek, 2016).

Balın nem içeriği kalite özelliklerini etkileyen önemli bir faktördür. Balda yüksek nem oranı (başka bir ifadeyle su aktivitesinin artması), osmofilik maya gelişimi sonucu fermantasyon oluşumuna neden olmaktadır. Bu sebeple fermantasyonun önlenmesi ve balın stabilitesinin sağlanması açısından nem içeriği önem taşımaktadır (Kahraman, 2012).

Literatüre göre farklı ülkelere ait ballarının nem içerikleri; Türk ayçiçeği ballarında % 18,4; Türk iek ve salgı ballarında sırasıyla % 17,4 ve % 17,2, Fas ballarında (19rüktoz19s, narenciye, akasya, multifloral ve salgı) % 16,8-20,3; Fransız ballarında (kestane, ayçiçeği, akasya, lavanta ve kolza) % 16,7-18,8 ve İspanya ballarında (multifloral) % 14,2- 18,0 olarak bulunmuştur (Kahraman, 2012).

Balın Şeker İçeriği

Balın karbohidratlı bir madde olmasından dolayı kuru maddesinin %95-99'unu şekerler oluşturur. Bunun %85-95'ini 19 rüktoz ve glukoz meydana getirir. Bal, kuru maddesinin yüksek oranda şeker içermesinden dolayı hile yapılmaya elverişli bir gıdadır. Balın tatlılık, hidroskopik özelliği, viskozite, granülasyon, enerji değeri gibi özellikleri 19rüktoz ve glukozşekerlerinden kaynaklanmaktadır (Ferek, 2016).

Balın şekerlenmesi; glikozun doyma noktası üzerine çıkarak kristal hale dönüşmesi olayıdır. Balın şekerlenmesi bozulma olduğu anlamına gelmemektedir. Bal elde edildiği bitkisel kaynağa göre şekerlenebilmektedir. Şekerlenme hasat sırasında, balın depolanma ve

işlenme esnasında da olabilmektedir. Bal yapısı ile şekerlenmesi ilişkisi 20rüktoz/glukoz ve glikoz/su oranlarına bağlı olarak değişebilmektedir (Yardibi, 2008).

Balın şekerlenmesi fermentasyona da neden olmaktadır. Balın içeriğinde yer alan 20 rüktoz ve glikoz, mayaların etkisiyle parçalanarak sonuçta alkol ile karbondioksit oluşmaktadır. Oksijenle birlikte ortamdaki alkol parçalanıp asetik asit ve suyu oluşturmaktadır. Sonuç olarak bal ekşiyerek bozulmaktadır (Yardibi, 2008).

Türk çiçek balları, ortalama olarak %34,29 fruktoz; %27,04 glikoz içermektedir. Salgı balları ise ortalama %37,49 fruktoz; %31,55 glikoz içermektedir (Sorkun ve ark., 2002). Yeni Zellanda salgı balları üzerine yapılan çalışmada ortalama olarak %62 monosakarit; %17 oligosakarit; %5,5 maltoz içerdiği tespit edilmiştir (Weston ve Brocklebank, 2000).

Balda Suda Çözünmeyen Katı Madde

TGK bal tebliğine göre; çiçek ve salgı ballarında suda çözünmeyen katı madde miktarı en fazla 0,1g/100g olmalıdır.

Gıdalar içerisinde su ve kuru madde bulundurulur. Ürünlerden su uzaklaştırıldıktan sonra kalan kısım toplam kuru maddedir. Toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde ve suda çözünmeyen kuru madde olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Suda çözünen maddelerin çözündürülmesi, süzdürülmesi ve kalıntıların kurutulması ile suda çözünmeyen kuru maddeler elde edilmektedir. Suda çözünmeyen katı madde analizleri daha çok nemi yüksek olan ürünlerde incelenmektedir (meyve, sebze, süt ürünleri, meyve suları ev alkollü içecekler).

Balda Serbest Asitlik

Balın kalite kriterlerinden birisi de serbest asitliktir. Baldaki organik asitler ve mineral maddeler balın asitliğini belirleyen başlıca faktörlerdir. Ayrıca balın asitliğini aminoasitler, peptitler ve karbohidratlarda etkilemektedir (Çiftçi, 2018).

Balın asitliği, mikroorganizmalara karşı stabilitesini artırır. Balda asitliğin yüksek çıkması fermentasyona uğradığının bir göstergesidir (Erdoğan, 2008).

Asitlik özelliğini; serbest, laktonik ve toplam asitlik olarak üçe ayırabiliriz. Serbest ve laktonik asitliğin toplamı; toplam asitliği verir. Glukonik asit kaynaklı organik asitler serbest asitlik özelliğini belirlemektedir (Yardibi, 2008).

Balın pH değeri 3,29-4,87 arasında olup balda asetik, butirik, sitrik, kaproik, laktik, glukonik, formik, malik, okzalik, suksiniletannik, tartarik asitler bulunur (Yardibi, 2008).

TGK Bal tebliğine göre; çiçek ve salğı ballarında en fazla 50meq/kg olmalıdır. Asitlik yükseldikçe mikroorganizma gelişmesi engellenerek balın bozulması önlenmektedir.

Literatüre göre farklı ülkelere ait balların asit değerleri; Türk çiçek ve salğı balların 8,23-33,21meq/kg; Hindistan ballarında 29,5-41,5meq/kg; İspanya ballarında 17,6-39,8meq/kg olarak belirlenmiştir (Kahraman, 2012).

Balda Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik, nektar kaynağına ve balın mineral madde, organik asit ve protein miktarına bağlı olarak değişen bir özelliktir. Bal orjininin belirlenmesinde elektriksel iletkenlik önemli bir kriterdir (Singh ve Bath, 1997). Genellikle çiçek ballarındaki elektriksel iletkenlik değeri, salğı ballarından daha düşük olmaktadır. Kestane ve salğı ballarının mineral madde içerikleri fazla olduğundan dolayı elektrik iletkenlik değerleri yüksek saptanmaktadır (Bogdanov, 1999). Muğla bölgesinden elde edilen çam balı üzerine yapılan bir çalışmada, ortalama elektrik iletkenlik değeri 1,13Ms/cm olarak belirlenmiştir (Şahinler ve Gül, 2004).

TGK bal tebliğine göre; bal gruplarında en fazla 0,8mS/cm olmalıdır. Balda kalite parametrelerinin belirlenmesinde elektriksel iletkenlik ölçümü pratik ve ucuz bir yöntemdir. Elektrik iletkenliği ile balların kül ve mineral oranları doğru orantılıdır (Polat, 2007).

Balda Diastaz Sayısı

Diastaz, nişastanın maltoza parçalanmasını katalize eden bir grup enzimden biridir. Baldaki miktarı, coğrafik özellikler, floranın kökeni ve balın tazeliğine bağlı olarak değişmektedir.

TGK bal tebliğine göre; bal gruplarında diastaz sayısı en az 8 olmalıdır. Balın kalitesi genel olarak diastaz sayısı ve HMF içeriğine göre değerlendirilir. Bu iki parametre, bal taşımasının, uygulanan ısıl işlemin yoğunluğunun ve depolama sıcaklığının tahmin edilmesinde kullanılan parametrelerden biridir. Diastaz sayısı depolama koşulları ve ısıtma işlemine bağlıdır. Balda hem diastaz kaybı hemde yüksek diastaz miktarı istenmeyen bir durumdur. Sayının yüksek olması balda asitliği arttıracığından dolayı daha hızlı fermantasyon meydana gelebilmektedir (Ferek, 2016).

Balda HMF(5-Hidroksi metil furfural)

Normalde HMF, asit koşullarda fruktozun ayrışmasıyla üretilir. Çoğu balda doğal olarak oluşur ve balın ısıtılmasıyla hızla artar. Bu nedenle, yüksek sıcaklıklarda ısıtma ve saklama süresi göstergesi olarak değerlendirilir. Kaliteli balın HMF miktarı daha düşüktür. Buna rağmen HMF zararlı bir madde değildir, birçok ülke balda izin verilen maksimum HMF miktarı TKG 2020/07 ‘ demaksimum 40 mg/kg bir limit verilmiştir.

HMF balda yüksek sıcaklığa maruz kalması, karbohidratların ısıtılması ile oluşmaktadır. Balda yüksek sıcaklık işlemleri heksoz dehidrasyonu HMF oluşumunu etkiler. Maillard reaksiyonu sonucunda düşük sıcaklıkta HMF oluşmaktadır. HMF, balın tazeliğini belirleyici bir indikatör olarak kullanılmaktadır (Yardibi, 2008).

TGK bal tebliğine göre HMF miktarı; çiçek ve salgı ballarında en fazla 40mg/kg olmalıdır. HMF genellikle ısıtılma işlemi ile şeker ve aminoasitler arasındaki tepkime sonucu ile oluşur. Ayrıca HMF balın işlenmesi esnasında ısıtılması ve uzun süre depolanması sonucu oluşmaktadır (Çiftçi, 2014).

Balda Prolin

Bal proteinlerinin büyük bir kısmı polenden gelmektedir. Balda bulunan aminoasitleri şu şekilde sıralayabiliriz; prolin, glukamik asit, glisin, alanin, fenilalanin, tirozin, treonin, lösin, izolösin, valin olarak belirlenmektedir (Kahraman, 2012) .

Bal, çok az miktarda protein içermektedir. %0,5’ten düşük oranında protein bulunmaktadır. Baldaki protein çeşidi ve miktarı, balın doğal veya yapay bal olup olmadığının saptanmasında önemli bir rol oynar. Arı veya bitki cinsi balın protein miktarını veya çeşidini etkileyebilir (Kaplan, 2014).

Prolin, nektarın bala dönüşümü esnasında bal arılarından gelen ve balın olgunluğunu gösteren bir aminoasittir. Bal içeriğindeki serbest aminoasit miktarı %50-85’ini prolin oluşturmaktadır. Balın içerisinde bulunan proteinin belirlenmesinde prolin değerleri önem arz etmektedir. Prolin miktarı, unifloral ballarda karakteristik değerler göstermektedir. Fakat balların sadece bu değerler ile sınıflandırılması mümkün değildir (Kahraman, 2012).

TGK bal tebliğine göreprolin; çiçek balında en az 300mg/kg, ıhlamur, narenciye ballarında en az 180mg/kg; biberiye, akasya ballarında en az 120mg/kg olmalıdır. Prolin, nektarın bala dönüşmesi sırasında bal arıları tarafından balın yapısına katılan tek aminoasittir.

Prolin miktarı balda saflığın bir kriteri olup tağşiş yapılmış ballarda bu değer daha düşük çıkmaktadır (Ferek, 2016).

Balda Mineral Madde

Mineraller doğal şekilde oluşan homojen ve belirli kimyasal formüle sahip organik olmayan kimyasal maddelerdir. Genel olarak balların mineral madde içeriği %0,04 ile %0,62 değerleri arasında değişmektedir. Çiçek ballarında ise %0,1-0,2 aralığındamineral madde bulunmaktadır (Doğan, 2014). Balda en fazla bulunan mineral madde potasyumdur. Bunun yanı sıra klor, sülfür, silisyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum ve fosfor bulunur. Eser miktarda demir, bakır, çinko ve manganez de bulunmaktadır.

Balda mineral madde içeriği elde edildiği bitkiye, iklim şartlarına ve ekstraksiyon tekniğine bağlı olarak değişmektedir (Doğan, 2014).

Bal kurutulduğunda veya yakıldığında, mineral içerikliiaz miktarda kül bırakır. Çam balları çiçek ballarına göre mineralce daha zengindir. Bunun nedeni ise çam balının kül oranının yüksek olup, kül içeriğinde yüksek miktarda mineral madde içermesidir. Balın salığı ya da çiçek balı olarak ayırt edilmesinde kullanılan elektrik iletkenliğini mineral madde değerleri değiştirmektedir. Yapılan bir çalışmada elektriksel iletkenliği ile mineral madde değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Chua ve ark., 2012).

Balda potasyum(K), sodyum(Na), kalsiyum(Ca), magnezyum(Mg), demir(Fe), bakır(Cu), mangan(Mn), klor(Cl), fosfor(P), kükürt(S) ve silisyum(Si) mineralleri bulunur. Mineraller toprak, nektar ve çevresel kirlenme gibi antropojenik kaynaklardan oluşmaktadır. Balda mineral maddelerin artmasıyla balın asitliği azalır, pH yükselir. Balda mineral maddeler ve iz elementler balın coğrafik orijini hakkında bilgi vermektedir (Ferek, 2016).

Sodyum ve potasyum; vücut sıvısının ozmotik basıncı ile dengede bulunmasında, asit-baz dengesinin sağlanmasında, kas ve sinir dokularının çalışmasında önemli rol oynarlar. Potasyum bitkisel kaynaklı ürünlerde (meyve ve sebze) yoğun olarak bulunmaktadır. Doğan, H. (2014), yapmış olduğu çalışmada balın yüksek miktarda potasyum içerdiği ve bundan dolayı beslenmede önemli bir yere sahip olduğu belirtilmektedir.

Magnezyum; kalsiyum ve fosforla birleşerek vücutta kemik ve dişlerin yapısında yer alır. Ayrıca kas ve sinir sistemi üzerine etkili olduğu ve vücutta asit-baz dengesinin kurulmasında önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Doğan, 2014).

Çinko; sağlıklı bir bağışıklık sistemi için gerekli bir elementtir. Yetişkin bir insan vücudunda 1-1,5 g çinko bulunmaktadır. En iyi çinko kaynakları, karaciğer, et, peynir, süt, yumurta ve kuru baklagiller olarak sıralanabilir (Doğan, 2014).

Bakır; insan vücudunda yaklaşık 100-150 mg kadar bulunur. Karaciğer, susam, fıstık, kuru baklagiller bakır yönünden zengin besinlerdir. Vücuda fazla bakır alınması toksik etki yapmaktadır (Demirci, 2011).

Fosfor; diş ve kemik yapısında bulunmaktadır. Kalsiyumdan sonra vücutta en çok bulunan element fosfordur (Baysal, 2007).

Balda Antioksidan Miktarı

Antioksidanlar, hasar yapıcı serbest radikal moleküllerini engelleyerek hücre hasarını önleyen bileşiklerdir. Son yıllarda sentetik antioksidanlar yerine bitkisel kaynaklı doğal antioksidanlar kullanılmaya başlanmıştır (Mutlu, 2017).

Bala antioksidan özelliğini veren maddeler şunlardır: flavanoidler (krisin, pinosembrin, kuersetin, galangin, kampferol, hesperetin, mirsetin), fenolik asitler (kafeik, kumarik, ellagik, ferulik, klorojenik), vitaminler, enzimler, organik asitler, Maillard reaksiyonu ürünleri, aminoasitler ve proteinlerdir. Bal içerisinde bulunan element ve bileşiklerden dolayı, enzimatik esmerleşme veya lipid oksidasyonu gibi gıdalarda istenmeyen oksidasyonu önler (Karadal, 2012).

Antioksidan, serbest radikal oluşumunu önleyerek veya mevcut radikalleri süpürerek hücrenin zarar görmesini engelleyen fenolik fonksiyona sahip moleküllerdir. Antioksidan aktivitesi ve fenolik madde içeriği birbiri ile orantılıdır. Toplam fenolik madde artışı ile antioksidan aktivitesi doğru orantılı olarak artmaktadır. Genellikle koyu renkli ballar, açık renkli ballara oranla toplam fenolik madde içerikleri daha yüksektir. Bu orana bağlı olarak antioksidan özellikleri daha da yüksek bulunmaktadır (Mutlu, 2017).

Balın antioksidan kapasitesi, bileşimi, floral kaynaklardan toplanan nektara, mevsimsel, çevresel faktörlere ve proses koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Balda bulunan fenolik bileşenler arasında serbest fenol, fenolik asit, polifenol, antosiyanin, prosiyanidin ve pigmentler öne çıkmaktadır (Ferek, 2016).

Antioksidanlar oksidatif zincir reaksiyonlarının başlamasını veya gelişmesini ihbibe ederek lipid, protein ve DNA gibi büyük moleküllerin oksidasyonunu engelleyen veya geciktiren bileşiklerdir. Bu bileşikler serbest radikalleri nötralize ederek vücudun onlardan

etkilenmesini önlemekte ve kendini yenilemesini sağlamaktadır. Son yıllarda doğal ürünlere olan ilginin artmasıyla birlikte bitkisel kaynaklı doğal antioksidanlara olan ilgide artış göstermektedir. Bunun sebebi ise sentetik antioksidanların kanserojenik olarak görülmesidir. Doğal antioksidanlar, insan vücudu için çoğunlukla zararsız olup, yan etkisi bulunmamaktadır (Sarıkaya,2009). İnsan sağlığına etkisi üzerine yapılan araştırmalar, antioksidan aktivite gösteren maddelerin, oksidatif stres kaynaklı olduğu düşünülen katarakt, kanser, kalp-damar ve daha birçok hastalığın önlenmesinde önemli işlevi olduğunu göstermektedir (Huang vd. 2005). Bu nedenle; gıdalarda ve biyolojik sistemlerde doğal olarak bulunan birçok molekülün antioksidan kapasitesinin çalışılması önem kazanmıştır.

Balda AntimikrobiyalAktivite

Antimikrobiyaller, mikroorganizmaları öldürücü veya büyümelerini engelleyici ajanlardır. Antimikrobiyalleretkiledikleri mikroorganizmalara göre; bakterilere karşı antibiyotikler, mantarlara karşı ise antifungallerolarak sınıflandırılmaktadırlar (URL-3, 2019).

Balın antimikrobiyal aktivitesini ozmolarite, düşük su aktivitesi, düşük pH etkilemektedir. Balın antimikrobiyal aktivitesi balın bileşiminde yer alan glukozaksidaz tarafından üretilen hidrojen peroksitle ve fenolik bileşiklerle ilişkilidir. Baldaki antimikrobiyal etkinin yapısında bulunan benzoik asit, sinamik asit ve flavanoidlerle sağladığı bu kimyasal bileşenlerin, antibiyotik etkisine sahip olduğu bilinmektedir. Bu etki, arının nektarı elde ettiği bitkilere bağlı olarak değişmektedir (Karadal, 2012).

Ballarda görülen antimikrobiyal aktivite; inhibisyon, hidrojen peroksit oluşumu, antimikrobiyal bileşenlerin varlığı ve farklı bileşenlere göre değişmektedir (Deniz, 2012).

Balın antimikrobiyal aktivitesi ile ilgili yapılan bir çalışmada Avusturya ve Yeni Zelanda'da yetiştirilen *Leptospermum scoparium* ve *Leptospermum ericoides* adlı bitkilerden elde edilen Manuka balının; aerob, anaerob, gram negatif ve gram pozitif olmak üzere 60 adet bakteri türüne karşı antibakteriyel etki gösterdiği belirlenmiştir (Karadal, 2012).

Bal bileşiminde bulunan metabolitlerin sindirim sistemi üzerine etkili olduğu, mide ülserinde etkili olan *Helicobacter pylori* bakterisinin gelişimini engelleyerek hastalığın etkisinin azalttığı bildirilmiştir (Mutlu, 2017).

Balın antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiği bakteri türleri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*,

Micrococcus luteus, *Klebsiella pneumoniae* ve *Helicobacter pylori*, mantarlar ise *Candida xerosis*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis* ve *Rhodotorula rubra*’dır (Mutlu, 2017).

Koyu renkli ballarda antimikrobiyal aktivite, açık renkli ballardan daha fazla bulunmaktadır. Koyu renkli ballarda, fenolik bileşiklerin fazla olması antimikrobiyal aktiviteyi etkilemektedir (Doğan, 2014).

Fizikokimyasal Parametrelerin Temel Bileşen Analizleri(PCA) ile Değerlendirilmesi

Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve Hiyerarşik Küme Analizi (HCA), fizikokimyasal özellikler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için yaygın olarak uygulanır. Temel Bileşen Analizleri(PCA) terimi, bir grup faktör analizine ait istatistiksel testtir. PCA, veri kümesinde bulunan varyasyonu (yani, örnekleri karakterize etmek için kullanılan yanıtlar) az sayıda faktör kullanarak temsil etmeyi amaçlayan matematiksel bir araçtır. Fizikokimyasal analizler için, genellikle eksenlere (ana bileşenler, PC) sahip faktörlerin iki boyutlu veya üç boyutlu projeksiyonu yapılır. Her PC, orijinal yanıtların (aralarında bazı korelasyonları koruyan) doğrusal bir kombinasyonudur ve PC'ler birbirine diktir. Yinelemeli hesaplanan PC'ler, orijinal veri kümesinden mümkün olduğunca fazla değişiklik gösterir; PC1, PC2'den daha fazla veri varyasyonunu açıklar. Bu yüzden birkaç PC, çok sayıda orijinal yanıtın varyasyonunu açıklar. PC sayısını belirlemenin imkânsız yolu Kaiser criterion'a dayanmaktadır (Kaiser, 1960). 1'den yüksek özdeğerler PCA analizinde “anlamlı” olarak kabul edilir. Bu test yanıtların ilişkili olduğunu veya ilişkili olmadığını ve bu nedenle yapı tespiti için uygun olup olmadığını gösterir.

Temel bileşen analizleri (PCA) doğrusal bir modelleme yöntemi olup çok boyutlu veri tablosundaki bilgilerin yorumlanmasını sağlamaktadır. Burada bilgi orijinal değişkenlerce taşınır ve temel değişkene yansıtılır. 1. Temel bileşen ise birinciye diktir ve kalan verileri olabildiğince yansıtır ve modelleme bu şekilde devam etmektedir. Oluşturulan grafikte değişkenler arasındaki benzerlik ve farklılıklar tespit edilip yorumlanabilmektedir (Kara, 2009).

Hiyerarşik küme analizi, her bir numunenin matematiksel olarak, seçilen değişkenler tarafından tanımlanan çok boyutlu uzayda bir nokta olarak ele alınmasından oluşur. Bu tekniğe göre, her değişkeni, numuneler tarafından tanımlanan çok boyutlu uzayda bir nokta olarak ele almak da mümkündür. Değişkenler tarafından tanımlanan boşlukta belirli bir örnek alındığında, bu nokta ile diğer tüm noktalar arasındaki mesafe hesaplanabilir, böylece

incelenen tüm örnekler arasındaki yakınlığı tanımlayan bir matris oluşturulabilir.İki nokta arasındaki mesafeyi hesaplamanın birkaç yolu vardır, en iyi bilinen ve en sık kullanılanı Öklid mesafesidir.Örnekler arasındaki bu yakınlık matrisine dayanarak, dendrogram adı verilen bir benzerlik diyagramı oluşturulabilir (Torres ve ark., 2006).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Bal Numuneleri

Bu araştırmada materyal olarak, Rize yöresinden 2018 yılında alınan 1 adet kaya balı (Polevit Kaya Balı-2400m Çamlıhemşin-Rize), 2 adet çiçek balı (ElevitÇiçek Karakovan Balı-1800m Çamlıhemşin-Rize ve PolevitÇiçek KarakovanBalı-2400m Çamlıhemşin-Rize) ve 1 adet kestane balı (Mollaveyis Kestane Karakovan Balı-1020m Çamlıhemşin-Rize) analiz edilmiştir. Bal örnekleri 100g'lık cam kavanozlar halinde temin edilmiş ve analiz yapılincaya kadar TKG'ya uygun olarak +4°C'de depolanmıştır.

3.2. Balların Fizikokimyasal ve Biyolojik Analizleri

Bal örneklerinde nem, şeker analizleri (glukoz, fruktoz, sakaroz), suda çözünmeyen katı madde, serbest asitlik, elektriksel iletkenlik, diastaz sayısı, HMF, prolin miktarı, mineral madde, antioksidan ve antimikrobiyal analizi yapılmıştır. Analizler Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Nem İçeriği Tayini

TS 3036 Bal Tebliğinde belirtilen metoda göre yapılmıştır. Nem miktarı refraktometre ile tayin edilmektedir.

Analiz numunesi olarak hazırlanan 10g bal numunesi, 100 mL'lik bir beherekonularak 0,01g hassasiyetle tartıldı. Üzerine bir miktar saf sıcak su ilave edilip, iyice çözülmesi sağlandı. Soğuduktan sonra 200 mL'lik ölçülü balona beherde bakiye kalmayacak şekilde aktarıldı ve işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlandı.

Çözelti katlamalı ve kütlesi belli süzgeç kâğıdından süzüldü ve süzüntü 20°C'de refraktometrede okundu. Süzgeç kâğıdı üzerinde kalan kısım 130°C'lik kurutma dolabında sabit tartıma gelinceye kadar kurutulup, tartıldı. Nem miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

$$Nem(\%) = 100 - [Suda\text{Çözünür}KuruMadde(\%) + Suda\text{Çözünmeyen}Katı\ Madde(\%)]$$

3.2.2. Şeker Tayini

Uluslararası Bal Komisyonunda belirtilen HPLC (Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi) ile şeker tayini metoduna göre yapılmaktadır. Balın içerdiği şekerlerin (glukoz, fruktoz, sakaroz) içeriği, seyreltilmiş bal çözeltisinin membran bir filtreden geçirilen kısmının HPLC ile analiz edilmesi sonucu tayin edilmektedir. Analizde saf su, asetonitril ve metanol reaktifleri kullanılmaktadır.

Glukoz, fruktoz ve sakaroz şekerlerinde standart çözeltiler hazırlandı. Deney numunesinden 5,0g beherde tartıldı. 40mL saf suda ısıtılmadan çözüldü. İçinde daha önceden 25mL metanol bulunan 100mL'lik balonjojeye alındı, 100 mL hacme tamamlandı. Çözelti 0,45 mikrometran filtreden süzülerek viallere aktarıldı. Pompalı, otomatik numune alma özelliği olan RI dedektöre sahip, kolon fırını olan ve 30⁰ C de tutulabilen, değerlendirme tertibatlı HPLC cihazı ile ölçüm yapıldı.

3.2.3. Suda Çözünmeyen Katı Madde

TS 3036 Bal Tebliğinde belirtilen metoda göre yapılmaktadır (URL-4, 2012).

Baldan 0,01g hassasiyetle 250mL'lik bir behere 20g tartıldı. Deney numunesi üzerine, yaklaşık 40-50mL, 80°C ısıtılmış su koyuldu ve homojenlik sağlanana kadar karıştırıldı. Cam kroze 135±2°C'ye ayarlanmış kurutma dolabında sabit tartıma getirildikten sonra bir desikatörde soğutuldu. Hazırlanan bal çözeltisi, sıcak şekilde 80°C'de cam krozeden süzüldü. Krozede kalan katı tekrar 80°C ısıtılmış su ile yıkandı. Yıkılarak şekerlerden arındırılmış katı maddelerin bulunduğu kroze, sıcaklığı ayarlanmış kurutma dolabında en az 1 saat tutuldu. Baldaki suda çözünmeyen katı madde, kütlece yüzde olarak aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$KM = (100 \times m) \div m_0$$

Bu eşitlikte;

KM : Suda çözünmeyen katı madde

m : Bulunan katı madde kütlesi (g)

m_0 : Deney numunesi kütlesi (g)'dir.

3.2.4. Serbest Asitlik Tayini

TS 3036 Bal Tebliğindeki metoda göre yapılmaktadır.

Tartılan bal, su ile seyreltikten sonra, fenolftaleinindikatörüne karşı, ayarlı sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edildi. Buradan 1kg baldaki asitlerin toplam mili eşdeğer sayısı hesaplanıp sonuç olarak verildi. Analizde fenolftalein çözeltisi, standart sodyum hidroksit çözeltisi, karbondioksiti uzaklaştırılmış su kullanıldı (URL-4, 2012).

3.2.5. Elektriksel İletkenlik Tayini

Uluslararası Bal Komisyonunda belirtilen metoda göre analizi yapılmaktadır.

Potasyum klorür (KCl) çözeltisi (0,1M) için 7,4557g KCl tartıldı, 130°C'de kurutuldu ve 1000mL'lik balon jodede saf su ile tamamlandı. Potasyum klorür çözeltisinin 40mL'si behere aktarıldı. İletkenlik hücresini iletkenlik ölçere bağlayıp, hücreyi potasyum klorür çözeltisi ile iyice durulandı ve hücreyi çözeltiye batırıp termometre ile sıcaklık 20°C'ye geldikten sonra mS cinsinden okundu. Aşağıdaki formülü kullanarak bal çözeltisinin elektriksel iletkenliği hesaplandı.

$$SH = K \times G$$

Bu eşitlikte;

SH : Bal çözeltisinin elektriksel iletkenliği (mS/cm)

K : Hücre sabiti (1/cm)

G : İletkenlik (mS)

3.2.6. Diastaz Sayısı Tayini

Uluslararası Bal Komisyonunda belirtilen fotometrik metoda göre yapılmaktadır.

Nişastanın çözünmeyen şapraz bağlı mavi renkli formu, substrat olarak kullanıldı. Bu substratenzim tarafından hidroliz edilip, sonuçta mavi renkli suda çözünmeyen parçalar, 620nm’de fotometrik olarak belirlendi. Analiz kapsamında sodyum klorür şözeltesi, asetat tampon şözeltesi, nişasta şözeltesi iyot stok şözeltesi reaktif olarak kullanılmıştır.

Bal numunesi 10 g tartılıp, uygun bir beherde 40-50 mL kadar saf suda çözüldü. Karışım, kantitatif olarak 100 mL’lik bir balona alındı ve saf su ile işaret çizgisine kadar seyreltildi. 12 ayrı deney tüpüne belirtilen miktarlarda bal şözeltesi, saf su ve nişasta+tampon karışımı eklenerek bütün tüplerdeki karışım hacimleri 18 mL olması sağlandı. Tüplerin her biri karıştırıldı. Daha sonra, su banyosunda 38-40°C ‘de 1 saat bekletildi.

$$Diastas = 50 \div V$$

V: Alınan bal şözeltesi hacmidir.

Bir saatin sonunda, deney tüpleri su banyosundan çıkarıldı ve hemen buzlu suya koyularak soğutuldu. Her tüpe, birer damla 0,1 N iyot şözeltesi damlatıldıktan sonra karıştırıldı.

Tüpler, 1 numaralı olandan itibaren gözle incelenir. Mavilik gözlenen ilk tüp sınır olarak alınır. Bundan bir önceki deney tüpüne karşılık gelen diastaz sayısı okunur. Bu değer, balın diastaz sayısı olarak kaydedilir.

3.2.7. HMF Tayini

Uluslararası Bal Komisyonunda belirtilen HPLC ile HMFtayini metoduna göre yapılmaktadır.

HMF; filtre edilmiş berrak bal şözeltesinin UV dedektör ile kombine edilmiş ters faz HPLC cihazında analizi ile tespit edildi. Ballarda HMF miktarı, örneğin ve standart şözeltesinin vermiş olduğu pik alanları karşılaştırılarak hesaplandı. Konsantrasyon ve pik alanları arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Sonuçlar mg/kg (ppm) cinsinden hesaplandı. Mobil Faz olarak su ve metanol kullanılırken HMF’nin 1,2,5,10 mg/L derişimli standart çözeltileri hazırlandı.

3.2.8. Prolin Tayini

Uluslararası Bal Komisyonunda belirtilen metoda göre yapılmaktadır.

Prolin, ninhidrin ile renk verir. Bu nedenle analizde 2-propanol eklendi. Bal numuneleri öncelikle benmaride 10 dakika, 70⁰ C'deki benmaride ise 15 dakika bekletildi. Daha sonra spektrometrede 510nm dalga boyunda vermiş olduğu absorbans değeri dikkate alınarak hesaplama yapıldı. Bu analizde; saf su, formik asit, prolin referans çözeltisi, 2-propanol ve etilen glikol monometileter içinde ninhidrin çözeltisi kullanılan reaktiflerdir.

3.2.9. Mineral Madde Analizi

Balda yaklaşık olarak %0,02-1,00 arasında mineral madde bulunmaktadır. Bal içeriğinde demir, bakır, potasyum, magnezyum, fosfor, silisyum, alüminyum, krom, nikel, kobalt ve kalsiyum en önemli mineral maddelerdir. Bal rengi toplam mineral maddeye yani bal içeriğindeki kül oranına bağlıdır.

Bal oluşumunu gerçekleştirdikten sonra saklama koşulları önemlidir. Çünkü yanlış depolanma sonucu balın içeriğindeki mineral madde miktarında azalma görülmektedir.

Tez çalışmalarında kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıkta olup Merck firmasından (Darmstadt, Germany) temin edildi. Balda ölçümü yapılan metallerin standart çözeltileri, 1000 mg/L konsantrasyonlarda sertifikalı tekli stok çözeltilerin uygun oranlarda seyreltilmesiyle elde edildi. Çözeltilerin saklanması polipropilen şişeler kullanıldı. Şişeler kullanılmadan önce %5'lik nitrik asitle temizlendikten sonra bol musluk suyu ve ardından ultra saf su ile iyice yıkanarak durulandı.

Bal örneklerinden 0,1 mg hassasiyette yaklaşık 5 g tartılarak porselen krozelere yerleştirildi. Krozeler, maksimum sıcaklığı 1200°C olan Reis marka bir kül fırınına yerleştirildi ve numuneler tamamen kül olana kadar 600°C'de yakıldı.

Kül haline gelen numuneler %10'luk nitrik asitte çözüldükten sonra saf su ile 50 mL'ye kantitatif tamamlandı. Kül fırınında çözünürleştirilen numuneler içerdikleri mineral element, eser element ve ağır metaller için Agilent Technologies (Santa Clara, Kaliforniya, ABD) 4200 model MP-AES (mikrodalga plazma – atomik emisyon spektrometre) cihazı ile gerçekleştirildi.

Önce, incelenen tüm metalleri karışım halinde içeren bir seri standart çözelti (0,025–10,0 mg/L aralığında toplam 12 standart çözelti) MP-AES’de ölçülerek ilgili metallerin kalibrasyon grafikleri çizildi. Daha sonra çözünürleştirilen numune çözeltileri cihazda okunarak her bir metalin sinyal değerleri elde edildi. Cihazda kalibrasyon grafiklerinin $S = mC + n$ (S : sinyal, C : derişim, m : eğim ve n : kesim noktası) şeklinde türetilen doğrusal denklemleri yardımıyla her bir metalin derişimleri belirlendi. Aşağıdaki Formül 1 yardımı ile de derişimler ppm’e (mg/kg) çevrildi.

$$\text{Derişim (mg/kg)} = \frac{C \times V \times S}{m} \quad (1)$$

C : MP-AES’de sulu çözeltide ölçülen mg/L derişim değeri

V : Mikrodalgada çözünürleştirme işleminden sonra tamamlanan son hacim (mL)

m : Tartılan numune kütlesi (g)

S : Seyreltme katsayısı

MP-AES yeni nesil teknolojilerden biridir ve günümüzde uzun yıllardır bu amaç için kullanılan AAS (atomik absorpsiyonspektrometri) ve ICP-OES (İndüktif eşleşmiş plazma – optik emisiyonspektrometri) tekniklerine karşı güçlü bir alternatiftir. Sistem, mikrodalga enerji ile başlatılan ve devamında azot gazı ile sürdürülen yaklaşık 5000°C ısıya ulaşabilen plazma içerisinde numune çözeltilerinin emisyon piklerinin oluşturulması ile çalışmaktadır. Elde edilen emisyon pikleri bir CCD detektörde okunmaktadır. Plazmayı meydana getiren azot gazı sıfır maliyetle havadan bir azot jeneratör sistemi ile elde edilmektedir. Bu anlamda yüksek maliyetli argon gazı gerektiren ICP-OES ve ICP-MS’e göre oldukça düşük maliyetli bir hizmet sunmaktadır.

3.2.10. Balda Antioksidan Analizi

Bal numunelerinde antioksidan analizi farklı yöntemlerle yapılmaktadır. Bu çalışmada; toplam fenolik (polifenol) madde, toplam flavanoid madde, DPPH metodu ve FRAP metodları kullanılmıştır.

Toplam fenolik madde tayini için, 300 µL bal numunesinden alınarak üzerine 3,4 mL saf su ilave edildi. Karışıma 0,5 mL metanol ve 200 µL Folin-ciocalteus reaktifi ilave edildi.

Karışım vortekslenip, 10 dakika oda şartlarında inkübe edildikten sonra üzerine 600 µL %10'luk Na₂ CO₃ çözeltisi eklendi. Son karışım tekrar vortekslenildikten sonra, 120 dakika oda koşullarında karanlıkta inkübe edildi. Bu sürenin sonunda karışımın 760 nm'deki absorbansı okundu. Kör olarak 3,7 mL su 500 µL metanol + 100 µL folin-ciocalteus reaktifi + 600 µL Na₂ CO₃ karışımı kullanıldı. Bal numunelerindeki fenolik madde miktarları; gallik asidin çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak ifade edilmiştir (Kasangana, 2015).

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metodu; 100µL bal numunesinden alınarak 3000 µL DPPH çözeltisi ilave edildi. Karışım vortekslenerek 30 dakika bekletildi. Elde edilen çözelti 517nm'de spektrofotometrede absorbansı okundu. Kör olarak 100µL metanol kullanıldı (Ahmed vd., 2015).

Toplam demir indirgeme metodunda; 250 µL bal numunesi alınarak 2750 µL FRAP çözeltisi ilave edildi. Karışım vortekslenerek 30 dakika bekletildi. Kör olarak 250 µL saf su kullanıldı. Standartlardan 250 µL alınarak aynı işlem yapıldı. Kalibrasyon grafiği oluşturuldu (Ahmed vd., 2015).

Toplam flavanoid madde tayini için; 500 µL bal numunesi alınarak 3200 µL metanol (%30 v/v) ilave edildi. Karışım vortekslenildi ve üzerine 0,5 M NaNO₂ çözeltisinden 150 µL ilave edildi. Ardından 150 µL 0.3M AlCl₃ ilave edildi. 5 dakika beklendi. 1 mL 1 M NaOH çözeltisi ilave edildi. Karışım tekrar vortekslenerek 10 dakika bekletildi. Daha sonra 560nm spektrofotometrede absorbansı okundu. Kör olarak 500 µL saf su kullanıldı (Ahmed vd., 2015).

3.2.11. Balda Antimikrobiyal Analizi

Balların antimikrobiyal aktiviteleri agar difüzyon yöntemi ile 11 farklı mikroorganizmaya karşı belirlenmiştir. Çalışmada, *Aeromonashydrophila* ATCC 7965, *Bacillus cereus* ATCC 33019, *Enterobacter cloacae* ATCC 13047, *Escherichia coli* ATCC 11230, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 33150, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *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 NutrientBroth (MERCK, Almanya) içinde 24 saat ilk aktifleştirmeden sonra 18 saatlik ikinci aktifleştirme sonunda, mayalar ise Malt ExtractBroth (MERCK,Almanya) içinde 48 saatlik ilk aktifleştirmeden sonra 24 saatlik ikinci aktifleştirmede kullanıldı.

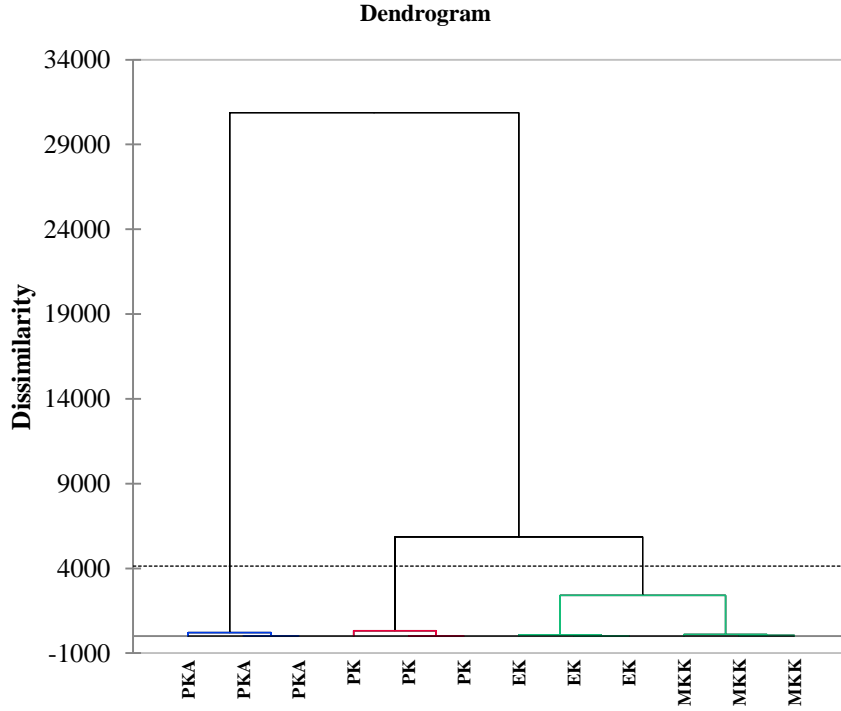
Aktifleştirilen bakteriler steril NutrientAgar'a (MERCK, Almanya) %1 oranında inoküle edilerek petri kaplarına dökülmüş ve donması için bir müddet beklenilmiştir. Benzer şekilde aktifleştirilen maya suşları da steril Malt ExtractAgar'a (MERCK, Almanya) %1 oranında inoküle edilerek petri kaplarına yeterli hacimlerde dökülmüştür. Petri kaplarında donan besiyerleri üzerinde 4 mm çaplı kuyucuklar açılarak, farklı konsantrasyonlarda 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.

3.2.12.Fizikokimyasal Parametrelerin Temel Bileşen Analizleri

Bal örnekleri için uygulanan fiziksel ve kimyasal parametrelerin kantitatif özelliklerini tanımlamak ve ana varyasyonlara genel bir bakış elde etmek için Temel Bileşen Analizleri(PCA) yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar (Nem (N), Sakaroz (S), Fruktoz (F), Glukoz (G), Fruktoz+Glukoz (F+G), Fruktoz/Glukoz (F/G), Suda Çözünmeyen Katı Madde (SÇKM), Serbest Asitlik (SA), Elektrik İletkenliği (Eİ), Diastaz Sayısı (DS), Hidroksimetilfurfural (HMF) ve Prolin(P) analizleri için) PCA analizine tabi tutuldu. PCA sonuçları (yükleme grafikleri ve skor grafikleri) Şekil 3-1'de gösterilmiştir. Bal örneklerinin PCA'sı, aralarındaki benzerlik ve farklılıkları belirlemeyi amaçlayan on iki kalite parametresinin değerleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Bal örnekleri için uygulanan fiziksel ve kimyasal parametrelerin kantitatif özelliklerini tanımlamak ve ana varyasyonlara genel bir bakış elde etmek için bunların arasında Nem (N), Sakaroz (S), Fruktoz (F), Glukoz (G), Fruktoz+Glukoz (F+G), Fruktoz/Glukoz (F/G), Suda Çözünmeyen Katı Madde (SÇKM), Serbest Asitlik (SA), Elektrik İletkenliği (Eİ), Diastaz Sayısı (DS), Hidroksimetilfurfural (HMF) ve Prolin(P) analizleri için PCA analizine tabi tutuldu. PCA sonuçları (yükleme grafikleri ve skor grafikleri) Şekil 3-1'de gösterilmiştir. Bal örneklerinin PCA'sı, aralarındaki benzerlik ve farklılıkları belirlemeyi amaçlayan on iki kalite

parametresinin değerleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan AHC analizinde 4 adet balın fizikokimyasal analizlere göre 3 adet kümelenme durumu şekil 3-1’ de verilen AHC analizinde de görülmektedir.)



şekil 3-1 Bal rneklerinin aglomeratif hiyerarşık kümeleme(AHC) analiz grafiği

4. BULGULAR

Ülkemizde üretilen balların %60'ı çiçek balı, geri kalanı ise kestane, çam, ıhlamur, kekik vb. ballarıdır. Bu balların birçoğu marketlerde satışa sunulmaktadır. Satışa sunulan balların TGGK Bal Tebliğine uygun olması gerekmektedir.

Bu çalışmada incelenen 4 adet bal numunesinden 1 adet Kaya Balı, 2 adet çiçek ve 1 adet kestane balı Rize bölgesine aittir. Toplanan balların Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygun olup olmadığı tespit etmek için bazı fizikokimyasal ve biyolojik analizler yapılmıştır. 4 bal örneği ile yapılan analizlerin sonuçları Tablo4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışmada Kullanılan Bal Numuneleri Analiz Sonuçları

Parametreler	ELEVİT KARAKOVAN (EK)			PALOVİT KARAKOVAN (PKA)			PALOVİT KAYA (PK)			MOLLOVEYİS KESTANE (MK)		
Nem (%)m/m	14,15	14,2	14,25	16,8	16,05	17,55	17,5	16,5	17	21,05	22,55	21.80
Sakaro (%) m/m	0,7695	0,81	0,8505	2,82	2,9	2,86	3,90	3,70	3,80	3,25	3,55	3,40
Fruktoz(%) m/m	43,6	44,87	46,14	40,37	44,57	42,47	39,26	42,12	40,69	39,75	36,75	38,25
Glukoz(%) m/m	38,25	40,85	43,45	38,78	35,28	37,03	41,28	38,98	40,13	31,26	28,56	29,91
Fruktoz+Glukoz (%)	81,11	85,72	90,33	77,5	81,5	79,5	83,57	78,07	80,82	70,66	65,66	68,16
Fruktoz/Glukoz	1,07	1,10	1,13	1,10	1,20	1,15	0,98	1,04	1,01	1,24	1,28	1,32
Suda Çözünmeyen Katı Madde (%)m/m	0,059	0,06	0,061	0,021	0,019	0,02	0,021	0,019	0,02	0,01	0,01	0,01
Serbest Asitlik (meq/kg)	31,11	29,81	28,51	16,49	17,89	17,19	24,17	26,45	25.31	38,47	35,17	36,82
Elektrik İletkenliği (mS/cm)	0,33	0,32	0,31	0,75	0,77	0,79	1,026	0,954	0,99	1,298	1,342	1,32
Diastaz Sayısı	> 50	> 50	> 50	37,1	38,5	39,9	> 50	> 50	> 50	28,3	30,5	29,40
HMF mg/kg	32,94	34,44	35,94	18,34	17,04	17.69	9,36	9,73	10,1	18,43	17,15	17,79
Prolin mg/kg	517,64	501,92	486,2	395,58	365,18	380,38	441,54	481,54	461,54	503,48	532,68	518,08

Tablo 4.2. Fizikokimyasal analizlere ait betimsel istatistikler (Nicel veriler)değerler

İstatistik	Nem	Sakaroz	Fruktoz	Glukoz	Fruktoz +Glukoz	Fruktoz /Glukoz	Suda Çözünmeyen Katı Madde	Serbest Asitlik	Elektrik İletkenliği	Diastaz Sayısı	HMF	Prolin
Gözlem Sayısı	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Minimum	14,15	0,78	36,75	29,91	66,66	0,95	0,01	16,49	0,32	28,10	9,56	375,29
Maksimum	22,55	3,90	46,14	43,45	89,59	1,23	0,06	38,47	1,34	50,00	35,94	532,68
Aralık	8,40	3,12	9,39	13,54	22,93	0,28	0,05	21,98	1,02	21,90	26,38	157,39
1. Dörttebirlik	15,59	2,32	39,63	36,23	78,62	1,02	0,02	22,60	0,66	36,00	15,31	442,06
Ortanca	16,90	3,08	41,82	39,25	80,96	1,07	0,02	27,89	0,88	45,05	17,90	491,73
3.Dörttebirlik	18,43	3,59	44,53	40,42	82,66	1,15	0,03	32,17	1,094	50,00	22,14	513,97
Ortalama	17,45	2,72	41,74	38,16	79,90	1,09	0,03	27,36	0,86	41,99	19,98	470,91
Varyans (n-1)	8,47	1,46	8,54	16,24	42,19	0,006	0,00	56,79	0,14	83,48	89,20	3326,87
Standard Sapma (n-1)	2,91	1,21	2,92	4,03	6,49	0,080	0,02	7,54	0,37	9,13	9,44	57,68

Tablo 4.3. Fizikokimyasal analizlere ait korelasyon değerleri

Analizler	Nem	Sakaro	Fruktoz	Glukoz	Fruktoz +Glukoz	Fruktoz/ Glukoz	Suda Çözünm eyen Katı Madde	Serbe st Asitli k	Elektrik İletkenliği	Diastaz Sayısı	HMF	Prolin
Nem	1	0,677	-0,911	-0,902	-0,969	0,585	-0,808	0,477	0,934	-0,852	-0,501	0,292
Sakaro		1	-0,785	-0,508	-0,668	0,080	-0,939	-0,081	0,880	-0,392	-0,974	-0,192
Fruktoz			1	0,740	0,909	-0,290	0,793	-0,356	-0,922	0,612	0,640	-0,259
Glukoz				1	0,953	-0,844	0,702	-0,460	-0,799	0,892	0,329	-0,272
Fruktoz+Glukoz					1	-0,654	0,792	-0,446	-0,910	0,829	0,492	-0,285
Fruktoz/Glukoz						1	-0,343	0,444	0,412	-0,773	0,061	0,271
Suda Çözünmeyen Katı Madde							1	0,020	-0,929	0,668	0,870	0,203
Serbest Asitlik								1	0,328	-0,341	0,245	0,954
Elektrik İletkenliği									1	-0,704	-0,757	0,158
Diastaz Sayısı										1	0,217	-0,099
HMF											1	0,325
Prolin												1

Kalın yazı tipindeki değerler, anlamlılık düzeyi alfa ile 0'dan farklıdır =0,05

Tablo 4.4. Fizikokimyasal analizlere ait ortalama ve standart sapma değerleri

Numune	Nem	Sakaroz	Fruktoz	Glukoz	Fruktoz+ Glukoz	Fruktoz/ Glukoz	Suda özünme yen Katı Madde	Serbest Asitlik	Elektrik İletkenliği	Diastaz Sayısı	HMF	Prolin
EK	14,15	0,78	46,14	43,45	89,59	1,06	0,06	31,17	0,33	50,00	33,25	512,61
EK	14,20	0,81	44,87	39,84	84,71	1,13	0,06	29,81	0,34	50,00	34,44	501,92
EK	14,24	0,82	44,52	42,22	86,74	1,01	0,06	29,33	0,32	50,00	35,94	506,21
Ortalama	14,20	0,80	45,18	41,84	87,01	1,07	0,06	30,10	0,33	50,00	34,54	506,91
SD	0,05	0,03	0,85	1,84	2,45	0,06	0,00	0,95	0,01	0,00	1,35	5,38
PKA	16,80	2,82	41,52	38,78	80,30	1,07	0,02	16,49	0,78	38,10	18,34	395,58
PKA	16,05	2,90	44,57	37,03	81,60	1,15	0,02	17,89	0,77	38,50	17,04	375,29
PKA	17,55	2,86	42,47	39,51	81,98	1,07	0,02	17,19	0,79	40,10	17,69	380,38
Ortalama	16,80	2,86	42,85	38,44	81,29	1,10	0,02	17,19	0,78	38,90	17,69	383,75
SD	0,75	0,04	1,56	1,27	0,88	0,05	0,00	0,70	0,01	1,06	0,65	10,56
PK	17,50	3,90	39,26	41,28	80,54	0,95	0,02	24,17	1,03	50,00	9,56	457,56
PK	16,50	3,70	42,12	38,98	81,10	1,08	0,02	26,45	0,96	50,00	9,73	481,54
PK	17,00	3,80	40,69	40,13	80,82	1,01	0,02	25,31	0,99	50,00	10,12	461,54
Ortalama	17,00	3,80	40,69	40,13	80,82	1,01	0,02	25,31	0,99	50,00	9,80	466,88
SD	0,50	0,10	1,43	1,15	0,28	0,07	0,00	1,14	0,03	0,00	0,29	12,85
MK	21,05	3,25	39,75	33,84	73,59	1,17	0,01	38,47	1,30	28,10	18,43	527,62
MK	22,55	3,55	36,75	29,91	66,66	1,23	0,01	35,17	1,34	29,70	17,15	532,68
MK	21,80	3,40	38,25	32,98	71,23	1,16	0,01	36,82	1,32	29,40	18,11	518,08
Ortalama	21,80	3,40	38,25	32,24	70,49	1,19	0,01	36,82	1,32	29,07	17,90	526,13
SD	0,75	0,15	1,50	2,07	3,52	0,04	0,00	1,65	0,02	0,85	0,67	7,41

EK: *ElevitKarakovan Balı*MK: *MolloveysisKestaneBalı*PKA: *PalovitKarakovan Balı*PK: *Palovit Kaya Balı*

Tablo 4.5. Antimikrobiyal Analiz Sonuçları

	Palovit Kaya		Molloveysis Kestane		PalovitKarakovan		ElevitKarakovan		Streptomsinsülfat	Nistasin
Gram (-) Bakteriler	5.0	1.0	5.0	1.0	5.0	1.0	5.0	1.0	10.0	30.0
	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	mg/mL	µg/mL	µg/mL
<i>Aeromonashydrophila</i> ATCC 7965	-	-	-	-	-	-	-	-	17.11±0.05	-
<i>Enterobactercloacea</i> ATCC 13047	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
<i>Escherichiacoli</i> ATCC 11230	-	-	3.15±0.10	-	-	-	3.00±0.10	-	7.08±0.05	-
<i>Escherichiacoli</i> O157:H7 ATCC 33150	-	-	-	-	-	-	-	-	15.20±0.05	-
<i>Salmonellatyphimurium</i> ATCC 14028	-	-	-	-	-	-	-	-	18.24±0.05	-
Gram (+) Bakteriler										
<i>Bacilluscereus</i> ATCC 33019	-	-	-	-	-	-	-	-	16.02±0.05	-
<i>Listeriamonocytogenes</i> ATCC 7644	-	-	-	-	-	-	-	-	19.26±0.05	-
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	-	-	-	-	-	-	-	-	12.14±0.05	-
MayaNDKüf										
<i>Saccharomycescerevisiae</i> BC 5461	-	-	-	-	-	-	8.70±0,10	-	-	18.22±0.05
<i>Aspergillusniger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.34±0.05
<i>Aspergillusflavus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.32±0.05

-: Antimikrobiyal aktive belirlenememiştir

Tablo 4.6 Mineral Madde Analiz Sonuçları

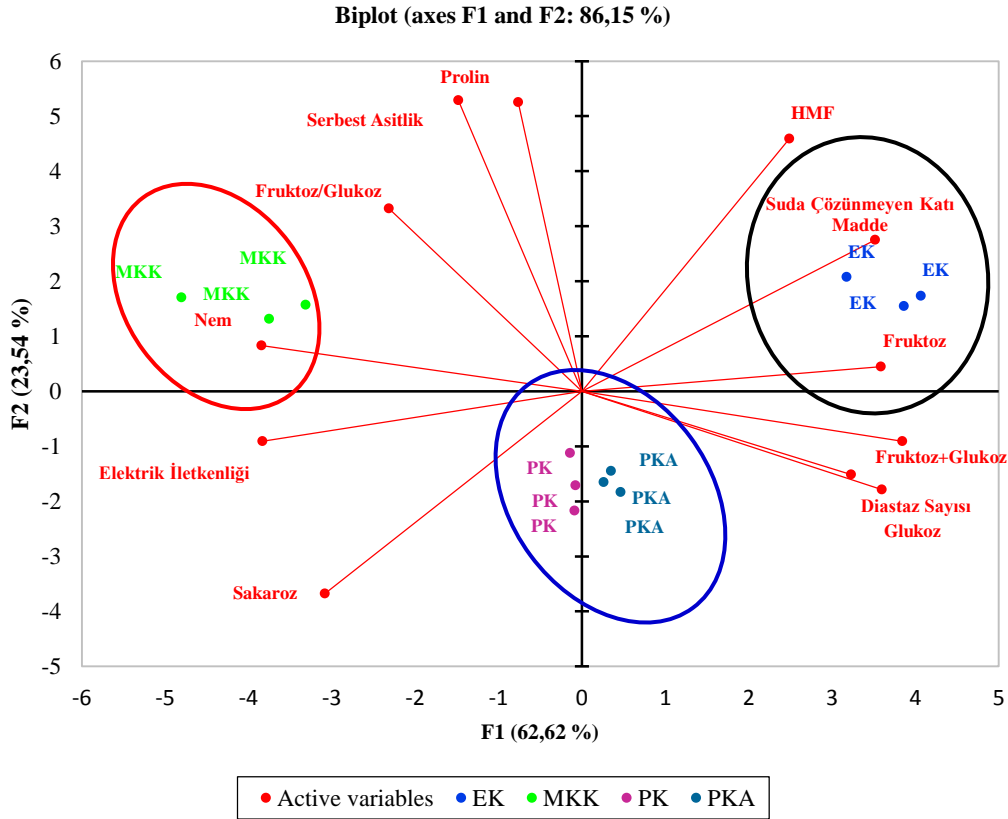
	%	mg/kg (ppm)												
Numune	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Cu	Al	Mn	Cd	Co	Ni	Pb	Cr
ElevitKarakovan	0,04	25,7	7,9	32,4	3,22	1,84	0,78	7,04	0,65	TSA	1,01	0,13	TSA	0,17
PalovitKarakovan	0,14	86,1	25,5	83,5	5,79	1,71	1,21	60,00	1,70	TSA	1,12	0,19	0,20	0,22
Palovit Kaya	0,21	91,0	67,0	129,6	9,29	1,98	1,44	77,10	4,02	TSA	1,17	0,22	TSA	0,28
Molloveysis Kestane	0,24	153,9	71,7	211,8	12,25	1,62	2,11	88,95	10,22	0,13	1,28	0,34	TSA	0,29

TSA: Tespit Sınırının Altında

Tablo 4.7 Antioksidan Analiz Sonuçları

	PolevitKarakovan	Polevit Kaya	Molloveis Kestane	ElevitKarakovan	Trolox	Askorbik Asit
TAC (Toplam Antioksidan Kapasite) (mg AA/kg)	9834,64 ^a ±785,47	15628,91 ^b ± 872,87	16167,97 ^b ± 630,69	14774,74 ^b ± 694,76	-	-
TPC (Toplam Fenolik Kapasite) (mg GAE/kg)	584,15 ^a ±4,97	661,63 ^b ±0,99	1278,03 ^b ±17,33	929,08 ^c ±26,51	-	-
TFC (Toplam Flavanoid Kapasite) (mg QE/g)	166,67 ^a ±14,43	91,67 ^b ±14,43	250,00 ^c ±50,00	133,33 ^d ±14,43	-	-
FRAP (Demir İndirgeme Kapasitesi) (mg FeSO ₄ /kg)	5992,82 ^a ±542,42	6664,62 ^b ±85,66	8126,15 ^c ±529,15	4580,00 ^d ±38,46	-	-
DPPH (Radikal Süpürme Kapasitesi)(mg AA/kg)	444,76 ^a ±70,47	304,29 ^b ±117,59	870,95 ^c ±39,34	330,48 ^b ±45,36	-	-
DPPH (mg Trolox/kg)	708,33 ^a ±94,86	519,23 ^b ±158,29	1282,05 ^c ±52,96	554,49 ^b ±61,07	-	-
DPPH (Inhibition %)	8,12 ^a ±1,07	5,98 ^b ±1,79	14,60 ^c ±0,60	6,38 ^b ±1,07	97,93 ^d ±1,45	97,25 ^d ±1,97

Şekil 4-1'de gösterilen PC, veri değişkenliğinin % 86.15'ünü(PC1 % 62,62 ve PC2 % 23.54) açıklamaktadır. Şekil 3-1'de Elevitkarakovan (EK), Palovitkarakovan (PKA),PalovitKaya (PK) ve Molloveysis kestane(MK) biçiminde kodlanan ballar fizikokimyasal özellikler bakımından 3 adet grup oluşturmuşlardır. Burada Elevitkarakovan (EK) ve Molloveysis kestane(MK) balları benzer özellik göstermektedir. Palovitkarakovan (PKA)vePalovitKaya (PK) balları ayrı özellik göstermektedir.



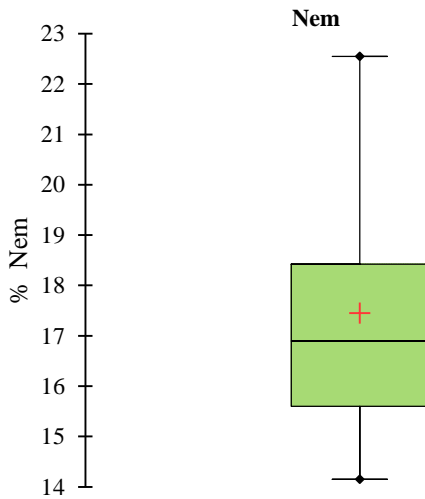
Şekil 4-1. Fizikokimyasal analizlere dayanan bal numunelerinin PCA'sı açıklanan varyansını vermektedir. Gösterim amacıyla, kırmızı küme MKK, mavi küme PK ve PKA, siyah küme EK' yı temsil etmektedir. Elevitkarakovan (EK), Palovitkarakovan (PKA), PalovitKaya (PK) ve Molloveysis kestane(MKK)

5. TARTIŞMA

Baldaki nem miktarı, balın kalite, kristal yapı ve yoğunluk gibi değerlerini etkileyen önemli kriterlerden biridir. Baldaki yüksek nem, fermente oluşumuna ve raf ömrünün kısılmasını etkilemektedir. Nemin düşük olması ise glukoz kristalleşmesine ve granül yapı oluşumunu etkiler. Bu nedenle piyasadaki balların nem oranının tespit edilmesi önemli bir kriterdir (Kaplan, 2014).

Alak (2015) Aydın, İzmir ve Muğla'dan elde ettikleri 17 adet bal numunesiyle yaptıkları çalışmada nem miktarları %14,6-18,4 arasında değişmektedir. Yapılan başka bir çalışmada Çiftçi (2018) Konya ilinde elde ettiği 5 adet çiçek balının nem değerini ortalama $16,65 \pm 0,13$ ($17,13 \pm 0,09$; $16,55 \pm 0,26$; $15,48 \pm 0,09$; $16,48 \pm 0,09$; $17,63 \pm 0,12$) bulmuşlardır.

Araştırmada kullanılan dört bal örneğinin nem içeriklerinin %14,15 ile % 22,55 aralıklarında oldukları belirlenmiştir. En yüksek nem içeriği dört numaralı bal örneğinde görülmekte iken, en düşük nem içeriği bir numaralı bal örneğinde görülmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen nem oranları TGK Bal Tebliğine uygun bulunmuştur.



Şekil 5-1 Nem değerlerine ait kutu grafiği.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07'de nem değeri çiçek, salgı ve bunların karışımları için en fazla %20,00 olarak tanımlanmıştır. Fırıncılık balları için ise bu değer %23,00 olarak verilmiştir. Yapılan çalışmada nem değeri %14,15 ile %22,55 aralığında

değişmiştir (Tablo 4.2).Çalışmamızın temelini oluşturan kaya balının ortalama nem değeri %17 olup TKG'ya uygun olduğu söylenebilir. Nem değerlerine ait kutu grafiği Şekil 5-1'de verilmiştir. Molloyeyis kestane(MKK) balı hariç diğer EK, PKA ve PK balları kodekse uygun çıkmıştır. Ballara ait değerler Tablo 4.2' de verilmiştir.

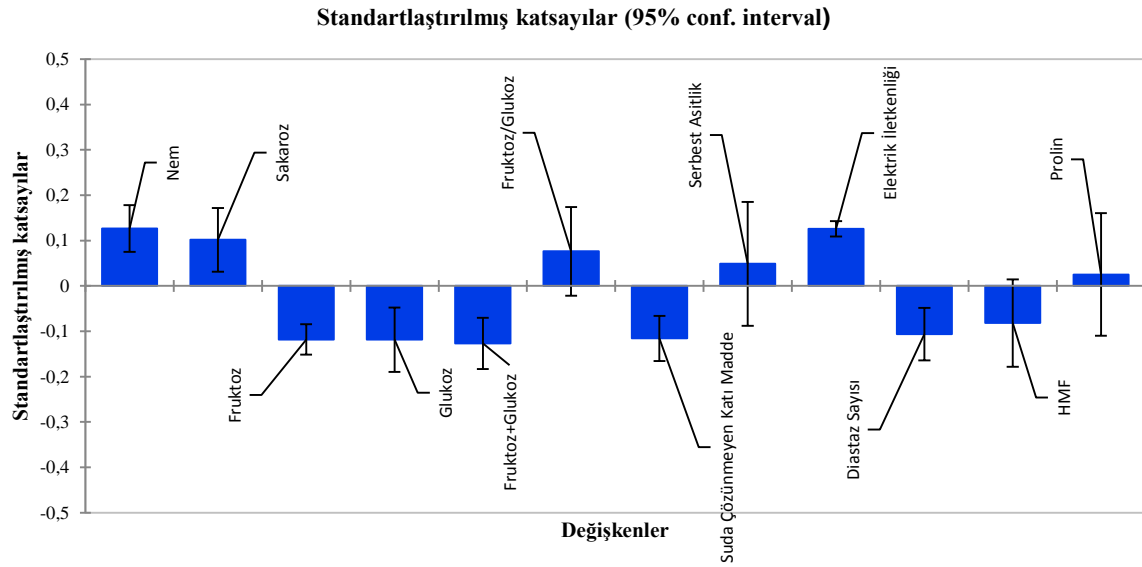
Ülkemizde farklı bölgelerden örnek alınan ballarda nem miktarları %17,10 ile %20,00 arasında tespit edilmişlerdir(Özcan ve Ölmez, 2014). Ankara'da piyasaya sürülen süzme balların üzerinde yapılan çalışmada bal örneklerinde nem miktarları %13,00-25,00 aralığında tespit edilmiştir (Ünal ve Küplülü, 2006). Ülkemizde marketlerde satılan çiçek ballarının üzerinde yapılan bir araştırmada, nem değerleri %14,80 ile % 21,60 arasında tespit edilmiştir (Çetin ve ark. 2011).

Balın nem miktarı; balın elde edilmiş olduğu kaynağa, paketleme esnasındaki işlemlere, çevresel şartlara, saklama şartlarına göre değişim göstermektedir. Süzme ballarda eğer petek gözleri sırla bütünüyle kapatılmamış olan petekten elde edilmesi durumunda, üretimi esnasındaki iklim şartlarında ve olumsuz saklama koşullarında, su miktarı artabilir (Karadal ve Yıldırım 2012).

Nem değerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna bakıldığında S, Eİ, F/G analizleri ile güçlü pozitif, SA ve P ile zayıf pozitif ilişki gösterdiği, HMF, SÇKM, F+G, DS, F ve G ile güçlü negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Ayrıca pozitif ve negatif korelasyonlar Şekil4-1'de verilmiştir. Nem değeri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testi ile ortaya konmuştur. $P<0.05$ olarak bulunmuştur.

Baldaki şeker miktarı elde edilen kaynağa ve enzimlerin aktivitesine bağlıdır. Balın şeker içeriği, farklı bölgelerden elde edilen balların kalite özelliklerini belirleme de önemli bir kriterdir (Kaplan,2014).

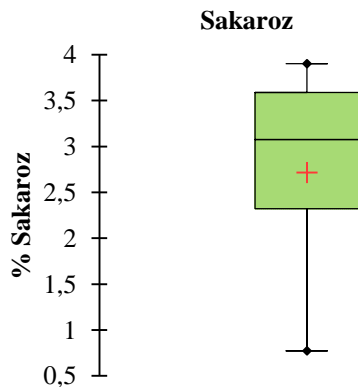
Araştırmada kullanılan dört bal örneğinin sakaroz içerikleri sırasıyla %0,75 ile %3,90 arasında değişkenlik göstermektedir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde sakaroz analizi için belirlenen en yüksek değer %5 olup, bulunan değerler Kodekse uygundur.



Şekil 5-2 Fizikokimyasal analizlerin aralarındaki pozitif ve negatif korelasyonların gösterimi

Sakaroz çiçek balı, salgı balı, bunların karışımı ve fırıncılık ballarında 5 g/100 g olarak üst sınır verilmiştir. Bunun yanında yalancı akasya, adi yonca, tatlı yonca, meşin ağacı ve narenciye balları için bu değer gibi ballar için 10 g/100 g olarak üst sınır verilmiştir. Lavanta çiçeği balı içinde 15 g/100 g olarak üst sınır verilmiştir.

Yapılan çalışmada sakaroz miktarı %0,75-%3,90 arasında değişmiştir (Tablo 4.2). Kutu grafiği Şekil 5-3'te görülmektedir. Dört balın ortalama sakaroz değeri %2,72 olarak bulunmuştur. Elde edilen sakaroz değerleri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07'ye uygun bulunmuştur.



Şekil 5-3 Sakaroz değerlerine ait kutu grafiği

Örneklere ait sakaroz değerlerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna bakıldığında N, EI analizi ile güçlü pozitif, F/G ile zayıf pozitif ilişki gösterdiği, F; ŞÇKM; F+G; HMF ile

güçlü negatif korelasyon, G ve SA ile zayıf negatif gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Şekilsel olarak pozitif ve negatif korelasyonlar Şekil 4-1’ de verilmiştir. Sakaroz değeri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testiyle de ortaya konmuştur. $P<0.05$ olarak bulunmuştur. Ballara ait değerler tablo 4.2’de verilmiştir.

Hatay ilinden elde edilen 50 adet bal örneğiyle yapılan çalışmada Şahinler ve Gül (2001) sakaroz oranını ortalama %1,9; Lazaridou (2004)’nın 33 farklı Yunanistan balında yaptığı araştırmada sakaroz oranını %0,1-2,7 arasında, Merin ve ark. (1998) yaptıkları araştırmada sakaroz oranını %2,72-10,12 arasında bulmuşlardır.

Rize yöresi ballarında yapılan bu çalışmada sakaroz oranı ortalama %0,75-%3,90 arasında bulunmuş olup, Şahinler ve Gül (2001) Hatay ilinden elde ettiği bal örnekleri ile Yunan balları ile Lazaridou (2004)’nın yaptıkları çalışmalar benzerlik göstermektedir. Merin ve ark. (1998)’nin yaptıkları çalışmanın sonuçları ise oldukça yüksek bulunmuştur.

Bal bileşiminde fruktoz miktarı glukozdan daha fazla bulunmaktadır. Fruktoz/glukoz oranı arttıkça balın şekerlenme eğilimi azalmaktadır. Fruktoz/glukoz oranı 1,0-1,2 arasında ise kristalizasyon hızlı olur. Eğer 1,3 veya daha fazla ise kristalizasyon geç olmaktadır. Olgunlaşmamış balda sakaroz daha fazla bulunmaktadır. Bu da şekerlenmeyi geciktirmektedir. Baldaki fruktoz/glukoz oranı hem orjini hem de kristalleşme eğilimini gösteren bir kriterdir (Bilgen Çınar, 2010).

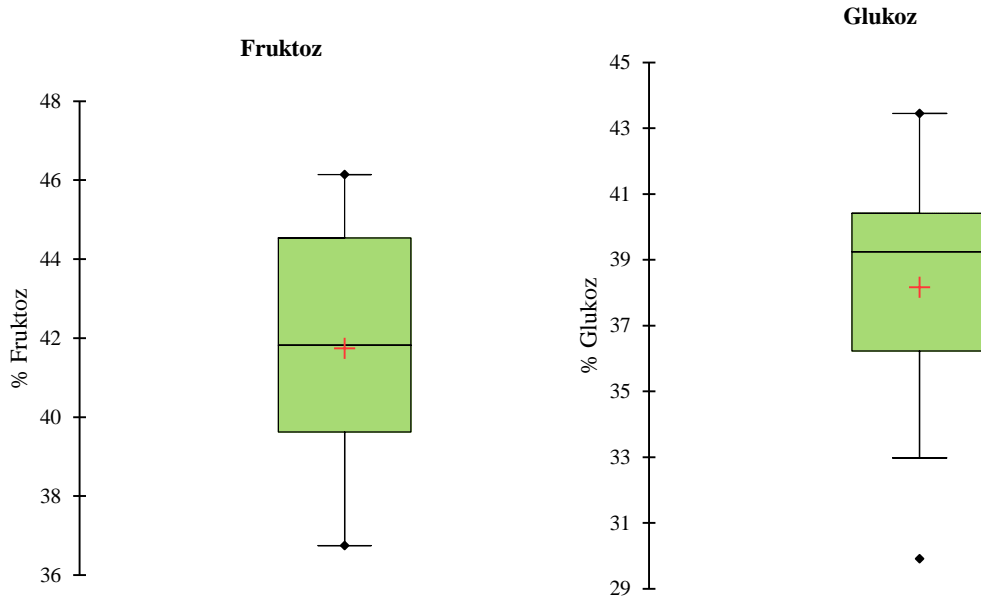
Baldaki invert şeker, nektarda bulunan sakarozun asit ve invertaz enzimi etkisiyle glukoz ve fruktoza parçalanması sonucunda oluşmaktadır. Balda invert şeker %69-78 oranında bulunmaktadır. İnvert şekerin fazla olması balın uzun süre depolanmış olmasına bağlıdır. Depolama süresi arttıkça balın yapısında bulunan monosakkarit oranında da bir azalma görülmektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2011).

Yapılan çalışmada, glukoz oranları sırasıyla; %28,56 ile %41,28 arasında değişkenlik göstermektedir.

Bulunan fruktoz ve glukoz değerlerine göre invert şeker (fruktoz+glukoz); %66,66-%89,69 arasında hesaplanmıştır. TKG Bal Tebliği’ne göre invert şeker en düşük değer kütlece %60 olması gerekmektedir. Bulunan değerlere göre çiçek ballarında daha düşük, kaya balı ve kestane ballarında invert şeker daha yüksek çıkmıştır. Bulunan değerlerin hepsi kodekse uygundur.

Şahinler ve Gül (2001) Hatay ilinden elde ettikleri ballar ile yaptıkları bir araştırmada invert şeker oranını ortalama %69, Finola ve ark. (2005) Arjantin balları ile yaptıkları araştırmada invert şeker oranını ortalama %72,8, Merin ve ark. (1998) ise invert şeker oranını %70,1-79,2 arasında bulmuşlardır. Rize yöresinden elde ettiğimiz balların invert şeker oranı %66,66-%89,69 arasında bulunmuş olup, 3 çalışma ile benzerlik göstermektedir.

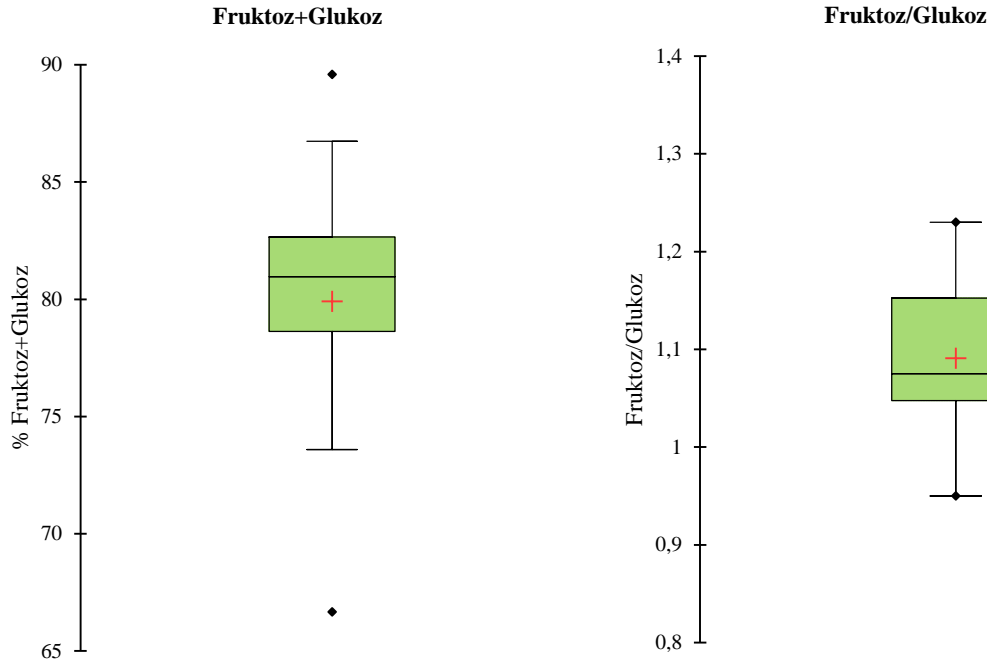
Yapılan analizlere göre fruktoz/glukoz oranları sırasıyla; Elevit karakovan balında ortalama 1,1; Palovit karakovan balında ortalama 1,15; Palovit kaya balında ortalama 1,01 ve Molloveysis kestane balında ortalama 1,28 olarak belirlenmiştir. TGK Bal Tebliği'ne göre fruktoz/glukoz oranı 0,9-1,4 arasında olması gerekmektedir. Çalışmamızdaki fruktoz/glukoz değerleri kodekse uygundur.



Şekil 5-4Fruktoz ve Glukoz değerlerine ait kutu grafiği.

Yapılan çalışmada fruktoz+glukoz miktarı %66,66-%89,69 arasında değişmiştir(Tablo 4.2). Fruktoz ve Glukoz değerlerine ait kutu grafiği Şekil 5-4'te görülmektedir. Dört balın ortalama Fruktoz+Glukoz değeri %80,96 olarak bulunmuştur. Elde edilen Fruktoz+Glukoz oranı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07' ye uygun bulunmuştur (Tablo 4.4) .

Örneklere ait Fruktoz+Glukozdeğerlerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna bakıldığında N, Eİ analizi ile güçlü pozitif, F/G ile zayıf pozitif ilişki gösterdiği, F, SÇKM, F+G, HMF ile güçlü negatif korelasyon, G ve SA ile zayıf negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Şekilsel olarak pozitif ve negatif korelasyonlar Şekil 4-1'de verilmiştir. Fruktoz+Glukoz değeri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testiyle de ortaya konmuştur. $P < 0.05$ olarak bulunmuştur.



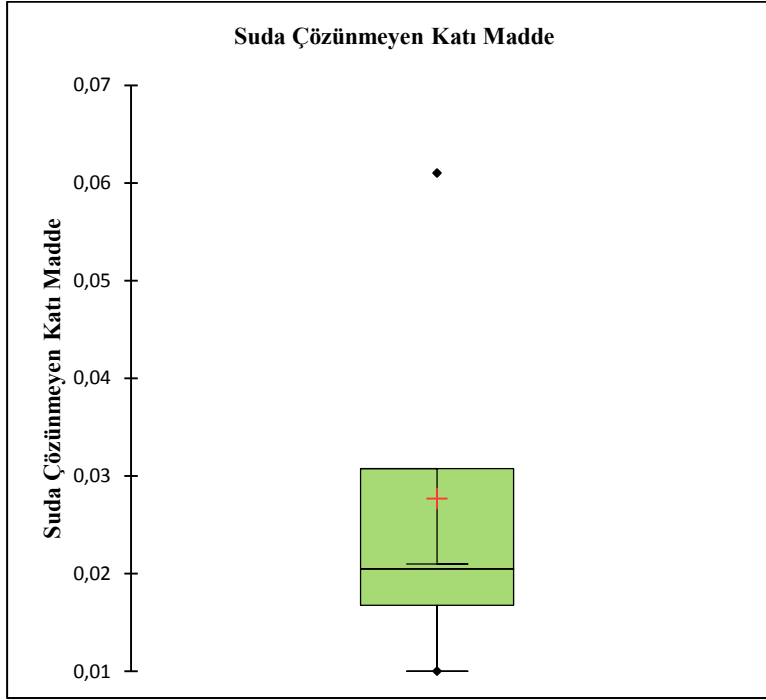
Şekil 5-5Fruktoz+Glukoz ve Fruktoz/Glukoz değerlerine ait kutu grafiği

Fruktoz/Glukoz oranı çiçek ballarında 0,9-1,4; salgı ballarında 1,0-1,4; bunların karışımı ve fırıncılık ballarında en az 1,0-1,4 sınır verilmiştir. Kestane balında 1,0-1,85 ve akasya balında 1,2-1,85 olarak Türk Gıda Kodeksinde verilmiştir. Yapılan çalışmada sakaroz miktarı 0,95–1,35 arasında değişmiştir (Tablo 4.2). Fruktoz/Glukoz değerlerine ait kutu grafiği Şekil5-5’ de görülmektedir. Dört balın ortalama Fruktoz/Glukoz oranı değeri %1,096 olarak bulunmuştur. Elde edilen Fruktoz/Glukoz oranı Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07’ ye uygun bulunmuştur (Tablo 4.2).

Örneklere ait Fruktoz/Glukoz oranı değerlerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna baktığımızda G, F+G ve DS ile güçlü negatif korelasyon, diğer analizlerle zayıf negatif ve zayıf pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Şekilsel olarak pozitif ve negatif korelasyonlar Şekil4-1’ de verilmiştir. Fruktoz/Glukoz oranı değeri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testiyle de ortaya konmuştur. $P < 0.05$ olarak bulunmuştur.

Bal, genel olarak şekerlerin doymuş ya da aşırı doymuş çözeltisidir ve yapılan çalışmalar suda çözünür kuru madde değerlerini %78,80 ile %84 arasında, suda çözünmeyen katı madde miktarı en fazla 0,1g/100g olmalıdır (Cavia ve ark., 2007). Geleneksel kovanlardan elde edilen balın suda çözünmeyen yüksek katı içeriği, çalışma alanındaki geleneksel kovanlardan gelen balın hijyenik ve hasat koşullarının zayıf olduğunu göstermektedir

Çetin ve ark. (2011) ülkemizden elde ettikleri 50 adet bal örneği ile yapmış oldukları bir bal çalışmasında SÇKM analizinde %0,01-0,09 oranında sonuç elde etmişlerdir. Bal örneği için SÇKM miktarı TGKBal Tebliği'ne göre en çok %0,01 oranında olması gerektiği belirlenmiştir.



Şekil 5-6 Suda çözünmeyen katı madde değerlerine ait kutu grafiği

Sonuç ağırlıkça yüzde olarak ifade edilir. Suda çözünmeyen katı madde (SÇKM) oranı tüm bal çeşitleri için 0,10 g/100 g olarak Türk Gıda Kodeksinde verilmiştir. Yapılan çalışmada suda çözünmeyen katı madde miktarı %0,01–%0,06 arasında değişmiştir (Tablo 4.2). SÇKM değerlerine ait kutu grafiği Şekil 5-6'da görülmektedir. Dört balın ortalama SÇKM oranı değeri %0,03 olarak bulunmuştur. Elde edilen SÇKM oranları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07'ye uygun bulunmuştur. Bal örneklerine ait SÇKM sonuçları Tablo 4.2' de verilmiştir.

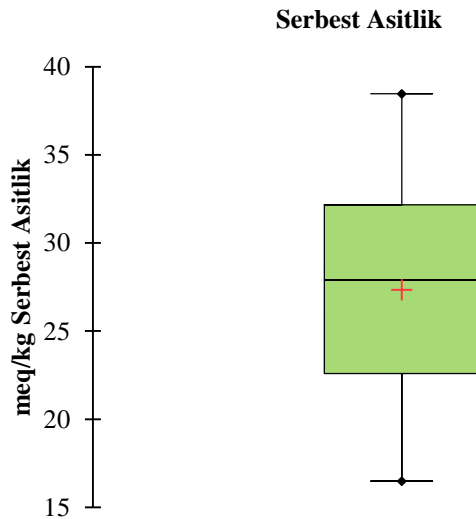
Örneklere ait SÇKM değerlerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna bakıldığında F, G, F/G, DS, HMF ve F+G analizleri ile güçlü pozitif, SA, ve P ile zayıf pozitif ilişki gösterdiği, N, S ve Eİ ile güçlü negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Şekilsel olarak pozitif ve negatif korelasyonlar Şekil 4-1'de verilmiştir. SÇKM değerleri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testiyle de ortaya konmuştur. $P < 0.05$ olarak bulunmuştur.

Asitlik, balın önemli kalite parametrelerinden biridir. Esti et al. (1997)'e göre, asitliğin yüksek olması, istenmeyen fermentasyon meydana gelmesinin bir göstergesidir. Baldaki asitlik, mikroorganizmalara karşı kararlılığını artırır (Hışıl ve Börekçioğlu, 1986). Balda yüksek asit değerlerinin tespit edilmesi ise fermentasyona uğradığını ve sonuç olarak alkolün bakteriyel etkilerle asetik asite dönüştüğünü göstermektedir (Erdoğan, 2008).

Yapılan analiz sonucunda sırasıyla serbest asitlik değerleri 16,49–38,47 meq/kg arasında değişmiştir. TKG Bal Tebliğinde asitlik tayini için belirlenen en yüksek değer 50 meq/kg olup, Palovit kaya balı TKG Bal Tebliğine uygundur. Araştırmamıza konu olan Palovit kaya balının serbest asitlik değeri diğer ballar ile benzer oranlardadır.

Şahinler ve Gül (2001) Hatay ilinden elde ettikleri 50 adet bal örneği ile yaptıkları araştırmada asitlik oranı ortalama 40,9 meq/kg, Finola ve ark. (2005) 33 çeşit Yunan balı örneği ile yaptıkları araştırmada asitlik oranını ortalama 20,6 meq/kg, Terrab ve ark. (2003) 20 adet Fas balı ile yaptıkları araştırmada asitlik oranını ortalama 26,0 meq/kg bulmuşlardır.

Yapılan çalışmada SA değerleri 16,49 meq/kg–38,47 meq/kg arasında değişmiştir (Tablo 4.2). SA değerlerine ait kutu grafiği Şekil 5-7'de görülmektedir. Dört balın ortalama SA oranı değeri 27,34 meq/kg olarak bulunmuştur. Elde edilen SA oranları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07'ye uygun bulunmuştur. Bal örneklerine ait SA sonuçları Tablo 4.4'de verilmiştir.



Şekil 5-7 Serbest asitlik değerlerine ait kutu grafiği

Örneklere ait SA değerlerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna bakıldığında F/G, DS ve HMF analizleri ile güçlü pozitif, SÇKM, F/G, N ve P ile zayıf pozitif ilişki gösterdiği,

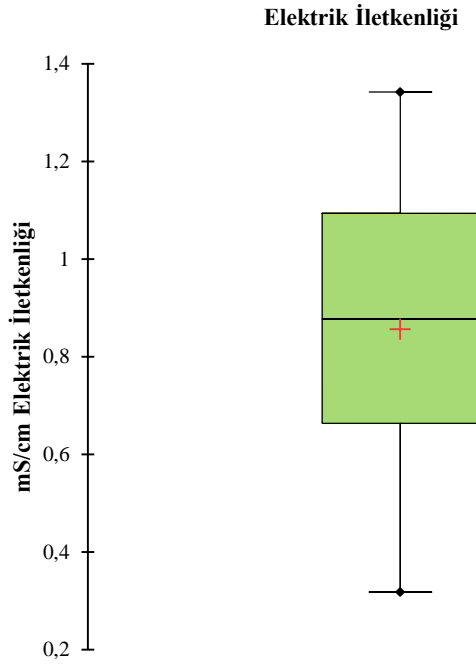
Eİ ile güçlü negatif korelasyon ve S,F,G ve F+G zayıf negatif ilişki gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Şekilsel olarak pozitif ve negatif korelasyonlar Şekil 4-1’de verilmiştir. SA değerleri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testiyle de ortaya konmuştur. $P<0.05$ olarak bulunmuştur.

Elektriksel iletkenlik; bal numunelerinde salgı veya çiçek balı tespiti için kullanılan bir ölçüttür(Marghitaş ve ark. 2008). Salgı balları, çiçek ballarına oranla daha yüksek değerlerde elektrik iletkenliği bulunmaktadır. Balın içeriğinde kül, şeker, asit ve protein miktarına göre elektrik iletkenliğinde değişimler oluşmaktadır. Bileşenlerdeki artış ile birlikte elektrik iletkenliğinde artış gözlenmektedir. Ancak bal içeriğindeki su artışı ile beraber elektriksel iletkenlik değerinde azalma görülmektedir (Chua ve ark. 2012).

Elektriksel iletkenlik (Eİ), balın botanik kökeni için iyi bir kriterdir ve bu nedenle rutin bal kontrolünde sıklıkla kullanılır. Çiçek için bal özü ballarından daha düşük bir sınır önerilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07’de Eİ değeri ile alakalı iletkenliğin önemli ölçüde doğal varyasyon gösterdiği Kocayemiş (*Arbutusunedo*), Funda (*Ericaspp.*), Okalıptus(*Eucalyptuscamaldulensis*), İhlamur (*Tiliaspp.*), Püren (*Cajlunavulgaris*), Okyanus mersini (*leptospermum*), Çay ağacı (*Melaleucaspp*), ve Pamuk (*Gossypiumspp*) 'dan elde edilen ballar hariç istisnalar konulmuştur. TKG’de çiçek ballarında en fazla 0,8 mS/cm, salgı ballarında en az 0,8 mS/cm ve bunların karışımları için en fazla ballarında en fazla 0,8 mS/cm olarak tanımlanmıştır. Fırıncılık ballarında en fazla 0,8 mS/cm olarak verilmiştir. Kestane balı için bu değer en az en az 0,8 mS/cm biçimindedir.

Derebaşı ve ark. (2014) Karadeniz civarında elde edilen bal numunelerinde yapılan bir çalışmada elektrik iletkenliği değeri ortalama $0,48\pm0,03$ mS/cm olarak bulunmuştur. Hatay bölgesinde Şahinler ve Gül (2004)’ün 50 çeşit baldan ortalama elektrik iletkenliği 0,69 mS/cm değeri bulunmuş iken, Sunay ve Boyacıoğlu (2008) Muğla bölgesinden elde ettikleri çiçek bal numunesi ile yaptıkları çalışmada 0,55 mS/cm olarak tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada elektriksel iletkenlikleri sırasıyla; 0,32mS/cm–1,34mS/cm arasında değişmiştir (Tablo4.2). Çıkan sonuçlar kodekse uygundur.



Şekil 5-8Elektriksel iletkenlik değerlerine ait kutu grafiği

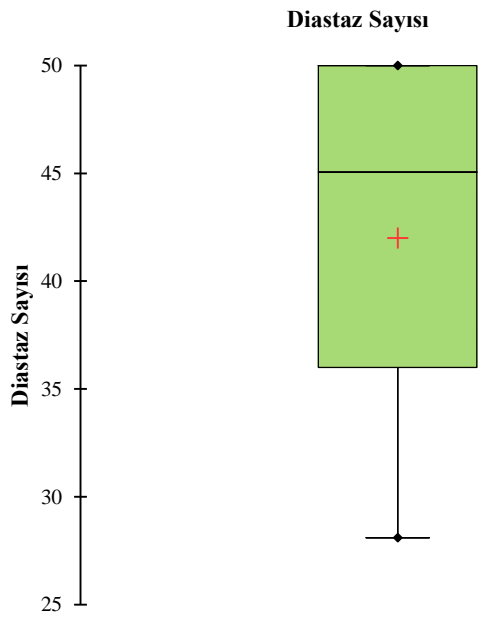
Yapılan bu çalışmada Eİ değerleri 0,32mS/cm–1,34mS/cm arasında değişmiştir (Tablo4.2). SA değerlerine ait kutu grafiği Şekil 5-7’de görülmektedir. Dört balın ortalama SA oranı değeri 0,86mS/cm olarak bulunmuştur. Elde edilen Eİ oranları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07’ye uygun bulunmuştur. Bal örneklerine ait Eİ sonuçları Tablo 4.4’te verilmiştir. Tablo 4.4 incelendiğinde çalışmamızın odak noktasını oluşturan kaya balının elektriksel iletkenliğinin kestane balına yakın değerlerde çıktığı ve diğer ballardan ise daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum mineral analizlerinde de aynı şekilde çıkmıştır. Elektriksel iletkenliğin fazla çıkması kaya balının mineral içeriğinin fazla olmasından kaynaklanabilir.

Örneklere ait Eİ değerlerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna N ve S analizleri ile güçlü pozitif, SÇKM ve P ile zayıf pozitif ilişki gösterdiği, F, G, F+G, DS ve HMF ile güçlü negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Şekilsel olarak pozitif ve negatif korelasyonlar Şekil 4-1’ de verilmiştir. SA değerleri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testiyle de ortaya konmuştur. $P<0.05$ olarak bulunmuştur.

1 diastaz sayısı; 1g balda 37°C sıcaklıkta 1 saat sonunda %1’lik nişastanın 1mL’sini hidroliz edebilecek sayıdır. Balda bu parametrenin büyük bir doğal varyasyonu olmasına rağmen, TGK 2020/07’de minimum 8’lik bir limit verilmiştir. TGK’da aynı zamanda narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak

HMF miktarı 15mg/kg' dan fazla olmayan balda 3 olarak verilmiştir. Nektar özü ballarının düşük şeker içeriği vardır ve kristalleşme nadiren görülür. Bununla birlikte, termal muamele de diastaz aktivitesi üzerinde olumsuz etkileri vardır. Öte yandan, çiçek balı örneklerinde beklendiği gibi diastaz aktivitesi daha yüksektir.

Yapılan çalışmada DS değerleri 28,10–150,00 arasında değişmiştir (Tablo4.2). DS değerlerine ait kutu grafiği Şekil 5-9'da görülmektedir. Dört balın ortalama DS oranı değeri 41,99 olarak bulunmuştur. Elde edilen DS oranları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07' ye uygun bulunmuştur. Bal örneklerine ait DS sonuçları Tablo4.4'te verilmiştir.



Şekil 5-9Diastaz sayısı değerlerine ait kutu grafiği

Örneklere ait DS değerlerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna N ve S analizleri ile güçlü pozitif, SÇKM ve P ile zayıf pozitif ilişki gösterdiği, F, G, F+G, DS ve HMF ile güçlü negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Şekilsel olarak pozitif ve negatif korelasyonlar Şekil 4-1'de verilmiştir. SA değerleri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testiyle de ortaya konmuştur. $P < 0.05$ olarak bulunmuştur.

Terrab ve ark. (2002) 20 adet Fas balı örnekleri ile yaptığı çalışmada diastaz aktivitesini 0,18-8 arasında bulmuşlardır. Brezilya'da Azeredo ve ark. (2002) tarafından yapılan araştırmada bal numunelerinde diastaz aktivitesini 10,9-13,9 arasında bulmuşlardır. Hatay ili ballarında yapılan çalışmada ise Şahinler ve ark. (2001) bal örneklerinde diastaz sayısının 1-23 arasında bulmuşlardır.

Yapılan bu çalışmada sonuçlar Tablo 5.1'de gösterilmiştir.

Tablo 5.1.Diastaz Tayini Sonuçları

Numuneler	Sonuçlar			Yasal Sınır
ElevitKarakovan	> 50	> 50	> 50	>8
PalovitKarakovan	37,1	38,5	39,9	
PalovitKaya	> 50	> 50	> 50	
MolloveysisKestane	28,3	30,5	29,40	

HMF balın ısı açısından uygun olmayan depolarda tutulması ve karbohidratlarınınısıya maruz bırakılması sonucunda oluşan, sağlık açısından uygun olmayan bir maddedir. Balda HMF oluşumu pH, sıcaklık, şeker oranı ve ısıtma süresine bağlı olduğundan balın kalitesi belirlenirken en önemli kriterlerdendir. Isıl işlemler genellikle balda kristalizasyonu önlemek ya da balın peteklerden süzülmesi esnasında uygulanır. Bunun sonucunda HMF miktarı yükselmektedir. Uygulanan ısıl işlemler balın aminoasitler ve şekerler arasındaki bağa bağlı olarak HMF oluşturur (Tosi, 2012). TKG Bal Tebliğine göre balda HMF miktarı en fazla 40mg/kg olmalıdır. HMF değeri bunun üzerinde ise balın ısıl işlem görmüş ya da sıcak ortamda depolanmış olabileceğini ve satılamaz durumda olduğunu göstermektedir.

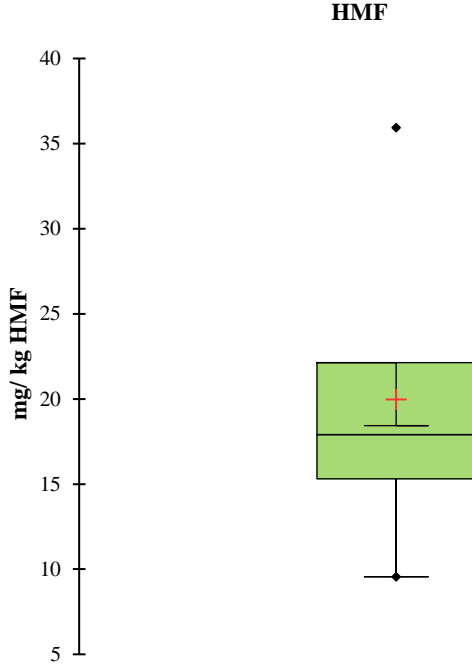
Yapılan analiz sonucunda bal numunelerinde HMF miktarı 9,56mg/kg–35,94mg/kg arasında değişmiştir. Bulunan sonuçlar TKG Bal Tebliğine uygun bulunmuştur. Analiz edilen numuneler arasında kaya balında diğer ballar oranla HMF miktarı daha düşük çıkmıştır.

Finola ve ark. (2007), Arjantin’den temin edilen bal örneklerinden yaptıkları analiz sonucunda HMF miktarı 1,1-44,8 mg/kg, Gomes ve ark. (2010), Portekiz ballarının HMF miktarını 18-94 mg/kg olarak belirlemişlerdir.

Yapılan bu çalışmada HMF değerleri 9,56mg/kg–35,94mg/kg arasında değişmiştir (Tablo 4.2).HMF değerlerine ait kutu grafiği Şekil5-10’da görülmektedir. Dört balın ortalama HMF oranı değeri 19,98mg/kg olarak bulunmuştur. Elde edilen HMF oranları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07’ye uygun bulunmuştur. Bal örneklerine ait HMF sonuçları Tablo4.4’ de verilmiştir.

Örneklere ait HMF değerlerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna bakıldığında F ve SÇKM analizleri ile güçlü pozitif, F, G, F+G ve F/G ile zayıf pozitif ilişki gösterdiği, S ve Eİ ile güçlü negatif korelasyon ve N ile zayıf negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir

(Tablo 4.3). Şekilsel olarak pozitif ve negatif korelasyonlar Şekil 4-1’de verilmiştir. SA değerleri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testiyle de ortaya konmuştur. $P<0.05$ olarak bulunmuştur.

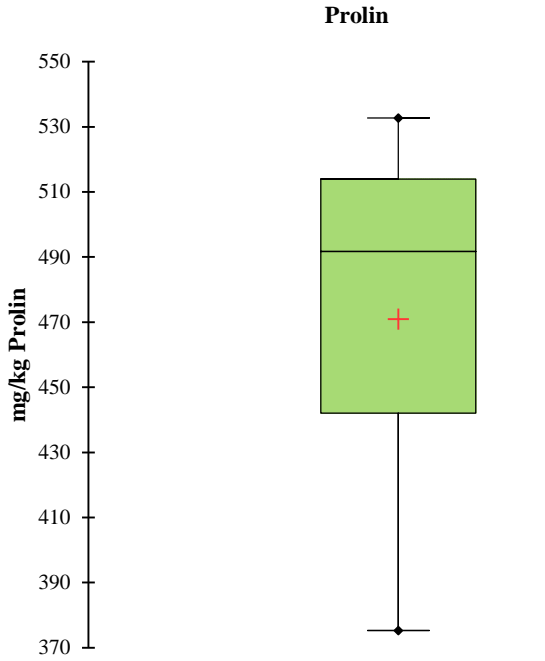


Şekil 5-10.HMF değerlerine ait kutu grafiği

Ballarda az miktarda protein bulunmaktadır. Bu miktar %0,5’ten düşüktür. Protein içeriği; balın doğal veya yapay olduğunu belirlemeye yardımcı olur (Kaplan, 2014). Proteinin yapıtaşı olan aminoasitlerin esas kaynağı polenlerdir. Aminoasitler balın botanik kaynağını belirlemede önemli bir kriterdir (Yıldız ve ark., 2016),

Yapılan analizler sonucunda bal numunelerindeki prolin miktarları 375,29mg/kg–532,68mg/kg arasında değişmiştir.TGK Bal Tebliğine göre balda prolin miktarı en düşük değer 300 mg/kg olup, bulunan değerler tebliğe uygundur.

Yapılan bu çalışmada Prolin(P) değerleri 375,29mg/kg–532,68mg/kg arasında değişmiştir (Tablo 4.2). P değerlerine ait kutu grafiği Şekil 5-11’de görülmektedir. Dört balın ortalama P oranı değeri 470,72mg/kg olarak bulunmuştur. Elde edilen P oranları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020/07’ye uygun bulunmuştur. Bal örneklerine ait P sonuçları Tablo4.4’ te verilmiştir.



Şekil 5-11Prolindeğerlerine ait kutu grafiği

Örneklere ait P değerlerinin diğer analizlerle korelasyon durumuna bakıldığında SA analizleri ile güçlü pozitif, N, F/G, SÇKM ve HMF ile zayıf pozitif ilişki gösterdiği, S, F, G, F+G ve DS ile zayıf negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Şekilsel olarak pozitif ve negatif korelasyonlarŞekil 4-1’de verilmiştir. P değerleri dört örnekte farklılık göstermektedir. Bu durum ANOVA testiyle de ortaya konmuştur. $P < 0.05$ olarak bulunmuştur.

Bal içeriğindeki mineral madde balın pH değerini etkiler ayrıca bal içeriğinde kül miktarını oluşturmaktadır. MP-AES cihazının çalışma şartları ve analitik performansı ile ilgili parametreler Tablo 5.2 ve 5.3’te verilmiştir. Tablo 5.2’de, her bir elementin kullanılan dalga boyları ile cihazın optimum çalışma koşulları özetlenmiştir. Tablo 5.4’te ise, LOD, LOQ, RSD ve çalışma aralığı ile ilgili değerler verilmiştir.

Mineral analizleri için LOD (Algılama sınırı) ve LOQ (Tayin sınırı):LOD, ilgili cihazın algılayabildiği en küçük sinyal (ya da derişim) olarak ifade edilir. Fakat bu noktada yapılan ölçümler kantitatif olarak değerlendirilmez. Tayin sınırı (LOQ) ise, cihazın algıladığı ve kantitatif olarak değerlendirilebilen en düşük sinyal (ya da derişim) değeridir. Bu çalışmada her bir metal için LOD ve LOQ değerlerinin tayini için 20 adet kör çözelti hazırlandı. Daha sonra bu çözeltilerin cihazda ölçülmesi ile elde edilen sinyal (emisyonsiddeti) değerlerinin standart sapması (s) hesaplandı. Bu s değerlerinin 3 katının ilgili

kalibrasyon grafiğinin eğimine bölünmesi ile LOD değerleri, 10 katının bölünmesi ile de LOQ değerleri hesaplanmıştır (Formül 2 ve 3).

$$\text{LOD } (\mu\text{g/L}) = \frac{3s}{m} \quad (2)$$

$$\text{LOQ } (\mu\text{g/L}) = \frac{10s}{m} \quad (3)$$

LOD : Limit of Detection, Algılama Sınırı

LOQ : Limit of Quantification, Tayin Sınırı

s : Standart sapma

m : Kalibrasyon grafiğinin eğimi

Standart sapma (s) da aşağıdaki formülle (Formül 4) hesaplanmıştır:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^N X_i(-\bar{X})}{N - 1}} \quad (4)$$

s : Standart sapma

Σ : Toplam işareti

X_i : Tekil veri

\bar{X} : Ortalama değer

N : Tekrar sayısı

Tablo 5.13’de LOD ve LOQ değerleri iki farklı birimde verilmiştir. Sulu çözeltide mg/L olarak belirlenen derişimler 1000 ile çarpılarak LOD ve LOQ değerleri $\mu\text{g/L}$ değerlerine dönüştürüldükten sonra Tablo 5.3’ te verilmiştir. 0,5g numune mikrodalgada çözünürleştirildikten sonra 50mL’ye kantitatif tamamlandığından katıdan sıvıya 100 katlık bir seyrelme söz konusudur. Bu nedenle, mg/L değerleri 100 ile çarpılarak LOD ve LOQ’nun mg/kg değerleri hesaplanmıştır (Formül 1). Tablo 5.14’de verilen LOD ve LOQ değerlerinin birçok cihazın değerlerinden (özellikle alevli AAS) oldukça düşük olduğu, ICP-OES ile yarışabilir olduğu görülmektedir.

RSD (Bağıl Standart Sapma): Sonuçlar arasındaki yakınlığın (kesinliğin) bir ölçüsü de Bağıl Standart Sapma (RSD)'dir. Yukarıda LOD ve LOQ tayinlerinde belirtildiği gibi, RSD ne kadar küçükse paralel sonuçlar o kadar birbirine yakındır. RSD'nin en kullanışlı formu 100 ile çarpılmış hali olan %RSD'dir ve aşağıdaki formül (Formül 5) ile hesaplanır:

$$RSD (\%) = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 \quad (5)$$

Bir analizde RSD değerlerinin çoğu durumda %5'ten küçük olması beklenir. Tablo 5.4'deki RSD değerlerine bakıldığında, değerlerin oldukça tatmin edici olduğu görülmektedir. RSD değerlerini, ölçülen değerın büyüklüğünden etkilenebilir. Zira küçük değerlerde daha fazla sapmalar meydana gelebilir. Tablo 5.4' de RSD değerlerinin oldukça tatmin edici olduğu görülmektedir.

Tablo 5.2. Mineral analizleri için kullanılan MP–AES cihazının çalışma şartları

Elementler ve dalga boyları, nm	Ca (422,673), Mg (518,360), Na (589,592), K (769,892), Fe (438,354), Cu (324,754), Mn (403,076), Zn (213,857), Al (396,152), Co (340,511), Ni (341,476), Cr (425,433), Cd (228.802), Pb (405,781)
Sisleştirici	OneNebnebulizer sistem
Sisleştirici basıncı	140 kPa
Sisleştirici akış hızı	Default (0,75 L/dak)
Sprey odacığı	Çift geçişli siklonik sınıf
Pompa hızı	15 rpm
Örnek pompa hortumu	Turuncu/yeşil
Atık pompa hortumu	Mavi/mavi
Otomatik örnekleyici	Agilent SPS 3
Okuma zamanı	1 saniye
Tekrar sayısı	3
Alım sırasında hızlı pompa	Açık (80 rpm)
Numune alım erteleme	30 saniye
Durulama süresi	40 saniye

Kararlılık süresi	20 saniye
Peristaltik pompa hızı	15rpm
Zemin düzeltme	Otomatik
Gaz kaynağı	Azot jeneratörü

Tablo 5.3.MP-AES cihazının analitik performansı

	LOD		LOQ		RSD (%)	Çalışma aralığı (mg/L)
	µg/L	mg/kg	µg/L	mg/kg		
Na	2,6	0,26	8,6	0,86	2,2	0,05 – 5,0
K	3,4	0,34	11,2	0,11	1,8	0,10 – 10,0
Ca	3,4	0,34	11,2	0,11	2,8	0,10 – 10,0
Mg	2,7	0,27	8,9	0,89	2,1	0,10 – 10,0
Fe	1,6	0,16	5,3	0,53	1,2	0,025 – 10,0
Cu	1,0	0,10	3,3	0,33	0,7	0,025 – 5,0
Mn	1,9	0,19	6,3	0,63	0,7	0,025 – 5,0
Zn	1,2	0,12	3,8	0,38	1,0	0,025 – 4,0
Al	5,9	0,59	19,4	0,19	2,0	0,025 – 10,0
Co	3,0	0,30	10,0	1,00	0,7	0,025 – 5,0
Ni	3,6	0,36	12,0	1,20	0,9	0,025 – 5,0
Cr	3,6	0,36	12,0	1,20	1,3	0,025 – 5,0
Cd	1,8	0,18	6,0	0,60	0,4	0,025 – 5,0
Pb	3,6	0,36	10,0	1,00	1,5	0,025 – 10,0

LOD: limit of detection, algılama limiti

LOQ: limit of quantification, tayin limiti

RSD: Relativestandarddeviation, bağıl standart sapma

Yöntemin doğruluğu

Kül fırınında çözünürleştirme/MP-AES tayin yönteminin doğruluğu, hem ekleme/geri kazanma (spiked/recovery) hem de sertifikalı referans madde (SRM) analizleri ile kanıtlanmıştır. Ekleme geri kazanma testleri sonucunda %93–%104 arasında oldukça tatmin edici geri kazanım değerlerine ulaşılmıştır. SRM analizlerinde yöntem, un örnekleri için 2 ve toprak örnekleri için 1 referans maddeye uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 5.4’te verilmiştir. Tablo 5.4’e bakıldığında, sertifikalı referans maddelerden elde edilen sonuçlarla sertifikalı değerler arasında oldukça uyumun olduğu, dolayısıyla sonuçların ekleme/geri kazanma testlerinde olduğu gibi oldukça tatmin edici olduğu görülmektedir. Bu sonuç, MP-AES’in aynı amaç için kullanılan pek çok sistemle yarışabilir bir performans gösterdiğini kanıtlamaktadır.

Tablo 5.4.Yöntemin doğruluğu için sertifikalı referans madde analiz sonuçları (N=3)

SRM 1568a Rice Flour			CRM WheatGluten GLUT-1		
Sertifikalı değer	Bulunan değer	Hata (%)	Sertifikalı değer	Bulunan değer	Hata (%)
Na 6,6±0,8	6.30±0,27	-4,6	1420±110	1355±66	-4,6
K *0,1280±0,0008	*0.120±0,006	-6,4	472±61	456,2±24,7	-3,3
Ca *0,0118±0,0006	*0.0113±0,0007	-4,0	369±35	348,6±20,0	-5,5
Mg *0,056±0,002	*0.055±0,003	-2,0	510±47	491,7±14,2	-3,6
Fe 7,4±0,9	7.13±0,20	-3,7	54,3±6,8	53,2±1,8	-2,0
Cu 2,4±0,3	2.33±0,08	-2,8	5,94±0,72	5,71±0,11	-3,9
Mn 20,0±1,6	18.98±0,67	-5,1	14,3±0,8	13,9±0,6	-2,9
Zn 19,4±0,5	20.02±1,17	+3,2	53,8±3,7	55,2±1,8	+2,6
Al 4,4±1,0	4.49±0,19	+2,0	(10,8)	11,22±0,7	+3,9
Co (0,018)	<1.00	-	0,010±0,006	<1,00	-
Ni -	<1.20	-	0,13±0,04	<1.20	-
Cr -	<1.20	-	0,053±0,013	<1.20	-
Cd 0,022±0,002	<0.60	-	0,064±0,022	<0.60	-
Pb <0,010	<1.00	-	0,10±0,05	<1.00	-

* Bu değerler g/100 g (%), diğer değerler ise mg/kg (ppm) olarak verilmiştir.

N: Tekrar sayısı

Yapılan bu çalışmada mineral madde sonuçları Tablo4.6’ da belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre bal örneklerimizde K değeri 0,04-0,24 ppm arasında değişmektedir. Örneklerin K değerleri birbirleri ile yakın (0,04ppm; 0,14ppm; 0,21ppm; 0,24ppm) tespit edilmiştir. Literatür incelemesi sonucunda ballarda potasyum miktarını Silva et al. (2009) 1150,10 mg/kg; Alves et al. (2013) 30,90-1440,98 mg/kg; Yücel ve Sultanoğlu (2013) 446,93 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Bal örneklerimizde Mg değeri 7,9-71,7 ppm arasında değişmektedir. Örneklerden Molleveyis Kestane balı en yüksek Mg (71,7 ppm) miktarına sahipken, en düşük Mg (7,9 ppm) ise ElevitKarakovan balında tespit edilmiştir.Fernandez ve ark. (2004), yaptıkları bir araştırmada magnezyum miktarının 13,26-74,38 ppm arasında değiştiğini, İtalya’da yapılan bir diğer araştırmada ise bal örneklerinin ortalama 37 ppmmagnezyum içerdiği belirtilmiştir(Conti ve ark. 2000).

Balların Na içerikleri 32,4-211,8ppm arasında değişmiştir. Örneklerden ElevitKarakovan balında Na içeriği 32,4ppmdeğeri ile en düşük değere sahipken, Molleveyis Kestane balında ise en yüksek Na miktarı(211,8ppm) tespit edilmiştir. Fernandez ve ark. (2004), yaptıkları bir araştırmada bal örneklerinin sodyum miktarını 11,69-218,5 ppmarasında değişkenlik gösterdiği,Stankovsko ve ark (2007), yaptıkların bir çalışmada bal örneklerinin

sodyum miktarının 16,78-41,53ppm arasında değişkenlik gösterdiği tespit etmişlerdir. Na ile ilgili bulduğumuz sonuçlar Fernandez ve ark. (2004)'nın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Bal örneklerimizde Fe değeri 3,22-12,25ppm arasında değişmektedir. Örneklerden Molleveyis Kestane balı en yüksek Fe (12,25ppm) miktarına sahipken, en düşük Fe (3,22ppm) ise Elevit Karakovan balında tespit edilmiştir. Bogdonov ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada Fe miktarının 0,278-1,010 ppm arasında değiştğini, Stankovsko ve ark.(2007), Makedonya'da üretilen ballarda yaptıkları çalışmada Fe miktarı 0,02-7,0 ppm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada Conti ve ark.(2000) yaptıkları analizler sonucunda bal örneklerinde ortalama Fe miktarı 4,51 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Analiz edilen bal örneklerinde Zn değeri 1,62-1,98ppm arasında değişmektedir. Örneklerin Zn değerleri birbirleri ile yakın (1,84ppm; 1,71ppm; 1,98ppm; 1,62ppm) tespit edilmiştir. İspanya'da yapılan bir araştırmaya göre bal örneklerinin Zn değerini 1,33-7,67 ppm olarak bildirmiş (Fernandez ve ark. 2004), farklı bir çalışmada ise bal örneklerinin Zn değeri 0,217-1,017 ppm arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Bogdonov ve ark 2006).

Analizi yapılan bal örneklerimizde Cu değeri 0,78-2,11 ppm arasında değişmektedir. Örneklerden Molleveyis Kestane balı en yüksek Cu (2,11 ppm) miktarına sahipken, en düşük Cu değeri (0,78 ppm) Elevit Karakovan balında tespit edilmiştir. Conti ve ark. (2000), yaptıkları araştırmada bal örneklerinde ortalama 0,31ppm Cu, Makedonya'da yapılan araştırmada ise bal numunelerinin Cu miktarı 0,02-5,9 ppm arasında değiştği bildirilmiştir (Stankovsko ve ark 2007). TKG bal tebliğinde balda olması gereken Cu miktarı 0,1-5 ppm olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarımıza göre bal numunelerindeki Cu miktarı belirlenen sınırın altında tespit edilmiştir.

Analizde kullanılan bal numunelerinin mineral analiz sonuçları, kestane balının mineral içeriğinin diğer ballara göre daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum literatürle uygunluk göstermektedir. Literatür taramalarından yola çıkarak yapılacak bir genelleme ile kestane ballarının çiçek ballarına göre daha yüksek mineral içeriğinin olduğu söylenebilir. Nitekim Tablo 4.6 da verilen mineral analiz sonuçlarına göre çalışmada analizi yapılan kestane balının mineral içerik olarak kaya balına ve çiçek ballarına göre daha zengin içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Çalışmanın odak noktasını oluşturan kaya balının mineral

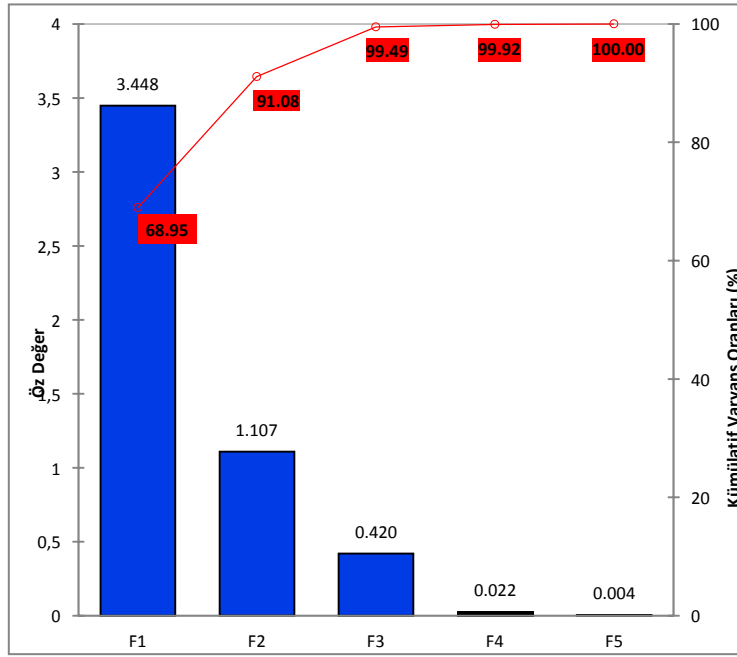
içerik değerleri kestane balına yakın değerler çıkmıştır. Analizleri yapılan tüm minerallerin (Zn hariç) miktarı kestane balında en fazla çıkmıştır. Kaya balında özellikle K, Mg, Na, Fe, Cu, Al, Co, Ni ve Cr minerallerinin kestane balına oldukça yakın değerler olduğu görülmektedir. Kaya balının çinko içeriğinin analizi yapılan diğer ballardan fazla olduğu tespit edilmiştir. Mineral analiz sonuçlarına göre kaya balının oldukça iyi düzeyde mineral içeriğe sahip olduğu görülmektedir.

Korelasyon analizinde korelasyon matriksi -1 ile 1 değerleri arasında oluşturulmuş olup, analizler arasında ilişki bir analiz artarken diğeri arttığında korelasyon matriks değeri 1'e yaklaşırken, biri artarken diğeri azaldığında korelasyon matriks değeri -1'e yaklaşmaktadır. Aralarında anlamlı bir ilişki olmadığında ise korelasyon matriks değeri 0'a yaklaşmaktadır. Bu ise aralarında korelasyon olmadığını veya zayıf bir bağ olduğunu göstermektedir. Dört farklı bal örneği ile yapılan bu çalışmada tespit edilen analiz değerlerine göre hesaplanan korelasyon değerleri Tablo 4-2'de verilmiştir. Toplam antioksidan kapasitenin sadece toplam fenol kapasitesi ile anlamlı pozitif korelasyon içinde olduğu görülmektedir. Ayrıca TAC dışındaki dört analizin birbirleriyle anlamlı pozitif korelasyongösterdiği, özellikle TPC'nin FRAP ile; TFC'nin DPPH ile çok güçlü pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 5.5 Korelasyon Matrisi

	TAC	TPC	TFC	FRAP	DPPH
TAC	1,000				
TPC	0,589	1,000			
TFC	0,164	0,652	1,000		
FRAP	0,435	0,967	0,579	1,000	
DPPH	0,134	0,707	0,971	0,650	1,000

Elde edilen verilerle yapılan temel bileşen analizleri F ile ifade edilmiştir. İlk temel bileşenin yükü F1 %68,95 veri taşıırken, ikinci temel bileşen yükü F2 %22,13 veri, üçüncü temel bileşen yükü olan F3 % 8,40 veri, dördüncü temel bileşen yükü olan F4 %0,43 ve beşinci temel bileşen yükü olan F5 ise %0,08 veri yükü taşımaktadır. Bu beş veri yükü tüm datanın %100'ünü açıklamaktadır. Birinci komponent (F1) bilginin en fazla varyasyonunu temsil etmektedir.



Şekil 5-12. Her Bir Temel Bileşenin Öz Değerleri ve Toplam Varyansı Açıklama Oranlarının Kümülatif Olarak Gösterimi

Dört farklı bal örneğinin antioksidan kapasiteleri beş değişken ile çalışılmıştır. Değişken sayısını azaltmak için temel bileşen analiz yöntemi kullanılmış ve her bir temel bileşenin öz değerleri ve bu temel bileşenlerin toplam varyansı açıklama oranlarının kümülatif hali Şekil 5-12' de verilmiştir. Grafikten de anlaşıldığı gibi öz değeri 3,448 olan ilk temel bileşen (F1) toplam varyansın %68,95'ini, ikinci bileşen (F2) %22,13'ünü açıklayabilmektedir. Diğer bir ifadeyle ilk iki temel bileşen ile beş değişkenli toplam varyansın %91,08'inin açıklanabildiği tespit edilmiştir.

Bu temel bileşenlerin ilk analizlerle olan korelasyonunu gösteren Tablo 5.6'e bakılacak olursa, F1 temel bileşeninin orijinal bileşenlerden TPC, TFC, FRAP ve DPPH ile; F2 temel bileşeninin TAC ile güçlü korelasyon gösterdiği görülmektedir.

Tablo 5.6 Temel Bileşen Yükleri

	F1	F2	F3	F4	F5
TAC	0.49	0.79	- 0.38	0.01	- 0.01
TPC	0.95	0.24	0.18	0.02	0.05
TFC	0.85	- 0.45	- 0.26	- 0.10	0.01
FRAP	0.90	0.18	0.49	- 0.04	- 0.04
DPPH	0.88	- 0.45	- 0.14	0.10	- 0.02

Bu 5 farklı analiz çalışmasının orta ve kuvvetli korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. TAC analizi TPC analizi hariç diğer analizlerle arasında zayıf bir korelasyon bulunmaktadır. Çünkü korelasyon matris değerleri 0'a yakındır. TPC diğer analizlerle arasındaki korelasyon matris değerleri 0.50'den daha yüksektir. Ve TPC analizi diğer analizlerle kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir. TFC analizi TAC analizi hariç diğer analizlerle arasında kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir. FRAP analizi TAC analizi hariç diğer analizlerle arasında kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir. DPPH analizi TAC analizi hariç diğer analizlerle arasında kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir.

Korelasyon analizinin yorumlanmasıyla elde edilen gruplama aşağıda verilmektedir.

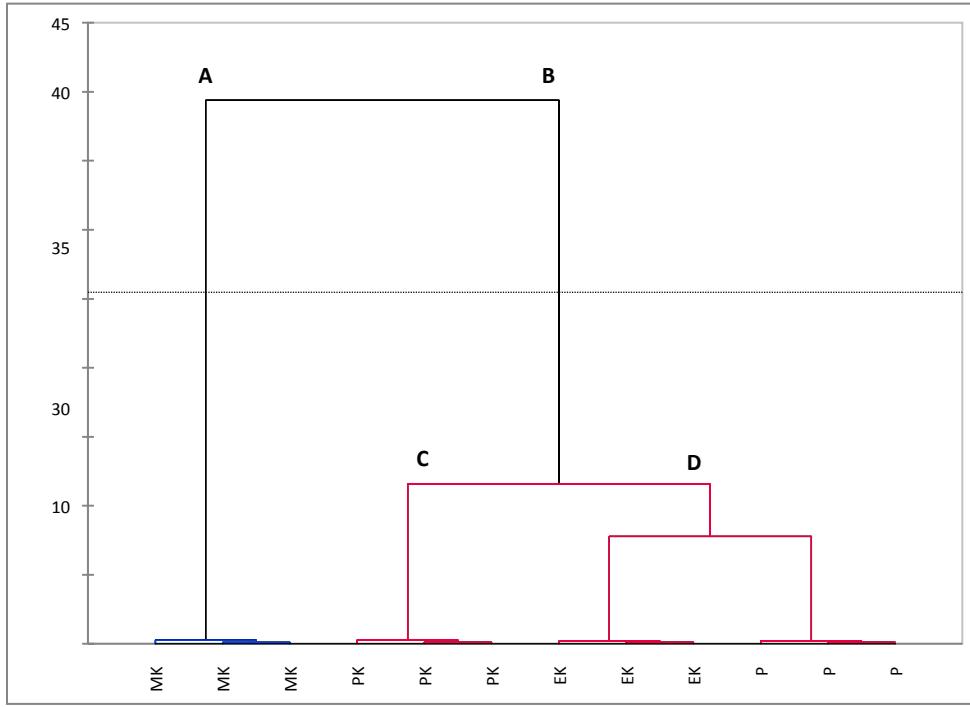
Kuvvetli korelasyon gösterenler: TPC, TFC, FRAP, DPPH

Orta seviyede korelasyon gösteren: TAC

Bertoncelj ve ark. (2007) Slovenya'dan elde ettikleri 7 adet bal numunesinde DPPH yöntemine göre antioksidan aktivitesi incelenmiştir. Analiz sonucunda değişen bal orjinlerine göre antioksidan aktivitesinde değişiklikler gösterdiği ve koyu renkli ballarda daha yüksek olduğu görülmüştür.

Silici ve ark. (2010) Karadeniz Bölgesinden elde edilen 50 bal numunesinin antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Antioksidan aktiviteleri 12,76-80,80 mg AAE/g olarak tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre ormangülü bal numunelerinin insan sağlığı için iyi bir antioksidan kaynağı olduğu tespit edilmiştir.

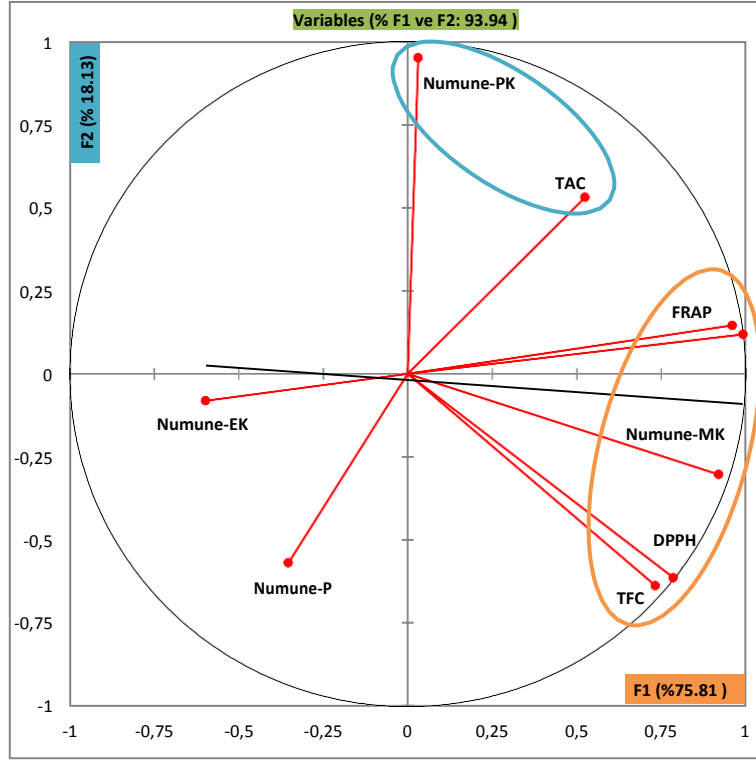
Bal örnekleri hiyerarşik kümeleme analiz yöntemiyle farklılıklar esas alınarak gruplandırma yapılmış elde edilen dendogram Şekil 5-14' te verilmiştir. Antioksidan analizleri sonucunda dört adet balın genelde iki, temelde de üç grupta kümelendiği görülmektedir.



Şekil 5-14: Hiyerarşik Kümeleme Analizinin Dendogram Grafiği

Yapılan hiyerarşik kümeleme analizinde MK balının TAC değerinin diğer ballardan daha yüksek olduğu için diğer üç bal çeşidinden ayrılmakta ve tek başına "A" grubunu oluşturduğu görülmektedir. Bu durumun, Tablo 1'de de belirtildiği gibi, analiz değerlerinin hepsinde MK balının diğer ballardan üstün olmasından kaynaklandığı değerlendirilebilir. Diğer bir temel grup olan "B" kümesi "C" ve "D" olarak iki alt gruba ayrılmıştır. Bu kümede PK balının TAC, TPC ve FRAP değerlerinin diğer iki baldan üstün olmasıyla ayrılıp "C" grubunu oluşturduğu düşünülebilir. PK numunesinin TFC ve DPPH analiz değerleri EK ve P numunelerinden daha yüksek olduğundan farklı bir kümeleme oluşturmaktadır. Yani PKA balı "C" kümesini oluşturmaktadır. EK ve PK ballarında FRAP ve TPC analizleri yönünden kendi arasında farklı bir kümeleme oluşturmaktadır.

Dört bal ve beş değişkeni birbirinden ayırmak için diskriminant analizi yöntemi kullanılmıştır. Yapılan boyut düşürme çalışmasında ilk iki faktörle %93.94 oranında farklılıkların açıklanabildiği tespit edilmiştir. Şekil 5-15'te bu farklılıklar ve benzerliliklere göre gruplandırma gösterilmiştir. Hiyerarşik kümeleme analizinde de olduğu gibi EK ve PK ballarının diğer değişkenlerden ayrıldığı; PKA balının TAC değeri ile F2 faktöründe; MK balının TFC, TPC, DPPH ve FRAP değerleri ile F1 faktöründe gruplandığı görülmektedir.



Şekil 5-15 Balların Antioksidan Sonuçlarının Diskriminant Analizi Grafiği

Analizi yapılan bal numunelerinin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla 5 farklı metot kullanılmıştır. Bunlar yöntemler; TAC (Toplam Antioksidan Kapasite), TPC (Toplam Fenolik Kapasite), TFC (Toplam Flavanoid Kapasite), FRAP (Demir İndirgeme Kapasitesi) ve DPPH (Radikal Süpürme Aktivitesi) dir. Tablo 4.7’de verilen antioksidan sonuçlarına göre Mollaveis kestane balının analizi yapılan diğer ballara göre daha yüksek antioksidan özellik gösterdiği söylenebilir. Toplam Antioksidan Kapasite(TAC) sonuçlarına göre sıralama yapılacak olursa Mollaveyis Kestane (MK)>Polovit Kaya (PK) >ElevitKrakovan (EK) >PolovitKarakovan (PKA) şeklinde olduğu görülmektedir. Toplam Fenolik Kapasite (TPC) sıralamasının ise Mollaveyis Kestane (MK)>ElevitKrakovan (EK) >Polovit Kaya (PK) >PolovitKarakovan (PKA); Toplam Flavanoid Kapasite (TFC) sıralamasının Mollaveyis Kestane (MK)>PolovitKarakovan (PKA)>ElevitKrakovan (EK) >Polovit Kaya (PK); Demir İndirgeme Kapasitesi (FRAP) sıralamasının Mollaveyis Kestane (MK)>PolovitKarakovan (PKA)>Polovit Kaya (PK) >ElevitKrakovan (EK) şeklinde olduğu görülmüştür. Ayrıca Radikal Süpürme Aktivitesi (DPPH) analizlerinde ise Toplam Flavanoid Kapasite (TFC) analizleriyle birebir örtüştüğü ve Mollaveyis Kestane (MK)>PolovitKarakovan (PKA) >ElevitKrakovan (EK) >Polovit Kaya (PK) sıralamasında olduğu belirlenmiştir. Balların antioksidan özellikleri balın üretildiği nektarın toplandığı

bitkisel kaynağa ve mevsimsel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değiştiğinden dolayı çalışmamızda farklı sonuçlar bulunmuştur.

Bal numunelerinde antimikrobiyal kapasitesini belirlemede 8 adet bakteri ve 3 adet maya-küf suşu kullanılmıştır. Antimikrobiyal özelliklerin belirlenmesi amacıyla agar difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar Tablo 4.5'te verilmiştir. Agar difüzyon yöntemine göre çalışmada Molloyeys kestane ve Elevit karakovan balı *Escherichacoli* ATCC 11230 gram (-) bakteride etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Elevit karakovan balının *Saccharomycescerevisiae* BC 5461 mayaya karşı 5mg/L konsantrasyonda etkili olduğu görülmüştür. Genel olarak analiz yapılan balların çalışmada kullanılan gram (-), gram (+) ve maya-küflere karşı fazlaca etkinliklerinin olmadığı görülmüştür. Çalışmamızın temelini oluşturan kaya balının analiz edilen diğer bal numunelerine benzer şekilde çalışılan gram (-), gram pozitif (+) ve maya-küf suşlarına karşı bir etkinliğinin olmadığı söylenebilir.

Alvarez-Suarez et al. (2010) ve Estenvinho et al. (2008) yaptıkları çalışmada kullandıkları bal numuneleri *S. aureus*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteye, *Escherichiacoli*'ye karşı ise orta düzeyde antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Aksoy ve Dığrak (2006) tarafından yapılan çalışmada Bingöl ve çevresinden toplanan balların antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda *Escherichiacoli*'ye karşı en yüksek antimikrobiyal aktivitenin (35 mm) Karlıova'dan, en düşük ise Bingöl merkezden (14 mm) temin edilen balda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *S. aureus*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktivitenin (51 mm) Genç'ten temin edilen balda olduğu, Kığı'dan temin edilen balda ise *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivitenin olmadığı saptanmıştır.

Doğan (2014) yaptığı çalışmada antimikrobiyal aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre; balların *Escherichiacoli* BC 1402, *Bacilluscereus* ATCC3 3019, *Salmonellatyphimurium* RSSK 95091 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 29213'e karşı istatistiki olarak $P < 0,01$ düzeyinde çok önemli seviyede farklı antimikrobiyal etkisinin olduğu, *Saccharomycescerevisia* BC 6541, *Candidaalbicans* ATCC 1223'e karşı etkisinin olmadığı görülmüştür.

6. SONUÇ

Bal tadı, hafif aroması, rengi ve kalori içeriği yanında antioksidan özellikleri açısından iyi bir kaynak besin olduğu için tüketiciler tarafından kabul görmüş bir gıdadır (Ferek, 2016). Bal, içeriğinde bulunan şekerler ile enerji kaynağı olarak kullanılmasının yanında insan sağlığı bakımından önem taşımakta ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Bal bileşimi, kalitesi, rengi, lezzeti, elde edildiği bölgenin iklimi, bitki türleri, çevresel özellikleri, arı çeşidi, balın hasat şekli, hasat sonrası depolama gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Bu çalışmada Rize ilinde hiçbir katkı olmadan, kovandan kaçan arıların kendi imkânlarıyla oluşturduğu kaya balının fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerinin incelenerek aynı yöreden alınan çiçek ve kestane balları ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Literatürde kaya balı ile ilgili herhangi bir çalışmanın olmaması araştırmamıza ayrıca önem kazandırmıştır. Bulunan sonuçların TKG Bal Tebliğine göre uygunlukları araştırılmıştır. Araştırmaya göre yapılan kalite analiz sonuçlarının büyük ölçüde TKG Bal tebliğinde belirlenen sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür. Çalışmamızda ayrıca analiz edilen balların antioksidan özelliklerini belirlemek amacıyla 5 farklı yöntem, antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 8 bakteri ve 3 maya-küf suşu kullanılmıştır.

Çalışmamızda kullanılan bal numunelerinin mineral madde içeriğinin kalitatif ve kantitatif açıdan zengin olduğu ve değişik miktarlarda Ca, Mg, Na, K, Fe, Zn, Cu, Al, Mn, Cd, Co, Ni, Pb ve Cr içerdiği belirlenmiştir. Analizi yapılan kaya balı mineral madde bakımından zengin olduğu bilinen kestane balına yakın değerler göstermiştir. Elektriksel iletkenlik sonuçları mineral madde sonuçlarını desteklemektedir. Bu sonuca göre kaya balının diğer ballara göre mineral açıdan zengin olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Prolin balda en fazla bulunan aminoasit olup balın protein miktarı prolin değeri olarak verilir. Prolin miktarı balda kalitenin önemli bir göstergesidir. Çalışmamızda kullanılan 4 bal numunesi de prolince zengin oldukları ve 380,38-518,18 mg/kg arasında prolin içerdikleri görülmüştür.

Analizi yapılan balların antioksidan özelliklerinin belirlenmesi için yapılan analizle sonucunda Kestane balının en yüksek, kaya balının ise ikinci yüksek sonuçta olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre kaya balının da antioksidan kapasitesinin fazla olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Bu alışmada Rize ili amlıhemşin yöresinden temin edilen 4 farklı bal numunesinin kalite özellikleri bakımından Türk Gıda Kodeksi ve Uluslararası Standartlarda belirtilen değerler arasında oldukları tespit edilmiştir. Numunelerin aynı yöreye ait olmalarına karşın temin yerlerinin, ykseltilerinin, toprak yapılarının, iek çeşitliliğinin farklı olması gibi faktörlerden dolayı analizleri yapılan numuneler farklı kalite ve biyolojik özellikler göstermişlerdir.

Bal numuneleri üzerine günümüzde çok farklı biyolojik aktivite çalışmaları yapılmaktadır. Çalışmamızda kullanılan bal numunelerinin farklı biyolojik aktivite testleri yapılabilir. Analizleri yapılan bal numunelerinin çalışmada kullanılan bakteri ve mayalara karşı etkilerinin az oldukları görülmüş olsa da farklı bakteri ve maya-küflerle bu çalışma genişletilebilir.

Çalışmamızın odak noktasını oluşturan kaya balının kalite ve biyolojik özellik olarak analizi yapılan diğer ballardan bariz bir üstünlüğünün olmadığı, ancak çoğu özelliğinin kestane balına yaklaşık değerde olduğu ve diğer iki karakovan-iek balından daha iyi değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç insanlarımızı kaya balının tüketimine teşvik edebilir, ancak piyasada az bulunduğu-daha doğal olduğu düşünüldüğü için fazla paralar verilerek satın alındığı gerçeğiyle ne kadar uyumlu olduğu tartışılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Ahmed, D., Khan, M.M. ve Saeed, R.,2015. Comparative Analysis of Phenolics, Flavonoids, and Antiooxidant and Antibacterial Potential of Methanolic, Hexanicand Aqueous Extracts from Adiantum caudatum Leaves, Antioxidats, 4, 394-409.
- Aksoy, Z., Dığrak, M., 2006. Bingöl yöresinde toplanan bal ve propolisinantimikrobiyal etkisi üzerinde in vitro araştırmalar. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bil. Dergisi, 18(4), 471-478.
- Alak, D. G., 2015, Bal ve Bal Sirkesinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Alan, Y., Atalan, E., Erbil, N., Bakır, O., Orman, Z. Ve Kanik, P., 2014, Muş ve Bitlis Yöresinde Toplanan Bal ve Propolisin Antimikrobiyal Aktivitesinin Araştırılması, Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(1), 221-229s.
- Aljadi, A., Kamuriddin, M.,Y. 2002. Evaluation of the phenolic contents and antiooxidant capacities of twoMalaysianfloralhoneys. FoodChemistry, 85:513-518.
- Al-Mamary, M. 2002. Antiooxidant activities and total phenolics of differenttypes of honey. Nutrition Research, 22: 1041-1047.
- Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Díaz, M., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S., Battino; M., 2010. Antiooxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. Food and Chemical Toxicology, 48, 2490–2499.
- Anupama, D., Bhat, K., Sapna, V. 2002. Sensory and physico chemical properties of commercial samples of honey. Food Research International, 36:183-191.
- Azeredo, C., Dutra, V. 2002. Protein contents and physico chemical properties in honey samples of Apismellifera of different floral origins. Food Chemistry, 80: 249-254.
- Babacan, S. 2007. Characterization of honeyamylase. Journal of Food Science, 72: 50-55
- Baltrusaityte, V., Rimantas, P., Ceksteryte, V. 2007. Radicals cavenging activitiy of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. Food Chemistry, 101: 502-514.
- Baysal, A., 2007. Genel Beslenme. Hatipoğlu basım ve yayın san. Tic.Ltd.şti., 258 s, Ankara
- Bertonjelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M. 2007. Evaluation of the phenoliccontent, antiooxidant activity and colour of Slovenian honey. FoodChemistry, 56: 36-41.

- Bilgen Çınar, S., 2010, Türk Çam Balının Analitik Özellikleri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Bogdanov, S. (1999). Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. *Bee World*, 80 (2): 61-69.
- Bogdanov, S., Haldimann, M. 2006. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Res.* 46:269-275.
- Burucu, V., 2017, Tarımsal Ekonomide Politika Geliştirme Enstitüsü, Ürün Raporu Arıcılık, Ankara.
- Burucu, V. ve Gülse Bal, H.S., 2017. Türkiye’de Arıcılığın Mevcut Durumu ve Bal Üretim Öngörüsü. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi* (2017) 3(1): 28-37, Ankara.
- Cavia , M.M., Fernández-Muiño , M.A., Alonso-Torre , S.R., Huidobro , J.F., Sancho , M.T., 2007. Evolution of Acidity of Honeys from Continental Climates: Influence of Induced Granulation *Food Chemistry*, 100, 1728-1733.
- 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, 880-887.
- Çetin, K., Alkın, E. Ve Uçurum, Ö., 2011, Piyasada Satılan Çiçek Ballarının Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 49-56s.
- Çiftçi, E., 2014, Konya Yöresel Yayla Balı İle Püren Balının Kalite Kriterleri Yönünden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çiftçi, M., 2018, Konya Bölgesindeki Marketlerde Satılan Farklı Ticari Çiçek Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine Uygunluğunun Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dag, A. 2005. Physical, chemical and organoleptic characterization of avocado honey in Israel. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 387-394.
- Demirci, M., 2011. Beslenme. Gıda Teknolojisi Derneği Yayını No:44, İstanbul
- Deniz, A., 2012, Konya’da Tüketilen Bazı Balların Antimikrobiyal Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- 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, 10-17.
- Devillers, J., Morlot, M., Pham, M. 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. *Food Chemistry*, 86: 305-312.

- Doğan, H., 2014, Çiçek Ballarının Kimyasal Fiziksel ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Erdoğan, Y., Dodoloğlu, A. Ve Zengin, H., 2004, Farklı Çevre Koşullarının Bal Kalitesi Üzerine Etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(2),157-162.
- Erdoğan, Y., Dodoloğlu, A., ve Zengin, H., (2004), Farklı Çevre Koşullarının Bal Kalitesi Üzerine Etkileri, 4. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 223–227, KONYA
- Erdoğdu A,T.2008. Türk Gıda Kodeksine Göre Bal. <http://www.gidasanayii.com/modulles.php?name = News&file = astrcle&sid= 7490>
- Esti, M., Panfili, G., Marconi, E. and Trivisno, M.C. 1997. Valorization of the honeys from the Molise region through physico-chemical, organoleptic and nutritional assessment. Food Chemistry, 58(1-2), 125-128.
- Ferek, Ö., 2016, Muğla ili Çam Ballarının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Fernandez, R. 2004. Mineral content and botanical origin of Spanish honeys. Talanta. 65: 686-691.
- Finola MS, Lasagno MC, Marioli JM (2007). Micro biological and Chemical Characterization of Honeys From Central Argentina. Food Chem., 100: 1649–1653.
- Gámez-Meza, N., Noriega-Rodríguez, J. A., Medina-Juárez, L. A., Ortega-García J., Cázarez-Casanova R., Angulo-Guerrero O., 1999. Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, Journal of the American Oil Chemists' Society, vol.76, 1445-1447.
- Genç, F. ve Dodoloğlu, A., 2011, Arıcılığın Temel Esasları, Erzurum, Atatürk Üniversitesi Yayınları (931): 22, p.
- Gomes, S., Dias, L.G., Moreira, L.L., Rodrigues, P., Estevinho, L., 2010. Physicochemical, Microbiological and Antimicrobial Properties of Commercial Honeys from Portugal. Food and Chemical Toxicology, 48, 544-548.
- Haroun, M., (2006), Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik ve Flavanoid Profilinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Herken, E.N., Erel, Ö., Güzel, S., Çelik, H., İbanoğlu, Ş., 2009. Total Antioxidant, Phenolic Compounds, And Total Oxidant Status Of Certified And Uncertified Turkey’s Honeys. International Journal of Food Properties, 12,461–468.
- Hışıl Y, Börekçioğlu N (1986). Balın Bileşimi ve Bala Yapılan Hileler. Gıda, 11(2): 79–82.

- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6, 1841-1856.
- Kahraman, S. D., 2012, Süzme Ballarda Depolama Sıcaklığının HMF Değeri ve Diastaz Aktivitesi Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kalın, S., 2013. Türkiye'nin Farklı İllerinden Toplanan Balların Antimikrobiyal, Antioksidan Aktiviteleri ve Biyoaktif Bileşenlerinin Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Ordu, 67s.
- Kaplan, H. B., 2014, Ege Bölgesi Ballarının Kimyasal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kara, D., 2009. Evaluation of Trace Metal Concentrations in some Herbs and Herbal Teas by Principal Component Analysis, *Food Chemistry* 114 (2009) 347 – 354.
- Karadal, F., 2012, Balın Kalite Nitelikleri Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi, Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 9(3) 197-209.
- Karataş, M., 2011, Güroluk Köyünde Karakovan Arıcılığı ve Terimleri, Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi, Yıl 3, Sayı 1/1.
- Kargioğlu, A., 2008, Balın Yapısı ve Özellikleri, http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/canlilar/balin_yapisi.asp.
- 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.
- Kekeçoğlu, M., Gürcan, E.K. ve Soysal, M.İ., 2007, Türkiye Arı Yetiştiriciliğinin Bal Üretimi Bakımından Durumu, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Tekirdağ.
- Korkmaz, A., 2010, Arıcılık, Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Çiftçi Eğitim ve Yayın Şubesi Yayını.
- Kutlu, M. A. Ve Bengü, A. Ş., 2015, Gaziantep'te Üretilen Balların Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 48-52.
- Kuvancı, A., 2018, Bal ve Çeşitleri, Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ordu

- Lazaridou A, Biliaderis CG, Bacandritsos N, Sabatini AG (2004). Composition, Thermal and Rheological Behaviour of Selected Greek Honeys. J. Food Engin., 64: 9–21.
- 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.
- Mendes, E., Ferreira, A. 1998. Quality evaluation of Portuguese honey. Carbohydrate Polymers, 37: 219-223.
- Merin U, Bernstein S, Rosenthal I (1998). A Parameter for Quality of Honey. Food Chem., 63: 241–242.
- Mutlu, C. Ve Arkadaşları, 2017, Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, Akademik Gıda 15(1) 75-83.
- Nanda V., Sarkar, B., Sharma, H. 2003. Physico chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. Journal of Food Composition and Analysis, 16: 613-619.
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H., Schweitzer, P. 2007. Physico chemical characteristics and pollen spectrum of some honeys. Food Control, 18: 52-58.
- 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.
- Özdemir, F., Karkacier, M., Gürel, F. 1998. Identification of sugar honey, multi floral honey and honey dew honey based on mineral content, total ash, pH value and acidity. Apiacta, XXXIII:42-45
- Polat, G., 2007, Farklı Lokasyon ve Orjinlere Sahip Balların Reolojik, Fizikokimyasal Karakteristikleri ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

- Sarıkaya, A.O., 2009. Kestane Bal ve Propolisinin Fenolik Asit Kompozisyonu ve Antioksidan Özelliğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 44s.
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., Saura-Calixto, F., 1998. A Procedure to Measure the Antiradical Efficiency of Polyphenols, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol.76, 270-276.
- Semerçi, A., 2017, Türkiye Arıcılığının Genel Durumu ve Geleceğe Yönelik Beklentiler, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 107-118.
- Singh, N., BATH, P.K. (1997). Quality evaluation of different types of Indian honey. *Food Chemistry*, 58 (1): 129-133
- Stankovska, E., Stafilov, T. 2007. Monitoring of trace elements in honey from the Republic of Macedonia by atomic absorption spectrometry 25: 23-32.
- 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.
- Şahinler N, Gül A (2004). Yayla ve Ayçiçeği Ballarının Biyokimyasal Analizi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 217–218, KONYA.
- Şahinler, N., Şahinler, S., Gül, A. 2001. Hatay yöresi ballarının bileşimi ve biyokimyasal analizi. *M.K.Ü Ziraat Fak. Derg.* 6: 93-108.
- Terrab A, Díez MJ, Heredia FJ (2003). Palynological, Physico-Chemical and Colour Characterization of Moroccan Honeys: III. Other Unifloral Honey Types. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 38: 395–402.
- Terrab, A., Recamales, A.F., Hernanz, D. 2004. Characterization of Spanish thyme honeys by their physico chemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry*, 88: 537-542
- Terrab, A., Díez, M., Heredia, J. 2002. Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry*, 79: 373-379.

Torres, E., Garbelotti, M., Neto, J., 2006, The application of hierarchical clusters analysis to the study of the composition of foods, Food Chemistry, 99: 622-629

Tosi, E.A., Ré, E., Lucero, H., Bulacio, L., 2004. Effect of Honey High Temperature Short-Time Heating on Parameters Related to Quality, Crystallisation Phenomena and Fungal Inhibition. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 37, 669-678.

URL-1, Dünyada ve Türkiye’de Arıcılık, https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/80_D%C3%BCnyada%20ve%20T%C3%BCrkiye%20ARICILIK_10_03_2010.pdf, 2010.

URL-2, Arıcılığın Mevcut Durumu ve Sektörün Sorunları Konulu Çalıştay, <http://www.artvin.gov.tr/artvinde-ariciligin-mevcut-durumu-ve-sektorun-sorunlari-konulu-calistay-duzenlendi>, 2017.

URL-3, Antimikrobiyal Peptid, https://tr.wikipedia.org/wiki/Antimikrobiyal_peptid, 2019.

URL-4, Türk Gıda Kodeksi 2012/58 Sayılı Bal Tebliği, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/07/20120727-12.htm>, 2012.

URL-5, Hayvancılık İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>, 2019

URL-6, Hayvancılık İstatistikleri Veri Tabanı, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>, 2013

URL-7, İllere Göre Türkiye’de Bal Üretimi, <https://www.drdatastats.com/illere-gore-turkiyede-bal-uretimi-2019-yili/>, 2019

URL-8, Tarım ve Orman Bakanlığı verileri, <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf>, 2020

TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK <https://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategorist>

- Ünal, C., Küplülü, Ö. 2001. Chemical quality of strained honey consumed in Ankara. Ankara Ziraat Fak.Derg, 6: 25-30.
- Yardibi, M. F., 2008, Tekirdağ Yöresinde Üretilen Ayçiçeği Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi ,Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yıldız, İ., Göçrasgele, P. ve Keçeoğlu, M., 2016, Çal, Pamuk, Yayla ve Ayçiçeği Ballarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Uludağ Arıcılık Dergisi, 16 (11) 12-19.
- Yılmaz, H. 2000. Composition of honeys collected from eastern and southern Anatolia and effect of storage on HMF content and diastase activity. J. AgricFor. 25: 347349.

ÖZGEÇMİŞ

İlk Öğretimini Cumhuriyet İlköğretim Okulunda tamamladı ve ardından Yavuz Sultan Selim Anadolu Lisesinde lise hayatına devam etti. 2012 yılında lise hayatını bitirdi. Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'nde Gıda Mühendisliği bölümünü kazanarak 4 yıllık eğitim gördü ve 2016 yılında Üniversiteden mezun oldu. 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı. Yüksek lisans eğitimi hala devam etmektedir.