



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



**GÜMÜŞHANE YÖRESİ ÇİÇEK BALLARININ KALİTE
ÖZELLİKLERİ ve ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve KALAFAT KUL

**TEMMUZ 2020
GÜMÜŞHANE**

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GÜMÜŞHANE YÖRESİ ÇİÇEK BALLARININ KALİTE
ÖZELLİKLERİ ve ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve KALAFAT KUL

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 18.06.2020
Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 07.07.2020

TEMMUZ 2020

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum **“Gümüşhane Yöresi Çiçek Ballarının Kalite Özellikleri ve Biyolojik Aktiviteleri”** isimli tez çalışmada; bütün bilgi ve belgeleri genel 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.

07/07/2020

Merve KALAFAT KUL

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜMÜŞHANE YÖRESİ ÇİÇEK BALLARININ KALİTE
ÖZELLİKLERİ ve ANTiOKSiDAN AKTİVİTELERİ

Merve KALAFAT KUL

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

2020, 59 sayfa

Bu çalışmada; zengin bir floraya sahip Gümüşhane ilinin 5 ilçesinden 2018 yılında alınan 3'er adet (toplamda 15 adet) çiçek balı örneklerinin TS 3036 Bal Standardı ve uluslararası standartlarda kabul görmüş analiz metotları ile yapılan bazı fizikokimyasal, mineral ve antioksidan analizleri sonucunda Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) uygunlukları kontrol edilmiştir.

Balların kalite parametrelerinden nem, sakkaroz, fruktoz+glukoz, fruktoz/glukoz, suda çözünmeyen katı madde, serbest asitlik, elektriksel iletkenlik, diastaz sayısı, HMF miktarı, prolin değerlerinin sırasıyla %15.6-20.3; %0-5.10; %60.58-78.99; 0.93-1.35; %0.02-0.08; 16.7-59.1 meq/kg; 0.17-0.99 mS/cm; 25.0-60.0; 0.37-18.89 mg/kg; 562.66-1466.15 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Balların mineral madde içerikleri (mg/kg); Ca 0.792-12.839; Mg 0.349-3.95; Na 0.071-8.123; K 8.0355-263.15; Fe 0.273-1.488; Zn 0.013-1.049; Cu 0.002-0.227; Al 0.037-5.558; Mn 0.011-0.253 olarak tespit edilmiştir. Bal numunelerinin antioksidan özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda ise toplam fenolik madde içeriği 7-82 µg/mL GAE; toplam flavonoid madde miktarı 0.001-0.009 µg/mL QAE ve DPPH• radikal temizleme aktivitesi 5.227-41.291 SC₅₀ (mg/g) değerleri arasında bulunmuştur.

Yapılan analizler sonucunda 4 numunedeki bazı sonuçların Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uymadığı görülmüştür. N3 kodlu Torul ilçesinden temin edilen ve N10 kodlu Kelkit ilçesinden temin edilen numunelerin serbest asitlik, N7 kodlu Kürtün ilçesinden temin edilen numunenin nem ve elektrik iletkenliği ve N11 kodlu Kelkit ilçesinden temin edilen numunenin ise sakkaroz miktarının standart değerler arasında olmadığı tespit edilmiştir. Diğer bal numunelerinin ölçülen değerlerinin standartlar içinde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Çiçek Balı, Gümüşhane, Kalite Parametreleri, Mineral

ABSTRACT

MS THESIS

QUALITY CHARACTERISTICS and ANTIOXIDANT ACTIVITIES of FLOWER HONEY of GÜMÜŞHANE REGION

Merve KALAFAT KUL

Gümüşhane University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ

2020, 59 pages

In this study, from the 5 districts of Gümüşhane province, which has a rich flora, 3 (15 in total) flower honey samples from 2018 have been analyzed in terms of physicochemical, mineral and antioxidant properties for check the compliance to the Turkish Food Codex Honey Communiqué (2020/7) with the analysis methods accepted in the TS 3036 Honey Standard and international standards.

Quality parameters of honey, humidity, sucrose, fructose+glucose, fructose/glucose, water insoluble solid, free acidity, electrical conductivity, diastasis amount, HMF amount,

proline values are determined as, %15.6-20.3; %0-5.10; %60.58-78.99; 0.93-1.35; %0.02-0.08; 16.7-59.1meq/kg; 0.17-0.99mS/cm; 25.0-60.0; 0.37-18.89mg/kg; 562.66-1466.15mg/kg respectively. Mineral content of honey (mg/kg) has been determined as; Ca 0.792-12.839; Mg 0.349-3.95; Na 0.071-8.123; K 8.0355-263.15; Fe 0.273-1.488; Zn 0.013-1.049; Cu 0.002-0.227; Al 0.037-5.558; Mn 0.011-0.253. Antioxidant properties of honey samples determined as, total phenolic content 7-82 µg/mL GAE; total flavonoid amount 0.001-0.009µg/mL QAE and DPPH• radical cleaning activity 5.227-41.291 SC₅₀ (mg/g).

The analyzes showed that some results in 4 samples did not comply with the Turkish Food Codex Honey Communiqué. It was determined that the free acidity of N3 coded sample from Torul and N10 coded sample from Kelkit, moisture and electrical conductivity of N7 coded sample from Kürtün and sucrose amount of the N11 coded sample from Kelkit were not among the standard values. It was determined that the measured values of other honey samples are within the standards.

Keywords: Antioxidant, Flower Honey, Gümüşhane, Quality Parameters, Mineral

TEŞEKKÜR

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

Çalışmalarımın her aşamasında desteğini esirgemeyen, çok değerli tez danışmanım Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan değerli hocalarım; Prof. Dr. Ali GÜNDOĞDU, Doç. Dr. Cemalettin BALTACI ve Dr. Öğ. Üyesi Zeynep AKAR'a teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, desteğini hissettiğim aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Merve KALAFAT KUL

Gümüşhane, 2020

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VIII
İÇİNDEKİLER	IX
ÖZGEÇMİŞ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ	XII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Bal	1
1.2. Balların Sınıflandırılması	2
1.3. Arıcılık Ürünleri	3
1.4. Balın Kalite Özellikleri	4
1.5. Dünya’da ve Türkiye’de Bal	11
1.6. Balın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	14
1.7. Literatür Özeti	16
2. MATERYAL YÖNTEM	23
2.1. Materyal	23
2.1.1. Gümüşhane İlinin Coğrafi Konumu	23
2.2. Yöntem	24
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
3.1. Nem Miktarı	29
3.2. Şeker Miktarı	30
3.3. Suda Çözünmeyen Madde	31

3.4.	Serbest Asitlik.....	32
3.5.	Elektriksel İletkenlik.....	34
3.6.	Diastaz Sayısı.....	35
3.7.	HMF Miktarı.....	36
3.8.	Prolin Miktarı.....	37
3.9.	Mineral Madde İçeriği	39
3.10.	Antioksidan Aktivite	44
3.10.1.	Toplam Fenolik Madde Miktarı	44
3.10.2.	Toplam Flavonoid Madde Miktarı	45
3.10.3.	DPPH• Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini	47
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	49
5.	KAYNAKLAR.....	52
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. 5-Hidroksimetil furfural'ın kimyasal yapısı.....	9
Şekil 1.2. Prolin'in kimyasal yapısı.....	10
Şekil 2.1. Gümüşhane ilinin Türkiye'deki coğrafi konumu (URL-8, 2020).....	23
Şekil 3.1. Toplam fenolik madde miktarı tayininde kullanılan gallik asit standart kalibrasyon grafiği	44
Şekil 3.2. Balların toplam fenolik madde içeriklerinin karşılaştırılması.....	45
Şekil 3.3. Toplam flavonoid madde miktarı tayininde kullanılan kuarsetin standart kalibrasyon grafiği	46
Şekil 3.4. Balların toplam flavonoid madde içeriklerinin karşılaştırılması.....	46
Şekil 3.5. DPPH• yönteminde kullanılan Troloks antioksidan standart kalibrasyon grafiği.....	47
Şekil 3.6. Balların DPPH• yöntemine göre SC ₅₀ (mg/mL) değerlerinin karşılaştırılması..	48

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7)'ne göre balın sahip olması gereken bazı özellikler.....	5
Tablo 1.2. Bazı ülkelerin 2018 yılı arılı kovan sayıları (URL-5, 2020).....	11
Tablo 1.3. Bazı ülkelerin 2018 yılı bal üretim miktarları (URL-5, 2020).....	12
Tablo 1.4. Türkiye'de bazı illerin 2019 yılı kovan sayıları ve bal üretim miktarları (URL-7, 2020).....	13
Tablo 2.1. Numune kodları ve temin edilen ilçeler	23
Tablo 3.1. Numunelerin nem içerikleri	29
Tablo 3.2. Numunelerin şeker içerikleri.....	30
Tablo 3.3. Numunelerin suda çözünmeyen madde içerikleri	32
Tablo 3.4. Numunelerin serbest asitlik değerleri.....	33
Tablo 3.5. Numunelerin elektriksel iletkenlik değerleri.....	34
Tablo 3.6. Numunelerin diastaz sayısı değerleri	35
Tablo 3.7. Numunelerin HMF içerikleri.....	37
Tablo 3.8. Numunelerin prolin içerikleri.....	38
Tablo 3.9. Numunelerin mineral – eser element ve ağır metal içerikleri (1)	40
Tablo 3.10. Numunelerin mineral – eser element ve ağır metal içerikleri (2)	41
Tablo 4.1. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar	49

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrad Derece
Abs	: Absorbans
DPPH•	: 1,1- Difenil- 2- pikrilhidrazil
g	: Gram
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
HMF	: Hidroksimetilfurfural
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
ICP-OES	: İndüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrofotometresi
kg	: Kilogram
L	: Litre
M.Ö.	: Milattan önce
meq	: Miliekivalent gram
mg	: Miligram
mg/kg	: Milyonda Bir Kısım
mL	: Mililitre
MP-AES	: Mikrodalga plazma–atomik emisyon spektrometre
mS	: Milisiemens
nm	: Nanometre
QAE	: Kuersetin eşdeğeri
TS	: Türk Standartları
µg	: Mikrogram

1. GİRİŞ

1.1. Bal

Bal, bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarın veya bitkilerin canlı kısımlarıyla bazı eş kanatlı böceklerin salgıladıkları tatlı maddelerin bal arıları (*Apis mellifera*) tarafından toplanması, vücutlarında bileşimlerinin değiştirilip petek gözlerine depo edilmesi ve buralarda olgunlaşması sonucu meydana gelen koyu kıvamda tatlı bir üründür (Anonim, 2002).

Yüzyıllar boyunca insanlar için önemli bir besin kaynağı olan bal, farklı cins arılar tarafından birçok bitkiden nektar toplanmasıyla oluşan bir üründür (Yıldırım, 2013). Bal, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip aromalı ve viskoz bir maddedir (Can, 2014). Hiç bir işlem uygulanmadan, tatlandırıcı madde olarak kullanılabilen bal, doğal olarak üretilen en karmaşık gıda maddelerindendir (Yıldırım, 2013).

Arıcılık tarihçesi incelendiğinde, arıcılığın oldukça eskiye dayandığı görülmektedir (Kaplan, 2014). Yapılan arkeolojik çalışmalarda; Türkiye, Fransa, İspanya ve Mısır'da mağara resimleri, fosiller, taş levhalarındaki arıcılığa ait yazılar gibi bulgulara ulaşılması, arıcılığın tarihiyle ilgili insanoğluna yol göstermektedir (Ferek, 2016).

Hayvanlardan elde edilen tek doğal tatlandırıcı olan bal, tarihin başlangıcından beri insanlar için önemli bir gıda olmuştur. M.Ö. 2100-2000 yıllarına ait bir Sümer tablet yazısı bala ilk yazılı referans olmuştur ve balın merhem olarak kullanılmasından bahsetmektedir (Bogdanov vd., 2008).

Bal arıları, yaklaşık 20 milyon yıl önce bal yapmaya başlamış olsa da insanoğlunun balı beslenmesinde kullanması 10 bin yıl önceye dayanmaktadır. Arıların varlığı M.Ö. 7000 yıllarına ait mağara resimlerinde karşımıza çıkmaktadır. Bu resimler incelendiğinde arıların uçtuğu, insanların ağaçlardan ve kayalardaki oyuklardan bal topladıkları görülmektedir. İnsanlık tarihinin gelişimi, göçler, ticari ve kültürel ilişkiler arıcılığın yayılmasını hızlandırmıştır (Kaplan, 2014).

Arıcılık ile ilgili bulgular dünyaya yayılmış olmasına rağmen, pek çok kanıt bal arılarının gen merkezinin Orta Doğu olduğunu göstermektedir. Çatalhöyük'te yapılan kazılarda bulunan resimlerde, peteklerin üzerinde nektar toplayan bal arıları figürlerine rastlanılmıştır (Ferek, 2016). Bilim ve teknolojinin ilerlemesi, arıların özelliklerini ve yaşam

şekillerini anlamaya yönelik çalışmaların artmasını sağlamıştır. 19. yüzyıla gelindiğinde hala ilkel olarak yapılan arıcılık, 1850’li yıllardan itibaren değişime uğramıştır. Temel petek kalıplarının ve bal süzme makinasının yapılması ile modern üretime geçiş yapılmaya başlanmıştır. 20. yüzyılda ise bal arıları üzerinde genetik çalışmalara ve arıcılığın iyileştirilmesi çalışmalarına ağırlık verilmeye başlanmıştır (Kaplan, 2014).

1.2. Balların Sınıflandırılması

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’nde ballar, kaynağına göre 2 gruba ayrılmaktadır. Bunlar çiçek balı ve salgı balıdır. Tebliğde; çiçek balı , “bitki nektarlarından elde edilen bal” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2020). Bal arıları, karbonhidrat ihtiyacını nektardan karşılamaktadır. Çiçek balı, bal arılarının topladığı nektarları; vücutlarındaki bezlerden salgılanan maddelerle karıştırarak zenginleştirmesi ve bal mideleri ile kovana taşıyarak petek gözlerinde depolaması ve burada depolanan balların olgunlaştırılması sonucu oluşmaktadır. Türkiye piyasasında bulunan balların büyük bir bölümünün çiçek balı olduğu belirtilmektedir (URL-1, 2020).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’nde salgı balı ise “bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin - Hemiptera- salgılarından elde edilen bal” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2020). Salgı balı, bal arılarının topladığı salgıları, vücutlarındaki bezlerden salgılanan maddelerle karıştırarak değişikliğe uğratması, petek gözlerinde depolaması ve burada depolanan balların olgunlaştırılması sonucu oluşmaktadır (URL-1, 2020).

İhlamur balı, pamuk balı, üçgül balı, kekik balı, püren balı, portakal çiçeği balı, akasya balı, funda balı gibi ballar çiçek balı olarak tanımlanmaktadır (Doğan, 2014; Birer ve Yücecan, 1984). Çam balı, meşe balı, köknar balı, yaprak balı gibi ballar ise salgı balı olarak tanımlanmaktadır (Doğan, 2014).

Yine Türk Gıda Kodeksi’ne göre ballar üretim ve/veya pazara sunuluş şekline göre; petekli bal, süzme bal, petekli süzme bal, sızma bal, pres balı, filtre edilmiş bal gibi gruplara ayrılmaktadır (Anonim, 2020).

Petekli bal; kuluçka amaçlı kullanılmamış olan saf balmumundan hazırlanmış temel peteklerin veya arılar tarafından yapılmış peteklerin gözlerinde depolanmış ve tamamı veya büyük bölümü sırlanmış olarak satışa sunulan bal,

Süzme bal; sırları alınan yavrusuz peteklerden santrifüj yolu ile elde edilen bal,

Petekli süzme bal; süzme bal içerisinde petekli bal parçaları ile hazırlanmış bal,

Sızma bal; sırları alınmış yavrusuz peteklerden sızdırılarak elde edilen bal,

Pres balı; yavrusuz peteklerin doğrudan veya 45°C'yi aşmamak üzere ısıtılarak preslenmesi ile elde edilen bal,

Filtre edilmiş bal; yabancı organik veya inorganik maddelerin filtrasyon yolu ile uzaklaştırılması sırasında polen içeriği önemli ölçüde azalmış bal olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2020).

1.3. Arıcılık Ürünleri

Bal, tarihte insanlar tarafından kullanılan ilk arıcılık ürünüdür. Bununla birlikte günümüzde en çok kullanılan ve bilinen arıcılık ürünüdür (Doğan, 2014). Ayrıca arıcılığın ekonomik açıdan en önemli ürünü baldır (Alpat, 2018). Diğer arıcılık ürünleri ise polen, arı sütü, balmumu ve propolistir.

Arı poleni; arılar tarafından daha sonra tüketilmek üzere depolanan, bal arıları ve iğnesiz arılar tarafından çiçeklerden ve tohumlu bitkilerden toplanan floral polenlerin nektar veya bal, enzimler, mum ve arı salgıları ile yoğrulması sonucu oluşan bir arı ürünü olarak tanımlanmaktadır (Uçar vd., 2018).

Arı sütü; genç işçi arıların salgı bezlerinden salgılanan bir arı ürünüdür. İşçi arılar hayatları boyunca sadece larva dönemlerinin ilk üç gününde arı sütüyle beslenirken, kraliçe arı ise hayatı boyunca arı sütüyle beslenmektedir.

Balmumu; arıların bal ve polen depolamak, yavru yetiştirmek için gerekli depo gözlerini örme için salgıladığı bir maddedir (URL-2, 2020).

Propolis; bal arıları tarafından ağaçların kabuk ve yaprak bölümlerinden, bitki salgılarından toplanan yapışkan bir maddedir. Propolisin bal arıları tarafından kullanım

amacı, kovan girişini davetsiz misafirlerden korumak ve kovanda istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesini önlemektir (Sancak vd., 2013).

Arı ürünleri arasında bilinirlik bakımından sırasıyla; polen, arı sütü, balmumu ve propolis gelmektedir (Doğan, 2014).

1.4. Balın Kalite Özellikleri

Bal, indirgen şekerlerin derişik bir çözeltisi olarak tanımlanabilir. Bunun yanında bal; indirgen şekerlerle birlikte bazı diğer şekerleri, enzimleri, amino asitleri, organik asitleri, fenolik maddeleri, Maillard reaksiyon ürünleri, vitaminleri ve mineral maddeleri de içeren kompleks bir karışımdır (Aydoğmuş, 2013).

Balın ana bileşenleri tüm ballarda hemen hemen aynı olsa da, doğal balın kimyasal bileşimi ve fiziksel özellikleri elde edildiği kaynağa, işlenmesine, depolanmasına ve iklim koşullarına bağlıdır (Sajid vd., 2019). Nektarların toplandığı bitki türü balın içeriğini etkileyen en önemli faktördür (Aydoğmuş, 2013).

Balın kimyasal içeriği balın elde edildiği coğrafi bölge ve botanik çeşitliliğine göre değişiklik göstermektedir. Bal temel olarak yaklaşık; %82 karbohidrat, %17 su, %0.7 mineral madde, %0.3 protein ve vitamin, organik asit, fenolik bileşikler ve serbest aminoasitlerden oluşmaktadır (Mutlu vd., 2017).

Bal, dünyanın dört bir yanındaki insanlar tarafından tüketilen viskoz, aromatik, tatlı bir besindir. Tüketicilerin güvenle bal tüketebilmesi için balın kalitesini garanti eden belirli standartlar gerekmektedir (Da Silva, 2016).

Ülkemizde balın hijyenik olarak uygun teknikle üretilerek tüketim aşamasına gelene kadar taşınması gereken özelliklerin belirlenmesi amacıyla Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (Tebliğ No: 2020/7) hazırlanmıştır. Bu tebliğe göre balın taşınması gereken bazı özellikler Tablo 1.1’de verilmiştir (Anonim,2020).

Tablo 1.1. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7)’ne göre balın sahip olması gereken bazı özellikler

Özellik	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
Nem (en fazla) %	20	20	20	23
Sakkaroz (en fazla) g/100g	5	5	5	5
Fruktoz+glukoz (en az) g/100g	60	45	45	-
Fruktoz/glukoz	0.9 – 1.4	1.0 – 1.4	1.0 – 1.4	-
Suda çözünmeyen madde (en fazla) g/100g	0.1	0.1	0.1	0.1
Serbest asitlik (en fazla) meq/kg	50	50	50	80
Elektrik iletkenliği mS/cm	En fazla 0.8	En az 0.8	En fazla 0.8	En fazla 0.8
Diastaz sayısı (en az)	8	8	8	-
HMF (en fazla) mg/kg	40	40	40	-
Prolin miktarı (en az) mg/kg	300	300	300	180

Nem Miktarı

Nem, balda kalitenin belirlenmesinde kullanılan en önemli kriterlerden biridir (White, 1978). Nektarın arı tarafından olgunlaştırılmasından sonra kalan nem miktarı, petekteki balın doğal nem düzeyini göstermektedir (Kaplan 2014). Balın içerdiği nem miktarı; iklim koşulları, arı kolonisinin gücü, nektarın nem miktarı gibi faktörlerin etkisiyle değişiklik göstermektedir (Isengard, 2003; Kaplan 2014). Bal, nem tutucu bir yapıda olup, bulunduğu yerde havadan nem alabilmektedir. Bununla birlikte bal, nem kaybederek kristalleşebilir (White, 1980). Bu özelliğinden dolayı balın işlenmesi ve depolanması sırasında bulunduğu ortamın nemi, balın içerdiği nem miktarını etkileyen faktörlerdendir (Kumova, 1986). Ayrıca, balların saklandığı kapların nem geçirgenliği, balın nem düzeyi üzerinde etkilidir (Şahinler, 2001).

Balın nem içeriğinin yüksek olması, ozmofilik mayaların balı bozmasına neden olabilmektedir. Ayrıca, balın olgunlaşmadan petekten alındığını da gösterebilmektedir (Singh ve Bath, 1997). Balın nem içeriğinin düşük olması, balın olgunlaştığını göstermektedir. Fakat yüksek nem içeriği glikozun kristalleşerek balda granül yapı oluşturmaya neden olabilmektedir (İnci, 2001).

Balın nem içeriği balın tipine göre değişiklik göstermektedir. Yapılan çalışmalar, yayla gibi yüksek bölgelerde üretilen balların nem oranının, ovada üretilen ballara oranla daha düşük olduğunu göstermektedir (Erdoğdu, 2008).

Şeker Miktarı

Balın yaklaşık olarak %80'i karbonhidratlardan oluşmaktadır. Balın karbonhidrat içeriğinin yüksek olmasından dolayı; kuru maddesinin %95-99'unu şekerler oluşturmaktadır (Tosmur 2004). Bu şekerlerin ise %85-95'ini fruktoz ve glukoz oluşturmaktadır. Fruktoz ve glukoz dışında bal; sakkaroz, maltoz, izomaltoz, erloz, kestoz, melezitoz, refinöz, ve dektroz gibi diğer şeker çeşitlerini de içerebilmektedir (Tosmur 2004, Özkök 2009). Balın karbonhidrat içeriğinin yüksek olması onu enerji değeri yüksek bir besin haline getirmektedir (Şen, 2019). Balda glikoz ve fruktoz miktarı, balın şeker profilini ortaya koymaktadır. Melezitoz ve erloz gibi şekerlerin miktarı ise salı balı ve çiçek balını birbirinden ayırmak amacıyla kullanılmaktadır (Turan 2012). Balın tadını veren fruktoz ve glukoz, bitkilerin nektarlarında veya bitkiler üzerinde yaşayan böceklerin salgılarında bulunan sakkarozun invertaz enzimi ile parçalanması sonucu meydana gelmektedir (Yalazi, 2019). Balda tatlılık, viskozite, granülasyon gibi özellikler, fruktoz ve glukoz monosakkaritlerinden kaynaklanmaktadır (Bayrambaş 2012).

Suda Çözünmeyen Madde Miktarı

Gıda maddeleri, su ve kuru madde olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Gıdalardaki su uzaklaştırıldığı zaman geriye kuru madde kalmaktadır. Geriye kalan toplam kuru maddenin suda çözünmeyen özellikte olan bölümü ise, suda çözünmeyen madde olarak adlandırılmaktadır (URL-3, 2020).

Serbest Asitlik

Asitlik, balın önemli kalite kriterlerinden biridir. Balın asitliğini oluşturan başlıca bileşenler; organik asitler, mineral maddeler, karbonhidratlar, amino asitler ve peptitlerdir. Balın içerdiği enzimlerin asit oluşturduğu dolayısıyla içerdiği enzim miktarı fazla olan balların asitlik düzeyinin yüksek olabileceği belirtilmiştir (Kaplan, 2014).

Balın karakteristik tadını oluşturan ve asitlik seviyesine etki eden en önemli bileşen glukonik asittir. Balın asitliğine asetik asit, formik asit, laktik asit, butirik asit, tartarik asit ve maleik asit etki eden diğer asitlerdir (URL-4, 2020).

Serbest asitlik, balda gerçekleşen kimyasal reaksiyonları etkilemekte, balın mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını, antimikrobiyal ve antioksidan özelliğini artırmaktadır. Ayrıca asitliğin balın lezzeti üzerine etkileri bulunmaktadır (Cavia vd., 2007). Birçok araştırmacı balda serbest asitliğin zamanla artacağını bildirmiştir. Bunun sebebi, baldaki şeker ve alkollerin baldaki mayalar tarafından fermantasyona uğratarak aside dönüştürülmesidir (Doğan, 2014).

Elektriksel İletkenlik Değeri

Elektriksel iletkenlik, bir maddenin taşıyabildiği elektrik akımının miktarı olarak tanımlanmaktadır. Balda elektriksel iletkenlik ürünün içerdiği organik asitler, proteinler, şekerler ve minerallere bağlı olsa da; ballarda elektriksel iletkenlik değeri temel olarak balın mineral içeriğine dayanmaktadır (Solayman vd., 2016; Andrade vd., 1997).

Dolayısıyla yüksek mineral içeriğine sahip balların elektriksel iletkenliği de yüksek olmaktadır (Solayman vd., 2016). Balın elektriksel iletkenliği ile kül içeriği arasında da doğru orantılı bir ilişki bulunmaktadır (Çınar 2010).

Balın elektriksel iletkenlik değeri, balın botanik kökeninin belirlenmesinde önemli bir role sahiptir. Elektriksel iletkenlik değerinin genel olarak salgı ballarında çiçek ballarından daha yüksek olması, salgı ve çiçek ballarının birbirinden ayırt edilmesi için kullanılabilen bir kriterdir (Marghitaş, 2008; Bogdanov, 1996).

Diastaz Sayısı Miktarı

Bal; invertaz, katalaz, glukoz oksidaz, fosfataz ve en fazla da diastaz diğer adıyla amilaz enzimlerini içermektedir. Bu enzimlerin bir bölümü bitkiden, bir bölümü de bal arısının midesinden bala geçmektedir. Diastaz, nişastayı daha küçük parçalara ayıran ve nektara olgunlaşma sırasında bal arıları tarafından ilave edilen bir enzimdir (Ulusoy 2010). Çiçeklerin nektarları nişasta içermemesine rağmen, diastaz enzimi neredeyse tüm bal çeşitlerinde farklı düzeylerde bulunmaktadır (Günarslan 2015).

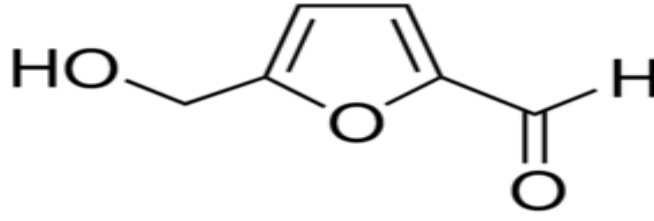
Diastaz enzimi sayısı bala ısıtma işlemi uygulanıp uygulanmadığını gösteren bir parametredir. Sıcaklık artışı balda bulunan enzimlerin parçalanmasına neden olmaktadır. Isıya diğer enzimlerden daha duyarlı olan diastaz enziminin parçalanması dolayısıyla diastaz enzimi sayısının azalması, bala uygulanan ısıtma işlemi hakkında bilgi vermektedir (Güney, 2010; Tosmur, 2004; Ulusoy, 2010).

Ülkemizde ve Avrupa ülkelerinde, baldaki diastaz aktivitesi, uzun süre depolanan ve yüksek sıcaklığa maruz bırakılan ballarda diastaz enzimi inaktive olduğu için, balın tazeliğinin ve kalitesinin belirlenmesi konularında kullanılan temel parametrelerdendir.

Balın içerdiği diastaz miktarının, elde edildiği kaynağa göre değişiklik gösterdiği çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur. Portakal ve yonca ballarının diastaz enzim aktivitesinin diğer ballarla kıyaslandığında daha düşük bir seviyede olduğu bildirilmiştir (Günarslan, 2015). Diastaz enzim aktivitesi, balın pH seviyesindeki farklılıklar, nektar çeşitliliği gibi faktörler sebebiyle değişiklik gösterebilmektedir. Bu sebeple bazı ülkelerde, örneğin Amerika Birleşik Devletleri, balda diastaz enzim aktivitesinin balın kalitesini belirlemede önemli bir parametre olmadığını ve bu konuda önemli bir gösterge olarak kullanılmaması gerektiğini bildirmiştir (Günarslan, 2015; Küçük vd., 2007).

HMF Miktarı

Hidroksimetilfurfural (HMF), balda ısı etkisiyle fruktozun parçalanması ile ortaya çıkmaktadır (Ulusoy, 2010). Monosakkaritler, derişik asit çözeltisi içerisinde ısıtıldığında dehidrasyona uğramaktadır ve furan türevlerine dönüşmektedirler. Aldopentozlar furfurale, aldoheksozlar ise 5-hidroksimetilfurfurala (Şekil 1.1) dönüşmektedir (Çınar, 2010).



Şekil 1.1. 5-Hidroksimetil furfural'ın kimyasal yapısı

Hidroksimetilfurfural nektarın olgunlaşması sırasında şekerler ve aminoasitler arasında meydana gelen reaksiyon sonucu oluşabilir, ancak miktar olarak düşük bir seviyededir (Tosi, 2002).

Bal, kristalleşme eğiliminin değiştirilmesi veya kristal görünümünün geciktirilmesi ve bala bulaşan mikroorganizmaların yok edilmesi amacıyla ısıtılmaktadır. Bal kristalizasyonu ve oluşan kristallerin boyutu, su içeriği, fruktoz/glukoz oranı ve ısıl işlem geçmişinin bir fonksiyonudur. Balda kristalleşmenin birkaç dezavantajı vardır. En önemlisi ambalajlama ve dökme güçlüğüdür. Ayrıca, ürünün görünümü değişmekte ve çoğu tüketici tarafından kristalize olan bal tercih edilmemektedir (Tosi, 2002).

Balın HMF içeriği ve diastaz sayısı, balda kalite kriteri olarak kullanılan en önemli iki faktördür (Fallico vd., 2004). Balın maruz kaldığı sıcaklık ve depolama süresinin artması, balda HMF içeriğini arttıran ve diastaz sayısını azaltan etmenlerdir (Dustmann, 1993). Bala uygulanan ısıl işlemin sıcaklığı ve süresi bu sebeple pastörizasyon amacı ile sınırlandırılmalıdır.

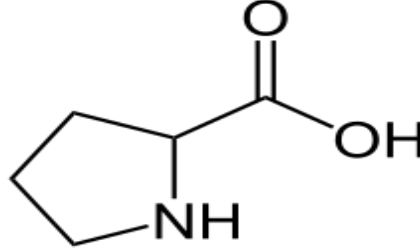
Balda HMF içeriğinin hem balın kalitesini düşürdüğü hem de insan sağlığı üzerine olumsuz etkisi olduğu düşünüldüğü için, HMF içeriği dolayısıyla ısıl işlem uygulaması ulusal ve uluslararası kriterlerle sınırlandırılmıştır (Tosi, 2002).

Prolin Miktarı

Balda bulunan protein ve aminoasitler, nektar ve polen kaynaklıdır. Bal 20-30 mg/100g arasında aminoasit içermektedir.

Doğada 20 farklı aminoasit bulunmakta olup, balda bunların 18 tanesi mevcuttur. Balın içerdiği aminoasitler; arginin, aspartik asit, treonin, sistin, lisin, histidin, valin, metiyonin, lösin, izolösin, serin, glutamik asit, glisin, alanin, fenilalanin, tirozin, triptolin ve

proлиндır (Tosmur, 2004). Prolin (Şekil 1.2), balın içerdіđi aminoasitler içerisinde en yaygın olanıdır (Kıvrak, 2015).



Şekil 1.2. Prolin'in kimyasal yapısı

Prolin, bal arıları tarafından, nektarın bala dönüşmesi sırasında balın yapısına eklenen tek aminoasittir. Balın içerdіđi aminoasitlerin %50-85'ini prolin oluşturduğu için balın protein içeriği genel olarak prolin miktarı olarak belirtilmektedir (Çınar, 2010; Bayrambaş, 2012). Prolin içeriği, balın saflık kriterlerinden biridir. Tağşış yapılmış balların prolin değerleri daha düşük olacağı için hileli balların tanımlanmasında prolin değerinden yararlanılabilmektedir (Can vd., 2015).

Prolin içeriği, balın türüne göre değişiklik göstermekle birlikte, balın olgunluk düzeyini de yansıtmaktadır (Meda vd, 2005; Hermosin vd, 2003).

Mineral Madde Miktarı

Mineral maddeler insan vücudu için oldukça önemli maddelerdir. Bu maddeler, vücutta kemiklerin yapısının oluşmasında, sinir iletiminde, kanın pıhtılaşmasında, hormon sentezinde, hemoglobinin yapısında kullanılmaktadırlar. İnsan vücudunda mineral maddelerin eksiklik veya fazlalıkları sağlık problemlerine yol açabilmektedir (Kaya ve Pirinçci, 2002).

Bal, 0.02-1.03g/100g oranında mineral madde içermektedir. Balın mineral madde içeriği elde edildiği bitkiye göre değişiklik göstermektedir (Şen, 2019).

Bal, bitkisel kaynaklar kullanılarak elde edilen bir gıda maddesi olmasından dolayı içerdіđi mineral maddelerin yaklaşık üçte biri potasyum (K)'dur. Balda en fazla potasyum (K), sodyum (Na) ve kalsiyum (Ca) gibi mineral maddeler bulunmaktadır. Bunların yanında, mangan (Mn), demir (Fe) ve bakır (Cu) gibi iz miktarda bulunan elementler de vardır. Balın meydana geldiği nektarın mineral kompozisyonu doğrudan balın içerdіđi mineral madde

miktarını etkilediği bilinmektedir. Nektarın içerdiği mineral madde miktarını etkileyen faktörler, arının taşıdığı öz suyun kompozisyonundaki değişiklikler ve sahip olduğu bezin salgı yeteneğidir (Öder, 1976).

Bal ayrıca, kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), civa (Hg) ve alüminyum (Al) gibi ağır metaller de içerebilmektedir. Bu metaller maksimum kalıntı limitini aştığında toksik etki yapmaktadır (Alqarni vd., 2012).

Balın elde edildiği bölgede bitki ve toprağın içerdiği mineral madde miktarı ile balın içerdiği mineral maddeler arasında bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin; baldaki kalsiyum miktarının düşük olması toprakta bu elementin düşük miktarda olması ile ilgilidir. Toprağa bor mineralinin ilave edilmesi hem nektar miktarını arttırmakta hem de nektardaki fruktoz miktarını azaltırken glukoz miktarını da yükseltmektedir (Öder, 1976).

Salgı balları ve koyu renkli balların mineral içeriği, açık renkli ballardan daha zengindir (Kolaylı vd., 2008). Balın mineral içeriği tadı ile de ilişkili olup, mineral içeriği yüksek balların daha yoğun bir lezzete sahip olduğu görülmüştür (Gonzalez-Miret vd., 2005).

Balın pH değeri de mineral içeriği ile bağlantılıdır. Mineral içeriği zengin olan balların, yüksek pH değerine sahip oldukları belirtilmiştir (Lawless vd., 1996).

1.5. Dünya’da ve Türkiye’de Bal

Arıcılık, tarımsal faaliyetler arasında tüm dünyada en yaygın olarak yapılanlardan biridir (Ferek, 2016). Günümüzde dünyada yaklaşık 90 milyon arı kovanı bulunmaktadır (Tablo 1.2). Bu kovanlardan yaklaşık 1.8 milyon ton bal üretilmektedir (URL-5, 2020).

Tablo 1.2. Bazı ülkelerin 2018 yılı arılı kovan sayıları (URL-5, 2020)

Ülke	Kovan Sayısı
Hindistan	13048275
Çin	9173742
Türkiye	7947687
İran	6601394
Etiyopya	6018223
Rusya	3182399
Arjantin	3020370

Dünyada 2018 yılı itibariyle 457203 ton bal üretimiyle Çin ilk sırada gelmektedir. Ardından 114113 ton bal üretimiyle Türkiye ikinci, 79468 ton bal üretimiyle Arjantin üçüncü sırada bulunmaktadır (Tablo 1.3). Dünya bal üretiminin yaklaşık %29.6' lık kısmını karşılayan Çin, dünyada bal üretiminde lider konumda yer almaktadır. Kovan sayılarına bakıldığında ilk sırada gelen Hindistan, bal üretim veriminin düşük olması sebebiyle, dünya bal üretimi sıralamasında yedinci sırada yer almaktadır. Dünyada 2018 yılı itibariyle bal üretiminde Avrupa Birliği ülkeleri % 12.3' lük paya sahiptir.

Tablo 1.3. Bazı ülkelerin 2018 yılı bal üretim miktarları (URL-5, 2020)

Ülke	Bal Üretimi (ton)
Çin	457203
Türkiye	114113
Arjantin	79468
İran	77567
Ukrayna	71279
Amerika Birleşik Devletleri	69104
Hindistan	67442
Rusya	65006
Meksika	64253
Etiyopya	50000

Bal ihracatında Çin birinci sırada yer alırken ardından sırasıyla Arjantin ve Ukrayna gelmektedir. Ülkemizde bal ihracatı, süzme ve petekli bal olarak yapılmaktadır. Süzme bal 2018 yılında yapılan ihracatın %81'lik bölümünü oluşturmaktadır. Türkiye'de üretilen balların büyük bir bölümü yurt içinde tüketildiği için 2018 yılında toplam bal üretiminin yaklaşık %5.9 gibi düşük bir miktarı ihraç edilmiştir (URL-6, 2020).

Türkiye, coğrafi konumu, çeşitli toprak gruplarına sahip olması ve değişik iklim tiplerinin görülmesi sebebiyle zengin bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Ülkemizde yaklaşık 10500 bitki türü bulunmaktadır. Bu sayının Avrupa kıtasında yaklaşık 12000 olması, ülkemizin bitki örtüsünün zenginliğini ortaya koyan bir göstergedir (Pehlivan, 2015).

Türkiye dünya ballı bitkilerinin yaklaşık %75'ine sahiptir ve bu durum tarımsal ürün çeşitliliği bakımından ülkemizi dünyanın önemli ülkelerinden biri haline getirmektedir. Ülkemizde dört mevsimin yaşanması, yıl boyu nektar ve polen sağlayan floral kaynakların bulunması, arıcılık faaliyetleri açısından ülkemizi uygun bir konuma getirmektedir (Kaplan, 2014).

Arıcılık, Türkiye'nin birçok bölgesinde uzun yıllardır yapılan bir tarımsal faaliyettir (Pehlivan, 2015). Türkiye'de 2019 yılında Ordu ili 17057.245 ton bal üretimi ile birinci sırada yer almıştır. Muğla 14688.475 ton ile ikinci, Adana ise 11077.369 ton ile üçüncü sırada yer almaktadır (Tablo 1.4). Bal üretiminde Ege Bölgesi Türkiye genelinde %23'lük pay ile birinci sırada yer alırken, %21'lik oran ile Doğu Karadeniz Bölgesi ise ikinci sırada bulunmaktadır.

Tablo 1.4. Türkiye'de bazı illerin 2019 yılı kovan sayıları ve bal üretim miktarları (URL-7, 2020)

Şehir	Kovan Sayısı	Bal üretimi (ton)
Ordu	573358	17057.245
Muğla	918116	14688.475
Adana	469938	11077.369
Sivas	243673	5029.094
Aydın	274826	3696.305
İzmir	244519	3007.096
Balıkesir	170432	2480.166
Mersin	282749	2351.593
Bitlis	168888	2125.385
Antalya	217705	2084.086

Ülkemizde Doğu Karadeniz Bölgesi'nin iç ve dağlık kesiminde bulunan Gümüşhane, iklim özellikleri, coğrafi yapısı ve bitki türü zenginliğiyle arıcılık açısından önemli illerden biridir. İlde 2019 yılı istatistiklerine göre toplam 40672 adet arılı kovan mevcut olup, 401.305 ton bal üretilmiştir. (URL-7, 2020).

1.6. Balın İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Çoğu eski kültürde bal, hem beslenme hem de tıbbi amaçlar için kullanılmıştır. Bal insanlık tarihinde uzun bir süre önemli bir karbonhidrat kaynağıydı ve endüstriyel şeker üretimi 1800'lü yıllardan sonra yerini almaya başlayana kadar büyük ölçüde mevcut olan tek tatlandırıcıydı. İnsanlık tarihinde bal; sadece bir besin maddesi olarak değil, aynı zamanda bir ilaç olarak da kullanılmıştır. Apiterapi adı verilen alternatif bir tıp dalı, son yıllarda bal ve diğer arı ürünlerine dayalı; birçok hastalığa karşı tedavi imkanı sunan gelişmeler göstermiştir (Bogdanov, 2008).

Bal içerdiği bileşenler sayesinde antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahiptir. Bal, mikroorganizmaların ve mantarların büyümesini engeller. Balın yapısında yaklaşık olarak 200 çeşit kimyasal bulunmaktadır. Bal, içerisindeki vitaminler, mineraller, organik asitler, flavonoidler, fenolik asitler, aminoasitler ve enzimler nedeniyle sindirimi kolay, besleyici, bazı hastalıklara karşı koruyucu ve tedavi edici fonksiyonel bir gıdadır (Mutlu, 2017).

Balın sindirim sistemi üzerine olan olumlu etkileri uzun yıllardır bilinmektedir. Sindirime yardımcı olarak diğer gıda maddelerinin vücuttaki emilimlerini arttırmaktadır. Bu nedenle gelişme bozukluklarında, hastalık ve tedavi dönemlerinde alınması oldukça yararlı olacaktır. Besleyici özelliklerinden yararlandığımız bal, özellikle çocuk beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bazı çalışmalarda, balın sindirim sistemi hastalıklarına karşı iyi geldiği belirtilmiştir (Sönmez, 2004). Mide ülseri, kalın bağırsak iltihabı gibi hastalıklarda balın tedavi edici yanlarının olduğu görülmüştür. Balın insan vücudundaki probiyotik bakterileri arttırmada etkili olabileceği ve bununla birlikte bağışıklık sistemini güçlendirmeye, hazımsızlığı azaltmaya ve kolon kanserini önlemeye yardımcı olduğu bildirilmiştir (Sönmez, 2004; URL-1, 2020).

Bal antibakteriyel özelliğinden dolayı ağız, boğaz ve bronş enfeksiyonlarına karşı kullanılmaktadır. Yara ve yanık tedavisinde, böbrek fonksiyonlarını düzenlemede, uykusuzluğu gidermede balın pozitif etkileri görülmektedir (Sönmez, 2004; URL-1, 2020). Yapılan araştırmalar balın, agresifliğe, depresyona, baş ağrısına iyi geldiği ve insanı sakinleştirdiği tespit edilmiştir (Sönmez, 2004).

Balın; göz hastalıkları üzerine de etkisinin olduğu katarakt hastalığına, konjunktivit ve çeşitli kornea rahatsızlıklarına karşı etkili olduğu yıllar içerisinde görülmüştür.

“Oksidatif stres” terimi, belirli bir organizmada serbest radikallerin üretimi ile antioksidan koruyucu aktivite arasındaki denge eksikliğini tanımlamaktadır. Organizmayı oksidasyona karşı korumanın bazı kronik hastalıkları önlediği düşünülmektedir.

Balın, glukoz oksidaz, katalaz, askorbik asit, flavonoidler, fenolik asitler, karotenoid türevleri, organik asitler, Maillard reaksiyon ürünleri, amino asitler ve proteinler gibi önemli antioksidan aktivite içerdiği bilinmektedir (Bogdanov, 2008).

Balın içerdiği doğal antioksidanlar, özellikle flavonoidler, antibakteriyel, anti alerjik, iltihap önleyici, pıhtılaşmayı engelleyen, damar genişletici etkiler dahil olmak üzere çok çeşitli biyolojik etkiler sergilemektedir (Al-Mamary, 2002).

Antioksidan Özellik

Dünyada son yıllarda, insanların daha uzun ve sağlıklı yaşamlarını sağlamak amacıyla yeni konseptler uygulanmaya başlanmıştır. İnsan yaşamında odaklanılan noktanın yavaş yavaş hastalıkların iyileştirilmesinden ziyade insanların hastalanmasını önlemeye dönmesi, insanların dikkatini daha sağlıklı yaşam tarzlarına, sağlıklı gıdalara ve faydalı takviyelere kaydırmıştır.

İnsan sağlığı üzerine olumlu etkileri olan gıdaların biyoaktif bileşikler içerdikleri bilinmektedir. Bu biyoaktif bileşiklerin antioksidan özellikleri günümüzde oldukça popüler olarak çalışılmaktadır (Protti vd., 2017).

Serbest radikaller, bir veya birden fazla eşlenmemiş elektron içeren molekül veya parçacıklar olarak tanımlanmaktadır. Serbest radikaller, etkisizleştirilmemeleri durumunda, lipid, protein ve nükleik asitlerle reaksiyona girerek toksik etkilerle hücreye zarar vermektedirler.

İnsan vücudunda serbest radikaller yaşlanma, kalp hastalıkları, kanser, katarak gibi birçok rahatsızlığa neden olabilmektedir. Antioksidan maddeler serbest radikalleri etkisizleştirerek, bağışıklık sistemini düzenleyen ve bu hastalıkların oluşma riskini azaltan maddelerdir.

Antioksidanlar; aşağıdaki gibi birkaç farklı şekilde fonksiyon göstermektedirler:

1. Serbest radikaller ile reaksiyona girerek,

2. Pro-oksidan olan metal katalistleri kelatlayarak,
3. Bazı enzimleri aktive veya inhibe ederek,
4. Başka antioksidanları yenilenmesini sağlayarak,
5. Zincirleme reaksiyonlarında serbest radikalleri engelleyerek (Ekici ve Sağdıç, 2008).

Bal, içerdği flavonoidler (krisin, pinokembrin, pinobanksin, kuersetin, kamferol, luteolin, galangin, apigenin, hesperetin, mirisetin), fenolik asitler (kafeik, kumarik, ferulik, ellajik, klorogenik), askorbik asit, katalaz, peroksidaz, karotenoidler ve Maillard reaksiyonu sonucu oluşan ürünler ile antioksidan etki göstermektedir.

Balın antioksidan kapasitesi; nektarın kullanıldığı kaynağa, mevsimsel ve çevresel faktörlere ve balın işlenme koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Genel olarak balda koyu rengin yüksek antioksidan kapasite göstergesi olduğu bildirilmektedir (Turan 2012).

1.7. Literatür Özeti

Türkiye’de üretilmiş ve marketlerde satılan çiçek ballarının kalitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, toplanan 50 adet bal örneğinde çeşitli analizler yapılmış olup, bal örneklerinin sakkaroz miktarı %0.46-17.10 değerleri arasında; glukoz+fruktoz toplamı %42.44-%75.60 değerleri arasında; fruktoz/glukoz oranı 1.01-1.85 değerleri arasında; balların nem değerleri % 14.80 ile % 21.60 arasında; elektriksel iletkenliği değeri 0.14-0.95 (ortalama 0.46) mS/cm; diastaz sayısı 1.00-20.00 arasında (ortalama 8.93) olarak bulunmuştur (Çetin vd., 2011).

Ankara ilinde tüketime sunulmuş süzme balların kalite özelliklerinin ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygunluklarının tespit edilmesi için yapılan bir çalışmada, 35’er adet süzme çiçek ve çam balı örneği analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucu, çiçek ballarının nem miktarı ortalama %16.3 ve çam ballarının nem miktarı ortalama %15.62; bal örneklerinde invert şeker miktarları %23.47-89.29 arasında; çiçek ballarının asitlik değerleri 8.23-33.21 meq/kg değerleri arasında ve çam ballarının asitlik değerleri 17.43-40.88 meq/kg değerleri arasında; çiçek ballarının diastaz aktivitesi 11.58; süzme çiçek ballarının HMF değeri ortalama 74.51 mg/kg olarak bulunmuştur (Ünal ve Küplülü, 2006).

Sanz vd., (2005) İspanya'dan toplanan çiçek balı örneklerinin ortalama elektriksel iletkenliğini 0.513 mS/cm; nem içeriğini ortalama % 16.22 olarak tespit etmiştir.

Portekiz'de üretilen balların fizikokimyasal karakteristiklerinin ve mineral madde içeriğinin araştırıldığı çalışmada, bal örneklerinin nem içeriği %16,65; diastaz sayıları 3-38 değerleri arasında ortalama 8.6; serbest asitliği 21,5 meq/kg; elektriksel iletkenlik değeri ortalama 0.4196 mS/cm; HMF miktarı ortalama 9.41 mg/kg olarak bulunmuştur. Bu çalışmadaki balların, 1150.10 mg/kg K, 261.42 mg/kg Na, 59.88 mg/kg Ca ve 35.57 mg/kg Mg içerdiği saptanmıştır (Silva, 2009).

Hindistan'da ticari olarak temin edilebilen bal örneklerinin özelliklerinin incelenmesi sonucu, balların nem oranı %17 ile %22.6 arasında bulunmuştur (Anupama vd., 2003).

Manzanares vd., (2011) tarafından çam ve çiçek ballarının fizikokimyasal özellikleri arasındaki farkları araştırmak üzere yapılan bir çalışmada, 77 bal örneği incelenmiştir. Çalışmada, çam ballarının nem miktarı %15.70-18.60 arasında ve çiçek ballarının nem miktarı %15.50-18.90 arasında; HMF içeriği çam ballarında 0.00-28.40 mg/kg arasında, çiçek ballarında ise 0.70-26.0 mg/kg arasında; çam ballarının asitlikleri 8.90-48.80 meq/kg arasında, çiçek ballarının asitlikleri 15.50-41.80 meq/kg arasında; balların diastaz sayıları ortalama 16.02 olarak tespit edilmiştir.

Türkiye'nin farklı bölgelerden elde edilen balların özellikleri üzerine yapılan bir araştırmada, bal örneklerinin nem oranları %17.1-20, diastaz sayısı 10.9-17.9, HMF içeriği 1.34-31.28 mg/kg, asitliği 18.2-47.5 meq/kg ve fruktoz+glukoz miktarı %51.31-68.30 değerleri arasında bulunmuştur (Özcan ve Ölmez).

Kars ilinde tüketime sunulmuş süzme balların kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada ise bal örneklerinin pH değeri, nem içeriği, asitlik derecesi, şeker içerikleri incelenmiştir. Bal örneklerinin nem oranları %13.2-19.2 arasında; invert şeker miktarı %51-85 arasında; sakkaroz miktarı %0.95-18.05 arasında; asitlik derecesi 6-24 meq/kg olarak tespit edilmiştir (Duman vd., 2008).

Trakya yöresinden elde edilen balların özellikleri üzerine yapılan çalışmada, ayçiçeği balı örneklerinin nem miktarları % 15.40 ile % 19.60 arasında, meşe balı örneklerinin nem miktarları % 15.80 ile % 17.60 arasında, karaçalı balı örneklerinin nem miktarları % 16.40 ile %19.40 arasında; ayçiçeği balı örneklerinin invert şeker (fruktoz+glukoz) miktarları % 72.92 ile % 78.13 arasında, meşe balı örneklerinin invert şeker miktarları % 61.77 ile %

74.38 arasında, karaçalı balı örneklerinin invert şeker miktarları %67.12 ile % 68.54 arasında bulunmuştur (Şen, 2019).

Kırklareli ilinde farklı bir arı türünün [Trakya arısı (*Apis mellifera carnica*)] kolonilerinden elde edilen balların biyokimyasal, kalıntı, besin ve mineral madde analizleri yapılmıştır. Bal örneklerinin invert şeker miktarları %58.2 ile 71.2 arasında bulunmuştur. Karşılaştırma amacıyla Tekirdağ ilinden elde edilen bal örneklerinin özellikleri incelenmiş olup, invert şeker miktarları %67.3 ile %70.9 arasında bulunmuştur (Turan, 2012).

Tekirdağ ilinde üretilen ayçiçek ballarının kimyasal özelliklerinden bazılarının belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin sakkaroz değeri %2.22, invert şeker değeri %74.90 ve fruktoz/glukoz oranı 1.14 olarak belirlenmiştir (Yardibi, 2008).

Derebaşı vd., (2014) tarafından Karadeniz Bölgesi'nin çeşitli illerinden elde edilen 209 bal örneği üzerinde yapılan analizlerde, balların diastaz sayısı ortalama 10.45; invert şeker değeri %67.54; sakkaroz değeri %3.62; elektriksel iletkenlik değeri ortalama 0.48 mS/cm olarak tespit edilmiştir. Ballarda Ca 4.83 mg/kg, Mg 19.97 mg/kg, Na 10.75 mg/kg, Mn 0.34 mg/kg, K 195.29 mg/kg olarak bulunmuştur.

Vural vd., (2010) Marmara Bölgesi'nden ve Doğu Anadolu Bölgesi'nden elde ettikleri 70 adet bal örneğinin, fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada Marmara Bölgesi'nden elde ettikleri bal örneklerinin ortalama invert şeker miktarını %72.2, sakkaroz miktarı %3.81, Doğu Anadolu Bölgesi'nden elde ettikleri bal örneklerinin ortalama invert şeker miktarını %71.6, sakkaroz miktarını %3.80 olarak tespit etmişlerdir.

Çavrar vd., (2013), farklı kalitedeki Türk ballarının fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinin karşılaştırılması amacıyla yaptıkları bir çalışmada, çiçek balının fruktoz oranını % 39.05, glukoz oranını % 29.95, sakkaroz oranını % 0.13 ve fruktoz/glukoz oranını 1.31 olarak belirlemişlerdir.

Sorkun vd., (2002) tarafından Türkiye'nin 28 farklı ilinden toplanan bal örneklerinin çeşitli özelliklerinin araştırıldığı çalışmada, çiçek balında fruktoz ortalama %34.29; glukoz ortalama %27.04; fruktoz/glukoz ortalama 1.076; sakkaroz ortalama %3.91; elektriksel iletkenlik değerleri 0.167-1.69 mS/cm değerleri arasında ortalama 0.476 mS/cm; prolin değeri 15.87-96.3 mg/kg değerleri arasında tespit edilmiştir. Çiçek ballarında K miktarı 98.77 mg/kg; Na miktarı 6.88 mg/kg; salgı ballarında K miktarı 147.47 mg/kg; Na miktarı 3.19 mg/kg olarak bulunmuştur.

Estonya’da üretilen ballar üzerine Kirs vd.. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, fruktoz 35.91 g/100g; glukoz 35.00 g/100g olarak belirlenmiştir. Mineral maddelerden K 525.37 mg/kg; Ca 44.57 mg/kg; Mg 18.70 mg/kg ve Na 10.08 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Avrupa Atlantik Bölge’sinde üretilen balların besin değeri ve antioksidan aktivitesinin incelendiği bir çalışmada Escuredo vd., (2013), bal örneklerinin toplam şeker miktarı 68.5 g/100 g; fruktoz miktarı 38.4 g/100 g ve glukoz miktarı 27.2 g/100 g olarak tespit etmiştir. Bal örneklerinin içerdiği toplam mineral madde miktarı 188.0 g/100g olarak belirlenmiş olup K 152.7 mg/100g ile miktarı en fazla olan mineral olarak saptanmıştır. Ca konsantrasyonu 11.8 mg/100g; Mg 7.4 mg/100g; Na 7.0 mg/100g ve P 7.9 mg/100g olarak belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde içeriği ortalama 112.8 mg/100 g; flavonoid madde içeriği ise ortalama 6.1 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Bolu yöresine ait çiçek balları üzerinde yapılan çalışmada, suda çözünmeyen madde miktarının %0.01-0.09 aralığında olduğu tespit edilmiştir (Kartal, 2012).

Gaziantep ilinde üretilen balların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, suda çözünmeyen madde miktarının %0.002-0.097 aralığında, ortalama %0.027 olduğu görülmüştür (Kutlu ve Bengü, 2015).

Yılmaz ve Küfrevioğlu, (2001), Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden temin edilen 45 bal örneği ile yaptıkları çalışmada, bal örneklerinin serbest asitlik değeri ortalama 22.3 meq/kg; HMF değeri 3,3 mg/kg; prolin değerleri 300-860 mg/kg arasında bulunmuştur.

Brezilya balları üzerinde yapılan bir çalışmada, balların serbest asitlik değerleri 24.66-59.66 meq/kg arasında değiştiği görülmüştür (Silva vd., 2013).

2002-2003 yılları arasında elde edilmiş 40 adet bal örneğinin bazı fizikokimyasal özellikleri Kenjeric vd., (2007) tarafından analiz edilmiştir. Bu çalışmada 2002 yılında serbest asitlik 6.9–15.4 mmol/kg değerleri arasında; 2003 yılında ise serbest asitlik 7.2–15.6 mmol/kg değerleri arasında saptanmıştır.

İspanya’da Madrid ilinin değişik bölgelerinden elde edilen 46 adet bal örneği üzerinde yapılan çalışmalarda, balların serbest asitlik değeri 13.1-51.2 meq/kg arasında; elektriksel iletkenliği değeri 0.119 mS/cm-1.515 mS/cm arasında belirlenmiştir (Soria vd., 2004)

Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgelerinden elde edilen çiçek ballarının fizikokimyasal ve biyokimyasal değerlerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada,

diastaz değerleri 8.3 ile 17.9 arasında, ortalama 13.9; asitlik değeri ortalama 32.49 meq/kg; elektriksel iletkenlik değerleri 0,18 mS/cm ile 0,47 mS/cm arasında ve ortalama olarak 0.260 mS/cm olarak kaydedilmiştir (Batu vd., 2013).

Çeşitli balların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, çiçek ballarının elektriksel iletkenlik değerleri 0.11-0.89 mS/cm değerleri arasında, ortalama olarak 0.32 mS/cm olarak bulunmuştur (Yıldız vd., 2016).

Türkiye’de üretilen farklı bal çeşitleri üzerine yapılan çalışmada, 62 bal örneği incelenmiştir. Elektriksel iletkenlik değeri, kestane balında 1.5 mS/cm; geven balında 0.48 mS/cm; funda balında 0.80 mS/cm; yonca balında 0.32 mS/cm; lavanta balında 0.32 mS/cm; ıhlamur balında 0.42 mS/cm; ormangülü balında 0.34 mS/cm; meşe balında 1.09 mS/cm; çam balında 0.99 mS/cm; akasya balında 0.30 mS/cm; prolin değerleri, kestane balında 800 mg/kg; geven balında 755 mg/kg; funda balında 845 mg/kg; yonca balında 510 mg/kg; lavanta balında 615 mg/kg; ıhlamur balında 514 mg/kg; ormangülü balında 746 mg/kg; meşe balında 474 mg/kg; çam balında 437 mg/kg; akasya balında 282 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Can vd., 2015).

Oddo vd., (2004) tarafından Avrupa çiçek ballarının fizikokimyasal özelliklerinin araştırılması için yapılan çalışmada, 6719 çiçek balı numunesi incelenmiş olup, diastaz sayısı analiz sonuçları ortalama olarak bu şekilde bulunmuştur: kolza balı; 26.9, funda balı; 23.4, kestane balı; 24.3, okaliptüs balı; 25.5, ayçiçeği balı; 20.8, lavanta balı; 14.1, ormangülü balı; 12.1, akasya balı; 10.5, biberiye balı; 9.7, karahindiba balı; 11.3, kekik balı; 29.2, ıhlamur balı; 16.8. Prolin analiz sonuçları ise ortalama olarak bu şekilde bulunmuştur: kolza balı; 235 mg/kg, funda balı; 646 mg/kg, kestane balı; 585 mg/kg, okaliptüs balı; 528 mg/kg, ayçiçeği balı; 562 mg/kg, ormangülü balı; 264 mg/kg, akasya balı; 222 mg/kg, biberiye balı; 271 mg/kg, karahindiba balı; 348 mg/kg, kekik balı; 956 mg/kg, ıhlamur balı; 352 mg/kg.

Güney İşpanya’da ticari olarak satılan ve ısıl işlem uygulanmayan 49 adet farklı bal örneğinde HMF miktarı ortalama 8.24 mg/kg olarak bulunmuştur. HMF içeriğinin 40 mg/kg’dan fazla olduğu tek örnekte buna sebep olarak Güney İşpanya’nın iklim koşulları gösterilmiştir (Serrano vd., 2007).

Sıcak ikliminden dolayı HMF içeriğinin yüksek olabileceği düşünölen Fas’taki farklı tip ballarda HMF miktarı analizleri yapılmış ve 3.8 ile 48.4 mg/kg arasında bulunmuştur (Terrab vd., 2002).

Downey vd., (2005) tarafından yapılan çalışmada İrlanda ballarında HMF miktarının 0.4-37.3 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ballarda, ortalama 0.8 mg/100g demir, 0.2 mg/100g bakır, 0.5 mg/100g çinko, 11.1 mg/100g kalsiyum, 3.1 mg/100g magnezyum, 0.4 mg/100g mangan, 9.8 mg/100g sodyum ve 56.6 mg/100g potasyum bulunmuştur.

Brezilya'nın çeşitli eyaletlerinde satışa sunulan farklı orjinli ballarda HMF miktarının 21.5-41.2 mg/kg arasında bulunduğu tespit edilmiştir (Azeredo vd., 2003).

Türkiye'deki bal örneklerinde yapılan HMF analizinde, bal örneklerine ait HMF miktarları 1.47-17.67 mg/kg aralığında bulunmuştur (İpek, 2012).

Erzurum, Giresun, Hakkari ve Rize illerinden toplanan bal örnekleri üzerine yapılan çalışmada, prolin oranlarının 503.46-696.09 mg/kg arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Bayram ve Demir, 2018).

Meda vd., (2005) tarafından 27 adet Burkino Faso bal örneği üzerine yapılan çalışmada, balların prolin içeriği 437.8-2169.4 mg/kg değeri arasında tespit edilmiştir.

İtalya'dan toplanan 43 farklı bal örneğinin prolin değerlerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada prolin değerleri; akasya balında 229 mg/kg, kestane balında 619 mg/kg, kişniş balında 531 mg/kg, ıhlamur balında 388 mg/kg, ayçiçeği balında 665 mg/kg ve salgı balında 614 mg/kg olarak bulunmuştur (Truzzi vd., 2014).

Heredia vd., (2003) tarafından yapılan çalışmada Fas balları incelenmiş olup prolin değerleri 157.8-1416 mg/kg değerleri arasında bulunmuştur.

Üren vd. (1998), Türkiye'deki çiçek ve salgı balları üzerinde yaptıkları çalışmada, balların en yüksek miktarda potasyum içerdiği tespit edilmiştir. K, Cd, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg gibi mineral maddelerin salgı ballarında çiçek ballarından daha fazla miktarda bulunduğu görülmüş olup sadece Ca miktarı çiçek balında daha yüksek bulunmuştur. Çiçek balında K, Cd, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Ca minerallerinin miktarları sırasıyla şu şekilde bulunmuştur: 416 ppm, 4.53 ppb, 4.90 ppm, 0.35 ppm, 0.977 ppm, 0.309 ppm, 21.0 ppm, 71.5 ppm.

27 adet çiçek balı örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, balların mineral madde içerikleri (mg/kg); K 178.40; Na 118.04; Mg 19.83; Zn 11.56; Cu 2.06 ve P 41.64 olarak tespit edilmiştir (Doğan, 2014).

Ordu ili balları üzerine yapılan çalışmada, ballarda Na, Fe, Cu, Mg, Mn, K ve Ca gibi mineral madde analizleri yapılmıştır. Sonuç sırasıyla şu şekilde bulunmuştur: 10.02 mg/kg, 1.58 mg/kg, 0.18 mg/kg, 24.35 mg/kg, 0.26 mg/kg, 164.0 mg/kg, 6.64 mg/kg (Günbey vd., 2010).

Bingöl ili ve çevresinden toplanan balların içerdği fenolik bileşiklerinin, antioksidan ve antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı çalışmada, toplam fenolik madde miktarı ortalama 52.96 (GAE, mg), toplam flavonoid madde miktarı ortalama 60.81 (QE, mg), DPPH• radikal temizleme aktivitesi ortalama 91.79 EC₅₀ olarak tespit edilmiştir (Yıldırım, 2013).

Türkiye’de Doğu Karadeniz Bölgesinden elde edilen 50 adet çiçek balı örneğinin toplam fenolik madde miktarları 0.24 - 141.83 mg GAE/100 g bal olarak tespit edilmiştir. DPPH• radikal süpürücü etkisi ise %2.30 - 90.73 arasında bulunmuştur (Silici vd., 2010).

Gül ve Pehlivan, (2018), tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’nin çeşitli bölgelerinden elde edilen balların antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre balların ortalama DPPH• radikal süpürücü değeri 29.07 mg/mL olarak tespit edilmiştir.

Brezilya’dan elde edilen ballar üzerine yapılan çalışmada, balların toplam fenolik madde içeriği 11.37 – 54.01 mg GAE/100g, flavonoid madde içeriği 2.97-10.46 mg QE/100 g, DPPH• radikal süpürücü aktivitesi 2.48-17.21 mg QEA/100 g olarak bulunmuştur (Bueno-Costa vd., 2016).

2012-2014 yılları arasında Türkiye’deki çiçek ballarının antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, balların toplam fenolik madde miktarı ortalama 185.80 mg GAE/100 g bal olarak, DPPH• serbest radikal süpürücü aktivite inhibisyon değeri ise ortalama IC₅₀ 826.2 mg/mL olarak tespit edilmiştir (Pehlivan, 2015).

2. MATERYAL YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada analiz edilen 15 adet bal numunesi 2018 yılı içerisinde hasat edilmiş ve Gümüşhane ili ilçelerinden Torul, Kürtün, Kelkit, Köse ve Şiran'dan 3'er adet olarak üreticiden doğrudan temin edilmiştir. Tez kapsamındaki analizler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygun olarak yapılmıştır. Bal numuneleri analiz edilmesine kadar olan süreçte TS 3036 Bal Standardı'nda belirtilen 13-14 °C'de, kuru ortamdaki temiz kaplarda muhafaza edilmiş ve her analiz öncesinde homojen hale getirilerek analizleri yapılmıştır.

İlçelerden alınan numunelere verilen kodlar Tablo2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Numune kodları ve temin edilen ilçeler

Numune Kodu	İlçe
N1 - N2 - N3	Torul
N4 - N5 - N6	Şiran
N7 - N8 - N9	Kürtün
N10 - N11 - N12	Kelkit
N13 - N14 - N15	Köse

2.1.1. Gümüşhane İlinin Coğrafi Konumu



Şekil 2.1. Gümüşhane ilinin Türkiye'deki coğrafi konumu (URL-8, 2020)

Çalışmamızda kullanılan bal numuneleri Türkiye'nin zengin floraya sahip illerinden Gümüşhane ilinden temin edilmiştir. Gümüşhane (Şekil 2.1.), Doğu Karadeniz bölgesinde olup ortalama yükseltisi 1200 metredir.

2.2. Yöntem

Nem Tayin Yöntemi

TS 3036 Bal Standardı'nda belirtilen metoda göre yapılmıştır.

Nem tayininde genel olarak refraktometre cihazı kullanılmaktadır. Nem tayini için, analiz edilecek bal numunesinden alınan yeterli miktar, refraktometre cihazının prizmaları arasına konuldu. Refraktometre cihazı, kullanma talimatlarına uygun şekilde kapatılarak gerekli su bağlantıları kuruldu ve numune bölümünün sıcaklığı 20 °C' ye ayarlandı. Bal numunelerinin optik kırılma indisi okundu. Kırılma indisine karşılık gelen nem miktarı okunarak kaydedilmiştir.

Şeker Tayini

Şeker tayini Uluslararası Bal Komisyonu'nda (IHC) belirtilen yöntemlerden Bölüm 7.2'de verilen HPLC ile şeker tayini metoduna göre yapılmıştır (URL-9, 2020).

Prosedürde balın içerdiği şekerlerin (glukoz, fruktoz ve sakaroz) miktarı, membran filtreden geçirilmiş seyreltik bal çözeltisinin HPLC ile analiz edilmesi sonucu tayin edilir. Bu tez kapsamında şeker analizinde saf su, asetronitril ve metanol reaktifleri kullanıldı. Öncelikle glukoz, früktoz ve sakkaroz şekerlerinin standart çözeltileri hazırlandı.

Deney numunesinden bir behere 5.0 g tartıldı ve ısıtılmadan 40 mL saf suda çözüldü. 100 mL'lik balon jojeye 25 mL metanol ilave edilerek saf su ile 100 mL'ye tamamlandı. Çözelti 0.45 µm membran filtreden süzülüp, viallere aktarıldı. Pompalı, otomatik numune alma özelliği olan RI dedektöre sahip kolon fırını olan ve 30°C'de tutulabilen, değerlendirme tertibatlı HPLC cihazı ile ölçüm yapıldı.

Suda Çözünmeyen Madde Tayini

TS 3036 Bal Tebliğinde belirtilen metoda göre yapılmıştır.

Belli miktarda bal, 80°C'lik suda çözülerek gözenekli bir cam krozedden süzüldü. Krozenin üst kısmında kalmış olan katı madde sıcak su ile yıkandı, kurutuldu ve tartıldı. Suda çözünmeyen maddelerin baldaki yüzde oranı bu miktar üzerinden hesaplandı.

Serbest Asitlik Ölçümü

Bu analiz, TS 3036 Bal Tebliğinde belirtilen metoda göre yapılmıştır.

Su ile seyreltilmiş belirli miktardaki bal, ayarlı NaOH çözeltisi ile fenolftalein indikatörüne karşı titre edildi. Titrasyon sonucuna göre, 1 kg balda bulunan asitlerin toplam mili eşdeğer gram sayısı hesaplandı. Analizde fenolftalein çözeltisi, standart sodyum hidroksit çözeltisi ve karbondioksidi uzaklaştırılmış su kullanıldı.

Elektriksel İletkenlik Ölçümü

Uluslararası Bal Komisyonu tarafından belirtilen metotlardan Bölüm 2'ye göre yapılmıştır (URL-9, 2020).

Ölçüm 20°C'de iletkenlik ölçer cihaz ile yapılmıştır. İletkenlik ölçer elektrotu bal çözeltisine daldırılıp sıcaklığı kararlı hale gelinceye kadar bekletildi. Sonuç dijital ekrandan okundu.

Diastaz Sayısı Tayini

Uluslararası Bal Komisyonunda belirtilen yöntemlerden Bölüm 6.2'de verilen fotometrik metoda göre yapılmıştır (URL-9, 2020).

Nişastanın çözünmeyen çapraz bağlı mavi renkli formu substrat olarak kullanıldı. Bu, substrat enzim tarafından hidroliz edilir ve sonuçta mavi renkli suda çözünmeyen parçalar 620nm'de fotometrik olarak belirlenir. Analiz kapsamında sodyum klorür çözeltisi, asetat tampon çözeltisi, nişasta çözeltisi, iyot stok çözeltisi reaktif olarak kullanılmıştır.

HMF Miktarının Tayini

HMF tayini, Uluslararası Bal Komisyonunda belirtilen HPLC ile HMF tayini metodundaki Bölüm 5.1'e göre yapılmıştır (URL-9, 2020).

Numunelerdeki HMF miktarı; filtre edilmiş berrak bal çözeltisinin UV dedektör ile kombine edilmiş ters faz HPLC cihazında analiz edilmesiyle belirlendi. Ballarda HMF miktarı, örneğin ve standart çözeltinin vermiş olduğu pik alanları karşılaştırılarak hesaplandı. Konsantrasyon ve pik alanları arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Sonuçlar mg/kg (ppm) cinsinden hesaplanmıştır. Mobil faz olarak su ve metanol kullanılırken HMF'nin 1, 2, 5 ve 10 mg/L derişimli standart çözeltileri kullanıldı.

Prolin Miktarının Tayini

Bu analiz, Uluslararası Bal Komisyonunda belirtilen metotlardan Bölüm 10'da verilen metoda göre yapılmıştır (URL-9, 2020).

Prolin ninhidrin ile renk vermektedir. Bu nedenle ortama 2-propanol eklenmektedir. Bal numuneleri öncelikle kaynar su banyosunda 10 dakika, 70°C'deki su banyosunda ise 15 dakika bekletilmiştir. Daha sonra spektrofotometrede 510 nm dalga boyunda vermiş olduğu absorbans değeri dikkate alınarak hesaplama yapıldı. Distile su, formik asit, prolin referans çözeltisi, 2-propanol ve etilen glikol monometileter içinde ninhidrin çözeltisi kullanılan reaktiflerdir.

Mineral Madde Tayini

Bal örneklerinden yaklaşık 5 g tartılarak porselen krozelere yerleştirildi. Krozeler 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 numunelerin içerdikleri mineral element, eser element ve ağır metallerin ölçümü için MP-AES (mikrodalga plazma-atomik emisyon spektrometre) cihazı kullanıldı.

İlk olarak tüm metalleri karışım halinde içeren 0.025-10.0 mg/L aralığında toplam 12 adet standart çözelti MP-AES’de ölçülerek ilgili metallerin kalibrasyon grafikleri çizildi. Daha sonra çözünürleştirilen numunelerin çözeltileri cihazda okunarak her bir metalin sinyal değeri 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 yardımı ile derişimler ppm’e (mg/kg) çevrildi.

$$\text{Derişim (mg/kg)} = \frac{C \times V \times S}{m} \quad (2.1)$$

Bu eşitlikte;

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

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

m : Tartılan numune kütlesi (g)

S : Seyreltme katsayısı

Antioksidan Özelliklerin Belirlenmesi

Bal numunelerinde antioksidan özelliklerin belirlenmesi için farklı tayin yöntemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada bal numunelerinin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi için Toplam Fenolik Madde Tayini, Toplam Flavonoid Madde Miktarı ve DPPH• üzerinden Serbest Radikal Süpürücü Etki Tayini metodları kullanılmıştır.

Toplam Fenolik İçerik

Bal numunelerinde Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak Slinkard ve Singleton (1977)’un belirttiği yöntemde yapılan bazı modifikasyonlar ile belirlendi.

Beş farklı konsantrasyonda hazırlanan Gallik asit (500-250-125-62.5-31.25 µg/mL) standart kalibrasyon grafiğinden elde edilen, doğrunun fonksiyonu kullanılarak numunelerdeki fenolik bileşik miktarları gallik asit eşdeğeri (GAE µg/mL) cinsinden hesaplandı.

Toplam Flavonoid Madde Miktarı

Bal numunelerindeki fenolik bileşiklerin alt sınıfı olan flavonoid miktarının belirlenmesi için Fukumoto ve Mazza (2000)'nın önerdiği tayin metodu kullanılmıştır. Kuarsetin reaktifi antioksidan standart olarak kullanıldı. Bu standardın farklı konsantrasyonları hazırlandı. UV-GB spektrofotometre cihazında numunelerin absorbans değerleri okunarak numune konsantrasyonuna karşılık gelen absorbans değerleri ile doğrusal grafiği oluşturuldu. Bu grafiğe göre bal numunelerinin toplam flavonoid madde miktarı Kuarsetin eşdeğeri (QAE µg/mL) olarak belirlendi.

DPPH• Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini

DPPH• (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) radikal süpürme aktivitesinin belirlenmesi Brand-Williams vd., (1995)'in çalışmasına göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre DPPH• radikali farklı numune konsantrasyonu ile muamele edildi ve absorbansındaki değişim ölçülerek, absorbanslara karşılık gelen konsantrasyonlarla bir grafik çizildi. DPPH• konsantrasyonunu yarıya düşüren numune miktarı $y=ax+b$ denklemine göre mg/g ya da µg/g cinsinden belirlendi ve sonuçlar SC₅₀ Troloks eşdeğeri olarak ifade edildi.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Nem Miktarı

Numunelerin nem tayinleri TS 3036 Bal Standardı'nda belirtilen metoda göre yapılmıştır.

Çalışmamızda elde edilen nem miktarları %15.6 – 20.3 değerleri arasındadır (Tablo 3.1). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre; çiçek balında nem miktarı değeri en fazla %20 olmalıdır. N7 numaralı Kürtün ilçesinden temin edilen numunenin nem değeri %20.3 olduğu için TGGK'ya uygun değildir denilebilir. Diğer numunelerin nem miktarları %20'nin altında olup TGGK'ya uygundur.

Tablo 3.1. Numunelerin nem içerikleri

	Nem Miktarı (%)
N1	16.3
N2	15.6
N3	19.5
N4	17.0
N5	15.7
N6	17.6
N7	20.3
N8	17.9
N9	17.4
N10	16.6
N11	16.5
N12	16.7
N13	16.2
N14	18.8
N15	19.6

Türkiye'de satışa sunulan ballar üzerinde yapılan bir çalışmada balların nem değerleri % 14.80 ile % 21.60 arasında (Çetin vd., 2011), Ankara'da tüketime sunulan süzme balların nem değeri ortalama %16.3 (Ünal ve Küplülü, 2006), Kars balları üzerine yapılan bir çalışmada balların nem içeriği %13.2–19.2 arasında (Duman vd., 2008), Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilen balların özellikleri üzerine yapılan başka bir çalışmada ise balların nem oranları %17.1–20.0 arasında bulunmuştur (Özcan ve Ölmez). Balın içerdiği nem

miktarı; iklim koşulları, arı kolonisinin gücü, nektarın nem miktarı gibi faktörlerin etkisiyle değişiklik göstermektedir (Isengard, 2003; Kaplan 2014). Çalışmamızda elde edilen nem miktarları %15.6–20.3 değerleri arasında olduğu için literatürle uyum içerisindedir.

3.2. Şeker Miktarı

Numunelerin şeker tayinleri Uluslararası Bal Komisyonu'nda belirtilen HPLC ile şeker tayini metoduna göre yapılmıştır.

Çalışmamızda elde edilen sakkaroz miktarı en fazla %5.10 oranıdır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre sakkaroz miktarı en fazla %5 olmalıdır. N11 numaralı Kelkit bölgesinden elde edilen numunenin sakkaroz miktarı %5.10 olduğu için TGK'ya uygun değildir. Diğer numuneler sakkaroz miktarı açısından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygundur. Numunelerin şeker içerikleri Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Numunelerin şeker içerikleri

	Sakkaroz (%)	Fruktoz+Glukoz (%)	Fruktoz/Glukoz
N1	1.48	66.80	1.18
N2	TSA	66.63	1.35
N3	1.05	73.27	1.05
N4	1.15	78.99	0.93
N5	3.63	62.25	1.05
N6	2.57	65.72	1.00
N7	TSA	60.58	1.13
N8	1.80	68.26	1.22
N9	1.56	63.82	0.97
N10	1.90	72.13	1.06
N11	5.10	74.92	1.08
N12	1.65	64.50	1.25
N13	2.20	72.53	1.11
N14	TSA	75.04	1.11
N15	TSA	68.85	1.17

TSA: Tespit Sınırı Altında

Türkiye’de üretilmiş, marketlerde satılan çiçek ballarının sakkaroz miktarı %0.46-17.10 değerleri arasında (Çetin vd., 2011), Kars’ta satışa sunulan süzme bal örneklerinin sakkaroz miktarı %0.95-18.05 arasında (Duman vd., 2008), Karadeniz Bölgesi’nden elde edilen bal örneklerinin ortalama sakkaroz değeri %3.62 (Derebaşı vd., 2014), Türkiye’den elde edilen 227 adet bal örneği üzerinde yapılan bir çalışmada ise çiçek balında ortalama sakkaroz miktarı %3.91 olarak tespit edilmiştir (Sorkun vd., 2002). Çalışmamızda analiz edilen balların sakkaroz miktarlarının, literatür ile karşılaştırıldığında benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Balda sakkaroz içeriğinin yüksek olması, sakkarozun yeterince indirgenememesi (balın erken hasat edilmesi sonucu), arıların sakkaroz şuruplarıyla beslenmiş olabileceği veya bala doğrudan sakkaroz ilave edildiği anlamlarına gelebilmektedir (Doğan, 2014).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre çiçek balında fruktoz+glukoz miktarı en az %60 olmalıdır. Bütün numuneler fruktoz+glukoz miktarı açısından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’ne uygun bulunmuştur.

Numunelerin fruktoz/glukoz oranının 0.93 ile 1.35 arasında olduğu görülmüştür. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre çiçek balında fruktoz/glukoz oranı 0.9-1.4 arasında olmalıdır. Numuneler fruktoz/glukoz oranı açısından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’ne uygundur.

Trakya yöresinden elde edilen ballar üzerinde yapılan analizlerde, örneklerin invert şeker (fruktoz+glukoz) miktarları % 72.92 ile % 78.13 arasında, (Şen, 2019), Kars ilinde satılan süzme çiçek ballarının kalite özelliklerini belirlemek üzerine yapılan bir çalışmada bal örneklerinin invert şeker miktarı %51-85 arasında, (Duman vd., 2008), Karadeniz Bölgesi’nden elde edilen bal örnekleri üzerine yapılan bir çalışmada ortalama invert şeker değeri %67.54 olarak (Derebaşı vd., 2014), Türkiye’den elde edilen 227 adet bal örneği üzerinde yapılan bir çalışmada, çiçek balında fruktoz/glukoz ortalama 1.076 olarak tespit edilmiştir (Sorkun vd., 2002). Çalışmamızda elde edilen fruktoz+glukoz ve fruktoz/glukoz değerleri literatürle uyumlu görülmektedir.

3.3. Suda Çözünmeyen Madde

Numunelerin suda çözünmeyen madde tayinleri TS 3036 Bal Tebliği’nde belirtilen metoda göre yapılmıştır.

Numunelerin suda çözünmeyen madde oranlarının %0.02-0.08 arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.3). TKG'ya göre suda çözünmeyen madde miktarı en fazla %0.1 olmalıdır. Bütün numunelerin suda çözünmeyen madde miktarının TKG'ya uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.3. Numunelerin suda çözünmeyen madde içerikleri

	Suda Çözünmeyen Madde Miktarı (%)
N1	0.02
N2	0.03
N3	0.06
N4	0.02
N5	0.02
N6	0.03
N7	0.08
N8	0.03
N9	0.06
N10	0.05
N11	0.04
N12	0.04
N13	0.03
N14	0.03
N15	0.04

Çiçek balları üzerinde yapılan bir çalışmada, suda çözünmeyen madde miktarının %0.01-0.09 aralığında olduğu (Kartal, 2012), balların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan başka bir çalışmada, suda çözünmeyen madde miktarının %0.002-0.097 aralığında olduğu görülmüştür (Kutlu ve Bengü, 2015). Çalışmamızda elde edilen sonuçların literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

3.4. Serbest Asitlik

Numunelerin serbest asitlik tayinleri TS 3036 Bal Tebliğinde belirtilen metoda göre yapılmıştır.

Bal numunelerinin serbest asitlik değerlerinin 16.7–59.1 meq/kg değerleri arasında olduğu görülmüştür (Tablo 3.4). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre serbest asitlik değeri en fazla 50 meq/kg olmalıdır. Torul ilçesinden temin edilen N3 numaralı örneğin serbest asitlik değeri 53.8 meq/kg ve Kelkit ilçesinden temin edilen N10 numaralı örneğin serbest asitlik değeri 59.1 meq/kg olduğu için bu numuneler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun bulunmamışlardır. Diğer numunelerin serbest asitlik değeri açısından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olduğu görülmüştür.

Tablo 3.4. Numunelerin serbest asitlik değerleri

	Serbest Asitlik (meq/kg)
N1	31.2
N2	30.2
N3	53.8
N4	37.3
N5	18.6
N6	16.7
N7	42.3
N8	46.9
N9	48.5
N10	59.1
N11	31.0
N12	33.3
N13	35.5
N14	47.2
N15	41.1

Süzme çiçek ballarının kimyasal özellikleri üzerine yapılan çalışmada, çiçek ballarının asitlik değerlerinin 8.23–33.21 meq/kg değerleri arasında (Ünal ve Küplülü, 2006), Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgesinde toplanan bazı balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, balların toplam asitlik değerinin 32.49 meq/kg olduğu (Batu vd., 2013), başka bir çalışmada çiçek ballarının asitliklerinin 15.50-41.80 meq/kg arasında bulunduğu (Manzanares vd., 2011), (Silva vd., 2013) tarafından yapılan çalışmada balların serbest asitlik değerlerinin 24.66-59.66 meq/kg arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen serbest asitlik değerleri ülkemiz ve dünyada yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında, elde edilen serbest asitlik değerlerinden daha yüksek ve daha düşük sonuçların elde edildiği tespit edilmiştir. Serbest asitliğin balda gerçekleşen kimyasal reaksiyonları etkilediği, balın mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını arttırdığı ve balın lezzeti üzerine etkileri olduğu bilinmektedir (Cavia vd., 2007). Birçok araştırmacı balda serbest asitliğin zamanla artacağını bildirmiştir. Bunun sebebi, baldaki şeker ve alkollerin baldaki mayalar tarafından fermentasyona uğratarak aside dönüştürülmesidir (Doğan, 2014).

3.5. Elektriksel İletkenlik

Çalışmamızda numunelerin elektrik iletkenliği değerleri Uluslararası Bal Komisyonu'nda belirtilen metoda göre yapılmıştır.

Numunelerin elektriksel iletkenlik değerleri 0.17–0.99 mS/cm değerleri arasında bulunmuştur (Tablo 3.5). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre elektriksel iletkenlik değeri en fazla 0.8 mS/cm olmalıdır. N7 numaralı Kürtün bölgesi örneğinin elektriksel iletkenlik değeri 0.99 mS/cm olduğu için TKG'ya uygun bulunmamıştır. Bu numune dışındaki numuneler elektriksel iletkenlik açısından TKG'ya uygundur.

Tablo 3.5. Numunelerin elektriksel iletkenlik değerleri

	Elektriksel İletkenlik (mS/cm)
N1	0.18
N2	0.35
N3	0.26
N4	0.28
N5	0.19
N6	0.20
N7	0.99
N8	0.80
N9	0.64
N10	0.17
N11	0.17
N12	0.24
N13	0.20

Tablo 3.6. (devamı)

N14	0.35
N15	0.25

Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgelerindeki çiçek ballarının fizikokimyasal ve biyokimyasal değerleri üzerine yapılan çalışmada elektriksel iletkenlik değerleri 0,18 mS/cm ile 0,47 mS/cm arasında (Batu vd., 2013), Türkiye'de tüketime sunulan çiçek balları üzerine yapılan bir çalışmada elektriksel iletkenlik değeri 0.14–0.95 mS/cm arasında (Çetin vd., 2011), çeşitli balların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, çiçek ballarının elektriksel iletkenlik değerleri 0.11-0.89 mS/cm değerleri arasında tespit edilmiştir (Yıldız vd., 2016). Çalışmamızda elde edilen elektriksel iletkenlik değerleri yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında elde edilen verilerin literatürle uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Yüksek mineral içeriğine sahip balların elektriksel iletkenliği de yüksek olduğu (Solayman vd., 2016) ve balın elektriksel iletkenliği ile kül içeriği arasında da doğru orantılı bir ilişki bulunduğu bildirilmektedir (Çınar 2010).

3.6. Diastaz Sayısı

Numunelerin diastaz sayısı analizleri Uluslararası Bal Komisyonu'nda belirtilen fotometrik metoda göre yapılmıştır.

Çalışmamızda numunelerin diastaz sayıları 25.0–60.0 değerleri arasında tespit edilmiştir (Tablo 3.6). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre diastaz sayısı en az 8 olmalıdır. Bütün numunelerin diastaz sayısı sonucunun TKG'ya uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.7. Numunelerin diastaz sayısı değerleri

	Diastaz Sayısı
N1	27.3
N2	50.0
N3	50.0
N4	60.0
N5	60.0
N6	60.0

Tablo 3.6. (devamı)

N7	60.0
N8	60.0
N9	60.0
N10	60.0
N11	60.0
N12	60.0
N13	25.0
N14	60.0
N15	60.0

Türkiye'de tüketime sunulan çiçek balları üzerine yapılan bir çalışmada balların diastaz sayısı 1.00–20.00 arasında (Çetin vd., 2011), Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgelerinden elde edilen çiçek ballarının diastaz değerleri 8.3 ile 17.9 arasında (Batu vd., 2013), Karadeniz Bölgesi balları üzerine yapılan çalışmada, balların diastaz sayısı ortalama 10.45 olarak tespit edilmiştir (Derebaşı vd., 2014). Diastaz enzimi sayısı bala ısıtma işlemi uygulanıp uygulanmadığını gösteren bir parametredir. Sıcaklık artışı balda bulunan enzimlerin parçalanmasına neden olmaktadır. Isıya diğer enzimlerden daha duyarlı olan diastaz enziminin parçalanması dolayısıyla diastaz enzimi sayısının azalması, bala uygulanan ısıtma işlemi hakkında bilgi vermektedir (Güney, 2010; Tosmur, 2004; Ulusoy, 2010). Çalışmamızda elde edilen ortalama diastaz sayısı değeri (54.2) literatür ile karşılaştırıldığında değerlerin yapılan çalışmalardan yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç N1-15 nolu numunelerde herhangi bir ısıtma işleminin uygulanmadığının göstergesi olabilir.

3.7. HMF Miktarı

Numunelerin HMF miktarı tayinleri Uluslararası Bal Komisyonu'nda belirtilen HPLC ile HMF tayin metoduna göre yapılmıştır.

Numunelerin HMF miktarları 0.37–18.89 mg/kg aralığında olup ortalaması 4.52 bulunmuştur (Tablo 3.7). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre HMF miktarı en fazla 40 mg/kg olmalıdır. Çalışılan bütün örneklerin HMF miktarları TGK'ya uygun bulunmuştur.

Tablo 3.8. Numunelerin HMF içerikleri

	HMF Miktarı (mg/kg)
N1	2.51
N2	0.51
N3	0.37
N4	2.29
N5	3.32
N6	18.89
N7	3.99
N8	1.01
N9	4.58
N10	5.17
N11	5.08
N12	9.30
N13	3.20
N14	4.45
N15	3.07

İpek, (2012), bal örneklerinin HMF miktarlarını 1.47-17.67 mg/kg aralığında, Yılmaz ve Küfrevioğlu, (2001) 3.3 mg/kg olarak, Ünal ve Küplülü, (2006) ise 74.51 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Balın HMF içeriği ve diastaz sayısı, balda kalite kriteri olarak kullanılan en önemli iki faktördür (Fallico vd., 2004). Balın maruz kaldığı sıcaklık ve depolama süresinin artması, balda HMF içeriğini arttıran ve diastaz sayısını azaltan etmenlerdir (Dustmann, 1993). Çalışmamızda elde edilen HMF miktarlarının ortalamasına (4.52 mg/kg) bakıldığında HMF değerlerinin diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlara benzerlik gösterdiği ve TGK'ya uygun olduğu görülmektedir. Elde edilen HMF sonuçlarının düşük olması numunelere herhangi bir ısıtıl işlemin uygulanmadığının göstergesi olabilir.

3.8. Prolin Miktarı

Numunelerin prolin miktarı analizleri Uluslararası Bal Komisyonu'nda belirtilen metoda göre yapılmıştır.

Numunelerin prolin miktarlarının 562.7–1466.1 mg/kg değerleri arasında ve ortalama olarak ta 822.3 mg/kg olduğu görülmüştür (Tablo 3.8). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne

göre prolin miktarı en az 300 mg/kg olmalıdır. Bütün numunelerin prolin miktarı açısından TKG'ya uygun olduğu görülmüştür.

Tablo 3.9. Numunelerin prolin içerikleri

	Prolin Miktarı (mg/kg)
N1	1029.79
N2	1466.15
N3	806.01
N4	722.10
N5	656.36
N6	754.27
N7	850.77
N8	597.62
N9	929.09
N10	751.47
N11	706.71
N12	1164.06
N13	740.28
N14	562.66
N15	597.62

Erzurum, Giresun, Hakkari ve Rize illerinden toplanan bal örnekleri üzerine yapılan bir çalışmada, prolin oranlarının 503.46 – 696.09 mg/kg arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Bayram ve Demir, 2018). Türkiye'nin 28 farklı ilinden toplanan ballar üzerinde yapılan çalışmada prolin değerleri; çiçek ballarında 15.87 – 96.3 mg/kg değerleri aralığında belirlenmiştir (Sorkun vd., 2002).

Prolin içeriği, balın türüne göre değişiklik göstermekle birlikte, balın olgunluk düzeyini de yansıtmaktadır (Meda vd, 2005; Hermosin vd, 2003). Prolin içeriği, balın saflık kriterlerinden biridir. Tağşiş yapılmış balların prolin değerleri daha düşük olacağı için hileli balların tanımlanmasında prolin değerinden yararlanılabilmektedir (Can vd., 2015). Çalışmamızda elde edilen prolin değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim N1-15 numunelerinin ortalama prolin değeri 822.33 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerden analiz edilen Gümüşhane yöresi ballarının saflık değerinin yüksek olduğu ve herhangi bir tağşiş yapılmamış olabileceği sonucuna varılabilir.

3.9.Mineral Madde İçeriği

Mineral elementlerin (K, Mg, Ca, Na, Fe, Cu, Mn ve Zn) ve diğer bazı eser element ve ağır metal (Cd, Pb, Co, Ni, Al ve Cr) analizi için MP-AES sistemi kullanılmıştır. Baldaki mineral element konsantrasyonu o elementin kalibrasyon eğrisi, absorbands değer ve seyreltme faktörü dikkate alınarak hesaplanmıştır.

N1-15 numunelerin yapılan analizler sonucunda mineral-eser element ve ağır metal içerikleri Tablo 3.9 ve Tablo 3.10'daki gibi tespit edilmiştir.



Tablo 3.10. Numunelerin mineral – eser element ve ağır metal içerikleri (1)

	Ca		Mg		Na		K		Fe		Zn		Cu	
	ppm	s	ppm	s	Ppm	s	ppm	s	ppm	s	ppm	s	ppm	s
N1	26.5	1.3	9.4	0.4	22.1	0.5	342.0	16.2	3.8	0.1	0.58	0.02	1.02	0.04
N2	14.7	0.7	10	0.4	34.9	2.1	195.4	10.2	3.2	0.1	0.37	0.02	1.48	0.05
N3	35.1	2.0	8.8	0.2	32.3	1.2	462.2	19.5	3.3	0.1	1.99	0.07	0.68	0.03
N4	10.0	0.3	4.4	0.1	7.2	0.3	159.9	6.8	3.5	0.2	0.49	0.01	0.63	0.02
N5	21.1	0.8	8.1	0.3	3.4	0.1	98.2	3.9	6.3	0.2	<0.23		<0.15	
N6	36.0	2.2	11.5	0.6	7.5	0.3	342.6	17.1	5.3	0.2	0.78	0.04	0.27	0.02
N7	168.5	7.2	51.8	2.8	53.5	2.2	3453.4	162.2	19.5	1.0	0.64	0.04	2.98	0.12
N8	130.9	4.3	42.3	2.0	54.2	2.7	1951.2	66.0	16.6	0.7	1.90	0.08	2.25	0.12
N9	89.4	3.7	43.1	1.9	126.5	5.7	966.0	19.4	8.6	0.4	15.39	0.71	1.39	0.06
N10	39.2	2.1	11.0	0.4	28.9	1.2	225.1	8.6	5.1	0.1	0.82	0.05	0.97	0.02
N11	101.6	4.3	18.5	0.8	58.6	2.2	1232.3	63.4	9.2	0.4	0.73	0.04	1.00	0.02
N12	79.9	3.0	15.4	0.6	37.1	1.4	402.9	19.8	3.4	0.1	11.13	0.47	0.62	0.03
N13	51.5	3.3	14.0	0.5	66.3	2.1	430.3	12.4	4.5	0.1	2.64	0.08	0.32	0.02
N14	14.2	0.6	4.6	0.3	10.4	0.4	110.1	4.1	6.5	0.3	<0.23		0.17	0.03
N15	67.3	3.2	9.6	0.3	22.7	0.4	193.7	5.9	9.5	0.4	<0.23		1.35	0.05

s:Standart sapma

Tablo 3.11. Numunelerin mineral – eser element ve ağır metal içerikleri (2)

	Al		Mn		Cd		Co		Ni		Pb		Cr	
	ppm	s	ppm	s	Ppm	s	ppm	s	ppm	s	ppm	s	ppm	s
N1	6.54	0.18	0.22	0.02	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	0.16	0.01	<0.15	-
N2	6.33	0.24	0.24	0.02	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	0.14	0.01	<0.15	-
N3	7.04	0.21	0.18	0.02	<0.13	-	<0.13	-	0.28	0.02	0.21	0.01	<0.15	-
N4	0.46	0.01	0.18	0.02	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	0.15	0.01	<0.15	-
N5	6.08	0.23	0.34	0.02	<0.13	-	<0.13	-	0.29	0.02	0.2	0.01	<0.15	-
N6	3.94	0.20	0.28	0.01	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	<0.13	-	<0.15	-
N7	72.94	1.50	3.32	0.11	<0.13	-	<0.13	-	0.42	0.03	0.41	0.03	0.29	0.02
N8	73.51	2.54	2.45	0.10	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	0.31	0.02	<0.15	-
N9	28.31	1.30	2.04	0.07	<0.13	-	<0.13	-	0.31	0.02	0.21	0.02	<0.15	-
N10	5.93	0.21	0.19	0.01	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	0.21	0.02	<0.15	-
N11	18.68	0.68	0.86	0.04	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	0.17	0.01	0.2	0.02
N12	5.43	0.20	0.14	0.01	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	<0.13	-	<0.15	-
N13	4.28	0.14	0.44	0.02	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	<0.13	-	<0.15	-
N14	2.55	0.09	0.13	0.01	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	0.2	0.01	<0.15	-
N15	6.79	0.25	0.16	0.01	<0.13	-	<0.13	-	<0.19	-	0.24	0.02	<0.15	-

s:Standart sapma

Numunelerin, 10-168.5 ppm aralığında Ca; 4.4-51.8 ppm aralığında Mg; 3.4-126.5 ppm aralığında Na; 98.2-3453.4 ppm aralığında K; 3.18-19.53 ppm aralığında Fe; <0.23-15.39 ppm aralığında Zn; <0.15-2.98 ppm aralığında Cu; 0.46-73.51 ppm aralığında Al; 0.13-3.32 ppm aralığında Mn; <0.13 ppm seviyesinde Cd; <0.13 ppm seviyesinde Co; <0.19-0.42 ppm aralığında Ni; <0.13-0.41 ppm aralığında Pb; <0.15-0.29 ppm aralığında Cr içerdiği tespit edilmiştir.

Numunelerin mineral madde içerikleri incelendiğinde, her numunenin en fazla potasyum içerdiği tespit edilmiştir. En fazla potasyum içeren örnek Kürtün yöresinden alınan N7 numaralı örnek (3453.4 ppm) olurken, Şiran yöresinden alınan N5 numaralı örneğin ise en az miktarda (98.2 ppm) potasyum içerdiği tespit edilmiştir. Üren vd. (1998), Doğan, (2014), Günbey vd., (2010) tarafından yapılan analizlerde çiçek ballarının mineral madde bakımından en fazla potasyum içerdiği tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatürü desteklemektedir.

Numunelerin içerdiği Na miktarları incelendiğinde N9 kodlu Kürtün yöresi örneğinin en fazla (126.5 ppm), N5 kodlu Şiran örneğinin en az miktarda (3.4 ppm) Na içeren örnek olduğu tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında bal örneklerinde Na içeriği, Günbey vd., (2010) tarafından 10.02 mg/kg, Derebaşı vd., (2014) tarafından 10.75 mg/kg, Doğan, (2014) tarafından 118.04 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçların bu sonuçlara benzerlik gösterdiği görülmüştür.

N1-15 nolu balların Mg miktarları incelendiğinde en yüksek seviye ise N7 numaralı Kürtün yöresi örneğinde 51.8 ppm, en düşük olarak ise 4.4 ppm olarak N4 numaralı Şiran yöresi örneğinde, görülmektedir. Derebaşı vd., (2014) tarafından yapılan çalışmada Mg 19.97 mg/kg, Günbey vd., (2010) tarafından yapılan çalışmada ise Mg 24.35 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Örneklerin yapılan çalışmalara benzer miktarlarda Mg içerdiği belirlenmiştir.

Numunelerin içerdikleri Ca miktarları incelendiğinde, N7 numaralı Kürtün ilçesinden temin edilen numunenin en fazla Ca içeren (168.5 ppm) örnek olduğu, N4 numaralı örneğin ise en az miktarda Ca içeren (10 ppm) örnek olduğu görülmüştür. Üren vd. (1998) tarafından yapılan çalışmada ballardaki Ca miktarı 71.5 ppm olarak tespit edilmiş olup, çalışmamızda benzer olarak 10-168.5 ppm Ca olarak bulunmuştur.

Örneklerin Fe içerikleri karşılaştırıldığında; N7 numaralı Kürtün ilçesinden temin edilen numunenin en fazla Fe içeren (19.53 ppm) örnek olduğu, N2 numaralı Torul ilçesinden elde edilen örneğin ise en az miktarda Fe içeren (3.18 ppm) örnek olduğu tespit edilmiştir.

Bulunan Zn seviyeleri kıyaslandığında; N9 numaralı Kürtün numunesinin (15.39 ppm) ilk sırada geldiği, N5 numaralı Şiran numunesinin (<0.23 ppm) ise son sırada geldiği görülmüştür. Cu seviyelerine bakıldığında ise N7 numaralı Kürtün ilçesinden elde edilen numunenin en yüksek miktarda (2.98 ppm), N5 numaralı Şiran ilçesinden elde edilmiş örneğin ise en düşük miktarda (<0.15 ppm) Cu içerdiği tespit edilmiştir.

Derebaşı vd., (2014) tarafından yapılan analizlerde ballarda Mn 0.34 mg/kg , Günbey vd., (2010) tarafından yapılan analizlerde ise Fe 1.58 mg/kg, Cu 0.18 mg/kg, Mn 0.26 mg/kg olarak bulunmuştur. Üren vd. (1998), ballarda Zn miktarını 0.977 ppm, Fe miktarını 4.90 ppm, Doğan, (2014), ise Zn miktarını 11.56 mg/kg olarak bulmuştur.

Çalışmadaki örneklerin Mn ve Cu miktarlarının Günbey vd., (2010) tarafından yapılan çalışma ile, Zn düzeyinin Üren vd. (1998) tarafından yapılan çalışma ile uyumlu olduğu görülmektedir. Örneklerin içerdiği Fe miktarının ise Üren vd. (1998) tarafından yapılan çalışmaya benzer olduğu tespit edilmiştir.

Örneklerin içerdikleri Al miktarlarına bakıldığında N8 numaralı Kürtün ilçesinden elde edilen örneğin (73.51 ppm) ilk sırada geldiği, N4 numaralı Şiran ilçesinden elde edilen örneğin (0.46 ppm) ise son sırada geldiği görülmüştür.

Örnekler arasında Mn içeriği en yüksek olanın N7 numaralı örnek (3.32 ppm) olduğu ve Mn içeriği en düşük olanın ise N14 numaralı örnek (0.13 ppm) olduğu görülmüştür. Numunelerin <0.13 ppm seviyesinde Cd ve Co içerdikleri tespit edilmiştir. Ni seviyelerine bakıldığında ise N7 numaralı Kürtün numunesinin ilk sırada geldiği (0.42 ppm) ve N1 numaralı Torul numunesinin son sırada (<0.19) yer aldığı tespit edilmiştir.

N1-15 nolu numunelerin Pb içeriklerine bakıldığında 0.41 ppm ile N7 numaralı Kürtün örneğinin ilk sırada olduğu, <0.13 ppm ile N6 numaralı Şiran örneğinin son sırada olduğu görülmüştür. Örneklerin Cr içerikleri incelendiğinde ise N7 numaralı Kürtün örneğinin en fazla miktarda (0.29 ppm), N1 numaralı örneğin ise en az miktarda (<0.15 ppm) içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir.

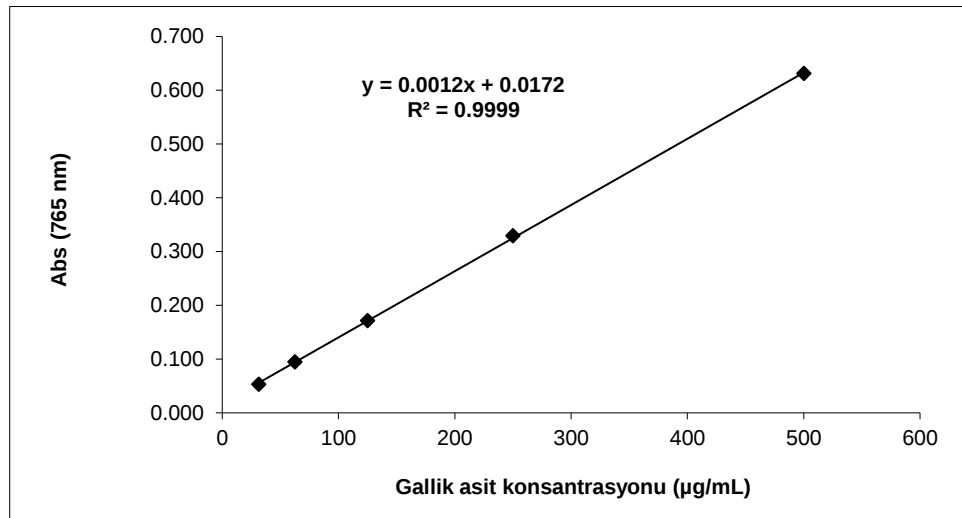
Balın içerdği mineral madde miktarı, elde edildiği bitki kaynağına, iklim şartlarına ve ekstraksiyon tekniğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Doğan, 2014). Çalışmamızda yapılan mineral madde analizi sonuçlarına göre analizi yapılan Gümüşhane yöresi ballarının farklı mineralleri değişik oranlarda içerdikleri görülmektedir. Ortalamalara bakıldığında Kürtün yöresi ballarının mineral madde miktarının diğer ilçelere göre daha fazla olduğu görülmektedir.

3.10. Antioksidan Aktivite

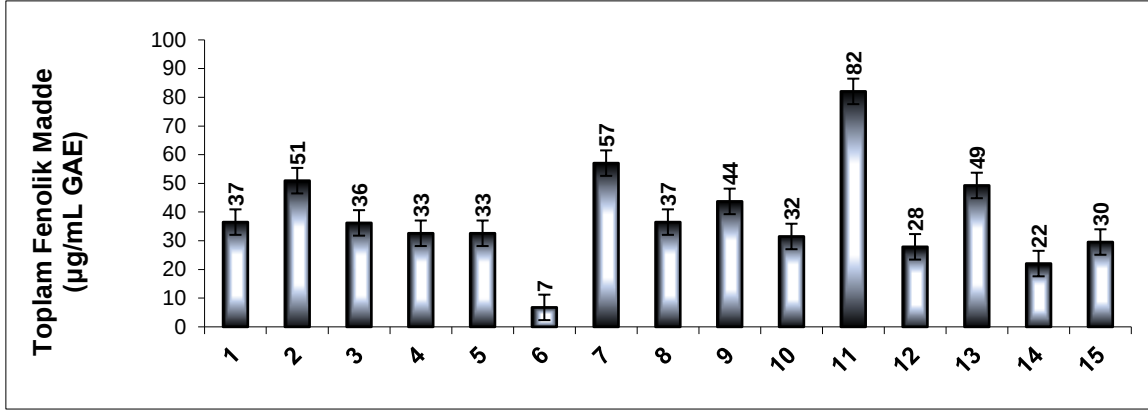
3.10.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak Slinkard ve Singleton (1977) yöntemine göre bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir.

Beş farklı konsantrasyonda hazırlanan Gallik asit (500-250-125-62.5-31.25 µg/mL) standart kalibrasyon grafiğinden (Şekil 3.1) elde edilen doğrunun fonksiyonu kullanılarak numunelerdeki fenolik bileşik miktarları gallik asit eşdeğeri (GAE µg/mL) cinsinden hesaplanarak sonuçlar Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Toplam fenolik madde miktarı tayininde kullanılan gallik asit standart kalibrasyon grafiği

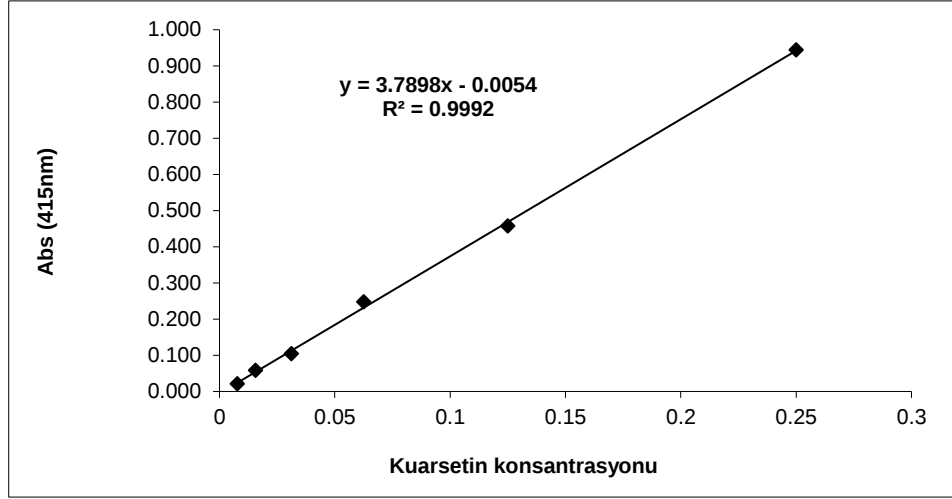


Şekil 3.2. Balların toplam fenolik madde içeriklerinin karşılaştırılması

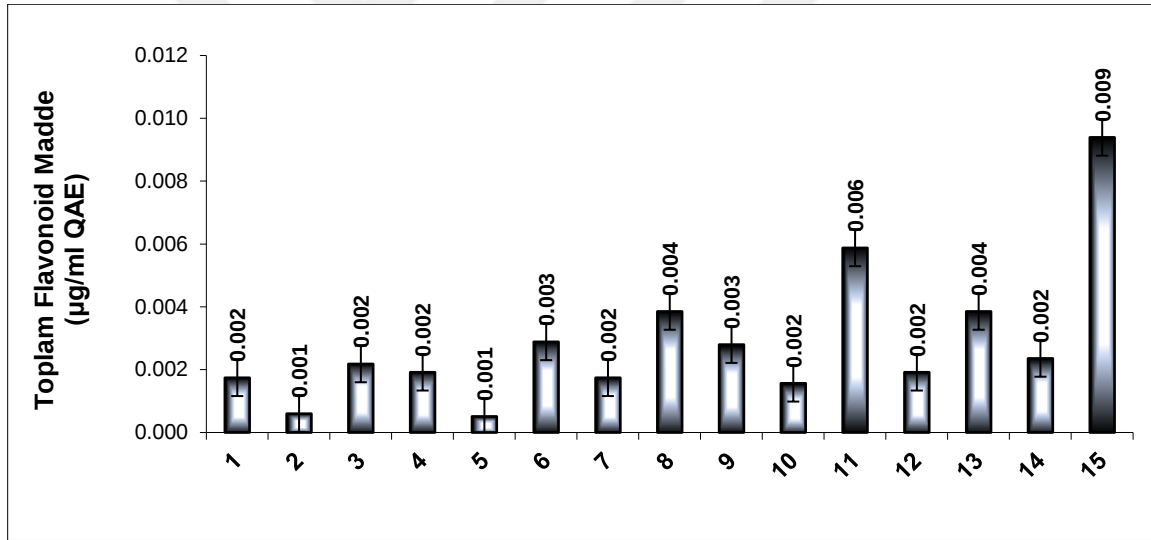
Örneklerin toplam fenolik madde miktarları 7-82 µg/mL GAE aralığında bulunmuştur. N11 kodlu Kelkit ilçesinden elde edilen numunenin toplam fenolik madde miktarı 82 µg/mL GAE bulunmuştur. Bu değer analizi yapılan ballar içerisindeki en yüksek değerdir. Elde edilen veriler incelendiğinde Kelkit ilçesinden alınan numunelerin diğer ilçelerle karşılaştırıldığında en yüksek miktarda ortalama olarak 47.33 µg/mL GAE fenolik madde içerdiği görülmüştür. Balların antioksidan özellikleri balın üretildiği nektarın toplandığı bitkisel kaynağa ve mevsimsel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değiştiğinden dolayı çalışmamızda farklı sonuçlar bulunmuştur.

3.10.2. Toplam Flavonoid Madde Miktarı

Fenolik bileşiklerden flavonoidlerin tayini Fukumoto ve Mazza (2000)'ya göre yapılmıştır. Antioksidan standardı olarak Kuarsetinin değişik konsantrasyonları hazırlandı. Absorbans değerleri UV'den okunarak konsantrasyona karşılık gelen absorbans değerleri ile grafik çizilmiştir (Şekil 3.3.). Çizilen grafiğe göre ekstraktların toplam flavonoid madde miktarı Kuarsetin eşdeğeri (QAE µg/mL) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Toplam flavonoid madde miktarı tayininde kullanılan kuarsetin standart kalibrasyon grafiği

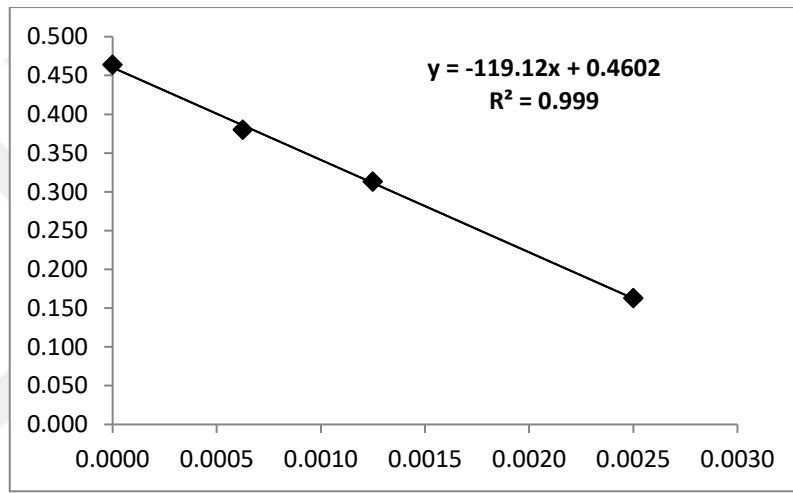


Şekil 3.4. Balların toplam flavonoid madde içeriklerinin karşılaştırılması

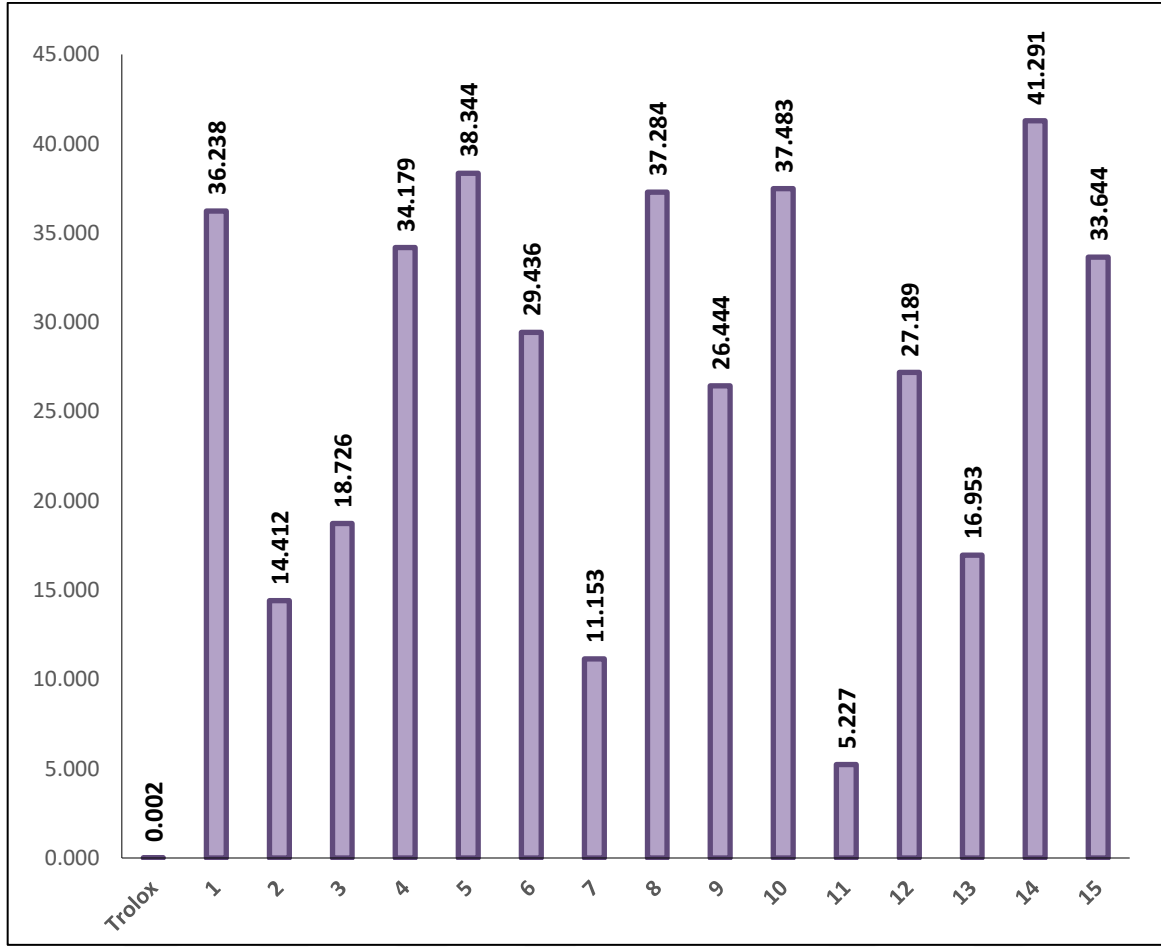
Örneklerin toplam flavonoid madde içerikleri 0.001-0.009 µg/mL QAE aralığında tespit edilmiştir. Köse ilçesinden elde edilen N15 numunesinin toplam flavonoid madde içeriği 0.009 µg/mL QAE olarak tespit edilmiş olup, bu değer analizi yapılan numuneler arasında en yüksek değerdir. Elde edilen değerlere ortalama olarak bakıldığında Köse ilçesinden temin edilen balların ortalama olarak 0.005 µg/mL QAE flavonoid madde içerdiği görülmüştür. Toplam flavonoid madde içeriği bakımından Köse ilçesinin ilk sırada geldiği tespit edilmiştir.

3.10.3. DPPH• Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini

DPPH• (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) radikal süpürme aktivitesi Brand-Williams vd., (1995)'e göre yapılmıştır. Farklı numune konsantrasyonları ile reaksiyona sokulan DPPH• radikalinin absorbansındaki değişimi ölçüldü. Burada absorbanslara karşılık gelen konsantrasyonlar ile grafik çizildi (Şekil 3.5). DPPH• konsantrasyonunu yarıya düşüren numune miktarı, $y=ax+b$ denkleminde mg/g ya da µg/g cinsinden belirlendi ve sonuçlar SC₅₀ Troloks eşdeğeri olarak ifade edildi (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. DPPH• yönteminde kullanılan Troloks antioksidan standart kalibrasyon grafiği



Şekil 3.6. Balların DPPH• yöntemine göre SC₅₀ (mg/g) Troloks eşdeğerlerinin karşılaştırılması

Örneklerin DPPH• radikal temizleme aktivitesi sonuçları 5.227-41.291 SC₅₀ (mg/g) değerleri arasında tespit edilmiştir. N11 numaralı Köse ilçesinden temin edilmiş bal numunesinin DPPH• Radikal Temizleme Aktivitesi 5.227 SC₅₀ (mg/g) olarak tespit edilmiştir. Bu değer numuneler arasındaki en yüksek aktiviteyi göstermektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde Torul ilçesinden temin edilmiş numunelerin DPPH• radikal temizleme aktivitesi değeri ortalama 69.38 SC₅₀ (mg/g) olarak tespit edilmiştir. Analizi yapılan örnekler arasında Torul ilçesinden elde edilen örneklerin DPPH• radikal temizleme aktivitesi değeri açısından ilk sırada geldiği görülmüştür.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bal, tarihin ilk çağlarından beri çeşitli amaçlarla kullanılan değerli, doğal, tatlı bir gıda maddesidir. Besin değerinin yüksek olması ve tadı dolayısıyla beslenmemizde önemli bir yeri olan bal, çeşitli hastalıkların tedavisinde de kullanılmaktadır. Zengin kimyasal içeriği ile bal; gıda, ilaç ve kozmetik sektörlerinde çeşitli şekillerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Çalışmamızda Gümüşhane ilinin Torul, Kürtün, Kelkit, Köse ve Şiran ilçelerinin her birinden 3'er adet, toplamda 15 adet çiçek balı örneğinin kalite özellikleri ve antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Çalışma sonucunda örneklerin birkaç tanesi dışında tüm balların Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7)'ne uygun olduğu tespit edilmiştir. Balda ısıtma işlemi, kristal görünümünün engellenmesi ya da ortadan kaldırılması amacıyla ve balda fermantasyonu engellemek amacıyla sınırlı bir şekilde uygulanabilmektedir. Uygulanan ısıtma işleminin fazla olması balda diastaz sayısının azalmasına ve balın içerdiği HMF miktarının artmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda çalışmamızda elde edilen sonuçlar incelendiğinde örneklerin ısıtma işlemi görmediği sonucuna varılabilmektedir.

Prolin balda en fazla bulunan amino asit olup balın protein miktarı prolin değeri olarak verilir. Prolin miktarı balda kalitenin önemli bir göstergesidir. Tağış yapılımlı balların prolin değerleri daha düşüktür. Çalışmamızdaki örneklerin içerdiği prolin miktarlarına bakıldığında balların yüksek miktarda (562.66-1466.15 mg/kg) prolin içerdiği görülmüştür.

Çalışmamızdaki bal numunelerinin mineral madde içeriğinin kalitatif ve kantitatif açıdan zengin olduğu değişik miktarlarda Ca, Mg, Na, K, Fe, Zn, Cu, Al, Mn, Cd, Co, Ni, Pb ve Cr içerdiği belirlenmiştir. Özellikle N7 kodlu Kürtün yöresinden alınan bal örneğinin 3453.4 ppm potasyum açısından zengin olduğu görülmektedir.

Numunelerin antioksidan özelliklerinin araştırılması sonucunda toplam fenolik madde içeriği olarak Kelkit yöresi ballarının (ortalama 47.33 µg/mL GAE) en fazla değerde, toplam flavonoid madde miktarı olarak Köse yöresi ballarının (ortalama 0.005 µg/mL QAE) en fazla değerde, DPPH radikal temizleme aktivitesi olarak ise Torul yöresi ballarının (ortalama 69.38 SC₅₀ (mg/g)) en yüksek değerde antioksidan aktivite gösterdikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada Gümüşhane yöresinden alınıp analizi yapılan bal numunelerinde taklit-tağış olmadığı, besleyici değerlerinin olduğu ve bu balların Türk Gıda Kodeksi ve Uluslararası Standartlarda belirtilen değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. Bal numuneleri Gümüşhane yöresine aittir. Aynı yöreye ait olmasına karşın numunelerin temin edildiği ilçelerin yükseltilerin, toprak yapılarının, çiçek çeşitlerinin farklı olması gibi faktörlerden dolayı analizleri yapılan ballar farklı kalite ve antioksidan özellikler göstermiştir. Analizleri yapılan balların kalite özellik sonuçlarından yola çıkılarak bu balların doğal oldukları sonucuna ulaşılabilir.

Günümüzde ballar üzerine çok çeşitli biyolojik aktivite çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmada Gümüşhane yöresi ballarının biyolojik olarak sadece antioksidan özellikleri araştırılmıştır. Bu ballar üzerine farklı biyolojik aktivite çalışmaları yapılabilir. Gümüşhane yöresi ballarının tanıtımı yapılarak tüketiciye tavsiye edilebilir. Zengin bir flora'ya sahip Gümüşhane yöresinde arıcılığın geliştirilmesi için bal üretiminin teşvik edilerek üretilen balların pazarlanması için çalışmalar yapılabilir.

Tablo 4.1. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar

Numune No	Nem %	Sakkaroz %	Fruktoz+glukoz %	Fruktoz/glukz	Suda çözünmeyen madde %	Serbest asitlik meq/kg	Elektrik iletkenliği mS/cm	Diastaz sayısı	HMF mg/kg	Prolin mg/kg	Antioksidan Aktivite		
											Toplam Fenolik Madde Miktarı (µg/mL GAE)	Toplam Flavonoid Madde Miktarı (µg/mL QAE)	DPPH• Radikal Temizleme Aktivitesi (SC ₅₀ mg/g)
1	16.3	1.48	66.80	1.18	0.02	31.2	0.18	27.3	2.51	1029.79	37	0.002	36.238
2	15.6	-	66.63	1.35	0.03	30.2	0.35	50.0	0.51	1466.15	51	0.001	14.412
3	19.5	1.05	73.27	1.05	0.06	53.8	0.26	50.0	0.37	806.01	36	0.002	18.726
4	17.0	1.15	78.99	0.93	0.02	37.3	0.28	60.0	2.29	722.10	33	0.002	34.179
5	15.7	3.63	62.25	1.05	0.02	18.6	0.19	60.0	3.32	656.36	33	0.001	38.344
6	17.6	2.57	65.72	1.00	0.03	16.7	0.20	60.0	18.89	754.27	7	0.003	29.436
7	20.3	-	60.58	1.13	0.08	42.3	0.99	60.0	3.99	850.77	57	0.002	11.153
8	17.9	1.80	68.26	1.22	0.03	46.9	0.80	60.0	1.01	597.62	37	0.004	37.284
9	17.4	1.56	63.82	0.97	0.06	48.5	0.64	60.0	4.58	929.09	44	0.003	26.444
10	16.6	1.90	72.13	1.06	0.05	59.1	0.17	60.0	5.17	751.47	32	0.002	37.483
11	16.5	5.10	74.92	1.08	0.04	31.0	0.17	60.0	5.08	706.71	82	0.006	5.227
12	16.7	1.65	64.50	1.25	0.04	33.3	0.24	60.0	9.30	1164.06	28	0.002	27.189
13	16.2	2.20	72.53	1.11	0.03	35.5	0.20	25.0	3.20	740.28	49	0.004	16.953
14	18.8	-	75.04	1.11	0.03	47.2	0.35	60.0	4.45	562.66	22	0.002	41.291
15	19.6	-	68.85	1.17	0.04	41.1	0.25	60.0	3.07	597.62	30	0.009	33.644

5. KAYNAKLAR

- Al-Mamary, M., Al-Meer, A. ve Al-Habori, M., 2002. Antioxidant Activities and Total Phenolics of Different Types of Honey, Nutrition Research, 22, 9, 1041-1047.
- Alpat, U., 2018. Çam Balının Fonksiyonel ve Biyoaktif Özelliklerinin Ülkemizde Üretilen Diğer Önemli Ballarla Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 72s.
- Alqarni, A. S., Owayss, A. A., Mahmoud, A. A. ve Hannan, M. A., 2012. Mineral Content and Physical Properties of Local and Imported Honeys in Saudi Arabia, Journal of Saudi Chemical Society, 18, 5, 618-625.
- Andrade, P., Federico Ferreres, F., Gilb, M.I. ve Tomás Barberán, F.A., 1997. Determination of Phenolic Compounds in Honeys with Different Floral Origin by Capillary Zone Electrophoresis, Food Chemistry, 1, 79-81.
- Anonim, 2002. Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü TS 3036/2002, Ankara, 24 s.
- Anonim, 2020. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7). Tarım ve Orman Bakanlığı, 19/2/2020 tarihli ve 31044 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anupama, D., Bhat, K.K. ve Sapna, V.K., 2003. Sensory and Physico-Chemical Properties of Commercial Samples of Honey, Food Research International, 36, 183-191.
- Aydoğmuş, R.,E., 2013. Batı Anadolu Bölgesinde Üretilen Balların Farklı Koşullarda Depolanması Sonucunda Biyokimyasal ve Fizikokimyasal Kalitelerindeki Değişimin İzlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tunceli, 45s.
- Azeredo, L. d. C., Azeredo, M.A., de Souza, S. ve Dutra, V. M., 2003. Protein Contents and Physicochemical Properties in Honey Samples of Apis mellifera of Different Floral Origins, Food Chemistry, 80, 2, 249-254.
- Batu, A., Küçük, E., Çimen, M., 2013. Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Çiçek Ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Değerlerinin Belirlenmesi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8, 52-62.
- Bayram, N.E. ve Demir, E., 2018. Specifying Some Quality Characteristics of Monofloral and Multifloral Honey Samples, Hacettepe J. Biol. & Chem., 463-3, 417-423.
- Bayrambaş, K., 2012. Türkiye’de Üretilen Balların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 80s.
- Birer, S. ve Yücecan, S., 1984. Balın Beslenmemizdeki Yeri ve Kullanılması, Beslenme ve Diyet Dergisi, 13, 113-123.

- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R. ve Gallmann, P., 2008. Honey for Nutrition and Health: A Review, Journal of the American College of Nutrition, 27, 6, 677–689.
- Bogdanov, S., Vit, P. ve Kilchenmann, V., 1996. Sugar Profiles and Conductivity of Stingless Bee Honeys from Venezuela, Apidologie, 27, 445–450.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. ve Berset, C., 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, LWT - Food Science and Technology, 28, 1, 25-30.
- Can, Z., 2014. Biyoaktiviteleri Yönünden Türkiye Florasına Ait Baskın Ballar ile Manuka Ballarının Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 108s.
- Can, Z., Yıldız, O., Şahin, H., Akyüz Turumtay, E., Silici, S. ve Kolaylı, S., 2015. An Investigation of Turkish Honeys: Their Physico-Chemical Properties, Antioxidant Capacities and Phenolic Profiles, Food Chemistry, 180, 133- 141.
- Cavia , M.M., Fernández-Muiño , M.A., Alonso-Torre , S.R., Huidobro , J.F. ve Sancho , M.T., 2007. Evolution of Acidity of Honeys from Continental Climates: Influence of Induced Granulation , Food Chemistry, 100, 1728-1733.
- Çavrar, S., Yıldız, O., Şahin, H., Karahalil, F. ve Kolaylı, S., 2013. Comparison of Physical and Biochemical Characteristics of Different Quality of Turkish Honey, Uludağ Bee Journal, 13, 2, 55- 62.
- Çetin, K., Alkın, E. ve Uçurum, H.Ö., 2011. Piyasada Satılan Çiçek Ballarının Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi, 11, 49-56.
- Çınar, S.B., 2010. Türk Çam Balının Analitik Özellikleri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 81s.
- Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O. ve Fett, R., 2016. Honey: Chemical Composition, Stability and Authenticity, Food Chemistry, 196, 309-323.
- Derebaşı, E., Bulut, G., Col, M., Güney, F., Yaşar, N. ve Ertürk, Ö., 2014. Physicochemical and Residue Analysis of Honey From Black Sea Region of Turkey, Fresenius Environmental Bulletin, 23, 1, 10-17.
- Doğan, H., 2014. Çiçek Ballarının Kimyasal Fiziksel ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 61s.
- Downey, G., Hussey, K., Daniel Kelly, J., Walshe, T. F. ve Martin, P. G., 2005. Preliminary Contribution to the Characterisation of Artisanal Honey Produced on the Island

of Ireland by Palynological and Physico-chemical Data, Food Chemistry, 91, 2, 347–354.

Duman Aydın, B., Sezer, Ç. ve Oral, N.B., 2008. Kars'ta Satışa Sunulan Süzme Balların Kalite Niteliklerinin Araştırılması, Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 14, 1, 89-94.

Dustmann, J.H., 1993. Honey Quality and Its Control, American Bee J., 133, 9, 648–651.

Ekici, L. ve Sağdıç, O., 2008. Serbest Radikaller ve Antioksidan Gıdalarla İnhibisyonu, Gıda Dergisi, 33, 5, 251-260.

Escuredo, O., Míguez, M., Fernández-González, M. ve Seijo, M.C., 2013. Nutritional Value and Antioxidant Activity of Honeys Produced in a European Atlantic Area, Food Chemistry, 138, 851-856.

Fallico, B., Zappala, M., Arena, E. ve Verzea, A., 2004. Effect of Conditioning on HMF Content in Unifloral Honeys, Food Chemistry, 85, 305-313.

Ferek, Ö., 2016. Muğla İli Çam Ballarının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 112s.

Fukumoto, L.R. ve Mazza, G., 2000. Assessing Antioxidant and Prooxidant Activities of Phenolic Compounds, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 3597-3604.

Gonzalez-Miret, M. L., Terrab, A., Herranz, D., Fernandez-Recamales, M. A. ve Heredia, F. J., 2005. Multivariate Correlation Between Color and Mineral Composition of Honey and by Their Botanical Origin, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 7, 2574-2580.

Günarslan, E., 2015. Van Yöresi Ballarının Fizikokimyasal Özellikleri ve Biyolojik Aktivitelerinin Tespit Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye, 149s.

Günbey, V.S., Günbey, B., Güney, F. ve Yılmaz, Ö., 2010. Ordu İli Bal Üreticilerinden Elde Edilen Balların Biyokimyasal Yapısının İncelenmesi, Arıcılık Araştırma Dergisi, 2, 4, 20-23.

Güney, F., 2010. Isıtma ile Balın Yapısında Meydana Gelen Olumsuz Değişiklikler, Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi, 11, 30-34.

Heredia, F.J., Terrab, A. ve Diez, M.J., 2003. Palynological, Physio-Chemical and Colour Characterization of Moroccan Honeys: I. River Red Gum (Eucalyptus Camaldulensis Dehnh) Honey, International Journal of Food Science and Technology, 38, 379-386.

- Hermosin, I., Chicon, R.M. ve Cabezudo, M.D., 2003. Free Amino Acid Composition and Botanical Origin of Honey, Food Chemistry, 83, 263-268.
- Isengard, H.D. ve Schulthei, D., 2003. Water Determination in Honey-Karl Fischer Titration, an Alternative to Refractive Index Measurements, Food Chemistry, 82, 151-154.
- İnci, A., 2001. Balın Niteliği, Üretimi, Hasadı ve Depolanması, Teknik Arıcılık Dergisi, 72, 11-17.
- İpek, C., 2012. Türkiye'deki Bal Numunelerinde Bulunan Hidroksimetilfurfural Miktarı, Stabilitesi ve Hidrosimetilfurfural Miktar Tayini Analitik Metod Validasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 87s.
- Kaplan, H.B., 2014. Ege Bölgesi Ballarının Kimyasal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 80s.
- Kartal, H., 2012. Bolu Yöresi Ballarının Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Türk Gıda Kodeksine Uygunluğunun İncelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, 68s.
- Kaya, S., Piriñçi, İ., Ünsal, İ.A., Karaer, Z., Traş, B., Bilgili, A., Akar, F. ve Doğan, A., 2002. Veteriner Hekimliğinde Farmakoloji 2, Cilt, 3. Baskı, Medisan Yayınevi. Ankara.
- Kenjeric, D., Mandić, M.L., Primorac, L, Bubalo, D. ve Perl, A., 2007. Flavonoid Profile of Robinia Honeys Producted in Croatia, Food Chemistry, 102, 638-690.
- Kıvrak, İ., 2015. Free Amino Acid Profiles of 17 Turkish Unifloral Honeys, Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies, 38, 855- 862.
- Kirs, E., Pall, R., Martverk, K. ve Laos, K., 2011. Physicochemical and Melissopalynological Characterization of Estonian Summer Honeys, Procedia Food Science, 1, 616–624.
- Kolaylı, S., Aliyazıcıoğlu, R., Ulusoy, E. ve Karaoğlu, Ş., 2008. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Selected Turkish Honeys, Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, 36, 163-172.
- Kumova, U., 1986. Ballarda Kalite Kontrolü, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1, 3, 12-25.
- Kutlu, M.A. ve Bengü, A.Ş., 2015. Gaziantep'te Üretilen Balların Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 4, 1, 48-53.
- Küçük, K, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, S., Ulusoy, E., Baltacı, C. ve Candan, F., 2007. Biological Activities and Chemical Composition of Three Honeys of Different Types from Anatolia, Food Chemistry, 100, 526-534.

- Lawless, H.T., Horne, J. ve Giasi, P., 1996. Astringency of Organic Acids in Related pH, Chemical Senses, 21, 397–403.
- Manzanares, A.B., Garcia, Z.H., Galdon, B.R. ve Rodriguez, E.R., 2011. Differentiation of Blossom and Honeydew Honeys Using Multivariate Analysis on the Physicochemical Parameters and Sugar Composition, Food Chemistry, 126, 664-672.
- 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, Bulgaristan, 30s.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. ve Nacoulma, O.G., 2005. Determination of the Total Phenolic , Flavonoid and Proline Contents in Burkina Fason Honey, as Well as Their Radical Scavenging Activity, Food Chemistry, 91, 571 -577.
- Mutlu, C., Erbaş, M. ve Arslan Tontul, S., 2017. Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, Akademik Gıda, 15, 1, 75-83.
- Oddo, L.P. ve Piro, R., 2004. Main European Unifloral Honeys: Descriptive Sheets, Apidologie, 35, 38–81.
- Öder, E., 1976. Balın Biyolojik Orijini, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7,3, 167-178.
- Özcan, M. ve Ölmez, Ç., 2014. Some Qualitative Properties of Different Monofloral Honeys, Food Chemistry, 163, 212-218.
- Pehlivan, T., 2015. Türkiye’de Üretilen Bazı Monofloral Balların Antioksidan ve Antibakteriyel Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 105s.
- Protti, M., Gualandi, I., Mandrioli, R., Zappoli, S., Tonelli, D. ve Mercolini, L., 2017. Analytical Profiling of Selected Antioxidants and Total Antioxidant Capacity of Goji (Lycium spp.) Berries, Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 143, 252–260.
- Sajid, M., Yamin, M., Asad, F., Yaqub, S., Ahmad, S., Ali Muhammad Samee Mubarik, M., Ahmad, B., Ahmad, W. ve Qamer, S., 2019. Comparative Study of Physiochemical Analysis of Fresh and Branded Honeys from Pakistan, Saudi Journal of Biological Sciences, 1-4.
- Sancak, K., Zan Sancak, A., ve Aygören, E., 2013. Dünya ve Türkiye’de Arıcılık, Arıcılık Araştırma Dergisi, 5, 10, 7-13.

- Sanz, M. L., Gonzalez, M., de Lorenzo, C., Sanz, J. ve Martínez-Castro, I., 2005. A Contribution to the Differentiation Between Nectar Honey and Honeydew Honey, Food Chemistry, 91, 2, 313–317.
- Serrano, S., Espejo, R., Villarejo, M. ve Jodral, M. L., 2007. Diastase and Invertase Activities in Andalusian Honeys, International Journal of Food Science & Technology, 42, 1, 76–79.
- Silva, L.R., Videra, R., Monteiro, P.A., Valentao, P. ve Androde, P.B., 2009. Honey from Luso Region (Portugal): Physicochemical Characteristics and Mineral Contents, Microchemical Journal, 93-1, 73-77.
- Silva, T. M. S., dos Santos, F. P., Evangelista-Rodrigues, A., da Silva, E. M. S., da Silva, G. S., de Novais, J. S. ve Camara, C.A., 2013. Phenolic Compounds, Melissopalynological, Physicochemical Analysis and Antioxidant Activity of Jandaíra (Melipona subnitida) Honey, Journal of Food Composition and Analysis, 29, 1, 10–18.
- Singh, N. ve Bath, P.K., 1997. Quality Evaluation of Different Types of Indian Honey, Food Chemistry, 58, 1–2, 129–133.
- Slinkard, K. ve Singleton, V.L., 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods, Am J Enol Vitic, 28, 49-55.
- Solayman, M., Islam, M.A., Paul, S., Ali, Y., Khalil, M.I., Alam, N. ve Gan, S.H., 2016. Physicochemical Properties, Minerals, Trace Elements, and Heavy Metals in Honey of Different Origins: A Comprehensive Review, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 15, 219–233.
- Soria, A.C., Gonzales, M., De Lorenzo, C., Martinez-Castro, I. ve Sanz, J., 2004. Characterization of Artisanal Honeys From Madrid (Central Spain) On The Basis of Their Melissopalynological, Physicochemical and Volatile Composition Data, Food Chemistry, 85, 121-130.
- Sorkun K., Doğan C., Başoğlu N., Gümüş Y., Ergün K., Bulakeri N. ve Işık N., 2002. Physical, Chemical and Microscopic Analyses in Distinguishing Natural and Artificial Honey Produced in Turkey, Mellifera, 2-4, 45-53.
- Sönmez, B., 2004. Balın İnsan Sağlığındaki Yeri ve Önemi, Uludağ Arıcılık Dergisi, 127-130.
- Şahin, S. ve Akdeniz, G., 2012. Bal: Besin ve Şifa Kaynağı Olarak, Arıcılık Araştırma Dergisi, 4, 7, 14-15.
- Şahinler, N., Şahinler, S. ve Gül, A., 2001. Hatay Yöresi Ballarının Bileşimi ve Biyokimyasal Analizi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6, 1-2, 93-108.

- Şen, K., 2019. Trakya Yöresi Ayçiçeği Balı, Meşe Balı ve Karaçalı Balının Çeşitli Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 64 s.
- Terrab, A., Diez, M. ve Heredia, F.J. 2002. Characterization of Moraccon Unifloral Honeys by Their Physicochemical Characteristics, Food Chemistry, 79, 373-379.
- Tosi, E., Ciappini, M., Ré, E. ve Lucero, H., 2002. Honey Thermal Treatment Effects on Hydroxymethylfurfural Content, Food Chemistry, 77, 71–74.
- Tosmur, B., 2004. Muğla Yöresi Çam Ballarında Eser Element İçeriğinin İki Farklı Spektroskopik Yöntem ile Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 122s.
- Truzzi, C., Annibaldi, A., Illuminati, S., Finale, C. ve Scarponi, G., 2014. Determination of Proline in Honey: Comparison Between Official Methods, Optimization and Validation of the Analytical Methodology, Food Chemistry, 150, 477- 481.
- Turan, F., 2012. Kırklareli İzole Bölgesinde Yaşayan Trakya Arısı (Apis mellifera carnica) Kolonilerinden Elde Edilen Balların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 82s.
- Uçar, M., Kural, B.V., Bulut, V.N., Aliyazıcıoğlu, R., Kopuz, M., Değer, O. ve Menteşe, A., 2018. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinden Toplanan Arı Polenı Karışımındaki Element Düzeyleri, Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 7, 3, 57-62.
- Ulusoy, E., 2010. Anzer Balı ve Poleninin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi ile Fenolik Bileşiminin Belirlenmesi ve Antioksidan Özellikleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 129s.
- URL-1, <http://www.tab.org.tr/bal> . 26 Mart 2020.
- URL-2, <http://www.tab.org.tr/ari-sutu> . 26 Mart 2020.
- URL-3, <https://www.laboratuvar.com/gida-analizleri/fiziksel-analizler/suda-cozunmeyen-kati-madde-tayini> . 15 Mart 2020.
- URL-4, <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/SR144.pdf>. 13Mart 2020.
- URL-5, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA> . 28.04.2020.
- URL6, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2019Temmuz%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2019Temmuz%20Ar%C4%B1c%C4%B1l%C4%B1k.pdf> . 26 Mart 2020.

URL-7, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> . 28.04.2020.

URL8, https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:G%C3%BCm%C3%BC%C5%9Fhane_in_Turkey.svg . 24.04.2020.

URL-9, <https://www.bee-hexagon.net/> . 12.05.2020.

Ünal, C. ve Küplülü, Ö., 2006. Chemical Quality of Strained Honey Consumed in Ankara, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 53, 1-4.

Üren, A., Şerifoğlu, A. ve Sarıkahya, Y., 1998. Distribution of Elements in Honeys and Effect of a Thermoelectric Power Plant on the Element Contents, Food Chemistry, 61, 1-2, 185–190.

Vural, A., Altunatmaz, S.S., Büyükcinal, S.K. ve Kahraman, T., 2010. Physico-Chemical Properties in Honey From Different Regions of Turkey, Food Chemistry, 123, 41-44.

White, J. W., 1978. Honey, Advances in Food Research, 24, 288–375.

White, J.W., 1980. Honey Composition and Properties, Beekeeping in the United States Agriculture Handbook Number 335.

Yalazi, E., 2019. Kazdağları Bölgesi Salgı Ballarının Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 106 s.

Yardibi, F.M., 2008. Tekirdağ Yöresinde Üretilen Ayçiçeği Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 49s.

Yıldırım, A., 2013. Bingöl İli Ballarının Fenolik Bileşiklerinin Antioksidan ve Antimikrobiyal Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl, 92s.

Yıldız, İ., Göç Rasgele, P. ve Kekeçoğlu, M., 2016. Çam, Pamuk, Yayla ve Ayçiçeği Ballarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Uludağ Arıcılık Dergisi, 16, 12-19.

Yılmaz, H. ve Küfrevioğlu, İ., 2001. Composition of Honeys Collected from Eastern and South-Eastern Anatolia and Effect of Storage on Hydroxymethylfurfural Content and Diastase Activity, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25, 347-349.

ÖZGEÇMİŞ

Merve KALAFAT KUL, 15.08.1989 tarihinde Bursa’da doğdu. 2003 yılında Bursa Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesi’nde lise öğrenimini tamamladı. 2011 yılında Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2013 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı’nda gıda mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans programına başladı. Halen Trabzon Ortahisar İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü’nde gıda mühendisi olarak çalışmaktadır.



