

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTLİS-HİZAN BÖLGESİNE AİT BALLARIN BİYOKİMYASAL ANALİZİ

Yunus DEMİRKOL

AĞUSTOS 2022

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTLİS-HİZAN BÖLGESİNE AİT BALLARIN BİYOKİMYASAL ANALİZİ

Hazırlayan
Yunus DEMİRKOL

Danışman
Prof. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇCİ

Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Atilla DURMUŞ
Doç. Dr. Hümeyra NERGİZ UYAR
Prof. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇCİ

AĞUSTOS 2022

ONAY

Yunus DEMİRKOL tarafından hazırlanan “**Bitlis-Hizan Bölgesine Ait Balların Biyokimyasal Analizi**” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Atilla DURMUŞ

(Başkan)

Prof. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇCİ

(Danışman)

Doç. Dr. Hümeysra NERGİZ UYAR

(Üye)

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../2022 gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Mehmet Bakır ŞENGÜL

Enstitü Müdürü

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Bitlis-Hizan Bölgesine Ait Balların Biyokimyasal Analizi**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim./...../2022

Yunus DEMİRKOL

İmza

ÖZET

BİTLİS-HIZAN BÖLGESİNE AİT BALLARIN BİYOKİMYASAL ANALİZİ

Yunus DEMİRKOL

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇÇİ

Ağustos 2022, 42 sayfa

Bu çalışmada, ülkemizin önemli bal merkezlerinden olan Bitlis ilinin Hizan ilçesinde üretilen balların biyokimyasal analizleri yapıldı. Araştırmada, Hizan'ın farklı yörelerinde arıcılıkla uğraşan köylülerden toplanan 7 adet bal örneği üzerine çalışıldı. Bal örneklerinin; Hidroksimetilfurfural (HMF), antioksidan aktiviteleri, şeker, flavonoid ve total fenolik düzeyleri ölçüldü. HPLC cihazı ile yapılan analiz sonuçlarına göre; 1, 4, 5 ve 7 numaralı balların flavonoid, şeker ve total fenolik düzeyleri doğal balların özelliklerine benzerlik gösterdi. Tüm bal örneklerinin HMF değerleri, bal tebliğinde belirlenen değere uygun bulundu. Araştırmamızda kullanılan balların DPPH ve ABTS radikalleri üzerinde temizleme özelliğine sahip olduğu saptandı. Ayrıca 3 ve 5 numaralı bal örneklerinin maltoz değeri, diğer bal örneklerine oranla biraz daha yüksek bulundu. Maltoz nişastanın hidrolizi sonucu oluştuğu için bitki öz sularında doğal halde bulunamamaktadır. Maltoz içeriği yüksek olan bal örneklerinin, doğal olmayan koşullarda üretildiği şeklinde değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: Bitlis (Hizan) balı, DPPH, ABTS, Fenolik bileşikler, HMF, Şeker

ABSTRACT

BİOCHEMICAL ANALYSIS OF HONEY OF BİTLİS-HİZAN REGION

Yunus DEMİRKOL

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate Education Institute

Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇCİ

August 2022, 42 pages

In this study, biochemical analyzes of honey produced in Hizan district of Bitlis province, which is one of the important honey centers of our country, were performed. In the research, 7 honey samples collected from villagers dealing with beekeeping in different regions of Hizan were studied. Honey samples; Hydroxymethylfurfural (HMF), antioxidant activities, sugar, flavonoid and total phenolic levels were measured. According to the results of the analysis made with the HPLC device; The flavonoid, sugar and total phenolic levels of 1, 4, 5 and 7 honeys were similar to the properties of natural honeys. The HMF values of all honey samples were found to be in accordance with the value determined in the honey communiqué. It was determined that the honeys used in our study have scavenging properties on DPPH and ABTS radicals. In addition, the maltose value of the 3 and 5 honey samples was found to be slightly higher than the other honey samples. Since maltose is formed as a result of the hydrolysis of starch, it cannot be found naturally in plant juices. Honey samples with high maltose content are considered to be produced under unnatural conditions.

Keywords: Bitlis (Hizan) honey, DPPH, ABTS, Phenolic compounds, HMF, Sugar

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması sırasında, tez konusunun belirlenmesinden başlayarak son aşamaya kadar her konuda benden yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN KİREÇCİ hocama şükranlarımı sunarım. Laboratuvar kapılarını açarak deneysel çalışmaları yapmamıza imkân sağlayan Fırat Üniversitesi Biyoloji ABD Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ'a ve Arş. Gör. Görkem KIRMIZIKAYA'ya desteklerinden ötürü sonsuz teşekkür ederim.

Tezin düzenlenme aşamasında, ilk sayfadan son sayfaya kadar yaptığı inceleme/düzeltilme ile verdiği destekten ötürü sayın Ahmet Uğur'a şükranlarımı sunarım.

Çalışmam öncesinde bal numunelerinin temin edilme sürecinde destek olan Hasan DURMAZ ve Serhat DURMAZ başta olmak üzere bal üretiminde emeği geçen Hizan arıcılarına teşekkür ederim.

Her türlü kararımda sürekli arkamda durarak manevi destek veren sevgili eşim Ayşe DEMİRKOL'a ve onlara ayırmam gereken vakitlerden feragat ettiğim biricik oğlum Ahmet Yasin ve biricik kızım Zehra'ya teşekkürü bir borç bilirim. Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan annem, babam ve diğer tüm aile fertlerine, akademik anlamda kendini geliştirmede sınır tanımayan canım kardeşim aynı zamanda zümrem Yusuf DEMİRKOL'a çok teşekkür ederim.

ÖNSÖZ

Yaklaşık 3 yıllık bir çalışmanın eseri olan bu tez, Bitlis' in Hizan ilçesi ve ilçeye bağlı farklı köylerinden alınan balların biyokimyasal analizleri sonucuna göre hazırlanmıştır. Günlük hayatımızda büyük bir öneme sahip olan balın üretim ve tüketim miktarı gittikçe artmaktadır. Birçok hastalığın tedavisi, sporcu beslenmesi, antioksidan etkisi başta olmak üzere kullanım alanı hızla yaygınlaşmaktadır. Hizan ilçesinden elde edilen bal örnekleri, ilçedeki üretim kalitesinin aynı zamanda bir örnekleme niteliğindedir. Biyokimyasal analizler sonucunda elde edilen bilimsel veriler, bu ilçedeki bal üretim kalitesi hakkında da bilgiler içermektedir.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Arıcılık.....	2
1.2. Bitlis'in İklim ve Bitki Örtüsünün Arıcılık Faaliyetine Etkisi	5
1.3. Bal.....	7
1.3.1. Balın Antioksidan İçeriği	9
1.3.2. Balın Antimikrobiyal Etkisi	9
1.3.3. Balın Antikanser Etkisi	10
1.3.4. Balın Antiviral Etkisi	10
1.3.5. Balın Fiziksel Özellikleri	11
1.3.5.1. Balın Rengi	11
1.3.5.2. Balın Kristalizasyonu (Şekerlenme)	11
1.3.5.3. Balın Viskozitesi (Akıcılık)	11
1.3.5.4. Balın Elektriksel İletkenliği	12
1.4. Önceki Çalışmalar	12
2. MATERYAL ve METOD	16
2.1. Kullanılan Kimyasallar ve Organik Çözücüler.....	16
2.2. Kullanılan Alet ve Cihazlar	16
2.3. İnceleme Materyali	16
2.4. Flavonoid İçeriklerin Belirlenmesi	16
2.5. Şeker Analizi	17
2.6. Serbest Radikal Giderme Aktivitesi (DPPH)	17
2.7. Total Fenoliklerin Tayini	18

2.8. Bal Numunelerinin 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) Türevi Analizi	18
2.9. Bal Numunelerinin Prolin Analizi	18
2.10. ABTS•+ Yok Edici Testi	19
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	20
3.1. Bal Örneklerinin ABTS Radikali ve DPPH Serbest Radikali Temizleme Etkisi	21
3.2. Bal Örneklerindeki Şeker İçerikleri	24
3.3. Balların HMF Düzeyleri	25
3.4. Balların Prolin Düzeyleri	26
3.5. Balların Total Fenolik Düzeyleri	26
3.6. Balların Total Flavonoid Düzeyleri	27
4. SONUÇ	28
5. KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2. 1. DPPH radikalini giderme	17
3. 1. Toplanan bal örneklerinin harita üzerindeki konumları (Google maps:12/08/2022)	20
3. 2. Bal örneklerinin farklı konsantrasyonlardaki ABTS yüzde değerleri	22
3. 3. Bal örneklerinin farklı konsantrasyonlardaki DPPH yüzde değerleri	23
3. 4. Bal örneklerinin şeker değerleri	25
3. 5. Bal örneklerinin HMF değerleri	25
3. 6. Bal örneklerinin prolin değerleri	26
3. 7. Bal örneklerinin fenolik değerleri.....	26
3. 8. Bal örneklerinin flavonoid değerleri.....	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
1. 1. İlçelerin yüzölçümünün tarım alanlarına oranı(TÜİK 2018)	4
1. 2. İlimizde varlığını sürdüren işletme sayıları(Tarım Bilgi Sistemi, Türkvat 2019).....	6
1. 3. İşlenebilir arazinin ilçeler üzerindeki dağılımı (TÜİK 2018).....	6
1. 4. Yıllara göre Bitlis ilinde bal üretimi (ton).....	7
1. 5. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (TGK 2020/7) göre balın özellikleri.....	8
1. 6. Romanya'da çalışılan balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri [49].....	14
2. 1. ABTS radikallerinin miktarının hesaplanması için kullanılan formül	19
3. 1. Bal örneklerinin alındığı köylerin koordinatları, rakım ve balların hasat zamanı.....	21
3. 2. Bal numunelerinin ABTS radikali temizleme aktivitesi (%)	22
3. 3. Bal numunelerinin DPPH radikali temizleme aktivitesi (%).....	23
3. 4. Balların şeker düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	24
3. 5. Balların HMF, prolin, fenolik ve flavonoid madde düzeyleri.....	27

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A	Alfa
B	Beta
°C	Derece
μ	Mikro
%	Yüzde
K	Potasyum
Al	Alüminyum
Fe	Demir
Ca	Kalsiyum
Es	Örnek çözelti absorbansı
Ea	Prolin standart solüsyon absorbansı (iki okumanın ortalaması)
E1	Standart solüsyonun miligram cinsinden prolin konsantrasyonu.
E2	g cinsinden bal çözeltisi
Meq	Miliekivalen
mL	Mililitre
pH	Power of Hydrogen
μm	Mikrometre
μg	Mikrogram
kg	Kilogram
Pa.s	Pascal-saniye
km ²	Kilometrekare
Dam	Dekametrekare
μL	Mikrolitre
nm	Nanometre
cm	Santimetre
mS	Milisaniye
g	Gram
DPPH	2,2-Diphenyl-1-(2,4,6-trinitrophenyl)hydrazyl,
ABTS	3-etilbenzothiazollin-6-sulfonik asit
FRAP	Fluorescence Recovery After Photobleaching
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
GSH	Glutatyon

HSV	Herpes Simpleks Virüsü(uçuk virüsü)
HMF	Hidroksimetilfurfural
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
H1N2	İnfluenza A virüs türü
RPM	Revolutions Per Minute (dakikadaki devir sayısı)



1. GİRİŞ

Bal, arıların çiçeklerden nektarı çıkararak peteklerde depolamasıyla elde edilen bir üründür. Tatlı olmasının yanında, kıvamı reçel gibidir ve hoş bir kokusu vardır.

Arılar, bir çiçekten diğer çiçeğe uçarak, bunların özsularını emerler; bunun yanında, çiçeklerdeki balözünü de toplarlar. Balözü, arıların midesinde bazı kimyasal değişikliklere uğrar. Arı, bundan sonra bu maddeyi ağız yoluyla çıkarıp peteklere boşaltır. Üzerlerini de incecik balmumu tabakası ile güzelce örter.

Bal, içerik olarak %17-22 aralığında su ve çeşitli oranlarda şekerden oluşur. Çiçeklerin balözünde bulunan su miktarı ise %60-95 aralığındadır. Bal özsuyunun, bal kıvamına ulaşabilmesi için, içindeki suyu kaybetmesi gerekir. Bu da önce arının midesi içinde daha sonra kovanların içinde gerçekleşir. Arıların, sürekli kanat çırpması, kovan içinde hava akımını sağlar, bu hava akımı balın içinde kaybedilmesi gereken suyun buharlaşması için önemlidir.

Yapılan araştırmalara göre olgunlaşmış balların bileşiminde; %65-73 fruktoz, %17-22 su, %3-4 dekstrin, %2-6 sakaroz, %1-2 protein, %0.1-0.18 organik maddeler, %0.1-0.18 asitler, %0.24 mineral maddeler bulunur. Balın kokusu, tadı ve rengi elde edildiği yere, kullanılan çiçeklerin cinsine ve iklim tipine göre değişkenlik gösterir.

Bal, çok eski zamanlardan bu yana insanların şeker ihtiyacını karşıladığından önemli besin kaynakları arasında gösterilmektedir. Birkaç yüzyıl öncesine kadar, şeker ihtiyacımızı karşılayan tek maddenin bal olduğunu söylemek mümkündür. Tıbbi özelliklere sahip, vitamin açısından zengin, kolayca sindirilebilir bir gıda maddesidir. Bazı tıbbi sorunlara çare olduğu düşünüldüğünden, boğaz hastalıklarında, yaraların tedavisinde kullanılmaktadır. Sulandırılmış bal kabızlık giderici olarak da kullanılır. Hastalığın nedeni bilinmeden, her türlü rahatsızlıkta balın kullanılması sağlık açısından risk oluşturabildiği gibi içeriği bilinmeyen sahte balları da tüketmemek gerekir.

Bal; doğal, işlenmemiş ve sindirimi kolay bir gıda maddesi olarak; 1 yaş üstü çocuklar, sporcular ve ergenlik dönemindeki bireyler için değerli ve besleyici bir ürün olarak günümüze kadar ulaşmıştır. Tarih öncesi zamanlardan beri geleneksel tıpta, son zamanlarda yanıkların, kronik yaraların, gastrointestinal rahatsızlıkların, astımın, cilt ülserlerinin, kanser ve onkolojinin tedavisinde, hem antioksidan hem de antimikrobiyal ajan olarak kullanıldığı ile ilgili birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Her geçen gün bal ve bal ürünlerinden olan propolis, polen, bal mumu, bal zehri gibi gıda maddelerinin önemi giderek artmakta, bu nedenle daha çok araştırma yapmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

1.1. Arıcılık

Arıcılık faaliyeti dünyanın her tarafında yapılan ve sürekli gelişim gösteren önemli bir tarım ve hayvancılık faaliyetidir. İnsanlık tarihi kadar geçmişe sahip olduğu bilinmektedir. Çok eski zamanlardan beri mağaralara çizilen arı figürleri ve yapılan kazı çalışmaları sonrası bulunan bazı fosiller arıcılık tarihinin çok eskiye dayandığını ortaya koymaktadır. İnsanoğlunun genel olarak evcilleştirme merakı ve kavrama yeteneğinin aşamalı olarak gelişmesi sonucunda arı kolonilerini, insanlar kontrol altına aldı ve bunun neticesinde arıcılık olarak adlandırılan bir faaliyet ortaya çıktı [1].

Uzun yıllardır hem gıda maddesi olarak hem de şifa niyetiyle tüketilen bal, bunun yanında ilaç ve kozmetik sanayisinde, hayvan gıdalarında gıda katkısı olarak kullanılması nedeniyle popüler bir sektör haline geldi [2].

İspanya'daki kazı çalışmalarında arıcılık faaliyeti ile ilgili bazı önemli bilgiler ortaya çıktı. Bu çalışmalar ışığında yaklaşık 9000 yıl önce arıcılık faaliyetlerinin olduğu sonucuna varılmaktadır [3].

Anadolu'da milattan önce henüz 1000'li yıllarda yaşadığı bilinen Sümerler, günlük yaşamlarında ilaç niyetiyle balı kullandıkları bilinmektedir. Eski Türkler, yapı ve özelliklerine göre arılara farklı farklı isimler verdiler. Örneğin; çalışkan olanlara “köstengi arılar”, erkek arılara “saka”, ana arıya “beyarı”, iri ve iğnesiz arılara “dongulca arılar”, nitelikli ve iyi bal yapıcı arılara “boğa arı”, bal yapmayan arılara “göde arısı”, tembel ve deli arılara “börenek arılar”, yabancı arılara ise “ilinti arılar” adını verdiler [3].

Osmanlı Devleti'nin hüküm sürdüğü dönemde arıcılık işlerinin sorunsuz bir şekilde yapılabilmesi ve yapılan faaliyetlerin düzenli bir şekilde ilerlemesi için bazı kanunlar bile çıkarıldı. Vergi gelirleri arasında arıcılık faaliyeti büyük önem arz ettiğinden Osmanlı Devleti için vazgeçilmez bir gelir kaynağı haline geldi. Bundan dolayı baldan ve kovandan iki tür vergi alınmaya başlandı. Bu vergiler kovan vergisi (Öşr-i kovan) ve bal vergisi (Öşr-i asel) adıyla bilinen vergilerdi [3].

Bal, başta olmak üzere; propolis, bal mumu, arı sütü, polen gibi var olan tüm arı ürünlerinin insanlığa sağladığı faydaları gün geçtikçe biraz daha iyi anlaşılmaktadır. Bu faydalardan kaynaklı olarak arı ürünlerine olan talep sürekli artış göstermektedir. Doğada bulunan birçok çiçekten topladıkları balda çeşitli vitaminler, hoş kokulu reçineler, organik ve inorganik elementler, enzimler, sindirimi çok kolay ve hızlı gerçekleşen meyve şekerleri vardır. Balın yapısında bulunan ve sindirimin daha kolay hale gelmesini sağlayan enzimler, balla beraber tüketimi sağlanan tüm

besinlerin sindirim işlemini hızlandırır, mideye rahatlık verir ve pankreas işlevini gerçekleştirirken büyük oranda rahatlık sağlamış olmaktadır [4].

Türkiye'nin genel coğrafik durumu incelendiğinde farklı iklim tiplerinin olduğu görülmektedir. Bu durum ülkemizde bitki çeşitliliğinin oluşmasına ve zengin bir floranın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla arıcılık faaliyetlerinin yapılabilmesi için elverişli bir hal almaktadır. Arıcılık ve bal üretimi ülke genelinde hemen hemen tüm bölgelerde yapılmaktadır [5]. Arıcılık faaliyetinin yapılabilmesi için düz arazi veya toprağa gerek duyulmaz. Dağlık veya kırsal alanların bol olması bu işin her yerde ve herkesçe yapılabilmesini önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca arıcılık, insan yaşamı dışında diğer tüm canlıların yaşamında da önemli etkilere sahiptir. Bal üretimi için çalışan arılar, doğadaki bitkilerin tozlaşma yoluyla çoğalmasında önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Arıların bitki çeşitliliğine ve bitki verimliliğine katkısı, kendi ürünlerinin değerinden çok daha fazladır [6].

Ülkemizde olduğu gibi Dünya'nın birçok yerinde arıcılık faaliyeti, önceleri sıradan bir gelir kaynağı oluşturmakta iken özellikle kırsal bölgelerin ekonomik kalkınmasında önemli rol oynamaktadır [7]. Arıcılık, şu an dünyada en yaygın olarak uygulanan tarımsal faaliyetlerin başında gelmektedir.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü'nün Ocak 2020'de yayınlanan dergisine göre; 2017 yılında dünyadaki arı kovanlarının sayısı yaklaşık 91 milyon olup 2 milyon tona yakın bal üretimi yapıldı. Üretilen balların yaklaşık %57'si ticaret amaçlı yapılırken ihracatı gerçekleşen balların yaklaşık %90'ı bal üretiminde önde gelen 20 ülke tarafından sağlanmaktadır.

Türkiye'deki zengin iklim ve bitki örtüsü arıcılığın yapılabilmesindeki en önemli unsurların başında gelmektedir. Bunun yanında dünyadaki bitki türlerinin yaklaşık %75'inin ülkemizdeki varlığı büyük bir doğal hazine olarak ön plana çıkmaktadır [8].

2014 yılındaki TÜİK verilerine göre ülkemizde 104.709 arıcılık işletmesi bulunmaktadır. Yine verilere göre Türkiye'de toplam kovan sayısı istikrarlı bir şekilde artmasına rağmen, üretilen toplam bal miktarı aynı oranda artmamaktadır. Bunun nedeni, her kovanda üretilen bal miktarının büyük ölçüde değişmesi ve kovan başına düşen bal miktarında bazen düşüş olmasıdır. Bal fiyatları ve tüketimi gibi faktörler bal üretimini etkileyen önemli faktörlerdendir. 2020 TÜİK verileri analiz edildiğinde Çin ve Hindistan'dan sonra Türkiye, 7.947.687 kovan sayısı ile 3.sırada yer alırken bal üretimi bakımından 107.920 tonla 2.sırada yer almaktadır. TÜİK ve FAO kaynaklarına göre 2015 yılında Dünya'da kovan başına ortalama 20-21 kg bal üretilirken ülkemizde her kovanda ortalama 14-19 kg arasında bal üretimi yapılmaktadır.

Türkiye'nin her yerinde arıcılık faaliyeti yapılsa da Ege, Karadeniz ve Akdeniz bölgesinin kıyı bölgelerinde yoğunlaşma fazladır. Bu bölgelerde arıcılığın yoğunlaşmasının en önemli nedeni

iklim şartlarının uygunluğu ve zengin bitki örtüsüdür. Türkiye’de yıl içinde dört mevsimin eş zamanlı yaşandığı, tabii şartlara uyum sağlayabilen birçok arı çeşidinin olması sebebiyle yıl içinde sürekli polen ile nektar veren çeşitli bitki kaynakları vardır [6]. Arıcılık faaliyetleri neticesinde elde edilen arı sütü, propolis, polen, bal vb. ürünler gerek yurtiçinde ve gerekse yurtdışında piyasaya sunularak ülke ekonomisine önemli miktarda gelir sağlamaktadır [9].

Arıcılık faaliyetinin yaşadığımız çevreye doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz etkisi olmadığı bilinmektedir. Dünya’nın ekolojik dengesinin sağlanmasında arıların çok önemli bir yeri vardır. Ülkemizin büyük bölümünde arı tozlaşmasına ihtiyaç duyan bitkiler yetiştirilmekte ve arıcılıktan bu yönde de yararlanılmaktadır [4]. Dünya’da bulunan çiçek çeşitlerinin yaklaşık 3/4’ünün ülkemizde bulunması nedeniyle kaliteli balların Türkiye’de üretildiğini söylemek mümkündür [4].

Kalkınma Bakanlığı tarafından yapılan araştırmada illerin sosyo-ekonomik durumu göz önüne alındığında Bitlis ili oldukça gerilerde yer almaktadır. Coğrafi koşullar ve uzun süren kış mevsimi başta olmak üzere elverişsiz iklim şartları nedeniyle Bitlis ili, Hizan ve Mutki ilçeleri sanayi yönüyle ve tarımsal anlamda ne yazık ki yeterli düzeye ulaşamadığı bilinmektedir. Aşağıdaki çizelgede 2018 TÜİK verilerine göre tarımsal alanın Bitlis yüzölçümünü içerisindeki dağılımı yer almaktadır. Çizelge incelendiğinde tarım alanı yönüyle diğer ilçelere göre yetersiz olan Bitlis il merkezi, Mutki ve Hizan ilçelerinde yaşayan vatandaşlar arıcılık faaliyetine yönelerek ekonomik gelir elde etmektedirler. Bahsi geçen üç yerleşim yeri çeşitli ve zengin bitki yapısına sahip olduğu için arıcılık faaliyetlerinin gerçekleştirilmesine son derece elverişlidir.

Çizelge 1. 1. İlçelerin yüzölçümünün tarım alanlarına oranı(TÜİK 2018)

İlçe	Alan (Göl dâhil) km²	Alan (Göl hariç) km²	İl Yüzölçümüne oranı	Tarım Alanı (dam)
Merkez	1064	1064	13	43.926
Adilcevaz	1586	837	19	381.618
Ahlat	1153	787	14	326.668
Güroymak	515	515	6	131.445
Hizan	1021	1021	12	67.219
Mutki	1069	1069	13	81.120
Tatvan	1885	1407	23	207.969
TOPLAM	8294	6700	100	1.239.965

Bitlis Arıcalar Birliği'nde kayıtlı bulunan 750 işletmeye tabi 100.000'in üstünde modern kovan ve 20.000'in üstünde karakovan diye adlandırılan ilkel kovan bulunmaktadır. Bitlis'te Arıcılık Birliği'ne bağlı Türkiye'nin en büyük kovan üretim tesisi de yer almaktadır. Bitlis'in Hizan ilçesi bitki örtüsü ve coğrafik yapı bakımından arıcılık faaliyetine oldukça uygun yapıya sahiptir. Hizan'daki ormanlık alanların zenginliği, bilhassa arılar için çok önemli olduğu düşünölen kekik, geven, nane çeşitleri, yonca, pürüngen, yarpuz(pünk), su otu, kenger, uçkun, çasıır, alıç, kiraz elma, armut, nar çiçeği, fıstık çiçeği, bıtım gibi bitkisel zenginlik sayesinde arıcılık ön plana çıkmakta ve kentin önemli bir geçim kaynağı olarak görölmektedir.

1.2. Bitlis'in İklim ve Bitki Örtüsünün Arıcılık Faaliyetine Etkisi

Bitlis Tarım ve Orman Müdürlüğü'nce 2019 yılındaki brifinginde şehrin iklimi, bitki örtüsü ve genel bilgilere yer verilmiştir. Bitlis'te iklim yapısı karasal ve sert, kısmen de Akdeniz iklimi arasında bir geçiş niteliği gösterebilmektedir. Kış mevsimi kar yağışlı ve soğuk, yazlar ise sıcak olmakla birlikte kurak geçmektedir. Havalar erken soğuyup geç ısındığından yılın yarısından fazlası zamanda kış mevsimi etkisini göstermektedir. Kar örtüsü yerleşim yerlerinde nisan ayında bitse de yüksek tepelerde mayıs/haziran aylarına kadar devam eder. Van Gölü'nün kuzey ve batı bölgesini çevreleyen ilçelerimizden Adilcevaz, Ahlat ve Tatvan'da kışlar daha ılık geçmektedir.

Türkiye'nin en çok kar yağan ili Bitlis'tir. Havalar, yağış yetersizliği nedeniyle Haziran-Ekim arasında genelde kurak geçer. Yarımada olan ölkemizin denizlerinden uzak ve deniz seviyesinden de yüksek olduğu için Bitlis ve çevresinde karasal iklim hüküm sürer. Van Gölü'nün etkisi nedeniyle havalar kış mevsiminde Ardahan, Kars ve Erzurum'a göre daha sıcak geçer. Kış mevsimi boyunca metrelerce kar yağar. Yaz mevsimi 5 ay kadar sürer ve çok az yağış aldığı için de kurak geçer. Meteoroloji verilerine göre ilin yıllık ortalama sıcaklığı -19°C ile 36,8°C arasında değişir. Yıl boyunca ölçölen yağış miktarı yaklaşık 1000 mm civarındadır. Yağışların %45'ini kışın, %31'ini ilkbaharda ve %24'ünü sonbaharda alır. Bölge yağışı, Akdeniz bölgesindeki yağış şekline benzerlik göstermektedir. Yağış miktarı yeterlidir ve özellikle yer altı sularının oluşumu için kışın yağan kar büyük önem arz etmektedir. Yaz aylarında, kış mevsimindeki kar yağışına rağmen içme suyu sıkıntısı yaşanmaktadır.

Bitlis yüzölçümünün yaklaşık %22'lik kısmı ormanlık alanlarla kaplıdır. Meşe ağaçları diğer ağaçlara nazaran daha fazladır. Ormanların bir kısmını da ardıçlar oluşturur. Bitlis ilçeleri içinde ormanlık alan bakımından en zengin ilçe Hizan'dır. Dağlarında yabani olarak yetişen meyveler, kavak ağaçları başta olmak üzere birçok ağaç türüne rastlanır. Karasal iklime sahip olan ilde en yaygın bitki örtüsünün bozkır olduğu görölmektedir. Özellikle bol miktarda yağışın olduğu

zamanlarda yeşeren, yaz mevsiminde yaşanan kuraklık ve sıcaklık nedeniyle kuruyan otlar bitki örtüsünü oluşturur. Bitlis ilini çevreleyen dağlar geniş bir alanı kapladığı için ovalık alan pek azdır. İlin coğrafik yapısı göz önüne alındığında tarım ve hayvancılık başta olmak üzere diğer birçok meslek grubu bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Özellikle Bitlis ve Hizan’da arıcılık faaliyetinin ağırlık kazanması tarım için elverişli arazinin olmayışından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. 2. İlimizde varlığını sürdüren işletme sayıları(Tarım Bilgi Sistemi, Türkvat 2019)

İlçeler	Büyükbaş işletmeleri	Küçükbaş İşletmeleri	Arıcılık Yapan Üretici Sayısı	ÇKS kayıtlı Üretici	Arıcılar Birliği Üye Sayısı
Merkez	1719	520	164	85	164
Adilcevaz	605	1283	16	2430	16
Ahlat	1031	1111	12	2725	12
Güroymak	2161	872	23	780	23
Hizan	2486	1301	345	774	345
Mutki	2185	1173	76	339	76
Tatvan	1465	796	53	1076	53
TOPLAM	11652	7056	689	8209	689

Çizelge 1. 3. İşlenebilir arazinin ilçeler üzerindeki dağılımı (TÜİK 2018)

İlçeler	İşlenebilir Arazi(dam)		Tarla Arazisi(dam)		Sebze Arazisi (dam)		Meyve Arazisi (dam)		Nadas (dam)	
	Alan	%	Alan	%	Alan	%	Alan	%	Alan	%
Merkez	43.926	4	40.515	4	1660	5	1401	2	350	1
Adilcevaz	381.618	31	307.595	30	4.450	14	18.123	28	51.450	44
Ahlat	326.668	26	287.970	28	2.500	7	6.198	11	30.000	25
Güroymak	131.445	11	113.397	11,1	7.330	24	2.218	3	8.500	7
Hizan	67.219	5	35.447	3,1	4.600	14	18.679	30	8.500	7
Mutki	81.120	6	70.296	6,8	400	2	10.274	16	150	1
Tatvan	207.969	17	173.594	17	10.830	34	6.045	10	17.500	15
TOPLAM	1.239.965	100	1.028.814	100	31.770	100	62.931	100	116.450	100

Bitlis ili Merkez ilçesinde tarla arazisi oranı % 4 iken, Hizan ilçesinde % 3,1 oranındadır. Çizelge 1.3'teki verilere göre tarıma elverişli arazi bakımından Hizan ve Bitlis il merkezi diğer bölgelere göre oldukça düşük orana sahip olduğu görülmektedir. Bu bölgelerde çeşitli bitki örtüsünün olması arıcılık adına fırsat olarak değerlendirilmektedir. Bölge insanı devlet teşvikiyle de arıcılığa yönlendirilmekte ve bölgede önemli gelir kaynakları arasında yer alan bu iş, bir meslek olarak benimsenip yapılmaktadır.

2014 yılındaki TÜİK verilerine göre Mutki'de 150, Bitlis'te 105 ve Hizan'da 350 işletme olmak üzere il kapsamında toplamda 710 arıcılık işletmesi bulunmaktadır. Bitlis Arıcılar Derneği ve Hizan Bal Üreticileri Derneği 1.250'nin üzerinde kayıtlı arıcıya sahiptir. Bitlis'te üretilen bal miktarı yıldan yıla önemli ölçüde değişmektedir.

2015 yılındaki bal üretiminde bir önceki yıla kıyasla %28 oranında artış olmuştur. 2016 yılında ise bir önceki yıla göre %4,6 oranında azalmıştır. Yine verilere göre 2017'den 2019'a kadar bal üretiminde artış olduğu görülmektedir (Çizelge 1.4).

Çizelge 1. 4. Yıllara göre Bitlis ilinde bal üretimi (ton)

İl	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Bitlis	1.429	1.832	1.747	1.792	2.095	2.125

1.3. Bal

Bal; yapı bakımından yaklaşık olarak 200 farklı bileşenden oluşur. Bal, flavonoidler, fenolik asitler, vitaminler, amino asitler, mineraller, organik asitler ve enzimler bakımından oldukça zengindir. Sindirimi kolay, besleyici, iltihap önleyici ve tedavi edici niteliklere sahiptir. Birçok amaca hizmet eden bal, çok fonksiyonlu bir besindir [10,11]. Balların fiziksel özellikleri ve kimyasal içeriği hem coğrafik özelliklere hem botanik olarak nereden geldiğine bağlı olarak değişiklik gösterir. Bal; öncelikle %82 oranında karbonhidrat içerirken, %17 oranında su, %0.7 çeşitli mineraller, %0.3 protein, bazı vitaminler, fenolik bileşikler, organik asitler ve amino asitler gibi serbest mikro ve makro bileşenlerden oluşur. Bal, çoğunlukla fruktoz ve glikozun yanı sıra laktoz, sakkaroz, izomaltöz, maltoz, galaktobiyoz disakkaritler ve oligosakkaritler dâhil monosakkaritler içermektedir. Balın içinde çok fazla besin maddesi vardır. Karbonhidrat içeriğinden dolayı %0.59-0.63 aralığında düşük su aktivite değerine sahiptir [12-14]. Bal; sitrik

asit, glukonik, bütirik, formik, asetik asit, laktik, malik, süksinik ve oksalik asitler gibi hayvansal ve bitkisel kaynaklı organik asitler nedeniyle asidik bir gıda özelliği kazanır. Ortalama asitlik değeri %0.57'dir ve ortalama pH değeri 3.9'dur [10]. Bal, antioksidan etkilerine katkıda bulunduğu düşünülen B grubu vitaminleri ve C vitamini içerir [15]. Bal, demir, potasyum, klor, fosfor, magnezyum, tuz, kükürt, manganez ve iyot dâhil olmak üzere vücudumuzun ihtiyacı olan birçok mineral madde içerir. Bir çalışmada bal örneklerinde de ağır metaller bulunmuş ve arı ürünlerinin çevresel bulaşı belirteçlerinden biri olabileceği ve bu teknikte çevre kirliliğinin tespiti hem daha ucuz hem de tesirli bir takip aracı olduğu sonucuna ulaşılır [16]. Bal; flavonoidler, fenolik asitler ve bu kimyasalların türevlerini içerir ve balın yapısında polifenollerin varlığı balın görünümünü ve işlevselliğini etkiler. Baldaki fenolik bileşenler; nektarın kaynağı, coğrafik ve çevreyle ilgili diğer faktörlerin etkisine bağlı olarak değişmekle birlikte, açık renkli bal örnekleri koyu renkli bal örneklerine göre daha düşük fenolik bileşen konsantrasyonuna sahiptir [17,18]. Salgı ve çiçek balı olmak üzere iki grupta incelenen balların yapısında bulunması gereken standart özellikler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde son olarak 2020 yılında yayınlanarak kayıt altına alındı (Çizelge 1.5.). Balların kalitesi, saf, organik bal ya da hileli bal olup olmadığı yapılan biyokimyasal analizler sonucuna göre anlaşılabilir.

Çizelge 1. 5. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (TGK 2020/7) göre balın özellikleri.

Özellik (100 gram bal)	Çiçek balı	Salgı balı
Su (en fazla)	20	20
Sakaroz (en fazla)	5-10	5-10
Fruktoz+Glukoz (en az)	60	45
Fruktoz/Glukoz (en az)	0,9-1,4 (kekik 1,0-1,65)	1,0-1,4
HMF (en fazla, ppm)	40	40
Prolin (en az, ppm)	300	300
Diastaz Sayısı (en az)	8	8
Serbest Asitlik (en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg

Ülkemizde balın genel tüketim şekli ağız yoluyla olmaktadır. Bal ve diğer arı ürünlerinin sağlığa faydalarının her geçen gün daha iyi anlaşılması, arı ürünlerine olan talebi gün geçtikçe artırmaktadır.

1.3.1. Balın Antioksidan İçeriği

Antioksidanlar; gıdaları ışığın, sıcaklığın ve bazı metallerin etkisiyle bozulma, bayatlama ve solmalardan koruyarak ve oksidatif ajanların verdiği zararlara karşı direnç göstererek insan sağlığında önemli rol oynayan moleküllerdir [19]. Antioksidan özelliği, kendiliğinden var olan gıda maddelerinden biri baldır. Bal, bitkisel kaynağa bağlı olarak değişen miktarlarda antioksidan ve antibakteriyel etki içerdiğinden kişinin sağlığına faydalıdır. Bal içerdiği hidrojen peroksitler, asitlik, yüksek ozmotik basınç, fenolik kimyasallar ve flavonoidler sayesinde antibakteriyel özelliklere sahiptir. Baldaki bu antibakteriyel etki yapısındaki bitki türüne göre değişiklik gösterebilir. Ayrıca bala antimikrobiyal özellik kazandıran etken madde hidrojen peroksittir. Bal, fenolik bileşenlere ve flavonoid seviyelerine bağlı olarak düşük veya yüksek antioksidan değerine sahiptir. Uygun olmayan koşullarda saklandığında, aşırı ısıya veya ışığa maruz kaldığında balın özellikleri bozulur. Bal, binlerce yıldır geleneksel tıpta, özellikle sindirim sorunları ve yaraların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı bilimsel araştırmaların bunu doğruladığı ve balın hastalıkları tedavi amaçlı kullanılabileceği önerilir. Henüz sindirilmemiş bal, yeni doğanlarda özellikle 1 yaşına kadar olan çocuklarda ve geçmişte bu tür reaksiyonları olanlarda alerjik tepkilere neden olabilen *Clostridium botulinum* sporlarını içerdiğinden bu kişilerde kullanımı önerilmemektedir [20].

1.3.2. Balın Antimikrobiyal Etkisi

Balın antibakteriyel özellikleri, hidrojen peroksit, flavonoidler ve fenolik asitler gibi bileşiklerin yanı sıra düşük su aktivitesi ve yüksek asit değerlerinin varlığından kaynaklanmaktadır. Bal, bu özelliklerinin bir sonucu olarak insanlarda hastalığa neden olan zararlı mikroorganizmaların gelişimini sınırlayan bir durum oluşturmaktadır. Balın, bakterilerin dışında, virüslere, parazitlere ve mantarlara karşı engelleyici yeteneklerini gösteren çalışmalar literatürde yer almaktadır. Bir araştırmada, hidatik kist oluşumuna neden olan bir (*Echinococcus granulosus*) parazite verilen %10'luk bal konsantrasyonunun, üç dakika gibi kısa bir sürede ölümcül bir etkiye sahip olduğunu bulundu [17]. Bingöl bölgesinden alınan örnek balların antimikrobiyal etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada 0.1 mL bal örneğinin *Bacillus brevis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli* vb. bakteri türlerinin yanında *Rhodotorula rubra* ve *Candida albicans* gibi mantar çeşitlerinin üremesini, gelişmesini engellediği vurgulanmaktadır [21].

1.3.3. Balın Antikanser Etkisi

Bal, araştırmalara göre çeşitli yerlerden toplanan nektar ve arı salgılarının doğal metabolitlerini içerir. Bu sayede bal, kanser hücrelerinin ve tümörlerin büyümesini engelleyebilen doğal bir gıda haline geldiği söylenmektedir [22]. Bal, tümör ve kanser gelişimini, ilerlemesini nleme veya azaltma yeteneğine sahip doğal bir yapıya sahiptir. Balın kanser hücreleri üzerindeki inhibitör etkisinin, yapısındaki flavonoidler ve fenolik asit gibi biyoaktif bileşenlerin aracılık ettiği ve bu kimyasalların her ikisi de kanser oluşumuna sebep olan serbest radikallerin ve oksidatif stresin oluşumunu sınırladığı iddia edilmektedir [23]. Bal, normal hücreler için sitotoksik olmadığı halde tümör veya kanser hücreleri için güçlü ve seçici olarak sitotoksiktir. Başlama, gelişme ve ilerleme aşamalarında meydana gelen moleküler süreçleri veya olayları düzenleyerek ya da bunlara müdahale ederek kanser oluşumunu baskılama potansiyeline sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı bal tüketiminin mide, kolon ve karaciğer kanseri tedavisinde faydalı olduğu birçok çalışmada ortaya konmaktadır [24]. Sonuç olarak saf organik bal, hem deneysel hem de klinik araştırmalarda daha fazla üzerinde çalışmayı hak eden potansiyel olarak etkili ve umut verici bir antikanser ilacı olarak kabul edilebilir.

1.3.4. Balın Antiviral Etkisi

Balın birçok mantar ve bakteriye karşı antimikrobiyal etkileri geniş çapta araştırılmış olsa da viral enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisi amacıyla kullanılabilmesi için hl önemli araştırma gerektirmektedir [25,26].

Zeina vd. [27], yaptıkları bir araştırmada balın in vitro olarak enfekte olmuş maymunun böbrek hücrelerinde (Vero hücreleri) Rubella virüsüne karşı antiviral etki gösterdiğini ne sürmektedirler. 500 µg/mL'lik bir konsantrasyonda bal, 100 µg/mL'lik bir konsantrasyonda viral yükte bir azalma ile in vitro olarak HSV'ye karşı en yüksek antiviral aktiviteye sahip olduğu grlmektedir [28]. Pakistan'da influenza virüslü hastaları tedavi etmek için yaygın olarak kullanılan reçetesiz bir ilaç olan bal, zencefil ve sarımsak zleri karışımının antiviral aktivitesi, antiviral ilaç amantadin ile karşılaştırılarak bu özütün H1N2 virüs büyümesini önemli ölçüde inhibe ettiği görülür. İlginç bir Şekilde insan lenfositlerinin çoğalmasını da teşvik ettiği belirtilen bal, zencefil ve sarımsaktan elde edilen ham ekstrelerin bir karışımının influenza virüsüne karşı klinik olarak faydalı olabileceğini düşündürmektedir [29].

1.3.5. Balın Fiziksel Özellikleri

Renk, kristalizasyon, viskozite ve elektriksel iletkenlik gibi özellikler balın derece seviyesini belirlemek için kullanılan temel fiziksel parametrelerdir.

1.3.5.1. Balın Rengi

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nin 9. maddesine göre balların rengi, su beyazı ve koyu amber rengi arasında değişkenlik gösterebilir. Baldaki renk, balın kaynağı olan nektar ve polenlerin renklerinden, baldaki şeker reaksiyonlarından ve peteklerin yeni ya da eski olmasından etkilenir [30]. Balın yapısına başlıca renk veren moleküller klorofil, karoten ve ksantofildir [31,32]. Araştırmaya göre, fenolik bileşikler koyu renkli ballarda yaygındır ve askorbik asit veya E vitamininden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir [33]. Koyu renkli balların içeriğindeki mineral bileşik miktarı, açık renkli ballara göre daha fazladır [34]. Tüketici talebi açısından amber renkli ballar en popüler olanıdır, ancak açık veya koyu renge sahip ballar tüketicilerin tercihlerine göre değişmektedir [35].

1.3.5.2. Balın Kristalizasyonu (Şekerlenme)

Kristalizasyon, baldaki glikoz kristalleştiğinde balın akışkanlığının bir kısmını kaybettiği süreçtir. Balların çoğunda bu durum gözlemlenebilir. Bal kristalizasyonu önemli bir kalite kriteri olmasına rağmen bunun doğal bir süreç olduğunu söylemek mümkündür ve yapılan birçok çalışmada da kristalize bal ile sıvı bal arasında besinsel bir fark olmadığı bilinmektedir.

1.3.5.3. Balın Viskozitesi (Akıcılık)

Akışkanlığa dayanma kapasitesine viskozite denir. Akıcılıkta yapı kelimesini ifade eder. Ağır bir yapıya sahip bal, yavaş bir akışkanlığa ve yüksek bir viskoziteye sahiptir. Viskozitesi yüksek olan viskoz balların filtreleme sırasında peteklerden çıkarılmasının zor olduğu ve bal kaplarını boşaltmanın ve temizlemenin çok zor ve zahmetli olduğu iyi bilinmektedir. Koyu renkli, akıcılığı az olan katı ballar yüksek viskoziteye; açık renk ve gevşek yapıdaki ballar ise düşük viskoziteye sahiptir. Balın viskozitesi sıcaklık arttıkça azaldığı, içeriğindeki kuru madde miktarı artmasıyla da konsantrasyonunun arttığı keşfedildi [36]. Bir araştırmaya göre portakal, pamuk,

çam, ayçiçeği, köknar ve kekik balının viskozitesinin 2.54 ile 23.4 Pa.s arasında olduğu kaydedildi [37]. Başka bir araştırmada, test edilen bal örneklerinin viskozitelerinin 1.77 ile 11.38 Pa.s arasında değiştiğini, yonca balının en düşük viskoziteye, sedir balının ise en yüksek viskoziteye sahip olduğu bulundu [38].

1.3.5.4. Balın Elektriksel İletkenliği

Balların elektriksel iletkenliği, çiçek ve salgı ballarını birbirinden ayırt etmek için kullanılan bir değerdir. Balın mineral ve asit içeriğine göre elektriksel iletkenlik değişir. Salgı balları, çiçek ballarından daha yüksek bir elektriksel iletkenlik derecesine sahiptir. Bal Tebliği'nde belirtilen miktarlara göre salgı ballarının elektriksel iletkenlik değeri minimum 0.8 mS/cm, çiçek ballarının elektriksel iletkenliği ise 0.8 mS/cm'den fazla olmamalıdır [39-41]. Bir araştırmaya göre, balın elektriksel iletkenliği baldaki organik asit, mineral ve protein miktarına göre pozitif, baldaki su miktarına göre ise negatif bir ilişkiye sahiptir [42]. Doğu Anadolu Bölgesi'nde yapılan çalışmalarda balın elektriksel iletkenlik değeri 0.18 – 0.47 mS/cm aralığında bulundu [40].

1.4. Önceki Çalışmalar

Ülkemizin bazı bölgelerinde zengin bir flora olması nedeniyle arıcılık faaliyeti önem kazanmakta ve bal üretimi daha çok bölgede yapılmaya başlanmaktadır. Bal üretiminin yapıldığı bu önemli yerlerden biri de Bitlis'tir. Bitlis il merkezi, Mutki ve Hizan ilçeleri fiziki yapısı ve bitki örtüsü nedeniyle arıcılık için mükemmel bir yerlerdir. Çalışmamızı yaptığımız Hizan'daki ormanlık alanların bolluğu, geven, kekik ve yonca çeşitlerinin varlığı ve Hizan'da arıcılıkta kullanılan bal arılarının özel yapısı göz önüne alındığında, arıcılık Hizan için önemli bir gelir kaynağı olarak görülmektedir.

Günümüzde bal üretimi oldukça fazla olmasına rağmen, gıda şartlarına uygun balların sayısı ne yazık ki sınırlıdır. Balın güvenli ve sağlıklı olup olmadığını yalnızca biyokimyasal araştırmalar belirleyebilir. Bu kapsamda Bitlis-Hizan bölgesinden alınan bazı bal numunelerinin şeker içeriklerini, flavonoid değerlerini, toplam fenolik, 5-hidroksimetilfurfural (HMF) ve prolin seviyelerini biyokimyasal olarak test ederek balın kalitesi hakkında bilgi toplamaya çalıştık. Bu incelemelerin ardından DPPH ve ABTS radikallerine karşı antioksidan aktivitelerini belirledik. Sonuç olarak bu çalışma ülkemizin en önemli bal üretim merkezlerinden biri olan Bitlis yöresinin

kendine özgü florasından gelen çeşitli yapı ve bileşiklerdeki balın kalitesinin ortaya çıkarılmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Akgün [43], yaptığı çalışmada Ordu yöresinde üretimi yapılan bal örneklerinde incelenen nitelikler açısından bal tebliğ kriterlerine uygunluğunu ve hangi balın en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu araştırmıştır. Antioksidan analizi için bal numunelerinin mevcut fenolik içeriğinin yanı sıra DPPH ve FRAP tekniklerini seçmiştir. Bulgularını literatürdeki araştırmalarla karşılaştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre prolin miktarını en fazla kestane balında, serbest asit oranını en yüksek ormangülü balında ve diastaz miktarını en yüksek yayla balında bulunduğunu saptamıştır. En yüksek HMF düzeyi akasya balında, en yüksek iletkenlik kestane balında, nem içeriği ise neredeyse tüm ballarda eşit oranlarda olduğunu bulmuştur. Balların fiziksel ve kimyasal niteliklerini değerlendirmiş ve bal tebliğinde belirtilen özellikleri karşıladıkları sonucuna varmıştır. Antioksidan analizinin bulgularına göre, kestane balı, toplam fenolik bileşen içeriği ve kullanılan metodolojilere göre, test edilen diğer ballardan daha iyi antioksidan özelliklere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Analiz sonuçlarının literatürdeki diğer bilgilerle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Mineral konsantrasyonu, amino asit içeriği ve güçlü antioksidan karakterine sahip olması açısından kestane balının insan sağlığına, incelenen diğer ballara göre daha faydalı olduğu sonucuna varılmıştır.

Can vd. [44], topladıkları farklı balların antioksidan etkilerini tespit etmek üzere yaptıkları araştırmada meşe ve akasya balının DPPH-SC50 değerlerinin 12.57 mg/mL - 152.41 mg/mL arasında olduğunu, çam ballarının DPPH-SC50 değerinin de 44.30 mg/mL olduğunu bulmuşlardır.

Ferek [45], Muğla'daki çam ballarının kalite özellikleri ve işlevselliğine ışık tutmak amacıyla yaptığı çalışmada Muğla ilinde beş farklı bölgede bulunan bal üreticilerinden alınan çam ballarının (15 adet) antioksidan, fiziksel ve kimyasal analizlerini yapmıştır. Topladığı bulgulara göre alınan çam ballarının hepsinde nemin, sakarozun, fruktoz + glikoz, elektrik iletkenliğinin, diastaz miktarının ve prolin seviyelerinin Bal Tebliği'nde bal için tanımlanan referans değerlerine uygun olduğunu ve aldığı iki örnekte fruktoz/glikoz oranları standartlarda belirtilen limit değerlere yakın olmakla beraber standart değer üzerinde olduğunu saptamıştır. Çalışmadaki renk değerlerini incelendiğinde çam ballarının koyuluk seviyelerinin hafif derecede olduğunu tespit etmiştir. Açık renkli ballarda antioksidan değerlerin renk değerleri ile ilişkilendirilebileceği ve belirlenen antioksidan değerlerin daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen antioksidan değerlerden daha yüksek olduğunun önemine vurgu yapmıştır. Sonuç olarak yapılan bu çalışmada kullandıkları çam balının fiziksel, kimyasal ve antioksidan analizleri sonucunda elde edilen verilerin kontamine olmadığını ve besleyici değere sahip olduğunu belirtmiştir. Bayram vd. [46],

Türkiye'nin Rize, Erzurum, Hakkâri ve Giresun yörelerinden topladıkları bal örneklerinde prolin oranlarının 503.46 ile 696.09 mg/kg arasında değiştiğini saptamışlardır.

Solayman vd. [47], yaptıkları çalışmada balın, fruktoz ve glukozdan oluşmasının yanında, 20'den fazla birbirinden farklı karmaşık karbonhidrat, protein, aminoasit ve organik asitler, enzimler, vitamin, fenol antioksidanlar, mum ve polen taneleri, mineral ve pigment de içerdiğini ve tüm bunların birleşimi ile oluşan yoğunlaştırılmış sulu bir çözelti olduğunu vurgulamışlardır. Yine çalışmalarında balın renginin içeriğindeki mineral miktarı ile ilişkili olduğunu, mineral oranı % 0.04 olan balların açık renkli, % 0.20 olan balların koyu renkli olduğunu belirtmişlerdir. Elektrik iletkenliği bakımından da mineral oranı yüksek olan ballarda elektriksel iletkenliğin daha yüksek olduğunu savunmuşlardır. Bal, bileşimindeki farklı kimyasal bileşenler nedeniyle besleyici, tedavi edici ve koruyucu etkiler sunduğu, tedavi edici özelliklerinin gerçekleşmesi için kirleticilerden arındırılmış olması gerektiğini söylemişlerdir.

Kaygusuz vd. [48], çalışmalarında çam, meşe ve kestane balının içeriğinde yüksek oranda potasyum mineraline, meşe ve lavanta ballarında yüksek oranda kalsiyum mineraline, püren balında yüksek oranda demir, kestane ve meşe ballarının içeriğinde de çok miktarda manganez minerali içerdiğini tespit etmişler. Bakır seviyeleri diğer minerallerle karşılaştırıldığında tüm ballarda tipik olarak düşüktür, ancak bu minerallerin en yüksek olduğu seviyeler meşe, kestane, şeftali ve çam ballarında keşfedilmiştir.

Romanya'daki bir çalışmada Popescu vd. [49], temin ettikleri birbirinden farklı ballar üzerine yaptıkları testlerde HMF oranlarını, ayçiçeği ballarında 1.7 mg/kg, ıhlamur ballarında 1.5 mg/kg, akasya ballarında 1.3 mg/kg, polifloral ballarda ise 2.2 mg/kg olarak bulmuşlardır. HMF değeri balın kalitesini gösterdiği, ısıl işleme tabi tutulmadığını ortaya koyan önemli parametreler arasında gösterilmiştir. Nem değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu, fruktoz/glukoz oranlarının da TGK değerleri ile paralellik gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Aşağıdaki çizelgede çalışılan ballarda elde edilen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler yer almıştır.

Çizelge 1. 6. Romanya'da çalışılan balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri [49]

Özellik	Akasya balı	Ayçiçek balı	Kolza balı	Ihlamur balı	Polifloral bal
Nem (%)	5.1	5.8	5.5	5.7	5.6
Fruktoz/Glukoz	1.23	0.86	0.88	0.91	1.02
HMF (mg/kg)	1.3	1.7	0.9	1.5	2.2

Trakya bölgesinde üretimi yapılan ballar üzerine yapılan bir çalışmada, ayçiçeği balının nem içeriği %15.40-%19.60 aralığında, meşe balının nem içeriği %15.80-%17.60 aralığında, karaçalı balının nem içeriği ise %16.40-%19.40 aralığında; ayçiçeği ballarının invert şeker miktarı %72.92 - %78.13 aralığında, meşe ballarının invert şeker miktarı ise %61.77 - %78.13 aralığında bulunmuştur [50].

Truzzi vd. [51], yaptıkları çalışmada İtalya'dan alınan 43 farklı bal numunesinin prolin konsantrasyonlarını kişniş balında 531 mg/kg değerinde, kestane balındaki bu değer 619 mg/kg, ıhlamur balında 388 mg/kg, ayçiçeği balında 665 mg/kg, salğı balında 614 mg/kg ve akasya balında 229 mg/kg olarak bulmuşlardır.

Ardahan bölgesinde üretilen yedi bal örneğiyle yapılan araştırmada balların HMF düzeyini 0.76 ile 6.93 mg/kg arasında bulmuşlardır. Bal örneklerinde daha önce düşünülenlerden daha az HMF konsantrasyonu sonucuna ulaşılmıştır [52].

Karamehmet [55], yaptığı çalışmada kullanılan bal örneklerinin mineral bileşiminin çeşitli seviyelerde K, Al, Fe, Ca içerdiği kalitatif ve kantitatif olarak zengin olduğunu kanıtlamıştır. İncelenen kaya balının mineral yönünden zengin olduğunu ve bilinen kestane balına benzer değerlere sahip olduğunu kaydetmiştir. Mineral malzeme sonuçları, elektriksel iletkenlik verileriyle desteklenmiştir. Bu bulgunun sonucunda kaya balının diğer ballara göre mineraller açısından zengin olduğunu belirtmiştir. Test edilen balın antioksidan özelliklerini belirlemek için yapılan analizler sonucunda en yüksek antioksidan değerlerine, kestane balının sahip olduğu ve onu kaya balının izlediği keşfedilmiş, bu bulgularla, kaya balının yüksek bir antioksidan kapasiteye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Bitlis Arıcılar Birliği'nden edinilen bilgilere göre 1980'li yıllara kadar Bitlis iline ve iklimine uyum sağlayan arı ırkının varlığından söz edilmektedir. Ancak 1980'den sonra gezgin arıcılık faaliyetinin başlaması ve iklim değişikliğinin de etkisiyle beraber yerli arı ırklarında değişikliğin olduğu dile getirilmektedir. Genel olarak varlığı süren arı ırkları arasında Kafkas, Kafkas Melezi, İtalyan, Karniyol ve Anadolu ırkları yer almaktadır.

2. MATERYAL ve METOD

2.1. Kullanılan Kimyasallar ve Organik Çözücüler

PHA, Tris-HCl, Tris baz, metanol, Na₂HPO₄, aseton, asetonitril, glutatyon (GSH), K1 ve K2 vitamini, n-Butanol, n-heptan, n-hekzan, izopropanol, KH₂PO₄, dimetil sülfoksit (DMSO), Twin 40, butilhidroksitoluen (BHT), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil, (DPPH), sodyum klorür, etil alkol, yağ asidi metil esteri, ergosterol, potasyum bikarbonat, beta sitosterol, albumin standartı, stigmasterol, metafosforik asit (MPA), α - tokoferol, DTNB asit (5,5'ditiyobis 2-nitrobenzoik), trikloroasetik asit(TCA), bakır sülfat(CuSO₄.5H₂O), sodyum karbonat, sodyum sitrat, sodyum hidroksit, sodyum potasyum tartarat, folin, EDTA, 2- thiobarbiturik asit (TBA).

2.2. Kullanılan Alet ve Cihazlar

Vorteks homojenizatör, derin dondurucu, gaz kromatografisi, hassas terazi, otoklav, GC cihazı, HPLC cihazı, etüv, otomatik pipetler, UV spektrofotometre, ultrasonik su banyosu, santrifüj.

2.3. İnceleme Materyali

Bitlis ili Hizan bölgesinden 2020 yılının yaz aylarına ait 7 farklı lokalden bal örnekleri alınmış ve tüm ballar kontaminasyonu önlemek için saklama prosedürlerine göre kavanozlarda muhafaza edilmiştir.

2.4. Flavonoid İçeriklerin Belirlenmesi

Flavonoidlerin miktarını değerlendirmek için kromatografik analiz için 5 μ m iç çaplı PREVAIL C18 (15x4.6 mm) ters fazlı kolon kullanıldı. Mobil faz, %1 asetik asit bulunduran metanol, su ve asetonitrilden oluşan bir 46/46/8, v/v/v kombinasyonuydu. Mobil faz kullanılmadan önce 0.45 μ m membran filtreden süzüldü ve ultrasonikasyon aparatında havası alındı. RHPLC ayırımının ardından DAD, naringin ve kateşin için 280 nm ve 254 nm dalga boyunda mirisetin, rutin, kuarsetin ve morin kullanarak bu flavonoidleri değerlendirdi. Enjeksiyon hacmi 10 μ L'ye ve akış hızı da 1.0 ml/min olarak ayarlandı. Reaksiyon sürelerinin ve standart referansların UV

spektrumlarının karşılaştırılması, çalışmaların kromatografik zirvelerini doğrulamak için kullanıldı. Miktarı ölçmek için, hem pik birleştirme yöntemi hem de standart yöntem kullanılarak hesaplandı. Tüm yapılan kromatografik işlemler 25 °C sıcaklıkta gerçekleştirildi.

2.5. Şeker Analizi

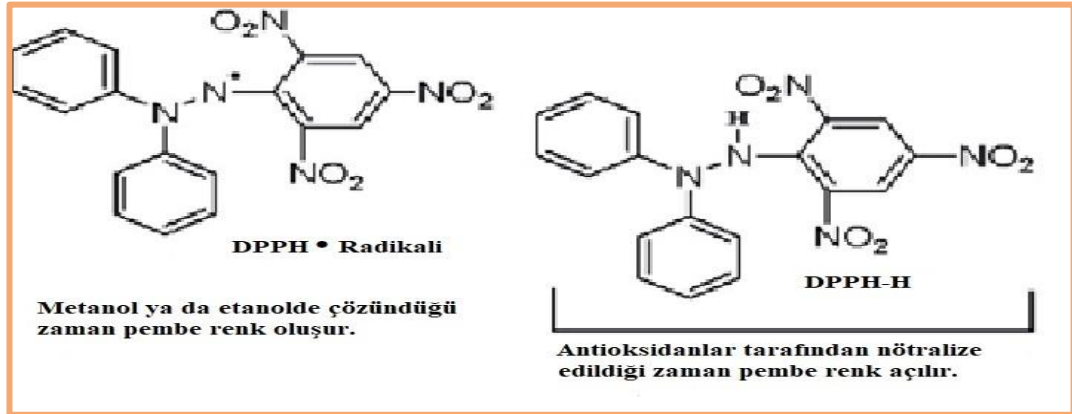
10 g bal numunesi distile su ile karıştırılarak homojen bir karışım elde edildi. Sıvı bileşen daha sonra çıkarılıp tüm süzütünün hacmi hesaplandı ve yine UV detektörüne bağlı olan HPLC aparatı kullanılarak incelendi. Deneyde kullanılan mobil faz, bir asetonitril + su (h/h) (%75/%25) kombinasyonuydu. Analiz için, 190 nm dalga boyuna sahip bir Supelcosil NH₂ (250x4.6 mm, 5µ.) kolonu kullanıldı. Şeker içeriği, harici bir standart yöntem kullanılarak belirlendi.

2.6. Serbest Radikal Giderme Aktivitesi (DPPH)

Brand-Williams yöntemi (1995) kullanılarak DPPH veya serbest radikal temizleme aktivitesi ölçüldü. DPPH (α -Diphenyl picrylhydrazyl) 25 mg/l'lik bir konsantrasyonda üretildi ve metanol içinde bir serbest radikal olarak kullanıldı. Test tüpleri sırasıyla 25, 50, 100, 200 ve 400 µl bal özütü ve 3.9 ml DPPH çözeltisi ile dolduruldu. Karışımlar karanlık bir odada ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edildi ve inkübasyonun sonunda bir blanka karşı 517 nm'de bir spektrofotometrede absorbanslar ölçüldü. Kalan DPPH miktarı, azalan absorbansa dayalı olarak serbest radikal süpürme aktivitesi olarak tahmin edildi.

Sonuçları hesaplamak için aşağıdaki formül kullanıldı:

$$\% = \frac{\text{KontrolABS} - \text{SampleABS}}{\text{KontrolABS}} \times 100$$



Şekil 2. 1. DPPH radikalini giderme

2.7. Total Fenoliklerin Tayini

Alınan bal örneklerinde toplam fenolik bileşik miktarını belirlemek için Folin-Ciocalteu reaktifi kullanıldı [54]. 10 gr balın etil alkol ile ekstraksiyonundan sonra 1 ml alınarak 1 ml Folin-Ciocalteu reaktifi eklenip vortekslendi. 3 dakika sonra da 3 ml %2 Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek, karışım 2 saat oda sıcaklığında bırakıldı. Belirtilen sürelerin sonunda numunelerin yoğunluğu distile suya karşı 760 nm'(olarak)de ölçüldü. Her bal örneği için bu teknik üç kez tekrarlandı. Referans fenolik kimyasallar olarak kersetin ve pirokatekol kullanıldı. Kalibrasyon grafiğini yapmak için 25 mg kersetin ve 25 mg pirokatekol ayrı test tüplerinde çözüldükten sonra; konsantrasyon ve absorbans hesaplandı, kalibrasyon grafiği çizildi ve 0, 50, 100, 200 ve 400 µL alındıktan sonra hesaplamalar yapıldı.

2.8. Bal Numunelerinin 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) Türevi Analizi

Bal numuneleri, bir HPLC cihazı kullanılarak HMF için analiz yapıldı. 10 g bal, 50 ml falcon tüplerde 10 ml su/metanol (% 90/%10, v/v) karışımında çözüldü, 5000 rpm'de +4 °C'de 5 dakika santrifüj edildi ve 1 ml'lik otomatik numune alma cihazı şişelerine aktarıldı. Analizi gerçekleştirmek için HPLC cihazı kullanıldı. Mobil faz, su ve metanolün (% 90/%10, v/v) bir kombinasyonuydu ve kolon, bir Supelcosil Ascentis RP Amid HPLC kolonuydu (150x4.6, 5 m). HMF çalışması için 283 nm dalga boyu seçilerek DAD dedektörü kullanıldı.

2.9. Bal Numunelerinin Prolin Analizi

Bal numunelerinin prolin içeriği, spektrofotometrik bir teknik kullanılarak belirlendi [41]. 100 mL'lik bir balon jöje içine 5 g'lık bir bal numunesi tartıldı ve 100 mL'ye tamamlanmadan önce distile su ile çözüldü. Her tüpe 1 mL %3 ninhidrin çözeltisi ve 1 mL formik asit ile birlikte 0.5 mL hacminde bal çözeltisi ve 0.5 mL prolin standart çözeltisi (0.8 mg/25 mL) ve 0.5 mL distile su (kör) eklendi. Multi vorteks yardımı ile (tüplerin kapakları kapalı vaziyette) karışım 15 dakika hızlı bir şekilde karıştırıldı. 15 dakika kaynar su banyosunda tutulduktan sonra homojen tüpler 10 dakika daha 70°C'lik su banyosuna yerleştirildi. Su banyosundan çıkarılan her tüpe 5 mL (%50/%50) 2-propanol ve su kombinasyonu ilave edildi. 45 dakikadan sonra, tüplerin absorbansı, 10 mm ışık yoluna ve 510 nm dalga boyuna sahip küvetlerde bir spektrofotometre kullanılarak ölçüldü.

Aşağıdaki formüle göre baldaki prolin miktarı hesaplandı.

$$\text{Prolin (mg/kg)} = \text{Es/Ea} \times \text{E1/E2} \times 80$$

Bu formülde;

Es = Örnek çözelti absorbansı

Ea = Prolin standart solüsyon absorbansı (iki okumanın ortalaması)

E1 = Standart solüsyonun miligram cinsinden prolin konsantrasyonu.

E2 = g cinsinden bal çözeltisi

80 = Seyreltme faktörü bu sayı ile temsil edilir.

2.10. ABTS• + Yok Edici Testi

Radikal çözelti (ABTS) hazırlandıktan sonra test tüplerine 4 mL döküldü, ardından sırasıyla 25, 50, 100, 200 ve 400 mL bal özütü eklendi ve karanlıkta, oda sıcaklığında 2 saat inkübe edildi. Numunelerin absorbansı, bir PBS (Fosfat Tamponu, pH=7.4) körüne karşı 734 nm'de ölçüldü. Ortamdan elimine edilen ABTS radikallerinin miktarı absorbanstaki azalma ile doğru orantılıdır. Ekstraktlar tarafından temizlenen ABTS radikalleri için aşağıdaki formül kullanıldı.

Çizelge 2. 1. ABTS radikallerinin miktarının hesaplanması için kullanılan formül

% ABTS Yok Etme Aktivitesi = $[(A0-A1)/A0] \times 100$	
A0	A1
Kontrolün absorbans değeri	Ekstrakt uygulandıktan sonra absorbans değeri

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Bitlis'in Hizan ilçesinin zengin florasına sahip 7 farklı köyden toplanan çiçek balı örnekleri; HMF, sakkaroz, fruktoz, glukoz, maltoz, prolin, fenolik ve flavonoid maddeler yönünden incelenmiş olup sonuçlar aşağıdaki çizelgelerde belirtilen değerler ışığında açıklanmıştır. Balların toplandığı köylerdeki kovanların birbirine mesafesi 5 km ile 40 km arasında değişmektedir. Köylerin harita üzerindeki konumu aşağıdaki şekilde belirtildiği gibidir.



Şekil 3. 1. Toplanan bal örneklerinin harita üzerindeki konumları (Google maps:12/08/2022)

Haritadaki konumları Şekil 3.1.'de gösterildiği gibi olan Hizan ilçesine ait köylerin bitki florasının büyük çoğunluğu benzer olsa da kısmen farklılık göstermektedir. Bunun temel sebeplerinden biri yükseltilerinin birbirinden farklı olmasıdır. Çiçek türlerinin kısmi olarak değişken olması üretilen balların renkleri, viskozitesi, şeker değerleri, asit gibi birçok fizikokimyasal içeriğini de etkileyebilmektedir. Aşağıdaki çizelgede bal örneklerini temin ettiğimiz köylerin isimleri, yükseltileri, koordinatları ve balların hasat zamanı ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 3. 1. Bal örneklerinin alındığı köylerin koordinatları, rakım ve balların hasat zamanı

Örnek No	Köy	Koordinat	Yükselti	Bal toplama zamanı
1	Aladana köyü	K:38.307, D:42.412	1788m	Temmuz, 2020
2	Ağilöz köyü	K:38.193, D:42.518	1596m	Ağustos, 2020
3	Kalkanlı köyü	K:38.131, D:42.635	2044m	Ağustos, 2020
4	Kepirli köyü(Nurs)	K:38.158, D:42.632	2135m	Ağustos, 2020
5	Yukarıayvacık köyü	K:38.169, D:42.656	2109m	Ağustos, 2020
6	Sağınlı köyü	K:38.068, D:42.587	1552m	Temmuz, 2020
7	Sağırkaya köyü	K:37.995, D:42.571	1581m	Ağustos, 2020

Çizelge 3.1. ve Şekil 3.1.'de Hizan bölgesinde bal numunelerinin alındığı köylerin isimleri, koordinatları, birbirlerine göre konumu ve yükselteleri hakkında bilgilere yer verilmiştir. Analiz sonucu elde edilen bulgular, bal örneklerinin alındığı lokalitenin coğrafik özellikleri, bitki florasına bağlı olarak kısmen farklılık göstermiştir. Köyler arasında minimum 5 km üzerinde mesafe bulursa da toprağın yapısı ve içerdiği mineral yapısı genel olarak benzer olduğundan florik çeşitlilik de büyük oranda benzerdir. Bu nedenle ballarda analizi yapılan parametrelerde uç noktalar dışında yakın sonuçlar elde edilmiştir.

3.1. Bal Örneklerinin ABTS Radikali ve DPPH Serbest Radikali Temizleme Etkisi

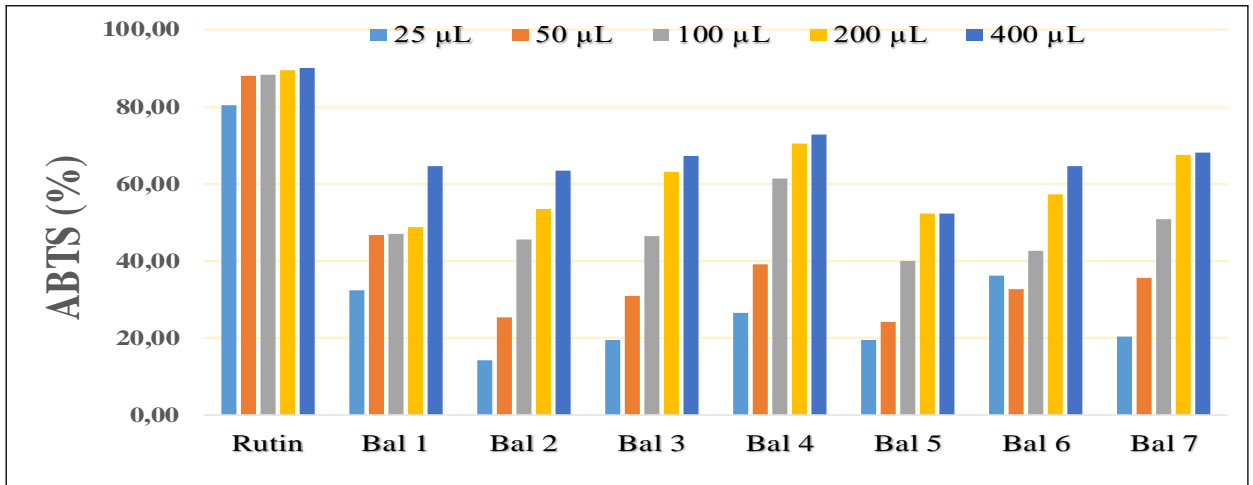
ABTS radikalini temizleme sonuçlarına göre 25 µL konsantrasyonda 1 ve 6. bal örneklerinde diğer bal örneklerine göre belirgin oranda radikal temizleme etkisinin olduğu belirlenirken 5 nolu bal örneğinde bu değer en düşük seviyede tespit edildi. 50 µL ve 100 µL konsantrasyonda 1 ve 4 nolu bal örnekleri, 200 µL konsantrasyonda 4 ve 7 nolu bal örnekleri, 400 µL konsantrasyonda ise 3, 4 ve 7 nolu bal örneklerinde radikal temizleme etkisi belirtilen konsantrasyonlarda diğer numunelere göre daha belirgin olduğu saptandı. Her grubun konsantrasyon artışına bağlı olarak radikal temizleme özelliklerine göre aralarında bir paralellik olduğu gözlemlendi. Düşük konsantrasyonda radikal temizleme aktivitesi düşük, yüksek konsantrasyonda ise daha yüksek bulundu (Çizelge 3.2).

Çizelge 3. 2. Bal numunelerinin ABTS radikali temizleme aktivitesi (%)

Bal Örnekleri	ABTS (25 µL)	ABTS (50 µL)	ABTS (100 µL)	ABTS (200 µL)	ABTS (400 µL)
Bal 1	32.333±3.09	46.68±0.88	47,156±0,63 ^d	48.893±2.98	64.606±1.71 ^d
Bal 2	14.316±1.5	25.476±0.64	45.596±3.91	53.460±0.53	63.313±1.99
Bal 3	19.583±1.26	30.92±0.23	46.316±0.57	63.126±0.65	67.130±0.88
Bal 4	26.456±3.65	39.106±0.99	61.280±0.99	70.356±1.86	72.69±0.96
Bal 5	8.53±1.25	24.033±0.88	40.080±0.08	52.196±2.24	52.203±1.61
Bal 6	36.17±6.80	32.643±0.37	42.716±0.60	57.24±0.62	64.766±2.25
Bal 7	20.26±1.36	35.566±0.54	50.816±0.96	67.51±0.81	68.073±1.49
Rutin	80.533±0.17	88.060±0.03	88.433±0.21	89.520±0.31	90.200±0.02

d: p<0.001

Aşağıdaki grafikte 7 adet bal örneğinin 25, 50, 100, 200 ve 400 µL'lik konsantrasyonlarda elde edilen ABTS radikal temizleme yüzdeleri verilmiştir. Grafikteki bal örneklerinin neredeyse tamamında konsantrasyon artışıyla birlikte radikal temizleme etkisi artmıştır. Sadece 6 numaralı balda 25 µL'lik konsantrasyondan 50 µL'lik konsantrasyona geçişte radikal temizleme yüzdesinin düştüğü görülmektedir (Şekil 3.2.).

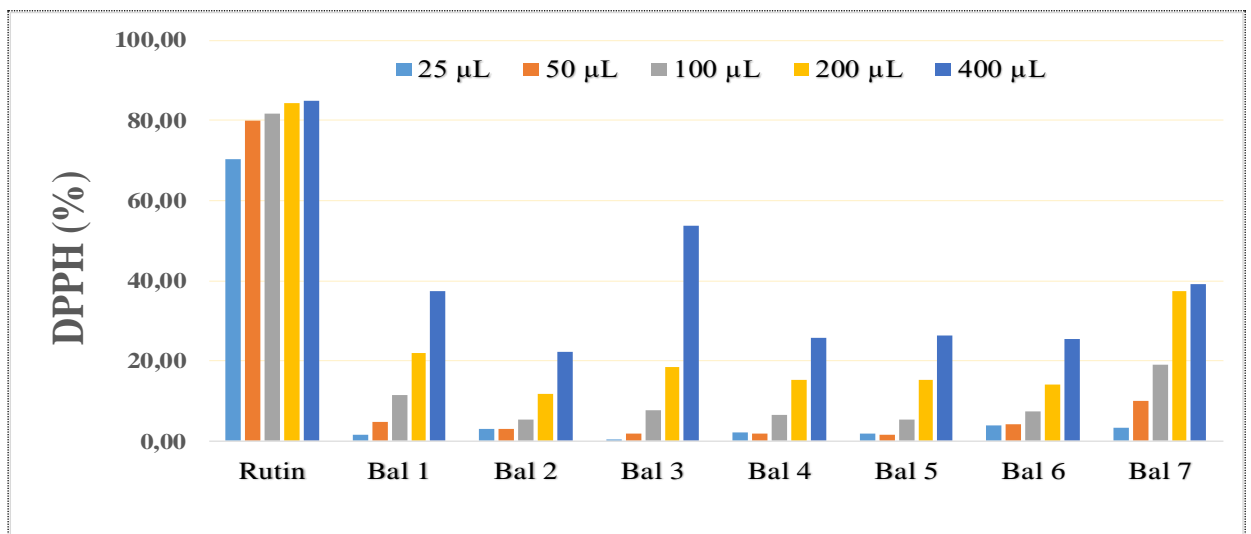


Şekil 3. 2. Bal örneklerinin farklı konsantrasyonlardaki ABTS yüzde değerleri

DPPH (α,α -Diphenyl-b-picrylhydrazyl) serbest radikal temizleme etkisi sonuçlarına göre; 25 μL konsantrasyonda 3 numaralı bal örneğinin diğer bal örneklerine göre daha düşük seviyede antioksidan aktivite gösterdiği saptandı. 50 μL 'lik konsantrasyondaki bal örneklerinden 7 nolu bal örneğinde diğer bal örneklerine göre belli oranda radikal temizleme etkisinin olduğu belirlendi. 100 μL konsantrasyondaki 1 ve 7 numaralı bal örneklerinde radikal temizleme özelliği diğer bal örneklerine göre daha yüksek seviyede bulundu. 200 μL konsantrasyonda yine 1 ve 7 numaralı bal örneklerinde, 400 μL 'lik konsantrasyonda ise 1, 7 ve özellikle de 3 numaralı bal örneğinde serbest radikal temizleme aktivitesi en yüksek seviyede ölçüldü. (Çizelge 3.3).

Çizelge 3. 3. Bal numunelerinin DPPH radikali temizleme aktivitesi (%)

Bal Örnekleri	DPPH (25 μL)	DPPH (50 μL)	DPPH (100 μL)	DPPH (200 μL)	DPPH (400 μL)
Bal 1	1.640±0.08	4.946±0.14	11.436±0.05	21.940±0.41	37.536±0.89
Bal 2	2.980±0.32	3.113±0.29	5.396±0.26	11.740±1.20	22.346±0.84
Bal 3	0.510±0.01	1.880±0.15	7.650±0.15	18.443±0.15	53.846±0.62
Bal 4	2.093±0.15	1.813±0.38	6.433±0.70	15.276±0.21	25.916±0.96
Bal 5	1.830±0.04	1.650±0.05	5.503±0.80	15.210±0.23	26.230±0.23
Bal 6	3.793±0.20	4.260±0.27	7.510±0.32	14.093±0.26	25.450±1.10
Bal 7	3.226±0.47	10.176±1.31	19.053±0.21	37.333±0.24	39.106±0.39
Rutin	70.490±0.20	80.126±0.06	81.650±0.28	84.403±0.24	84.986±0.06



Şekil 3. 3. Bal örneklerinin farklı konsantrasyonlardaki DPPH yüzde değerleri

3.2. Bal Örneklerindeki Şeker İçerikleri

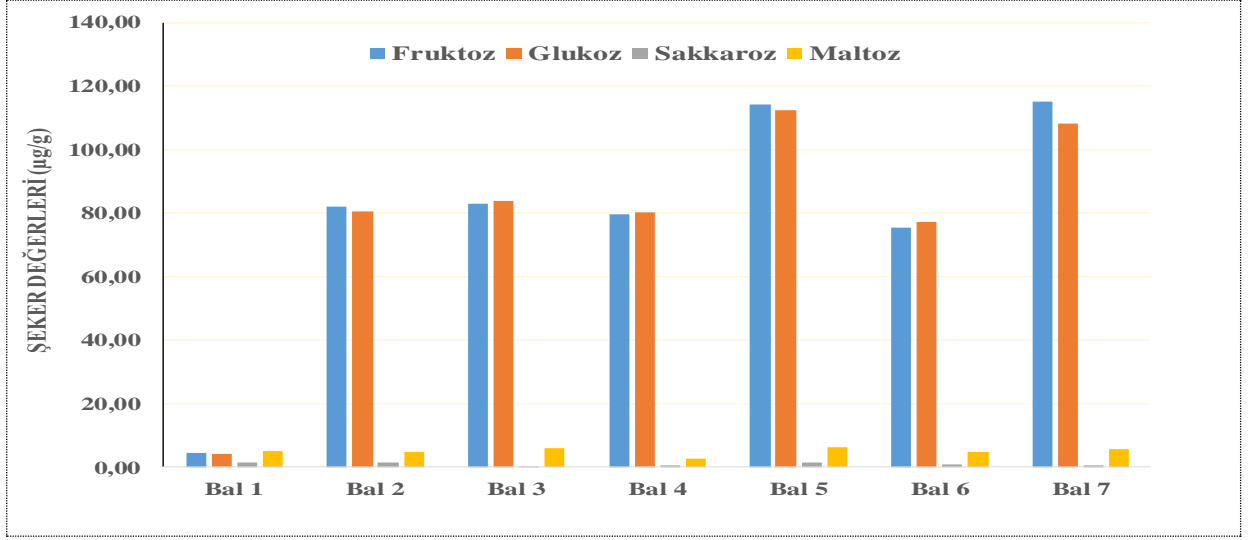
Ballar fruktoz içeriği açısından incelendiğinde, şeker analizinin bulguları, 5. ve 7. gruplarda bu şekerin çok daha yüksek bir konsantrasyona sahip olduğunu ortaya koydu. 1 nolu balda fruktoz miktarı en düşük düzeyde bulundu. Diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi. Bal numunelerinin glukoz değeri açısından karşılaştırıldığında yine 5 ve 7 nolu örneklerde belirli oranlarda glukoz bulunduğu belirlenirken, 1 nolu bal örneğinde glukoz miktarı düşük seviyede tespit edildi ve diğer gruplarla karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan farklılık gözlenmedi. Balların içeriğindeki sakkaroz miktarı kıyaslandığında 1, 2 ve 5 nolu gruplarda bu şeker oranı, diğer gruplara nazaran belirgin oranda fazla bulundu. (Çizelge 3.4).

Çizelge 3. 4. Balların şeker düzeyleri ($\mu\text{g/g}$)

Bal Örnekleri	Fruktoz	Glukoz	Sakkaroz	Maltoz
Bal 1	4.364±0.86 ^{cd}	4.076±0.25 ^{cd}	1.556±0.34	5.054±1.05
Bal 2	82.032±0.11	80.586±0.58	1.400±0.25	4.676±0.45
Bal 3	82.964±9.51	83.886±9.24	0.348±0.07 ^{cd}	6.128±0.74
Bal 4	79.690±8.34	80.218±8.41	0.708±0.12	2.766±0.53 ^{cd}
Bal 5	114.328±0.21	112.428±0.52	1.400±0.28	6.254±0.08
Bal 6	75.554±5.66	77.290±4.37	0.784±0.02	4.768±0.73
Bal 7	115.184±1.29	108.176±2.24	0.720±0.22	5.620±0.65

cd: $p < 0.0001$

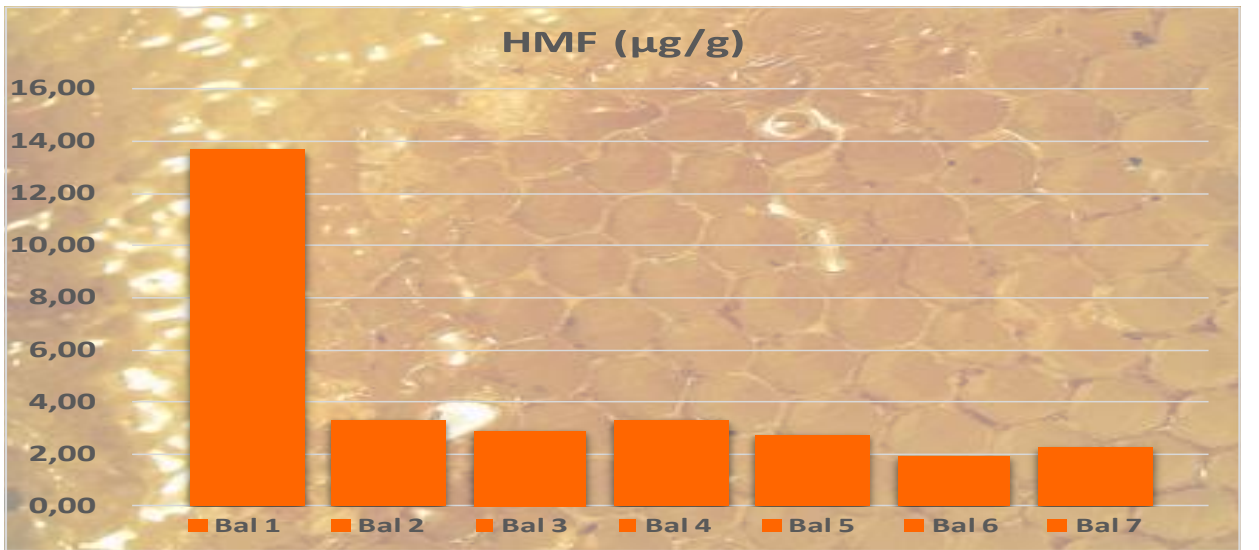
Bal örneklerinde bulunan sakkaroz miktarı karşılaştırıldığında 1, 2 ve 5 nolu gruplarda bu şekerin diğer gruplara oranla belirgin oranda fazla bulunduğu tespit edildi. 3 nolu bal örneğinde diğer örneklere göre en düşük düzeyde sakkaroz bulundu. Bal grupları içerisinde 4. örnekte maltoz miktarı en düşük seviyede bulunmuştur. 3 ve 4 nolu balların maltoz içeriği diğer ballara göre daha yüksek değerlerde saptandı (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4. Bal örneklerinin şeker değerleri

3.3. Balların HMF Düzeyleri

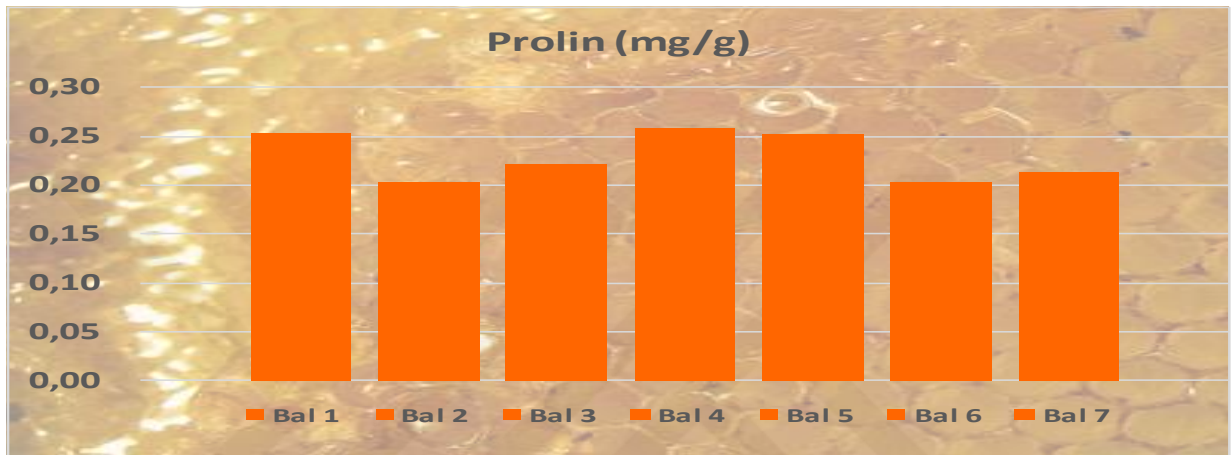
Bu çalışmada bal örneklerindeki ortalama HMF(Hidroksimetilfurfural) değerleri yaklaşık $1.893 \pm 0.03 \mu\text{g/g}$ ile $13.663 \pm 0.88 \mu\text{g/g}$ arasında değiştiği görüldü, ortalama değer ise $4.33 \mu\text{g/g}$ olarak hesaplandı. En yüksek HMF değeri 1 numaralı balda, en düşüğü ise 6 numaralı bal örneğinde tespit edildi. 2, 3, 4, 5 ve 7 numaralı bal örneklerinin HMF değerleri birbirine yakın olarak bulundu (Çizelge 3.5). Balın önemli kalite kriterlerinden biri olan HMF; TGK Bal Tebliğine göre, maksimum 40 mg/kg olmalıdır. Bu kapsamda üzerinde çalıştığımız balların HMF değerlerinin tebliğe uygun olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 3. 5. Bal örneklerinin HMF değerleri

3.4. Balların Prolin Düzeyleri

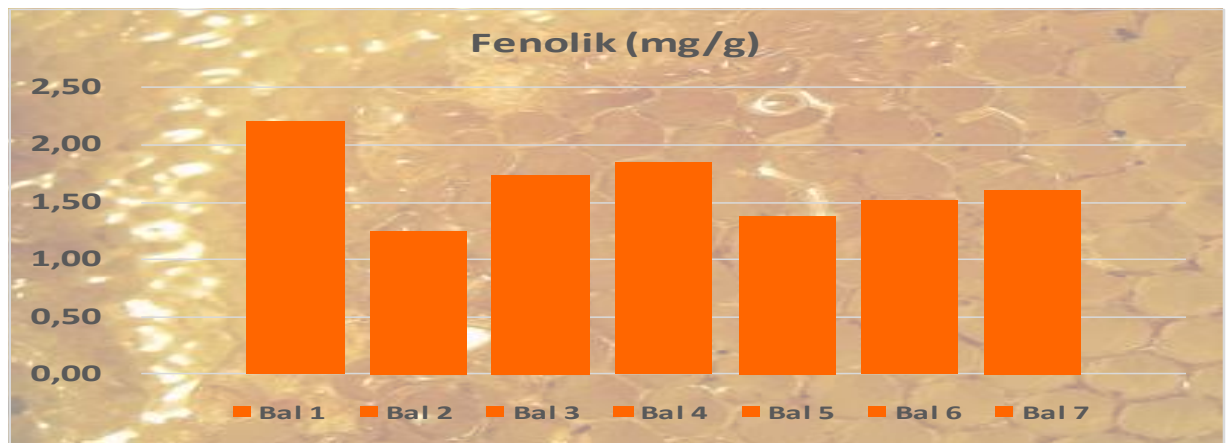
Balların saflık ve olgunluk düzeyinin belirlenmesinde prolin değeri önemli bir kriter olarak değerlendirilir. Bal örnekleri arasında prolin miktarlarına bakıldığında; bütün örneklerde neredeyse aynı oranda prolin bulunduğu gözlemlendi. En düşük düzey 2 ve 6 numaralı örneklerde, en yüksek düzey ise 4 nolu bal örneğinde hesaplandı (Çizelge 3.5). TGK Bal Tebliğinde ifade edilen değerlere göre, prolin miktarı minimum 300 mg/kg olmalıdır (Çizelge 1.1).



Şekil 3. 6. Bal örneklerinin prolin değerleri

3.5. Balların Total Fenolik Düzeyleri

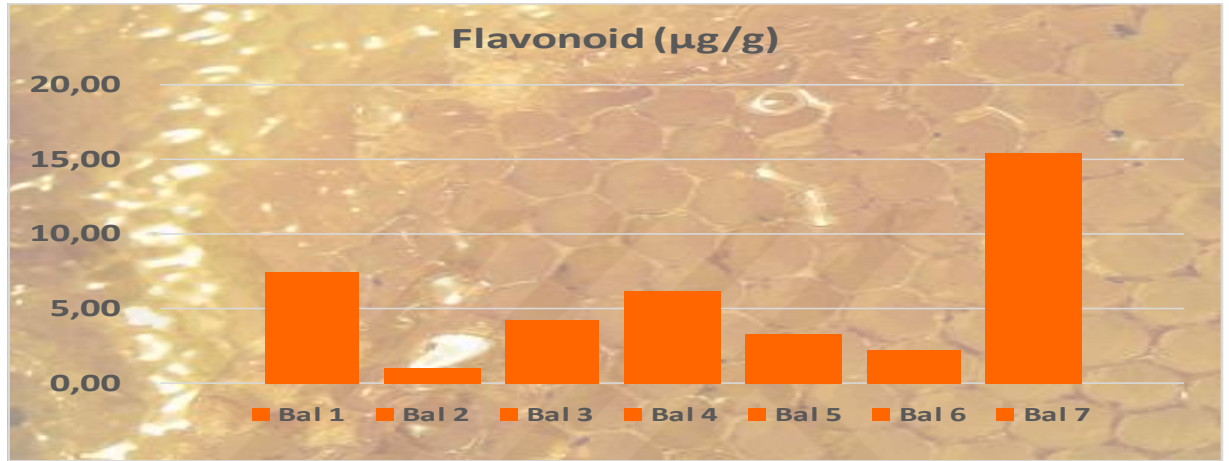
Bal örneklerinin total fenolik miktarını değerlendirdiğimizde; 1 numaralı bal örneği dışında kalan örneklerde daha düşük düzeyde fenolik içeriği saptandı ve diğer bal örneklerinde az olsa da değişik oranlarda fenolik madde içeriğinin bulunduğu tespit edildi (Çizelge 3.5).



Şekil 3. 7. Bal örneklerinin fenolik değerleri

3.6. Balların Total Flavonoid Düzeyleri

Bal örnekleri, total flavonoid içeriği açısından değerlendirildiğinde 1, 4 ve 7 numaralı gruplarda diğer gruplara oranla daha yüksek miktarda flavonoide sahip olduğu tespit edildi. 7 numaralı bal örneğinde flavonoid miktarı 15.353 µg/g bulundu ve en yüksek değer olarak kaydedildi. En düşük orana sahip 2 numaralı bal örneğinde ise bu değer 1.050 µg/g olarak tespit edildi (Çizelge 3.5).



Şekil 3. 8. Bal örneklerinin flavonoid değerleri

Aşağıdaki çizelgede üzerinde çalıştığımız bal örneklerinin bazı parametre değerleri verilmiştir. Prolin dışındaki değerlerin tebliğe uygun olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3. 5. Balların HMF, prolin, fenolik ve flavonoid madde düzeyleri

Bal örnekleri	HMF (µg/g)	Prolin (mg/g)	Fenolik (mg/g)	Flavonoid (µg/g)
Bal 1	13.663±0.88 ^{cd}	0.254±0.01	2.203±0.02	7.416±0.16 ^d
Bal 2	3.266±0.03	0.202±0.0008	1.243±0.01	1.050±0.26
Bal 3	2.860±0.07	0.221±0.01	1.733±0.01	4.203±0.10
Bal 4	3.266±0.03	0.258±0.01	1.850±0.01	6.193±0.006
Bal 5	2.716±0.03	0.251±0.006	1.383±0.01	3.313±0.10
Bal 6	1.893±0.03	0.202±0.002	1.513±0.008	2.200±0.10
Bal 7	2.263±0.31	0.213±0.01	1.610±0.005	15.353±0.26 ^{cd}

cd: p<0.0001, d: p<0.001

4. SONUÇ

Bol bitki örtüsü, iklim ve coğrafi yapı bakımından ülkemiz arıcılık için mükemmel bir konumdur. Bu vb. birçok faktör nedeniyle çok sayıda bal türüne rastlamak mümkündür. Gıda açısından güvenli olanların sayısı ise sınırlıdır. Arıcıların arılara "arı keki" olarak adlandırdıkları yiyecekleri sağlamları zaman zaman karşılaşılan durumlardır. Bu durum piyasaya sahte bal girişine neden olabilmektedir. Tüm balların içeriğindeki maddelerin tespiti biyokimyasal analizlerle tespit edilebilmektedir. Bu çalışmada Bitlis ili Hizan ilçesinde üretimi yapılan bal örneklerinin bazı şeker içerikleri, flavonoid madde içeriği, toplam fenolik madde miktarı, 5-hidroksimetilfurfural (HMF) ve prolinin biyokimyasal analizleri yapıldı. Bu testleri takiben balın gıda güvenliğini belirlemek için DPPH ve ABTS radikallerine karşı antioksidan aktivite değerleri ölçüldü. Araştırmamız, ülkemizin en önemli bal üretim merkezlerinden biri olan Bitlis'in Hizan ilçesinin kendine has zengin florasının etkisiyle üretilen bal türlerinin kalitesinin ortaya çıkarılmasına katkı sağlayacaktır. Kaliteli, sağlık açısından faydalı ve kazanç getirecek ballar ancak doğru koşullar sağlandığında ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak sahte balın hiçbir besin değeri olmadığı gibi alıcıyı aldatması da söz konusudur. Araştırmamız bu konuya da açıklık getirmeyi amaçlamaktadır.

Yaptığımız çalışmada araştırma konularımızdan biri balların antioksidan kapasitelerini tespit etmektir. Bu kapsamda DPPH ile ABTS radikal temizleme özelliklerinin üzerinde duruldu. ABTS radikalini temizleme sonuçlarına göre artan konsantrasyona paralel olarak radikal temizleme etkisinin artış gösterdiği tespit edildi. Daha önce yapılan benzer çalışmalarda aynı konsantrasyona sahip örnekler karşılaştırıldığında sonuçların birbirine yakın olduğu görüldü. 100 µL konsantrasyonda alınan 2, 3, 4, 5 ve 7 nolu örnekler, 50 µL konsantrasyonda alınan örneklere göre yaklaşık olarak %50'lik artış ile ABTS radikal temizleme etkisi gösterdi. 200 µL ve 400 µL konsantrasyondaki bal örneklerine bakıldığında 1 ve 2 numaralı bal örneklerinde ABTS radikal temizleme etkisinde artış olduğu görülürken aynı konsantrasyondaki diğer bal örneklerinde önemli bir değişimin olmadığı tespit edildi.

Çoban vd. [52], Ardahan yöresinde üretilen ballarla ilgili yaptıkları çalışmada balların antioksidan kapasitesini araştırmışlardır. Bal örneklerinin DPPH ve ABTS serbest radikal süpürücü özellikleri vurgulanmıştır. DPPH serbest radikal süpürme sonuçlarına göre, 200 µL konsantrasyondaki bütün balların antioksidan aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır. 200 µL konsantrasyonda DPPH radikalini temizleme aktivitesi % 59.55 - % 81.14 aralığında, 400 µL konsantrasyonda % 80.33 - % 94.36 aralığında, 800 µL konsantrasyonda ise % 68.42 - % 78.55 aralığında bulmuştur. Bu kapsamda en iyi DPPH radikal temizleme aktivitesini 400 µL

konsantrasyonda tespit etmişlerdir. Konsantrasyona bağılı olarak gruplar karşılaştırıldığında 100 µl konsantrasyonda % 0.86 - %21.29 değerleri arasında, 200 µL konsantrasyonda % 0.613 ile % 39.96 aralığında 400 µl konsantrasyonda ise % 13.31 ile % 79.44 değerleri arasında radikal temizleme etkisi olduğu belirlenmiştir. Artan konsantrasyona bağılı olarak ABTS radikal temizleme etkisinin paralel olarak artış gösterdiğini saptamışlardır.

Bertonjelj [55], Slovenya'ya ait yedi tür bal örneğinin antioksidan aktivitesini incelemiş ve çalışmasında açık renkli ıhlamur ve akasya ballarının antioksidan aktivitesi diğer ballarla karşılaştırıldığında oldukça düşük değerde, koyu renge sahip ladin ve ormangülü balları daha güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bulmuştur. Akasya balı 0.07 milimolTE/g değerinde, ladin ve ormangülü balları ise 0.42 - 0.47 milimolTE/g antioksidan aktivite değerleri aralığında tespit edilmiştir. Aljadi vd. [56], Malezya'nın iki ayrı kaynağından alınan bal örneklerinin antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre DPPH değeri 0.22-0.36 mg/ml arasında değişkenlik göstermiştir. Toplam antioksidan aktivitenin 0.13-0.90 milimolTE/g aralığında olduğunu saptamışlardır. Kasırğa vd. [57], Şırnak yöresinde üretilen bal örneklerinin radikal temizleme aktivitesi DPPH testi kullanılarak belirlenmiş ve bal örneklerindeki DPPH seviyelerinin 34.38 mg/mL ile 229.22 mg/mL arasında değiştiğini bulmuşlardır. Balın rengi ve antioksidan aktivitesinin ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Yaptığımız çalışmalarda elde ettiğimiz veriler ve daha önce yapılan diğer çalışma sonuçlarına göre konsantrasyon artışına bağılı olarak DPPH radikal temizleme aktivitesinin genel olarak arttığı sonucuna ulaşıldı.

Araştırmamızda Bitlis'in Hizan ilçesinin farklı bölgelerine ait 7 adet bal örneğinin; glikoz, fruktoz, sakaroz ve maltoz miktarları da incelendi. Doğal ortamlarda elde edilen bu ballarda, bulgularımıza göre fruktoz ve glikoz en yüksek değerde tespit edilen şekerler olurken en düşük değere sahip şeker sakkaroz olarak gözlemlendi. Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre ortalama fruktoz ve glukoz değerleri sırasıyla 34.31 µg/g, 33.91 µg/g bulunmuş olup bu değerler birbirine oldukça yakındır. Bu değerleri 2.42 µg/g ile maltoz takip ederken en düşük ortalama 0.51 µg/g ile sakkaroz aittir. Glukoz ile fruktozu karşılaştırdığımızda fruktoz değeri 1, 2, 4 ve 7 nolu örneklerde daha yüksek çıkarken 3, 4 ve 6 nolu numunelerde iki şeker değeri birbirine oldukça yakın bulundu. Tüm bal örneklerinde en düşük fruktoz (4.364 µg/g) ve glukoz (4.076 µg/g) değeri 1 nolu bal örneğinde, en yüksek değerler; fruktozda 7 nolu (115.184 µg/g) bal örneğinde glukozda ise 5 nolu (112.428 µg/g) bal örneğinde bulundu. Glukoz değerine göre fruktoz değerinin yüksek olması, diğer bilimsel araştırmaları destekler niteliğe sahiptir. Cavia vd. [58], yaptıkları çalışmalarda çok az sayıda yüksek glikoz oranına sahip kanola balı dışında, balların neredeyse tüm formlarının diğer şekerlerden daha fazla fruktoz içerdiğini keşfettiler. Bu balların fruktoz

oranının yüksek olması kaliteli olduklarının göstergesidir. O bölgedeki balların benzer fruktoz değerlerine sahip olması, kalitelerinin benzer olduğunu gösterir.

Laboratuvar deneylerinde kullandığımız ballarda glikoz oranının fruktoza göre düşük olması ve tüm örneklerin benzer değerlere sahip olması bu balların kaliteli olduğunu göstermektedir. Doğal yöntemlerle yapılan deneylerde balın glukoz oranının fruktozdan daha düşük olduğu bulundu. Balların şeker içerikleri, balın üretildiği bölgeye, çeşidine, arıların besin türüne ve hasat zamanına bağlı olarak değişmektedir. Erken dönemde toplanan henüz olgunlaşmamış ballarda ve arı keki olarak adlandırılan ürünle beslenen arıların ürettiği ballarda sakkaroz değerinin daha yüksek çıktığı deneysel çalışmalarla tespit edilmiştir.

Özler vd. [59], Konya ve Karaman yörelerinde toplanan 17 bal örneği üzerine yaptıkları bir araştırmanın bulgularına göre fruktoz oranını %35.51-40.19, glikoz oranını %26.47- 33.70 ve balın şeker oranını %35.51-40.19 olarak bulmuşlardır. Fruktoz/glikoz oranını ise %1.10-1.41 aralığında tespit etmişlerdir. Bengü ve Kutlu, yaptıkları bir çalışmada, Bingöl ve yöresinde elde edilen ballarda yapılan şeker analiz oranını 0.94-1.79 şeklinde tespit etmişlerdir [60]. Çorum yöresine ait ballar üzerine yapılan bir çalışmada 47 bal örneğinin başta şeker oranı olmak üzere birçok kalite parametresi incelenmiş ve bazı parametrelerinin ortalama değerleri bulunmuştur. Bu sonuçlara göre bal numunelerinin glikoz oranı % 30.4 fruktoz oranı % 35.3 ve sakkaroz oranı ise % 0.34 olarak tespit edilmiştir [61].

Iğdır ve çevresinde üretimi yapılan 30 adet süzme çiçek balının şeker değerlerini incelemiştirlerdir. Fruktoz değerini %38.62, glikoz değerini %32.46, fruktoz/glikoz oranını 1.20 ve glikoz + fruktoz miktarını da %71.09 bulmuşlardır. Bu sonuçlara göre Iğdır bölgesinde üretilen süzme çiçek ballarının genel olarak TGK Bal Tebliği'ne uygunluğu tespit edilmiştir [62].

Balların kalite ölçütlerinden bir diğeri de HMF değeridir. Balda HMF (5-hidroksimetilfurfural) miktarının tayini balın ısıtılma maruz kalıp kalmadığı ve taze olup olmamasının bir indikatörü olarak kullanılmaktadır. Balda HMF'nin düşük olması balın taze olduğunun bir belirtisidir. Balın uzun süre saklanması, ısıtılma uygulanması gibi durumlarda fruktoz parçalanmasıyla koyu renkli HMF oluşur. Ancak, koyu renkli tüm balların uzun süre beklediği veya ısıtıldığı söylenemez. Kristalleşmiş ballara ısıtılma uygulanarak çözülmesi halinde HMF değerinde artış görülebilmektedir.

Bengü ve Kutlu'nun yaptıkları çalışmada Bingöl ve çevresinde üretimi yapılan balların HMF değerini % 31.56 - 41.19 şeklinde tespit etmişlerdir [60]. Çorum yöresinde toplanan 47 bal örneğinde birçok kalite parametresine bakılmış ve örneklerin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygunluğu araştırılmıştır. Bu sonuçlara göre bal örneklerinin HMF değeri 3.5 mg/kg (0.3-36.5) olarak bulunmuştur [61].

Yurt ve Çakır, Iğdır'ın farklı yörelerinden topladıkları 30 adet süzme çiçek balının bazı özelliklerini incelemişlerdir. Bal örneklerin ortalama HMF değerini 39.85 ± 30.41 mg/kg, olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlara göre Iğdır yöresine ait üretimi yapılan süzme çiçek ballarının bazılarının TGK Bal Tebliğine uygun olduğu tespit edilmiştir [62].

Aypak vd. [63], yaptıkları çalışmada doğrudan kovanlardan alınan 20 bal örneği ile Aydın ilinde satışı yapılan 20 bal örneği olmak üzere toplam 40 bal örneğinin HMF düzeylerini incelemişlerdir. Doğrudan kovanlardan aldıkları bal örneklerinde HMF içeriğini ortalama 26.94 mg/kg olarak bulmuşlardır. Kovanlardan toplanan ballardaki HMF seviyesinin TGK Bal Tebliği'nde belirlenen özelliklere uygun olduğu, piyasa ballarının HMF seviyesinin ise tebliğde belirtilen seviyenin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Arjantin'den Finola vd. [64], Gomes vd. [34], Portekiz'den temin ettikleri bal örneklerinden yaptıkları analiz sonucunda HMF miktarını sırasıyla 1.1-44.8 mg/kg, 18-94 mg/kg olarak bulmuşlardır. Arjantin ballarına göre Portekiz'deki balların HMF düzeylerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Gümüşhane'de yapılan çalışmada ise bal numunelerinin HMF miktarları 0.37-18.89 mg/kg aralığında, ortalaması ise 4.52 mg/kg bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre çalışılan tüm örneklerin HMF miktarlarının Bal Tebliğine uygun olduğu görülmüştür [65].

Yaptığımız laboratuvar analizinde 7 bal örneğinin HMF değerleri 1.893 - 13.663 µg/g arasında olup en yüksek HMF miktarı 1 numaralı balda ve en düşük HMF miktarı ise 6 numaralı balda tespit edildi. Bal örneklerimizin tümünün bal tebliğindeki değere uygun olduğu görüldü. Tebliğ'e göre balda en fazla 40 mg/kg'a kadar HMF bulunabilir (Çizelge 1.1).

Birçok amino asit içeren bal, düşük protein içeriğine sahiptir. Prolin, toplam amino asit içeriğinin %50-85'ini oluşturur. Balın yapısındaki prolin miktarı yapıldığı bitkiye göre değişir. Baldaki prolin doğadaki polen ve nektardan gelse de bal arısının kendisi birincil kaynak olarak gösterilmektedir. Çünkü nektarı bala dönüştürürken bal arısı prolin eklemesi yapar. Sonuç olarak baldaki prolin miktarı balın saflığı, olgunluğu ve kalitesi ile bağlantılıdır. Sahte balı tanımda en önemli faktörlerden biri prolin seviyesidir [66].

Özler vd. [59], yaptıkları araştırmada prolin miktarını 349-908 mg/kg olarak bulmuşlardır. Karamehmet'in 2021 yılında yaptığı tez çalışmasında bal örneklerinin prolin miktarını 375.29 mg/kg - 532.68 mg/kg arasında bulmuştur. TGK Bal Tebliğine göre baldaki prolin miktarı en düşük 300 mg/kg değerinde olup, bulunan bu sonuçlar tebliğe uygundur [53]. Bangladeş balı üzerine, Islam vd. [13], yaptıkları bir çalışmada prolin amino asit seviyesinin balın antioksidan kapasitesinin bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir.

Hakkari, Giresun, Rize ve Erzurum illerinden alınan bal örneklerinin prolin değerleri 503.46 ile 696.09 mg/kg arasında değişmektedir [46]. Sorkun vd. [67], Türkiye genelinde 28 farklı ilden toplanan ballar üzerinde yaptıkları bir çalışmada çiçek ballarındaki prolin seviyelerini 15.87-96.3 mg/kg aralığında bulmuşlardır. Burkina Faso'da 27 adet bal örneğinde yapılan bir çalışmada balların prolin konsantrasyonunun 437.8-2169.4 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir [19]. Heredia vd. [68], yaptıkları çalışmada Fas balları üzerinde yapılan bir araştırmada prolin düzeylerinin 157.8-1416 mg/kg arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Tokat yöresine ait bal örneklerinde ise prolin değeri 422.56-1222.56 mg/kg aralığında belirlenmiş olup, prolin miktarı bakımından tüm bal örneklerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olduğu görülmüştür [69].

Yapılan çalışmalardaki prolin değerlerinin birçoğu Bal Tebliğinde belirlenen değerde olmakla beraber gerek Türkiye'de gerekse diğer ülke ballarında 300 mg/kg'ın altında olan yerler de bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda elde edilen veriler incelendiğinde birimler arası dönüşüm yaptığımızda 202 ile 258 mg/kg arasında değiştiği ve bal tebliğine göre seviyenin altında kaldığı tespit edildi.

Fazla ısıya maruz kalmış, uzun süre depolanmış ve hileli ballarda prolin miktarı düşüktür veya prolin bulunmamaktadır [44,70]. Bundan dolayı balın kalitesi ve saflığının değerlendirilmesinde prolin içeriği önemli bir kıstas olup Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre balın prolin aminoasit içeriği en az 300 mg/kg olmalıdır [71].

Çalışmamızda kullandığımız balların doğal antioksidan olan toplam fenolik içeriklerini belirleyebilmek için biyokimyasal analizleri de yapıldı. Baldaki toplam fenolik bileşik miktarı, balların üretildiği yerin coğrafi yapısına ve şeker etkileşimlerini azaltmak için kullanılan yöntemlere bağlı olarak değişmektedir.

Baldaki toplam fenolik bileşik miktarını belirlemek için Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılır. Antioksidanların total fenolik madde içeriklerini tespit etmek için Singleton vd. [54], tarafından bu yöntem geliştirilmiştir. Bitkisel özlerin ve gıdaların antioksidan içeriğini değerlendirmek için Folin-Ciocalteu yöntemi basit, tekrarlanabilir ve güvenilir bir yöntemdir.

Literatürde çeşitli kaynaklardan elde edilen balların fenolik içeriğini karşılaştıran çalışmalar bulunmaktadır. Sağdıç vd. [72], yaptıkları bir çalışmada ülkemizde üretilen farklı botanik kaynaklara sahip balların fenolik madde içeriklerinin 15-1082 mg GAE/kg arasında değiştiğini söylemiştir. Yapılan bir başka çalışmada Türkiye'deki balların fenolik madde miktarının 138-1048 mg GAE/kg aralığında olduğunu ifade etmişlerdir [73]. Gül ve Pehlivan ise ülkemizin farklı yörelerinden toplanan 23 çeşit bal örneği üzerine yaptıkları analiz sonucunda total fenolik madde miktarını 34.37 - 470.70 GAE/100g aralığında bulmuşlardır [74].

Alotibi vd. [75], yaptıkları bir çalışmada total fenolik madde aralığını 0.78-2.59 mg/g olarak ölçmüşlerdir. Kavanagh vd. [76], İrlanda'nın multifloral balları üzerine yaptıkları analizde toplam fenolik madde miktarını 2.59 - 81.10 mg/100g olarak bulmuşlar ve bu sonucun Avrupa'daki diğer ballara benzer olduğunu söylemişlerdir.

Araştırmamızda kullandığımız Bitlis ilinin Hizan ilçesine ait 7 adet bal örneğinin total fenolik madde miktarı 1.243 – 2.203 mg/g aralığında tespit edildi. Ülkemizdeki diğer bal örnekleri ile karşılaştırıldığında total fenolik madde içeriğinin birbirine paralel değer gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmamızda Hizan yöresindeki balların sahip olduğu flavonoid değerlerinin analizleri de yapıldı. Bulunan değerler, önceki çalışmalarda elde edilen flavonoid değerleri ile karşılaştırıldı. Flavonoidler bala renk dışında bazı antioksidan özellikler de katabilmektedir. Ülkemizde daha önce yapılan araştırmalarda flavonoid, kestane ballarında en yüksek miktarda bulunması nedeniyle antioksidan etki bakımından da en yüksek bal olduğu sonucuna varıldı [31].

Çiçek ballarında, salgı ballarına göre nicel anlamda daha fazla flavonoid içerdiği ve flavonoidlerin ballara göre farklılık gösterdiği daha önceki çalışmalarda tespit edilmiştir [17]. Flavonoidlerin antioksidatif özellikleri en önemli biyolojik nitelikleridir. Birçok araştırmacı flavonoidlerle ilgilenmektedir, çünkü bunlar serbest radikal süpürücüler, enzim düzenleyiciler, antibiyotikler, antialerjenler, antidiyabetik, antiülser ve antienflamatuar ajanlar olarak işlev görürler [77].

Kul [65], bal numunelerinin antioksidan özelliklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmalarda balların flavonoid miktarını 0.001-0.009 µg/mL QAE değerleri arasında bulmuştur. Avrupa Atlantik Bölge'sinde üretimi yapılan balların antioksidan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada bal örneklerinin flavonoid madde içeriğini ortalama 6.1 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir [78]. Bingöl yöresinde üretimi yapılan balların içerdiği fenolik bileşiklerden olan flavonoid madde miktarı ortalama 60.81 QE/mg olarak saptamışlardır [32]. Bueno-Costa vd. [79], Brezilya'da üretilen ballar üzerine yaptıkları çalışmada, balların flavonoid madde miktarını 2.97 - 10.46 mg QE/100 g olarak bulmuşlardır.

Araştırmamızda; üzerinde çalıştığımız balların flavonoid değerleri 1, 4 ve 7 numaralı ballarda daha yüksek oranda olduğu saptandı. 7 adet bal örneğinin flavonoid değerleri 1.050 µg/g ile 15.353 µg/g aralığında bulundu. Flavonoid değeri en düşük 2 nolu, en yüksek değer ise 7 nolu bal örneğinde olduğu gözlemlendi. Flavonoid türlerinden olan kateşinler; yapılan araştırmalara göre bal ve yeşil çayda daha yoğun olarak bulunmaktadır. Özellikle; 7 numaralı balda yüksek oranda tespit edilen flavonoidin, tıp alanında kanserle ilgili yapılacak çalışmalarda yardımcı gıda desteği olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak çalışmamızda kullandığımız Hizan yöresine ait bal örneklerinin fenolik bileşiklerinin antioksidan kapasitesi, HMF miktarı, içerdiği şeker oranı, prolin gibi parametrelerin, bölgeden bölgeye farklılık gösterdiği sonucuna ulaşmış bulunmaktayız. Balın bileşimi, yapısındaki fitokimyasal bileşenlerin sayısı ve çeşitliliği açısından farklılık gösterebilir. Bunun en önemli nedenleri güneş ışığı, mevsimsel değişiklikler, rakım, arı türleri, balın hasat edildiği bitki florası ve bal hasat dönemi gibi unsurlardır.

Araştırmamızda kullanılan bal örneklerinin mümkün olduğunca gerçek bala yakın olduğu ve üretim sırasında önemli bir müdahalenin yapılmadığı anlaşıldı. Hizan bölgesindeki bitkilerin çeşitliliğinin bir sonucu olarak biyokimyasal içeriklerinin prolin değeri dışında Türk Gıda Kodeksi bal yönetmeliğine uygun olduğu sonucuna ulaşıldı. Sonuç olarak değerlendirilen bal örneklerinin prolin değerinin düşük olma sebebi araştırılarak istenilen seviyeye çıkarıldıktan sonra iç piyasaya sunulması gerektiği ve müşteriler için kaliteli olduğunu söylemek mümkündür. İncelenen ballar doğallıklarına göre incelendiğinde fenolik içeriği en yüksek olan 1 ve 4 numaralı ballar diğer ballara oranla daha doğal olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca 1 ve 7 numaralı ballarda yüksek oranda flavonoid bulunması, bu balın tıbbi olarak kullanılabilmesi ve daha fazla araştırılması gerektiği sonucunu doğurmaktadır. Maltoz seviyesi belirtilen aralık içinde; aynı zamanda üretim süreci boyunca çok az veya hiç arı keki kullanılmamasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. HMF ve türevlerinin kanserojen, sitotoksik ve mutajenik etkileri, son bilimsel araştırmalarda keşfedilmiş ve bu değerlerin tüketici sağlığı açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. HMF aktivitesinin ölçüm sonucuna bakılarak balların tazeliği ve uzun süre bekletilmiş ya da yüksek ısıya maruz kalıp kalmadığı da anlaşılmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız bal örneklerinin uygun şartlarda depolandığını ve herhangi bir ısıl işleme tabi tutulmadığını HMF değerleri açıkça göstermektedir. Sonuç olarak belirtilen HMF ve türevleri standartlara uygun olduğu için halk sağlığı bakımından herhangi bir risk oluşturmamaktadır. Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında Hizan bölgesinde üretimi yapılmış olan bu bal örneklerinin, genel anlamda Türk gıda kodeksinin belirlediği standartlara uygun olduğunu, doğal şartlarda üretimin yapıldığı ve Hizan yöresindeki bu balların güvenle alınıp kullanılabilmesi anlamına gelmektedir. Tüm bu sonuçlara göre Hizan'daki bal üreticilerine yardımcı olunması ve daha verimli ürün üretiminin teşvik edilmesinin il ve ülke ekonomilerine fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu alanda yapılan bilimsel çalışmalar ve bu çalışma sonuçları dikkate alınarak kaliteli/doğal bal üretiminin gerçekleştirilmesi için aracılar bilinçlendirilmelidir. Devlet tarafından da mutlaka gerekli denetimler yapılmalı ve teşvikler sağlanarak destek olunmalı. İnsan sağlığını tehdit eden sahte bal üretimi yapan işletmelere gerekli uyarılar yapıp, cezalar verilerek bu tür üretime karşı önlem alınmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Genç F, Dodoloğlu A, 2011. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- [2] Snowdon JA, Cliver DO, 1996. Microorganisms in Honey, International Journal of Food Microbiology, 31: 1-26.
- [3] Korkmaz A, 2013. Anlaşılabilir Arıcılık. Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Yayınları, Samsun.
- [4] Kayral G, 2005. Yeni Teknik Arıcılık Yöntemleri. İnkılap ve Aka yayınları. İstanbul.
- [5] Doğanay H, Çavuş A, 2013. Türkiye Ekonomik Coğrafyası. Pegem Akademi Yayınları. Ankara
- [6] Köseoğlu M, Yücel B, Saner G, Doğaroğlu M, 2008. Türkiye Arıcılığının Güncel Durum Analizi. Hasat Hayvancılık Dergisi, 281: 52-61.
- [7] Saner G, 2011. Organik ve Konvansiyonel Bal Üretiminin Teknik ve Ekonomik Yönden Geliştirilmesi ve Alternatif Pazar Olanaklarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma: İzmir İli Kemalpaşa İlçesi Örneği. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.
- [8] Sıralı R, 2010. Arıcılığın Türkiye İçin Önemi. Arıcılık Araştırma Dergisi, 2 (4): 3-4.
- [9] Marangoz M, Yeşildağ B, Saltık IA, 2012. Arı Ürünlerinin Pazarlanmasında Ortak Marka Oluşturma Stratejisi. Editör: Bozyer Ü, Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 01-04 Kasım 2012, Muğla, s: 225-237.
- [10] Özmen N, Alkın E, 2006. Balın Antimikrobiyel Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Uludağ Arıcılık Dergisi, 2006 (4): 155-160.
- [11] Spilioti E, Jaakkola M, Tolonen T, Lipponen M, Virtanen V, Chinou I, Kassi E, Karabournioti S, Moutsatsou P, 2014. Phenolic Acid Composition, Antiatherogenic and Anticancer Potential of Honeys Derived From Various Regions in Greece. PloS One, 9 (4): e94860.
- [12] Karabagias IK, Badeka AV, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG, 2014. Botanical Discrimination of Greek Unifloral Honeys With Physico-Chemical and Chemometric Analyses. Food Chemistry, 165: 181-190.
- [13] Islam A, Khalil I, Islam N, Moniruzzaman M, Mottalib A, Sulaiman SA, Gan SH, 2012. Physicochemical and Antioxidant Properties of Bangladeshi Honeys Stored For More Than One Year. BMC Complementary and Alternative Medicine, 12 (1): 177.

- [14] Moniruzzaman M, Rodríguez I, Ramil M, Cela R, Sulaiman S, Gan S, 2014. Assessment of Gas Chromatography Time of Flight Accurate Mass Spectrometry For Identification of Volatile and Semivolatile Compounds in Honey. *Talanta*, 129: 505-515.
- [15] Chua LS, Rahaman NLA, Adnan NA, Tijh T, Tan E, 2013. Antioxidant Activity of Three Honey Samples in Relation With Their Biochemical Components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2013: 1-8.
- [16] Nisbet C, Güler A, Yarım GF, Cenesiz S, Ardalı Y, 2013. Çevre ve Flora Kaynaklarının Arı Ürünlerinin Mineral Madde İçerikleriyle İlişkisi. *Turkish Journal of Biochemistry/Türk Biyokimya Dergisi*, 38 (4): 494-498.
- [17] Karadal F, Yıldırım Y, 2012. Balın Kalite Nitelikleri, Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 9 (3): 197-209.
- [18] Escuredo O, Silva LR, Valentão P, Seijo MC, Andrade PB, 2012. Assessing Rubus Honey Value: Pollen and Phenolic Compounds Content and Antibacterial Capacity. *Food Chemistry*, 130 (3): 671- 678.
- [19] Meda A, Lamien CE, Romito M, Millogo J, Nacoulma OG, 2005. Determination of the Total Phenolic, Flavonoid and Proline Contents in Burkina Fasan Honey, as well as Their Radical Scavenging Activity. *Chemistry*, 91: 571–577.
- [20] Qassemi RA, Robinson RK, 2003. Some Special Nutritional Properties of Honey-A Brief Review, *Nutrition and Food Science*, 33 (6): 254-260.
- [21] Aksoy Z, Dıġrak M, 2006. Bingöl Yöresinde Toplanan Bal ve Propolisin Antimikrobiyal Etkisi Üzerinde in Vitro Araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (4): 471-478.
- [22] Erejuwa OO, Sulaiman SA, Wahab MSA, 2014. Effects of Honey and it's Mechanisms of Action on the Development and Progression of Cancer. *Molecules*, 19 (2): 2497-2522.
- [23] Othman NH, 2012. Honey and Cancer: Sustainable Inverse Relationship Particularly For Developing Nations-a Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012: 1-2.
- [24] Abdel-Latif MM, 2015. Chemoprevention of Gastrointestinal Cancers by Natural Honey. *World Journal Pharmacology*, 4 (1): 160-167.
- [25] Albaridi NA, 2019. Antibacterial Potency of Honey. *International Journal of Microbiology*, 2019: 1-9.
- [26] Israili ZH, 2014. Antimicrobial Properties of Honey. *American Journal of Therapeutics*, 21 (4): 304-323.

- [27] Zeina B, Othman O, Assad S, 1996. Effect of Honey Versus Thyme on Rubella Virus Survival in vitro. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2 (3): 345-348
- [28] Hashemipour MA, Tavakolineghad Z, Arabzadeh SA, Iranmanesh Z, Nassab SA, 2014. Antiviral Activities of Honey, Royal Jelly and Acyclovir Against HSV-1. *Wounds*, 26: 47–54.
- [29] Vahed H, Jafri S, Jamil N, 2016. Propagation of Influenza Virus in Lymphocytes Determine by Antiviral Effects of Honey, Ginger and Garlic Decoction. *Journal of Antivirals and Antiretrovirals*, 8: 12–19.
- [30] Nombre I, Schweitzer P, Boussim JI, Rasolodimby JM, 2010. Impacts of Storage Conditions on Physicochemical Characteristics of Honey Samples From Burkina Faso. *African Journal of Traditional Food Science*, 4 (7): 458 – 463.
- [31] Yurtsever N, Sorkun K, 2002. Bal Kalitesine Etki Eden Faktörler. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3: 28-31.
- [32] Yıldırım A, 2013. Bingöl İli Ballarının Fenolik Bileşiklerinin Antioksidan ve Antimikrobiyal Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl.
- [33] Ömür B, 2015. Karadeniz Bölgesinde Üretilen Kestane Ballarının Biyokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- [34] Gomes S, Dias LG, Moreira LL, Rodrigues P, Estevinho L, 2010. Physicochemical, Microbiological and Antimicrobial Properties of Commercial Honeys From Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 544-548.
- [35] Doğaroğlu M, 1999. Modern Arıcılık Teknikleri, Anadolu Matbaa ve Ambalaj Sanayi Ticaret Limited Şirketi, İstanbul.
- [36] Oroian M, 2013. Measurement, Prediction and Correlation of Density, Viscosity, Surface Tension and Ultrasonic Velocity of Different Honey Types at Different Temperatures. *Journal of Food Engineering*, 119 (1): 167-172.
- [37] Yanniotis S, Skaltsi S, Karaburnioti S, 2006. Effect of Moisture Content on the Viscosity of Honey at Different Temperatures. *Journal of Food Engineering*, 72 (4): 372-377.
- [38] Özcan MM, Ölmez Ç, 2014. Some Qualitative Properties of Different Monofloral Honeys. *Food Chemistry*, 163: 212-218.
- [39] Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2012. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58). 27 Temmuz 2012 Tarih ve 28366 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.

- [40] 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.
- [41] Çınar SB, 2010. Türk Çam Balının Analitik Özelliklerinin İncelenmesi Üzerine Araştırma. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [42] Chua LS, Abdul-Rahaman NL, Sarmidi MR, Aziz R, 2012. Multi-Elemental Composition and Physical Properties of Honey Samples From Malaysia. Food Chemistry, 135 (3): 880-887.
- [43] Akgün N, 2017. Ordu İlinde Üretilen Kestane Balı, Akasya Balı, Orman Gülü ve Yayla Ballarının Fiziksel ve Kimyasal Aktiviteleri İle Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- [44] Can Z, Yıldız O, Şahin H, Akyüz Turumtay E, Silici S, Kolaylı S, 2015. An Investigation of Turkish Honeys: Their Physico-Chemical Properties, Antioxidant Capacities and Phenolic Profiles. Food Chemistry, 180: 133- 141.
- [45] Ferek Ö, 2016. Muğla İli Çam Ballarının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [46] Bayram NE, Demir E, 2018. Specifying Some Quality Characteristics of Monofloral and Multifloral Honey Samples, Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, 463 (3): 417-423.
- [47] Solayman MD, Islam MDA, Paul S, Ali Y, Khalil MDI, Alam N, Gan SH, 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.
- [48] Kaygusuz H, Tezcan F, Erim FB, Yıldız O, Sahin H, Can Z, Kolaylı S, 2016. Characterization of Anatolian Honeys Based on Minerals, Bioactive Components and Principal Component Analysis. Food Science and Technology, 68: 273- 279.
- [49] Popescu R, Geana EI, Dinca OR, Sandru C, Costinel D, Ionete RE, 2016. Characterization of the Quality and Floral Origin of Romanian Honey. Analytical Letters, 49 (3): 411-422.
- [50] 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.
- [51] Truzzi C, Annibaldi A, Illuminati S, Finale C, Scarponi G, 2014. Determination of Proline in Honey: Comparison Between Official Methods, Optimization and Validation of the Analytical Methodology, Food Chemistry, 150: 477- 481.

- [52] Çoban Ç, 2014. Ardahan Yöresinde Üretilen Bazı Bal Çeşitlerinin Biyokimyasal Analizi ve *Saccharomyces Cerevisiae* Kültüründe Besinsel Değerlerinin Ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [53] Karamehmet H, 2021. Rize Yöresinden Elde Edilen Kaya Balının Fizikokimyasal ve Biyolojik Özelliklerinin Kestane ve Çiçek Balları ile Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- [54] Singleton VL, 1999. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178.
- [55] Bertonjelj J, Dobersek U, Jamnik M, 2007. Evaluation of the Phenolic Content, Antioxidant Activity and Colour of Slovenian Honey. *Food Chemistry*, 56: 36-41.
- [56] Aljadi AM, Kamaruddin MV, 2004. Evaluation of the Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Two Malaysian Floral Honeys. *Food Chemistry*, 85: 513-518.
- [57] Kasırğa O, 2019. Şırnak Yöresinde Üretilen Balların Fiziksel ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bayburt.
- [58] Cavia MM, Fernandez-Muino MA, Alonso-Torre SR, Huidobro JF, Sancho MT. 2007. Evolution of Acidity of Honeys From Continental Climates: Influence of Induced Granulation. *Food Chemistry*, 100: 1728–1733.
- [59] Özler H, Cımbırtoğlu Ş, Güney F, Çakıcı N, Türkarşlan N, 2019. Physicochemical Analysis Of Some Honey Samples From Konya and Karaman Regions. *Journal of Apiculture Research*, 11 (1): 1-7.
- [60] Bengü AŞ, Kutlu MA, 2018. Bingöl’de Üretilen Ballarda Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 7 (1): 7-10
- [61] Güzel N, Bahçeci KS, 2020. Çorum Yöresi Ballarının Bazı Kimyasal Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi. *Gıda / The Journal of Food*, 45: 230–241.
- [62] Yurt B, Çakır S, 2020. Iğdır ve Yöresinde Üretilen Balların Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, 9: 51–57.
- [63] Aypak SÜ, İnci A, Bakırcı S, Fidan ED, Soysal M, 2019. Comparison of the Antioxidant Activity and Hydroxymethylfurfural (HMF) Levels in Honey Taken From Hives and Markets. *Gıda/ The Journal of Food*, 44 (1): 86-92.
- [64] Finola MS, Lasagno MC, Marioli JM, 2007. Microbiological and Chemical Characterization of Honeys From Central Argentina. *Food Chemistry*, 100 (4): 1649–1653.

- [65] Kul MK, 2020. Gümüşhane Yöresi Çiçek Ballarının Kalite Özellikleri ve Antioksidan Aktiviteleri. Yüksek Lisans Tezi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- [66] Hermosin I, Chicon RM, Cabezudo MD, 2003. Free Amino Acid Composition and Botanical Origin of Honey. *Food Chemistry*, 83: 263-268.
- [67] Sorkun K, Doğan C, Başoğlu N, Gümüş Y, Ergün K, Bulakeri N, Işık N, 2002. Physical, Chemical and Microscopic Analyses in Distinguishing Natural and Artificial Honey Produced in Turkey. *Mellifera*, 2 (4): 45-53.
- [68] Heredia FJ, Terrab A, Diez MJ, 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.
- [69] Kara F, 2022. Tokat Yöresi Ballarının Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat.
- [70] Duymaz GM, 2020. Çiçek ve Çam Ballarının Çeşitli Özellikleri Üzerine Depolama Sıcaklığı ve Ambalajın Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [71] Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7), Ankara.
- [72] Sağdıç O, Silici S, Ekici L, 2013. Evaluation of the Phenolic Content, Antiradical, Antioxidant, and Antimicrobial Activity of Different Floral Sources of Honey. *International Journal of Food Properties*, 16 (3): 658-666.
- [73] Bahçeci KS, Güzel N, Ulusu S, İnceyılmaz G, Kahraman R, Kocataş M, 2015b. Antioxidant Capacities of Some Turkish honeys and their correlations with total phenolics and color characteristics. FHTT 2015 International Congress on Safety and Authenticity of Bee Products, May 21-22, İstanbul, Turkey, s: 84.
- [74] Gül A, Pehlivan T, 2018. Antioxidant Activities of Some Monofloral Honey Types Produced Across Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25: 1056–1065.
- [75] Alotibi IA, Harakeh SM, Al-Mamary M, Mariod A, Al-Jaouni SK, Al-Masaud S, Alharbi MG, Al-Hindi R, 2018. Floral Markers and Biological Activity of Saudi Honey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25: 1369–1374.
- [76] Kavanagh S, Gunnoo J, Passos TM, Stoutc JC, White B, 2019. Physicochemical Properties and Phenolic Content of Honey from Different Floral Origins and from Rural Versus Urban Landscapes. *Food Chemistry*, 272: 66–75.

- [77] akıcı N, Yassihyk N, 2013. Balın Antioksidan Aktivitesi ve Antibakteriyel zelliği, Arıcılık Araştırma İstasyonu MdrlĞ, Ordu.
- [78] Escuredo O, Mıguez M, Fernández-González M, Seijo MC, 2013. Nutritional Value and Antioxidant Activity of Honeys Produced in a European Atlantic Area, Food Chemistry, 138: 851-856.
- [79] Bueno-Costa FM, Zambiasi RC, Bohmer BW, Chaves FC, Da Silva WP, Zanusso JT, Dutra I, 2016. Antibacterial and Antioxidant Activity of Honeys from the State of Rio Grande Do Sul, Brazil. Lwt-Food Science and Technology, 65: 333-340.



