

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI NADİR BALLARIN  
KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gamze KAZAZ**

**MART 2022  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI NADİR BALLARIN**  
**KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ**

**Gamze KAZAZ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**  
**"YÜKSEK LİSANS (KİMYA)"**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08 / 02 / 2022**

**Tezin Savunma Tarihi : 16 / 03 / 2022**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI**

**İkinci Danışman Doç. Dr. Aslı ÖZKÖK**

**Trabzon 2022**

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez süresince karşılaştığım tüm zorluklara rağmen tezi sağlıklı bir şekilde tamamlamış olmamın mutluluğunu yaşıyorum. Bu süreçte hem çalıştığım özel sektördeki işimin devamlılığını sağlamak, hem sağlık sorunlarıyla karşılaşmış olmak hem de tez çalışmamın devamını sağlamak ne kadar zor olsa da bu süreci tamamlamanın sevincindeyim. Tez çalışmamda ve çalışma hayatımın devamlılığını sağlamamda ve bu süreçlerde attığım her bir adımında vermiş olduğu maddi ve manevi desteği ile hep yanımda olan, bilgi ve tecrübeleri ışığında bu süreci en sağlıklı şekilde tamamlamamı sağlayan ve bana bu süreçte yol gösteren saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI'ya teşekkür ederim. Tezimin ikinci tez danışmanı olarak desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Aslı ÖZKÖK hocama teşekkür ederim.

Bu tezin hazırlanmasında derin tecrübeleri ve birikimlerinden yararlandığım Araş. Gör. Yakup KARA'ya teşekkürü borç bilirim.

Bu zamana kadar aldığım eğitimler ve önüme çıkan engelleri aşma konusunda sevgi ve destekleri ile her an yanımda olan başta sevgili annem ve babam olmak üzere kardeşlerim ve eşime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Gamze KAZAZ  
Trabzon 2022

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Türkiye de yetişen bazı nadir balların karakteristik özellikleri” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI'nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

16/03/2022

Gamze KAZAZ

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ .....	XI
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Balın Tarihçesi.....	2
1.3. Balın Fiziksel Özellikleri.....	3
1.3.1. Nem İçeriği .....	3
1.3.2. Optik Rotasyon .....	4
1.3.3. Balın Rengi .....	4
1.3.4. Elektrik İletkenliği .....	5
1.4. Balın Bileşimi .....	5
1.4.1. Balda Bulunan Polifenoller.....	6
1.5. Balın Biyolojik Aktivitesi.....	7
1.5.1. Balın Antioksidan Özelliği .....	7
1.5.2. Balın Antimikrobiyal Özelliği .....	8
1.5.3. Balın Yara Tedavisindeki Rolü .....	10
1.5.4. Balın Gastrointestinal Rolü.....	11
1.5.5. Balın Karaciğer Hastalıklarındaki Rolü.....	12
1.6. Çalışmada Kullanılan Ballı Bitkiler.....	13
1.6.1. Maydanoz Çiçeği .....	13
1.6.2. Kadın Tuzluğu (Karamuki Kızamık) Çiçeği .....	14
1.6.3. Kürdan Otu (Diş Otu, Ammi Visgana) Çiçeği .....	14
1.6.4. Parmak Otu (Beşparmak, <i>Potentilla erecta</i> ) Çiçeği .....	15

1.6.5. Sütleşen ( <i>Euphorbia macroclada</i> Boiss). Otu Çiçeği .....	15
1.6.6. Boğa ( <i>Eryngium campestre</i> L.) Dikeni Çiçeği .....	16
1.6.7. Unutmabeni ( <i>Myosotis alpestris</i> ) Çiçeği .....	16
1.6.8. Keçi Boynuzu Çiçeği .....	17
1.6.9. Çörek Otu Çiçeği .....	18
1.6.10. Sarmaşık Çiçeği .....	18
1.6.11. Lavanta Çiçeği .....	19
1.7. Çalışmanın Amacı .....	20
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	21
2.1. Kullanılan Cihazlar .....	21
2.2. Kimyasal Maddeler .....	21
2.3. Kullanılan Çözeltiler .....	23
2.4. Çalışmada Kullanılan Bal örnekleri .....	24
2.5. Balların Botanik Orijinlerinin Tespit Edilmesi .....	25
2.6. Balların Fizikokimyasal Özellikleri Analizleri .....	26
2.7. Prolin Tayini .....	27
2.8. Toplam Polifenol Tayini .....	27
2.9. Toplam Flavonoid Madde Analizi .....	28
2.10. DPPH• Radikal Temizleme Aktivite Analizi .....	29
2.11. Demir (III) İndirgeme Antioksidan Güç-FRAP Analizi .....	30
2.12. İstatistik .....	30
3. BULGULAR .....	31
3.1. Balların Palinolojik Analiz Sonuçları .....	31
3.2. Balların Fizikokimyasal Özellikleri Sonuçları .....	33
3.3. Balların Toplam Fenolik Bileşenleri (TP) Sonuçları .....	35
3.4. Balların Antioksidan Değerleri Sonuçları .....	35
3.5. Balların Fenolik Bileşen Analiz Sonuçları .....	36
4. TARTIŞMA .....	40
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	45
6. KAYNAKLAR .....	46
ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

TÜRKİYE’DE ÜRETİLEN BAZI NADİR BALLARIN KARAKTERİSTİK  
ÖZELLİKLERİ

Gamze KAZAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI  
2022, 52 Sayfa

Türkiye dünyanın en zengin bitki florası ve bal çeşitliliği sahip nadir ülkelerdendir. Nektarlı bitkiler çeşitliliğine bağlı olarak çok zengin çeşitlilikteki monofloral, heterofloral çiçek ve salgı balları ülkemizde üretilmektedir. Türkiye florasına ait monofloral balları ile yapılan çok sayıda çalışma literatürde yerini almış olmasına rağmen, nadir olarak üretilen bazı monofloral çiçek ballarının karakteristik özellikleri bilinmemektedir. Yapılan bu çalışmanın amacı, ülkemiz florasına ait nadir olarak üretilen bu balların özelliklerini ortaya çıkartmak ve literatüre kazandırmaktır.

Bu amaçla ülkemiz florasına ait 11 çeşit monofloral özelliğe sahip bal örnekleri ile çalışma yapıldı. Balların botanik özellikleri melisopalinolojik test ile belirlenerek fizikokimyasal ve biyokimyasal analizler yapıldı. Nem, pH, iletkenlik, optik rotasyon ve renk özellikleri fizikokimyasal parametreler olarak belirlendi. Balların prolin, toplam polifenol madde miktarı ve HPLC-UV de fenolik bileşenler analizleri kimyasal karakteristik özellik olarak incelendi. Demir (III) indirgeme/antioksidan kapasite (FRAP) ve DPPH radikali temizleme aktiviteleri antioksidan özellik olarak incelendi. Çalışılan tüm balların monofloral özelliklere sahip oldukları tespit edilirken, koyu renkli balların yüksek fenolik bileşime ve ona bağlı yüksek antioksidan kapasiteli ballardan olduğu tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Bal, nadir bal, antioksidan, polifenol

Master Thesis

SUMMARY

TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI NADİR BALLARIN KARAKTERİSTİK  
ÖZELLİKLERİ

Gamze KAZAZ

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Chemistry Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI  
2022, 52 Pages

Turkey is one of the rare countries with the richest flora and honey diversity in the world. Depending on the variety of nectar plants, a very rich variety of monofloral, heterofloral flower and dew honeys are produced in this country. Although many studies with monofloral honeys belonging to the flora of Turkey that have taken their place in the literature, the characteristic features of some rarely produced monofloral flower honeys are not known. The aim of this study is to reveal the properties of these honeys produced as callus belonging to the flora of this country and to bring them to the literature.

For this purpose, a study was carried out with honey samples with 11 variety of monofloral properties belonging to the flora of our country. Botanical properties of the honey samples were determined by melisopalynological test and physicochemical and biochemical analyzes were performed. Moisture, pH, conductivity, optical rotation and color properties were determined as physicochemical parameters. Proline, total polyphenol content and HPLC-UV analyzes of phenolic compounds were analyzed as chemical characteristics of honey. Iron (III) reducing/antioxidant capacity (FRAP) and DPPH radical scavenging activities were investigated as antioxidant properties. While it was determined that all honeys studied had monofloral properties, it was determined that dark colored honeys were honeys with high phenolic composition and high antioxidant capacity due to it.

**Key Words:** Honey, rare honey, antioxidant, polyphenol



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Maydanoz Çiçeği.....	13
Şekil 2. Kadın Tuzluğu .....	14
Şekil 3. Kürdan Otu .....	14
Şekil 4. Parmak Otu Çiçeği .....	15
Şekil 5. Sütleğen Çiçeği.....	16
Şekil 6. Boğa Dikeni.....	16
Şekil 7. Unutma beni .....	16
Şekil 8. Keçiboynuzu.....	17
Şekil 9. Çörek otu .....	17
Şekil 10. Sarmaşık Çiçeği.....	19
Şekil 11. Lavanta .....	19
Şekil 12. HPLC-UV Kromatogramı 1.Gallik asit. 2. Protokatekuik asit. 3. p-OH Benzoikasit. 4. Katechin. 5. Vanilikasit. 6. Kaffeikasit. 7. Şiringik asit. 8. Epicateşin. 9. p-Kumarik asit. 10. Ferulik asit. 11. Rutin. 12. Daidzein 13. t-sinamikasit.14. Luteolin .....	37

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Çalışılan Bal Türleri .....	13
Tablo 2. Çalışmada kullanılan cihazlara ait marka ve model bilgileri.....	21
Tablo 3. Çalışmada kullanılan kimyasallar .....	22
Tablo 4. Çalışmada kullanılan çözeltiler ve hazırlama teknikleri.....	23
Tablo 5. Çalışmada kullanılan ballar (2018).....	25
Tablo 6. Toplam fenolik madde miktarı tayini için kullanılan deney prosedürü.....	28
Tablo 7. Toplam flavonoid madde miktarı deney prosedürü .....	29
Tablo 8. DPPH• radikal temizleme aktivitesi tayin deneyi prosedürü.....	29
Tablo 9. Demir (III) indirgeme antioksidan güç-FRAP tayini deney prosedürü .....	30
Tablo 10. Çalışmada kullanılan balların polen analizleri.....	31
Tablo 11. Balların fiziksel özellikleri .....	33
Tablo 12. Balların toplam polifenol değerleri.....	35
Tablo 13. Balların antioksidan değerleri.....	36
Tablo 14. HPLC-UV ile yapılan fenolik bileşen analizleri.....	38

## KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

CAPE	: Kafeik asit fenetil ester
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
FRAP	: Ferrik İndirgeyici Antioksidan Gücü
g	: Gram
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
LOD	: Gözlenebilme sınır
LOQ	: Tayin sınır
M	: Molarite
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: MiliMolarite
nm	: Nanometre
ppm	: Milyonda bir birim
QE	: Kuersetin eşdeğeri
rpm	: Dakikada devir sayısı
TF	: Toplam Flavonoid
TLC	: İnce tabaka kromatografisi
TP	: Toplam Polifenol
TPTZ	: 2,4,6-Tri(2-pyridyl)-s-triazine
$\mu$ g	: Mikrogram
$\mu$ l	: Mikrolitre
$\mu$ m	: Mikrometre

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Bal arısı (*Apis mellifera*) binlerce yıldır insanlık için en önemli canlılardan biri olmuştur. Doğadaki tozlaşma ile birlikte ürettikleri değişik türden arı ürünleri ile birlikte insanoğluna hizmet etmektedir. Bal başta olmak üzere, balmumu, polen, propolis, arı sütü, arı ekmeği, arı zehri ve apilarnil çok farklı fonksiyonlar için gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık gibi alanlarda kullanılmaktadır. Gıda, enerji ve sağlık ajanı olarak kullanılan balın üretimi bal arıları tarafından sağlanmaktadır. Bal arıları çiçek ve nektarlar ile bazı bitki salgılarından topladıkları şekerli özuları uzun yıllar bozunmadan kalabilecek formda kovanlarında depolayarak, kolonileri için enerji kaynağı olarak her yıl yeniden üretirler.

Bileşimi ve fonksiyonları bitki florasına, arı çeşitliliğine ve üretim şekline göre değişiklikler gösterse de balın kuru ağırlığının %95 şekerlerden oluşmaktadır. Geri kalan kısmını çeşitli polifenoller, peptit, protein ve enzimler, mineraller ve çeşitli vitaminler oluşturur (Can vd. 2015). Bir gıda maddesi olarak kullanılan balın, gıda ve enerji den farklı olarak apiterapik amaçlar için kullanıldığını gösteren yazıtlar insanlık tarihi kadar eskidir.

Bal arıları temel olarak iki farklı kaynaktan bal üretebilmektedirler. Ballı bitkilerin çiçeklerindeki nektarlardan üretilen ballara çiçek balları (blossom honey) adı verilir ve dünyada en çok bulunan bal türleri çiçek ballarıdır. Salgı balları olarak adlandırılan (honeydew) ballar ise bazı ağaçların ve bitkilerin yaprak, kabuk ve gövdelerinden çeşitli nedenler ile sızan sıvılardan üretilen ballar olup, çam balı dünyada bilinen en yaygın salgı balıdır. Ayrıca ballar orman balları, çiçek balları, süzme ballar, petekli ballar, karakovan balları, ham bal gibi değişik kategoriler altında da sınıflandırılmaktadır. Son zamanlarda koyu renkli ballar (dark honey) ve açık renkli ballar (light colored honey) olarak da sınıflandırılmaktadır.

Genel olarak koyu renkli ballar geç kristalize olabilen ballar olup, antioksidan, antibakteriyal özellikleri bakımından güçlü ballar olarak tanımlanırlar.

Arıcılık, Türkiye’de hemen hemen her bölgede yapılan geleneksel bir tarım faaliyeti olup, arıcılığın önemi giderek artmaktadır (Anonim, 2019 b). Türkiye, Çin ve Kanada’dan sonra dünyada 3.sırada bal üretiminin yapıldığı bir ülke olup, 2017 yılında 114 ton bal üretilmiştir (Anonim, 2018, Yeninar, 2018).

Türkiye uygun ekolojisi, zengin bitki örtüsü, farklı iklim kuşaklarına sahip olması ve zengin koloni varlığı ve arı ırkları potansiyeli bakımından önemli bir arıcılık ülkesidir. Türkiye bulunduğu coğrafik konum itibarıyla yaklaşık 12 bin bitki türüne ev sahipliği yapan bir ülke olup, yılın 3 mevsimi arıcılık faaliyetine uygun bir ülkedir. Türkiye yaklaşık 500 nektarlı bitki türünün olduğu ve bu nektar kaynaklarından monofloral ve heterofloral çiçek ve çeşitli salgı balları üretimi yapılmaktadır (Sorkun, 2008). Türkiye en bol üretilen ballardan biri çam balı olup, dünyada üretilen çam balının %92'si Türkiye'de üretilmektedir. Çiçek balı olarak daha çok geven balları, kekik balları, akasya balları, kestane balı, orman gülü balı, lavanta, püren, hayıt, karaçalı ve karabaş otu balı üretilmektedir. Ancak düşük miktarlarda da olsa çok farklı türden mono ve heterofloral ballar üretilmektedir. Bu balların karakteristik özelliklerinin araştırılarak insan sağlığı için faydalı yönlerinin literatüre kazandırılması gerekir.

## 1.2. Balın Tarihçesi

Bal, tarih boyunca hemen tüm medeniyetler tarafından hem besleyici özelliklerinden dolayı gıda olarak, hem de biyolojik aktivitesinden dolayı tedavi edici bir araç olarak kullanıla gelmiştir. Apiterapinin tarihi insanlık kadar eski olup yazılı kaynaklar Eski Mısır ve Sümer yazıtlarına kadar uzanmaktadır. Bu yazıtlarda eski Mısırlıların eklem iltihabı (artrit) tedavisinde arı ürünlerini kullandıkları gösterilmektedir. Eski Sümer tabletlerinde balın kullanımından söz edilmektedir. Balın kullanımı ve şifa kaynağı olduğu kutsal kitaplarda ifade edilmektedir. M.Ö 460-367 tarihleri arasında yaşamış olan Hipokrat bal için vücutta oluşan kas ağrıları ve iltihapları iyileştirdiğini ve dudaklarda oluşan iltihapları temizlediğinden bahsetmiştir. Eski olimpiyat sporcularının enerji verici olarak balı kullandıkları bildirilmiş (Crane, 1999).

Daha sonra balın insanlar için bir şifa kaynağı olduğu Kur'ani Kerimde yüce Allah tarafından bildirilmiştir (Nahl-68) ve rabbın bal arısına şöyle ilham etti: "Dağlardan, ağaçlardan ve insanların kurdukları çardaklardan kendine yuvalar edin. Sonra her türlü besleyici ürünlerden ye; rabbının koyduğu kanunlara boyun eğerek çizdiği yollardan git!" "Onların karınlarından, farklı renk ve çeşitlerde şerbet (kıvamından bir sıvı) çıkar ki onda insanlara şifa vardır. İşte bunda da düşünen bir topluluk için açık delil bulunmaktadır."

Daha sonraları arı ürünlerinin önemi giderek artan bir hızda ilerledi ve 1597 yılında John Gerard bitkilerin tarihi kitabında propolisin tedavi gücü hakkında bir yazı kaleme

aldı. 19. Yüzyılda ilk kez bakterilerin enfeksiyona neden olduğu tespit edildi. 1919' da bir çalışmada balın antibiyotik olarak önemli aktiviteye sahip olduğu tespit edildi. Rusların 1. Dünya savaşında yaralı askerlerini bal ile tedavi ettikleri bildirilmektedir (Sackett, 1919; Bergman vd.,1983). 1940 yıllarda antibiyotikler tıp dünyasında popüler hale gelmesi ile birlikte balı tıptaki önemi azaldı. Ancak ilerleyen yıllarda da antibiyotiklere karşı direncin hızla arttığı için yeni alternatifler aranmaya başlandı. Arı ürünlerine olan ilgide giderek artmaya başladı. Bal modern tedavilerin cevap vermediği hastalar için son çare olarak geleneksel ve tamamlayıcı tıpta kullanılmaya devam etti. 1989 yılında Royal Society Medicine dergisinde bir yazıda editör, geleneksel tıbbın hak ettiği itibarını geri vermek ve bu geleneksel tedavide bal olumsuz düşüncüyü kaldırmanın zamanı geldiğini ifade etti (Crane, 1999; Bogdanov, 2009; Ahuja ve Ahuja, 2010).

### **1.3. Balın Fiziksel Özellikleri**

#### **1.3.1. Nem İçeriği**

Bal arıları nektarları topladıktan sonra petek gözlerinde depoladıkları balın nemini yaklaşık %60'dan %20'nin altına düşürmek için çalışırlar. Kanat çırparak balın nemini düşürdükten sonra mum ile balın ağızını kapatırlar. Baldaki nem oranı balın olgunlaşma sürecini belirleyen önemli bir parametre olup, yüksek nem oranı mikrobiyal bozulmaya ve balın kristalleşmeye neden olduğundan, balın raf ömrünü azaltır, tat ve aroma özelliklerinin değişimine neden olur (Singh ve Singh, 2018; Mesele, 2021). Bal kodekslerinde balın neminin %16-21 arasında olması gerekir ve nem arttıkça hem balın kalitesi düşer, bal fermantasyona uğrar. Bal çok higroskopik olduğundan dışarıdan da nem alabilmektedir. Bu neden balın ağızının daima kapalı olması gerekir. Balın su içeriği hasat dönemine, kovanda ulaşılan olgunluk derecesine ve iklimsel faktörlere bağlı olarak farklılık göstermektedir (Tappi vd, 2019). Genel olarak nemi düşük bölgelerin balları yayla balları, ova ballarından daha az nem içermekte olup, yüksek nem miktarı balın olgunlaşmadığını gösterir (Mesele, 2021).

### 1.3.2. Optik Rotasyon

Asimetrik karbon atomuna sahip tüm organik moleküller optikçe aktif olup, polarize ışığı sağa ya da sola çevirme yeteneğine sahiptirler. Balın en önemli bileşenleri olan mono, di ve oligosakkaritler asimetrik karbon atomu içerdikleri için optikçe aktiftirler. Balın major monosakkaritlerden  $\beta$ - D fruktozun spesifik çevirme derecesi  $+88.2^\circ$  ve  $\alpha$ - D glukozun ise  $+52.7^\circ$  ve bir disakkarit olan sakkarozunki ise  $+66.5^\circ$ 'tir (Ivanov, 1986; Serrano vd., 2019). Salgı ballarının şeker kompozisyonu çiçek ballarında farklılıklar gösterdiği için genel olarak optik çevirme açıları pozitif olup, çiçek ballarının ki negatiftir (Ivanov,1986). Yapılan çalışmalar ile çiçek ballarının optik rotasyon çam ve meşe ballarında dekstrorotator (+), çiçek ballarında ise levorotator (-) olarak gösterilmektedir (Can vd. 2015).

### 1.3.3. Balın Rengi

Balın rengide optik rotasyonda olduğu gibi önemli bir fiziksel özellik olup, bu bitki florasına bağlı olarak değişebilir. Balın rengini oluşturan temel unsurlar çeşitli sekonder, metabolitler, pigmentler (Klorofil, karoten, ksantofil gibi), mineral madde miktarları, içerdiği vitamin ve ısıtma işlemler sonucu balda oluşan oksitlenme (HMF) ürünleridir. Balın uzun süre beklemesinden içerdiği HMF miktarı da etkilenmektedir (Küçük vd., 2007).

Balın rengi genel olarak iki farklı kategoride değerlendirilmektedir. PFUND skalasına adı verilen yöntemle göre spektrofotometrik olarak balın absorbansı 560 nm okunur (White,1984). Son yıllarda daha sıklıkla kullanılan diğer yöntem CIE Lab tristumulus metoduna göre renk okuyucudan ibaret olup, gıdaların renginin ölçülmesinde de sıklıkla kullanılmaktadır. Hunter L, a ve b olarak da tanımlanan bu teknikte, L değeri koyuluk/açıklık (0: siyah; 100: beyaz); a (-a, yeşillik; +a, kırmızılık); ve b (-b, mavilik; +b, sarılık) olarak ifade eder (Cavdar vd., 2013; Can vd., 2015). Bal Tebliği'ne (2012/58) göre balın rengi su beyazı, amber, koyu amber ve siyaha yakın renkler olarak farklılıklar göstermektedir. Balın depolanma ve uzun süre bekletilmesi ile balda birtakım Maillard reaksiyon, ürünleri oluşarak rengi koyulaşır (Turgut vd., 2018).

### 1.3.4. Elektrik İletkenliği

Elektrik iletkenliği balın gerek bitki florasının belirlenmesinde gerek salgı ve çiçek balı olup olmadığının tespit edilmesinde kullanılan önemli bir kriterdir. TKG bal tebliğinde, salgı ballarında elektrik iletkenliği en az 0,8 mS/cm ve çiçek ballarında bu oran en fazla 0.8 mS/cm'dir (TSE-2020). Balın asitliği ve kül miktarına bağlı olarak iletkenliğide artmaktadır. Ayrıca koyu renkli balların iletkenlik değerlerinin açık renkli ballara göre farklıklar gösterdiği ve daha yüksek olduğunu gösteren çok sayıda çalışma vardır (Can vd., 2015; Kolaylı vd., 2018). Martins vd., (2008)'in Portekiz salgı ballarının iletkenlik değerlerinin 0.8-1.2 mS/cm arasında olduğunu bildirmişler.

### 1.4. Balın Bileşimi

Balın yaklaşık %20 sudan oluşur ve su miktarının %20 den fazla olması balda istenmeyen bir durum olup, yüksek su miktarı balın fermente olmasına neden olmaktadır. Bal, kuru madde itibarıyla %95 oranda karbohidratlardan oluşmuş bir doğal ve çok kompleks bir karışımdır. Temel şeker bileşimi fruktoz ve glukoz (%60-70) dan oluşan bu karışımda daha düşük miktarlarda (%1-5) sukroz, maltoz, melebioz, melesitoz, treloz, trehaloz, arabinoz, turanoz, erloz ve rafinoz gibi yaklaşık 25-30 farklı monosakkarit, disakkarit ve trisakkaritlerden oluşur. Karbohidratlar dışındaki kısmı (%1-3) çeşitli vitaminlerden (A, B, C ve K), polifenollerden, aminoasitlerden, peptitlerden, çeşitli mineral maddeler ve uçucu bileşiklerden oluşmaktadır (Santos-Buelga ve González-Paramás, 2017). Balın biyolojik aktivitesinin daha çok bu düşük yüzdelerle dilimde saklandığı ve balın renk, koku, aroma özellikleri ile biyolojik değerinin belirlenmesinde önemli rol oynadığı ifade edilmektedir (Santos-Buelga ve González-Paramás, 2017). Balın biyoaktif maddeleri olarak ifade edilen bu bölümünde bal arısı cinsine, balın üretildiği bölgenin floral özelliklerine, iklim şartlarına, üretim biçimine ve arıcının performansına gibi çok sayıda değişkenin rol oynadığı bildirilmektedir (Can vd., 2015).

Yapılan çalışmalar balın major şekerlerinin fruktoz ve glukozdan ileri geldiğini göstermektedir. Fruktoz/Glukoz oranı genel olarak ballarda 1.0'dan büyük olup, F/G oranı 1.4-1.8 arasındaki ballar geç kristalize olan ballar olarak tanımlanır. Kestane balı, meşe balı, çam balı gibi koyu renkli ballarının F/G oranının 1.4'den yüksek olduğu ve kolay kristalleşmediği bildirilmektedir (Can vd., 2015).



Balda bulunan total protein miktarı %0,2'nin altına olup, bu proteinler bazı enzimler ve peptitlerden oluşmaktadır. Diastaz enzimi (alfa-amilaz), invertaz, glukoz oksidaz, asit fosfataz ve katalaz enzimleri balda major olarak tespit edilen enzimler olup, aktiviteleri balın tazelik veya canlılık kriterleri olarak izlenir. Enzimler, ısıya duyarlılıkları nedeniyle bal kalitesinin belirleyicisi olarak kullanılmaktadır. Isıl işleme maruz kalmamış balda enzim miktarları oldukça yüksektir.  $\alpha$ -Amilaz enzimi aktivitesi TSE ve diğer bal kodekslerine göre 8U'den büyük olmak zorundadır. Taze ballarda Diastaz aktivitesi 20-25U arasında bulunurken, eski ve ısıl işleme maruz kalan ballarda aktivite düşmektedir (Sahin vd. 2020).

İnvertaz sakkarozun fruktoz ve glukozu inversiyonu katalizleyen bir enzim olup, arı ısıl işleme maruz kalan ballarda aktivitesi hızla azalmaktadır. Ham balda invertaz aktivitesi 165 U/kg iken, 6 saat 65°C de bekletilen balda aktivite 28.48 U/kg düştüğü rapor edilmiştir (Sahin vd., 2020). Glukoz oksidaz enzimi, glukozun glukuronik asite oksidasyonunu katalizleyen bir enzim olup, baldaki fonksiyonu tam olarak bilinmemektedir. Ancak ısıl işleme maruz kalan ballarda aktivitesinin değiştiği raporlanmıştır (Şahin vd., 2020).

Günümüzde balın saflığı gıda kodekslerine (TSE, CEU, IHC vb.) göre şu kriterler kullanılarak belirlenmektedir; nem, iletkenlik, asitlik, pH, renk değerleri, şeker oranları (%C4/C13), prolin miktarı, diastaz aktivitesi, hidroksimetilfurfural (HMF) değeri ve çözünmeyen maddeler. Sadece balın doğallığını ve saflığını tespit etmeye yarayan bu kriterler, test edilen balın biyoaktivite potansiyeli hakkında bilgi vermemekte ve dolayısıyla balın gerçek kalitesini yansıtmamaktadır.

#### **1.4.1. Balda Bulunan Polifenoller**

Polifenoller bitkilerin sekonder metabolitleri olarak tanımlanan çok geniş üyeye sahip doğal organik bileşiklerdir. Genel olarak bir veya birden fazla fenol grubu içeren moleküller olup bitkiler tarafından üretilen metabolitlerdir. Bitkiler sınırsız sayıda bileşik üretebilme yeteneğine sahip canlılar olup günümüze kadar 8000'in üstünde polifenolik bileşiğin tespit edilmiştir. Ancak her birinin fonksiyonlarının tam olarak bilinmemektedir. Fenolik asitler, flavanoidler, prosyaninler, antosyaninler, kalkonlar, stilbenler ve tanenler gibi alt sınıflara ayrılan bu moleküllerin içerdikleri çeşitli substitue gruplarının yeri, çeşidi ve pozisyonu molekülün biyolojik aktivitesini etkilemektedir. Örneğin, bol miktarda

hidroksil grubu içeren flavanoidlerin yüksek antioksidan kapasiteli oldukları söylenir (Huang vd., 2005; Jaganathan ve Mandal, 2009).

Bal fenolik asitler ve flavanoidlerce zengin bir polifenol kaynağı olup, balın polifenol içeriği floradan çok etkilendiği bildirilmektedir (Huang vd., 2005). Genel olarak koyu renkli balların polifenollerce zengin olduğu bildirilmektedir. Balın total polifenol içeriği Folin yöntemine göre ölçülür ve 10-120 mg GA/100 g bal arasında değişir. Genel olarak kestane, püren ve meşe balların koyu renkli ballardan olduğu ve toplam polifenol içeriklerinin 70 mg GA/100g dan daha büyük oldukları bildirilmektedir (Can vd, 2015). Açık renkli çiçek ballarının ise 10-50 mg GA/100 g arasında polifenol içerdikleri yayla çiçek balları, ıhlamur balı, akasya balı ve ayçiçeği balı bunlardan bazılarıdır. Balın gallik asit, kaffeik asit, protokatekuik asit, ferulik asit, kumarik asit, vanillik asit ve şiringik asit gibi fenolik asitlerce zengin krisin, hesperetin, apigenin ve pinosebrin gibi flavanoidlerce zengin olduğu bildirilmektedir (Can vd., 2015).

## **1.5. Balın Biyolojik Aktivitesi**

### **1.5.1. Balın Antioksidan Özelliği**

Oksijen, oksijenli solunum yapan canlılar için elzem bir molekül olup mitokondrial solunum sonucu şeker, lipit ve proteinlerin sindirimi sonucu suya indirgenmektedir. Oksitleyici bir molekül olan oksijen'in solunumda kullanılmasıyla birlikte kendisinden daha oksitleyici özelliğe sahip bazı serbest oksijen molekülleri (SOR) organizmada oluşmaktadır. Oksijenin suya indirgenmesi için toplam 4 elektronun oksijene verilmesi ile birlikte su oluşmaktadır. Oksijen molekülüne 4 elektronun verilmesi elektron taşıma sistemi (ETS) enzimleri ile sağlanır. Oksijen ( $O_2$ ) küçük ve apolar bir molekül olduğu için hücreye ve mitokondrilere her şekilde alınır. Oksijenin sudan başka çeşitli eksik indirgenme ürünleri meydana gelir. Ortaklanmamış elektron taşıyan yapılar serbest oksijen radikalleri olarak adlandırılır. Bu radikaller oksijenden daha reaktif olup protein, lipit ve nükleik asitlerden elektron koparma eğilimine sahiptirler. Hidroksil radikali, hidrojen peroksit, süperoksit ve singlet oksijen gibi radikaller bilinen en önemli serbest oksijen radikali olup, azot, kükürt ve başka metil grupları ile farklı radikallerin oluşumuna da yol açabilir. Kısacası oksidasyon veya yükseltgenme (yanma) olarak adlandırılan reaksiyonlar

oksijen kullanan tüm canlılar için kaçınılmaz bir olgu olup yaşlanmanın temelini oluşturur (Rahal vd., 2014; Neha vd., 2019).

Antioksidanlar, oksidasyonu engelleyen veya durduran biyomoleküller olup, oksijenli solunumla oluşan bazı radikalik ajanların temizlenmesinde veya nötralize edilmesinde rol alırlar. Endojen antioksidanlar canlı sistemde sentezlenen, eksojen antioksidanlar dışarıdan alınan antioksidanlar olup canlı organizmanın sağlığı antioksidan/prooksidan dengenin korunması ile mümkündür. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar, dengenin prooksidanlar lehine kayması ile birlikte kalp damar hastalıklarının, aterosklerozis, alzheimer, diyabet, kanser ve yaşlanma gibi çeşitli hastalıkların oluşumu artırdığına işaret etmektedir. Endojen antioksidan sistemler genetiğe bağlı olarak işlev görürken, eksojen antioksidanlar ise beslenme alışkanlığına bağlı olarak rol oynarlar. Bitkisel kaynaklı çeşitli antioksidanlar, askorbik asit (C vitamini),  $\beta$ -karoten (A vitamini),  $\alpha$ -tokoferol (E vitamini) gibi vitaminler ile birlikte çeşitli polifenoller dışarıdan alınan eksojen antioksidan molekülleri olarak tanımlanırlar. Eksojen antioksidanların düzenli tüketilmesi çeşitli hastalıkların önlenmesinde rol aldığı bildirilmektedir (Pisoschi vd., 2015).

Arı ürünlerinin önemli bir eksojen antioksidan kaynağı olduğu öteden beri bilinen bir gerçek olup, balın oksidasyondan önlemedeki rolü bilimsel çalışmalar ile gösterilmiştir. Bal içerdiği çeşitli vitaminler ve polifenollerden dolayı antioksidan değeri yüksek bir doğal üründür (Nasuti vd., 2006; Küçük vd., 2007; Nichenametla vd., 2006; Can vd., 2015).

### 1.5.2. Balın Antimikrobiyal Özelliği

Bal, çok iyi bir antimikrobiyal ajan olup yara ve yanık tedavilerinde önemli rol oynadığı bilimsel olarak ilk kez 1892 Van Ketel tarafından kaleme alınmış. Balın antibakteriyal aktivitesinden doğrudan 1. Dünya Savaşında yaralı Rus askerlerinin tedavisinde kullanılmıştır (Dustmann, 1979). Yapılan çok sayıda bilimsel çalışma, balın antimikrobiyal etkinliğe sahip saf bir karışım olduğu ve pek çok patojenik bakterilere (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Helicobacter pylori*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella zaturee*, *Micrococcus luteus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Enterobacter cloacae*, *Mycobacterium smegmatis* ve *Moraxella catarrhalis*) ve mantarlara (*Candida albicans*,

*Aspergillus niger*, *Candida tropicalis* gibi) karşı etkili olduğunu bildirilmiştir (Ng vd., 2014).

Bal çok geniş spektrumlu antibakteriyal etkinliğinin 4 temel faktörden ileri geldiği bildirilmektedir;

- Balın viskoz yapısından ileri geldiği,
- Yüksek asidik ortama (pH),
- Glukoz oksidaz kaynaklı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,
- Nektar kaynağından gelen organik bileşikler,

Balın yüksek şeker konsantrasyonu (vizkoz yapısı), ona yüksek hipertonic ortam sağladığı için mikroorganizmaların dehidrasyonuna neden olmaktadır. Balın yapısında bulunan çeşitli organik asitler (fenolik asitler, glukonik asit, sitrik asit, malik asit, oksalik asit, formik asit, süksinik asit) pH sı 3.6-4.5 arasında tamponlamaktadır. Düşük pH dan dolayı pek çok mikroorganizmanın çoğalması engellenir. Balda bulunan glukoz oksidaz enziminin balın sulandırılması ile beraber aktivitesi artar ve üretilen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in antimikrobiyal etkiye sahip olduğu gösterilmektedir. Kısa zamana kadar balın antimikrobiyal etkisinin H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'den kaynaklandığı düşünülse de, son bulgular ışığında balın kompozisyonunun çok daha etken olduğu (non-peroxide agents-NPA) bildirilmiştir (van den Berg vd., 2008; Simova vd., 2012).

Balların antimikrobiyal özellikleri bu organik bileşiklere göre hesaplanmış polifenoller, flavonoidler, glikozitler ve metilglioksal (MGO) gibi moleküllerin en fazla etki gösteren ajanlar olduğu ortaya konulmuştur. Balın yapısında yer alan polifenolik moleküllerin plazma membranının transportunu bozulduğunu ve böylece bakteri gelişimini baskıladığı bildirilmektedir (Kolaylı vd., 2016; Adams vd., 2009). Antimikrobiyal aktivitesin yüksek ballardan biri Manuka balıdır. Manuka balının antibakteriyel özelliği nektar kaynağından (Manuka Çay Ağacı (*Leptospermum scoparium*)) gelen elektrofilik yapıli bir molekül olan metilglioksal (MGO) ve metil şiringat'dan ileri geldiği ve bu bileşiğin makromoleküllerin nükleofilik merkezlerine (DNA) elektrofilik saldırı yaparak geniş bir bakteri spektrumunda büyümeyi önlediği bildirilmiştir. *Clostridium botulinum* bal içinde yaşayabilen bir bakteri olduğu için botulizm veya kangren açısından bal risk oluşturacağı için, yara tedavisi için balın mutlaka 25-50 kGy gama irradiasyonu ile sterilize edilmesi gerekmektedir (Wilkins vd, 1993; Lusby, 2005).

### 1.5.3. Balın Yara Tedavisindeki Rolü

Yara, fiziksel veya kimyasal bir etkenin vücut bütünlüğünü bozacak şekilde oluşturduğu hasara verilen addır. Fiziksel ve kimyasal çeşitli sebeplerden deri veya mukoza membranı bütünlüğünün bozulması, tahrip olması, dokuların fizyolojik özelliklerinin geçici veya tamamen kaybetmesidir. Yara iyileşmesi ise klinik olarak yaralı deri bölgenin kapanması olarak tanımlanır. Yara iyileşmesinden pek çok dinamik ve interaktif süreçler etkin rol oynar. Parankimal hücrelerin, ekstrasellüler matriksin, kan hücrelerinin ve çeşitli çözünebilir mediyatörler bunların temelini oluşturur. Yara iyileşmesi sürecinde aktive olan inflamasyonun sınırlanması yaranın prognozu ve iyileşme süreci açısından da önem taşımaktadır. Enflamasyon ve tamir mekanizması ise vücudun iç içe geçmiş savunma mekanizmaları olup, inflamatuvar etkeni yok etmeye, ortamdaki uzaklaştırmaya, inflamasyonu sınırlandırarak hasar gören dokuyu tamir etmeye çalışmaktadır (Molan, 2001). Doku hasarı ile yara oluşumu, enfeksiyonun her tipine cevap olarak vücudumuz bu hasarı düzeltmek için çeşitli mekanizmaları devreye sokar (Lusby vd., 2002). Temel olarak yara iyileşmesinde sitokinler, büyüme faktörleri, kan ve hücre elementleri ve ekstrasellüler matriks arasındaki etkileşim sonucu meydana gelir. Sitokinler hücrelerin birbirleriyle iletişimini sağlayan polipeptitler olup bazal zar gelişimini sağlar ve dehidratasyonu önler. Granülasyon doku gelişimini ve hücrelerin yaralanma bölgesine gelmesini sağlar. Granülasyon dokusu kollogen ve neovasküler dokudan oluşur. Epitelizasyonun sağlanması için gerekli matriksi oluşturur. Monositler gelerek aktive olur ve makrofajlara dönüşür. Makrofajlar, büyüme faktörlerini salgırlar. Makrofajların rolü yara iyileşmesinde vazgeçilmez olup eksikliklerinde yaralar iyileşmez (Uraloğlu, 2015). Hücre yüzeyi sitokin reseptörleri aracılığıyla görevlerini yapıp yangı (enflamasyon) ve bağışıklık reaksiyonlarında makrofajlar, aktif lenfositler, konnektif ve endotel dokular tarafından oluşturulurlar. Salınımları geçici olup hücrelerdeki reseptörlere bağlanarak hücre çoğalmasını uyarırlar. Enflamasyonda en önemlileri TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-10, IL-12, tip I interferonlar (IFN- $\alpha$  ve IFN- $\beta$ ), IFN- $\gamma$  ve kemokinlerdir (Wang vd., 2015). Tüm bu faktörler inflamasyonun giderilmesinde ve yara iyileşmesine rol alırlar. Her biri ayrı bir antiinflamatuvar fonksiyona sahip olan bu mediyatörlerin yara iyileşmesinde de çok etkin olduğu bilinmektedir.

Apiterapi ile ilgili çok sayıda çalışmada antiinflamatuvar ajanların ölçümü ile tedavi süreçlerinin izlendiği görülmektedir. Bu nedenle, yapılan çok sayıda bilimsel çalışmada

balın yara tedavisinden özellikle kronik yaraların ve diyabetik yaraların tedavisinde hem antimikrobiyal hem de immün sistemi harekete geçirici, nekroz ve apoptozu hızlandırıcı etkinliği olduğu bildirilmektedir. Balın insan monosit hücrelerinden inflamatuvar sitokinlerin salınımını artırdığı (TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  ve IL-6), yani yara iyileşmesinin monositler üzerinden yapıldığı gösterilmiş (Lipsky ve Hoey, 2009; Mandal ve Mandal, 2011; Al-Waili vd., 2011).

Yapılan bir çalışma streptozosin ile diyabetik yara oluşturulmuş ratlarda Gelam balı (Malezya balı) ve Ginger (zencefil) karışımının yaralar üzerindeki iyileştirici etkisinin oksidan ve antioksidan parametreler üzerinden etkili olduğu bildirilmiştir (Abdul Sani vd., 2014). Bir başka çalışmada ise balın antimikrobiyal özelliğinden dolayı diyabetik ayak ülserlerinde iyileşme sürelerini ortalama 20 (8-40) günden 5.86 (2-20) güne düşürdüğünü gözlemlemişlerdir (Tasleem vd., 2011). Yara iyileşmesinde topikal uygulamanın çok etkili maliyeti düşük bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Balın enfeksiyonların çabuk temizlenmesinde, ölü dokuların ve yabancı maddelerin hızlı uzaklaştırılmasında, enflamasyonun hızlı baskılanmasında ve yara izinin hızlı kaybolmasında, yeni damar oluşumunda, doku granülasyonu ve epitelyum gelişmesinin uyarılmasında etkili olduğu bildirilmektedir (Tonks vd., 2003). Türkiye’de yapılan bir çalışmada deli balın diyabetik sıçanlarda yara iyileşmesi hızlandırdığı bildirilmiştir (Malkoc vd., 2019).

#### **1.5.4. Balın Gastrointestinal Rolü**

Balın apiterapötik ajan olarak gastrointestinal sistemi (mide ve barsak) hastalıkları üzerinde etkili olduğunu gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Balın gastrointestinal sistem üzerinde koruyucu etkisinin mekanizmaları çok iyi anlaşılmasada hem antibakteriyal aktiviteler ve hem de sitokinler, prostaglandinler ve antioksidan mekanizmalar üzerinden sisteme olumlu yönde faydalar sağladığı belirtilmektedir (Coşar, 2014). Balın prostaglandin üretimini etkilemediği ancak acı biber kapsaisine cevap veren midedeki duyu sinirleri üzerinde uyarıcı etkisi olduğu ileri sürülmüş. Yine balın tükürükteki nitratı nitrite indirgeyerek, intragastrik NO oluşumunu artırdığı ve mide mukozasındaki kapillerleri koruması ve mukus üretimini artırdığı ifade edilmektedir (Al-Waili vd., 2010). Yapılan bir çalışmada hidrojen peroksidi giderilmiş Manuka balının gastrointestinal sistem patojenlerine karşı oldukça yüksek inhibisyon sağladığı (düşük MIC değerleri) ve antibiyotiklere karşı yüksek direnç gösteren *Salmonella typhimurium* ya karşı

bu balın umut verici olduğu bildirilmektedir. *Helico bacter pylori*, gastrit, peptik ülser, duodenit ve reflü gibi gastrointestinal hastalıkların oluşmasına yol açan bir gram negatif bakteridir. Bakteri mide asidik iç duvarında salgıladığı üreaz enziminin üreyi parçalayarak oluşturduğu amonyak ile kalabilmektedir. Bal ve propolis hem bakterinin hem de ekstraseluler olarak salgıladığı üreaz enziminin iyi bir inhibitörü olduğu yapılan in vitro çalışmalarla ortaya konmuştur. Yapılan çalışmada Kırklareli bölgesine ait meşe ve sarmaşık ballarının en yüksek inhibisyon değerine sahip olduğu rapor edilmektedir. Ayrıca, kestane balının da yüksek üreaz inhibisyonuna sahip olduğu bir başka çalışmada belirtilmektedir (Kolaylı vd., 2016a; Kolaylı vd., 2017). İtalya’da yapılan bir çalışmada ise indometasin ile ülser oluşturulan deney hayvanlarında kestane balının tedaviye olumlu yanıt verdiği rapor edilmektedir (Almasaudi vd., 2016).

#### **1.5.5. Balın Karaciğer Hastalıklarındaki Rolü**

Karaciğer, kan şekeri regülasyonu, biyosentez reaksiyonları, depolama, metabolik ve ksenobiyotik zehirsizleştirme reaksiyonları gibi pek sayıda reaksiyonun vuku bulduğu bir organdır. Yakıt kaynağı olarak diğer dokuların az tercih ettiği ve aminoasitlerin yıkımından gelen kullanmadığı  $\alpha$ -keto asitleri tercih eder. Akut ve kronik tüm karaciğer hasarlarında doğal yollarla tedavi çok önemlidir. Karaciğer hasarlarında glikojen rezervleri azaldığı için bal karaciğer dostu bir karışımdır. Balın zengin karbohidrat içeriği karaciğerin kan şekeri regülasyonuna yardım eder (Wang vd., 2015).

Deney hayvanlarında yapılan bir çalışma da  $CCl_4$  ile karaciğer hasarı oluşturulan sıçanlarda oral yolla verilen kestane balının karaciğer fonksiyon enzimlerinin (AST, ALT) azalmasına ve doku histolojik değerlerinin normaleştiğini göstermektedir. Deney hayvanların çok sayıda yapılan çalışmada balın karaciğer hasarlarını ve akciğer enfeksiyonlarını tedavi etmede etkili olduğu çok sayıda bilimsel araştırma ile desteklenmektedir (Saral vd., 2016). Deney hayvanların streptozotocin ile baskılanmış olarak diyabet oluşturulan çalışmalarda değişik floralara ait balların hipoglisemik etkiye sahip olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. İnsan üzerinde yapılan eski bir çalışmada 21 hepatitli A enfeksiyonlu hastaya yonca balı ile tedaviden sonra karaciğer enzimlerinin anlamlı şekilde azaldığını göstermişler (Çetin vd., 2009; Tang vd., 2017; Erejuwa vd., 2014; Dilber vd., 2002).

## 1.6. Çalışmada Kullanılan Balı Bitkiler

Tablo 1’de bu araştırmada kullanılan 11 bal türüne ait liste verilmektedir. Tablo’da çalışmada kullanılan bal floralarının Latince adları ile Türkçe adları verilmiştir.

Tablo 1. Çalışılan bal türleri

Maydanoz	<i>Petroselinum crispum</i>
Kadın Tuzluğu (Karamuk, kızamık)	<i>Berberies vulgaris L.</i>
Kürdan otu	<i>Ammi visnaga L</i>
Parmakotu	<i>Potentilla erecta (L.) Rauschel</i>
Sütleğen	<i>Euphorbia macroclada Boiss.</i>
Boğa dikeni	<i>Eryngium campestre</i>
Unutmabeni	<i>Myosotis alpestris</i>
Keçiboynuzu	<i>Ceratonia siliqua L.</i>
Çörek otu	<i>Nigella arvensisi L.</i>
Sarmaşık	<i>Herada helix L.</i>
Lavanta	<i>Lavandula stoechas L.</i>

### 1.6.1. Maydanoz Çiçeği

Maydanoz otsu (Şekil 1) bitli türünden olup mutfakların vazgeçilmez baharatıdır. Endüstriyel olarak Türkiye de en fazla İskenderun bölgesinde üretilen maydanoz, zamanı geçince tohuma bırakılır ve beyaz renkli çiçekleri arılar için ilgi kaynağıdır. Maydanoz balı dünyada sadece Türkiye de üretilen nadir ballardan olup, bulanık görünümlü bir bal olup, üzerinde araştırma bulunmamaktadır (URL-1).



Şekil 1. Maydanoz çiçeği



### 1.6.2. Kadın Tuzluğu (Karamuki Kızamık) Çiçeği

*Berberis vulgaris* (Şekli 2) olarak bilinen kadın tuzluğu veya Amberbaris bitki türü çalimsı bir bitki türü olup, üzüksü kırmızı sarı ve siyah minik meyveleri kışın kuşların gıdalarıdır. Peysaj amaçlı olarak da kullanılan bu çalılık bitkisi mayıs ve haziran aylarında çiçek açar (URL-2). Türkiye de Karadeniz bölgesi boyunca uzanan bölgede yetişen kadın tuzluğu bitlisi polen ve bal üretme potansiyeline sahiptir (Sorkun, 2008).



Şekil 2. Kadın tuzluğu

### 1.6.3. Kürdan Otu (Diş Otu, Ammi Visgana) Çiçeği

Kürdan otu (Şekil 3) veya diş otu olarak bilinen bitki maydanozgiller familyasındandır. Çok eski çağlardan beridir idrar yol hastalıkları başta olmak üzere çok çeşitli hastalığın tedavisinde kullanılmıştır. Çiçek kısımları çay olarak böbrek taşı, böbrek iltihabı, kalp damar gevşetici, kurt düşürücü olarakta kullanılır (URL-3).



Şekil 3. Kürdan otu

#### 1.6.4. Parmak Otu (Beşparmak, *Potentilla erecta*) Çiçeği

Parmak otu, beşparmak otu veya çilek otu (Şekil 4) olarak da bilinen çok yıllık otsu bitkilerdendir. Gövdesinin üst tarafı yoğun dallı ve tüylü olup, şeritmızrak şeklinde yapraklara sahip ve her iki tarafı da ince tüylüdür. Daha çok çayırılık alanlarda ve nemli bölgelerde yetişen bu yabancı bitki polen verimi bakımından sekonder ve bal verimi bakımından da eser derecededir. Mayıs ve Ağustos aylarında yetişen bu otsu bitki, polen verimi bakımından zengin olup, bal verimi de bulunmaktadır. Bitkinin çiçekleri halk arasında daha çok ateş düşürücü olarak kullanılır. Kökünden kaynatılarak hazırlanan özüt diş ağrısına iyi geldiği ve ishal tedavisinde kullanıldığı bildirilmektedir (URL-4; Sorkun, 2008).



Şekil 4. Parmak otu çiçeği

#### 1.6.5. Sütleğen (*Euphorbia macroclada* Boiss). Otu Çiçeği

Sütleğen, sütlüce veya haşul (Şekil 5) otu olarak bilinen, sütleğen otu aslında zehirli bir ot olup, çiçekleri bal üretimi için uygundur. Türkiye de yaygın olarak yetişmesine rağmen balı daha çok güney doğu Anadolu bölgesinde Diyarbakır ve Adıyaman bölgelerinde üretilir. Mayıs ile eylül aylarında çiçeklenen bu bitkiden eylül aylarında bal üretimi yapılır. Kendine has kokusu ve aroması olan bu bitkinin balı kolay kristalize olmayan, koyu renkli ve oldukça vizkoz bir baldır. Bitkinin dallarında bulunan sütler, cilt yaraları ve kesiklerinde dezenfektan olarak kullanılmaktadır (URL-5; Sorkun, 2008).



Şekil 5. Sütleğen çiçeği

#### 1.6.6. Boğa (*Eryngium campestre* L.) Dikeni Çiçeği

Boğadikeni, tusi veya tutsi (Şekil 6) olarak da bilinen bu dikenli bitki türü daha çok ormanlık, taşlı, yamaçlı, stepler, kumluklar ve ekili tarlalık alanlarda yetişen ve Apiaceae familyasına ait bir türdür. Yaklaşık 50-60 cm boylarında, yeşilimsi boz gövdeli dip yaprakları üç parçalı, çok dikenli ve kısa saplı bir bitkidir. Hazirandan eylüle kadar çiçeklerini açan bu bitki halk arasında pek çok amaçlar için kullanılır. Diüretik olarak idrar söktürücü, idrar yollarını dezenfekte edici olarak tüketilir (URL-6). Türkiye de hemen her bölgede yetişen bu bitkiden daha çok Akdeniz bölgesinde bal üretilir (Sorkun, 2008).



Şekil 6. Boğa dikeni

#### 1.6.7. Unutmabeni (*Myosotis alpestris*) Çiçeği

Dünyada unutmabeni (Şekil 7) veya mayısı unutma olarak da adlandırılan Boraginaceae familyasına ait otsu bitki türüdür. Ülkemizde daha çok soğuk ve nemli

bölgeler olan Doğu Karadeniz bölgesinde yetişir. 50 farklı türü olduğu bilinen bu bitkinin bal verimin çok yüksek olup, nisan ve mayıs aylarında çiçek açar. Halk arasında çok farklı amaçlar için de kullanılan bu bitki, kadınlarda regl dönem düzensizliklerinde ve migren ağrılarını tedavi edici olarak kullanılmaktadır (URL-7; Sorkun, 2008; Mardani vd., 2016).



Şekil 7. Unutma beni

#### 1.6.8. Keçi Boynuzu Çiçeği

Keçi boynuzu (*Ceratonia siliqua*) veya harnup (Şekil 8) baklagiller (Fabaceae) familyasından olup Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü yerlerde doğal olarak yetişen ve baklaları (meyveleri) yenen, herdem yeşil çalı ya da ağaç formunda olan bir bitki türü.

Tıbbi olarak kullanılmıştır ve tohum kabuğundan elde edilen küspe, hazırlamaya bağlı olarak, müshil olarak veya ishali tedavi etmek ve ayrıca öksürükleri yatıştırmak için kullanılabilir (URL-8).



Şekil 8. Keçi boynuzu

### 1.6.9. Çörek Otu Çiçeği

Çörek otu bitkisi daha çok Burdur, Mersin, Gaziantep, Amasya, Kayseri ve Kahramanmaraş gibi sıcak ve kurak güney bölgelerinde yetişen otsu bir bitkidir. Siyah renkli tohumları baharat sanayinde özellikle hamur endüstrisinde kullanılan bir aromatik ve tıbbi bitki türüdür (Beyzi, 2018). Tohumlarından elde edilen yağı, tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Ranunculaceae familyasına ait olan bu bitki 20-30 cm boyunda, tek yıllık otsu bitkilerden olup, siyah tohumlarının yağ asidi kompozisyonu (%30-45), uçucu yağ ve saponinlerce zengin olduğu bildirilmektedir (Baytop, 1999; Beyzi, 2018).



Şekil 9. Çörek otu

Çörek otu çiçeği balı vücuda kuvvet verici, iştah açıcı, idrar sökücü ve süt arttırıcı etkileri vardır. Çörek otu balı mide yanmalarını giderir. Akciğer ve karaciğeri rahatlatmada etkilidir. Ağrılarda, sancılarda, soğuk algınlıklarında, kronik bronşit ve üst solunum yolları, nefes darlığı, astım ve öksürüğe faydalıdır (URL-9).

### 1.6.10. Sarmaşık Çiçeği

Duvar sarmaşığı veya orman sarmaşığı (Şekil 10) olarak biline ve Araliaceae familyasından olan boyu 20-30 metreye kadar uzayabilen herdem yeşil bir bitkidir. Etken bileşikleri karbonhidratlar, flavonoidler, fenolik glikozitler (Primverozit, Primula-verozit), kondanse tanenler, pseudo tanenler, kinonlar, triterpenik saponinlerdir (URL-10). Duvar sarmaşığı özütü soğuk algınlığı ve öksürük tedavisinde güvenilir ve etkili bir ilaç olarak

kullanılmaktadır (URL-11). Türkiye de yaygın olarak yetişen bu türden daha çok eylül ekim aylarında Trakya bölgesinde bal üretilmektedir (Sorkun, 2008).



Şekil 10. Sarmaşık çiçeği

### 1.6.11. Lavanta Çiçeği

Lavanta, karabaş otu, keşiş otu (Şekil 11) olarak adlandırılan bu bitki ülkemizde yaygın olarak yetişmesine rağmen, monofloral lavanta balı olarak üretimi çok sınırlıdır. Lavanta tarlalarının bulunduğu bölgeler olan Burdur, Afyon, Muğla, Antalya bölgelerinde üretilen berrak görünümlü ve kendine has aromaya sahip çiçek balıdır. Lavanta çayı geleneksel tıpta çok sık kullanılan bir bitki olup, hipertansiyonu dengelemede, uyku bozukluklarını gidermede, romatizmal eklem ağrılarının, migren ve baş ağrılarının hafiflemesine kullanılmaktadır. Ayrıca, lavanta bitkisinin böcek, sinek ve haşare uzaklaştırıcı özelliği bulunmaktadır (URL-12; Sorkun, 2008).



Şekil 11. Lavanta

## 1.7. Çalışmanın Amacı

Türkiye bulunduğu coğrafik lokasyondan dolayı bal üretimi için çok uygun koşullara sahip olup, yılın 4 mevsimi bal üretimi yapılabilmektedir. Üç büyük kıtanın kesişme noktasında yer alan Türkiye, zengin ballı bitkiler florasına sahip olduğundan bal üretimi kadar bal çeşitliği bakımında da çok zengindir. Çeşitli multifloral ve unifloral çiçek ve salgı ballarının üretildiği Anadolu'da ballarının karakteristik özellikleri yeterince bilinmemektedir. Balın biyolojik aktif değeri balın florasına bağlı olarak değiştiği için farklı balların farklı biyolojik aktif özellikleri bulunur. Anadolu'da üretilen balların floral özelliklerine göre biyolojik aktif değerlerinin aydınlatılması ülkemiz tarımının gelişmesine katkı sağlayacaktır. Türkiye florasına ait ballarla yapılan çok sayıda bilimsel çalışmalar Anadolu'da üretilen bal çeşitliliğinin dünyanın hiçbir yerinde görülmediğini göstermektedir. Monofloral çiçek balı olarak tıbbi değeri yüksek ballardan en çok bilinen balların kestane balı, ormangülü balı, ıhlamur balı, kekik balı, geven balı, çam balı ve meşe balıdır (Can vd., 2015; Kolaylı vd. 2016; Kaygusuz vd., 2016). Ancak, Anadolu'da nisbeten sınırlı miktarda üretilen çok sayıda bal çeşitleri bulunuyor. Bunların özelliklerinin de literatüre kazandırılması önemlidir.

Yapılan bu çalışmada ile Anadolu'da sınırlı sayıda üretilen bazı balların karakteristik özelliklerinin araştırılarak literatüre kazandırılması amaçlandı. Nadir ballar olarak adlandırdığımız bu balların biyolojik değerinin aydınlatılması ile bal üretimi konusunda bir farkındalık oluşması beklenmektedir. Bu amaçla maydanoz, ayçiçeği, sütleğen (haşul balı), çörek otu, sarmaşık, boğa diken, parmak otu, unutm beni, kürdan otu, kadın tuzluğu, keçiboynuzu, lavanta ve sarmaşık balları araştırıldı.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Kullanılan Cihazlar

Çalışmalarda kullanılan cihazlara ait bilgiler Tablo 2’da özetlendi.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan cihazlara ait marka ve model bilgileri

Cihaz	Marka/Model
pH metre	Mettler Toledo, Schwerzenbach, İsviçre
Hassas Terazi	Presica LX 320 A, Dietikon, İsviçre
UV-Vis spektrofotometre	Spectro UV-Vis Double Beam PC LaboMed Inc., Los Angeles, CA, USA
HPLC-DAD	Shimadzu Corporation LC 20AT- SPD M30A
Vorteks karıştırıcı	Labnet VX100, MO BIO Laboratories, Inc., NJ, USA
Magnetik karıştırıcı	Heidolph MR HEI-Standard, Schwabach, Almanya
Etüv	Nüve, EN 400, Ankara, Türkiye
Saf Su Cihazı	Direct-Q 3UV Water Purification System, Merck, USA
Refraktometre	Atago, İstanbul, Türkiye
Vakum Pompası	Buchi Vacuum Pump V-700, Flawil, İsviçre
Rotary evaporatör	IKA®-Werke, RV 05 Basic, Staufen, Almanya
Filtre	Whatman Spartan 13/ 0,45 RC Dassel, Almanya

### 2.2. Kimyasal Maddeler

Çalışma süresince kullanılan tüm sarflar ve satın alındıkları firmalara ait markalar Tablo 3 özetlendi.



Tablo 3. Çalışmada kullanılan kimyasallar

Kimyasal Adı	Satın Alınan Firma Adı
Gallik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Protokatekuik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Klorojenik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Epikateşin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
<i>p</i> -OH benzoik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Şiringik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Kaffeik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Rutin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
<i>m</i> -OH benzoik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Ferulik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Ellagik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
<i>p</i> -Kumarik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Daidzein	Cayman Chemical, Michigan, ABD
<i>t</i> -Sinnamik asit	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Luteolin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Resveratrol	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Mrisetin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Kuersetin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Hesperetin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Rhamnetin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Apigenin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Pinosembrin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Krisin	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Kurkumin	Alfa Aesar, Massachusetts, ABD
Kafeik asit feniletil ester	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Asetonitril-LC Saflıkta	Merck, Darmstadt, Almanya
Etanol	Merck, Darmstadt, Almanya
Asetik Asit	Merck, Darmstadt, Almanya
Dietil eter	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Etil asetat	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Metanol-LC saflıkta	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Folin-Ciocalteu's phenol reaktifi	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
NH <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> COO	Carlo Erba Reagent, Fransa
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Merck, Darmstadt, Almanya
DPPH	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Merck, Darmstadt, Almanya
Trolox	Applichem, Darmstadt, Almanya
TPTZ	Merck, Darmstadt, Almanya
CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na.3H <sub>2</sub> O	Merck, Darmstadt, Almanya
FeCl <sub>3</sub>	Merck, Darmstadt, Almanya
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Sigma-Aldrich Chemie, Munich, Almanya

### 2.3. Kullanılan Çözeltiler

Çalışmada kullanılan tüm çözeltiler ve bu çözeltilerin hazırlanış formülleri Tablo 4'de ayrıntılı olarak verildi.

Tablo 4. Çalışmada kullanılan çözeltiler ve hazırlama teknikleri

Çözelti	Hazırlanışı
%2'lik Asetik Asit	5 ml glasiyel asetik asit bir balon jodede saf su ile 250ml'ye ayarlanır.
%70-30 Asetonitril-Saf Su	175 ml asetonitril balon jodede saf su ile 250ml'ye tamamlanır.
HPLC-UV Fenolik Bileşen Analizi İçin	
Gallik asit Protokatekuik asit <i>p</i> -OH benzoik asit Şiringik asit <i>p</i> -Kumarik asit Kaffeik asit Ferulik asit	1:1 metanol-saf suda 1000 ppm'lik stok çözeltisi hazırlanır, (1,25- 2,5- 5- 10- 20- 40) ppm olacak şekilde çalışma standartları aynı çözücü ile ayarlanır.
Epikateşin Rutin Mrisetin Kuersetin Apigenin Daidzein <i>t</i> -Sinnamik asit Hesperetin Luteolin Krisin	%100 metanolla 1000 ppm'lik stok çözeltisi hazırlanır, (1,25- 2,5- 5- 10- 20- 40 ppm) olacak şekilde çalışma standartları aynı çözücü ile ayarlanır.
Pinosembrin CAPE	%100 metanolla 1000 ppm'lik stok çözeltisi hazırlanır, 1,25- 2,5- 5- 10- 20- 40 ppm olacak şekilde çalışma standartları aynı çözücü ile ayarlanır.
%2'lik Asetik Asit	10 ml glasiyel asetik asit balon jodede saf su ile 500 ml'ye tamamlanır
%70-30 Asetonitril-Saf Su	350 ml asetonitril balon jodede saf su ile 500 ml'ye tamamlanır.
Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi İçin	
0,2 N Folin-Ciocalteu	100 ml 2 N Folin-Ciocalteu çözeltisinden 1:10 oranında saf suyla seyreltilerek hazırlanır.
%10'luk Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10 g Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> bir miktar suda çözülür, hacmi 100 ml'ye tamamlanır
Gallik Asit (1mg/ml)	Metanolla hazırlanan stok çözeltiden,0,5-0,25-0,125- 0,0625-0,03125 mg/ml olacak şekilde metanolla seyreltilerek hazırlandı.
Toplam Flavonoid Madde Miktarı Analizi İçin	
1 M NH <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> COO	7,7 g NH <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> COO tartılır, bir miktar saf suda çözüldükten sonra son hacmi 100 ml'ye saf su ile tamamlandı.
%10Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	1 g Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> 10 ml saf suda çözüldü.
Kuersetin (1 mg/ml)	Metanolla hazırlanan stok çözeltiden, 0,5-0,25-0,125-0,0625-0,03125 mg/ml olacak şekilde metanolla seyreltilerek hazırlandı.

Tablo 4'ün devamı

DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Analizi İçin	
DPPH Reaktifi (0,1 mM)	100 ml çözelti hazırlamak için; 3,94 mg DPPH tartılır, bir miktar metanolde çözüldü ve son hacmi 100 ml'ye tamamlandı.
Troloks (0,02 mg/ml)	10 mg Troloks 10 ml metanolde çözülür stok çözeltisi hazırlandı. 0,02 mg/ml'lik çalışma çözeltisi hazırlamak için metanolle seyreltildi.
Demir (III) İndirgeme/ Antioksidan Güç -FRAP Analizi İçin	
FRAP Reaktifi	300 mM pH 3,6 asetat tamponu: 10 mM TPTZ: 20 mM FeCl <sub>3</sub> (10:1:1) oranında karıştırılarak taze hazırlandı. Güneş ışığından muhafaza edilmelidir.
HCl (40 mM)	Bir miktar saf suyun üzerine %37'lik HCl'den 340 µL ilave edildi ve saf suyla son hacmi 100 ml'ye tamamlandı.
TPTZ (10 m	234,249 mg TPTZ stok maddeden tartıldı, 75 ml 40 mM'lık HCl ile çözüldü.
Asetat Tamponu (300 mM, pH 3,6)	2,325 g NaCH <sub>3</sub> COO.3H <sub>2</sub> O üzerine 12 ml glasiyel asetik asit ilave edildi.750 ml'ye saf suyla tamamlandı.
FeCl <sub>3</sub> (20 mM)	324,4 mg FeCl <sub>3</sub> destile suyla çözüldü ve son hacmi 100 ml'ye tamamlandı.
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (1000 µM)	27,8 mg FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O bir miktar saf suda çözüldü ve saf suyla son hacmi 100 ml'ye tamamlandı. 500, 250, 125, 62,5 ve 31,25 µM'lık konsantrasyonlara saf su ile seyreltildi.
Bazık fuksinli gliserin-jelatin çözeltisi	7 g kadar jelatin tartılır, 42 ml ılık suda 2 saat inkube edilir, üzerine 50 ml gliserin eklenir ve karıştırılır. Karışımın küfe karşı korunması için 0,5 g karbonik asit ilave edilir ve polenleri boyamak için bir kaç damla fuksin ilave edilir. Karışım petri kaplarına ince bir tabaka şeklinde dökülür, preparat hazırlana da uzun süre kullanılır.

#### 2.4. Çalışmada Kullanılan Bal Örnekleri

Çalışmada kullanılan bal örneklerinin adları ve toplandıkları bölgeler Tablo 5'de özetlendi. Örnekler 2018 yılı bal hasat sezonunda toplandı, serin ve karanlık bir yerde muhafaza edildi. Ballar üreticilerden temin edilmiş olup, benzer ticari adlar ile satılmaktadır.

Tablo 5. Çalışmada kullanılan ballar (2018)

	Türkçe adı	Latince adı	İngilizce adı	Familiya	Bölgesi
1	Maydanoz	<i>Petroselinum crispum</i>	Parsley	Apiaceae	Hatay
3	Kadın Tuzluğu (Karamuk, kızamık)	<i>Berberies vulgaris L.</i>	Common barbery	Berberidaceae	Sason
4	Kurdan otu/ Diş otu	<i>Ammi visnaga L</i>	Ammi visnaga	Apiaceae	Bingöl
5	Parmakotu	<i>Potentilla erecta (L.) Rauschel</i>	Fingerfoil	Rocaceae	Kırklareli
6	Sütleşen	<i>Euphorbia macroclada Boiss.</i>	<i>Spurge, Poinsettia</i>	Euphorbiaceae	Diyarbakır
7	Boğa dikenii/Tusi	<i>Common eringo</i>	Common eringo	Apiaceae	Hatay
8	Unutmabeni	<i>Myosotis alpestris</i>	Forgetmenot	Boraginaceae	Artvin/Şavşat
9	Keçiboynuzu	<i>Ceratonia siliqua L.</i>	Locust tree	Fabaceae	Alanya
10	Çörek otu	<i>Nigella arvensis L.</i>	Fennel	Ranunculaceae	Burdur
11	Sarmaşık	<i>Herada helix L.</i>	Ivy	Araliaceae	Demirköy/Kırklareli
12	Lavanta	<i>Lavandula stoechas L.</i>	Lavender	Lamiaceae	Isparta

## 2.5. Balların Botanik Orijinlerinin Tespit Edilmesi

Polen, çiçekli bitkilerde bulunan çiçeklerin erkek organlarının (stamen) üst kısmında bulunan anterlerin içindeki polen kesecikleri içerisinde yer alan, çiçeklerin erkek organlarınca üretilip, dişi organın döllenmesini sağlayan erkek cinsiyet hücreleridir. Bunlar ya erkek çiçekler tarafından ya da hermafrodit çiçeklerde erkek organlar tarafından oluşturulur (Bakkaloğlu, 2021; Alkan vd. 2020). Balların botanik orijinlerinin tespit edilmesi için polen analizleri yapıldı. Balda mikroskopik incelemesinde polen morfolojilerine bakılarak balın botanik orijini tespit edilmektedir. Bunun için alanında çok iyi yetişmiş bir palinoloji uzmanının olması gerekmektedir. Çalışmada polen analizi Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünden Doç. Dr. Aslı OZKOK tarafından yapıldı.

Kullanılan metot uluslararası standart bir yöntem olup, preparatlar hazırlanarak yapıldı. 10 g ham bal deney tüpüne alınır üzerine 20 ml saf su ilave edilir ve bagetle karıştırarak 45°C de 15 dak bekletilir. Daha sonra çözelti yaklaşık 4000 rpm de 10 dak santrifuj edilir ve süpernatant kısmı dekante edilir. Daha sonra dip tortusu bir iğne ucun

alınan bazik fuksinli gliserin-jelatin karışımı ile lam üzerine alınır. Lan ısıtma tablasında 30-40°C de ısıtılarak bazik karışımın erimesi sağlanır. Isıtma işlemi esnasında hava kabarcığının oluşmamasına özen gösterilir. Polen içeriğinin homojen olarak lamda yayılması sağlanır ve lamel kapatılır. 12 saat sonra preparat mikroskop altında incelenir.

Polenlerin tanınmasında immersiyon objektifler kullanılır. Polenlerin teşhisinde daha önceki referans preparatlardan ve atlaslardan faydalanılır. Sayım sonuçlarına göre polenleri dominant ( $\geq\%45$ ), sekonder ( $\geq\%16-44$ ), minor ( $\geq\%3-15$ ) ve eser ( $\geq\%3$ ) oranları belirlenir. Bitkinin polen içeri %45 ve üzerinde olan bal, monofloral bal olarak adlandırıldı.

## 2.6. Balların Fizikokimyasal Özellikleri Analizleri

Balların nem miktarları bir refraktometre (Atago, Germany) yardımıyla ölçüldü ve burada kırılma indisleri sıcaklığına göre düzeltiler yapılarak % nem değerleri olarak hesaplandı (AOAC, 1990).

Balların pH değerleri pH metre ile ölçüldü. Bunun için 1:5 sulandırılan balın pH sı ayarlanmış bir pH metre ile ölçüldü.

Balların elektriksel iletkenlik değerleri bir konduktivimetre yardımı ile ölçüldü ve bunun için 10 gram balın 100 mL saf suda çözülerek hazırlanan çözeltinin iletkenliği (EC) 25°C sıcaklığa çevirerek mS/cm (milli Siemens/ cm<sup>2</sup>) cinsinden okundu.

Mono ve oligosakkaritler asimetric karbon atomu içeren organik bileşikler olup, optikçe aktif özellik gösterirler. Kısaca polarize ışığı sağa (+) veya sola (-) doğru çevirmektedir. Balın içerdiği monosakkaritlerden  $\beta$ - D fruktozun spesifik çevirme derecesi-133.5,  $\alpha$ - D glikozunki +52.7 ve bir disakkarit olan sakkarozunki ise +66.5'tir. Balların optik rotasyon değerleri çiçek ve salgı ballarının ayırt edilmesinde kullanılan önemli bir ayırt edici özelliktir.

Balların optik rotasyon değerleri bir polarimetre yardımıyla tespit edildi (Beta PPP7 Optical Activity, England). Bu metot ile çiçek ballarının optik çevirme açısı sola, yani negatif optik rotasyon değeri, salgı ballarının ise sağa yani pozitif optik rotasyon değeri almaktadır (Junk ve Pancoast; Battaglini ve Bosi, 1973). 12 g bal tartılıp saf suda çözüldü ve üzerine 10 mL Carrez reaktifi (I ve II) ilave edildi ve 30 dakika karıştırılarak hacmi 100 mL tamamlandıktan sonra 24 saat süre sonunda 40 süzülerek elde edilen süzüntü polarimetre ile ölçüm yapılarak balların optik çevirme açıları tayin edildi.

Balın rengi Hunter metoduna göre tayin edildi. Bu metot gıdalarda renk analizi için 1931 de CIE (Commission Internationale de l'Eclairage: Uluslararası Aydınlatma Kurumu) tarafından 2353 International Advanced Researches ve Engineering Congress-2017 tarafından geliştirilmiştir (Konica Minolta, 2007). Burada gıdanın rengi üç boyut ile ifade edilir: L\*: rengin Koyuluk ve Açıklık (0: Siyah, 100: Beyaz), a\*: Kırmızılık ve Yeşillik (-60: Yeşil, +60: Kırmızı), b\*: Sarılık ve Mavilik (-60: Mavi, +60: Sarı). Çalışmamız Minolta CM 5 renk ölçer cihazı ve L\*a\*b\* renk ölçüm sistemi kullanıldı. Bal numuneleri sıvı numunelerinin ölçümünde kullanılan CM-A99 model 50 x 38, 20 mm cam küvetine konduktan sonra renk L\*a\*b\*değerleri okundu (Szabó vd., 2016).

## 2.7. Prolin Tayini

Prolin balda en bol bulunan amino asit olup hem spektrometrik hem de HPLC ile ölçülmektedir. Her iki tayinin prensibi prolinin ninhidrin ile oluşturduğu renkli kompleksine dayanır. 2-propanol ilavesinden sonra örnek çözelti sabitlenir ve referanslara göre analiz yapılır (Ough, 1960). Önce stok prolin çözeltisi hazırlanır. Kurutulmuş prolinin 40 mg tartılır 50 mL'de çözülür. Hazırlanmış stok prolin çözeltisinden 0,25 mL- 0,5 mL- 1,0 mL ve 2,0 mL alınarak balon jöjelerde 25 mL'ye seyreltilerek standart prolin çözeltileri hazırlandı. Bu çözeltilerden 0,5'er mL alınarak cam tüplere konuldu. Üzerlerine 1 mL formik asit ve 1 mL %3'lük ninhidrin çözeltisi ilave edilip tüpler dikkatlice ve kuvvetlice 15 dakika çalkalandı. Çalkalama bitiminde kaynayan su banyosunda 15 dakika bekletildi. Sonra 70°C'lik su banyosunda 10 dakika tutuldu. Sürenin hemen bitiminde tüplere 5 mL %50'lik 2-propanol çözeltisi ilave edildi. Tüpler alt üst edilerek spektrofotometrede 510 nm'de absorbanlar okundu.

## 2.8. Toplam Polifenol Tayini

Balda serbest olarak bulunan fenolik bileşiklerin tamamını ölçmek amacıyla total polifenol tayini folin yöntemine göre belirlendi. Fenolik bileşikler olarak adlandırılan polifenoller bazik ortamda Folin-Ciocalteu ( $\text{Cu}^{+2}$ ) reaktifini indirger (Slinkard ve Singleton, 1977). Redoks reaksiyon ile oluşan renkli ürün spektrofotometrik olarak 760 nm tayin edilir.

Önce standart kalibrasyon grafiği hazırlanır ve bunun için gallik asit standardı kullanılır. Fenolik madde tayininde standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Stok gallik asit standardının 1 mg/ml konsantrasyondaki çözeltisinden başlanılarak 0,500; 0,250; 0,125; 0,062; 0,031 ve 0,015 mg/ml'lik çalışma çözeltileri hazırlandı. Çözeltilerin konsantrasyon değerlerine karşılık absorpsanları grafiği çizildi. Standart kalibrasyon grafiği hazırlandıktan sonra örneklerin absorpsanları okunarak excel ile hesaplamalar yapıldı. Analiz sonuçları mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/100 g bal) olarak verildi. Çalışma da yapılan pipetleme işlemleri Tablo 6'de özetlendi.

Bal numunesinin analize hazırlanması için 3 g bala 30 ml metanol ilave edildi ve 24 saat 200 rpm'de çalkalama yapılarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirildi. Ekstraksiyon sonrası balın partiküllerini uzaklaştırmak için önce adi süzgeç kâğıdı ile daha sonra mavi süzgeç kâğıdı ile süzme işlemi gerçekleştirildi.

Tablo 6. Toplam fenolik madde miktarı tayini için kullanılan deney prosedürü

	Reaktif Körü	Standart	Bal örneği
Distile Su	700 µl	680 µl	680 µl
Standart (Gallik Asit)	-	20 µl	-
Bal örneği	-	-	20 µl
0,2 N Folin Reaktifi	400 µl	400 µl	400 µl
Tüpler vortekslenir ve 3 dk beklenir.			
% 10 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	400 µl	400 µl	400 µl
2 saat sonra 760 nm'de absorpsan değeri okunur.			

## 2.9. Toplam Flavonoid Madde Analizi

Polifenol ailesinin en büyük alt sınıfını oluşturan flavanoidler balın önemli biyoaktif bileşenleridir. Balda total flavonoid madde miktarının tayini alüminyum klorür metodu olarak adlandırılan spektrofotometrik yöntemle göre yapıldı (Fukumoto ve Mazza, 2000). Balın flavanoidleri ile alüminyum (III) arasındaki redoks reaksiyonu sonucu oluşan renkli kompleksin absorpsanının 415 nm'de ölçülür. Standart çalışma grafiği kalibrasyon grafiği Kuersetin standardı kullanılarak (1 mg/ml) belirlenir. Bu seri seyreltme ile 0,500, 0,250, 0,125, 0,062, 0,031 ve 0,015 mg/ml'lik çalışma çözeltileri hazırlanıp yöntemle göre absorpsan değerleri okundu. Kuersetin konsantrasyonuna karşı absorpsan değerleri grafiği

çizilerek standart kalibrasyon grafiği elde edildi. Sonuçlar mg Kuersetin eşdeğeri (mg QE/100 g) olarak verildi. Analizde kullanılan deney prosedürü Tablo 7’de verildi.

Tablo 7. Toplam flavonoid madde miktarı deney prosedürü

	Reaktif Körü	Renk Körü	Standart	Bal örneği
Örnek		250 µl		250 µl
Standart (Kuersetin)			250 µl	
Metanol	2400 µl	2250 µl	2150 µl	2150 µl
% 10 Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	50 µl		50 µl	50 µl
1M NH <sub>4</sub> CH <sub>3</sub> COO	50 µl		50 µl	50 µl
40 dakika sonra 415 nm’de absorbans değeri okunur.				

## 2.10. DPPH• Radikal Temizleme Aktivite Analizi

DPPH• (2,2- difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak satılan sentetik olarak üretilmiş bir serbest radikaldır ve antioksidan aktivitenin belirlenmesinde model olarak kullanılmaktadır. Radikalik halinin 517 nm’de absorbans verir ve antioksidan madde varlığında indirgendiği için renk kaybolur. DPPH radikal temizleme aktivitesi SC<sub>50</sub> cinsinden hesaplandı ve radikali %50’sini azaltan (temizleyen) antioksidan madde miktarı olarak ifade edilir (Cuendet, 1997). Absorbansa karşı konsantrasyon olacak şekilde grafik çizildi ve SC<sub>50</sub> değeri mg/ml olarak hesaplandı. Analiz işlemlerinde yapılan pipetlemeler Tablo 8’de verilmiş olup, Troloks standart antioksidan madde olarak kullanıldı.

Tablo 8. DPPH• radikal temizleme aktivitesi tayin deneyi prosedürü

	Reaktif Körü	Renk Körü	Örnek
Bal örneği (Değişen Konsantrasyonlarda)	-	750 µl	750 µl
Metanol	750 µl	750 µl	
DPPH• (100 µM)	750 µl	-	750 µl
40 dakika sonra 517 nm’de absorbans değerleri okunur.			



### 2.11. Demir (III) İndirgeme Antioksidan Güç-FRAP Analizi

Total antioksidan kapasitenin tespit edilmesinde FRAP yöntemi kullanılır. Fe (III)-kompleksinin indirgenme kapasitesi olarak tanımlanan FRAP antioksidan testinde Fe(III)-TPTZ-2,4,6-tris (2-pyridly)-S-triazin ticari kompleks kullanıldı. Antioksidan madde varlığında Fe(II)-TPTZ kompleksinin Fe(II)-kompleksine indirgenmesi ile oluşan renk 593 nm’de izlenir (Benzie ve Strain, 1999). Taze hazırlanmış FRAP reaktifi 10:1:1 oranında 300 mM pH:3,6 asetat tamponu, 10 mM TPTZ ve 20 mM FeCl<sub>3</sub> çözeltilerinin karıştırılması ile taze olarak elde edildi. Standart çalışma kalibrasyon grafiği elde etmek için FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O kullanıldı. Analizde yapılan tüm pipetleme işlemleri Tablo 9’de özetlendi.

Tablo 9. Demir (III) indirgeme antioksidan güç-FRAP tayini deney prosedürü

	Reaktif Körü	Renk Körü	Standart	Bal örneği
FRAP reaktifi	1500 µl	-	1500 µl	1500 µl
Bal örneği	-	50 µl	-	50 µl
Standart (FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)		-	50 µl	-
Metanol	50 µl	1500 µl	-	-
4 dakika sonra 593 nm’de absorbans değerleri okunur.				

### 2.12. İstatistik

Üç tekrarlı olarak elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları excel ile hesaplandı. Korelasyon testleri ise Excell Pearson korelasyon değerlendirmesi hesaplandı.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Balların Palinolojik Analiz Sonuçları

Balların mikroskobik analiz sonucu polen morfolojilerine göre tespit edilen botanik orijinleri Tablo 10’da özetlendi.

Tablo 10. Çalışmada kullanılan balların polen analizleri

	Bitki Taksonları	Açıklama
1	Apiaceae: %74.79 (D) Brassicaceae: %11.81 (M) Ranunculaceae: 7.87 (M) <i>Salix</i> spp.:%2.36 (E) <i>Hedysarum</i> spp.:%1.57 (E) <i>Thymus</i> spp.: %0.78 (E) Cistaceae: %0.78 (E)	Maydanoz balı (Hatay)
2	Berberidaceae: %48.57 (D) <i>Trifolium</i> spp.: %11.42 (M) <i>Thymus</i> spp.: %5.71 (M) Asteraceae: %5.71 (M) <i>Taraxacum</i> spp.: %5 (M) Cephalaria spp.: %5 (M) <i>Sanguisorba</i> spp.:%4.28 (M) Cistaceae: %4.28 (M) <i>Scabiosaspp.</i> : %4.28 (M) Brassicaceae: %2.85 (E) Plantagospp.: %2.14 (E) Rumex spp.: %0.71 (E)	Kadın tuzluğu
3	Apiaceae: %51.02 (D) <i>Trifolium</i> spp.: %241.94 (S) Berberidaceae: %14.28 (M) Cistaceae: %4.54 (M) <i>Plantagospp.</i> :%1.94 (E) Poaceae: %1.29 (E) <i>Onobrychis</i> spp.:%0.64 (E) <i>Salix</i> spp.: %0.64 (E) <i>Sanguisorba</i> spp.: %0.64(E)	Kürdan otu

Tablo 10'un devamı

4	Rosaceae ( <i>Potentilla</i> sp.): %97.7 (D) Poaceae: %2.3 (E)	Parmak otu
5	Euphorbiaceae %45 (D) Apiaceae: %24.07 (S) <i>Trifolium</i> spp.: %10.84 (S) <i>Xanthium</i> spp.: %11.05 (M) Brassicaceae: %3.36 (M) Berberidaceae: %1.92 (E) Cistaceae: %1.92 (E) Chenopodiaceae: %1.44 (E) Caryophyllaceae: %0.96 (E) <i>Thymus</i> spp.: %0.48 (E) <i>Salix</i> spp.: %0.48 (E) Poaceae: %0.48 (E) <i>Scabiosa</i> spp.: %0.48 (E) <i>Carduus</i> spp.: %0.48 (E)	Sütleğen
6	Apiaceae: %66.16 (D) <i>Astragalus</i> spp.: %18.79 (S) <i>Plantago</i> spp.: %10.52 (M) Chenopodiaceae: %1.50 (E) Poaceae: %0.75 (E) Lamiaceae: %0.75 (E) <i>Campanula</i> spp.: %0.75 (E) <i>Onobrychis</i> spp.: %0.75 (E)	Boğa dikeni
7	Boraginaceae (%80 (D) <i>Astragalus</i> spp.: 10,30 (S) Lamiaceae: 2,00 (M) <i>Thymus</i> spp.: (M)	Unutmabeni <i>Myosotis alpestris</i>
8	Fabaceae: %46.30 (S) Asteraceae: %30.43 (S) Cistaceae: %8.69 (M) Berberidaceae: %5.79 (M) Chenopodiaceae: %3.62 (M) Brassicaceae: %2.17 (E) Lamiaceae: %2.17 (E) Liliaceae: %2.17 (E) <i>Onobrychis</i> spp.: %2.17 (E) Rosaceae: %1.44 (E)	Keçiboynuzu
9	<i>Nigella</i> spp: 50% <i>Salix</i> spp: 16.66% Brassicaceae: 10% Cistaceae: 6.66%	Çörekotu

Tablo 10'un devamı

9	Poaceae: 6.66% Apiaceae: 3.33% Fabaceae: 3.33% <i>Onobrychis</i> spp.:3.33%	Çörekotu
10	Araliaceae	Sarmaşık balı
11	Fabacea (%41) Brassicaceae 17.94% Chenopodiaceae: 12.82% Cistaceae: 10.25% Asteraceae: 7.69% <i>Lavandula</i> spp: 10.12%	Lavanta

Palinolojik analiz sonucu elde edilen bulgular değerlendirildiğinde Lavanta balı hariç tüm balların dominant polen değerlerinin %45 den büyük olduğu tespit edildi. Lavanta balında bulunan major polenin ise lavanta poleni olduğu ancak %45 altında olduğu tespit edildi. Unutmabeni ve maydanoz ballarının ise oldukça yüksek monofloral özelliklerde balları olduğu tespit edildi.

### 3.2. Balların Fizikokimyasal Özellikleri Sonuçları

Balların bazı fizikokimyasal özelliklerinin analizleri Tablo 11'de özellikleri özetlendi.

Tablo 11. Balların fiziksel özellikleri

	Türkçe adı	%Nem	Optik Rotasyon [ $\alpha$ ] <sub>20</sub>	pH	İletkenlik ( $\mu$ S/cm)	Prolin mg/kg	Renk		
							L	a	b
1	Maydanoz	20,05	-2,15	4,20	0,32	704 $\pm$ 4,50	47	41	80
2	K. Tuzluğu	16,00	-3,02	4,30	0,34	560 $\pm$ 10,00	82	12	27
3	Kurdan otu	17,30	-2,60	4,40	0,35	615 $\pm$ 4,50	70	24	57
4	Parmak otu	16,50	-1,90	5,20	0,54	895 $\pm$ 5,60	64	32	18
5	Sütleğen	16,40	-2,80	5,05	0,48	498 $\pm$ 3,80	44	48	81
6	Boğa dikeni	15,60	-2,96	4,09	0,40	640 $\pm$ 6,00	64	14	68
7	Unutmabeni	18,40	-2,10	4,30	0,30	1115 $\pm$ 16,80	58	2	55
8	Keçiboynuzu	16,00	-5,24	4,15	0,65	540 $\pm$ 5,08	42	2	28
9	Çörek otu	17,80	-2,30	3,80	0,56	1560 $\pm$ 26,30	35	36	60
10	Sarmaşık	18,00	-1,80	4,20	0,30	734 $\pm$ 30,10	42	38	49
11	Lavanta	18,00	-2,90	4,04	0,35	1080 $\pm$ 40,15	75	15	82

Balların % nem içerikleri %15,60 ile %20 arasında değişim gösterdiği ve maydanoz balının en yüksek nem içerdiğine sahip olduğu tespit edildi. Ancak bulunan tüm değerlerin TSE bal kodeksine uygun olduğu tespit edildi. Balın yüksek nem içeriğine sahip balların raf ömrünün kısa olduğu ve kolay fermantasyona uğradığı bilinmektedir.

Balların optik rotasyon değerleri -2,0 ile -5.24 arasında değişim gösterdiği tespit edildi. Balların optik rotasyon değerleri, balın nektar kaynağına göre değişirken, negatif optik rotasyon değerleri tüm balların çiçek balları olduğunu göstermektedir. Salgı ballarında pozitif bulunurken çiçek ballarında negatiftir ve tüm balların çiçek balı niteliğine sahip olduğu bulundu.

Balların pH değerlerinin 3,80 ile 5,20 arasında değişim gösterdiği tespit edildi. Asidik yapıya sahip bu pH değerinin TSE'ye uygun oldukları bulundu. Balların önemli fizikokimyasal özelliklerinden biri iletkenlik değerleri olup, çalışmada yer alan tüm balların iletkenlik değerlerinin 0,30 ile 0,65 mS/cm<sup>2</sup> arasında değiştiği tespit edilirken, keçiboynuzu balının en yüksek değere sahip olduğu bulundu.

Prolin, balın kimyasal bileşenlerinden biri olup balda en yüksek değerde bulunan serbest amino asittir. Yüksek prolin içeriği balın kalitesini işaret ederken, çalışmada kullanılan 11 adet balın prolin değerlerinin 498 ile 1560 mg/kg arasında değiştiği bulundu. En yüksek prolin değerine sahip balın çörek otu balı, unutmabeni ve lavanta balı olduğu tespit edildi.

Balın rengi bal için önemli bir ayırt edici fiziksel özellik olup, çalışmada Hunter Lab değerleri cinsinde renkler ölçüldü. Bu skalaya göre L değeri balın koyuluk açıklığını gösterirken, a değeri yeşillik kırmızılık ve b değeri mavilik sarılık olarak bilinir. Yüksek L değeri balın renginin açık olduğunu gösterirken, en koyu renkli balın (düşük L) çörek otu ve sarmaşık balları olduğunu yani, bu iki balın diğer ballara göre nispeten daha koyu renkli ballardan olduğu bulundu. Diğer balların L değerleri 60 ve üzerinde bulunurken, açık renkli çiçek balları oldukları görülmektedir. Balın a değeri yeşillik kırmızılık değerini yansıtırken, en küçük a değerine sahip balın unutmabeni çiçeği balına ait olduğu bulundu. Bu bal zaten elimize yeşil renkli bir bal olarak geldi ve botanik orijininin ne olduğunu tespit edebilmek amacıyla çalışıldı.

### 3.3. Balların Toplam Fenolik Bileşenleri (TP) Sonuçları

Balların biyoaktif bileşenlerinden polifenollerin toplam miktarları total polifenol madde miktarı ve total flavanoid madde miktarı cinsinden belirlendi ve elde edilen veriler Tablo 12’de özetlendi.

Tablo 12. Balların toplam polifenol değerleri

	Türkçe adı	Toplam polifenol madde miktarı (mg GAE/100 g)	Toplam Flavanoid madde miktarı (mg QUE/100 g)
1	Maydanoz	29,30±0,50	0,15±0,02
2	K. tuzluğu	14,30±0,40	-
3	Kurdan otu	21,30±1,00	-
4	Parmak otu	34,20±1,05	-
5	Sütleğen	32,50±0,84	0,26±0,03
6	Boğa dikeni	35,00±0,40	0,24±0,01
7	Unutmabeni	29,98 ±3,80	0,25±0,10
8	Keçiboynuzu	38,20±0,60	0,15±0,01
9	Çörek otu	35,20±0,30	0,20±0,10
10	Sarmaşık	32,18±0,25	0,33±0,10
11	Lavanta	22,05±0,33	-
(-): Tespit edilmedi			

Çalışılan balların toplam polifenol madde miktarlarının 14,30 ile 38,20 mgGAE/100 g arasında değişim gösterdiği ve en yüksek polifenol değerine ait balın keçiboynuzu balı, çörek otu ve boğadikeni balları olduğu tespit edildi. Kadın tuzluğu ve kurdan otu ballarının en düşük TP miktarına ait ballar olduğu bulundu.

Toplam flavanoid madde miktarının bazı ballarda tespit edildiği ve tespit edilenler arasında en yüksek değere sahip balın 0,33 mg QU/100 g ile sarmaşık balının olduğu, onu unutmabeni ve sütleğen ballarının izlediği tespit edildi.

### 3.4. Balların Antioksidan Değerleri Sonuçları

Balların antioksidan değerleri FRAP ve DPPH yöntemlerine göre belirlendi ve elde edilen bulgular Tablo 13’de özetlendi.

Tablo 13. Balların antioksidan değerleri

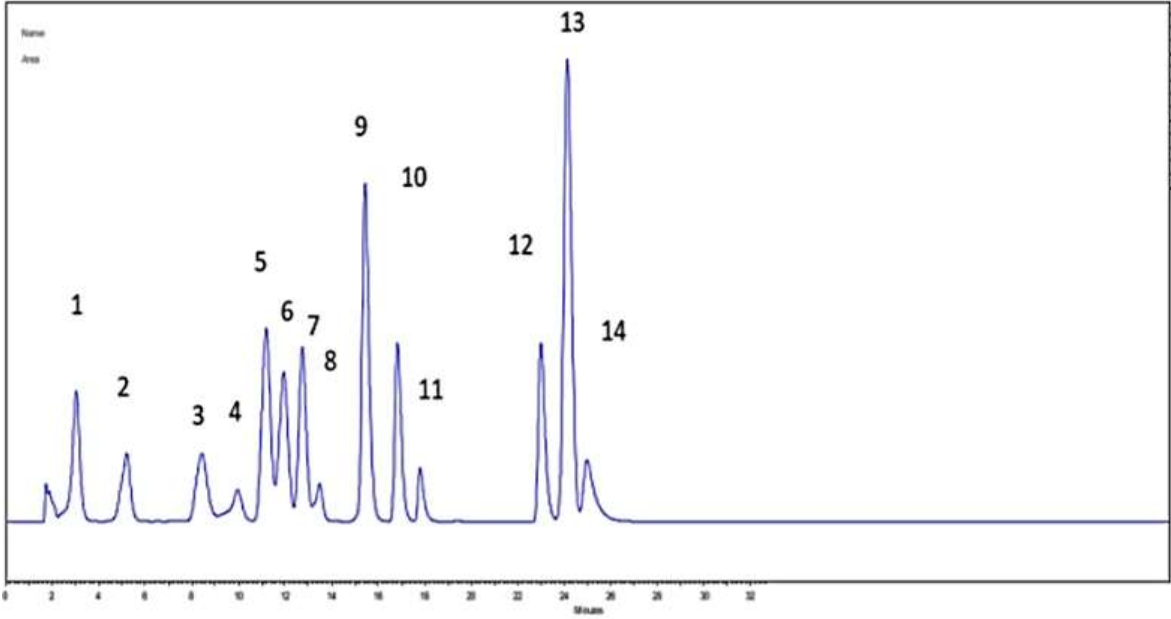
	Türkçe adı	Toplam antioksidan $\mu\text{mol Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/100\text{g}$	DPPH mg/ml
1	Maydanoz	195,20 $\pm$ 6,30	48,30 $\pm$ 2,30
2	Kadın tuzluğu	86,20 $\pm$ 2,44	70,30 $\pm$ 5,60
3	Kurdan otu	105,05 $\pm$ 2,80	80,10 $\pm$ 3,20
4	Parmakotu	122,40 $\pm$ 4,08	104,00 $\pm$ 4,05
5	Sütleğen	207,24 $\pm$ 7,50	65,10 $\pm$ 2,05
6	Boğa dikenii	175,20 $\pm$ 2,30	63,40 $\pm$ 4,20
7	Unutmabeni	170,20 $\pm$ 3,05	62,10 $\pm$ 2,30
8	Keçiboynuzu	292,00 $\pm$ 0,20	74,02 $\pm$ 1,39
9	Çörek otu	280,20 $\pm$ 5,30	56,00 $\pm$ 3,88
10	Sarmaşık	276,44 $\pm$ 5,10	58,20 $\pm$ 2,40
11	Lavanta	118,00 $\pm$ 6,06	74,00 $\pm$ 1,47

Çalışılan tüm balların değişen oranlarda antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edildi. Balların toplam antioksidan aktivitesini gösteren FRAP antioksidan testi sonucuna göre en yüksek FRAP değerine sahip balın antioksidanca en zengin olduğu bilinmektedir. En yüksek FRAP değerine keçiboynuzu balı, çörek otu ve sarmaşık balına ait olduğu tespit edildi. Lavanta, kadın tuzluğu ve kurdan otu ballarının daha düşük antioksidan değere sahip olduğu tespit edildi.

Tüm balların DPPH radikali temizleme aktivitesine sahip olduğu ancak her balın farklı antioksidan değere sahip olduğu tespit edildi. DPPH aktivitesi tespit sonucu  $SC_{50}$  cinsinden verilen değerlere göre en düşük  $SC_{50}$  değerine sahip balın çörek otu, sarmaşık ve maydanoz balları olduğu tespit edildi.

### 3.5. Balların Fenolik Bileşen Analiz Sonuçları

Balların fenolik bileşenlerinin analizleri HPLC-UV ile ölçüldü. 14 tane fenolik bileşenin kullanıldığı çalışmada önce standartlar yürütülerek bir standart çalışma grafiği elde edildi (Şekil 12).



Şekil 12. HPLC-UV Kromatogramı 1. Gallik asit. 2. Protokatekuik asit. 3. *p*-OH Benzoikasit. 4. Katechin. 5. Vanilikasit. 6. Kafeikasit. 7. Şiringik asit. 8. Epicateşin. 9. *p*-Kumarik asit. 10. Ferulik asit. 11. Rutin. 12. Daidzein 13. *t*-sinnamikasit. 14. Luteolin

14 tane fenolik standardın bulunduğu kromatograma göre yapılan değerlendirmelerden çalışılan 11 adet balın fenolik bileşimi değerleri Tablo 14’de özetlendi. Standartlara ait tüm validasyon değerleri olan LOD ve LOQ değerleri ile R2 değerleri hesaplanmış olup akır vd. (2018) makalesinde verilmiştir.

14 tane fenolik bileşiğin tanımlandığı HPLC-UV ile yapılan analiz sonucu balların değişik fenolik bileşenler içerdiği tespit edildi. Kadın tuzluğu ve boğa diken balının gallik asit bakımından zengin, maydanoz balının vanilik asit bakımında zengin olduğu tespit edildi.



Tablo 14. HPLC-UV ile yapılan fenolik bileşen analizleri

µg/g	Maydanoz	Kadın tuzluğu	Kurdan	Parmak otu	Sütleğen	Boğa diken	Unutma ben	Keçi boynuzu	Çörek otu	Sarmaşık	Lavanta
Gallik asit	-	24,79	-	0,07	0,68	36,73	0,40	-	0,40	-	-
Protokatekuik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,22	0,4
p-OH benzoik asit	3,54	1,76	2,57	0,60	4,15	0,78	0,58	-	0,58	0,91	0,34
Kateşin	2,15	-	-	0,60	-	1,14	0,34	0,17	0,34	1,58	-
Vanillik asit	18,64	-	-	0,58	-	0,13	-	0,11	-	0,27	0,22
Kaffeik asit	10,57	0,57	2,73	0,92	1,96	1,26	1,05	-	2,05	0,44	0,40
Şiringik asit	0,14	0,17	1,66	-	1,47	0,18	-	-	-	-	-
Epicatechin	4,39	0,93	-	3,35	-	0,87	2,80	0,30	2,80	-	2,60
p-koumarik asit	1,86	0,51	1,69	0,83	1,55	1,55	0,53	0,33	0,53	0,22	0,26
Ferulik asit	1,30	0,57	0,92	0,47	0,97	0,86	0,21	0,35	0,21	0,10	0,26
Rutin	3,37	-	-	-	-	-	0,20	-	0,20	-	-
Daidzein	-	28,03	2,17	-	2,89	4,39	-	0,62	-	-	-
t-Sinamik asit	0,32	2,80	0,15	-	0,13	0,47	-	-	-	-	0,10
Luteolin	4,62	0,76	-	0,74	-	2,75	0,72	0,84	0,72	0,47	
(-) tespit edilmedi											

Maydanoz balının major fenolik bileşeni vanillik asit bulunurken, kadın tuzluğu balında daidzein, parmak otu balında epikateşin, boğa dileni balında gallik asit, unutmabeni de epikateşin, sarmaşık balında kateşin ve lavanta balında epikateşin major bileşen olarak tespit edildi. Protokatekuik asit sarmaşık ve lavanta balında tespit edilirken, p-kumarik asitin tüm ballarda bulunduğu tespit edildi. Sütleğen balının p-OH benzoik asit, kaffeik asit ve daidzeince zengin olduğu, boğa diken balının luteolince ve çörekotu balının epikateşince zengin olduğu tespit edildi.



#### 4. TARTIŞMA

Bal, bal arılarının (*Apis mellifera*), çiçek nektarlarını ya da bitkilerden çıkan bazı salgıları toplayarak midelerinde inversiyona uğrattıkları ve bal peteğinde depolayıp olgunlaştırdıkları doğal tatlı bir madde olup, direk tüketilmektedir. Genel olarak botanik orijinlerine göre ballar çiçek ve salgı balı olarak iki kısımda incelenirler. Salgı ve çiçek ballarının fiziksel ve biyokimyasal özellikleri arasında farklıklar bulunduğu gibi biyolojik aktiviteleride farklıdır. Botanik özelliklerine ve üretildikleri bölge özelliklerine göre balların bileşimlerinin ve fiziksel özelliklerinin tespit edilmesi, balların otantik özelliklerinin ortaya çıkarılması ve coğrafik işaretli ballar oluşmasına yol açar. Balın karakteristik özelliklerinin bilinmesi baldaki her çeşit hilenin daha kolay tespit edilmesine yol açtığı için günümüzde botanik ve coğrafik bölgelere göre balların karakterizasyonları önem kazanmaktadır.

Her balın kendine özgü duyuşsal özellikleri ve biyolojik aktivitesi bulunur. Duyusal özelliklerde balın bileşimine bağılı değişir. Balın biyolojik aktif değerini ortaya çıkaran çalışmalara son yıllarda bir hayli önem verilmiş olup, bazı balların antioksidan değeri yüksek iken bazı balların antimikrobiyal değeri yüksektir. Bu nedenle botanik özelliklerine göre balların karakterize edilerek sınıflandırılması balın apiterapötik değerin daha iyi anlaşılmasına yol açar.

Nitekim, Türkiye bal çeşitliliği bakımından Avrupa ve Asya'nın en zengin ülkelerinden biri olup, çok sayıda monofloral ballara ev sahipliği yapmaktadır. Kestane balı, orman gülü balı Karadeniz bölgesinde üretilen önemli tıbbi değere sahip monofloral ballardan olup, çam balı Ege bölgesi, meşe balı Trakya bölgesine ait antioksidan değeri yüksek salgı ballarındandır. Geven balı Doğu Anadolu bölgesinin baskın floralı ballarından biri iken lavanta, kekik ve ayçiçek balları ise tıbbi aromatik bitkilerin üretildiği bölgelere mahsus ballardandır.

Planlanan bu çalışma ile Türkiye de nispeten sınırlı sayıda yada nadir olarak üretilen bazı bal türlerinin bazı karakteristik özelliklerinin araştırılarak literatüre kazandırılması amaçlandı.

2018 yılı bal sezonu toplanan 11 adet balların fizikokimyasal özellikleri ile fenolik bileşimi ve antioksidan değerleri incelendi. Bu amaçla üretimi belli bölgeler ile sınırlı

kalan maydanoz, kadın tuzluğu, parmak otu, sütleğen, kürdan otu, boğa dikeni, unutmabeni, keçiboynuzu, çörek otu, sarmaşık ve lavanta balları toplandı (Tablo 5).

Balların önce palinolojik analizleri yapıldı ve ona göre botanik orijinleri belirlendi. Palinolojik analizleri sonucu her bal türünde major polen türünün toplandıkları bal adları ile uyumlu olduğu ve polen değerlerinin en düşük oranda lavanta balında olduğu ancak, major polen lavanta olduğu için bu balın lavanta balı olarak kabul edilebilir.

Balın fizikokimyasal özellikleri olarak incelenen nem, pH, iletkenlik ve optik rotasyon değerleri bal kodeksleri ile uyumlu olup, nem içerikleri %15 ile %20 arasında değiştiği, pH değeri 3,80 ile 5,20 arasında değiştiği ve tüm balların asidik karaktere sahip olduğu tespit edildi. Balın pH değerinin yapısında bulunan çeşitli organik asitlerden (laktik asit, askorbik asit, sitrik asit, fenolik asit vs) ve mineral maddelerden (Na, K, Ca, Mg gibi) ileri geldiği bildirilmektedir (Mato vd. 2006; Tezcan vd. 2011).

Çalışılan balların nem içeriklerinin %15,60 ile %20,05 arasında değişim gösterdiği ve tüm balların TSE bal kodeksine uyumlu olduğu tespit edildi. Balların bölgelerine göre nem oranlarında farklılıklar olduğu da tespit edildi. Yapılan bir çalışmada balın nem içeriğinin arının cinsine (entomolojik özelliklerine) göre de değişim gösterdiği, örneğin *Apis dorsata* tarafından üretilen Tualang balının nem içeriğinin %26, Gelam balının %27, *Apis mellifera* ananas balının %23,55, ve *Apis serena* Boreo balının %21,96 olduğu rapor edilmiş (Kek vd., 2017).

Balın renk değeri iki analitik yöntemle ölçülür. Bunlar pfund yöntemi (Cavdar vd., 2013) ve Hunter Lab (REF) yöntemleri (Dominguez ve Centurión, 2015). Çalışmada Hunter Lab yöntemine göre okumalar yapıldı. Çalışmamızda CIE Lab tristumulus metoduna göre balların rengi okunmuş olup, Hunter L, a ve b olarak da biline bu yöntemle göre L, koyuluk/açıklık (0: siyah; 100: beyaz); a (-a, yeşillik; +a, kırmızılık); ve b (-b, mavilik; +b, sarılık) olarak ifade edilmektedir (Gonzalez-Paramas vd., 2007). Çalışmada en yüksek L değerine sahip balın en açık renkli bal olduğu ve kadın tuzluğu, lavanta ve kürdan otu ballarına ait olduğu tespit edilirken, en koyu renge sahip balın çörek otu balı ile sarmaşık balları olduğu tespit edildi. Balın Hunter Lab yöntemine göre renginin belirlendiği bazı çalışmalar ile çalıştığımız bu balları karşılaştırdığımızda, kestane, püren, keçiboynuzu ve meşe ballarının L değerinin 40 'nin altında olduğu gösterilmiş (Escriche vd., 2014; Can vd. 2015; Malkoç vd., 2019). Bal Tebliği'ne (2012/58) göre balın rengi su beyazı ile koyu amber renk arasında değişiklik göstermektedir. Balın rengini etkileyen pek çok doğal bitkisel ajanlar bulunurken, karoten, ksantofil, antosiyanin gibi polifenollerde

balın renginin oluşmasında önemlidir. Floral kaynaklar yanında balın rengi endüstriyel işleme teknikleri örneğin, ısı işleme maruz bırakmak, depolama zamanına gibi özellikler balın renginin değişimine yol açabilir. Türkiye florasına ait ballarda yapılan çalışmada; akasya balının en açık renkli ( $L^*$  değeri 90); orman gülü, karışık çiçek, lavanta, geven, ıhlamur balları ( $L^*$  değerleri sırasıyla 79, 78, 62, 74, 78) açık renkli; meşe, püren ve kestane balları ( $L^*$  değerleri sırasıyla 42, 46, 47) da koyu renkli ballar olarak bildirilmiş (Can vd., 2015). İspanya'da yapılan bir çalışmada heterofloral balların püren, yonca, lavanta ve korunga balları renk değerleri  $L^*$  değerlerinin 26,07 ve 71,01 arasında,  $a^*$  değerleri 0,17 ve 15,64 ve  $b^*$  değerleri 23,80 ve 43,46 arasında bulunmuştur. Lavanta balının  $L^*$  değeri 43,16 ile 71,01 arasında olup en yüksek  $L^*$  değerine sahip olduğu saptanmıştır (Sancho vd., 2016).

Çalışılan tüm balların spesifik optik rotasyon değerleri negatif bulunması balların çiçek balı olduğunu göstermektedir. Nitekim optik rotasyon değeri salgı balı ile çiçek balı arasındaki en iyi ayırımı yapıldığı bir fiziksel parametre olup (Serrano vd., 2019; Ciappini ve Calviño, 2020), çiçek ballarında daima negatiftir. Balın optik rotasyon değerinin balda bulunan asimetric karbon atomuna sahip amino asit ve karbohidratların izomerik yapılarına göre değişim gösterdiği ilk kez 1986 yılında rapor edilmiş olup bu değer daha sonra çiçek ve salgı balları için iyi bir ayırt edici faktör olarak kabul edilmiştir (Ivanov, 1986; Serrano vd., 2019).

Balın önemli bir fiziksel özelliğide iletkenlik değeri olup, TSE Gıda Kodeksine göre çiçek ballarında genel olarak 0,30 ile 0,80 mS/cm arasında, ancak kestane balı gibi bazı ballarda istisnalar bulunur (TSE, 2020/7). Konduktivimetre ile ölçülen iletkenlik değerlerinin çalışılan 11 çeşit balda 0,30'dan büyük olduğu tespit edildi. En yüksek iletkenlik değerine sahip balın keçiyoynuzu balı olup onu çörek otu balı ve parmak otu balının izlediği tespit edildi.

Balların prolin değerleri 300 mg/kg üzerinde bulunurken, en yüksek prolin içeriğine çörekotu balı, unutma beni ve lavanta balında tespit edildi. Artvin Şavşat bölgesinden alınan bu bal yeşil görümlü ve erken kristalize olan baldır. Balın yüksek prolin içeriği arının uçma kabiliyeti, yani performansının bir ölçüsü olup şeker şurupları ile beslenen arılarda bu değer düşük bulunmaktadır (Kolaylı vd., 2016; Can vd., 2015). Balın prolin değerinin neden yüksek veya neden düşük olduğu tam olarak aydınlatılmamış olup, genel olarak şeker şurupları ile besleme yapılan arılardan elde edilen balların düşük prolin değerine sahip olduğu gösterilmiştir (Güler vd. 2007; Kolaylı vd., 2017). Ayrıca prolin

değerinin arının kanat çırpma yani doğadan bal arama kabiliyeti ile paralel olarak değiştiği hazır yem ile beslenen arılarda bu değer düşük olduğu gösterilmiş. Baldaki en büyük serbest amino asit olan prolin a bitki florasına bağlı ve arının uçuş kabiliyetinin bir fonksiyonu olarak baldaki miktarı değişir. Yüksek prolin içeren balların kaliteli ballar olduğu ifade edilir (Kolaylı vd., 2017).

Balın biyolojik aktif değerinin önemli bir kısmını oluşturan polifenol içeriği, balın renginden de sorumlu doğal sekonder metabolitlerdir. Çalışılan balların TP değerleri gallik asit cinsinden hesaplandı ve 14,30 ile 38,20 mg/100 g arasında değiştiği tespit edildi. Çörek otu ve keçiboynuzu ballarının nispeten daha yüksek polifenol içerdikleri tespit edilirken, lavanta, kürdan otu ballarının düşük TP sahip olduğu belirlendi. Çörek otu balı ülkemizde sınırlı sayıda üretilen bir bal olup, rengi, kokusu, aroması ve tadı ile çok beğenilen ballardandır. Daha çok Arap ülkelerinde üretimi yapılan çörek otu balının yüksek antioksidan ve antimikrobiyal değerinin yüksek polifenol içeriğinden ileri geldiği rapor edilmektedir (Kaabi vd., 2020; Maidin vd., 2018; Almasaudi vd., 2017). Yapılan bir çalışmada çörek otu balının manuka ve sedir balları ile aynı polifenol miktarına sahip olduğu ve benzer antimikrobiyal aktiviteyi gösterdiği rapor edilmiş (Almasaudi vd., 2017). Çörek otu tohumu ile bal karışımlarının hazırlanarak yapılan klinik çalışmalarda oluşan karışımın yüksek antiinflatuar etkiye sahip olduğu özellikle yara tedavisinde etkili olduğu gösterilmiştir (Moghimpour vd., 2019; Javadi vd., 2018; Maidin vd., 2018).

Unutma beni veya mayısı unutma çiçeği olarak adlandırılan *Myosotis alpestris* ülkemizde daha çok orta ve Doğu Karadeniz bölgelerinde yetişen çok yıllık otsu bitki olup, yaprak ve çiçekleri tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Anzer balının önemli kaynaklarından biri olup Şavşat bölgesinden temin edilmiştir. Monofloral değeri yüksek bir bal olup, yeşil görünümündedir (Sorkun vd., 2014). Açık renkli çiçek balının polifenol içeriği çok yüksek değildir.

Toplam polifenol değeri en yüksek bulunan ballardan biride keçiboynuzu balı olup, daha çok Akdeniz bölgesinde üretilen bir çiçek balıdır. Her dem yeşil olan harnup ağaçlarının bal üretme potansiyeli bulunmaktadır.

Balların polifenol içerikleri 14 adet fenolik standart kullanılarak test edildi. Tüm balların benzer fenolik bileşikler ile farklı fenolik bileşiklerden oluştuğu tespit edildi. Örneğin maydanoz balının kaffeik ve vanillik asitçe en zengin bal olduğu, kadın tuzluğu balının gallik asit bakımından zengin olduğu, parmakotu ve unutma beni balının epikateşince zengin, sütleğen balının p-OH benzoik asit bakımından zengin, çörek otu

balının kafeik asit ve epikateşince zengin olduğu, sarmaşık balının kateşin ve protokatekuik asit bakımından zengin olduğu tespit edildi. Boğa diken balının gallik asit ve luteolince zengin bal olduğu tespit edilirken, maydanoz balında da luteolinin yüksek olması dikkat çekicidir. Bir flavon türü olan luteolin sarı pigmentli bitkilerde bulunur. Yüksek antioksidan ve antiinflamatuvar özellikleri ile bilinir (Lin vd., 2008). Rutin bir kuersetine bağlı şeker olarak adlandırılan bir flavanoid olup, sebzelerde bol miktarda bulunan önemli bir polifenoldür (Satari vd., 2021). Daidzein önemli bir izoflavon olup, soyada yüksek miktarda bulunur ve fitoöstrojenik aktivitesi ile bilinen bu flavanoid türevi kadıntuzluğu balında maksimum seviyede olduğu tespit edildi (Sun vd., 2016). Maydanoz balının en çok çeşitlilikte polifenol sahip olduğu tespit edildi. Bu balın özellikle vanillik asit, kaffeik asit, luteolin ve epikateşince zengin olması bu balın apiterapötik özelliğinin yüksek olduğunu ifade eder. Maydanoz tek yıllık bir sebze türü olup, fonksiyonel gıda olarak pek çok amaçlar için kullanılır. Yüksek askorbik asit kaynağı olan maydanoz, endüstriyel tarım ile üretilir. Sezon sonu tohuma gittiği zaman açan çiçekleri arılar için iyi bir nektar kaynağıdır (Farzaei vd., 2013). Maydanoz bitkisinin luteolin, rutin ve apigenin ve onların türevlerince zengin olduğu bildirilmektedir (Plazonić vd., 2009).

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yüksek lisans tezi olarak planlanan bu çalışma ile Türkiye de sınırlı miktarda üretilen ancak monofloral özelliğe sahip 11 değişik floralı balların bazı kimyasal özellikleri analiz edildi. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, çalışılan her bir balın farklı bileşimlere sahip olduğu tespit edilirken çarpıcı sonuçlar elde edildi. Bu sonuçları maddeler halinde özetlemek gerekirse;

- Çalışılan 11 adet balın içinde en koyu renkli balın çörek otu balı olduğu,
- Prolin değeri bakımından en yüksek balın çörek otu ile lavanta balları olduğu,
- Polifenollerce en zengin balın çörek otu olduğu,
- Nem içeriği en düşük balın sütleğen balı olduğu,
- Daidzeince en zengin balın kadın tuzluğu balı olduğu,
- Maydanoz balının fenolik bileşenlerce en zengin bal olduğu,
- Gallik asit bakımından en zengin balın boğa diken balı ile kadın tuzluğu balı olduğu tespit edildi.

Çalışmada kullanılan balların toplanması ve çalışılması pandemi dönemine tekabül ettiği için, bal adedi bakımından sınırlı kalmıştır. Bu balların karakterize edilmesinde daha fazla örnekler kullanılması ile daha güvenli sonuçlara ulaşmak mümkündür. Balların şeker içerikleri ile Diastaz aktiviteleri de çalışılmış olsaydı karakterizasyonu daha doğru olurdu.

Balların fenolik profillerinin 14 adet sınırlı fenolik bileşenle değil en az 25 adet standart ile veya GC-MS ile aydınlatılması daha çok sayıda bileşenin tanımlanmasına destek olurdu.



## 6. KAYNAKLAR

- Abdul Sani, N. F., Belani, L. K., Pui Sin, C., Abdul Rahman, S. N. A., Das, S., Zar Chi, T., ve Yusof, Y. A. M. 2014. Effect of the combination of gelam honey and ginger on oxidative stress and metabolic profile in streptozotocin-induced diabetic Sprague-Dawley rats. BioMed Research International, 2014.
- Adams C.J., Manley-Harris M. ve Molan P.C., 2009. The origin of methylglyoxal in New Zealand manuka (*Leptospermum scoparium*) honey, Carbohydrate Research, 344, 1050-1053.
- Alkan, S., Akgün, M., Ertürk, Ö., Ayvaz, M. Ç. ve Başkan, C. 2020. Properties of Honey and Pollen Samples Obtained from Different *Rhododendron* Species Collected from Black Sea Region of Turkey. Journal of Apicultural Science, 64, 2, 321-334.
- Almasaudi, S. B., Al-Nahari, A. A., El Sayed, M., Barbour, E., Al Muhayawi, S. M., Al-Jaouni, S., ve Harakeh, S. 2017. Antimicrobial effect of different types of honey on *Staphylococcus aureus*. Saudi Journal of Biological Sciences, 24, 6, 1255-1261.
- Al-Waili NS 2004. Natural honey lowers plasma glucose, C-reactive protein, homocysteine, and blood lipids in healthy, diabetic, and hyperlipidemic subjects: comparison with dextrose and sucrose, Journal of Medicinal Food, 7, 100-107.
- Bakkaloğlu, Z. 2021. Arı Poleni Proteinleri ve Fonksiyonel Özellikleri. Uludağ Arıcılık Dergisi, 21, 2, 247-256.
- Baytop, T. 1999. Türkiye’de Bitkilerle Tedavi, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul.
- Benzie I.F.F. ve Strain J.J., 1999. Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay: Direct Measure of Total Antioxidant Activity of Biological Fluids and Modified Version for Simultaneous Measurement of Total Antioxidant Power and Ascorbic Acid Concentration, In *Methods in Enzymology*, 299, 15–27.
- Beyzi, E. 2018. Çörek Otu Bitkisinin (*Nigella sativa* L.) Kayseri ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 14, 245-248.
- Can, Z., Yıldız, O., Şahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S., ve Kolaylı, S. 2015. An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. Food Chemistry, 180, 133-141.
- Cavdar, S., Yıldız, O., Şahin, H., Karahalil, F., ve Kolaylı, S. 2013. Comparison of physical and biochemical characteristics of different quality of Turkish honey.

- Çetin N.G., Marçıl E., Kıldıran M. ve Öğüt S., 2009. Hepatototoxicity with Mad Honey, *Turkish J Emerg Med*, 9, 2, 84-86.
- Chakrabarti, P., Lucas, H. M., ve Sagili, R. R. 2020. Novel insights into dietary phytosterol utilization and its fate in honey bees (*Apis mellifera* L.). *Molecules*, 25, 3, 571.
- Ciappini, M. C., ve Calviño, A. 2020. A Holistic View to Develop Descriptive Sheets for Argentinean Clover and Eucalyptus Unifloral Honey. *Current Nutrition ve Food Science*, 16, 6, 919-927.
- Ciappini, M. C. ve Calviño, A. 2020. A Holistic View to Develop Descriptive Sheets for Argentinean Clover and Eucalyptus Unifloral Honey. *Current Nutrition ve Food Science*, 16, 6, 919-927.
- Coşar, A.M., 2014. Balın Gastrointestinal hastalıklarda kullanımı. *Deli Bal*. Ed. Gündüz, A., İstanbul, 129-133.
- Crane, E. 1999. The world history of beekeeping and honey hunting. Routledge.
- Cuendet, M. Hostettmann, K. ve Potterat, O. Iridoid glucosides with free radical scavenging properties from *Fagraea blumei*. *Helv. Chim. Acta*. 1997, 80, 1144-1152.
- da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O. ve Fett, R. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309-323.
- Dilber E., Kalyoncu M., Yarış N. ve Ökten A., 2002. A Case of Mad Honey Poisoning Presenting With Convulsion: Intoxication Instead of Alternative Therapy, *Turkish Journal Medicinal Science*, 32, 361-362.
- Dominguez, M. A., ve Centurión, M. E. 2015. Application of digital images to determine color in honey samples from Argentina. *Microchemical Journal*, 118, 110-114.
- Dustmann, J.H. 1979. Antibacterial effect of honey. *Apiacta*, 14,1, 7-11.
- Escrive, I., Kadar, M., Juan-Borrás, M. ve Domenech, E. 2014. Suitability of antioxidant capacity, flavonoids and phenolic acids for floral authentication of honey. Impact of industrial thermal treatment. *Food Chemistry*, 142, 135-143.
- Gonzalez-Paramas AM, Garcia-Villanova RJ, Gomez Barez JA, Sanchez Sanchez. J. ve Ardanuy Albajar R. 2007. Botanical origin of monovarietal dark honeys (from heather, holm oak, pyrenean oak and sweet chestnut) based on their chromatic characters and amino acid profiles. *European Food Research and Technology*, 226, 1, 2, 87–92.
- Huang DJ, Ou BX. ve Prior RL. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agr Food Chem* 2005, 53, 1841-56.
- Ivanov, T. 1986. Quality, standardisation and qualification of honey products, 7–31. Sofia, Bulgaria: Survey Agricultural Academic

- Jaganathan, S. K. ve Mandal, M. 2009. Antiproliferative effects of honey and of its polyphenols: a review. Journal of Biomedicine and Biotechnology, 2009.
- Javadi, S. M. R., Hashemi, M., Mohammadi, Y., MamMohammadi, A., Sharifi, A. ve Makarchian, H. R. 2018. Synergistic effect of honey and *Nigella sativa* on wound healing in rats1. Acta chirurgica brasileira, 33, 518-523.
- Kaabi, A. M., Barakat, I. A. H., Alajmi, R. A. ve Abdel-Daim, M. M. 2020. Use of black seed (*Nigella sativa*) honey bee to improve sheep oocyte maturation medium. Environmental Science and Pollution Research, 27, 27, 33872-33881.
- Kaygusuz, H., Tezcan, F., Erim, F. B., Yildiz, O., Sahin, H., Can, Z. ve Kolayli, S. 2016. Characterization of Anatolian honeys based on minerals, bioactive components and principal component analysis. LWT Food Science and Technology, 68, 273-279.
- Kek, S. P., Chin, N. L., Yusof, Y. A., Tan, S. W. ve Chua, L. S. 2017. Classification of entomological origin of honey based on its physicochemical and antioxidant properties. International Journal of Food Properties, 20(sup3), S2723-S2738.
- Kıvrak, Ş. ve Kıvrak, İ. 2017. Assessment of phenolic profile of Turkish honeys. International Journal of Food Properties, 20, 4, 864-876.
- Kolaylı, S., Baltas, N., Sahin, H. ve Karaoglu, S. 2017. Evaluation of anti-*Helicobacter pylori* activity and urease inhibition by some Turkish authentic honeys, JFSE, 7, 67-73.
- Kolayli, S., Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H. ve Karaoglu, S. A. 2016.a. A comparative study of the antihyaluronidase, antiurease, antioxidant, antimicrobial and physicochemical properties of different unifloral degrees of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) honeys. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 31(sup3), 96-104.
- Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C. ve Candan, F. 2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. Food Chemistry, 100, 2, 526-534.
- Lipsky A. B., Hoey, C. 2009. Topical Antimicrobial Therapy for Treating Chronic Wounds. Clin Infec Dis, 49, 1541-9.
- Lusby P. E., Coombes, A. ve Wilkinson, J. M.P., 2005. Bactericidal activity of different honeys against pathogenic bacteria. Archives of Medical Research, 36, 464-467.
- Maidin, M. S., Padlan, M. H., Azuan, S. A. N., Jonit, R., Mohammed, N. H. ve Abdullah, R. 2018. Supplementation of *Nigella sativa* oil and honey prolong the survival rate of fresh and post-thawed goat sperms. Tropical Animal Science Journal, 41, 2, 94-99.

- Malkoç, M., Yakup, K. A. R. A., Özkök, A., Ertürk, Ö. ve Kolaylı, S. 2019. Karaçalı (Paliurus Spina-Christi Mill.) Balının Karakteristik Özellikleri. Uludağ Arıcılık Dergisi, 19, 1, 69-81.
- Malkoc, M., Yaman, S. O., Imamoglu, Y., Ince, I., Kural, B. V., Mungan, S., ve Orem, A. 2020. Anti-inflammatory, antioxidant and wound-healing effects of mad honey in streptozotocin-induced diabetic rats.
- Mardani, H., Kazantseva, E., Onipchenko, V. ve Fujii, Y. 2016. Evaluation of allelopathic activity of 178 Caucasian plant species. International Journal of Basic and Applied Sciences, 5, 1, 75-81.
- Martins, R. C., Lopes, V. V., Valentão, P., Carvalho, J. C., Isabel, P., Amaral, M. T., ve Silva, B. M. 2008. Relevant principal component analysis applied to the characterisation of Portuguese heather honey. Natural Product Research, 22, 17, 1560-1582.
- Mato, I., Huidobro, J. F., Simal-Lozano, J. ve Sancho, M. T. 2006. Analytical methods for the determination of organic acids in honey. Critical Reviews in Analytical Chemistry, 36, 1, 3-11.
- Mesele, T. L. 2021. Review on physico-chemical properties of honey in Eastern Africa. Journal of Apicultural Research, 60, 1, 33-45.
- Mesele, T. L. 2021. Review on physico-chemical properties of honey in Eastern
- Moghimpour, E., Ghorbani, A., Malayeri, A., Siahpoosh, A., Khodadoost, M., Rajaeipour, M., ve Abdehvand, L. Z. 2019. Evaluation of Nigella sativa and honey combination for treatment of kidney stone: a randomized, placebo controlled clinical trial. Journal of Contemporary Medical Sciences, 5, 1.
- Molan, P. C. 2001. Potential of honey in the treatment of wounds and burns. American Journal of Clinical Dermatology, 2, 1, 13-19.
- Neha, K., Haider, M. R., Pathak, A. ve Yar, M. S. 2019. Medicinal prospects of antioxidants: A review. European Journal of Medicinal Chemistry, 178, 687-704.
- Ng, W. J., Ken, K. W., Kumar, R. V., Gunasagaran, H., Chandramogan, V. ve Lee, Y. Y. 2014. In-vitro screening of Malaysian honey from different floral sources for antibacterial activity on human pathogenic bacteria. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines, 11, 2, 315-318.
- Perez-Arquillué, C., Conchello, P., Ariño, A., Juan, T. ve Herrera, A. 1994. Quality evaluation of Spanish rosemary (Rosmarinus officinalis) honey. Food Chemistry, 51, 2, 207-210.
- Pisoschi, A. M. ve Pop, A. 2015. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. European Journal of Medicinal Chemistry, 97, 55-74.

- Rahal, A., Kumar, A., Singh, V., Yadav, B., Tiwari, R., Chakraborty, S. ve Dhama, K. 2014. Oxidative stress, prooxidants, and antioxidants: the interplay. *BioMed research international*, 2014.
- Sahin, H., Kolayli, S. ve Beykaya, M. 2020. Investigation of Variations of Invertase and Glucose Oxidase Degrees against Heating and Timing Options in Raw Honeys. *Journal of Chemistry*, 2020.
- Sancho, M. T., Pascual-Maté, A., Rodríguez-Morales, E. G., Osés, S. M., Escriche, I., Periche, Á. ve Fernández-Muiño, M. A. 2016. Critical assessment of antioxidant-related parameters of honey. *International Journal of Food Science ve Technology*, 51, 1, 30-36.
- Santos-Buelga, C. ve González-Paramás, A. M. 2017. Chemical composition of honey. In *Bee Products-Chemical and Biological Properties*, 43-82. Springer, Cham.
- Saral, Ö., Yildiz, O., Aliyazicioğlu, R., Yuluğ, E., Canpolat, S., Öztürk, F. ve Kolayli, S. 2016. Apitherapy products enhance the recovery of CCL4-induced hepatic damages in rats. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 46, 1, 194-202.
- Serrano, S., Rodríguez, I., Moreno, R. ve Rincón, F. 2019. Detection of key factors affecting specific optical rotation determination in honey. *CyTA-Journal of Food*, 17, 1, 574-580.
- Simova, S., Atanassov, A., Shishinova, M. ve Bankova, V. 2012. A rapid differentiation between oak honeydew honey and nectar and other honeydew honeys by NMR spectroscopy. *Food Chemistry*, 134, 3, 1706–1710.
- Singh, I. ve Singh, S. 2018. Honey moisture reduction and its quality. *Journal of Food Science and Technology*, 55, 10, 3861-3871.
- Slinkard, K. ve Singleton VL. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Viticult* 1977, 28,49-55.
- Sorkun, K. 2008. Türkiye'nin nektarlı bitkileri, polenleri ve balları. Palme yayıncılık, Ankara.
- Sorkun, K., Çelemlı, Ö. G., Özenirler, Ç., Bayram, N. E. ve Güzel, F. 2014. Palynological investigation of honey produced in Ardahan-Turkey. *Bee World*, 91, 3, 80-83.
- Tappi, S., Laghi, L., Dettori, A., Piana, L., Ragni, L. ve Rocculi, P. 2019. Investigation of water state during induced crystallization of honey. *Food Chemistry*, 294, 260-266.
- Tasleem, S., Naqvi, S. B. S., Khan, S. A. ve Hashimi, K. 2011. 'Honey ointment': a natural remedy of skin wound infections. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad*, 23, 2, 26-31.
- Tezcan, F., Kolaylı, S., Sahin, H., Ulusoy, E., Erim, B. 2011. Evaluation of organic acid, saccharide composition and antioxidant properties of some authentic Turkish honeys. *Journal of Food and Nutrition Research*, 50, 1, 33-40.

Tonks, A. J., Cooper, R. A., Jones, K. P., Blair, S., Parton, J. ve Tonks, A. 2003. Honey stimulates inflammatory cytokine production from monocytes. *Cytokine*, 21, 5, 242-247.

TSE/2020/7 <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/04/20200422-13.htm>

Turkut, G. M., Degirmenci, A., Yildiz, O., Can, Z., Cavarar, S., Karahalil, F. Y. ve Kolayli, S. 2018. Investigating 5-hydroxymethylfurfural formation kinetic and antioxidant activity in heat treated honey from different floral sources. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 4, 2358-2365.

Uraloğlu, M. 2015. Deli Bal. Ed. Abdulkadir Gündüz. Chap. Balın yara ve yanık bakımındaki önemi. Nobel, İstanbul.

URL-1, <http://www.haybir.com/Birimler/Maydonoz-Cicegi-Bali.html>. 8 Ocak 2022.

URL-2, <https://www.aoc.gov.tr/Portal/BitkiselUretimler/kadin-tuzlugu/63>. 8 Ocak 2022.

URL-3, <https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=3852vekurdan-otu-nedir.html>. 8 Ocak 2022.

URL-4, <https://kocaelibitkileri.com/potentilla-reptans/>. 8 Ocak 2022.

URL-5, <https://www.hurriyet.com.tr/mahmure/sutlegen-otu-nedir-ne-ise-yarar-ve-nasil-kullanilir-sutlegen-otunun-faydalari-nelerdir-ve-neye-iyi-gelir-41925715>. 8 Ocak 2022.

URL-6, <https://www.saglikaktuel.com/bitki-ansiklopedisi-boga-dikeni-nedir-faydalari-nelerdir-1488.htm>). 8 Ocak 2022.

URL-7, <https://www.haberso.com/haber/5667487/unutmabeni-cicegi>. 8 Ocak 2022

URL-8, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Ke%C3%A7iboynuzu#cite\\_note-Bellakhdar-24.8](https://tr.wikipedia.org/wiki/Ke%C3%A7iboynuzu#cite_note-Bellakhdar-24.8) Ocak 2022.

URL-9, <https://www.aricilikmerkezi.com/urun/corek-otu-bali>. 8 Ocak 2022.

URL-10, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Duvar\\_sarma%C5%9F%C4%B1%C4%9F%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/Duvar_sarma%C5%9F%C4%B1%C4%9F%C4%B1). 8 Ocak 2022.

URL-11, (<https://www.erdemyesilada.com/tr/article/desc/53953/duvar-sarmasigi-ozutu-soguk-alginligi-ve-oksuluk-tedavisinde-guvenilir-ve-etkili-bir-ilac.html>). 8 Ocak 2022.

URL-12, <https://www.kunanaciftligi.com/dogal-urunler/lavanta-bali/> ). 8 Ocak 2022.

Van den Berg AJ, van den Worm E, van Ufford HC, Halkes SB, Hoekstra MJ, Beukelman CJ. An in vitro examination of the antioxidant and anti-inflammatory properties of buckwheat honey. *J Wound Care*. 2008 Apr, 17, 4, 172-4, 176-8.

- Wang, K., Hu, L., Jin, X.L., Ma, Q. X., Marcucci, M.C., Netto, A.A.L., Sawaya, A.C.H.F., Huang, S., Ren, W.K., Conlon, M.A.C., Topping, D.L. ve Hu, F.L. 2015. Polyphenol-rich propolis extracts from China and Brazil exert anti-inflammatory effects by modulating ubiquitination of TRAF6 during the activation of NF- $\kappa$ B. Journal of Functional Foods, 19, 464–478.
- White, J. W. ve Collaborators: Beaty MR Eaton WG Hart B Huser W Killion E Lamssies RR Lee T Moen WE Nelson SL O'Neal R Probst J Shepard GH Stevenson WV Teas J. 1984. Instrumental color classification of honey: Collaborative study. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, 67, 6, 1129-1131.
- Wilkins A., Lu Y. ve Molan P.C., 1993. Extractable organic substances from New Zealand unifloral manuka ( *Leptospermum Scoparium* ) honey, Journal of Apicultural Research, 32, 1, 3-9.



## ÖZGEÇMİŞ

İlkokulun 7. sınıfa kadar Zehra Kitapçı İlköğretim Okulunda, 7. ve 8. Sınıfı Osman Altıntaş İlköğretim Okulunda tamamladı. Lise eğitimini Yunus Emre Lisesinde tamamladıktan sonra 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümünü kazandı. 2017 yılında Kimya bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2018 yılında AGS MEDİKAL Ürünleri İth. İhr. Tic. A.Ş. firmasında Kalite Yöneticisi olarak göreve başladı.

