



**T. C.**

**ORDU ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**RİZE ANZER YAYLASI BÖLGESİNDEN TOPLANAN BAL,  
POLEN VE PROPOLİS NUMUNELERİNİN  
FİZİKOKİMYASAL VE BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**FATMAGÜL MEMİŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI**

**ORDU 2024**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

FATMAGÜL MEMİŞ

**Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün B-2218 numaralı projesi ile desteklenmiştir.**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirilerin çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

### RİZE ANZER YAYLASI BÖLGESİNDEN TOPLANAN BAL, POLEN ve PROPOLİS NUMUNELERİNİN FİZİKOKİMYASAL ve BİYOLOJİK AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

FATMAGÜL MEMİŞ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 62 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ÖMER ERTÜRK)

(İKİNCİ TEZ DANIŞMANI: DOÇ DR. ELİF ÇİL)

Bu çalışmanın amacı, Rize'nin İkizdere ilçesi Ballıköy Yaylası'ndaki Anzer bölgesinden toplanan bal, polen ve propolis örneklerinin fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerini incelemektir. Bu bölge, ekosisteminde 400-500 çiçek türü barındıran, bunların 40-50 tanesinin endemik olduğu bilinen bir yerdir. Toplamda üç bal, sekiz polen ve bir propolis örneği toplanmıştır. Toplanan örnekler, toplam fenolik ve flavonoid içerikleri, DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi, FRAP antioksidan aktivite testi, GC/MS analizi ve mineral madde analizi ile değerlendirilmiştir. Antibakteriyel ve antifungal etkiler, Kirby-Bauer disk difüzyon analizi, Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MIK) ve Minimum Bakterisidal/Fungal Konsantrasyonu (MBK/MFK) analizleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca enzim inhibisyon analizi için UV-Vis ve FTIR analizleri yapılmıştır. Sonuçlar, bal örnekleri arasında FMB03'ün en yüksek fenolik içeriğe sahip olduğunu, en düşük içeriğin ise FMB02'de olduğunu göstermiştir. Test edilen bal örneklerinde flavonoid içeriği tespit edilememiştir. FMB03 ayrıca en yüksek antioksidan aktiviteyi sergilemiştir. Polen örnekleri arasında FMP08'in en yüksek fenolik içeriğe ve antioksidan değere sahip olduğu, en düşük içeriğin ise FMP04'te olduğu belirlenmiştir. Sekiz polen örneği arasında test edilenler arasında FMB08'in en yüksek flavonoid içeriğe ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu, en düşük içeriğin ise FMB01'de olduğu görülmüştür. Propolis örneği FMPR1 diğer iki örneğe göre en yüksek fenolik içeriğe, flavonoid içeriğe ve antioksidan değere sahiptir. Antimikrobiyal analizler, bal ve polen örnekleri arasında farklılıklar olduğunu ortaya koymuş ve bu farklılığın, aynı türden numunelerin bile farklı kovanlardan gelmesinden kaynaklanabileceğini göstermiştir. Genel olarak, bu çalışma Anzer bölgesi arı ürünlerinin özelliklerini ve karşılaştırmalı analizini sunarak, potansiyel sağlık faydaları ve uygulamaları konusunda anlayışımıza katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Antimikrobiyal Aktivite, Anzer balı, Polen, Propolis.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE PHYSIOCHEMICAL AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF HONEY, POLEN AND PROPOLIS SAMPLES COLLECTED FROM THE ANZER PLATEAU REGION IN RIZE

FATMAGÜL MEMİŞ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES

MOLECULAR BIOLOGY AND GENETICS

MASTER THESIS, 62 PAGES

(SUPERVISOR: PROF. DR. ÖMER ERTÜRK)

(SUPERVISOR: DOÇ. DR. ELİF ÇİL)

The aim of this study is to investigate the physicochemical and biological characteristics of bee products (honey, pollen, propolis) collected from the Anzer region in Ballıköy Plateau, İkizdere district of Rize, Turkey. This region is known for its ecosystem hosting 400-500 flower species, with 40-50 of them being endemic. A total of three honey, eight pollen, and one propolis samples were collected. The collected samples were evaluated for total phenolic and flavonoid contents, DPPH free radical scavenging activity, FRAP antioxidant activity test, GC/MS analysis, and mineral content analysis. Antibacterial and antifungal effects were assessed using Kirby-Bauer disk diffusion analysis, Minimum Inhibition Concentration (MIC), and Minimum Bactericidal/Fungicidal Concentration (MBC/MFC) analyses. Additionally, UV-Vis and FTIR analyses were conducted for enzyme inhibition analysis. Results indicated that among the honey samples, FMB03 exhibited the highest phenolic content, while FMB02 had the lowest. Flavonoid content was not detected in the tested honey samples. FMB03 also showed the highest antioxidant activity. Among the pollen samples, FMP08 had the highest phenolic content and antioxidant value, whereas FMP04 had the lowest. Among the eight pollen samples tested, FMB08 had the highest flavonoid content and antioxidant activity, whereas FMB01 had the lowest. The propolis sample FMPR1 had the highest phenolic content, flavonoid content, and antioxidant value compared to the other two types of samples. Antimicrobial analyses revealed differences between honey and pollen samples, indicating that honey exhibits greater antimicrobial effects compared to pollen. This observed difference may be attributed to variations in chemical compositions even among samples of the same type originating from different hives. Overall, this study contributes to our understanding of the properties and comparative analysis of bee products from the Anzer region, thereby enhancing knowledge of their potential health benefits and applications.

**Keywords:** Antimicrobial Activity, Anzer Honey, Pollen, Propolis.

## TEŐEKKÖR

Tez konunun belirlenmesi ve çalıőmanın yűrűtűlmesi esnasında bana yol gűsteren danıőman hocam Sayın Prof. Dr. Őmer ERTÖRK'e ve tez yazım aőamasında desteklerini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Elif IL'e teőekkűr ederim.

Aynı zamanda, yaőamım boyunca maddi ve manevi desteklerini her an űzerimde hissettiėim babam Mustafa MEMİŐ, annem Zarife MEMİŐ, kardeőlerim Yaőarcan MEMİŐ ve Yusuf Emre MEMİŐ'e teőekkűrű bir borç bilirim.

Ayrıca, tez çalıőmasına B-2218 numaralı proje ile destek saėlayan Ordu Ŭniversitesi Bilimsel Araőtırma Projeleri Koordinatűrlűėine teőekkűr ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	I
<b>ÖZET</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	IV
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	V
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	VII
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	VIII
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	IX
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	3
2.1 Bal.....	3
2.1.1 Bal Üretimi.....	3
2.1.2 Bal Hasatı.....	5
2.1.3 Balın Tarihçesi.....	6
2.1.4 Balın Tanımı ve Bileşimi.....	7
2.1.5 Bal Çeşitleri.....	9
2.1.6 Balın Yararları.....	9
2.1.6.1 Balın Tıp Alanında Kullanımı.....	9
2.1.7 Balın Zararları.....	10
2.2 Anzer Balı.....	11
2.3 Polen.....	13
2.4 Propolis.....	14
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	17
3.1 Numune Temini ve Ekstraktların Hazırlanması.....	17
3.2 Fizikokimyasal Analizler.....	17
3.2.1 Nem.....	18
3.2.2 Serbest Asitlik Derecesi.....	18
3.2.3 Şeker İçeriği.....	18
3.2.4 Elektriksel İletkenlik.....	18
3.2.5 Diastaz Sayısı.....	19
3.2.6 C4 Şeker Analizi.....	19
3.3 Demir (III) İndirgeme/FRAP Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini.....	19
3.4 DPPH Radikali Giderme Aktivitesinin Tayini.....	20
3.5 Toplam Fenolik İçeriğin (TPC) Belirlenmesi.....	20
3.6 RP-HPLC-UV ile Fenolik Bileşiklerin Analizi.....	20
3.7 Toplam Flavonoid Madde Tayini.....	21
3.8 UV-Vis Spektrum ve FTIR Analizi.....	21
3.9 Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC/MC).....	21
3.10 Mineral Madde Analizi.....	22
3.11 Antimikrobiyal Aktivite.....	22
3.11.1 Kirby-Bauer Disk Difüzyon Deneyi.....	23

3.11.2 Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) .....	23
3.11.3 Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBK) ve Minimum Fungisit Konsantrasyonu (MFK) .....	25
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	26
4.1 Numunelerin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları .....	26
4.2 Antioksidan Analiz Bulguları .....	27
4.2.1 Numunelerin Toplam Flavonoid Madde, Toplam Fenolik Madde, Demir (/III) İndirgeme Antioksidan Güç – FRAP Tayini ve DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini Bulguları .....	28
4.3 Numunelerin UV-Vis Spektrum ve FTIR Deneylerinin Bulguları .....	35
4.4 Gaz Kromatografisi ve Kütle Spektrometresi Deneyinin Bulguları .....	38
4.5 Mineral Madde Analizi Deneyinin Bulguları .....	46
4.6 Antimikrobiyal Aktivite Deney Bulguları .....	47
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	53
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	54
ÖZGEÇMİŞ .....	62

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 Bal Üretimi .....	5
Şekil 2.2 Bal Hasatı .....	5
Şekil 2.3 İspanya'nın Bicorp Valencia Kasabasında Bulunan M.Ö. 7000 Yıllarında Yapıldığı Tahmin Edilen Mağara Resimleri.....	6
Şekil 2.4 Anzer Vadisi ve çevresine ait yer buldu haritası .....	12
Şekil 2.5 Anzer Yaylasından Bir Görüntü .....	12
Şekil 3.1 Kirby-Bauer Disk Difüzyon Metodu .....	23
Şekil 3.2 Minimum İnhibisyon Konsatrasyonu Deneyi.....	24
Şekil 4.1 Toplam Fenolik İçerik ve FRAP değerleri Korelasyon Grafiği .....	29
Şekil 4.2 Toplam Fenolik İçerik ve DPPH Aktivitesi Korelasyon Grafiği .....	31
Şekil 4.3 FRAP değerleri ve DPPH Aktivitesinin Korelasyon Grafiği .....	31
Şekil 4.4 Fenolik İçerik Kromotogramı .....	35
Şekil 4.5 Bal Örneklerinin UV-Vis. Spektrumları (FMB01-03) .....	36



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 3.1 Numune Örnekleri .....	17
Çizelge 3.2 Seçilmiş Mikroorganizmalar ve Büyüme Koşulları .....	22
Çizelge 4.1 Bal Numunelerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları .....	27
Çizelge 4.2 Bal Örneklerinin Toplam Fenolik (TP), Toplam Flavonoid (TF) İçerik ve Antioksidan Aktivite Sonuçları .....	29
Çizelge 4.3 Bal, Polen ve Propolis Örneklerinin Fenolik İçerikleri .....	34
Çizelge 4.4 Bal Örneklerinin UV-Vis. Absorpsiyon Bantları (FMB01-3).....	36
Çizelge 4.5 Bal Örneklerinin FTIR Spektrum Atamaları (FMB01-3).....	37
Çizelge 4.6 FMB01 ve FMB02 Numunelerinin GC\MC Sonuçları .....	40
Çizelge 4.7 FMB03 ve FMPR1 Numunelerinin GC\MC Sonuçları .....	41
Çizelge 4.8 FMP01 ve FMP02 Numunelerinin GC\MC Sonuçları .....	42
Çizelge 4.9 FMP03 ve FMP04 Numunelerinin GC\MC Sonuçları .....	43
Çizelge 4.10 FMP05 ve FMP06 Numunelerinin GC\MC Sonuçları .....	44
Çizelge 4.11 FMP07 ve FMP08 Numunelerinin GC\MC Sonuçları .....	45
Çizelge 4.12 Anzer Polenlerinin Mineral Madde Profili .....	47
Çizelge 4.13 Numunelerin Bakteriler ve Funguslar Üzerinde Yaptığı Antimikrobiyal Etki Disk Difüzyon Yöntemiyle Oluşan İnhibisyon Zonları (mm), MİK Değerleri (mg/ml) ve MBK Değerleri.....	51

## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

---

<b>%</b>	: Yüzde
<b>°C</b>	: Santrigrat
<b>DSS</b>	: Sodyum dekstran sülfat
<b>FeSO4</b>	: Demir sülfat
<b>FRAP</b>	: Demir İndirgeyici Antioksidan Güç
<b>FTIR</b>	: Fouriertransform Kıızıl Ötesi
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	: Hidrojen peroksit
<b>HMF</b>	: Hidroksi metil furfural
<b>HPLC</b>	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
<b>MBK</b>	: Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu
<b>MFK</b>	: Minimum Fungal Konsantrasyonu
<b>mg</b>	: Miligram
<b>mg GAE/kg</b>	: Milligram Gallik Asit Eşdeğeri/kilogram
<b>MHA</b>	: Müeller-Hilton Agar
<b>MİK</b>	: Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu
<b>MTT</b>	: 3-(4,5-dimetil-tiazol-2-il)-2,5-difenil tetrazolyum bromür
<b>SDA</b>	: Sabouraud Dekstroz Agar
<b>TGK</b>	: Türk Gıda Kodeksi
<b>UV-Vis</b>	: Ultraviyole Görünür Spektrum

---

## 1. GİRİŞ

Bal, arılardan ve bitkilerden elde edilen çok önemli ve eşsiz bir maddedir. Türkiye, Avrupa ve Asya'nın coğrafi kavşağında yer alır ve geniş bir iklim yelpazesine (ılıman iklim, kurak tip iklim, karasal iklim) sahiptir. Bu nedenle bitki ve hayvan çeşitliliği de oldukça fazladır. Türkiye'de beş farklı bal arısı ırkı vardır ve bu ırklar çeşitli iklim ve bölgelere uyarlanmıştır (Temizer ve ark., 2021).

Bal, en çok rağbet gören ürünlerden biridir. Engelleyici ve tedavi edici özelliklerinden dolayı birçok çalışma balın bu özelliklerine odaklanmıştır. Bal, yerel kökene göre elde edilme şekli, tedavi şekli ve besin kaynağı olarak sınıflandırılır. Bu nedenle tüm bal çeşitlerinin ortak özellikleri vardır ancak her balın kendine has tedavi edici özellikleri vardır (Chama ve ark., 2021)

Balda çeşitli karbonhidratlar, aminoasitler, su, vitaminler, mineraller başta olmakla beraber birçok farklı bileşik tanımlanmıştır (Sato, 2000). Baldaki mineral elementlerin seviyeleri botanik ve coğrafi kökene bağlıdır. Baldaki ağır metallerin konsantrasyonu da toprak bileşiminden etkilenir. Kalsiyum, potasyum, sodyum ve magnezyum ana bal makro elementleridir ve toplam mineral içeriğinin %97'sinden fazlasını oluşturur (Scripcă ve ark., 2021). Bal, çok sayıda patojenik mikroorganizmanın büyümesini engelleyebilen geniş bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Bu aktivite şeker konsantrasyonuna, pH'a ve hidrojen peroksit üretimiyle ilişkilendirilir. Bununla beraber aynı zamanda çiçek ve coğrafi kaynağa, hasat mevsimine ve ayrıca işleme ve depolama koşullarına da bağlıdır (Kirnpal-Kaur ve ark., 2011).

Anzer yaylası, Doğu Karadeniz bölgesinde Rize ilinde 2300m rakımda yer almaktadır. Zengin bitki örtüsü ile bu yayla, arıcılara önemli bir gelir kaynağı sağlayan balıyla ünlüdür. Anzer balı Türkiye'deki en popüler ve pahalı baldır ayrıca geleneksel olarak tıbbi amaçlar için kullanılır (Gök ve ark., 2015).

Anzer balı özellikle iyileştirici özellikleri ile bilinir. *Apis mellifera* arıları iklim koşullarına bağlı olarak balı genel olarak Temmuz-Ağustos ayları arasında toplar. Anzer balı ağırlıklı olarak *Thymus* spp içermesine rağmen, diğer bitkilerden çeşitli ikincil ve eser polen taneleri de tespit edilmiştir. Anzer balının değerinin yüksek olmasının bir diğer nedeni de bölgedeki arıların Kafkas arıları (*Apis mellifera*

*caucasica*) olmasıdır. Diğer arılara göre daha uysal, soğuğa dayanıklı ve çalışkandır ve uzun hortumlarını kullanarak derin t p çiçeklerden nektar toplayabilirler (Malkoç ve ark., 2019).

Arı kolonilerinde önemli bir protein kaynağı olan arı poleni, aslında bal arıları tarafından toplanan iekli bitkilerin erkek üreme mikrosporları olsa da daha sonra nektar ve arı tükürük bezleri salgılarıyla karıştırılır. Polen, özellikle larvaların büyümesi ve gelişmesi için beslenmek için kullanılır. Polen ince toz benzeri bir malzemedir. Polenin rengi parlak sarıdan siyaha kadar değişir. Polenin kimyasal bileşimi, arı meralarının mevcudiyetine ve arıların ziyaret ettiği bitki türlerine bağlıdır. Polen, fitosteroller gibi sağlığı koruyucu potansiyele sahip bileşiklerin ve fenolik bileşikler gibi fitokimyasalların temel kaynağıdır. Arı poleni şeker, protein, lipid, vitamin ve flavonoid açısından zengindir. Ayrıca mineraller, bazı antioksidan vitaminler, yani C, E,   karoten ve ayrıca B kompleksinden vitaminler içerir ve ayrıca zengin bir flavonoid glikozit kaynağıdır.

Propolis, antimikrobiyal, antifungal, antivirüs, antiinflamatuvar ve anestejik bir maddedir (Marcucci, 1995; Kumova, 2002). Propolis reçineli bir maddedir ve arılar tarafından kovanların korunmasında, dezenfeksiyonunda ve izolasyonunda kullanılır (Kolaylı, 2010). 20. yüzyılda propolisin insan yaşamı için önemi bilinmezken, günümüzde propolisin mucizevi bir madde gibi olduğu kabul edilmektedir. Analizlere göre propolisin içinde en az 149 bileşik ve 22 mineral bulunmaktadır (Walker, 1987; Marcucci, 1995). Bu nedenle propolis üreten ve kovanda kullanan bazı arı ırklarının yetiştirilmesi son zamanlarda önem kazanmaktadır (Kumova, 2002).

Bu çalışmanın hedefi, Anzer Yaylası'nda üretilen bal, polen ve propolis örneklerinin fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerini incelemek ve karışlaştırmaktır. Anzer Yaylası, yaklaşık 80-90 endemik tür de dahil olmak üzere 400 ila 500 çeşit çiçeği barındırmakta ve iklim koşullarının yıllık değişimi nedeniyle bileşimi değişmektedir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bal, tatlı ve yoğun bir madde olarak en çok bilinen, bal arıları gibi çeşitli arı türleri tarafından yapılan bir üründür (Crane, 1990; Grüter, 2020). Arı kolonileri, kendilerini beslemek için bal üretir ve depolar. Arılar bitkilerden (özellikle çiçek nektarından) veya diğer böceklerin salgularından (örneğin yaprak bitlerinin tatlı salguları) şekerli sıvıları toplar ve bunları bal haline getirirler. Bu işlemler, bireysel arılarda kusma ve enzimatik faaliyet ile gerçekleşir, aynı zamanda kovan içinde depolama sırasında suyun buharlaşmasıyla şekerlerin yoğunlaşması ve balın koyulaşması sağlanır. Bal arıları, kovandaki balmumundan yapılmış bir yapı olan bal peteğinde balı depolarlar. Peteğin içinde yüzlerce veya binlerce altıgen hücre bulunur ve arılar burada balı saklar. Bal üreten diğer arı türleri ise balmumu ve reçineden yapılmış farklı yapılar kullanarak balı depolarlar (Crane, 1990; Grüter, 2020; Crane ve ark., 1984).

İnsan tüketimi için üretilen bal, vahşi arı kolonilerinden veya evcilleştirilmiş arı kovanlarından toplanır. Bal arıları tarafından üretilen bal, dünya genelinde yaygın ticari üretimi ve kolay bulunabilirliği nedeniyle insanlar tarafından en iyi bilinen baldır (Crane, 1999).

Bal, fruktoz ve glikoz monosakkaritlerinin yüksek konsantrasyonları nedeniyle tatlıdır. Sofra şekeri (sakkaroz) ile neredeyse aynı derecede tatlılık sağlar. Bir standart yemek kaşığı (15 mL) bal yaklaşık olarak 190 kilojul (46 kilokalori) enerji sağlar (Databas, 2015). Pişirme için çekici kimyasal özelliklere sahiptir ve tatlandırıcı olarak kullanıldığında özgül bir tat sahiptir (Board, 2011). Çoğu mikroorganizma balda çoğalmadığı için kapalı bal bozulmaz. Arkeolojik bağlamlarda bulunan bal örnekleri binlerce yıl sonra bile yenilebilir olduğu kanıtlanmıştır (Gelling, 2013; Prescott, 1999).

### 2.1 Bal

#### 2.1.1 Bal Üretimi

Bal, nektar veya özsuyu toplayan arılar tarafından üretilir. Arılar, özellikle yiyecek arama sırasında uçuş kaslarının genel metabolik aktivitesini destekleyen şekerler nedeniyle balı değerli bulurlar ve larvaları için bir besin olarak kullanırlar. Kış gibi kıtlık dönemleri veya rutin yiyecek arama süreçlerinde ihtiyaçlarını karşılamak için arılar bal depolarlar (Binkley, 2014).

Yiyecek arayan bir arı kovana terk ettikten sonra, şeker bakımından zengin nektar veya tatlı özsu toplar. Çiçeklerden toplanan nektarın su içeriği genellikle %70 ila %80 arasındadır ve genellikle bitmiş balın %18 civarındaki su içeriğinden çok daha az viskozdur (Compagnoni, 2014; Petterson, 2015). Yaprak bitlerinden ve diğer gerçek böceklerden elde edilen özsuyun su içeriği genellikle bu böceklerin beslendiği öz suyuna benzer ve genellikle nektardan biraz daha seyreltiktir. Kaynaklar, özsuyun su içeriğinin %89 civarında olduğunu belirtmektedir (Lamb, 1959). Nektar veya özsu ile beslenirken, arı bu akışkan maddeleri probosisi aracılığıyla emer ve bunları bal midesi veya "kroplarına" taşır (Binkley, 2014). Bu boşluk, gerçek mideye hemen üzerinde yer alır ve polenleri ve şekerleri bireysel arı beslenmesi için işler. Toplanan nektarlar arı bal midesine girdikten sonra, hipofarengal bezinden gelen enzimler ve proteinler nektara salgılanır. Bu maddeler, sukroz ve nişasta gibi karmaşık şekerleri glukoz ve fruktoz gibi daha basit şekerlere parçalamaya başlar. Bu süreç, nektarın kısmen sindirilmesine ve su içeriğinin ve asitliğinin bir miktar artmasına neden olur (Rossano ve ark., 2012; Suarez ve ark., 1996).

Bal arıları kovana döndükten sonra kusarak nektarı kovan arılarına aktarırlar. Kovan arıları bal işleme grupları oluşturarak bu döngüyü devam ettirir. Oluşan yeni bal açık kalan petek hücrelerine yerleştirilir. Toplanan nektarın konsantrasyonuna bağlı olarak balın su oranı çok yüksek olabilir bu da maya sporlarının çoğalması için elverişli bir ortam oluşturur ancak arılar buna karşı mücadele etmek için ısı üretirler. Koordineli kanat çırpışı, ıslak balın üzerinde hareket ettirilerek suyu ve ısıyı dışarı atar. Buharlaşma, balın su içeriği %15,5 ila %18 arasına ulaşana kadar devam eder (Compagnoni, 2014). Arılar daha sonra bitmiş bal hücrelerini balmumu ile kapatırlar. Bu onları kirlenmeye karşı korur ve daha fazla buharlaşmayı önler (Binkley, 2014) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Bal Üretimi (Delal, 2020)

### 2.1.2 Bal Hasatı

Bal hasat edildiğinde, kovandan alınır. Kapağı ve örtü tahtaları çıkarıldıktan sonra kovana giriş deliğine bir veya iki kez duman verilir. Çerçeveser üstten duman uygulanarak çıkarılır.

Süzme işlemi sırasında, bal petekleri olan çerçeveser bal süzme makinesinden geçirilir. Süzölen ballar dinlendirme tanklarına aktarılır. Ballar dinlendirme tanklarında yaklaşık 48 saat dinlendirilir; bu süreçte balın yüzeyine hava kabarcıkları ve köpükler ile birlikte diğeryabancı maddeler yükselir. Bunlar kepçe veya benzeri araçlarla alınır. Bal daha sonra kavanozlara doldurulur ve pazara sunulur (Özemiir, 2007) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Bal Hasatı (Çömez, 2018)

### 2.1.3 Balın Tarihçesi

Bal toplama, bal arılarının evcilleştirilmesinden önceye dayanan ve bal avcılığı olarak bilinen eski bir faaliyettir. Valensiya, İspanya'daki bir mağarada bulunan Mezolitik döneme ait kaya resmi, en az 8.000 yıl öncesine dayanan iki bal avcısının yaban arı yuvasından bal ve bal peteği topladıklarını göstermiştir (Crane, 1983) (Şekil 2.3).



**Şekil 2.3** İspanya'nın Bicorp Valencia Kasabasında Bulunan M.Ö. 7000 Yıllarında Yapıldığı Tahmin Edilen Mağara Resimleri (Anonim, 2024).

Balın insanoğlu tarafından hem gıda hem de tedavi edici olarak kullanıldığı bilinmektedir. Tedavi edici olarak kullanıldığı bilinen en eski kaynak 5000 bin yıl önce Sümerli hekimler tarafından yazılmış bir tablette bal reçetesi bulunmaktadır (Öztürk ve ark., 2015). Balın özellikleri ve üretimiyle ilgili ilk kitap 1759'da Sir John Hill tarafından yazılmış ve Lonra'da basılmıştır. Bir çok eski medeniyette bal hakkında bilgi olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır. Ayrıca M.Ö. 3200 yılında Aşağı Mısır'da, birinci hanedanlık döneminde kralın krallık sembolü olarak arıyı seçtiği bilinmektedir. Balın faydaları kutsal metinlerde de yer almaktadır (Ötleş, 1995).

Antik Yunan'da, bal üretimi Arkaik dönemden Hellenistik döneme kadar varlığını sürdürdüğü bilinmektedir. M.Ö. 94 yılında Atina çevresinde arıcılık o kadar yaygındı ki Solon bununla ilgili bir yasa çıkarmıştır: "Arı kovanları kuran kişi, onları başka birinin kurduğu kovanlardan en az 300 fit (90 metre) uzaklıkta yerleştirmelidir (Crane, 1999). Antik kovanlar Yunan arkeolojik çanak çömlek kazılarında bulunmuştur. Columella'ya göre Hellenistik dönemdeki Yunan arıcıları,



farklı bitki döngülerini farklı bölgelerde kullanarak üretimi en üst düzeye çıkarmak için kovanlarını uzun mesafelere taşımaktan çekinmemişlerdir (Plutarch, 2019). Hindistan'da balın antik dönemlerdeki manevi ve iddialı tıbbi kullanımı hem Vedalar hem de Ayurveda metinlerinde belgelenmiştir (Pećanac ve ark., 2013).

#### **2.1.4 Balın Tanımı ve Bileşimi**

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre bal; 'Bitki nektarlarının, bitkilerin yaşayan kısımlarının salgılarının veya bitkilerin yaşayan kısımlarında bulunan bitki emici böceklerin salgılarının bal arıları tarafından toplanarak, su içeriği düşürülerek petekte depolanıp olgunlaştırılan ve kendine özgü maddeleriyle birleştirilerek dönüştürülen doğal bir üründür (TGK, 2020).

Bal yaklaşık olarak 200 farklı türde bileşik içerir. Bu yönüyle de besleyici, sindirimi kolay ve hastalıklara karşı koruyucu bir besindir (Mutlu ve ark., 2017). Arının cinsi, bölgenin iklim koşulları ve bölgede bulunan çiçek popülasyonu balın bileşimini oluşturmakla beraber yaklaşık %17.10'unu su, kalan büyük çoğunluğunu ise katı madde oluşturmaktadır (Özmen ve ark., 2006). Bu katı maddedin yaklaşık olarak %80'ini karbonhidrat (fruktoz, glikoz, sakkaroz, maltoz ve diğer karbonhidratlar) oluşturmaktadır. Geriye kalan yaklaşık %1'lik kısmı ise proteinler, aminoasitler, mineraller, antioksidanlar ve diğer bileşikler oluşturmaktadır (Öztürk ve ark., 2015).

Balın antioksidan özelliği genellikle fenolik bileşikler ve flavanoidlerle ilişkilendirilir. Farklı iklim ve bitki örtüsüne sahip bölgelerden elde edilen ballarda antioksidan içerik değişmektedir ancak genel olarak balda bulunan başlıca fenolik ve flavanoid bileşikler başta glukonik asit olmak üzere bir çok organik asit içermektedir. Balın ortalama pH'ı 3.9'dur. Balın asitliği ayrıca antimikrobiyal aktiviteden sorumlu tutulmaktadır. Balda ki içeriği düşük olmasına rağmen pinocembrin antimikrobiyal flavonoidlerden biri olarak bilinmektedir (Özmen ve ark., 2006).

Balın rengi Pfund skalasına göre değerlendirilir. Balın rengini elde edildiği nektarın ya da polenlerin kaynağı, içeriğinde bulunan şeker reaksiyonları ve elde edildiği peteğin eski veya yeni olması durumuna göre değişir (Karadal ve ark., 2012). Ayrıca içerdiği toplam mineral (kül) içeriği ile de balın rengi ilişkilendirilmektedir. Düşük kül içeriğine sahip balın rengi açık görünürken, yüksek kül içeriğine sahip balın

rengi koyu görülmektedir (Mutlu ve ark., 2017). Bir araştırmanın sonuçları değerlendirildiğinde, fenolik bileşen miktarı balın rengiyle ilişkilendirilmiştir. Buna göre koyu renkli balların içerdiği fenolik bileşen miktarının daha yüksek olduğu ve antimikrobiyal etkilerinin daha fazla olduğu bulunmuştur (Apan ve ark., 2021).

Bal yapısında suda çözünen vitaminler olan B grubu vitaminleri ve C vitamini içerdiği tespit edilmiştir ayrıca balın antioksidan özellik kazanmasına katkı sağladığı belirtilmiştir. İçeriğinde bulunan insan vücudu için elzem olan magnezyum, sodyum, demir ve iyot gibi mineral maddelerce de zengindir (Mutlu ve ark., 2017). Fakat son yapılan bir çalışma bal içeriğinde ağır metallere rastlanmıştır. Elde edilen sonuçlarda balın çevre kirliliğinin belirlenmesinde biyoindikatör olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Nisbet ve ark., 2013).

Bal içeriğinde bulunan enzimler bakımından oldukça zengin bir besindir. Amilaz (diastaz), intervaz (sakkaraz), katalaz ve fosfataz başlıca önemli bal enzimleridir. Enzimlerin bir kısmı yaprak üzerinde nektarların ve yaprak bitlerinin bıraktığı salgıdan diğer kısmı da arıların tükürük bezi salgısından oluşmaktadır (Güney, 2010). Balda bulunan invertaz enzimi, arıların topladığı nektardan sukrozu glukoz ve fruktoza dönüştürerek bal haline getirir. Diastaz enzimi nişastayı küçük monosakkaritlere çevirir.  $\beta$ -glukozidaz, glikojeni glukoz ve maltoz gibi daha küçük parçacıklara ayırır. Glukoz oksidaz enzimi, glukozu glukonik asit ve hidrojen peroksit'e dönüştürür; hidrojen peroksit daha sonra katalaz enzimi ile oksijen ve suya çevrilir. (Karadal ve ark., 2012). Diastaz enzimi nektar ve arı kaynaklı olduğundan, balın tazeliğini belirlemede bir kriter olarak kullanılır. Balın kalite kriterlerini belirlemek için kullanılan diğer parametreler arasında intervaz düzeyleri ve HMF (hidroksi metil furfural) bulunmaktadır (Bengü, 2022). HMF, ısı işlemi veya uygun olmayan depolama koşulları nedeniyle balda oluşan ve insan sağlığı için zararlı olan bir bileşiktir. HMF bileşiği, balda bulunan şekerler ve amino asitler tarafından oluşturulur (Batu ve ark., 2013).

Balın protein içeriği oldukça düşük olsa da yapılan bazı çalışmalarda albümin ve globulin balın içeriğinde tespit edilmiştir. Ancak bal düşük protein içeriğine sahip olmasına rağmen içeriğinde 11-21 arasında aminoasit bileşimini bulundurur. Aminoasit bileşiminin büyük bir kısmı arı kaynaklı olan prolin aminoasitidir. Balın

içeriğinde bulunan prolin miktarı balın kalitesinin belirlenmesinde ve bala yapılan sahtecilik işlemlerinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir (Mutlu ve ark., 2017).

### **2.1.5 Bal Çeşitleri**

Balın aroması ve tadı balın elde edildiği bölgenin bitki çeşitliliğine bağlıdır. Bal içerdiği polen miktarına göre monofloral ya da polifloral olarak adlandırılır. Monofloaral balların nektar kaynağına göre kendine özgü aromaları vardır. Polifloral ballarda ise tek bir bitki türünden elde edilmediği için kendilerine özgü aromaları yoktur ve Anzer balı gibi elde edildiği yere göre isimlendirme yapılır (Karadal ve ark., 2012). Türk Gıda Kodeksi (TGK) 2012/58 nolu Bal Tebliği' ne göre bal kaynağına göre iki ana katogariye ayrılmaktadır (Anonim, 2012).

Çiçek balı: Nektarın kullanıldığı bir bal çeşididir. Bir veya daha fazla çiçekten toplanabilir.

Salgı balı: Bu bal çeşidi çam balı olarakta bilinir, bitki parçalarının salgılarından veya bitki parçalarında yaşayan özsuyu emen böceklerin salgılarından elde edilir.

### **2.1.6 Balın Yararları**

Bal binlerce yıldır insanlar tarafından hem gıda olarak hemde sağlık alanında tedavi edici özellikleri nedeniyle kullanılan doğal bir üründür.

#### **2.1.6.1 Balın Tıp Alanında Kullanımı**

Tıp alanında çeşitli yara türlerinin tedavi edilmesinde kullanıldığı bilinmektedir. Yüksek antimikrobiyal ve antiinflamatuvar aktivitesi balın iyileştirici özelliğine katkı sağlamaktadır. Balın antimikrobiyal özelliği düşük su içeriği, hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) etkisi ve yüksek asitliğinden kaynaklanmaktadır (Öztürk ve ark., 2015). Yapılan çalışmalardan elde edilen veriler balın doku büyümesini uyararak epitelyalizasyonu arttırdığını ve bu sayede yara izini minimize ettiğini göstermektedir (Al-Waili ve ark., 2011).

Balın bağırsak ve mide hastalıklarından olan; hazımsızlık, peptik ülser gibi hastalıklarında iyileştirici etkisi olduğu bilinmektedir. Bununla beraber karaciğer rahatsızlıklarından olan diyabette de balın etkili olduğu bilinmektedir (Apan ve ark., 2021). Balın yara türleri tedavisinde etkili olduğunu gösteren bir çok klinik çalışma yapılmıştır. Distrofik epidermolizis bülloza tanısı olan bir hastaya bal emdirilmiş bir pansuman kullanılmış ve hastanın yarasının iyileştiği bildirilmiştir. Türkiye’de 36 hasta ile yapılmış olan klinik bir çalışmada da kullanılan bal sargısının ülser iyileşmesinde anlamlı bir etkisi tespit edilmiştir (Sipahi ve ark., 2021). Diyabetik ayak ülserinde bal tedavisi uygulamasının etkinliği yapılan son çalışmalarda kanıtlanmıştır (Çürük ve ark., 2016).

Bal geleneksel çocuk sağlığı problemlerinden biri olan öksürükte; ebeveynler tarafından ilaçlara göre toksisitesi daha düşük ve daha güvenli olduğunu düşündükleri için kullanılmaktadır (Özkan ve ark., 2015).

Farklı coğrafi bölgelerden toplanan nektar ve arı salgılarının çeşitliliği balın kanser hücreleri ve tümör büyümesi üzerinde engelleyici etkisi olduğu belirlenmiştir. Balın bu özelliğinin içeriğinde bulunan biyoaktif bileşenler yardımıyla kansere yol açan serbest radikalleri ve oksidatif stresin oluşumunu engellediği tespit edilmiştir. Yapılan bir çok araştırma balın mide, kolon ve karaciğer kanseri tedavisinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir (Beltekin ve ark., 2022).

Geleneksel Çin tıbbında kullanılan bir bitkinin çiçeklerinden yapılan bir bal olan *Prunella vulgaris*, sıçanlarda sodyum dekstran sülfatın (DSS) neden olduğu akut kolit semptomlarını tedavi edebilir. *Prunella* balının antikolit etkileri, bağırsak mikrobiyotası üzerindeki modüle edici etkileri ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca çalışma, rosmarinik asidin *Prunella* balının tanımlanması için potansiyel bir belirteç olduğunu bildirmektedir (Viteri ve ark., 2020).

### **2.1.7 Balın Zararları**

Tipik gıda miktarlarında tüketildiğinde, bal genellikle güvenli olarak kabul edilir; ancak aşırı tüketim veya belirli mevcut sağlık koşulları veya ilaçlarla birlikte tüketimi çeşitli potansiyel olumsuz etkilere veya etkileşimlere yol açabilir. Bir çalışmaya göre, yüksek tüketimle ilişkilendirilen hafif reaksiyonlar, anksiyete, uykusuzluk veya hiperaktivite gibi, çocukların yaklaşık %10’unda rapor edilmiştir.

Başka bir çalışma, bal tüketiminde plaseboya kıyasla anksiyete, uykusuzluk veya hiperaktivite belirtilerinin olmadığını bulmuştur (Goldman, 2014).

Karadeniz Bölgesinde bal kaynaklı zehirlenmeler genellikle "deli bal" olarak bilinen, grayanotoksin içeren *Rhododendron ponticum* türünden elde edilen ballara dayandırılır. Ayrıca bebeklerde botulizm, *Clostridium botulinum* tip A ve B sporlarıyla kontamine olmuş balın tüketimi sonucu meydana gelebilir (Altunatmaz ve Aksu, 2017).

*Rhododendron ponticum* bitki türünden elde edilen deli bal alındığı doza göre insan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkiler gösterdiği bilinmektedir. Ancak bununla beraber geçmiş dönemde ve günümüzde bir çok hastalığın tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Özellikle Karadeniz bölgesinde tansiyon düşürücü, mide-bağırsak hastalıklarında, kalp hastalığında kullanılmaktadır. Sibiry'a da ise gut hastalığı tedavisinde ve romatizmal hastalıklar için kullanıldığı bildirilmektedir (Sıralı ve ark., 2018).

## 2.2 Anzer Balı

Bal, besinler için önemli bir kaynak olup birçok biyoaktif özelliği ile insan sağlığına hizmet eder. Ballar arasında Anzer balı özel bir değere sahiptir. Anzer balı 2021 yılında coğrafi işaret tescil belgesini almıştır. Bu bal, *A. mellifera subsp caucasica* arıları tarafından üretilmektedir. Adını, Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde Rize iline bağlı 2300 metre yükseklikteki Ayder yaylası olarak bilinen bölgeden almaktadır (Şekil 2.1). *Apis mellifera* arıları balı genellikle Temmuz'dan Ağustos'a kadar balı toplar. Anzer balı çoğunlukla *Thymus spp* içerse de, diğer bitkilerden çeşitli ikincil ve iz polen taneleri de belirlenmiştir. Karışık polen taneleri özellikle *Thymus spp*, *Campanula spp*, *Trifolium spp*, *Geranium spp*, *Lotus spp*, *Salvia officinalis*, *Heracleum spp*, *Myosotis spp* ve *Lamium spp*'den oluşur. Bu heterofloral bal, Türkiye'de en çok bilinen ve en pahalı baldır ve çok sınırlı miktarlarda üretilir (Malkoç ve ark., 2019).



Şekil 2.4 Anzer Vadisi ve çevresine ait yer buldu haritası (Erata, 2021).

Anzer balının benzersizliği, bölgenin iklimi ve muhteşem bitki örtüsü çeşitliliğinden gelmektedir (Şekil 2.4- 2.5). Anzer balı, bu özel koşullar altında üretilen ve Türkiye'de önemli bir bal çeşidi olarak tanınan, dünya çapında yüksek tıbbi değere sahip olduğuna inanılan bir üründür. Türkiye'de özellikle ülser, farenjit, tonsillit, yaralar, çizikler ve kanser gibi durumların tedavisinde geleneksel ve tamamlayıcı tıp olarak kullanılmaktadır (Bagatir ve ark., 2022).



Şekil 2.5 Anzer Yaylasından Bir Görüntü (Anonim, 2013).

Anzer balı, poleni ve propolisinin oral antidiyabetik ilaçların yan etkilerine karşı hücre canlılığını sürdürmek ve iyileşme hasarını azaltmak için ek gıda olarak kullanılabileceği saptanmıştır (Özdemir ve ark., 2023).

Etanolik Anzer propolisi ile tavşanlarda bağırsak yara iyileşmesi üzerine yapılan bir çalışmada, propolis çözeltisinin ağız yoluyla uygulanmasının, operasyon öncesi ve sonrası yedi gün boyunca bağırsak yara iyileşmesi üzerinde olumlu bir etkisi olduğu belirlenmiştir. (Saritaş ve ark., 2022).

Günday ve ark., 2022 yılında tavşanlarda spinal kord iskemisi\reperfüzyonu yaralanmasında Anzer propolisinin biyokimyasal, histopatolojik, ultra yapısal ve nörolojik fonksiyonel özelliklerinin incelenmesi sonucunda yeterli nörokoruyucu etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir (Günday ve ark., 2022).

Anzer bölgesinden toplanan propolisin iskemisi-reperfüzyon hasarına nasıl etki ettiğini araştıran bir çalışmada bu hastalığın hasarına karşı nöroprotektif bir etkiye sahip olduğunu ve nörodejenerasyon üzerinde yararlı etkileri olabileceğini tespit etmişlerdir (Toksoy ve ark., 2023).

### **2.3 Polen**

Arı poleni; bal arılarının bitkilerden topladıkları ve biriktirdiği çiçek polenlerin ifade etmektedir. Arı poleni, proteinler, serbest amino asitler, karbonhidratlar, lipitler, yağ asitleri, fenolik bileşikler, vitaminler (B-kompleksi ve folik asit dahil) ve mineraller gibi zengin bir kimyasal yapıya sahiptir. Yüksek karbonhidrat (%13-55), ham lif ( %0.3-20), protein (%10-40) ve lipit (%1-10) içeriği arı polenini iyi bir besin takviyesi olarak vurgulamaktadır. Diğer küçük bileşenler mineraller, vitaminler, karotenoidler, fenolik bileşikler, flavonoidler, steroller ve terpenlerdir (Feás ve ark., 2012). Arı poleni provitamin A, E, D, B1, B2, B6 ve C vitaminleri ile pantotenik, nikotinik, folik, biotin, rutin ve inositol gibi asitler içerir (Tutun ve ark., 2021 ).

Polen yaklaşık olarak %22 protein içermektedir. İçeriğinde bulunan proteinin büyük bir kısmı metiyonin, lizin, histidin, valin ve lösin gibi esansiyel amino asitlerdir (Özdemir ve ark., 2021). Polenin ayrıca adrenalın ve nöradrenalın gibi hormon niteliği taşıyan biyoaktif bileşikler içerdiği tespit edilmiştir (Mutlu ve ark., 2017).

Arının polene olan katkısının sabit olduğu bilinmektedir. Polenin içeriğini belirleyen asıl faktör bitkinin türüne ve çeşitliliğine bağlıdır. Farklı bitki türlerine ait olan polenler görünüş olarak farklı şekil ve yapıya sahiptir. Bu nedenle polenler bitkilerde tür tanımlamasında böylece balın kaynağının belirlenmesinde bir araç olarak kullanılmaktadır (Apan ve ark., 2021).

Polen içeriğinde bulunan basit şekerler (glukoz ve fruktoz) ve yağların içeriği yardımıyla vücutta bulunan enerji seviyesinin korunmasına yardımcı olur. İçeriğinde bulunan zengin biyoaktif bileşikler sebebiyle antioksidan, antimikrobiyal, antikanserojen ve anti-inflamatuar gibi çalışılan deneylerde olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2021).

Alkan ve ark., *Rhododendron* türlerinden elde edilen arı ürünlerinin ham özütünün bakteri ve mantarlar üzerinde önemli antimikrobial özellik sergilediğini rapor ettiler. Polen örneklerinin daha yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktivite gösterdiği belirlendi. DNA hasarını inhibe etme potansiyeli incelendiğinde *Rhododendron ponticum* balının hasar görmüş DNA üzerinde daha etkili olduğu bildirildi (Alkan ve ark., 2020).

## 2.4 Propolis

Propolis, tarih boyunca tıbbi uygulamalarda kullanıldığı bilinmektedir. Antik Yunan döneminde, Hipokrat gibi ünlü filozoflar, propolisin iyileştirici özelliklerini fark ettiler yaraları tedavi etmek için antiseptik bir ajan olarak kullandılar. Antik Roma'da propolis özellikle yara iyileşmesi ve çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde kullanıldı. Geleneksel Çin tıbbı da propolisi bitkisel karışımlarla birleştirerek cilt problemleri ve diğer sağlık sorunlarında kullandılar (Kuropatnicki ve ak., 2013).

Avrupa'da propolise olan ilgi, rönesans döneminde ad fontes teorisinin geri dönüşüyle birlikte arttı. Propolisin atalarımızın düşündüğü kadar etkili ve önemli olduğunu kanıtlamak için bilim insanları sadece son yüzyılda başarılı oldular. Propolisin kimyasal bileşiminin araştırılması yirminci yüzyılın başlarında başladı ve II. Dünya Savaşı'ndan sonra devam etti. Kromatografik analitik yöntemlerdeki ilerlemeler, propolis'ten birçok bileşenin ayrılmasını ve çıkarılmasını sağladı. Şimdiye kadar en az 180 farklı bileşik tespit edilmiştir. Antibakteriyel, antiseptik, anti-inflamatuar, antifungal, anestetik ve iyileştirici özellikleri doğrulanmıştır. Propolis dermatolojik, laringolojik ve jinekolojik problemlerin tedavisinde, nörodejeneratif hastalıklarda, yara iyileşmesinde, yanık ve ülser tedavisinde etkili bir şekilde kullanılmıştır (Kuropatnicki ve ark., 2013).



Propolis, arıların tükürük bezleri tarafından zenginleştirilen ve reçine içeren bir enzimatik madde olup, arıların kovan duvarlarındaki boşlukları, çatlakları veya boşlukları doldurmak için kullandıkları bir maddedir (Dimov ve ark., 1991).

Propolis, bal arıları tarafından bitki özlerinden elde edilen reçineli maddelerin enzimatik işlenmesiyle üretilir. Arı kovanlarının yalıtımından hastalıklara karşı savunmalarını güçlendirmeye kadar çeşitli yapısal ve işlevsel roller üstlenir. Arı kovanlarından toplanan ham propolis, çeşitli solventler kullanılarak ekstrakte edilir ve gıda takviyeleri olarak çeşitli formülasyonlar için değerlendirilir. Propolis ekstraksiyonunda etanol (%70) tercih edilen çözücüdür; yağ bazlı ve su bazlı ekstraktlar da uygun seçenekler arasındadır. Toksik olmayan propolis özleri yaygın olarak tüketilir ve genellikle kitosan, pektin, aljinat ve dekstran gibi doğal polimerler içine kapsüllenirler (Kolaylı, 2024).

Propolisin bileşimi, toplandığı bölgenin bitki örtüsün iklimi, çevresel koşulları ve bitki örtüsüne göre değişiklik gösterir. Farklı propolis türlerinde 800'den fazla bileşik rapor edilmiştir. Bunlar arasında alkol, asit, ester, benzofuran, benzopiran, şalkon, flavonoid ve onların esterleri, glikozitler (flavonoid ve diterpen), gliserol ve esterleri, lignan, fenilpropanoid, steroid, terpen ve terpenoid bulunur. Bu bileşikler antioksidan, antimikrobiyal, anti-enflamatuar, immünomodülatör ve antikanser gibi geniş bir biyolojik aktivite yelpazesi sergiler. Ayrıca, bu bileşikler biyobelirteç olarak da potansiyele sahiptirler (Kasote ve ark., 2022). Ancak ortalama olarak propolis, yüksek oranda reçine (%50), balmumu ve yağ asitleri (%30) içerir. Ayrıca içeriğinde az miktarda uçucu yağlar (%10), polifenoller ve flavonoidler (%10), polen (%5), vitaminler ve minerallerden (%5) bulunur (Kurek-Górecka ve ark., 2014). Propolis çiğ olarak tüketilmez; ancak etanolik ve sulu ekstraktları çeşitli formülasyonlarda yaygın olarak kullanılır. Gallik asit, kafeik asit, protokatekuik asit, krizin, kuersetin, rutin, havlıcan, kaempferol, hesperetin, pinoembrin, pinobanksin, apigenin, luteolin, daidzein, kafeik asit fenil ester (CAPE) gibi fenolik bileşikler, propolis örneklerinin en etkin fenolik maddeler olarak rapor edilmiştir ve bu sekonder metabolitlerin propolis kaynağına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Güler ve ark., 2021).

Anadolu propolisi üzerinde yapılan bir çalışma, zengin fenolik bileşenler içerdiğini ve bu bileşenlerin asetilkolinesteraz (AChE), üreaz ve alfa-amilaz gibi

enzimler üzerinde inhibe edici etkiler gösterdiğini gözlemledi. Ayrıca, kanser hücreleri üzerinde önemli etkilerin olduğu tespit edildi (Can ve ark., 2024).

Güler ve ark., 2021 yılında yaptıkları çalışmada etanolik propolis özütlerindeki flavonoidlerin ACE-II reseptörüne bağlanma potansiyelinin yüksek olması, bu doğal arı ürününün COVID-19 tedavisi için yüksek potansiyele sahip olabileceği gözlemlenmiştir (Güler ve ark., 2021). Güler ve ark., 2021 yılında yaptıkları farklı bir çalışmada propolisin COVID-19 virüsüne karşı yüksek inhibisyon potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir (Güler ve ark., 2021).

Son yıllarda propolis ve anti-inflamatuar özellikleri ve etki mekanizmaları ile ilgili çalışmalar incelendiğinde propolisin düzenleyici dengeye ve anti-enflamatuar ortama doğru inflamasyonu modüle etmede çeşitli etki mekanizmalarına sahip olduğu gösterilmiştir. Genel olarak, propolisin TLR4, MyD88, IRAK4, TRIF, NLRP inflamatuvarları, NF-κB ve bunlarla ilişkili IL-1β, IL-6, IFN-γ ve TNF-α gibi pro-inflamatuar sitokinleri inhibe ederek ve aşağı regüle ederek bir anti-inflamatuar madde olarak hareket ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca muhtemelen CXCL9 ve CXCL10 kemokinlerini aşağı regüle ederek makrofajlar ve nötrofiller gibi bağışıklık hücrelerinin göçünü azalttığı düşünülmektedir (Zulhendri ve ark., 2022).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Numune Temini ve Ekstraktların Hazırlanması

Numunelerin eldesi Rize'nin İkizdere ilçesi Ballıköy Anzer Yaylası lokasyonunda arı ekotipinin bulunduğu toplam dokuz adet kovan kullanılmıştır. Elde edilen numuneler etiket bilgileri yazılarak +4 °C' de saklanmıştır.

Bal örneklerinin %10 (m/m) oranında solüsyon halinde alınması planlandı. Yani 50 mL etanol-su çözeltisi (%50 v/v) örneğine 5 g bal örneği eklenmiş ve oda sıcaklığında manyetik karıştırıcı ile 4 saat karıştırılarak ekstrakte edilmiştir. Bu ekstraksiyon yönteminde bal numunelerindeki bileşenlerin çoğunun alkole geçmesi sağlanmıştır. Karışım Whatman selüloz filtre kağıdından (no:2, çap: 125 mm) süzüldü ve filtre üzerinde kalan kütle atıldı.

Polen ve propolis örnekleri 40°C'de 48 saat kurutulduktan sonra öğütülerek toz haline getirildi. Eksratları hazırlamak için öğütülen örneklerin her birinden 1 gr alınarak 25 mL etanol içinde çözdürüldü. Ardından karışım Whatman selüloz filtre kağıdından (no:2, çap:125 mm) süzüldü.

**Çizelge 3.1** Numune Örnekleri

Numune adı	Numune çeşidi adı	Toplandığı yer
FMB01	Bal 1	Anzer Yaylası/Rize
FMB02	Bal 2	Anzer Yaylası/Rize
FMB03	Bal 3	Anzer Yaylası/Rize
FMP01	Polen 1	Anzer Yaylası/Rize
FMP02	Polen 2	Anzer Yaylası/Rize
FMP03	Polen 3	Anzer Yaylası/Rize
FMP04	Polen 4	Anzer Yaylası/Rize
FMP05	Polen 5	Anzer Yaylası/Rize
FMP06	Polen 6	Anzer Yaylası/Rize
FMP07	Polen 7	Anzer Yaylası/Rize
FMP08	Polen 8	Anzer Yaylası/Rize
FMPR1	Propolis 1	Anzer Yaylası/Rize

#### 3.2 Fizikokimyasal Analizler

Bal örneklerinin temel içeriği ve özelliklerini belirlemek için elektriksel iletkenlik, pH, C4 şeker analizi, serbest asidite, diastaz aktivitesi, glukoz ve fruktoz içeriği, nem, ve diğer faktörler değerlendirilmiştir.

### 3.2.1 Nem

Baldaki su içeriği balın kalitesinde önemli bir kriterdir. Baldaki su içeriğini arttıran etmenler arasında hasat sırasındaki iklim koşullarının elverişsiz olması, ürünün olumsuz muhafaza edilmesi ve balın sırlanmamış peteklerden toplanması gibi nedenler balın raf ömründe olumsuzluklar yaratır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Codex Alimentarius Komisyonu Bal Standardı (Codex Alimentarius Commission-CAC) ve Avrupa Birliği'nin 2001/110/EC sayılı direktiflerine göre, balın su içeriği %20'den az olmalıdır (Karadal ve ark., 2012).

### 3.2.2 Serbest Asitlik Derecesi

Numuneler homojenizasyon işleminden geçtikten sonra her bir numuneden 10 g tartılarak 75 mL su eklenmiş ve karıştırılmıştır. Elektrotların daldırılması işlemi sırasında karışım karıştırılırken NaOH eklenerek çözelti pH 8.3'e titre edilmiştir. Eklenen NaOH çözelti miktarı kaydedilmiş ve hesaplama NaOH'un mmol/kg cinsinden yapılmıştır (TS 13360, 2008).

### 3.2.3 Şeker İçeriği

50 mL'lik falcon tüpüne 5 g bal numunesi tartılacak ve ısı uygulamadan 40 mL distile suyla çözülmüştür. Bu çözeltiliye daha önceden hazırlanmış 25 mL MeOH, 250 mL'lik erlene pipet kullanılarak eklenmiştir. Erlene 100 mL distile su eklenmiştir. Membran filtre ile süzildükten sonra steril bir falcon tüpüne aktarılmıştır. Çözelti, 100 mL'lik ölçekli balon işaret çizgisine kadar su eklenerek tamamlanmıştır, bu işlem önceden belirlenen 25 mL meOH ile yapılmıştır. Çözelti, membran filtre ile süzülüp deney tüpüne aktarılmıştır. Analizler HPLC cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihazda okunan fruktoz ve glukoz miktarları ayrı ayrı balın 100 g'ında ( $\omega$ ) g olarak hesaplanmıştır (TS 13359, 2008).

### 3.2.4 Elektriksel İletkenlik

TS 13365'de belirtilen prosedürle belirlenen 20 g kuru balın eşdeğeri, distile suda çözdürülmüştür. Çözelti, 100 mL'lik ölçülü erlene aktarılıp distile su ile işaret çizgisine kadar doldurulmuştur. Hazırlanan analiz çözeltilisinden 40 mL alınmıştır ve su banyosunda sıcaklığı 20 °C'ye ayarlanmıştır. Sıcaklık sabitlenene kadar elektrot iletkenlik ölçerler çözeltilinin içine daldırılmıştır. Çözelti, elektrot iletkenlik ölçerlerine

bağlanmış ve sıcaklık kararlı hale gelene kadar bekletilmiştir. Elektriksel iletkenlik; çiçek, çam ve kestane balları için en fazla 0,8 olmalıdır (TS 13366, 2008).

### **3.2.5 Diastaz Sayısı**

Analiz için kullanılan bal örnekleri tartılarak 10 g bal alındı, daha sonra 15 mL distile su ile seyreltildi. Isı uygulaması yapılmadan elde edilen çözeltiliye 5 mL asetal tampon çözeltisi eklenerek tam çözünme sağlandı. İki adet 50 mL'lik erlenmayer kullanıldı: birine nişasta çözeltisi, diğerine ise bal çözeltisi konuldu ve her ikisi de 40°C'lik su banyosuna yerleştirildi. Nişasta çözeltisinden 5 mL alınarak bal çözeltisine eklenmiş ve belirli zaman aralıklarında elde edilen karışımdan 0.5 mL alınıp 5 mL ile seyreltilmiş ve iyot çözeltisi eklenmiştir. Bu işlem öncesinde standart seyreltme düzeyi belirlenmiş ve saf su karışıma eklenmiştir. Spektrometrede 600 nm'de absorbans ölçümü yapılmış ve kaydedilmiştir. İlk ölçümün 5 dakika sonra alınmasına dikkat edilmelidir. Diastaz sayısı, 0.235 absorbans değerine karşılık gelen reaksiyon süresinin 300'e bölünmesiyle hesaplanır (TS 13364, 2008).

### **3.2.6 C4 Şeker Analizi**

Bu tespit işlemi, ham baldan elde edilen protein çözeltisinin yanması sonrasında çıkan karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) gazının içindeki C atomunun C<sub>13</sub>/C<sub>14</sub> oranının belirlenmesiyle elde edilen değerlerden C<sub>4</sub> şekerlerinin yüzdesini hesaplamayı içerir. Bu süreç, arılara C<sub>4</sub> şekerlerinin besin olarak verilmesi veya eklenmesi sonucu elde edilen balları ayırt etmek için kullanılır (TS 13360, 2008).

### **3.3 Demir (III) İndirgeme/FRAP Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini**

Yöntemde 1.5 mL FRAP reaktifi ile 50 µL numune ekstrakt karıştırılarak, 4 dakika süre sonunda 593 nm'de absorbans değerleri belirlenmiştir. Ekstraktlardaki toplam fenolik içerik, Cosmulescu ve diğerleri tarafından açıklanan yöntem kullanılarak Folin-Ciocalteu reaktifi ile kalorimetrik olarak belirlendi (Cosmeluscu ve ark., 2015b) 5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (ultra saf su ile 1:5 seyreltilmiş), 1 mL ekstrakta (metanol ile 1:20 seyreltilmiş) ilave edildi ve bir dakika karıştırıldı. 2 dakika sonra 4 mL %7,5'lik sodyum karbonat solüsyonu ilave edildi ve oda sıcaklığında 2 saat inkübatörde bekletildi. Karışımın absorbansı, bir Evolution 600 UV/VIS spektrofotometre (Thermo Scientific, ABD) kullanılarak 765 nm'de ölçüldü. Standart

eğriyi (0-250 mg/L) hazırlamak için gallik asit kullanıldı ve sonuçlar, gram başına miligram (mg GAE/g) cinsinden gallik asit eşdeğerleri olarak ifade edildi.

### **3.4 DPPH Radikali Giderme Aktivitesinin Tayini**

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak bulunan bir radikal olarak bilinir. Mor renkli ve stabil bir serbest radikaldir. Bir antioksidan madde ile reaksiyona girdiğinde, mor rengin şiddeti azalır ve bununla beraber absorbans düşer. Yakalanan elektron sayısı absorbans gücü ile doğru orantılıdır (Pokorny ve ark., 2001). Bu radikal ile 100 µM'lık etanolik çözeltisi hazırlanmıştır. Kullanılan yöntem (Molyneux, 2004)'e göre yapılmıştır. Çalışmada numuneler, etanolik ekstraktları kendi çözücülerini ile seyreltilerek 6 farklı konsantrasyonlarda yeni çözeltiler hazırlanmıştır. Ekstraktlar ile DPPH çözeltisi eşit hacimde (750 µL) ile karıştırılarak oda sıcaklığında 50 dakika süresince karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında DPPH'in maksimum absorbans gösterdiği 517 nm'de absorbanslar belirlenmiştir. Standart olarak troloks tercih edilmiştir (Gıdık ve ark., 2022).

### **3.5 Toplam Fenolik İçeriğın (TPC) Belirlenmesi**

Numunelerin TPC'si, gallik asit standart olarak kullanılarak (Singleton V. L., 1999) tarafından belirlenen Folin-Ciocalteu yöntemiyle ölçüldü. Her bir konsantrasyon için, farklı konsantrasyonlarda 20 mL standart ve 20 mL etanolik numuneler (1 mg/ mL), 400 mL 0,5 N Folin-Ciocalteu reagent ve 680 mL distile su iyice karıştırıldı. 4 dakikalık inkübasyonun ardından 400 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (%10) eklendi. Karışım 2 saat inkübe edildi ve 760 nm'de absorbans ölçüldü. Her bir standart için altı farklı konsantrasyonda (1; 0.5; 0.25; 0.125; 0.0625 ve 0.03125 mg/mL) kalibrasyon eğrileri oluşturuldu ve tüm analizler üç kopya halinde gerçekleştirildi (n = 3). Sonuçlar, standart bir grafik kullanılarak 100 g numune (mg GAE/100 g) başına miligram gallik asit eşdeğeri olarak ifade edildi.

### **3.6 RP-HPLC-UV ile Fenolik Bileşiklerin Analizi**

Bu çalışmada, HPLC (Elite LaChrom Hitachi, Japan) cihazı kullanılarak analizler yapılmıştır. Analizlerde UV dedektörü kullanılarak, Standart olarak 25 fenolik bileşiğın kullanıldığı bu çalışmada analizler HPLC (Elit fenolik bileşik standart olarak) kullanıldı. Analizler ters faz C18 kolonu (150 mm x 4.6 mm, 5 µm; Fortis) kullanılarak ve asetonitril, su ve asetik asitle gradient program uygulanarak

gerçekleştirildi (Devillers ve ark., 2004). A rezervuarında %2 asetik asit (saf suda) ve B rezervuarında %70-30 asetonitril-saf su bulunan gradient programı kullanılmıştır. Ayrıca numune ve standartların enjeksiyon hacmi 25 µL olarak ayarlanmış, mobil faz akış hızı 0,75 mL.dk<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş ve kolon sıcaklığı kolon fırınında 30°C olarak sabitlenmiştir, böylece çalışmada optimizasyon sağlandı (Can ve ark., 2015).

### **3.7 Toplam Flavonoid Madde Tayini**

Flavonoidler, fenoliklerin bir alt grubu olarak bilinen ve bitkilerde bulunan doğal antioksidan kaynaklarıdır. Toplam flavanoid içeriği 415 nm’de oluşan sarı renkli kompleksin ölçülmesiyle belirlenmiştir (Fukumota ve ark., 2000), ve aynı prosedür kuersetin standardı kullanılarak kuersetine eşdeğeri (mg QE/g) olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan bu stok çözeltilerden 0.500-0.015 mg/mL arasında altı farklı konsantrasyonda çalışma çözeltileri hazırlanıp absorbans değerleri belirlenmiştir.

### **3.8 UV-Vis Spektrum ve FTIR Analizi**

UV-Vis. Bal örneklerinin (ultraviyole-görünür) spektrumları Shimadzu UV-1800 spektrofotometre cihazında 200-600 nm dalga boyu aralığında gerçekleştirilmiştir. Numuneler 1 ml mutlak metanol içinde 2 mg numune olarak hazırlandı. FTIR (Fourier dönüşümü kızılötesi) spektrumları, ATR (Atenuye edilmiş toplam yansıma) eki ile Shimadzu IR Affinity-1 spektrofotometresinde kaydedildi.

### **3.9 Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC/MC)**

Riu-Aumatell (2004) tarafından geliştirilen yöntem, ekstratların içeriğinin belirlenmesi için uyarlanmış ve çalışmada kullanılmıştır (Riu-Aumatell M., 2004). Bu yönteme göre, 20 mL Headspace viallerine üzerine 3 g numune ilave edilmiş ve 30 sn’ye boyunca vortex ile karıştırılmıştır. 50 °C’de fiber (SPME Fiberi)’de 40 dk inkübe edildikten sonra enjeksiyonları Shimadzu GCMS-QP2010 GC-MC cihazına yapılmıştır. Her enjeksiyondan önce fiber, 200°C’de 10 dk boyunca koşullandırılmıştır. Kolon olarak Restek RTX-5 (30m x 0.25mm x 0.25µm) kullanılmış ve taşıyıcı gaz olarak da Helyum tercih edilmiştir. Kolon sıcaklığı başlangıçta 40°C’ de 5 dk bekletilmiş, ardından dakikada 4°C artışla 240°C’ye kadar programlanmıştır.

### 3.10 Mineral Madde Analizi

Mineral madde analizi, Thermo Scientific ICAP Q tipi ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi) cihazı kullanılarak NMKL 186 (Anonim, 2007) doğrultusunda gerçekleştirilmiştir ve veriler QTegra yazılımı ile işlenmiştir. Bu yöntemle 19 element tespit edilmiştir.

### 3.11 Antimikrobiyal Aktivite

Antibakteriyal ve antifungal aktivite disk difüzyon, Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) ve Minimum Bakterisidal/Fungisidal Konsantrasyonu (MBK/MFK) deneyleri kullanılarak belirlenmiştir. Kullanılan organizmalar (Çizelge 3.2) verildi.

**Çizelge 3.2** Seçilmiş Mikroorganizmalar ve Büyüme Koşulları

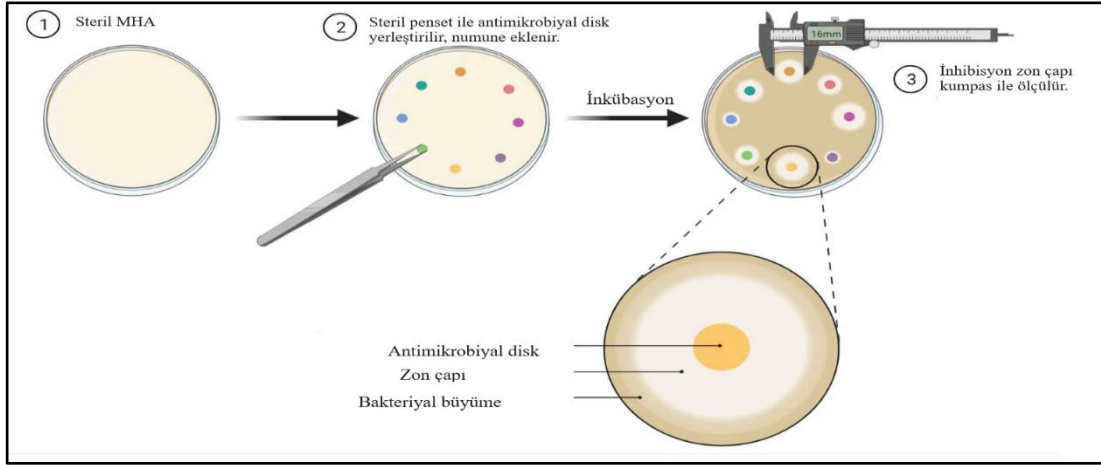
	Mikroorganizma adı	Kültür Koleksiyon Numarası	İnkübatör Sıcaklığı
Gram Pozitif Bakteri	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> subsp. <i>plantarum</i>	ATCC®14917	32°C, 18-24h
	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	ATCC® 4356	32°C, 18-24h
	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i>	ATCC®53103	32°C, 18-24h
	<i>Staphylococcus aureus</i> subsp. <i>aureus</i>	CRM-6538™	37°C, 18-24h
	<i>Listeria monocytogenes</i>	BAA-679™	37°C, 18-24h
	<i>Micrococcus luteus</i>	NRRL B-1018	37°C, 18-24h
	<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC®19433 <sup>T</sup>	37°C, 18-24h
	<i>Citrobacter freundii</i>	ATCC 43864™	37°C, 18-24h
Gram Negatif Bakteri	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NRRL B-2679	37°C, 18-24h
	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922™	37°C, 18-24h
	<i>Salmonella enteric</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Typhimurium GFP	ATCC 14028GFP™	37°C, 18-24h
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> subsp. <i>pneumoniae</i>	ATCC 13883™	37°C, 18-24h
Maya	<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231™	30°C, 24-48h
	<i>Sacharomyces cerevisiae</i>	ATCC®9763 <sup>T</sup>	30°C, 24-48h

Bakteri suşları Muller Hinton Besiyeri'ne eklenerek 37°C'de 24 saat inkübe edildi, maya suşları ise Sabouraud Dextrose Besiyeri'ne eklenerek 25°C'de 48 saat inkübe edildi. Deneyde kullanılan besiyerleri sterilize edildi ve steril petri kaplara 20 mL hacimlerde dağıtıldı. Deneye başlamadan önce mikrobiyal yoğunluklar, Biyosan marka McFarland densitometresi ile belirlendi; bakteriler için 0.5, mantarlar için ise 1 değerinde ölçüldü.



### 3.11.1 Kirby-Bauer Disk Difüzyon Deneyi

Mikroorganizmaların 100 µL'lik miktarı steril kültür petri kaplarına yayma ekim yöntemi kullanılarak eşit şekilde dağıtıldıktan sonra, diskler steril penset yardımıyla 30 dakika içinde yerleştirildi. Ardından, ekstraktlar yavaşça 30 mL olarak eklenmiştir. Petri kapları daha sonra her bir organizmanın optimal büyüme sıcaklığında inkübe edilmiştir. Bakteriler için bir gün, funguslar için iki gün inkübasyon sonrasında, inhibisyon zon çapları kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 3.1). Deney üç kez tekrarlanmış olup, pozitif kontrol olarak Gentamisin kullanılmıştır. Elde edilen sonuçların aritmetik ortalaması hesaplanmış ve SPSS istatistik programında standart antibiyotik ile (inhibisyon zon çapları) karşılaştırılarak istatistiksel değerlendirme yapılmıştır.



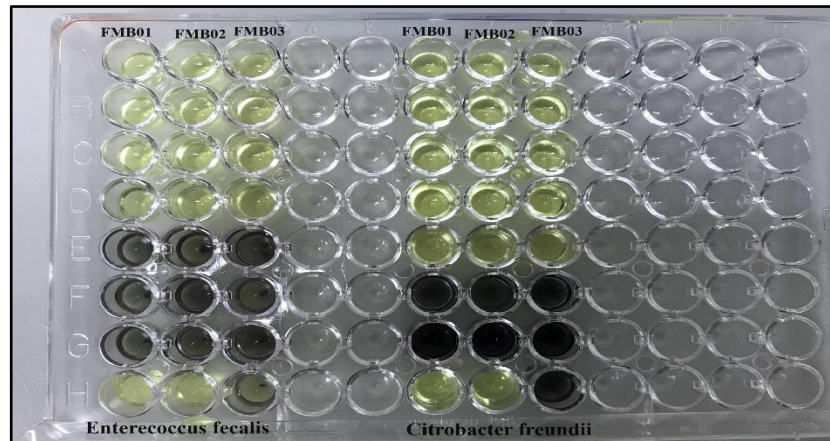
Şekil 3.1 Kirby-Bauer Disk Difüzyon Metodu

Sonuçlar tablo şeklinde raporlanmıştır. İnhibisyon zon çapları 15 mm'den az olanlar dirençli olarak, 15-20 mm arası olanlar orta düzey antimikrobiyal aktivite olarak, 20 mm üzerinde olanlar ise duyarlı olarak sınıflandırılmıştır.

### 3.11.2 Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK)

Mueller Hinton Broth (MHB) kontaminasyon varlığı testinde, herhangi bir antimikrobiyal ajan veya bakteri eklenmemişken, sadece bakteri süspansiyonu negatif kontrol olarak kullanılmıştır. Herhangi bir antimikrobiyal ajan eklenmemiş olan besiyerinde ise, bakteri süspansiyonunun eklenmesiyle birlikte üreme kontrolü sağlanmıştır.

MİK testi, (Basile ve ark., 1998) belirttiği şekilde, broth seyreltme metoduyla yapılmıştır. Bal, polen ve propolis ekstratlarında MİK belirlenmesinde 96 kuyucuklu plate 50 µL MHB, 45 µL ekstrakt ve 5µL kültür eklenerek etkinleştirilmiştir. Kullanılan mikroorganizmaya karşı kullanılan bal, polen ve propolis ekstraktlarının hangi konsantrasyonda etkili olduğu üremenin varlığına veya yokluğuna göre belirlenmiştir. Deney hazırlık aşamasında bakteriler için 24 saat fungus için ise 48 saat önce ekim yapılmıştır. Bunun nedeni mikroorganizmaların log fazında olması gerektiği ve hücre duvarı değişikliğine uğramamalıdır. Kuyucuklar 100 µL olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu 100 µL' nin içeriği bakteriler için; 50 µL steril özüt, 45 µL Müller Hilton Broth ve 5 µL seyreltilmiş organizma, funguslar için: 50 µL steril özüt, 45 µL sabouraud Dextrose Broth ve 5 µL seyreltilmiş organizma olarak belirlenmiştir. Sterilite kontrolü için sadece besiyeri 100 µL olacak şekilde belirlenen kuyucuğa aşılanmıştır. Negatif kontrol için Ampisilin 5 µL, 90 µL besiyeri ve 5 µL organizma yine toplam hacim 100 µL olacak şekilde belirlenen kuyucuğa aşılanmıştır. Pozitif kontrol için ise 95 µL besiyeri ve 5 µL organizma toplam hacim 100 µL olarak belirlenen kuyucuğa aşılanmıştır. Ardından plakeler organizmanın optimum geliştiği sıcaklıkta inkübe edilmiştir. MTT (3-(4, 5-dimetil-tiazol-2-il)-2.5-difenil tetrazolyum bromür), inkübasyona bırakılan mikroorganizmalardan bakteriler için 24 saat funguslar için ise 48 saat sonra 20 µL olacak şekilde kuyucuklara eklenmiştir. Bakteriler 37 °C' de 4 saat ve mayalar için 25°C' de 4 saat bekleme süresinden sonra kuyucuklar mor renkliyse kullanılan ekstraktın organizmalar üzerinde inhibe edici bir etkisi olduğu eğer kuyucuklar sarı renkliyse kullanılan ekstraktın organizmanın üzerinde bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu Deneyi

### **3.11.3 Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBK) ve Minimum Fungusit Konsantrasyonu (MFK)**

Minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) ve Minimum Fungusit Konsantrasyonu (MFK) deneylerinde ise MİK yapılan kuyucukların gözle görülür bir şekilde bulanıklık olmayan kuyucuk ve bu kuyucuğun 2 ya da 3 önceki kuyucuğu ayrı ayrı üç farklı yöne olacak şekilde bakteriler için Müeller Hinton Agara, mayalar için Sabouraud Dextrose Agara yayma plaka ekimi yapıldı. Uygun inkübasyon sıcaklığına bırakıldıktan sonra bakteriler için bir, funguslar için iki gün sonra koloni sayımı gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda 300 ve üzerinde koloni varsa inhibisyon etkisi oluşmamış fakat 0-10 arasında koloni sayıldığında ise %90 bakterisidal etkinin olduğu kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1 Numunelerin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Anzer Balı örnekleri FMB01, FMB02 ve FMB03'ün fizikokimyasal analizleri, temel içeriklerini ve özelliklerini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Antioksidan, antimikrobiyal ve enzim inhibisyon deneyleri, elektriksel iletkenlik, pH ölçümü, C4 şeker analizi, serbest asitlik, diastaz aktivitesi, glikoz ve fruktoz içeriği, nem gibi parametreleri değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Örnek analizlerinin temsil edici sonuçları Çizelge 4.1'de sunulmuştur. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği 2020\7'ye göre fizikokimyasal özelliklerin sonuçları uyumludur. Numunelerin nem içeriği incelendiğinde yasal sınırlar içinde olduğu tespit edilmiştir. Üç bal örneği arasında serbest asitlik düzeylerini karşılaştırıldığında, FMB03 daha yüksek asitlik göstermiştir. Balda bulunan serbest asitlik, glukonik asit gibi çeşitli organik asitlerden ve fosfat, klorid gibi inorganik iyonlardan kaynaklanır. Artan serbest asitlik, balda fermantasyonun bir işareti olarak kabul edilir çünkü balda bulunan mayalar şekerleri ve alkolü asitlere dönüştürürler. Serbest asitlik tat katkısı sağlar, mikroorganizmalara karşı direnci artırır, kimyasal reaksiyonları hızlandırır ve antibakteriyel ile antioksidan özellikleri artırır, ayrıca balın kaynağı hakkında bilgi sağlar (Kutlu ve ark., 2015).

Balın olgunlaşma derecesini belirlemede önemli rol oynayan glikoz ve fruktoz miktarı da önemlidir. Olgunlaşmamış ballarda, glikoz miktarına göre sakkaroz miktarı daha fazladır, bu durum kristalleşmeyi engeller. Olgun balda ise sakkaroz miktarı azalır, dolayısıyla kristalleşme hızı artar. Özellikle çiçek ballarında zamanla kristalleşme gözlemlenir. Kristalleşme, fruktoz ile glikoz oranıyla ilgilidir ve bu oran arttıkça balın kristalleşme eğilimi azalır. Bu bulgulara göre, FMB03'ün diğer iki bala göre daha az kristalleşme eğiliminde olduğu söylenebilir, çünkü fruktoz + glikoz içeriği daha yüksektir.

Balda doğal olarak bulunan diastaz enzimi, coğrafi ve bitki örtüsüne bağlı olarak değişiklik gösterir. Diastaz miktarı balın tazeliğini de etkiler. Diastaz, balın tüketicilere ulaşmadan önce sıcaklık değişimlerine maruz kalıp kalmadığını belirlemede kullanılan bir kalite parametresidir (Çiftci, 2014). Yüksek diastaz seviyeleri arzu edilir, çünkü diastaz kaybı istenmeyen sonuçlara yol açabilir. Diastaz

seviyeleri asitlikle ilişkilidir, bu nedenle bal örnekleri arasında diastaz sonuçları Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygundur. Ayrıca, FMB03 için elde edilen diastaz sonucu diğer iki balın sonuçlarına göre iki kat daha fazladır. Yüksek diastaz seviyeleri artmış asitlikle uyumludur. Serbest asitlik değerlerini karşılaştırdığımızda birbiriyle uyumlu olduklarını gözlemlenmiştir.

**Çizelge 4.1** Bal Numunelerinin Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Özellikler	İstenilen Değerler*	Numune Adı		
		FMB01	FMB02	FMB03
<b>Yabancı Madde Tayini</b>	Yabancı madde ihtiva etmemeli; koku, tat, akıcılık, renk ve görünüm bakımından grup ve tipine özgü olmalı	UYGUN	UYGUN	UYGUN
<b>Nem Miktarı, %</b>	En fazla %20	17.2	16.5	15.4
<b>Serbest Asitlik, meq/kg</b>	En fazla 50	16.0	16.5	23.5
<b>Maltoz, %</b>	En fazla %4	2.74	3.42	2.56
<b>Sakaroz, %</b>	En fazla %5	0.29	0.07	TE
<b>Fruktoz, %</b>		37.53	36.78	39.50
<b>Glukoz, %</b>		30.30	30.07	32.32
<b>Fruktoz+Glikoz, %</b>	Çiçek balı için en az %60 Çam balı için en az %45	67.83	66.85	71.82
<b>Fruktoz/Glikoz</b>	Çiçek Balı için 0.9-1.4 Çam balı için 1.0-1.4	1.24	1.22	1.22
<b>Elektrik İletkenliği, mS/cm</b>	Çiçek balı için en fazla 0.8 Çam ve kestane balı için en az 0.8	0.20	0.20	0.22
<b>Diastaz Sayısı, ds</b>	En az 8	12.50	11.76	21.43
	Çiçek Balı için -23 ve daha negatif Çam balı için -22,5 ve daha negatif	-25.10	-25.10	-26.30
<b>Delta C13 Protein</b>		-25.81	-25.88	-27.16
<b>Delta C 13 Farkı</b>	-1.0 veya daha pozitif (çam balı hariç)	-0.71	-0.78	-0.86
<b>%C4</b>	En fazla %7 (çam balı hariç)	4.63	5.10	5.17

\* TÜRK GIDA KODEKSİ BAL TEBLİĞİ 2020/7

## 4.2 Antioksidan Analiz Bulguları

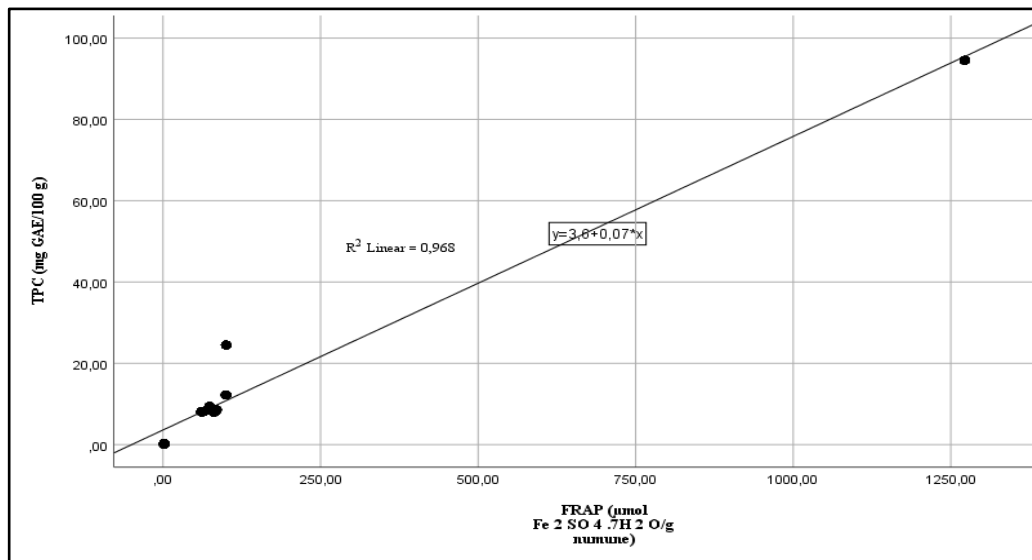
### 4.2.1 Numunelerin Toplam Flavonoid Madde, Toplam Fenolik Madde, Demir (/III) İndirgeme Antioksidan Güç – FRAP Tayini ve DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini Bulguları

Rize'nin İkizdere ilçesi Ballıköy Anzer Yaylası'nda üretilen Anzer Balı, Türkiye'nin değişen iklim koşullarına sahip farklı bölgelerinden kaynaklanan çeşitli çiçeklenme mevsimleri nedeniyle zengin ve çeşitli bir floranın övünç kaynağıdır. Bölgede üretilen balın içeriği, her yıl değişen iklim koşullarıyla birlikte çeşitlenmektedir. Anzer bölgesinde bal, polen ve propolis örnekleri, FMB01, FMB02, FMB03, FMP01, FMP02, FMP03, FMP04, FMP05, FMP06, FMP07, FMP08 ve FMPR1 olmak üzere dokuz farklı kovandan elde edilmiştir. Çalışmada, balların toplam fenolik içeriği, toplam flavonoid içeriği, FRAP ve DPPH radikal temizleme testleri değerlendirildi. Ayrıca, örneklerin fenolik profilleri de açıklandı (Çizelge 4.2). Çalışmada, ballar arasında en yüksek toplam fenolik içerik FMB03 numunesinde 0.270 mg GAE/100g olarak bulundu. En düşük toplam fenolik içerik ise FMB02 numunesinde 0.156 mg GAE/100g olarak belirlendi. Malkoç ve arkadaşları 2019 yılında yaptıkları çalışmada 11 farklı Anzer balını analiz ettiler ve bu balların toplam fenolik içeriği 19.50 ile 38.30 mg GAE/100g arasında değiştiği belirlendi. (Malkoç ve ark., 2019). Benzer şekilde, Hepsağ (2019), 21 Anzer balı örneği üzerinde çalışmış ve toplam fenolik içeriğin 0.80 ile 1.35 mg GAE/100g numune arasında değiştiğini rapor etmiştir (Hepsağ, 2019). Çalışmada, polen örneği FMP08 en yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olarak 24.511 mg GAE/100g numune bulunurken, en düşük toplam fenolik içeriğe sahip numune FMP04'te 7.981 mg GAE/100g olarak tespit edilmiştir. Çalışmadaki propolis örneği ise 94.530 mg GAE/100g numune toplam fenolik içeriğe sahiptir. Ulusoy, 2010 yılında 14 Anzer balı ve 13 polen örneği üzerinde çalışmış ve bal için toplam fenolik içeriğin 4.26 ile 10.61 mg/g, polen için ise 44.07 ile 124.10 mg/g arasında değiştiğini rapor etmiştir. Ulusoy ve arkadaşları (2013), 13 Anzer polen örneği üzerinde çalışmış ve toplam fenolik içeriğin 44.07 ile 124.10 GAE/100g numune arasında değiştiğini bulmuşlardır. (Ulusoy ve ark., 2013). Tüm polen örnekleri yüksek düzeyde fenolik bileşiğe sahiptir. Özkök ve ark. (2021), Türkiye'nin farklı lokasyonlarından elde edilen polen örneklerinden Anzer poleninin 27.1 GAE/100g olarak tespit edilen toplam fenolik içeriğe sahip olduğunu rapor etmişlerdir (Özkök ve ark., 2021).

**Çizelge 4.2** Bal Örneklerinin Toplam Fenolik (TP), Toplam Flavonoid (TF) İçerik ve Antioksidan Aktivite Sonuçları

Numune	TPC (mgGAE/g numune)	TFC (mgQE/g numune)	FRAP ( $\mu\text{molFeSO}_4.7\text{H}_2\text{O/g}$ )	DPPH SC <sub>50</sub> mg/mL
FMP01	8.068±0.041	3.798±0.024	60.895±0.847	0.70±0.02
FMP02	9.391±0.074	4.903±0.011	73.561±0.317	0.60±0.02
FMP03	12.237±0.042	4.923±0.150	99.891±3.517	0.43±0.01
FMP04	7.981±0.081	4.573±0.008	80.420±1.756	0.75±0.02
FMP05	8.073±0.016	3.611±0.091	64.036±0.000	1.57±0.03
FMP06	8.117±0.060	4.961±0.110	82.036±0.453	0.74±0.02
FMP07	8.564±0.056	4.497±0.056	85.049±0.297	0.68±0.04
FMP08	24.511±1.192	8.712±1.099	100.09±4.567	0.48±0.02
FMPR1	94.530±0.701	101.539±1.234	127.2±4.286	0.05±0.00
FMB01	0.229±0.028	-	1.702±0.019	90.75±7.14
FMB02	0.156±0.009	-	1.572±0.021	83.42±5.56
FMB03	0.270±0.027	-	1.840±0.125	74.43±4.45
Troloks				0.004±0.001

Numunelerin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan ve tercih edilen FRAP metodudur. Bal numunelerinin FRAP sonuçları 1.840-1.1572  $\mu\text{molFeSO}_4.7\text{H}_2\text{O/g}$  arasında değişmektedir. Çalışmada en yüksek FRAP değeri FMBO3'te tespit edilmiştir. Polen numunelerinin FRAP sonuçları 100.09-60.895  $\mu\text{molFeSO}_4.7\text{H}_2\text{O/g}$  arasında değişmektedir. En yüksek FRAP değeri FMP08'de kaydedilmiştir. FMPR1 FRAP değeri 127.2  $\mu\text{molFeSO}_4.7\text{H}_2\text{O/g}$  tespit edilmiştir. Ulusoy ve ark., 2013 yılında yaptığı çalışmada 13 tane Anzer poleni ile çalışılmış ve numunelerin FRAP sonuçları 11.77-105.06  $\mu\text{molFeSO}_4.7\text{H}_2\text{O/g}$  olarak tespit edilmiştir (Ulusoy ve ark., 2013).



**Şekil 4.1** Toplam Fenolik İçerik ve FRAP değerleri Korelasyon Grafiği

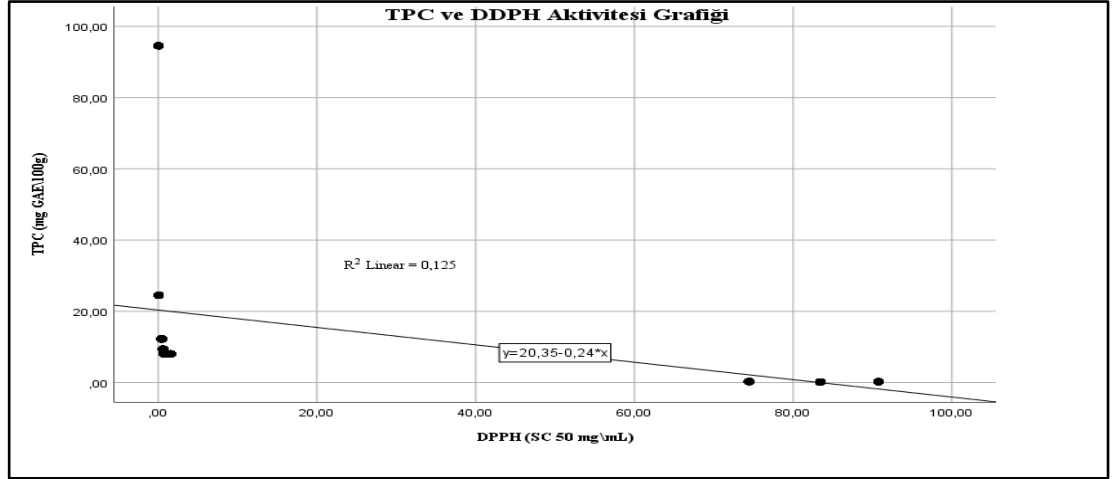
Numunelere radikal temizle aktivitesi olarak DPPH testi yapıldı ve SC 50 değerleri bal numuneleri için 74.43-90.75 mg/mL olarak tespit edildi. Malkoç ve ark., 2019 yılında 11 farklı anzer balı ile yaptıkları çalışmada serbest radikal temizleme aktivitesi (DPPH) 38.04 ile 64.12 mg/mL arasında olduğu tespit edildi (Malkoç ve ark., 2019).

Demir (2022), 4 farklı bal çeşidini incelediği araştırmada Anzer balının DDPH 20.226 mg/mL olarak tespit etmiştir. Ayrıca çalıştığı karakovan balı, kestane balı ve çiçek balı arasında en yüksek DDPH değerini Anzer balından elde etmiştir (Demir, 2022). Başka bir çalışmada Anzer balının 11 örneğinde antioksidan aktivite incelenmiştir. Balların DPPH sonuçları 35.10-64.12 mg/mL arasında değiştiği belirlenmiştir (Malkoç ve ark., 2019).

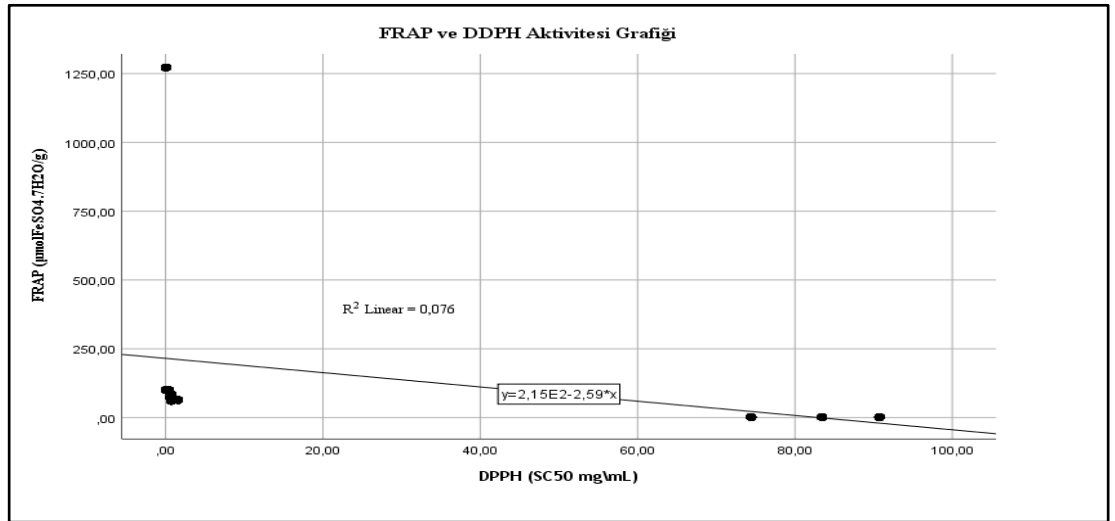
Ulusoy ve ark., 2013 yılında 11 tane Anzer poleni ile yaptığı çalışmada polenlerin DPPH sonuçları 0.65–8.20 mg/mL olarak tespit edilmiştir (Ulusoy ve ark., 2013). Türkiye'nin farklı lokasyonundan 10 adet polen numunesini inceledikleri çalışmada 3 adet Anzer poleni 20.31-25.61 mg/mL DPPH aktivitesi tespit edilmiştir. İncelenen diğer polenler arasında kestane polenleri en yüksek antioksidan aktiviteye sahipken, onu Bayburt ve Anzer polenleri izlemektedir (Kalaycıoğlu ve ark., 2017).

Türkiye polen ve propolis numunelerinin 10, 100 ve 1000 µg/mL konsantrasyonlarındaki DPPH süpürme aktiviteleri incelenmiştir. Polen için DDPH aktiviteleri sırasıyla 5.75, 10.51 ve 28.42 µg/mL. Propolis için DDPH aktiviteleri sırasıyla 4.92, 70.80 ve 89.57 µg/mL. Propolis özütünün TPC değerinin ( $86.90 \pm 11.15$  µg GAE/mg) polen özüne ( $45.24 \pm 5.75$  µg GAE/mg) kıyasla DPPH'ye karşı daha yüksek antiradikal aktivite göstermiştir (Kahraman ve ark., 2022).





Şekil 4.2 Toplam Fenolik İçerik ve DPPH Aktivitesi Korelasyon Grafiği



Şekil 4.3 FRAP değerleri ve DPPH Aktivitesinin Korelasyon Grafiği

Antioksidan bileşenlerin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin başında RP-HPLC-UV yer almaktadır. Çalışmada, 25 farklı fenolik bileşik standardı kullanılarak RP-HPLC-UV cihazıyla 280 ve 315 nm dalga boylarında analizler yapılmıştır. Çizelge 4.4'te de görüldüğü üzere çalışmada Anzer balı, polen ve propolis örneklerinin fenolik içeriği incelenmiştir. FMB01 numunesinin benzoik asit, ramnetin ve krisin fenolik bileşikleri içerdiği tespit edilmiştir. FMB02 ve FMB03 numunelerinin benzoik asit, ramnetin, krisin, kumarik asit ve sinnamik asit fenolik bileşikleri içerdiği tespit edilmiştir. FMB01 ve FMB03 numunelerinde en fazla bulunan fenolik bileşik krisin (1.5-4.26 mg\100g) en az bulunan p-OH benzoik asit (0.96-1.09 mg\100 g). FMB02 numunesinde en fazla bulunan fenolik bileşen krisin (1.5 mg\100 g) en az bulunan t-sinamik asit (0.89 mg\100 g).

Onbir adet Anzer balı örneği üzerinde yaptıkları çalışmada, fenolik bileşimleri analiz ettiler. Daidzein ve şiringik asit hariç olmak üzere, anzer ballarında pinosembrin, hesperidin, krisin, protokatekuik asit, p-kumarik asit, kateşin, kafeik asit fenil ester (CAPE), p-OH benzoik asit, kafeik asit major düzeyde, mirisetin, luteolin, rutin, resveratrol, epikateşin, tsinnamik asit, ferulik asit ve gallik asit minör düzeyde tespit edilmiştir. (Malkoç ve ark., 2019).

Kara ve ark., 2019 yılında Kırklareli bölgesindeki 5 adet meşe balı ile yaptıkları çalışmada fenolik bileşenlerin analizinin belirlenmesinde 19 standart kullanılmıştır. Luteolin, epikateşin ve hesperidin dışındaki tüm standartlar farklı konsantrasyonlarda tespit edilmiştir (Kara ve ark., 2019)

Kara (2019) Türkiye'den elde edilen çam balı ile yaptığı çalışmada çalışılan fenolik bileşiklerin analizi sonucunda başlıca fenolik bileşiği protokatekuik asit olup, bunu krisin, p-OH benzoik asit ve kateşin izlemektedir (Kara, 2019).

Demir 2022 yılında 4 farklı bal numunesi ile yaptığı çalışmada Anzer balında; klorogenik asit, kafeik asit, syringic asit, t-sinamik asit ve krizin tespit edilmiştir. Bal numunesinde en yüksek bulunan fenolik bileşik kafeik asitken, en düşük bulunan fenolik bileşik krizindir (Demir, 2022).

Tüm polen örnekleri ele alındığında genel olarak sekiz fenolik bileşiğe sahip olduğu bulunmuştur: rutin, t-sinamik asit, p-OH benzoik asit, p-kumarik asit, krisin, pinosembrin, hesperetin ve mirisetin. Polen numuneleri içeriğinde ortak olan fenolik bileşenler sırasıyla rutin, krisin ve pinosembrindir. FMP01 numunesinde ortak olan fenolik bileşiklerden farklı olarak hesperetin tespit edilmiştir. FMP02 ve FMP08 numunelerinde ise p-OH benzoik asit bulunurken, FMP03 ve FMP06 numunelerinde p-kumarik asit tespit edilmiştir. FMP04, FMP05 ve FMP07 numunelerinde ortak olan fenolik bileşenler dışında farklı bir fenolik bileşen tespit edilmemiştir. FMP08 hariç tüm numunelerde t-sinamik asit tespit edilmiştir ayrıca FMP08 numunesinde yüksek oranda mirisetin tespit edilmiştir.

FMP01, FMB02 ve FMP03 numunelerinde en fazla bulunan fenolik bileşik rutin (176.2-47.2 mg\100 g) en az bulunan fenolik bileşik pinosembrin (9.47-2.72 mg\100 g). FMP04 numunesinde en fazla bulunan bileşik rutin (62.1 mg\100 g) en az bulunan fenolik bileşik krisin (12 mg\100 g). FMB05 numunesinde en fazla bulunan

fenolik bileşik t-sinamik asit (117 mg\100 g) en az bulunan pinosebrin (3.75 mg\100 g). FMB06 ve FMB07 numunelerinde en fazla bulunan fenolik bileşik rutin (70.8-138 mg\100 g) en az bulunan pinosebrin (3.86-6.32 mg\100 g). FMB08 numunesinde en fazla bulunan fenolik bileşik rutin ve mirisetin (530-526 mg\100 g) en az bulunan p-OH benzoik asit (38.4 mg\ 100 g).

Ulusoy ve ark., 2013 yılında yaptıkları çalışmada 13 Anzer poleninde dokuz fenolik bileşik tespit edilmiştir: p-OH benzoik asit, vanilik asit, t-sinamik asit, şırınga asiti, p-kumarik asit, ferulik asit, rutin, cis-transabsisik asit ve kafeik asit. Polenler büyük oranda rutin (25.59-439.00 mg / 100 g), p-kumarik asit (34.16-127.85 mg / 100 g) ve ferulik asit (36.83-230.55 mg / 100 g) gösterdiği belirlenmiştir (Ulusoy ve ark., 2013).

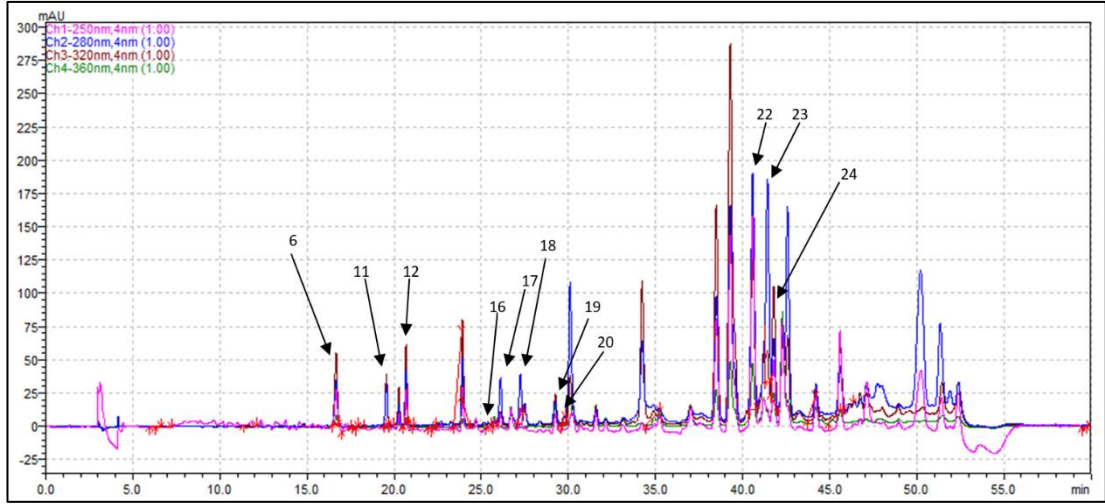
*Rhododendron* türlerinden elde edilen polen örneklerinde dokuz fenolik bileşen tespit edilmiştir: şiringik asit, ferulik asit, mirisetin, luteolin, t-sinamik asit, hesperetin, krisin, pinosebrin ve CAPE. İçlerinde en fazla bulunan fenolik bileşenin mirisetin (497.08-624.27 mg\ 100g) olduğu tespit edilmiştir (Alkan ve ark., 2020).

FMPR1 numunesinde 14 farklı fenolik bileşen tespit edilmiştir; gallik asit, p-OH benzoik asit, kafeik asit, ellagik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, luteolin, kuersetin, t-sinamik asit, apigenin, ramnetin, krisin, pinosebrin ve CAPE. İçlerinde en fazla bulunan fenolik bileşenler pinosebrin (6030 mg\100 g), krisin (4892 mg\100 g) ve ellagik asit (3659 mg\100 g). En az bulunan fenolik bileşen p-OH benzoik asit (33 mg\ 100g).

**Çizelge 4.3** Bal, Polen ve Propolis Örneklerinin Fenolik İçerikleri ( $\mu\text{g}$  fenolik/mg örnek cinsinden verilmiştir)

Standartlar	FMB01	FMB02	FMB03	FMP01	FMP02	FMP03	FMP04	FMP05	FMP06	FMP07	FMP08	FMPR1
Gallik asit	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	82.4
Protokatekuik Asit	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Klorojenik Asit	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>p</i> -OH Benzoik Asit	0.96	1.15	1.09	N.D.	5.49	8.67	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	38.4	33
Epikateşin	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Kafeik Asit	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1350
Şiringik Asit	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>m</i> -OH Benzoik Asit	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Rutin	N.D.	N.D.	N.D.	176.2	80.6	47.2	62.1	23.7	70.8	138	526.7	N.D.
Ellagik Asit	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3659
<i>p</i> -Kumarik Asit	N.D.	1.02	1.66	N.D.	N.D.	15.7	N.D.	N.D.	14	N.D.	N.D.	854
Ferulik Asit	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1091
Mirisetin	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	530	N.D.
Resveratrol	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Daidzein	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Luteolin	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	81.3
Kuersetin	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	147
<i>t</i> -Sinnamik Asit	N.D.	0.89	1.07	9.01	65.8	27.9	34.1	117	46.9	29.9	N.D.	302
Apigenin	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	441
Hesperetin	N.D.	N.D.	N.D.	16.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ramnetin	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	195
Krisin	1.50	1.53	4.26	3.98	3.26	36.3	12	6.94	5.6	7.56	100	4892
Pinosembrin	1.23	1.24	3.43	3.45	2.72	9.47	13.9	3.75	3.86	6.32	111	6030
CAPE	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1986
Curcumin	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

N.D.: tespit edilemedi.



**Şekil 4.4** Fenolik İçerik Kromotogramı: Gallik Asit, Protokatekuik Asit, Klorojenik Asit, p-OH Benzoik Asit, Epikateşin, Kafeik Asit, Şiringik Asit, m-OH Benzoik Asit, Rutin, Ellagik Asit, p-Kumarik Asit, Ferulik Asit, Mirisetin, Resveratrol, Daidzein, Luteolin, Kuersetin, t-Sinamik Asit, Apigenin, Hesperetin, Ramnetin, Krisin, Pinosembrin, CAPE, Curcumin (Kara ve ark., 2022).

### 4.3 Numunelerin UV-Vis Spektrum ve FTIR Deneylerinin Bulguları

Kızılötesi spektroskopi, gıda ürünlerinde sahtekarlık veya üretilmiş ürünlerin kalite kontrolünde en yaygın kullanılan spektroskopik tekniklerden biridir (Pauliuc D., 2021). IR spektrumunda, grup frekansı bölgesi (4000 ila 1450  $\text{cm}^{-1}$ ), moleküldeki ana fonksiyonel grupları gösterirken, iskelet titreşim bölgesi (1450 ila 400  $\text{cm}^{-1}$ ), bireysel fonksiyonel grupların değil, tüm molekülün titreşimlerinin piklerini içerir (Erdik, 1993). Bu bağlamda, FTIR-ATR tekniği ilk bakışta çeşitli bal örneklerindeki yapısal gruplar hakkında genel bilgi sağlayacaktır. Öte yandan, UV-Vis spektrofotometri, doğal ürünlerin ve bal örneklerinin moleküler yapıları hakkında bilgi edinmek için kullanılan diğer önemli bir tekniktir. Bir UV spektrumu, moleküldeki elektronların uyarılmasıyla elektronik enerji seviyeleri arasındaki geçişlere ait bantlar verir. Bu geçişlere karşılık gelen maksimum absorpsiyon dalga boyu değerleri, moleküldeki kromofor ve oksokrom grupları aracılığıyla yapısal bilgi sağlar (Erdik, 1993).

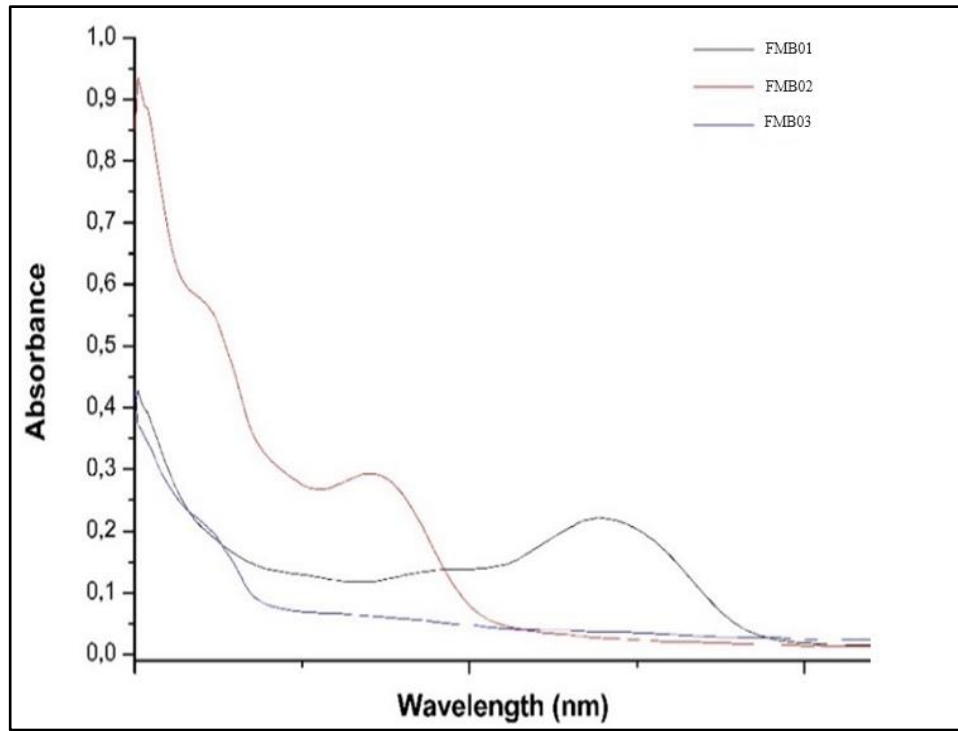
Numunelerin UV-Vis spektrumları, örneklerin toplandığı kovanlar arasındaki farklılıkları ortaya çıkardı (Çizelge 4.4). FMB02 ve FMB03 örneklerinin absorpsiyon bantları benzer dalga boyu değerlerine sahip olmasına rağmen absorpsanları farklıdır. FMB01 numunesi UV-Vis'te 290 ve 339 nm'de sergilediği bantlar ile diğer numunelerden farklılık göstermektedir. spektrum. Numunelerin UV-Vis spektrumları

temel olarak FMB01 ve FMB02 için sırasıyla yaklaşık 200, 220 ve 270 nm'de üç absorpsiyon bandına sahipken, FMB03 numunesi yaklaşık olarak 200, 290 ve 340 nm'de bantlara sahiptir (Şekil 4.5).

**Çizelge 4.4** Bal Örneklerinin UV-Vis. Absorpsiyon Bantları (FMB01-3)

Samples	$\lambda_{\max}$ (nm)	A
FMB01	201, 204, 290, 339	0.428, 0.391, 0.137, 0.222
FMB02	201, 204, 227, 272	0.906, 0.885, 0.564, 0.292
FMB03	200, 202, 222, 273	0.441, 0.364, 0.205, 0.061

<sup>1</sup> $\lambda_{\max}$ : Maksimum absorpsiyonda dalga boyu değeri; A: Absorbans



**Şekil 4.5** Bal Örneklerinin UV-Vis. Spektrumları (FMB01-03)

Numunelerin FTIR spektrumları birbirine benzerdir. Ana pikler, numunelerin O-H ve N-H grupları, alifatik zincirler, aromatik gruplar, doymamış zincirler (FMB02 ve FMB03'te), peptid bağının karbonil grubu (sadece FMB01'de), C-N ve C-O grupları içeren bileşiklere sahip olduğunu göstermektedir. Bu zirvelerin dalga sayıları ( $\text{cm}^{-1}$ ) aşağıdaki Çizelge 4.5'te listelenmiştir.

**Çizelge 4.5** Bal Örneklerinin FTIR Spektrum Atamaları (**FMB01-3**)

Functional group/ Vibration mode <sup>a</sup>	FMB01	FMB02	FMB03
O-H and/or N-H stretching	3441, 3371, 3248 (s)	3448, 3379, 3248 (s)	3448, 3255 (s)
Aliphatic C-H stretching	2962, 2931, 2865 (w)	2963, 2931, 2846 (w)	2970, 2931, 2885 (w)
Aromatic =C-H overtone and combination bands of out of plane bending	1921- 1728 (w)	1990- 1743 (w)	1921- 1743 (w)
C=O stretching of peptide bond	1643 (w)	-	-
C=C stretching	-	1651 (w)	1651 (w)
Aliphatic C-H in-plane asymmetric bending	1427, 1373 (m)	1427, 1373 (m)	1427, 1365 (m)
C-N stretching	1149 (s)	1149 (m)	1149 (m)
C-O stretching	1010 (s)	1010 (s)	10310 (s)
Aromatic =C-H out of plane bending	763, 671 (s)	771, 663 (s)	771, 663 (s)

<sup>a</sup>1Karşılık gelen değerler dalga sayısıdır (cm<sup>-1</sup>); Tepe yoğunlukları s: güçlü, m: orta, w: zayıf kısaltmalarıyla işaretlenmiştir.

Balın içerdiği bazı kimyasal bileşiklerin spesifik analizlerini yapmak için yaklaşık 20 yıldır çeşitli spektroskopik yöntemler kullanılmaktadır (Cordella ve ark., 2002). FTIR ve UV-Vis spektroskopik çalışmalar, numunelerdeki bileşiklerin ana yapısal moleküler işlevselliklerini ortaya çıkararak içerdikleri fito bileşenlerin profilini gösterdi. UV-Vis'te spektrumlarında numunelerin, aromatik sistem varlığını göstermekle birlikte 200 nm'den daha yüksek 2 absorpsiyon bandı olduğu görüldü. FMB02 ve FMB03 numunelerinde 220-280 nm arasındaki bantlar, heteroatomlu bir kromoforun varlığına karşılık gelir (Erdik, 1993). Fenolik bileşikler 320 ile 380 nm arasında 2 ana absorpsiyon bandına sahiptir (Özsoy ve ark., 2008). FMB01 örneğindeki 339 nm'deki bant, diğer örneklere göre fenolik bileşikler açısından daha zengin olduğunu göstermektedir. Şaşırtıcı bir şekilde, FTIR spektrumlarında glikoz ve fruktozun aldehit veya keton gruplarının karbonil (C=O) gerilmesini gözlemlemedik ancak örneklerin tamamında O-H ve C-O gerilmeleri mevcuttur bu sonuç glikoz ve fruktozun örneklerde sükroz formunda bir arada bulunduğunu gösterdi. Bununla birlikte, FMB03 örneğinde gözlenen karbonil gerilmesi, aldehitlerin, ketonların,

esterlerin ve organik asitlerin C=O gerilmelerine kıyasla düşük bir dalga sayısında ve bu, amino asitlerin peptidine karşılık gelen amid bağının varlığını gösterir (Cozzolino, 2009). Ayder yaylası 15 günde bir değişen florası nedeniyle endemik ve endemik olmayan birçok bitki türünü barındırmaktadır (Malkoç ve ark., 2019). Sonuç olarak, Kafkas arıları farklı çiçek türlerini ziyaret edebilir ve balın türü aynı olsa bile, farklı kovanlardan alınan bal örneklerinin kimyasal bileşimi farklı olabilir.

#### **4.4 Gaz Kromatografisi ve Kütle Spektrometresi Deneyinin Bulguları**

GC-MS kullanılarak yapılan analiz sonucunda numunelerin farklı bileşik gruplarına sahip oldukları belirlenmiştir. Kuru ağırlığının %95'lik birimi karbonhidrat sınıfı bileşiklerden oluşmaktadır. Bunun yanında eser miktarda farklı bileşiklerde içermektedir. Tespit edilen 84 farklı uçucu bileşiğin numunelerde farklı oranlarda bulunduğu ortaya çıkmıştır. FMB01'de başlıca tespit edilen yağ asitleri 9-Oktadesenamid (%14.39), Pentadekanoik asit (%14.39) ve 2-Amino-9-3,9-Dihidro-Puri (%9.63). FMB02'de başlıca tespit edilen yağ asitleri propil oktanoat (%22.35), pentadekanoik asit (%13.5) ve 9-Oktadesenamid (%19.08) (Çizelge 4.6). FMB03'de başlıca tespit edilen yağ asitleri Bütan-1,2,3,4-tetraol (%20.92), Etil 3-metiloksirankarboksilat (%14.98) ve pentadekanoik asit (%9.96) (Çizelge 4.7). FMP01'de başlıca tespit edilen yağ asitleri pentadekanoik asit (%19.96), 9-Oktadesenamid (%17.47) ve 1-Heptakozanol (%11.15). FMP02'de başlıca tespit edilen yağ asitleri Etil linoleolat (%20.45), Oktadekanoik asit (%18) ve 9-Oktadesenamid (%11.28) (Çizelge 4.8). FMP03'de başlıca tespit edilen yağ asitleri etil linoleolat (%31.91), pentadekanoik asit (%13.2) ve heksadekanoik asit (%12.03). FMP04'de başlıca tespit edilen yağ asitleri oktadekanoik asit (%18.5), etil linoleolat (%15.96) ve 9-oktadesenamid (%12.44) (Çizelge 4.9). FMP05'de başlıca tespit edilen yağ asitleri etil linoleolat (%16.35), pentadekanoik asit (%15.44) ve 9-oktadesenamid (%15.43). FMP06'da başlıca tespit edilen yağ asitleri pentadekanoik asit (%16.48), 9-oktadesenamid (%16.45) ve etil linoleolat (%16.05) (Çizelge 4.10). FMP07'de başlıca tespit edilen yağ asitleri pentadekanoik asit (%20.68), etil linoleolat (%9.84) ve 1-pentakozanol (%8.14). FMP08'de tespit edilen yağ asitleri oktadekatrienoik asit (%20.65), heksadekanoik asit (%9.37) ve siklolanostan-3-ol (%8.48) (Çizelge 4.11). FMPR1'de tespit edilen başlıca yağ asitleri metil kommat (%33.62), taraksasterol-



asetat (%13.2) ve  $\alpha$ -selin (%11.25) (Çizelge 4.7). GC\MC sonuçları diğer yapılan çalışmalarla incelendiğinde numunelerde yüksek yüzdelerle bulunan örneklerden biri olan etil linoleat yağ asidinin yüksek oranda bulunduğu FMP02-07 ekstratları yüksek oranda inhibisyon etki göstermiştir. Yapılan bir çalışmada, kurutulmuş ve taze bitkisel bitkilerden (*Phyllanthus amarus*) elde edilen bitki ekstraktlarının beyaz bacak karidesinde (*L. vannamei*) akut hepatopankreatik nekroz hastalığına (AHPND) neden olan *Vibrio parahaemolyticus* suşuna karşı antibakteriyel aktivitesini araştırılmıştır. Yüksek oranda antimikrobiyal etki görülmüştür GC\MC sonuçları ele alındığında içeriğinin %22.43'lük bölümünün etil linoleat olduğu tespit edilmiştir (Phoung ve ark., 2019).

**Çizelge 4.6 FMB01 ve FMB02 Numunelerinin GC\MC Sonuçları**

FMB01					FMB02				
R. T	% area	name	cas no:	Sİ	R. T	% area	Name	cas no:	Sİ
3.15	7.61	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	94	3.09	1	Metil malonik Asit	516-5-2	77
3.235	1.39		0-0-0	0	3.148	5.8	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	94
3.47	1.71	2,5-diokso-3-metilpiperazin	0-0-0	87	3.379	1.72	1-Heksanamin, N-heksil- (CAS)	143-16-8	83
3.572	2.52	2,4(1H,3H)-Pirimidindion,5-metil-(CAS)	65-71-4	88	3.47	2.07	2,5-diokso-3-metilpiperazin	0-0-0	85
3.72	1.27	3-Buten-1,2-diol (CAS)	497-6-3	88	3.571	2.38	2,4(1H,3H)-Pirimidindion, 5-metil-(CAS)	65-71-4	87
3.896	5.35	2-Propanamin, N-metil-N-nitroso- (CAS)	30533-8-5	81	3.624	1.16	4-İyodo-1-butanol format	85382-32-7	87
3.956	4.08	2,3-Dihidro-3,5-dihidroksi-6-metil-4H-piran-4-on	28564-83-2	90	3.895	3.64	(2S,4R,5R)-2-tert-Butil-(5-2H1)-4-metil-1,3-dioksan	84803-14-5	88
3.979	7.81	Benzoik asit (CAS)	65-85-0	97	3.955	22.35	Propil oktanoat	624-13-5	72
4.081					4.082				
4.16	3.6	Azetidin, 1,1'-metilenbis[2-metil- $\gamma$ -Heptalakton	38455-30-0	91	4.161	3.36	Azetidin, 1,1'-metilenbis[2-metil- $\gamma$ -Heptalakton	38455-30-0	90
	3.43		105-21-5	84		3.73		105-21-5	82
4.253	3.75	2H-Piran-2-metanol, tetrahidro- (CAS)	100-72-1	92	4.254	5.11	2H-Piran-2-metanol, tetrahidro- (CAS)	100-72-1	92
4.334	1.19	3-Heptanol, 2,4-dimetil- (CAS)	19549-72-5	71	4.34	0.78	3-Heptanol, 2,4-dimetil- (CAS)	19549-72-5	76
4.675	2.95	Bütan, 1-(1-etoksietoksi)-	57006-87-8	79	4.406	1.89	Keton, metil 2-metil-1,3-oksotiolan-2-il (CAS)	33266-6-7	83
5.627									
	9.63	2-Amino-9-3,9-Dihidro-Puri	0-0-0	85	4.646	0.82		0-0-0	0
10.858	2.28	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	93	7.755	2.21	Mome Inositol	0-0-0	89
12.876	4.02	Oktadekanoik asit	57-11-4	92	10.856	2.02	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	92
16.018	3.93	Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	542-44-9	87	12.873	4.53	Oktadekanoik asit	57-11-4	93
17.666	14.39	Pentadekanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester	98863-1-5	83	16.014	2.85	Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	542-44-9	87
18.156					17.662				
	17.98	9-Oktadesenamid	301-2-0	92		13.5	Pentadekanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester	98863-1-5	83
18.488	1.1	2,6,10,14,18,22-Tetrakosaheksaen, 2,6,10,15,19,23-heksametil- (CAS)	7683-64-9	89	18.154	19.08	9-Oktadesenamid	301-2-0	92

**Çizelge 4.7 FMB03 ve FMPR1 Numunelerinin GC\MC Sonuçları**

FMB03					FMPR1				
R. T	% area	name	cas no:	Sİ	R. T	% area	Name	cas no:	Sİ
3.152	3.97	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	94	9.44	0.59	(-)-Karyofililen oksit	1139-30-6	
3.47	1.42	2,5-diokso-3-metilpiperazin 2,4(1H,3H)-Pirimidindion, 5-metil-(CAS)	0-0-0	86	10.862	1.11	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	
3.571	2.2	(2S,4R,5R)-2-tert-Butil-(5-2H1)-4-metil-1,3-dioksan	65-71-4	87	12.701	1.16	9,12,15-Oktadekatrien-1-ol (CAS)	2774-90-5	
3.899	1.72	Bütan-1,2,3,4-Tetraol	84803-14-5	88	12.875	0.67	Oktadekanoik asit	57-11-4	
3.974	20.92	İzopropenil Vinil Eter	0-0-0	78	15.334	1.08	2-Propen-1-on, 1-(2,6-dihidroksi-4-metoksifenil)-3-fenil-, (E)-	18956-15-5	
4.085	2.95	γ-Heptalakton	0-0-0	90	16.017	1.42	Oktadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	0-0-0	
4.163	3.51	2H-Piran-2-metanol, tetrahidro-(CAS)	105-21-5	79	17.657	2.19	9-Oktadesenamid	123-94-4	
4.257	5.33	Keton, metil 2-metil-1,3-oksotiolan-2-il (CAS)	100-72-1	92	18.154	1.52	Heptakosil heptaflorobutirat	301-2-0	
4.409	3	d-Mannitol	33266-6-7	82	20.146	0.58	α-Guaiene	0-0-0	
4.475	3.61	Propan, 2-Metoksi-2-Metil-	69-65-8	79	21.503	0.79	Heptakosil heptaflorobutirat	3691-12-1	
4.651	1.99	Lactone G	0-0-0	0	21.753	0.86	Norolean-12-Ene	0-0-0	
4.7	1.57	2-Amino-9-3,9-Dihidro-Puri	1634-4-4	83	24.467	8.16	α-selinen	0-0-0	
5.414	2.73	Etil 3-metiloksirankarboksilat	0-0-0	89	24.578	11.2	A'-Neogammacer-22(29)-ene (CAS)	473-13-2	
5.646	4.85	n-Heksadekanoik asit	0-0-0	84	24.84	5.37	Metil Commat A	1615-91-4	
7.035	14.98	Oktadekanoik asit	19780-35-9	80	25.077	33.6	2,2,3,7-Tetrametiltrisiklo(5.2.0.0.(1,6))Undec-3-Ene	0-0-0	
10.857	1.53	Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	57-10-3	93	25.203	3.65	Metil Commat B	38609-30-2	
12.877	4.05	Pentadekanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester	57-11-4	92	25.788	1.98	Taraksasterol - Asetat	0-0-0	
16.014	1.43	9-Oktadesenamid	542-44-9	87	26.175	2.06	Taraksasterol - Asetat	0-0-0	
17.662	9.96		98863-1-5	83	26.376	8.76			
18.155	8.29		301-2-0	92	26.572	13.2			

**Çizelge 4.8 FMP01 ve FMP02 Numunelerinin GC\MC Sonuçları**

FMP01					FMP02				
R. T	% area	Name	cas no:	Sİ	R. T	% area	name	cas no:	Sİ
3.152	4.93	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	94	3.151	3.43	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	94
4.652	2.7	6-Desoksi-1-gulitol	0-0-0	76	3.899	1.67	2-Propanamin, N-metil-N-nitroso- (CAS)	30533-8-5	80
5.584	2.88	Guanosine (CAS)	118-0-3	84	3.961	0.7	2,3-Dihidro-3,5-dihidroksi-6-metil-4H-piran-4-on	28564-83-2	82
10.87	1.58	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	93	4.28	1.34	2-Propenoik asit, 3-(2-hidroksifenil)-, (E)-	614-60-8	78
11.23	4.93	Heksadekanoik asit, etil ester (CAS)	628-97-7	96	4.645	1.2	1,2,3-Butantriol	4435-50-1	77
12.274	1.69	Heneikosan	629-94-7	98	5.595	6.02	Guanosine (CAS)	118-0-3	85
12.88	1.94	Oktadekanoik asit	57-11-4	90	10.869	1.64	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	93
12.927	2.47	Etil linoleat	544-35-4	91	11.23	7.75	Heksadekanoik asit, etil ester (CAS)	628-97-7	96
13.001	6.31	Etil Linoleolat	544-35-4	97	12.273	4.35	Heneikosan	629-94-7	97
14.148	3.1	Heksatrikontan	630-6-8	93	12.886	2	Oktadekanoik asit	57-11-4	89
14.18	2.25	Heksadekanoik asit, 2-hidroksi-1,3-propandiil ester (CAS)	502-52-3	75	12.929	4.77	9,12-Oktadekadienoik asit, metil ester, (E,E)- (CAS)	2566-97-4	92
15.726	1.75	9,12-Oktadekadien-1-ol (CAS)	1577-52-2	86	13.002	20.45	Etil Linoleolat	544-35-4	97
15.804	3.1	Etil Linoleolat	544-35-4	90	13.199	0.81	Oktadekanoik asit, etil ester (CAS)	111-61-5	92
15.864	2.35	Heksakozan (CAS)	630-1-3	95	14.085	1.11	1-Tetrakozanol (CAS)	506-51-4	95
16.029	5.19	Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	542-44-9	86	14.146	4.79	Heksakozan (CAS)	630-1-3	96
17.676	19.96	Pentadekanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester	98863-1-5	83	15.82	2.83	1-Heptakozanol (CAS)	2004-39-9	91
18.168	17.47	9-Oktadesenamid	301-2-0	92	15.864	2.38	Heksatrikontan	630-6-8	93
18.501	1.83	2,6,10,14,18,22-Tetrakosaheksaen, 2,6,10,15,19,23-heksametil- (CAS)	7683-64-9	89	16.028	3.46	Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	542-44-9	86
20.182	11.15	1-Heptakozanol (CAS)	2004-39-9	93	17.676	18	Oktadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	123-94-4	83
21.796	2.44	1-Pentakozanol	26040-98-2	92	18.168	11.28	9-Oktadesenamid	301-2-0	91

**Çizelge 4.9** FMP03 ve FMP04 Numunelerinin GC\MC Sonuçları

FMP03					FMP04				
R. T	% area	Name	cas no:	Sİ	R. T	% area	name	cas no:	Sİ
3.151	2.19	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	94	3.147	3.92	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	95
3.865	1.09	1,2,3-Propantriol (CAS)	56-81-5	85	3.895	1.02	2-Propanamin, N-metil-N-nitroso- (CAS)	30533-8-5	83
4.125	0.94	1-Dodekanol (CAS)	112-53-8	91	4.275	1.53	2,3-Dihidro-Benzofuran	0-0-0	80
4.28	1.11	2,3-Dihidro-Benzofuran	0-0-0	85	5.581	4.76	Guanosine (CAS)	118-0-3	85
4.645	0.72	1,2,3-Butantriol	4435-50-1	77	6.786	1.92	$\beta$ -D- Glukopiranosid, metil (CAS)	709-50-2	95
5.587	3.2	Guanosine (CAS)	118-0-3	86	6.865	1	1,3-Siklopentandiol, trans- (CAS)	16326-98-0	72
6.868	1.84	Etil 3-metiloksirankarboksilat	19780-35-9	78	10.86	1.09	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	93
10.865	0.94	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	92	11.22	11.9	Heksadekanoik asit, etil ester (CAS)	628-97-7	96
11.227	12.03	Heksadekanoik asit, etil ester (CAS)	628-97-7	96	12.264	1.76	Heneikosan	629-94-7	97
12.27	2.63	Heneikosan	629-94-7	97	12.919	2.69	Etil linoleat	544-35-4	92
12.883	1.06	Oktadekanoik asit	57-11-4	90	12.992	15.96	Etil Linoleolat	544-35-4	97
12.926	6.49	Etil linoleat	544-35-4	92	14.138	5.53	Heksakozan (CAS)	630-1-3	95
12.999	31.91	Etil Linoleolat	544-35-4	97	15.615	1.31	9,12-Oktadekadien-1-ol (CAS)	1577-52-2	92
13.194	1.28	Oktadekanoik asit, etil ester (CAS)	111-61-5	92	15.81	5.37	1-Heptakozanol (CAS)	2004-39-9	92
14.145	4.11	Heksakozan (CAS)	630-1-3	95	15.854	2.5	Eikosan (CAS)	112-95-8	93
15.816					16.018		Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	542-44-9	86
	1.91	1-Eikosanol (CAS)	629-96-9	86		4.27			
15.862	1.74	Heksatrikontan	630-6-8	95	17.412	1.02	1-Heptakozanol (CAS)	2004-39-9	92
		Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)					Oktadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)		
16.025	2.72		542-44-9	87	17.666	18.5		123-94-4	83
		Pentadekanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester							
17.673	13.2		98863-1-5	83	18.157	12.44	9-Oktadesenamid	301-2-0	91
18.164	8.89	9-Oktadesenamid	301-2-0	91	20.173	1.49	1-Heptakozanol (CAS)	2004-39-9	91

**Çizelge 4.10** FMP05 ve FMP06 Numunelerinin GC\MC Sonuçları

FMP05					FMP06				
R. T	% area	Name	cas no:	Sİ	R. T	% area	name	cas no:	Sİ
3.147	3.07	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	95	3.147	2.79	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	95
3.875	1.58	Asetik asit, propil ester (CAS)	109-60-4	73	3.876	1.81	1,2,3,4-Tetrahidroksibutan	149-32-6	76
4.645	0.95	1,2,3-Butantriol	4435-50-1	77	4.643	0.86	1,2,3-Butantriol	4435-50-1	77
5.583	3.43	Guanosine (CAS)	118-0-3	85	5.588	4.38	Guanosine (CAS)	118-0-3	85
10.858	1.76	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	94	10.857	1.76	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	92
11.217	9.44	Heksadekanoik asit, etil ester (CAS)	628-97-7	96	11.218	10.73	Heksadekanoik asit, etil ester (CAS)	628-97-7	96
12.261	4.5	Heneikosan	629-94-7	97	12.261	1.24	Heneikosan	629-94-7	97
12.874	2.08	Oktadekanoik asit	57-11-4	90	12.875	1.72	Oktadekanoik asit	57-11-4	90
12.915	2.08	Etil linoleat	544-35-4	92	12.916	3.86	Etil linoleat	544-35-4	93
12.99	16.35	Etil Linoleolat	544-35-4	97	12.991	16.05	Etil Linoleolat	544-35-4	97
13.8	1.68	Heksakozan (CAS)	630-1-3	92	14.075	0.86	1-Tetrakozanol (CAS)	506-51-4	95
14.136	6.33	Heksakozan (CAS)	630-1-3	95	14.137	4.53	Heksakozan (CAS)	630-1-3	95
15.616	1.21	9,12-Oktadekadien-1-ol (CAS)	1577-52-2	92	15.615	1.72	9,12-Oktadekadien-1-ol (CAS)	1577-52-2	90
15.808	5.5	1-Heptakozanol (CAS)	2004-39-9	92	15.809	4.56	1-Heptakozanol (CAS)	2004-39-9	91
15.854	1.31	Eicosane (CAS)	112-95-8	92	15.852	1.76	Heksatrikontan	630-6-8	93
16.017	4.99	Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	542-44-9	87	16.015	5.27	Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	542-44-9	86
17.405	1.16	1-Heptakozanol (CAS)	2004-39-9	92	17.4	1.04	1-Heptakozanol (CAS)	2004-39-9	93
17.664	15.44	Pentadekanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester	98863-1-5	83	17.662	16.48	Pentadekanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester	98863-1-5	83
18.157	15.43	9-Oktadesenamid	301-2-0	91	18.154	16.45	9-Oktadesenamid	301-2-0	91
22.367	1.71	9,19-Siklolanostan-3-ol, asetat, (3.beta.)-(CAS)	4575-74-0	78	20.168	2.12	Heptakosil heptaflorobutirat	0-0-0	92

**Çizelge 4.11** FMP07 ve FMP08 Numunelerinin GC\MC Sonuçları

FMP07					FMP08				
R. T	% area	Name	cas no:	Sİ	R. T	% area	name	cas no:	Sİ
3.147	3.41	Formik asit, 2-propenil ester (CAS)	1838-59-1	94	10.877	9.37	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	92
3.865	1.97	1,2,3-Propanetriol (CAS)	56-81-5	87	11.217	2.08	Heksadekanoik asit, etil ester (CAS)	628-97-7	96
5.578	2.35	2-Amino-9-3,9-Dihidro-Puri	0-0-0	85	12.262	7.06	Heneikosan	629-94-7	95
10.86	4.64	n-Heksadekanoik asit	57-10-3	93	12.524	1.41	metil. -linoleoat	0-0-0	89
11.217	5.37	Heksadekanoik asit, etil ester (CAS)	628-97-7	96	12.642	6.43	9,12-Oktadekadienoik asit (Z, Z)-, metil ester (CAS)	112-63-0	89
12.62	2.25	Oksasikloheptadec-8-en-2-on (CAS)	123-69-3	85	12.725	20.65	9,12,15-Oktadekatrienoik asit, metil ester, (Z, Z, Z)- (CAS)	301-0-8	92
12.699	3.16	(Z,Z,Z)- (CAS)	301-0-8	92	12.883	5.85	Oktadekanoik asit	57-11-4	90
12.875	3.49	Oktadekanoik asit	57-11-4	90	12.92	2.12	Etil linoleat	544-35-4	90
12.915	3.61	Etil linoleat	544-35-4	92	12.991	5.6	Etil Linoleolat	544-35-4	96
12.99	9.84	Etil Linoleolat	544-35-4	97	14.168	2.2	Trikosil asetat	0-0-0	84
14.135	1.91	Heksatrikontan	630-6-8	93	15.798	1.55	(Z,Z)-6,9-cis-3,4-epoksi-nonadekadien	0-0-0	83
15.71	1.24	Etil linoleat	544-35-4	84	16.015	2.57	Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	542-44-9	86
15.795	2.62	Etil Linoleolat	544-35-4	88	16.575	3.06	Asetik asit, 1,3,3-trimetil-4-okso-6-oksabisiklo[3.1.0]heks-2-il ester	0-0-0	72
15.855	1.67	Heksakozan (CAS)	630-1-3	94	17.1	5.97	Solansol	0-0-0	93
16.016	5.12	Heksadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	542-44-9	86	17.551	1.78	Etil Linoleolat	544-35-4	86
17.664	20.68	Pentadekanoik asit, 2-hidroksi-1-(hidroksimetil)etil ester	98863-1-5	83	17.659	5.43	Oktadekanoik asit, 2,3-dihidroksipropil ester (CAS)	123-94-4	81
18.156	15.4	9-Oktadesenamid	301-2-0	91	18.153	5	9-Oktadesenamid	301-2-0	90
18.49	1.42	2,6,10,14,18,22-Tetrakosaheksaen, 2,6,10,15,19,23-heksametil- (CAS)	7683-64-9	90	20.169	2.07	1-Pentakozanol	26040-98-2	91
20.172	8.14	1-Pentakozanol	26040-98-2	92	20.247	1.32	Solansol	0-0-0	89
21.781	1.71	1-Pentakozanol	26040-98-2	91	22.366	8.48	9,19-Siklolanostan-3-ol, asetat, (3. beta.)- (CAS)	4575-74-0	77

#### 4.5 Mineral Madde Analizi Deneyinin Bulguları

Polen örneklerinin mineral madde analiz deneyleri sonucunda en fazla bulunan elementler sırasıyla Kalsiyum (Ca)> Potasyum (K)> Kobalt (Co)> Demir (Fe)> Sodyum (Na)> Bakır (Cu)> Mangan (Mn)> Stronsiyum (Sr)> Nikel (Ni)> Berilyum (Be)> Boron (B). Polen örneklerinde Magnezyum (Mg), Alimünyum (Al), Fosfor (P), Krom (Cr), Çinko (Zn) ve Selenyum (Se) tespit edilmemiştir. Yapılan diğer çalışmalar baz alındığında elde edilen sonuçların örtüştüğü tespit edilmiştir.

Bay ve ark., 2021 yılında yaptığı çalışmada İzmir, Balıkesir ve Afyon bölgelerinden toplanan arı polenlerinde kimyasal madde analizi incelendiğinde özellikle Ca, K, Mg, Fe, Si ve eser elementleri yüksek oranlarda tespit edilmiştir (Bay ve ark., 2021).

Üren ve ark., Türkiye’de bulunan ballarda en yüksek miktarda olan mineral element potasyumdur ve potasyum gibi diğer elementlerin (Cd, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg) miktarı da salgı balının çiçek ballarına göre oldukça yüksektir (Üren ve ark., 1998).

Anadolu bal arılarından toplanan polenlerde en bol bulunan element Na’dur. Tespit edilen 8 temel minaralin ortalama miktarları sırasıyla; K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu ve Cr (Kalaycıoğlu ve ark., 2017).

Cosmulescu ve ark., 2015 yılında ceviz polenleri ile yaptıkları çalışmada mineral kompozisyonu açısından en yüksek bulunan element potasyumdur (%69). İkinci sırada magnezyum (%21), bunu kalsiyum (%5.77) ve demir (%2.19) takip ettiği tespit edilmiştir (Cosmulescu ve ark., 2015).



**Çizelge 4.12 Anzer Polenlerinin Mineral Madde Profili (mg/kg)**

Mineral bileşimi	Polen örnekleri						
	FMP01	FMP02	FMP03	FMP04	FMP05	FMP06	FMP07
Berylyum (Be)	15.198	16.131	17.068	14.07	13.266	113.933	14.067
Boron (B)	16.131	17.068	14.077	13.26	113.933	14.067	16.131
Sodyum (Na)	9943.5	7525.7	6506.42	10404	6805.25	5323.3	9943.5
Magnezyum (Mg)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Alimünyum (Al)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Fosfor (P)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Potasyum (K)	9607163	9579767	8247098	8295207	8024373	6843273	960716
Kalsiyum (Ca)	3817339	3707885	3428724	3728628	3784202	3741510	3817339
Krom (Cr)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Mangan (Mn)	1498.1	1366.9	1293	1266	1294.6	1230	1498
Demir (Fe)	54096	65974.9	65149	29281	65181	32209	5409
Kobalt (Co)	216753	186350	223061	148935	154160	78505	216753
Nikel (Ni)	175.9	194.9	167.94	216.5	137	129.96	175.91
Bakır (Cu)	8105.6	8614.1	9366	5375	7080	4762.7	8105.6
Çinko (Zn)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Selenyum (Se)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Stronsiyum (Sr)	746.1	798.95	864.3	100	1051	959.7	746.107

N.D.: tespit edilemedi.

#### 4.6 Antimikrobiyal Aktivite Deney Bulguları

Kirby-Bauer Disk difüzyon testinden elde edilen sonuçlarda kontrol antibiyotiği olan Ampicilline karşı yüksek oranda inhibisyon zon çapı oluşturduğu tespit edilmiştir. Mikroorganizmalarda elde edilen inhibisyon zon çapları SPSS paket programında analiz edildiğinde, inhibisyon zon çaplarının normallik ve homojenlik ön koşullarını sağladığı için parametrik testlerden tek yönlü varyans analizine geçilmiştir. Buna göre;  $F(11,24) = 95.554$ ,  $p \leq 0.05$ . Farklılaşmanın hangi iki grup arasında olduğunu anlamak için post-hoc testlere geçilmiştir. Tukey karşılaştırmalarına göre FMP08 ile FMP01 arasında istatistiki olarak  $p \leq 0.05$  anlamlı fark bulunmuştur.

Mikroorganizmalar içerisinde en yüksek antimikrobiyal etki *Candida albicans* ATCC®10231'ta en düşük etki *S. cerevisiae* ATCC®976 görülmüştür. Mikroorganizmaların patojen olup olmamasının antimikrobiyal aktivite sonuçları üzerinde etkisi olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile irdelenmiştir. Buna göre  $U = (396,108) = 15443$ ,  $p \leq 0.05$ . Antimikrobiyal aktivite değerleri patojenlerin lehine istatistiki olarak anlamlı fark oluşturmuştur. Ayrıca Gram negatif bakterilerin, Gram pozitif bakterilere kıyasla daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Numunelerin antimikrobiyal aktiviteleri numune çeşidine göre (bal, polen, propolis) istatistiki olarak bal ile polen arasında farklılık olduğunu göstermiştir. Bu farklılık balın antimikrobiyal etkisinin lehinedir  $F(2, 501) = 10.270$ ,  $p \leq 0.05$ .

Yapılan bu çalışmadan elde edilen verilere göre bal numunelerinde FMB03 diğer iki bal numunesine göre mikroorganizmalar üzerinde etkilidir. En yüksek inhibisyon zonu oluşturduğu mikroorganizma *Micrococcus luteus* B1018 (23.75±1.43 mm). En düşük inhibisyon zonu oluşturduğu organizma *S. cerevisae* ATCC®976 (12.05±0.6 mm). *Klebsiella pneumoniae* sups. *Pneumoniae* ATCC®13883 üzerinde inhibisyon etkisi gözlenmemiştir. FMB01 numunesi mikroorganizmalara karşı en yüksek inhibisyon zonu *Lactobacillus rhamnosus* ATCC®53103 (24.64±1.64 mm) en düşük inhibisyon etki *S. cerevisae* ATCC®976 (12.30±0.55 mm). FMB02 numunesi mikroorganizmalara karşı en yüksek inhibisyon etkiyi *Listeria monocytogenes* ATCC®7677 (23.00±1.34 mm) ve en düşük inhibisyon etki *Enterococcus faecalis* ATCC®19433T (9.97±0.97 mm). Bal numunelerinden elde edilen sonuçlarda antibakteriyel ve antifungal etki gözlenmiştir. Bal numuneleri için MİK sonuçları incelendiğinde en yüksek ve en düşük MİK değerleri ≤12.5 ve ≤3.125 µL/mL.

Polen ve propolis numuneleri incelendiğinde FMP01 numunesi *Lactobacillus plantarum* subsp. *plantarum* ATCC®14917 (18.62±0.56 mm) üzerinde en yüksek inhibisyon etki gösterdi. Mikroorganizmalar üzerinde en düşük etkisi *S. cerevisae* ATCC®976 (12.73±0.47 mm). *Lactobacillus asitophilus* ATCC® 4356 ve *Lactobacillus rhamnosus* ATCC®53103 üzerinde inhibisyon etki göstermemiştir. FMP02 mikroorganizmalar üzerinde en yüksek inhibisyon zon çapı oluşturduğu mikroorganizma *Citrobacter freundii* ATCC®43864 (23.28±0.99 mm), en düşük inhibisyon zon çapı oluşturduğu mikroorganizma *S. cerevisae* ATCC®976 (11.20±0.61 mm). *Lactobacillus asitophilus*, *Lactobacillus plantarum* subsp. *plantarum* ve *Lactobacillus rhamnosus* üzerinde inhibisyon etki göstermemiştir. FMP03 mikroorganizmalar üzerinde en yüksek etki gösterdiği mikroorganizma *Listeria monocytogenes* ATCC®7677 (21.87±1.07 mm), en düşük inhibisyon zon çapı oluşturduğu mikroorganizma *S. cerevisae* ATCC®976 (8.90±1.16 mm). *Lactobacillus asitophilus*, *Lactobacillus plantarum* subsp. *plantarum* ve *Lactobacillus rhamnosus* üzerinde inhibisyon etki göstermemiştir. FMP04 mikroorganizmalar üzerinde en yüksek ve en düşük inhibisyon zon çapı oluşturduğu Mikroorganizmalar *Citrobacter freundii* ATCC®43864 (21.01±0.99 mm), *M. luteus* (8.52±1.22 mm) NRRL B-1018T. *Lactobacillus asitophilus*, *Lactobacillus plantarum* subsp. *plantarum* ve *Lactobacillus*

*rhamnosus* üzerinde inhibisyon etki göstermemiştir. FMP05 mikroorganizmalar üzerinde en yüksek ve en düşük inhibisyon zon çapı oluşturduğu mikroorganizmalar; *Lactiplantibacillus plantarum* subsp. *plantarum* ATCC®14917 (20.32±0.83 mm), *S. cerevisiae* ATCC®976 (7.46±1.41 mm). *Lactobacillus asitophilus* ve *Lactobacillus rhamnosus* üzerinde inhibisyon etki göstermemiştir. FMP06 mikroorganizmalar üzerinde en yüksek inhibisyon zonu oluşturduğu mikroorganizma *E. coli* ATCC®25922 (23.09±1.36 mm), en düşük inhibisyon etki gösterdiği mikroorganizma *S. cerevisiae* ATCC®976 (7.61±1.32 mm). *Salmonella enteric* subsp. *enterica*, *Lactobacillus asitophilus* ve *Lactobacillus rhamnosus* üzerinde inhibisyon etki göstermemiştir. FMP07 mikroorganizmalar üzerinde en yüksek ve en düşük inhibisyon zon çapı oluşturduğu mikroorganizmalar *E. coli* ATCC®25922 (23.71±1.42 mm) ve *S. cerevisiae* ATCC®976 (11.69±0.66 mm). *Salmonella enteric* subsp. *enterica*, *Lactobacillus asitophilus* ve *Lactobacillus rhamnosus* üzerinde inhibisyon etki göstermemiştir. FMP08 mikroorganizmalar üzerinde en yüksek ve en düşük inhibisyon zon çapı oluşturduğu mikroorganizmalar; *E. coli* ATCC®25922 (22.13±1.19 mm) ve *S. cerevisiae* ATCC®976 (9.80±0.94 mm). *Lactobacillus rhamnosus* üzerinde inhibisyon etki gözlenmemiştir. Propolis numunesi (FMPR1) mikroorganizmalar üzerinde en yüksek ve en düşük inhibisyon zon çapı oluşturduğu mikroorganizmalar; *Lactobacillus rhamnosus* ATCC®53103 (27.20±2.09 mm) ve *Staphylococcus aureus* ATCC®25923 (19.54±0.73 mm). *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Citrobacter freundii*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis* ve *S. cerevisiae* üzerinde inhibisyon etki gözlenmemiştir. Minimum İnhibisyon Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Bakterisidal/fungisidal Konsantrasyon (MBC/MFC) değerleri Çizelge 4.12’de sunulmaktadır. Numunelerin MİK değerlerine bakıldığında en yüksek ve en düşük konsantrasyonlar; ≤25 ve ≤1.5625 µL/mL. Çalışma da FMP08 VE PMPR1 mumuneleri *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, *S. aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *K. pneumoniae*’de MİK değeri gözlenmemiştir. Elde edilen MİK değerleri disk difüzyon sonucu ile uyumludur. Çoğu bitki çok sayıda polifenol ve flavonoid içerir ve her bitki genellikle benzersiz bir profil sergiler. Polifenolik maddelerin konsantrasyonu ve türü, balın çiçek kökenine bağlı olarak değişir ve antioksidan, antimikrobiyal, antiviral ve antikanser gibi biyolojik aktivitelerden sorumlu ana faktörlerdir (Al-Mamary ve ark., 2002). Demir 2022

yılında Anzer balıyla yaptığı çalışmada *Listeria monocytogenes* ve *Candida albicans* üzerinde antimikrobiyal etki gözlememiştir. Yaptığımız çalışmada ise bu bakterilere karşı antimikrobiyal etki gözlemlenmiştir (Demir, 2022). Çakır ve arkadaşları, Rize-Anzer, Gümüşhane ve Sivas-Zara bölgelerinden elde edilen bal örneklerinin kimyasal bileşimini ve antimikrobiyal özelliklerini inceledikleri çalışmada, tüm bal örneklerinin *Staphylococcus aureus* ve *Saccharomyces cerevisiae* üzerinde etkili olduğunu, sadece Anzer bölgesinden elde edilen balın *Escherichia coli* üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca hiçbir bal örneğinin *Listeria monocytogenes* ve *Candida albicans* üzerinde aktivite göstermediğini rapor etmişlerdir (Çakır ve ark., 2020).

Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilen yetmiş üç bal örneği beş farklı konsantrasyonda seyreltilmiş ve *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *S. aureus* ve *C. albicans* üzerinde test edilmiştir. Sonuç olarak, balın genel olarak %50 seyreltilmiş halde antibakteriyel aktivite gösterdiği, Anzer balının ise %40 konsantrasyonda da antibakteriyel aktivite gösterebildiği belirtilmiştir. Ancak aynı durum *C. albicans* için geçerli değildir (Selçuk ve ark., 2002).

**Çizelge 4.13** Numunelerin Bakteriler ve Funguslar Üzerinde Yaptığı Antimikrobiyal Etki Disk Difüzyon Yöntemiyle Oluşan İnhibisyon Zonları (mm), MİK Değerleri (mg/ml) ve MBK Değerleri

Mikroorganizma		FMB01	FMB02	FMB03	FMP01	FMP02	FMP03	FMP04	FMP05	FMP06	FMP07	FMP08	FMPR	A
<i>Salmonella enteric subsp. enterica</i>	Disk difüzyon (mm)	13.43 ±0.35	15.93 ±0.90	16.30 ±0.07	18.08 ±0.47	18.04 ±0.46	20.69 ±0.93	17.49 ±0.36	19.68 ±0.75	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	21.82 ±1.13	23.13 ±1.37	45.48
	(MİK; µg/ml)	12.5≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	1.5625≤	1.5625≤	1.5625≤	-	-
	MFK	-	-	-	12.5	3.125	-	-	12.5	-	-	-	-	-
<i>E.coli</i>	Disk difüzyon (mm)	18.34 ±0.51	17.53 ±0.37	20.00 ±0.81	12.76 ±0.47	18.76 ±0.59	17.53 ±0.37	19.11 ±0.65	10.57 ±0.86	23.09 ±1.36	23.71 ±1.42	22.13 ±1.19	6.00 ±0.00	36.18
	(MİK; µg/ml)	12.5≤	12.5≤	12.5≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	1.5625≤	1.1525≤	
	MFK	-	-	-	3.125	3.125	-	3.125	3.125	-	3.125	3.125	3.125	3.125
<i>Staphylococcus aureus</i>	Disk difüzyon (mm)	13.83 ±0.28	14.01 ±0.25	15.78 ±0.06	16.88 ±0.25	17.31 ±0.33	15.10 ±0.05	14.66 ±0.13	15.07 ±0.06	14.65 ±0.13	16.47 ±0.22	15.73 ±0.54	19.54 ±0.73	43.00
	(MİK; µg/ml)	6.25≤	6.25≤	6.25≤	6.25≤	6.25≤	6.25≤	6.25≤	6.25≤	6.25≤	6.25≤	-	-	
	MFK	6.25	12.5	12.5	12.5	6.25	6.25	6.25	-	6.25	6.25	6.25	-	
<i>Micrococcus luteus</i>	Disk difüzyon (mm)	20.33 ±0.87	16.90 ±0.26	23.75 ±1.43	15.09 ±0.05	13.54 ±0.33	14.46 ±0.17	8.52 ±1.22	15.30 ±0.02	11.31 ±0.73	17.65 ±0.39	20.49 ±0.90	22.87 ±1.26	44.20
	(MİK; µg/ml)	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125	3.125	6.25	6.25	6.25	3.125	6.25	3.125	-	
	MFK	6.25	6.25	6.25	3.125	3.125	6.25	6.25	6.25	3.125	6.25	3.125	-	
<i>K. pneumoniae</i>	Disk difüzyon (mm)	15.90 ±0.85	18.07 ±0.47	6.00 ±0.00	12.91 ±0.44	16.79 ±0.24	12.89 ±0.45	17.31 ±0.33	13.21 ±0.39	12.52 ±0.51	17.21 ±0.32	17.70 ±0.40	6.00 ±0.00	31.15
	(MİK; µg/ml)	12.5≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	1.5625≤	1.5625≤	-	-	
	MFK	12.5	12.5	12.5	6.25	6.25	-	3.125	12.5	3.125	3.125	3.125	6.25	12.5
<i>P. aeruginosa</i>	Disk difüzyon (mm)	19.74 ±0.76	20.08 ±0.82	19.90 ±0.79	17.28 ±0.33	18.64 ±0.57	15.07 ±0.06	19.33 ±0.69	18.89 ±0.61	18.06 ±0.46	19.52 ±0.73	18.21 ±0.49	6.00 ±0.00	31.19
	(MİK; µg/ml)	1.5625≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	1.5625≤	1.5625≤	1.5625≤	1.5625≤	1.5625≤	-	
	MFK	3.125	3.125	-	6.25	12.5	-	3.125	12.5	3.125	3.125	3.125	-	
<i>Citrobacter</i>	Disk difüzyon (mm)	14.91 ±0.91	14.40 ±0.18	16.42 ±0.17	18.56 ±0.55	23.28 ±1.3	21.03 ±0.99	21.01 ±0.99	17.64 ±0.39	20.03 ±0.82	18.08 ±0.47	20.83 ±0.96	6.00 ±0.00	48.1
	(MİK; µg/ml)	3.125	3.125	3.125	25	-	12.5	-	-	12.5	3.125	25	12.5	
	MFK	12.5	3.125	3.125	1.5625	1.5625	1.5625	1.5625	1.5625	-	-	-	-	
<i>Listeria monocytogenes</i>	Disk difüzyon (mm)	21.56 ±0.99	23.00 ±1.34	21.01 ±0.99	14.67 ±0.13	16.28 ±0.15	21.87 ±1.07	20.03 ±0.82	20.00 ±0.81	19.11 ±0.65	18.39 ±0.52	21.56 ±1.09	6.00 ±0.00	48.86
	(MİK; µg/ml)	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	1.5625≤	1.5625≤	1.5625≤	-	-	
	MFK	-	-	-	6.25	-	-	6.25	-	6.25	12.5	3.125	-	

**Çizelge 4.13** Numunelerin Bakteriler ve Funguslar Üzerinde Yaptığı Antimikrobiyal Etki Disk Difüzyon Yöntemiyle Oluşan İnhibisyon Zonları (mm), MİK Değerleri (mg/ml) ve MBK Değerleri (devamı)

Mikroorganizma		FMB01	FMB02	FMB03	FMP01	FMP02	FMP03	FMP04	FMP05	FMP06	FMP07	FMP08	FMPR	A
<i>Enterococcus faecalis</i>	Disk difüzyon (mm)	16.95 ±0.27	9.97 ±0.97	20.86 ±0.96	10.98 ±0.79	16.29 ±0.15	17.68 ±0.4	15.31 ±0.01	12.07 ±0.59	11.81 ±0.28	15.43 ±0.00	21.14 ±0.97	6.00 ±0.00	33.20
	(MİK; µg/ml)	12.5≤	12.5≤	12.5≤										
	MFK	12.5	12.5	6.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Candida albicans</i>	Disk difüzyon (mm)	16.28 ±0.15	18.30 ±0.51	20.79 ±0.95	17.29 ±0.33	22.53 ±1.26	15.24 ±0.03	18.49 ±0.54	18.98 ±0.63	18.52 ±0.55	16.86 ±0.25	17.86 ±0.43	25.45 ±1.72	6.00 ±0.0
	(MİK; µg/ml)	3.125≤	3.125≤	3.125≤	1.5625≤	1.5625≤	1.5625≤	-	-	-	-	-	-	-
	MFK	6.25	25	-	6.25	12.5	3.125	12.5	6.25	-	3.125	3.125	3.125	
<i>S. cerevisare</i>	Disk difüzyon (mm)	12.30 ±0.55	12.05 ±0.6	10.82 ±0.81	12.73 ±0.47	11.20 ±0.61	8.90 ±1.16	10.68 ±0.84	7.46 ±1.41	7.61 ±1.32	11.69 ±0.66	9.80 ±0.94	6.00 ±0.00	30.98
	(MİK; µg/ml)	6.25≤	6.25≤	6.25≤										
	MFK	12.5	12.5	12.5	3.125	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	3.125	6.25	-	
<i>L. rhaunoscap</i>	Disk difüzyon (mm)	24.64 ±1.64	16.00 ±0.10	20.46 ±0.89	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	27.20 ±2.09	34.53
	(MİK; µg/ml)	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	6.25≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	
	MFK	12.5	12.5	25	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	3.125	6.25	6.25	6.25	
<i>L. acidophilus</i>	Disk difüzyon (mm)	18.86 ±0.62	21.47 ±0.99	18.21 ±0.49	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	21.11 ±0.95	26.45 ±1.96	43.28
	(MİK; µg/ml)	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	3.125≤	6.25≤	3.125≤	3.125≤		
	MFK	6.25	6.25	6.25	12.5	3.125	25	6.25	12.5	12.5	12.5	6.25	12.5	
<i>L. platanus</i>	Disk difüzyon (mm)	17.45 ±0.36	19.29 ±0.68	16.30 ±0.15	18.62 ±0.56	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	6.00 ±0.00	20.32 ±0.83	17.89 ±0.43	6.00 ±0.00	19.67 ±0.69	26.96 ±1.84	48.66
	(MİK; µg/ml)	6.25≤	3.125≤	3.125≤	1.5625≤	3.125≤	3.125≤	-	-	-	-	-	3.125≤	
	MFK	12.5	3.125	6.25	6.25	3.125	12.5	6.25	6.25	12.5	3.125	3.125	3.125	

-.İnhibisyon yok, *Staphylococcus aureus* ATCC®25923, *Micrococcus luteus* NRRL B-1018<sup>T</sup>, *Listeria monocytogenes* ATCC®7677, *Enterococcus faecalis* ATCC®29212, *Lactiplantibacillus plantarum* subsp. *plantarum* ATCC®14917, *Lactobacillus acidophilus* ATCC® 4356, *Lactocaseibacillus rhamnosus* ATCC®53103, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* ATCC®14028, *Escherichia coli* ATCC®25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC®13883, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC®27853, *Citrobacter freundii* ATCC®43864, *Candida albicans* ATCC®10231 ve *Saccharomyces cerevisiae* ATCC®9763.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, Anzer bölgesinden toplanan bal, polen ve propolis örneklerinin aynı coğrafi bölgeden toplansa bile, bulunduğu konumdaki bitki ekosistemi gibi çeşitliliklerle farklı kovanlarda kimyasal içerik açısından farklılık gösterebileceğini göstermektedir. Ayrıca iklimin sürekli değişmesiyle beraber bal, polen ve propolis numunelerinin kimyasal içeriği de değişmektedir. FMB03 örneğinin diğer bal numunelerine kıyasla fenolik bileşikler açısından zengin olduğunu ve şekerlerin sukroz formunda olduğu tespit edilmiştir.

Numune bazında incelendiğinde fenolik ve flavonoid içerik olarak en yüksek polen iken en düşük baldır. Antioksidan aktivite sonuçları da aynı şekildedir. Numunelerin antimikrobiyal aktiviteleri numune çeşidine göre (bal, polen, propolis) istatistiki olarak bal ile polen arasında farklılık olduğunu göstermiştir. Bu farklılık balın antimikrobiyal etkisinin lehinedir. Antimikrobiyal etki sonuçları incelendiğinde numuneler arasında Bal > Propolis > Polen sonucu tespit edilmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Alkan, S., Akgün, M., Ertürk, Ö., Ayvaz, M. Ç., & 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), 321-334.
- Al-Mamary, M., Al-Meer, A. & Al-Habori, M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition research*, 22(9), 1041-1047.
- Altunatmaz SS. & Aksu, FY. (2017). Hazards and Intoxications from Honey. *Türkiye Klinikleri J Food Hyg Technol-Special Topics*, 3(3), 193-9.
- Al-Waili, N., Salom, K. & Al-Ghamdi, AA. (2011). Honey for wound healing, ulcers, and burns; data supporting its use in clinical practice. *The Scientific World Journal*, 11(1), 766-787.
- Anonim (2012). *Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Ankara: 27 Temmuz 2012 Tarih ve 28366 Sayılı Resmi Gazete.
- Anonim (2013). *Gezilecek Yerler*. Türkiye Kültür Portalı: <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/rize/gezilecekyer/anzer-ballikoy-yaylasi> (Erişim tarihi: 12.07.2024).
- Anonim (2024, Temmuz 12). *Arıcılığın Tarihçesi*. 2024 tarihinde MAYBİR - Muğla İli Arı Yetiştiricileri Birliği: <https://www.maybir.org.tr/ariciligin-tarihcesi> adresinden alındı.
- Anonim (2007). *Trace elements - As, Cd, Hg, Pb and other elements determination by ICP-MS after pressure digestion*. Denmark: Nordic Committee on Food Analysis (NMKL, 186).
- Apan, MA., Zorba, M. & Kayaboynu Ü. (2021). Bal Arısı ve Bal Arısı Ürünleri. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(6), 202-223.
- Bagatir, G., Kaya, M., Suer, İ., Cefle, K., Palandüz, A., Becerir, HB., Koçyiğit, M. & Öztürk S. (2022). The effect of Anzer honey on X-ray induced genotoxicity in human lymphocytes: An in vitro study. *Microsc Res Tech*, 6(85), 2241-2250.
- Basile, A., Vuotto, ML., Moscatiello, V., Ricciardi, L., Giordano S. & Cobianni, RC. (1998). Antibacterial activity in *Rhynchostegium riparoides* (Hedw.) Card. Extract (Bryophyta). *Phytotherapy Research*, 12, 146-148.
- Batu, A., Küçük, E. & Çimen, M. (2013). Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Çiçek Ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Değerlerinin Belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 52-62.
- Bay, V., Topal, E., Çakıcı, N., Yıldızdal, İ. & Tosunoğlu A. (2021). Palynological Analyses, Chemical and Mineral Composition of Some Honeybee Pollen Pellets. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2(21), 187-197.



- Beltekin, B. & Demir, N. (2022). Some Bioactive Properties of Honey. *BinBee Arı ve Doğal Ürünler Dergisi*, 2, 34-43.
- Bengü, ŞA. (2022). Balın Kimyası, Özellikleri ve Sağlığımız. *Bingöl Üniversitesi Sağlık Dergisi*, 2(2), 93-98.
- Binkley, D. (2014). "How bees make honey is complex process". Mississippi (Erişim tarihi: 26.06.2024).
- Board, NH. (2021). *Carbohydrates and the Sweetness of Honey*. Wayback Machine (Erişim tarihi: 01.06.2012).
- Can, Z., Yıldız, O., Şahin, H., Turumtay, A., Silici, S. & Kolaylı S. (2015). An Investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical Properties, Antioxidant Capacities and Phenolic Profiles. *Food Chemistry*, 160, 133-141.
- Can, Z., Birinci, C., Kara, Y., Esertaş ÜZ. & Kolaylı, S. (2024). Determination of phenolic content and bioactive characterization. *European Food Research and Technology*, 250, 2059–2068.
- Chama, Z., Benabbou, Z., Derras, H., Benchiha, NN., Khadra, B., Hasnia, D. & Klouche, L. (2021). Bacteriological Profile of Urinary Tract Infections and Antibiotic Resistance Profile in the Telagh Region (West Algeria). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 13(2), 275-296.
- Compagnoni, A. (2014). *How much water is there in honey*. South Mountain Bees.: <https://southmountainbees.com/blogs/on-bees-and-honey/how-much-water-is-there-in-honey> (Erişim tarihi: 25.06.2024).
- Cordella, C., Moussa, I., Martel AC., Sbirrazzuoli, N. & Lizzani-Cuvelier, L. (2002). Recent developments in food characterization and adulteration detection: technique-oriented perspectives. *J Agric Food Chem.*, 7(50), 1751-64.
- Cosmulescu, S., Trandafir, I., Nour, V. & Botu, M. (2015b). Total phenolic, flavonoid distribution and antioxidant capacity in skin, pulp and fruit extracts of plum cultivars. *Journal of Food Biochemistry*, 34-64-69.
- Cosmulescu, S., Trandafir, I. & Nour, V. (2015). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Walnut Pollen Samples. *Not Bot Horti Agrob*, 2(43), 361-365.
- Cozzolino, D. (2009). Near Infrared Spectroscopy in natural products analysis. *Planta Med*(75), 46-756.
- Crane, E., Walker, P. & Day, R. (1984). *Directory of important world honey sources*. London: International Bee Research Association.
- Crane, E. (1983). *The Archaeology of Beekeeping*. Cornell University Press.
- Crane, E. (1990). Honey from honeybees and other insects. *Ethology Ecology & Evolution*, 100-105.

- Crane, E. (1999). *The World History of Beekeeping and Honey Hunting*. New York: Routhledge.
- Çakır, Y., Çobanoğlu, DN., Dervişoğlu, G., Koçyiğit, S., Karahan, D. & Yelkovan S. (2020). Determination Antimicrobial Activity, Palynological Characteristics and Chemical Composition of Some Honey Samples from Turkey. *Mellifera*, 1(20), 41-60.
- Çömez, D. (2018). Toroslarda bal hasadı başladı. *Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Davut Keleş, "Arıcılarımız, ürünlerini kışın sahilde, yaz aylarında ise yaklaşık 2 bin 300 rakımda üretiyor. Bu da hem gezginci arıcılık hem de kır balı üretimi için önemli bir avantaj." dedi.* Anadolu Haber Ajansı, Mersin.
- Çürük, GN. & Savsar, A. (2016). Diyabetik Ayak Ülserinde Bal Kullanımı. *Journal of Ege University Nursing Faculty*, 2(32), 143-164.
- Databas, UN. (2015). *"Full Report (All Nutrients): 19296, Honey"*. Agricultural Research Service (Erişim tarihi: 30.12.2015).
- Delal, F. (2020). Anzer balında yüksek verim bekleniyor. *Rize'nin İkizdere ilçesine bağlı 2300-3000 rakımda bulunan Anzer Yaylası'nda üretilen Anzer balında sağımlı başladı.* Anadolu Haber Ajansı, Rize.
- Demir, D. (2022). Dört Farklı Bal Çeşidinin Fiziksel ve Kimyasal Aktiviteleri ile İlgili Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Araştırılma ve Karşılaştırılarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, Ordu.
- Dimov, V., Ivanovska, N., Manolova, N., Bankova, V., Nikolov, N. & Popov S. (1991). Immunomodulatory action of propolis. Influence on antiinfectious protection and macrophage function. *Apidologie*, 22, 155-162.
- Erata, H., Batan, N., Abay, G. & Özdemir T. (2021). Anzer Vadisi ve Çevresinin Briyofit Florası (İkizdere, Rize). *Anatolian Bryology*, 2(7), 131-145.
- Erdik, E. (1993). *Spectroscopic Methods in Organic Chemistry*. Ankara: Ankara University, Science Faculty, Gazi Bookstore, 2nd Edition.
- Fukumato, LR. & Mazza G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 48, 3597-3604.
- Gelling, N. (2013, Ağustos 22). *The Science Behind Honey's Eternal Shelf Life*. Smithsonian Magazine: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-science-behind-honeys-eternal-shelf-life-1218690/> (Erişim tarihi: 26.06.2024).
- Gıdık, B., Can, Z., Yurtsevmez, B. & Üçüncü, GA. (2022). Farklı Lokasyonlarda Doğal Olarak Yetişen Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum L.*) Bitki Kısımlarının Toplam Polifenol, Toplam Flavonoid ve Antioksidan

- Aktivitelerinin Araştırılması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2(11), 157-164.
- Goldman, RD. (2014). "Honey for treatment of cough in children". *Canadian Family Physician (Systematic review)*, 12(60), 1107-1110.
- Gök, S., Severcan, M., Goormaghtigh, E., Kandemir, I., & Severcan, F. (2015). Differentiation of Anatolian honey samples from different botanical origins by ATR-FTIR spectroscopy using multivariate analysis. *Food Chemistry*, 170, 234-240.
- Grüter, C. (2020). *Stingless Bees: Their Behaviour, Ecology and Evolution. Fascinating Life Sciences*. New York: Springer.
- Güler, Hİ., Tatar, G., Yıldız, O., Beldüz, AO. & Kolaylı, S. (2021). Investigation of potential inhibitor properties of ethanolic propolis extracts against ACE II receptors for COVID 19 treatment by molecular docking study. *Archives of Microbiology*, 203, 3557-3564.
- Güler, Hİ., Şal, F., Can, Z., Kara, Y., Yıldız, O., Beldüz, AO., Çanakçı, S. & Kolaylı S. (2021). Targeting CoV-2 spike RBD and ACE-2 interaction with flavonoids of Anatolian propolis. *Turkish Journal of Biology*, 45, 530-548.
- Günday, M., Sarıtaş, ZK., Demirel, HH., Bülbül, A., Sarıtaş, TB., Görücü, F. & Becit N. (2022). Does Anzer Propolis Have a Protective Effect on Rabbit Spinal Cord Ischemia/Reperfusion Injury? *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 1, 65-73.
- Güney, F. (2010). Isıtma ile Balın yapısında meydana gelen olumsuz değişiklikler. *Ordu'da Gıda Güvenliği*, 11, 30-34.
- Hepsağ, F. (2019). Determination of total phenolic compounds and antioxidant capacity of anzer honey produced in Rize, Turkey. *Gıda the Journal of Food*, 4(44), 641-653.
- Kahraman, H., Tutun, H., Kaya, M., Usluer, M., Tutun, S., Yaman, C., Sevin S. & Keyvan E. (2022). Ethanolic extract of Turkish bee pollen and propolis: phenolic composition, antiradical, antiproliferative and antibacterial activities. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 1(36), 45-56.
- Kalaycıoğlu, Z., Kaygusuz, H., Döker, S., Kolaylı, S. & Ermim F. (2017). Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities. *LWT- Food Science and Technology*, 84, 402-408.
- Kara, Y., Can, Z. & Kolaylı S. (2019). HPLC analyses of polyphenolic compounds in oak (*Quercus frainetto*) honey from Kırklareli region of Turkey. *Turkish Journal of Analytical Chemistry*, 1, 17-20.

- Kara, Y. (2019). Phenolic Composition of Pine (*Pinus* spp.) Honey from Turkey Türkiye'den Elde Edilen Çam (*Pinus* spp.) Balının Fenolik Bileşimi. *Apiterapi ve Doğa Dergisi*, 2(2), 52-58.
- Karadal, F. & Yıldırım, Y. (2012). Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 3(9), 197-209.
- Kasote, D., Bankova, V. & Viljoen, A. (2022). Propolis: chemical diversity and challenges in quality. *hytochem Rev*(21), 1887-1911.
- Kirnpal-Kaur, BS., Tan, HT., Boukraa, L. & Gan SH. (2011). Different solid phase extraction fractions of tualang (*Koompassia excelsa*) honey demonstrated diverse antibacterial properties against wound and enteric bacteria. *J. Apipro. Science*, 1(3), 59-65.
- Kolaylı, S., Yıldız, O., Şahin, H. & Tarhan, O. (2010). Arı Ürünlerinin (Bal, Polen, Propolis) Biyoaktif Özellikleri. *IV. Uluslararası Katılımlı Marmara Arıcılık Kongresi (Bildiri Özetleri)*. Çanakkale.
- Kolaylı, S. (2024). Arı Kovanlarından Elde Edilen Mucize Bir Gıda Takviyesi: Propolis. *Otlar ve Baharatlar - İnsan Sağlığı ve Gıda Endüstrisinde Yeni Perspektifler*.
- Kumova, U., Korkmaz, A., Avcı, BC. & Ceyran G. Önemli Bir Arı Ürünü: Propolis. *Uludag Bee Journal*, 3(1), 10-24.
- Kurek-Górecka, A., Rzepecka-Stojko, A., Górecki, M., Stojko, J., Sosada, M. & Świerczek-Zięba, G. (2014). Structure and antioxidant activity of polyphenols derived from propolis. *Molecules*, 19, 78-101.
- Kuropatnicki, AK., Szliszka, E. & Krol, W. (2013). Historical Aspects of Propolis Research in Modern Times. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1, 11.
- Kutlu, MA. & Bengü AŞ. (2015). Gaziantep'te Üretilen Ballardarda Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 1(4), 48-53.
- Lamb, KB. (1959). Composition of the honeydew of the aphid *Brevicoryne brassicae* (L.) feeding on swedes (*Brassica napobrassica* DC.). *Journal of Insect Physiology*, 1(3), 1-13.
- Malkoç, M., Kara, Y., Ertürk, Ö. & Kolaylı, S. (2019). Characteristic properties of Jerusalem thorn (*Paliurus spina-christi* Mill.) honey. *Uludag Bee Journal*, 19, 69-81.
- Malkoç, M., Çakır, H., Kara, Y., Can, Z. & Kolaylı, S. (2019). Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Anzer Honey From Black Sea Region of Turkey. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2(19), 143-151.
- Marcucci, MC. (1995). Propolis: Chemical Composition, Biological Properties and Therapeutic Activity. *Apidologie*, 26, 83-99.

- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarın Journal of Science and Technology*, 2(26), 211-219.
- Mutlu, C., Erbaş, M. & Tontul, SA. (2017). Bal ve diğer arı ürünlerinin bazı özellikleri ve insan sağlığına etkileri. *Akademik Gıda*, 1(15), 75-83.
- Nisbet, C., Güler, A., Yarım, GF., Çenesiz, S. & Ardalı Y. (2013). Çevre ve flora kaynaklarının arı ürünlerinin mineral madde içerikleri ile ilişkisi. *Türk Biyokimya Dergisi*, 4(38), 494-498.
- Oyaizu, M. (1986). Studies on Products of Browning Reactions: Antioxidative Activities of Product of Browning Reaction Prepared from Glucosamine. *Japan Journal of Nutrition*, 6(44), 307-315.
- Ozsoy, N., Can, A., Yanardağ, R. & Akev, N. Antioxidant activity of Smilax excelsa L. leaf extracts. *Food Chemistry*, 3(110), 571-583.
- Ötleş, S. (1995). *Bal ve bal teknolojisi kimyası ve analizleri* (2b.). İzmir, Alaşehir Meslek Yüksek Okulu: Ege Üniversitesi Matbaası.
- Özdemir, G., Ersöz, E. & Dilek, NM. (2021). Apiterapi ve Sağlık. *Black Sea Journal of Health Science*, 2(4), 168-174.
- Özdemir, Ö., Çöl, Z. & Ertürk, Ö. (2023). Efficacy of Bee Products (Anzer Honey, Pollen and Propolis) in Detection and Healing of Damage Induced by Antidiabetic Drug Vildagliptin/Metformin Hydrochloride in Healthy Human Pancreatic Cells: Cytotoxic, Genotoxic and Biochemical Studies. *Current Medical Science*, 43, 1173-1182.
- Özemer, F. (2007). *Hasat mevsiminin tayini ve bal hasadı*. Tarım Kütüphanesi: [https://www.tarimkutuphanesi.com/bal\\_hasadi\\_fuat\\_ozemer\\_ziraat\\_teknisyen\\_i\\_01798.html](https://www.tarimkutuphanesi.com/bal_hasadi_fuat_ozemer_ziraat_teknisyen_i_01798.html) (Erişim tarihi: 25.06.2024).
- Özkan, S. & Bancar, K. (2015). Apiterapi ve Çocuk Sağlığı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 4(8), 247-251.
- Özkök, A., Kuru, Ö., Bedir, O., Çetinkaya, S., Çelemlı, Ö., Özenirler, Ç, Mayda, N. & Sorkun K. (2021). Total Bioactive Compounds and Antimicrobial Capacities of Bee Pollen with Different Botanical Origins. *Food Science and Technology*, 1(78), 57-67.
- Özmen, N. & Alkın, E. (2006). The Antimicrobial Features of Honey and The Effects on Human Health. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 155-160.
- Öztürk, F., Efil, K. & Bekdemir, Y. (2015). Apiterapi'de Hangi Bal Kullanılmalı? Y. B. Akçicek E. içinde, *Arı Ürünleri ve Sağlık- Apiterapi* (s. 99-106). Sidas Yayıncılık.

- Pauliuc, D., Ciursă, P., Ropcius, S., Dranca, F. & Oroian, M. (2021). Physicochemical parameters prediction and authentication of different monofloral honeys based on FTIR spectra. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102.
- Pećanac, M., Janjić, Z., Komarcević, A., Pajić, M., Dobanovacki, D. & Misković, SS. (2013). Burns treatment in ancient times. *Med Pregl*, 66(5-6), 7-263.
- Petterson, J. (2015). *Beekeeping: Everything You Need to Know to Start Your First Beehive*. Weldonowen.
- Phoung, TV., Haien Yen, PT. & Linh, NQ. (2019). Antibacterial Activity of Extracts from Dried and Fresh Herbal Plant (*Phyllanthus amarus*) Against Pathogens Causing Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (Ahpnd) in White Leg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at Thua Thien Hue Province, Vietnam. *Asploro Journal of Biomedical and Clinical Case Reports*, 3(2), 120-128.
- Plutarch. (2019). *Life of Solon*. Independently Published.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. & Gordon, M. (2001). *Antioxidants in Food*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.
- Prescott, L., Harley, JP. & Klein DA. (1999). *Microbiology*. Boston: WCB\|McGraw-Hill.
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., López-Tamames, E., Galassi, S. & Buxaderas, S. (2004). Characterization of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. *Food Chemistry*, 4(87), 627-637.
- Rossano, R., Larocca M., Polito, T., Perna, AM., Padula, MC., Martelli, G. & Riccio, P. (1996). What Are the Proteolytic Enzymes of Honey and What They Do Tell Us? A Fingerprint Analysis by 2-D Zymography of Unifloral Honeys. *PLoS One*, 7(11), e49164.
- Sarıtaş, ZK., Korkmaz, M., Demirel, HH., Bülbül, A., Sarıtaş, TB., Görücü, F. & Koç, Y. (2022). Wound healing effect of Anzer origin propolis specimens on rats' intestinal incision. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 69, 91-97.
- Sato, T. & Miyata, G. (2000). The Nutrition Benefit: Honey. *Honey Nutrition*, 16, 468.
- Scripcă, LA. & Amariei, S. (2021). The influence of Chemical Contaminants on the Physicochemical Properties of Unifloral and Multifloral Honey from the North-East Region of Romania. *Foods*, 10, 1039.
- Selçuk, H. & Nevin, K. (2002). Investigation of antimicrobial effect of honey collected from various regions of Turkey. *Pakistan J. Biol. Sci*, 5, 325-328.
- Singleton, VL., Orthofer, R. & Lamuela-Raventos, RM. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of FolinCiocalteu reagent. *Method Enzymology*, 152-178.

- Sipahi, N., Göç Rastgele, P. & Kaya, E. (2021). Apiterapi Ürünlerinin Farmakolojik Özellikleri. *1st Joint International Apitherapy Congress*. içinde 1, s. 55-60. Ankara: Türkiye Klinikleri.
- Sıralı, R. & Cınbırtoğlu, Ş. (2018). Ormangülü (Rhododendron) Türlerinin Bazı Özellikleri ve Arıcılık Açısından Önemi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 2(10), 45-53.
- Suarez, RK., Lighton, JR., Joos, B., Roberts, SP. & Harrison, JF.(1996). "Energy metabolism, enzymatic flux capacities, and metabolic flux rates in flying honeybees". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 22(93), 12616-12620.
- Temizer, İK., Candan, ED., Güder, A. & Çicek, F. (2021). Floral origin, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Some Floral Honey. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10(2), 95-100.
- TGK. (2020). *Türk Gıda Kodeksi: Bal Tebliği*, Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/04/20200422-13.htm> adresinden alındı.
- Toksoy, CK., Sarıtaş, Z., Börü, Ü., Demiral, GZ., Görücü, F., Bülbül, A. & Koç, Y. (2023). Serebral iskemi-reperfüzyon hasarında anzer propolisin koruyucu etkisinin araştırılması. *Avrupa Tıp ve Farmakolojik Bilimler İncelemesi*, 27(17), 8004-8012.
- TS 13359, T. T. (2008). *Bal-Fruktoz, Glukoz, Sakaroz, Turanoz ve Maltoz Muhtevası Tayini - Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Metodu*.
- TS 13360, T. T. (2008). *Serbest Asit Muhtevasının Tayini*.
- TS 13364, T. T. (2008). *Bal-Diastaz aktivitesi tayini*.
- TS 13366, T. T. (2008). *Bal Elektrik İletkenlik Tayini*.
- Tutun, H., Kaya, MM. & Usluer, MS. (2021). Bee Pollen: It's Antioxidant Activity. *U. Arı D./U. Bee J*, 1(21), 119-131.
- Ulusoy, E. & Kolaylı, S. (2013). Phenolic composition and antioxidant properties of anzer bee pollen. *Journal of Food Biochemistry*(38), 73-82.
- Üren, A., Şerifoğlu, A. & Sarıkahya, Y. (1998). Distribution of elements in honeys and effect of a thermoelectric power plant on the element contents. *Food Chemistry*, (61), 185-190.
- Walker, P. & Crane, E. (1987). Constituents of Propolis. *Apidologie*(18), 327-334.
- Zulhendri, F., Lesmana, R., Tandean, S., Christoper, A., Chandrasekaran, K., Irsyam, I., Suwantika, AA., Abdulah, R. & Wathoni, N. (2022). Recent Update on the Anti-Inflammatory Activities of Propolis. *Molecules*, 23(27), 8473-8534.

## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Fatmagül MEMİŞ
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Balıkesir Üniversitesi
Fakülte	Fen Edebiyat Fakültesi
Bölümü	Moleküler Biyoloji ve Genetik
Mezuniyet Yılı	05.08.2021
Yayınlar	
Memiş, F. & Ertürk, Ö. (2021). Yaygın Olarak Kullanılan Antidiyabetik İlaçların Antimikrobiyal Aktivitesinin Araştırılması, 7. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, Samsun.	