



TC.

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI MONOFLORAL BALLARIN  
ANTİOKSİDAN ve ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Tuba PEHLİVAN**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**DOKTORA TEZİ**

**MART-2015**



T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI MONOFLORAL BALLARIN  
ANTİOKSİDAN ve ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Tuba PEHLİVAN**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**MART-2015**

T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI MONOFLORAL BALLARIN ANTİOKSİDAN VE  
ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

TUBA PEHLİVAN  
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ

Yrd. Doç. Dr. Aziz GÜL danışmanlığında hazırlanan bu tez 27/03/2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

  
Yrd. Doç. Dr. Aziz GÜL

Başkan

Prof.Dr. Mahmut KESKİN

  
Üye

Doç. Dr. Ethem AKYOL

  
Üye

Doç. Dr. Halil YENİNAR

  
Üye

Yrd.Doç.Dr. Hatice DANAHALILOĞLU

  
Üye

Kod No: 801

Doç. Dr. Okan ŞENER

Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: BAP - 409

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

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

**Tuba PEHLİVAN**

## ÖZET

### TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN BAZI MONOFLORAL BALLARIN ANTIOKSİDAN ve ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışma, 2012-2014 yılları arasında Türkiye'de ki monofloral balların antioksidan ve antibakteriyel kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında Türkiye'nin farklı bölgelerinden 23 farklı monofloral bal örneği temin edilmiştir. Temin edilen bal örneklerinin orijinleri polen analiziyle ortaya konmuş ve daha sonra analiz aşamasına geçilmiştir. Balların toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri bazı test metotları (DPPH, demir indirgeme gücü, Beta karoten linoleik asit emülsiyon yöntemi) kullanılarak belirlenmiştir. Balların antibakteriyel aktiviteleri *E. coli*, *B. cereus*, *K. pneumoniae* ve MRSA. *S. aureus* standart bakteri suşlarına karşı saptanmıştır. Yapılan antioksidan ve antibakteriyel aktivite analizleri sonucunda; bal örnekleri arasından orman gülü (*Rhododendron sp.*) ve maydanoz (*Petroselinum sp.*) balları toplam fenolik madde miktarı, antioksidan ve antibakteriyel aktivite bakımından diğer bal örneklerine göre öne çıkmıştır. Çalışmada yer alan akasya (*Robinia pseudoacacia*) ve narenciye (*Citrus sp.*) balları ise en düşük antioksidan ve antibakteriyel etkinliği sergilemiştir.

2015, 105 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Monofloral bal, Antioksidan, Antibakteriyel, Türkiye

## ABSTRACT

### DETERMINATION of ANTIOXIDANT and ANTIBACTERIAL PROPERTIES of SOME of THE MONOFLORAL HONEY PRODUCED in TURKEY

This study was held between the years of 2012 and 2014 with the aim of determining the antioxidant and antibacterial capabilities of some of the monofloral honey produced in Turkey. In this study, 23 different monofloral honey sample from different regions of Turkey was obtained. Origins of the honey samples was determined by pollen analysis and then analysed in the study. Total phenolic contents and antioxidant activity of honey samples were determined using by some test methods (DPPH, iron reduction power, and Beta-carotene linoleic acid emulsion method). Antimicrobial activities of honey samples was detected against standard bacterial strains of *E. coli*, *B. cereus*, *K. pneumoniae* ve MRSA. *S. aureus*. As a result of the antioxidant and antibacterial activity analysis, among the honey samples, Rhododendron (*Rhododendron sp.*) and parsley (*Petroselinum sp.*) honey was showed most prominent results in terms of amount of phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activity. On the other hand, acacia (*Robinia pseudoacacia*) and citrus (*Citrus sp.*) honey was showed least antioxidant and antibacterial activity.

2015, 105 pages

**Key Words:** Monofloral honey, Antioxidant, Antibacterial, Turkey

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleri ile beni aydınlatan ve manevi desteğini benden esirgemeyen kıymetli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Aziz Gül ve dostluğu ile daima yanımda olan eşi Yasemin GÜL'e;

Manevi destekleri ile yanımda olan Prof. Dr. Nuray ŞAHİNLER'e ve analiz aşamasında gerek bilgi ve tecrübelerini gerekse manevi desteğini benden esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Yener TEKELİ'ye; çalışmalarım boyunca laboratuvar imkânlarını kullandığım Ziraat Fakültesi Zootečni Bölüm başkanı Prof. Dr. Mahmut KESKİN'e,

Maddi desteklerinden ötürü MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna, antioksidan aktivite deneylerindeki desteklerinden dolayı Doç. Dr. Cengiz SARIKÜRKÇÜ'ye; istatistik aşamasında bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren Doç. Dr. Muhittin DOĞAN'a; bilgi ve dostluğu ile yanımda olan Yrd. Doç. Dr. Önder YUMRUTAŞ'a; yazım aşamasındaki desteğinden ötürü Arş. Gör. Fatih YAYLA'ya; laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı doktora öğrencileri Uzman Kimyager Serbay BUCAK, Uzman Kimyager Esra KARPUZ'a; Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü öğrencilerine;

Maddi, manevi her zaman yanımda olan yol arkadaşım değerli eşim Yrd. Doç. Dr. Mustafa PEHLİVAN'a, sabırlarından dolayı kıymetli evlatlarım Metehan ve Ahmet'e, Çocuklarımı gözümü kırpmadan emanet ettiğim sevgili dostum Nurşen AKAY'a desteklerinden ötürü sonsuz teşekkürler.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER .....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Bal Üretimi.....	2
1.2. Balların Kimyasal Bileşimi .....	4
1.3. Balların Polen İçerikleri .....	8
1.4. Balların Antioksidan Kapasitesi .....	10
1.4.1. Oksidatif Stres.....	10
1.4.2. Antioksidan Kavramı .....	12
1.5. Balların Antimikrobiyal Kapasitesi.....	16
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	19
2.1. Balların Botanik Orijinlerinin Araştırılması .....	19
2.2. Balda Polen Analizleri .....	22
2.3. Balda Antioksidan Aktivite Belirleme Çalışmaları.....	26
2.4. Balda Antimikrobiyal Aktivite Belirleme Çalışmaları.....	33
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	38
3.1. Materyal.....	38
3.2. Yöntem .....	43
3.2.1. Polen Analizleri .....	43
3.2.2. Toplam Polifenol Tayini (Folin-Ciocalteu Metodu).....	45
3.2.3. Serbest Radikal Süpürücü Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH metodu) .....	46
3.2.4. Demir İndirgeme Gücünün Belirlenmesi (FRAP) .....	46
3.2.5. $\beta$ -Karoten- Linoleik Asit Emülsiyon Yöntemi .....	47



3.2.6. Ballarda Antimikrobiyal Aktivitenin MikrodilasyonBroth Yöntemiyle Belirlenmesi .....	48
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	51
4.1. Balların Polen Analiz Sonuçları .....	51
4.2. Antioksidan Aktivite Analizleri .....	52
4.2.1. Toplam Fenolik Madde Konsantrasyonu.....	52
4.2.2. Serbest Radikal Süpürücü Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH) .....	57
4.2.3. Demir İndirgeme Gücünün Belirlenmesi (FRAP) .....	59
4.2.4. $\beta$ - Karoten- Linoleik Asit Emülsiyon Yöntemi Deney Sonuçları .....	61
4.2.5. Antioksidan Aktivite Verilerinin İstatistiki Açından Değerlendirilmesi.....	62
4.2.6. Balların Biyokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi .....	63
4.3. Antibakteriyel Aktivite Analizleri .....	68
4.3.1. Antioksidan ve Antibakteriyel Aktivite Verilerinin İstatistiki Açından Değerlendirilmesi .....	71
4.3.2. Balların Antibakteriyel Aktivitelerinin Değerlendirilmesi .....	72
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR .....	81
ÖZGEÇMİŞ .....	93
EKLER.....	94

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Serbest radikallerin oluşturduğu hücrel hasarlar .....	12
Şekil 1.2.	Sekonder metabolitlerin biyosentezi .....	14
Şekil 4.1.	Gallik asit standart grafiği.....	53
Şekil 4.2.	Bal örneklerinin toplam polifenol miktarları.....	54
Şekil 4.3.	Bal Örneklerinin IC <sub>50</sub> değerleri.....	59
Şekil 4.4.	Askorbik asit çalışma grafiği.....	60
Şekil 4.5.	Bal örneklerinde FRAP değerlerinin karşılaştırmalı grafiği.....	61
Şekil 4.6.	Bal örnekleri ve standartların % inhibisyon değerleri.....	62
Şekil 4.7.	Pamuk balının MRSA <i>S. aureus</i> bakterisine karşı gösterdiği MİK değeri.....	70
Şekil 4.8.	Kestane balının <i>E. coli</i> bakterisine karşı gösterdiği MİK değeri.....	70
Şekil 4.9.	Bal örneklerinin gösterdiği antibakteriyel etkiler.....	71

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	2004-2013 yılları arasında Dünya’da ortalama bal üretimi.....	2
Çizelge 1.2.	Çiçek ve salgı balının bileşimi.....	4
Çizelge 3.1.	2012 yılına ait Türkiye geneli iklim verileri .....	38
Çizelge 3.2.	Çalışma kapsamında toplanan bal örnekleri.....	39
Çizelge 3.3.	Bal örneklerine uygulanan analiz listesi.....	43
Çizelge 4.1.	Çiçek ballarının botanik orijininin belirlenmesi.....	51
Çizelge 4.2.	Bal Örneklerin % İnhibisyon Miktarları .....	57
Çizelge 4.3.	Bal örneklerinin biyokimyasal içerikleri arasındaki ilişki.....	63
Çizelge 4.4.	Biyoaktivite deney sonuçlarının mukayesesi.....	66
Çizelge 4.5.	Bal örneklerinin antibakteriyel aktivite MİK değerleri.....	69
Çizelge 4.6.	TP ve antibakteriyel aktivite sonuçlarına ait istatistikî ilişkiler...	72
Çizelge 4.7.	Antibakteriyel etki gösteren bal örnekleri.....	74

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

g	: Gram
M	:Molar
mg	:Miligram
mM	:Milimolar
nm	:Nanometre
OH	:Hidroksil
OH <sup>•</sup>	:Hidroksil radikali
O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	:Süperoksit radikali
µl	:Mikrolitre

### KISALTMALAR

DPPH	:2,2-difenil-1- pikrilhidrazil
GAE	:Gallik Asit Eşdeğeri
MİK	:Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu
MRSA	:Metisiline Dirençli <i>Staphylococcus aureus</i>
OE	:Oksidasyon Engelleme
RNS	:Reaktif Azot türleri
ROS	:Reaktif Oksijen türleri
TCA	:Trikloroasetik Asit
TPS	:Toplam Polen Sayısı
TSE	:Türk Standardları Enstitüsü
TP	:Toplam Fenolik Madde
WHO	:Dünya Sağlık Örgütü
vd	:ve diğerleri

## 1. GİRİŞ

TGK bal tebliğine göre bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki özsu emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2012a).

Bal, yüzyıllardır geleneksel biçimde insanlar tarafından kullanılmış önemli bir besin kaynağıdır. Doğada yaşayan canlılar arasında çalışkanlığı ve ürettiği bal ile dikkati çeken arılar insanoğlunun varoluşundan daha eskilere dayanan bir geçmişe sahiptir. 100 milyon yıllık amber taşı içindeki arı ve petek fosilleri bu düşüncüyü kanıtlayan verilerdendir (Bulut, 2010; Üreten, 2011'den). Konya'nın 50 km kuzeydoğusunda yer alan Çatalhöyük'te M.Ö. 9.000–8.000 yıllarına ait ilkel mimaride konutların iç duvar fresklerinde görülen çiçekler ve üzerlerindeki böcek resimleri balın insanlar tarafından tüketildiğini gösteren Anadolu'daki en eski kanıtlar içerisinde yer alır (Mellaart, 2003; Üreten, 2011'den). Günümüzde bal, tüketici tarafından gerek besin kaynağı gerekse tatlandırıcı olarak kullanılan ve bilinirliği en fazla olan arı ürünüdür.

Bir arı ürünü olarak balın bu bilinirliği, geçmiş zamanlardan günümüze kadar çok farklı alanlarda kullanılmasından (gıda, sağlık, kozmetik vs.) ve tarımsal faaliyetlerin önemli bir ayağını oluşturmasından ileri gelmektedir. Bu nedenle Dünya'da bal üretimi önemli bir yer tutmaktadır. Geçmişten günümüze arıcılık ve bal konusunda üreticilerin ve tüketicilerin edindiği tecrübeler balın çeşitliliğine de yansımıştır. Öyle ki bugün artık balın floral orijinine bakılarak onlarca bal türünden bahsedilmektedir. Bu çeşitlilikte etken olan sebepler; arıcılık faaliyeti yapılan alanın floral kompozisyonu, bazı özel ekim alanlarının arılık olarak tercih edilmesi konusunda üreticinin tercihi veya zorunluluğu, mevsimsel şartlar (gezginci arıcılık), tüketicinin talebi, herhangi bir bal çeşidinin şifa olduğuna inanılan sağlık problemi gibi nedenler sayılabilir. Burada karşımıza aşağıda açıklaması verilen ve baldaki polen veya polenlerin birbirine karşı görece yoğunluğuyla birbirinden ayrılan monofloral (tek baskın çiçek), veya multifloral (birbiri aralarında baskın olmayan çiçekler) bal gibi terimler çıkmaktadır.

Codex Alimentarius (2001)'a göre monofloral (unifloral) bal, kovanlarının bulunduğu alanın florasında baskın olan çiçek türünün nektarlarının arılar tarafından toplanarak bala dönüştürülmesi ile elde edilir ve bu bal, balın içeriğine polen açısından katkıda bulunan baskın bitki türünün adı ile isimlendirilir. Multifloral (polifloral) bal ise birkaç botanik kaynağa sahip ballardır. Ancak bu balları oluşturan çiçek türlerinden (çayır ve orman balları gibi) hiçbiri baskın değildir. Yurt dışında elde edilen monofloral ballar multifloral ballara nazaran (karışık çiçek balları) daha yüksek fiyatlarda tüketime sunulmaktadır (Anonymous, 2001b).

### 1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Bal Üretimi

2004-2013 yıllarına ait (10 yıllık) FAO verilerine göre bazı ülkelerin ortalama bal üretim miktarı (ton) Çizelge 1.1’de verilmiştir. 2013 yılına ait verilere göre Türkiye bal üretiminde Dünya’da ikinci sırada yer almaktadır (Anonymous, 2015).

Çizelge 1.1. 2004-2013 yılları arasında Dünya’da ortalama bal üretimi (Anonymous, 2015)

ÜLKELER	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Çin	297.987	299.527	337.578	357.220	407.219	407.367	409.149	446.089	462.203	466.300
Türkiye	73.929	82.366	83.842	73.935	81.364	82.003	81.115	94.245	89.162	94.694
Arjantin	80.000	110.000	105.000	81.000	72.000	62.000	59.000	76.000	80.000	80.000
Ukrayna	57.878	71.462	75.600	67.700	74.900	74.100	70.873	70.300	70.134	73.713
Rusya	52.666	52.123	55.678	53.655	57.440	53.598	51.535	60.010	64.898	68.446
ABD	83.272	72.927	70.238	67.286	74.293	66.413	80.042	67.294	64.544	67.812
Hindistan	52.000	52.000	52.000	51.000	55.000	55.000	60.000	60.000	60.000	61.000
Meksika	56.917	50.631	55.970	55.459	59.682	56.071	55.684	57.783	58.602	56.907
Etiyopya	40.900	36.000	51.250	42.180	42.000	41.525	53.675	39.892	45.905	45.000
İran	28.670	34.790	36.039	47.000	41.000	46.000	47.000	47.500	45.000	44.000

Türkiye, hem coğrafi konumu ve çeşitli toprak gruplarına sahip olması hem de değişik iklim tiplerinin ve üç farklı fitocoğrafik bölgenin tesiri altında kalması sebebiyle zengin bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Bu biyoçeşitlilik zenginliğinin bitkiler açısından bir kıyaslamasını yaptığımızda; Avrupa kıtasında yaklaşık 12.000 (Heywood ve ark.,1964-1980), civarında bitki türü bulunurken bu sayının ülkemizde yaklaşık 10.500 kadar olması (Davis, 1965–1988) ülkemiz florasının zenginliğini bariz bir şekilde ortaya koymaktadır. Ayrıca son yıllarda yürütülen flora çalışmaları sonucu bu sayının yaklaşık 12.000 seviyesini geçtiği bildirilmektedir (Kemancı, 1999). Türkiye, iklimi, bitki örtüsü,

topoğrafik yapısı gibi doğal koşulları nedeniyle arıcılık için son derece önemli bir potansiyele sahiptir (Genç ve Dodoloğlu, 2011).

Türkiye'nin bahsedilen bu doğal özellikleri öncülüğünde, balın arılar tarafından bitkilerin nektar ve salgılarından faydalanılarak üretildiği düşünöldüğünde, bu floristik zenginliğin balın artış gösteren üretimine ve kalite çeşitliliğine yansımaları da kaçınılmazdır. Gözlenen bu biyoçeşitlilik ve iklim zenginliği arıcılık faaliyetlerine yansımıştır.

Geçmiş yıllarda arıcılık faaliyeti genellikle tarıma uygun olmayan arazilerin aile işletmeleri tarafından arıcılık faaliyetiyle değerlendirilmesiyle gerçekleşmekteydi. Fakat günümüzde arı ürünlerine olan talebin giderek artması, arıcının arıcılık faaliyetlerini daha bilinçli biçimde yapmaya başlaması ve devlet tarafından arıcıların hizmetine sunulan destekler gibi nedenlerle arıcılık faaliyetinde artış gözlenmiş, bu artış bal üretimine de yansımıştır.

TÜİK 2013 yılı verilerine göre Türkiye'de ki toplam kovan sayısı 6.641.348 adet ve bal üretimi 94.694 ton dur (Anonim 2013).

Türkiye'de halen 200.000 tarım işletmesinde arıcılık faaliyeti yapılmaktadır. Ancak bunlardan sadece 20.000 işletme arıcılık faaliyetinden ticari manada gelir sağlamaktadır. Bu işletmelerin ölkemizin toplam koloni varlığının yaklaşık olarak % 70-% 80'ine sahip oldukları ve yıllık bal üretiminin % 90'ına katkı sağladıkları tahmin edilmektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2011).

Türkiye'de üretilen balların en önemlileri; yayla, çam, kestane, narenciye, yonca, ayçiçeği, pamuk, akasya ve ıhlamur balıdır (Genç ve Dodoloğlu, 2003; Tolon, 1999; Şahinler ve Gül, 2004; Şahinler ve ark., 2004; Gül, 2008'den). Ballara kaynak teşkil eden ballı bitkiler; kırmızı üçgül, beyaz üçgül, ayçiçeği, yonca, taş yoncası, adaçayı, kekik, peygamber çiçeği, geven, engerek otu, sığırkuyruğu, uyuz otu, karabaş otu, erik otu, adaçayı, hindiba, ballıbaba, korunga, lavanta, muhabbet çiçeği, nane, kolza, pamuk, tütün, fiğ olarak sıralanabilir. Ayrıca akasya, ıhlamur, okaliptus, çam, funda, çeşitli meyve ağaçları, söğüt, yalancı akasya, akçaağaç, böğürtlen, muz, kestane, kocayemiş, püren, erguvan ve meşe gibi ağaçlar ise bal arılarının nektar topladıkları ağaçlardandır (Sönmez, 1992; Gül, 2008).

Balın terapötik özelliklerine ilişkin yıllardır Dünya çapında birçok araştırma yapılmakta ve baldaki bu özelliklerin tespiti konusu halen güncelliğini korumaktadır.

Bu çalışmada Türkiye monofloral ballarının antioksidan ve antibakteriyel aktiviteleri tespit edilmiştir. Ballar, balların polen içerikleri ve araştırmada yer alan parametreler hakkında bazı bilgiler vermenin araştırmanın önemi ve sonuçlarının daha iyi anlaşılması bakımından gerekli olduğu düşünülmektedir.

## 1.2. Balların Kimyasal Bileşimi

Balın kimyasal bileşimi ve kalitesi arıların çevresinde bulunan bitki örtüsüne bu bitki örtüsünden aldıkları nektar tipine ve miktarına, bölgenin coğrafik konumuna, yükseltisine, ısı değişimlerine, kullanılan arı ırklarının saflığı gibi birçok özelliğe bağlıdır (Efem, 1988).

Ballar floral kaynağına göre çiçek ve salgı balları olarak sınıflandırılmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Gül (2008)'e göre; Crane (1975) tarafından yapılan çalışma çiçek ve salgı ballarının kimyasal içeriği hakkında genel olarak bilgi vermektedir (Çizelge 1.2.).

Çizelge 1.2. Çiçek ve salgı balının bileşimi Crane (1975; Gül'2008'den)

Bileşenler	Çiçek Balı			Salgı Balı		
	Ortalama	En az	En çok	Ortalama	En az	En çok
Su (%)	17.20	13.40	22.90	16.30	12.20	18.20
Fruktoz (%)	38.19	27.25	44.26	31.80	23.91	38.12
Glikoz (%)	31.28	22.03	40.75	26.08	19.23	31.86
Sakkaroz (%)	1.310	0.250	7.570	0.800	0.440	1.140
Maltoz (%)	7.310	2.740	15.98	8.800	5.110	12.48
Yüksek Şekerler (%)	1.500	0.130	8.490	4.700	1.280	11.50
pH	3.910	3.420	6.100	4.450	3.900	4.880
Serbest Asitlik	22.03	6.750	47.19	49.07	30.29	66.02
Lakton	7.110	0.000	18.76	5.800	0.360	14.09
Toplam Asitlik	29.12	8.680	59.49	54.88	34.62	76.49
Kül Miktarı (%)	0.169	0.020	1.028	0.730	0.212	1.185
Azot (%)	0.041	0.000	0.133	0.100	0.047	0.223
Diyastaz	20.80	2.100	61.20	31.90	6.700	48.40
Bilinmeyen Maddeler (%)	3.100	0.000	13.20	10.10	2.700	22.40

Peteklerdeki olgunlaşmış bal belli bir miktarda nem içermektedir. Balın olgunlaşmasında (nem miktarı) hava şartları ve nektarın orijinal nem miktarı rol



oyunmaktadır (White ve Doner, 1980). Balın nem içeriği olgunlaşmış ballarda % 18-20 dolaylarındadır. Nem içeriği daha fazla olan balların fermantasyonu daha hızlı olmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks Alimentarius Komisyonu Bal Standardı ve Avrupa Birliği kriterlerine (2001/110/EC) göre baldaki nem oranı en fazla % 20 olmalıdır (Karadal ve Yıldırım, 2012).

Genç ve Dodoloğlu (2011)'na göre, ballar taşıdıkları nem oranına göre üç gruba ayrılmaktadır. Buna göre;

I. sınıf ballar: Nem oranı en fazla % 17.8

II. sınıf ballar; Nem oranı en fazla % 18.6

III. sınıf ballar: Nem oranı en fazla % 20.0 olan ballar olarak kategorize edilmiştir.

Balın % 70-80'i şekerlerden oluşmaktadır. Bu oranın % 80-90'ını glikoz ve fruktoz oluşturmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Başka bir deyişle balın kuru ağırlığının % 95'ini başta fruktoz ve glikoz oluşturur. Balda yaklaşık 25 farklı disakkarit olmakla birlikte, total karbonhidratların toplamda % 5-10 kadarını oligosakkaritler meydana getirmektedir (Bogdanov ve ark., 2008). Baldaki şeker içeriği balın elde edildiği kaynağa ve arıların salgıladıkları enzimlerin aktivitelerine bağlıdır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Glikoz oda sıcaklığında glikoz monohidrat şeklinde kristalleşme eğilimi gösterir (Cavia ve ark., 2002; Bilgen-Çınar 2010'dan). Fruktoz/glikoz oranı 1.0-1.2 arasında iken kristalizasyon çabuk, 1.3 veya daha fazlaysa kristalizasyon geç olmaktadır. Yani baldaki fruktoz/glikoz oranı büyüdükçe baldaki kristalizasyon azalmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Balın kristalize olmasında etkili parametrelerden bir diğeri de glikoz/su oranıdır. Bu oran 1.70 ve daha küçük ise bu tip ballar çok geç kristalize olurken, glikoz/su oranı 2.10 olan ballar çok çabuk kristalize olmaktadır (Ruoff ve ark., 2006; Genç ve Dodoloğlu, 2011). Bu gibi durumlarda balın fiziksel ve kimyasal yapısında bazı istenmeyen değişimler (kristalizasyon, fermantasyon) olmakta ya da balın raf ömrü azalmaktadır.

Balın pH'sı 3.5-5.5 arasında değişim göstermektedir (Bogdanov ve ark., 2004). Balın pH değeri hem baldaki iyonize asitlere ve mineral maddelere bağlıdır hemde bu değer, balda mikroorganizma gelişimine ve enzimatik aktiviteye etki etmektedir (White, 1962; White, 1975; Chandler, ve ark., 1974; Estupinán, 1998; Cavia ve ark., 2007'dan). Salgı ballarının kaynağı olan bitki öz suyunda yüksek miktarda mineral tuzu (kül)

bulduğundan daha düşük bir aktif asitlik (yüksek pH değeri) elde edilmektedir (White ve Doner, 1980).

Balın asitliğini belirleyen başlıca faktörler organik asitler ve mineral maddelerin yanı sıra aminoasitler, peptitler ve karbonhidratlardır (Ötleş, 1995). Ayrıca balda bulunan enzimler asit oluşumuna neden olmaktadır (Crane, 1975). Baldaki en önemli asit glukonik asittir. Glikonik asit glikoz oksidaz enziminin faaliyeti sonucu oluşmaktadır (White ve Doner, 1980). Baldaki glikoz oksidaz enzimini arılar balın olgunlaştırılması esnasında bala eklemektedir (White, 2003). Genel olarak balın yapısındaki diğer asitler; formik, butirik, asetik, sitrik, oksalik, süksinik, laktik, malik, maleik, glikolik, kitoglutarik, pirüvik, tartarik, piroplutomik, 2-3 fosfoglisirik, glikoz-6-fosfat ve gliserofosfatdır (White ve Doner, 1980; Tolon, 1999). Balların asitlik derecesi malik asit olarak ölçülmektedir. Bu değer genel olarak % 0.1 ile % 0.4 arasında değişim gösterir. (Keskin, 1982, Gül, 2008'den). Baldaki serbest asitlerin artışı balda fermentasyon olayının gerçekleştiğine dair kimyasal bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Crane,1975; Yao ve ark., 2004; Cavia ve ark., 2007; Álvarez-Suárez, 2010; Karadal ve Yıldırım, 2012). Serbest asitlerin artışı balda fermentasyonun göstergesi sayılmaktadır. Çünkü bal şekerleri ve alkoller baldaki mayalar tarafından asitlere dönüştürülmektedir (Cavia ve ark., 2007; Alvarez-Suarez ve ark., 2010; Karadal ve Yıldırım 2012'den). Serbest asit miktarı Türk Gıda Kodeksi, AB ve Kodeks'e göre 1000 g balda 50 meq'den fazla olmamalıdır (Anonim, 2012a; Anonymous, 2001a; Anonymous 2001b). Toplam asitlik ise serbest asitlik ve laktonların toplamı olarak ifade edilmektedir (Cavia ve ark., 2007).

Bal üzerine yapılan çalışmalarda ortaya konulan bir diğer parametre de kül tayinidir. Kül, bal yakıldıktan sonra kalan materyal olup mineral maddeyi temsil etmektedir. Azot ve enzimler de dahil olmak üzere (nişastayı parçalayan diyastaz enzimi gibi) protein materyalinin bir ölçüsüdür. Azot içeriğini yansıtan aminoasitler ve protein içeriği de salgı ballarında çiçek ballarından fazla miktarlardadır (White ve Doner, 1980).

Balda bulunan enzimlerin bir kısmı bitki kaynaklı olup büyük bir kısmı ise arılar tarafından bala ilave edilmektedir. Enzimler, canlı hücrelerde birçok reaksiyonun gerçekleşmesini sağlayan protein yapılarıdır. Balda bulunan en önemli enzim şüphesiz ki invertaz enzimidir. Bu enzim nektardaki sakkarozu invert şekere (glikoz ve

fruktoz) çevirir. Baldaki diğer bir önemli enzim de diyastaz (amilaz) dır. Nektar nişasta içermediği için diyastazın fonksiyonu tam anlamıyla bilinmemektedir (White, 2003). Arıların bu enzimi polenin içeriğinde bulunan nişastayı sindirmek için kullandıkları düşünülmektedir (White,1979). Balda diyastaz dahil olmak üzere enzimler yaklaşık 35°C’de tahrip olmaktadır (Bogdanov ve ark., 2008). Analizlerde diyastaz bala uygulanan ısı işlemi belirlemede önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Yapılan çalışmaların müşterek sonucu olarak diyastaz ve invertaz enzimlerinin kaynağının arıların tükürük salgıları olduğu bildirilmektedir (Vit ve Pulcini, 1996; Won ve ark., 2009’dan). Katalaz, glikoz oksidaz ve fosfataz da balda bulunan diğer enzimlerdir (White, 1979; White, 2003). Glikoz oksidaz enzimi ise glikozu okside ederek glukonolaktone ve glukonik aside çevirir. Baldaki bu asitlik oluşumu balın fermantasyona karşı dayanıklılığını sağlamaktadır (Krell, 2001, White, 2003’dan). Baldaki diğer bir önemli enzim de katalazdır. Baldaki katalaz enzimi ise hidrojen peroksiti oksijen ve suya dönüştürür (White ve ark. 1963, Schepartz, 1964, Rios ve ark., 2001’dan).

Baldaki aminoasit miktarı % 1 w/w (ağırlıkça yüzde) dolayındadır. Bu miktarın % 50-% 85 kadarını prolin aminoasidi oluşturmaktadır (Boukraâ, 2013). Arıların ürettiği baldaki prolin aminoasidi, polen ve işçi arıların hipofaringial bezlerinin salgılarından kaynaklanmaktadır (White ve Rudyj 1978; .Davies, 1978; Standifer ve ark., 1980’dan). Türk Gıda Kodeksi’nin Bal Tebliğine göre prolin miktarı, salgı ballarında 300 mg/kg, bazı çiçek ballarında (biberiye, akasya ballarında) en az 120 mg/kg olmalıdır (Anonim, 2012a).

Balın mineral bileşimi % 0.02-1 arasında olup içeriğinde başlıca K, Ca, P olmak üzere Mg, Fe, Cu, Mn, Cl, P, Zn, Co, P gibi mineraller bulunmaktadır. Balların mineral içerikleri renklerine göre değişiklik göstermektedir (Kayral, 2002; Leblebici, 2006). Baldaki kül miktarı, yapısındaki mineral madde miktarı ile ölçülmektedir. Balın kül miktarı balın ağırlığının yaklaşık olarak % 0.17’si kadardır. Fakat bu oran % 0.02 ile % 1 arasında değişikliklik gösterebilmektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2011). Balın rengi, kül ve aminoasit/şeker oranıyla ilgili bir parametredir. Yapılan araştırmalarda balın rengi ile içerdiği kül miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunduğu bildirilmektedir (Tolon, 1999; Gül, 2008’dan).

Balın içeriğinde tiamin, riboflavin, niasin, askorbik asit, pantotenik asit ve piridoksin gibi vitaminler de bulunmaktadır (Crane, 1975; Yaniv ve Rudich, 1996; Sunay ve ark., 2003; Silici, 2004; Şahinler ve ark., 2004; Gül, 2008'den).

Bir gıda maddesi olarak balın kimyasal içeriği günümüze kadar uzanan çalışmalar neticesinde TSE, AB ve Kodeks gibi kuruluşlar tarafından standardize edilmiştir. Bu durum halk sağlığı ve ürün kalitesinin korunması açısından önemlidir. TSE ye göre balın kalitesi içerdiği nem, toplam şeker, invert şeker, Hidroksimetil furfural (HMF), diyastaz sayısı, kül gibi parametreler ile ticari şeker miktarları tayin edilmektedir.

Dünya bal ticaretinde de dikkat edilen en önemli biyokimyasal özellikler balın HMF içeriği ve baldaki diyastaz sayısıdır. HMF içeriğinin TSE ve AB standartlarına göre maksimum 40 mg/kg, Kodeks standardına göre ise 80 mg/kg olması gerekmektedir (Gül, 2008). Diyastaz sayısı ise TSE, AB ve Kodeks standartlarında en az 8 olmalıdır (White, 1994; Fallico ve ark., 2004). Yapılan çalışmalarda, sıcaklık ve depolama süresindeki artışın baldaki HMF içeriğini arttırırken diyastaz sayısının azalttığı bildirilmektedir (Dustmann, 1993; Şahinler, 2007; Gül, 2008'den).

Hidroksimetilfurfural (HMF), heksosların asidik ortamda dehidrasyonu ya da maillard (enzimatik olmayan esmerleşme) reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır. Asitlerin ayrılmasıyla; pentozlardan oluşan furfural, heksoslardan oluşan HMF mutajenik aktivite göstermektedir (Teixido ve ark., 2006; Küplülü ve Kahraman, 2011'dan). Yani genel olarak HMF balda ısıtmadan veya uzun süre depolama sonucunda baldaki fruktozun parçalanması ile oluşan bir bileşiktir (Gül, 2008). Ayrıca balda HMF oluşumu balın kimyasal özelliklerine (şeker, pH, toplam asitlik) bağlı olarak da değişim göstermektedir (Krell, 1996).

### **1.3. Balların Polen İçerikleri**

Bal arıları yaşamlarını sürdürebilmek için doğadan nektar ve polen toplamak zorundadır. Polen, balarısı kolonileri için olaganüstü öneme sahip bir besin olup, arılar için tek doğal protein kaynağı durumundadır (Genç ve Dodoloğlu, 2002; Anonim, 2000; Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005'dan). Polenler çiçeklerin erkek üreme hücreleri olup, içerisinde bir kısım fitokimyasalları ihtiva eden, besince ve sekonder metabolitlerce zengin bir maddedir (Hanssen, 1979). Bir kovandaki polen, bal arıları tarafından

bitkilerden toplanan ve arıların, konduğu çiçekteki polenler ve nektar ile salgılarının karışımından meydana gelen küçük granül halindeki maddelerdir (Leblanc ve ark., 2009).

Arılar, poleni yaşlı larvaların beslenmesi ve arı sütü salgılayarak genç larvaları besleyen genç işçi arıların beslenmesinde kullanılmaktadırlar. Polen, yalnızca arılar için önem arz eden bir madde olmayıp aynı zamanda insanlar için de önemli bir besin maddesidir (Alataş ve ark.,1997; Bayram ve ark., 2004'dan).

Balın kalitesini ortaya koyan en önemli kıstas kimyasal ve fiziksel özelliklerinin yanı sıra sahip olduğu polen içeriğidir. Balların polen içeriklerini, üretimin yapıldığı bölgenin floristik kompozisyonu belirlemektedir. Farklı iklimsel özellikleri ve 12.000 den fazla bitki türünün yayılış gösterdiği ülkemiz, arıcılık açısından oldukça yüksek potansiyele sahiptir. Ancak ülkemizin sahip olduğu zengin bitki çeşitliliği bilinmesine rağmen bal üretimine hangi bitkinin katkı sağladığı konusunda detaylı çalışmalara gereksinim bulunmaktadır. Bu nedenle bitki çeşitliliğinin bal üretimine katkısının belirlenmesinde yardımcı olacak en önemli yöntem ballarda polen analizleridir (Kemancı, 1999).

Balda yapılan polen analizleriyle balların sınıflandırılması yapılmaktadır. Balda en çok hangi bitkinin poleni bulunmuşsa bal o bitkinin adı ile anılır (Sorkun, 1985). Bu gerçekten hareketle Louveaux ve ark. (1978) ve Lieux (1978) polenleri balda bulunuş oranlarına göre 4 ana grupta toplamışlardır.

- Baldaki polenlerin miktarı % 45'in üzerinde olanlara dominant polenler
- Baldaki polenlerin miktarı % 15-45 arasında olanlara sekonder polenler
- Baldaki polenlerin miktarı % 3-15 arasında olanlara minör polenler
- Baldaki polenlerin miktarı % 3'den az olan polenlere eser polenler adı verilir (Straka 1975; Lieux, 1972).

Balın polen spektrumuna göre yapılan sınıflandırılmada ise;

- Toplam polen spektrumu 20.000'den az olan ballar, polen sayısı çok az olan ballar,
- Toplam polen spektrumu 20.000–100.000 arasında olan ballar, normal ballar
- Toplam polen spektrumu 500.000–1.000.000 arasında olanlar ise poleni çok zengin ballar olarak ayrılmıştır (Moar, 1985; Gül, 2008'den).

## 1.4. Balların Antioksidan Kapasitesi

Ballar arasındaki antioksidan aktivite farklılıkları; öncelikle floral kaynak (Da Silva ve ark., 2013), coğrafik orijin (Buratti ve ark., 2007; Al ve ark., 2009), nem, sıcaklık, toprak yapısı gibi (Buratti ve ark., 2007) iklim ve çevre (Buratti ve ark., 2007; Silici ve ark., 2010) faktörlerindeki değişikliklere bağlı olabilmektedir.

Genel olarak, balın antioksidanlar açısından zengin olduğu ve flavonoidler, fenolik asitler, karotenoid türevleri, organik asitler, aminoasitler ve proteinler gibi ürünleri içerdiği bilinmektedir (Gheldof, ve ark., 2002; Schramm ve ark., 2003; Lachman ve ark., 2010). Bal, içeriğinde bulunan çeşitli fenolik maddeler sayesinde iyi bir antioksidan kaynağıdır (Aljadi ve Kamaruddin, 2004; Küçük ve ark., 2007'den).

Balın antioksidan özelliğinin önemini ve mekanizmasını anlamak açısından oksidatif stres ve antioksidan kavramlarından genel olarak bahsetmek gerekmektedir.

### 1.4.1. Oksidatif Stres

Reaktif oksijen türleri tarafından uğratılan oksidatif zarar "Oksidatif stres" olarak adlandırılmaktadır (Sies,1986; Di Mascio, 1991; Poli ve ark., 2004; Valko ve ark., 2006). Oksidatif stres, organizmadaki pro-oksidan ve anti-oksidan dengenin bozulması olarak da tanımlanabilir (Kopáni ve ark., 2006; Çakatay ve Kayalı, 2006'dan).

Yapılarında eşleşmemiş elektron bulunan atom veya bileşikler serbest radikaller olarak adlandırılmaktadır (Staroverov ve Davidson, 2000; Kopáni ve ark., 2006; Çakatay ve Kayalı, 2006'dan). Başka bir deyişle serbest radikaller, yapılarında tek sayıda elektron içeren, açık elektron kabuğu yapılanmasına sahip atom veya moleküller olarak tanımlanabilir (Diplock, 1998; Staroverov ve Davidson, 2000; Koca ve Karadeniz, 2003; Çakatay ve Kayalı, 2006).

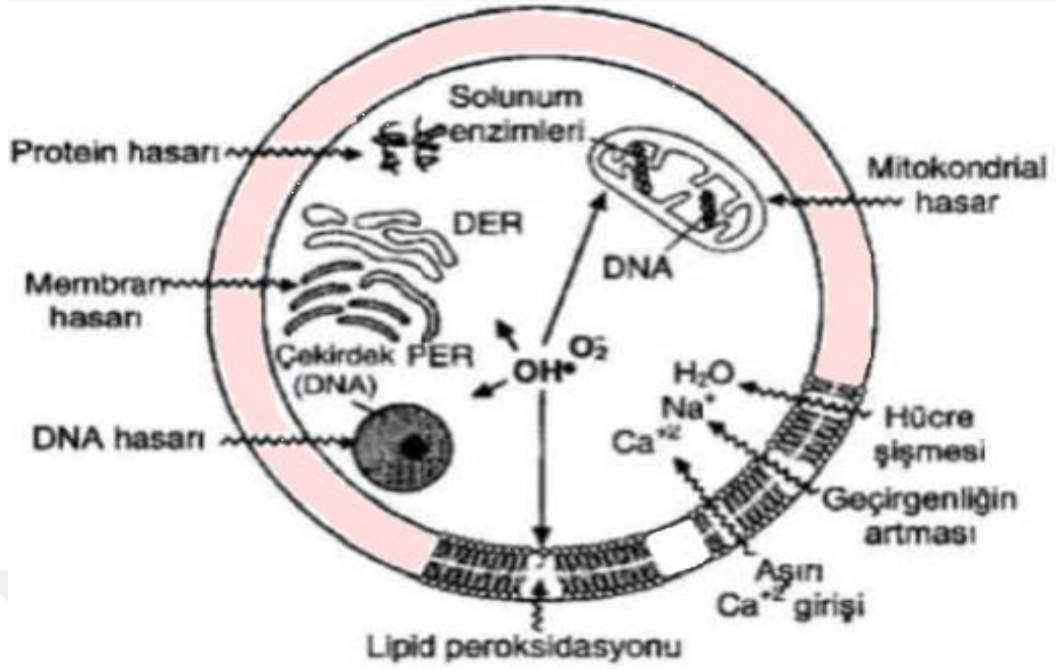
Son yirmi yıl içinde deneysel ve klinik tıpta, genellikle reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) olarak bilinen serbest oksijen radikallerinin hastalıklar üzerine etkisi üzerinde yoğun çalışmalar yapılmıştır (Halliwell ve Gutteridge, 1999; Valko ve ark., 2006). Reaktif oksijen türleri, süperoksit anyon radikali, hidrojen peroksit, hidroksil radikali ve singlet moleküler oksijendir. (Sies,1986; Di Mascio, 1991).

Serbest oksijen radikallerinin biyolojik sistemler için yararlı ya da zararlı olabilen iki farklı rol oynadığı bilinmektedir (Valko ve ark., 2004). Oksijenin biyokimyasal tepkimelerde kullanılması için reaktif formlarına çevrilmesi zorunludur (Fang ve ark., 2002; Meral ve ark., 2012'den). Serbest radikallerin kontrollü üretimiyle Organizmanın kendisini enfeksiyon hastalıklara karşı savunma ve hücrel sinyal sistemlerinin bir dizi fonksiyonunu gerçekleştirme gibi yaşam için gerekli bir takım döngülerin gerçekleşmesi sağlanır. (Poli ve ark., 2004; Valko ve ark., 2006). Normal şartlarda hücrede ROS üretimi düşük iken çeşitli stres faktörleri altında hücre içi homeostasi bozularak hücrede üretilen ROS miktarında artış olmaktadır (Mittler, 2002). Oluşan aktif oksijen formları, protein, karbonhidrat ve lipidlerde yapısal bozukluklara neden olmaktadır (Önenç ve Zümrüt, 2005; Aydemir ve Karadağ-Sarı 2009'dan). Radikallerin hücrel hasar oluşumunda özellikle 3 tip reaksiyon önemlidir:

**Lipid peroksidasyonu:** Serbest oksijen radikalleri, plazma ve organel membranlarında lipit peroksidasyonuna neden olur. Hidroksil radikalının membran lipitleriyle çift bağ yapması ile bir dizi zincirleme reaksiyon sonucunda lipit peroksidasyon ürünleri oluşur. Bu değişim sonucunda membran permeabilitesi bozulur. Böylece yaygın bir membran, organel ve hücre hasarı ortaya çıkar (Özel, 2006; Meral ve ark., 2012'dan).

**Proteinlerin oksidatif modifikasyonu:** Yapılan bazı araştırmalar protein oksidasyonuna yol açan ana mekanizmanın hidroksil radikalının etkisiyle polipeptid omurgasında bulunan aminoasitlerin  $\alpha$ -karbon atomlarından hidrojen atomunun çıkması sonucu başladığını bildirmektedir. Bu etki sonucunda hücrede önemli fonksiyonlara sahip enzimlerde bozulmalar ortaya çıkar (Schuessler ve Schilling, 1984; Meral ve ark., 2012'dan).

**DNA hasarı:** Serbest oksijen radikalleri, nükleer ve mitokondrial DNA'daki timinle reaksiyona girerek zincir kırılmalarına yol açar. Sonuç olarak nekrotik tipte hücre ölümü gerçekleşmektedir (Onat ve ark., 2006; Özel, 2006; Meral ve ark., 2012'den) (Şekil 1.1)



Şekil 1.1 Serbest radikallerin oluşturduğu hücresel hasarlar (Meral ve ark., 2012'den)

Serbest oksijen radikallerinin kaynaklarını şu şekilde sıralanabilir;

- UV lambaları, X-Ray ve Gamma ışınları tarafından üretilir,
- Metal katalize reaksiyonlarının ürünüdür,
- Atmosferde kirletici olarak bulunurlar,
- Enflamasyon sırasında nötrofiller ve makrofajlar tarafından üretilirler,
- Mitokondri katalizörlü elektron taşıma reaksiyonları ve diğer mekanizmaların yan ürünleridir (Cadenas, 1989; Valko ve ark., 2006).

Yapılan birçok çalışmada, oksidatif stresin, kanser oluşumu, inflamasyon, yaşlanma, (Di Mascio, 1991), diyabetin patogenezinde ve ilerlemesine (Lau ve ark., 2013), kardiovasküler hastalıklar, bağışıklık sisteminde zayıflama, sinir sistemi dejeneratif hastalıkları (Diplock, 1998; Koca ve Karadeniz, 2003'den), kalp ve akciğer hastalıkları, katarakt (Aras, 2006; Karakaya, 2006) gibi birçok hastalığa sebep olduğuna dair bilgiler bulunmaktadır.

#### 1.4.2. Antioksidan Kavramı



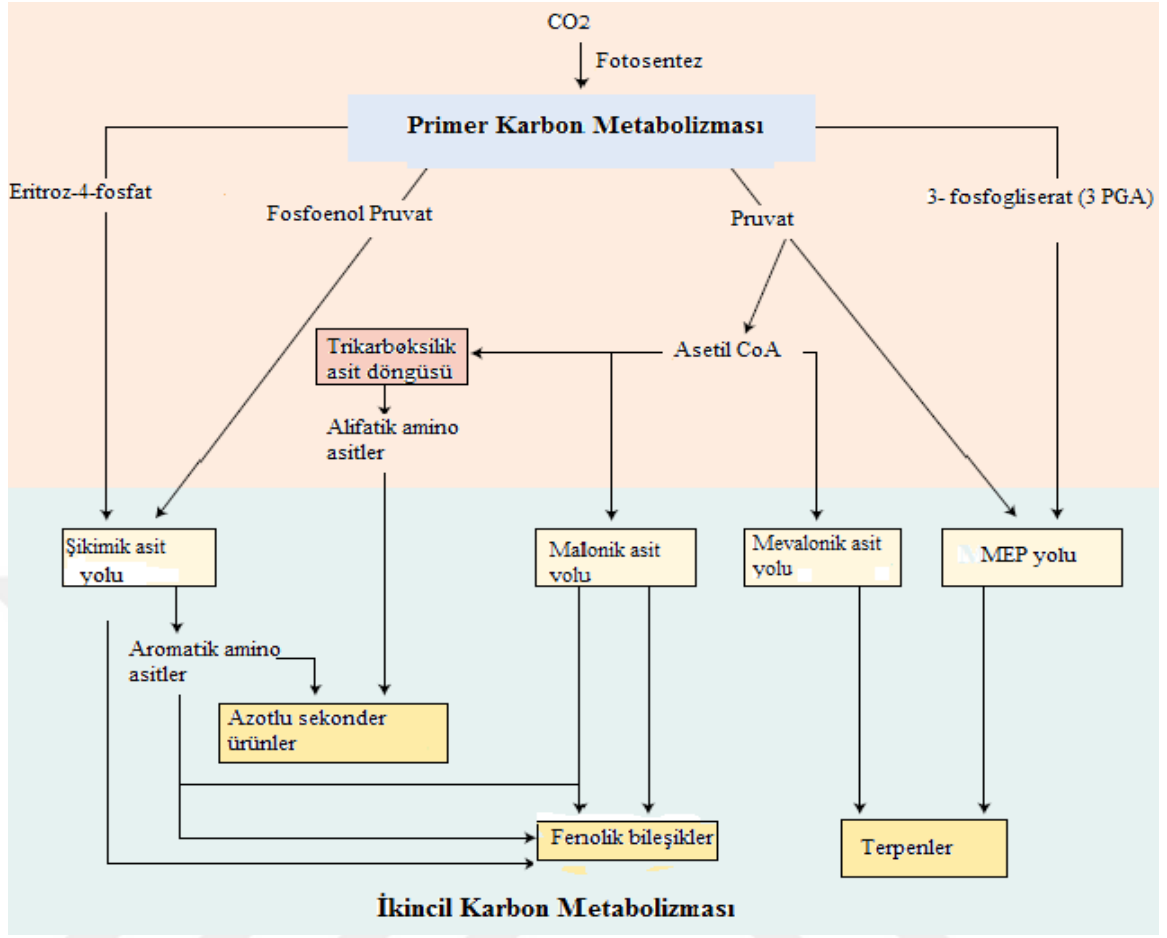
Antioksidanlar, serbest radikallerle reaksiyona girerek bunların başlattığı zincir reaksiyonu durduran ve vücudumuzdaki hayati bileşenlerin zarar görmesini engelleyen moleküllerdir (Wettasinghe ve Shahidi, 1999; Koleva ve ark., 2002).

Sekonder metabolitleri oluşturan öncül maddeler, genel olarak primer metabolizmanın meydana getirdiği ürün ve ara ürünlerinden üretilen (Collins-Pavao ve ark., 1996) ve bitkinin temel yaşamsal işlevleri ile doğrudan ilişkisi olmayan, buna karşılık en az bitkinin yaşamsal işlevleri ile doğrudan ilişkili primer metabolitler (protein, yağ, karbonhidrat, nükleik asitler) kadar önemli olan fitokimyasal maddelerdir (Taiz ve Zeiger, 2008; Yumrutaş 2011'dan). Sekonder metabolitler;

- Herbivor ve patojen mikroorganizmaların zararlarına karşı koruma
- Uv ışınlarının zararlarından korunma
- Herbivor ve patojen mikroorganizmaların predatörlerini çekebilme
- Allelopati ile diğer bitkilere karşı rekabet
- Baklağillerin köklerine rhizobium bakterilerinin yerleşmesinde
- Tohum ve polen yayılımını sağlayabilmek için feromon etkisi yapabilmek gibi özellikleri ile bitkilere birçok fayda sağlamaktadırlar (Taiz ve Zeiger, 2008).

Bitkilerdeki sekonder metabolitlerin biyosentezinde ana yolların ve primer metabolizma ile olan ilişkilerinin basitleştirilmiş görünümü Şekil 1.2'de verilmiştir (Taiz ve Zeiger, 2008).

Sekonder metabolitler fenoller, alkaloidler ve terpenler olarak 3 ana gruba ayrılmaktadır. Alkaloidler, yapılarında azot bulunduran sekonder metabolitlerdir. Bu grupta yer alan alkaloidlerin hayvanlar üzerinde belirgin fizyolojik etkileri bulunmaktadır. Terpenler genel olarak 5 karbonlu iskelete sahiptir ve birçok bitkide herbivora karşı savunma görevi yapmaktadır. Ayrıca bazı terpenler bitkilerde büyüme ve gelişmede rol oynar. Terpenler uçucu yağların ana bileşenini oluştururlar (Taiz ve Zeiger, 2008).



Şekil 1.2. Sekonder metabolitlerin biyosentezi (Taiz ve Zeiger, 2008)

Sekonder metabolitler içinde yer alan fenolik maddeler ise yapılarında en az bir aromatik halka ve bir ya da daha fazla hidroksil (OH) grubu bulunduran bileşiklerdir (Rice-Evans ve ark., 1997; Gibney, 2003; Manach ve ark., 2004; Barut-Uyar, 2013'dan). Bu fenolikler sinyal molekülü salisilik asit gibi basit fenollerden ve lignin gibi kompleks polimer yapılar arasından oluşabilmektedir (Rice-Evans ve ark., 1997). Bitkilerdeki fenolik bileşikler (basit fenoller ve fenolik asitler, fenilpropanoid ve feniletanoid, glikozitler, flavonoidler, stilbenler ve ksantonlar) sekonder metabolitlerin en yaygın grubudur (Duthie ve Crosier, 2000; Mudnic ve ark., 2009; Choi, ve ark., 2012; Tuberoso ve ark., 2013'dan). Arılar gibi kısa UV ışınları algılayabilen böcekler tarafından renk (flavonoidler) bakımından çekici bulunabilme gibi özellikleri ile bitkilere birçok fayda sağlamaktadırlar (Taiz ve Zeiger, 2008). Bitkisel fenolikler yaklaşık 10.000 çeşit bileşiğin yer aldığı kimyasal olarak heterojen bir grup olup (Taiz ve Zeiger, 2008; Yumrutaş 2011'dan), günümüzde binlerce fenolik bileşiğin yapısı

tanımlanmıştır (Kafkas ve ark., 2006). Çeşitli çalışmalar bu fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteye sahip olduklarını göstermektedir (Duthie ve Crosier, 2000; Mudnic ve ark., 2009; Choi, ve ark., 2012; Tuberoso ve ark., 2013'dan).

Antioksidanlar temel olarak doğal ve yapay olmak üzere iki guruba ayrılabilir. Vitaminler (A, C, E), fenolik bileşikler, karotenoidler, tokoferoller ve peptitler gibi bazı bileşikler, gıdalardan gelen süperoksit dismutaz, peroksit dismutaz, glutatyon peroksidaz, askorbat peroksidaz, glutatyon redüktaz ve katalaz gibi antioksidan enzimler ve melatonin gibi hormonlar doğal antioksidanları oluşturmaktadır. Selenyum, çinko, mangan, magnezyum ve bakır gibi bazı mineraller de hem vücut tarafından üretilen hem de gıdalardan gelen antioksidan enzimlerin katalizörü ve aktivatörü olarak dolaylı yoldan antioksidan etki göstermektedir. Bütillenmiş hidroksianizol (BHA), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve propil gallat (PG) gibi yapay antioksidanlar ise endüstriyel üretimlerde gıdaların oksidasyonunu önlemek ve raf ömrünü uzatmak için kullanılan sentetik maddelerdir (Benzie, 2003; Serteser ve Gök, 2003; Erbaş, 2006; Erbaş ve ark., 2008'dan). Son yıllarda BHT ve BHA gibi sentetik antioksidanların toksik ve kanserojen olabileceğini ortaya koyan çalışmalar neticesinde bazı ülkelerde kullanımlarına ciddi sınırlamalar ve yasaklar getirilmiştir (Koşar ve ark., 2002; Öztürk ve ark., 2002; Köksal, 2007, Yağcı ve ark., 2008, Nizamlioğlu ve Nas, 2010'dan). Bu nedenlerle antioksidanlar açısından zengin doğal ürünler bilim adamları için büyük önem taşımaktadır (Noor ve ark., 2014).

Antioksidanların aktivitesi aşağıdaki şekillerde olmaktadır;

1. Süpürme etkisi: Oksidan moleküller bu yolla daha zararsız olan moleküllere dönüştürülürler.
2. Söndürme etkisi: Oksidanlara bir hidrojen aktararak onları etkisiz hale getirirler. Aromatik halka yapılarındaki hidroksil grupları sayesinde hidrojen vererek redoks reaksiyonlarına girebilirler.
3. Zincir reaksiyonlarını kırma etkisi: Oksidan molekülleri kendilerine bağlayarak etkisiz hale getirirler.
4. Onarma etkisi: Hasara uğramış olan biyomolekülü onararak oksidan moleküllerin zararlı etkilerini ortadan kaldırır (Gökpinar ve ark., 2006, Bucak, 2011'dan).

Sonuç olarak; serbest radikal kaynaklarından korunarak, antioksidan maddelerce zengin besinlerle beslenerek birçok hastalık önlenabilir, yaşam süresi ve kalitesi

arttırılabilir (Kasapçopur-Özel ve Birdane 2014'den). Yapılan birçok çalışmaya göre antioksidanlarca zengin bal bu ürünlerden biridir.

### **1.5. Balların Antimikrobiyal Kapasitesi**

Günümüzde enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde antimikrobiyal kemoterapi çok önemli bir rol oynamaktadır. Penisilinin 1928 yılında keşfinden bu yana birçok antimikrobiyal ilaç hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır (Ustaçelebi ve ark., 1999). Mikroorganizmaların neden oldukları hastalıkların sağaltımında kemoterapötik maddeler kullanılmaktadır (Bilgehan, 1999).

Kemoterapötik madde; çok küçük miktarlarda mikroorganizmaların üzerinde zarar verici etkileri fazla, buna karşılık konak organizma üzerinde etkisi ya hiç ya da çok az miktarda olan, enfeksiyon hastalıkların sağaltımında kullanılan kimyasal maddedir (Bilgehan, 1999).

Kemoterapötik maddelerin mikroorganizmalar üzerine iki çeşit etkisi bulunmaktadır (Bilgehan, 1999).

- Mikrobiyostatik: Mikropların üremesini durdurucu etki
- Mikrobisit: Mikropları öldürücü etki

Bakteri hücresinin hücre duvarı, hücre membranı, ribozomları ve nükleik asitleri insan hücresinden önemli farklara sahiptir. Antimikrobiyal ajanların etki mekanizması temelde bu farklılıklara dayanmaktadır. Buna göre kemoterapötiklerin 4 etki mekanizması olduğu kabul edilmektedir (Ustaçelebi ve ark., 1999).

- Hücre duvarı sentezinin inhibisyonu
- Hücre membran fonksiyonunun inhibisyonu
- Protein sentezinin inhibisyonu
- Nükleik asit sentezinin inhibisyonu

Bakteri türlerinde antimikrobiyal direnç henüz antibiyotik kullanımının başlamadığı zamanlara dayanmaktadır. Bu durum, toprak ve suda yaşayan mikroorganizmalar tarafından doğal antibiyotik sentezlenmesi olasılığını düşündürmektedir. Bunları izleyen yıllarda kemoterapötik ilaçların kullanılması ile farklı bakteri suşlarında çoklu antibiyotik dirençleri gözlenmeye başlanmıştır (Ustaçelebi ve ark., 1999). Antibakteriyel direnç gittikçe büyüyen küresel bir sorundur.

ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezinin (U.S. Centers for Disease Control and Prevention- CDC) son istatistik çalışmasına göre; yalnızca ABD' de, en az 2 milyon kişi bir veya daha çok antibakteriyel ilaca dirençli olan bakterilerin neden olduğu hastalığa yakalanmıştır. Bunların yaklaşık 23.000 kadarı antibiyotik dirençli enfeksiyonlar nedeniyle hayatlarını kaybetmiştir (Anonymous, 2013).

Bakteri duyarlılık düzeylerini ölçen çeşitli yöntemler olmasına karşın genellikle tercih edilen iki yöntemden bahsedilebilir.

Dilüsyon yöntemleri bunlardan ilki olup bu yöntemde standart sayıda bir bakteri topluluğu (inokulum), iki katlı dilüsyonlar şeklinde değişen yoğunluklarda antimikrobiyal ajan ile karşılaştırılır. İnkübasyon süresi sonunda gözle görülür üremeyi engelleyen en düşük yoğunluk saptanır. Buna Minimal İnhibitör Konsantrasyon denir (MİK) ve g/ml olarak ifade edilir. Sulandırım temeline dayanan yöntemler kantitatif sonuçlar verdiği için tercih edilir. Sıvı besi yerinde sulandırım yöntemleri tüpte uygulanıyorsa makro (tüp) dilüsyon, mikrotitrasyon plaklarında, küçük hacim uygulanarak yapılıyorsa mikrodilüsyon olarak adlandırılır (Ustaçelebi ve ark., 1999).

Difüzyon yöntemleri ise çukur agar ve disk difüzyon yöntemleri olarak sınıflandırılabilir. Yöntem içinde test edilecek olan maddenin bulunduğu bir çukur sistemi içeriyorsa çukur agar metodu, çukurlar yerine kâğıt disk kullanılıyorsa disk difüzyon metodu olarak bilinir. Çukur agar tekniğinde, içinde test edilecek maddenin bulunduğu çukurlar ve test organizmasının bulunduğu uygun bir besiyeri bulunmaktadır. Besiyeri üzerine belirli ölçülerle açılan çukurlara homojen olarak çözülmüş madde konur ve çukurlar besiyeri ile temas halindedir. Disk difüzyon metodunda aynı amaçla, çukur yerine test edilecek maddenin emdirildiği kâğıt diskler kullanılır (Olsson ve ark., 1994; Bucak 2011'den). Disk difüzyon yönteminde belirli miktarda antimikrobiyal ajan içeren kâğıt diskler, test mikroorganizmasından hazırlanan standart süspansiyonun yayıldığı agar plaklar üzerine yerleştirilir. Bunun sonucunda, disk çevresinde bakterilerin üremediği inhibisyon alanları oluşur. Bu alanın çapı ölçülerek, her antibiyotik için farklı olabilen duyarlılık sınırı değerleri ile karşılaştırılır. Bunlarla ilgili sınır değerleri her antimikrobiyal ajan için MİK ve ulaşılabilir serum düzeyleri göz önüne alınarak saptanır. Disk difüzyon yöntemi dilüsyon yöntemlerine göre daha kolay ve ucuzdur (Ustaçelebi ve ark., 1999).

Birçok araştırma balların antimikrobiyal etkilerini ortaya koymaktadır (Frankel ve ark., 1998; Bertoneclj ve ark., 2007; Chua ve ark., 2013; Moniruzzaman ve ark., 2013; Özcan ve Ölmez, 2014). Bal ile ilgili yapılan çalışmalarda; balın antimikrobiyal etkisinin, yüksek şeker konsantrasyonuna (düşük su aktivitesi) bağlı inhibisyon, düşük pH, yapısında bulundurduğu hidrojen peroksit, flavonoidler ve fenolik asitlerden kaynaklandığı bildirilmektedir. Bal, bu özellikleri sayesinde insanlarda hastalık etmeni birçok bakteri için uygun olmayan bir ortam oluşturmaktadır. Ayrıca birçok çalışmada, yüksek miktarda fenolik içeriğe sahip balların, antimikrobiyal aktivite açısından daha stabil olduğu belirtilmektedir (Lusby ve ark., 2002; Dixon, 2003; Snow ve Manley–Harris, 2004; Mundo ve ark., 2004).

Yukarıda belirtilen ve önemi hakkında çok çeşitli örnekler verilen bal, beslenme ve sağlık koruma amacıyla birçok araştırmacının uzun yıllardır dikkatlerini üzerine çeken mucizevi bir besin maddesidir. Bal, Dünya’da birbirinden farklı birçok kökene ve doğal olarak farklı içeriklere ve özelliklere sahip olması nedeniyle birçok çalışmaya konu olmuştur. Benzer şekilde Türkiye’de balların antioksidan ve antibakteriyel içerikleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ülkemiz monofloral balları belirtilen bazı parametreler açısından araştırılmakla beraber, daha geniş kapsamda ele alınmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmamızın amacı;

- Türkiye monofloral ballarının antioksidan özellikleri ile antibakteriyel aktivitelerini ortaya koymak,
- Monofloral balları belirtilen yönleri ile kıyaslayabilmek,
- Monofloral balların terapötik etkilerini ortaya çıkararak üretim ve tüketimlerini arttırmak,
- Monofloral ballar hakkında daha sonra yapılacak çalışmalara katkıda bulunmaktır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Balların Botanik Orijinlerinin Araştırılması

Monofloral balların orijinlerinin belirlenmesinde polen analizleri oldukça önem taşımakla beraber bu çalışmalara ek olarak botanik köken tespitinde bazı farklı parametrelerin de kullanılabilirliği birçok çalışmaya konu olmuştur. Bu araştırmalardan bir kısmı balın fizikokimyasal özelliklerinin orijin tespitindeki önemi üzerinedir. Balın kimyasal analizlerinden nem, kül, pH, asitlik, EC, HMF, diyastaz, glikoz, fruktoz, sakkaroz gibi parametrelere bu yönüyle baktığımızda Bogdanov ve ark. (2004)'a göre nem oranı monofloral balların sınıflandırılmasında ayırt edici bir parametre olarak çok küçük bir önem taşımaktadır. Monofloral balların nitelendirilmesinde nem içeriği, glikoz/su oranına etki ederek balın vizikositesi ve kristalizasyonu gibi fiziksel özelliklerinde bazı tipik farklılıklar meydana getirmektedir. Bununla birlikte balın üretim sezonu, iklim (Bogdanov ve ark., 2004), bal örneğinin nektar akım döneminde üretilip üretilmediği, nektardaki nem oranı, nektarın salgılanma hızı, koloni büyüklüğü (Perez ve ark, 1994; Ötleş, 1995; Tolon, 1999; Isengard ve Schulthei, 2003; Bilgen-Çınar, 2010'dan), balın higroskopik özelliği nedeniyle arıcının bal hasadı ve depolama esnasındaki uygulamaları (Ötleş, 1995), gibi birçok faktör baldaki nem oranına etki edebilmektedir. Bu nedenle belirtilen değişkenlerin balın gerçek nem oranını etkileyerek glikoz/su oranını da değiştirebildiği göz önünde bulundurulmalıdır (Persano Oddo ve Piro, 2004).

Balların kül miktarı ise toprak, iklim (Acquarone ve ark., 2007), arıcının uygulamaları (Ouchemoukh ve ark., 2007; Saxena ve ark., 2010) gibi bazı şartlara göre değişiklik gösterebilen bir karakter olduğu için Nigussie ve ark. (2012) tarafından bildirilen çalışmada bu parametre balların botanik kökenini gösteren kalitatif bir gösterge olabilir (Felsner ve ark., 2004). Şahinler ve ark., (2009)'a göre balların orijinlerinin belirlenmesinde yalnızca kül miktarları ayırt edici bir parametre değildir. Felsner ve ark. (2004) ise kül içeriğinin coğrafik ve botanik orijin ile ilişkili bir fizikokimyasal parametre olduğunu fakat kül içeriğinin tespiti esnasında oluşabilecek analitik hatalar ve farklı floral kaynakların bala olan katkıları nedeniyle bu değerlerin varyasyonlar gösterebileceğini belirtmiştir.

Bogdanov ve ark. (2004) bazı monofloral balların ayırımında pH değerinin ayırt edici sınıflandırma gücüne sahip olduğunu bildirmişlerdir. Şahinler ve ark. (2009) ayçiçeği, narenciye, pamuk yayla ve çam balları numuneleri üzerinde yaptıkları bir çalışmada pH içeriğinin orijin belirlenme çalışmalarında doğru sonuca ulaştırabilecek ve kolay uygulanabilen bir parametre olduğunu rapor etmişlerdir.

Monofloral balların sınıflandırılmasında serbest asitlik ve toplam asitlik değerleri kısmen ayırt edici sınıflandırma özelliğine sahip olmasına karşın laktonlar fazlaca değişkenlik gösterdiği için bu ayırmda yararlı bilgi sağlamamaktadır (Bogdanov ve ark., 2004).

Taze bal HMF içermemektedir. Ayrıca HMF miktarı bala uygulanan işlemler, depolama koşullarından etkilendiği için botanik orijin belirlenmesinde kullanışlı bir parametre değildir (Goodacre ve ark., 2002; Davies ve ark., 2002; Ruoff, 2006'dan). Benzer şekilde baldaki enzim aktivitesi, bala uygulanan işlemler ve depolama koşullarından etkilendiği için botanik orijin tespitinde kullanışlı bir parametre olarak görülmemektedir (Goodacre ve ark., 2002; Davies ve ark., 2002; Ruoff, 2006'dan).

Monofloral balların sınıflandırılmasında baldaki monosakkaritler olan glikoz ve fruktoz miktarları kadar fruktoz/glikoz ve glikoz/su oranları da kullanılmaktadır (Talpay, 1985; Sabatini ve ark., 1989; Persano Oddo ve Piro, 2004; Bogdanov ve ark., 2004'den). Şahinler ve ark. (2009)'a göre balların orijinlerinin belirlenmesinde yalnızca sakkaroz miktarları ayırt edici bir parametre değildir. Fakat araştırmada invert şeker, pH ve asitlik parametrelerinin her biri veya kombinasyonu botanik orijinin belirlenmesinde oldukça kullanışlı bir ayırt edici olarak rapor edilmiştir.

Kiwima ve ark. (2014) tarafından bildirildiğine göre elektrik iletkenliği kül içeriği kullanılarak hesaplanan ve balların botanik orijinleri için iyi bir gösterge olduğu Bogdanov ve ark. (2000) tarafından belirtilmiştir. Şu anda monofloral balların sınıflandırılmasında elektrik iletkenliği; nispeten pahalı olmayan bir ekipman ile belirlenebilen, en yararlı kalite parametresidir. Maksimal EC değeri ise salgı ve çiçek ballarının (kestane balı haricinde) ayırımında araştırmacılara fikir vermektedir (Bogdanov ve ark., 2004).

Kimyasal analizlerin dışında balların botanik orijinleri farklı çalışmalarla da ortaya konmaya çalışılmıştır. Bogdanov ve ark. (2004)'a göre, bu çalışmalardan biri olan baldaki polifenollerin tespiti HPLC cihazı kullanılarak gerçekleştirilmektedir ve



botanik orijin çalışmalarında belirtilen yöntem ile bazı iyi sonuçlara ulaşılabildiğine rağmen mevcut metodların yoğun emek gerektirmesi nedeniyle rutin testler için elverişsizdir.

Baldaki uçucu bileşiklerin katı faz mikroekstraksiyon (SPME) yöntemi veya dinamik headspace ile tespiti, GC-MS veya elektronik burunlar ile izlenmesi botanik köken ile ilgili çalışmalarda karşımıza çıkan yöntemler arasındadır. Umut veren bu yöntemler iyileştirilerek uçucu maddelerin kantitatif analizi için geliştirilebilir (Bogdanov ve ark., 2004)..

Baldaki aminoasitler de orijin çalışmalarına konu olmuştur. Aminoasitler bir kısım ayırt edici özelliğe sahip olmasına rağmen coğrafik orijin ve iklimsel şartların etkisi altında kalabilir (Bogdanov ve ark., 2004).

Bal proteinlerinin polen orijinli imünoblot deneyleri ise klasik melissopalnolojik analizlere (polen analizleri) tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır (Bogdanov ve ark., 2004).

Baldaki alifatik karboksilik asitler bu çalışmaların bir başka grubunu oluşturmaktadır. Balda bulunan çoğu asit arılar tarafından bala eklendiği için bu asitler orijin tespit çalışmalarında araştırmacılara sınırlı imkân sağlamaktadır (Bogdanov ve ark., 2004).

İnfrarod spektroskopisi balların botanik kökenlerinin tespitinde umut vadeden yeni ve hızlı bir metod olup geliştirilmesi gerekmektedir (Bogdanov ve ark., 2004).

Proteomik kütle spektroskopisi ise yeni bir metottan bir diğeri olup, pahalı ekipman gerektirmektedir (Bogdanov ve ark., 2004).

Atanassova ve ark. (2012), balda mevcut eser elementlerin botanik köken belirlemede kullanışlı olamayacağını, balların element düzeylerinin coğrafik orijin kadar coğrafik bölgelerde elde edildikleri lokalitelerin çevresel kontaminasyonuna da bağlı olduğunu rapor etmişlerdir.

Sonuç olarak; ballarda yapılan fiziksel ve organoleptik (duyusal) orijin belirleme çalışmalarının doğrulanmasında ve balların coğrafik ve botanik orijinlerinin belirlenmesinde polen analizleri oldukça önemli bir analiz olarak karşımıza çıkmaktadır (Rusmann, 1998; Von Der Ohe ve ark., 2004'den). Bununla birlikte polen analizleri bal üretiminde önem taşıyan; bal ekstraksiyonu, süzme, depolama gibi aşamaların kalitesi ile ilgili çıkarımda bulunmamızı sağlamaktadır. Ayrıca polen analizi; balda

oluşan fermantasyon (Russmann, 1998; Von Der Ohe ve ark., 2004'den), tağışın bazı türleri (Kerkvliet ve ark., 1995; Von Der Ohe ve ark., 2004'den) ve mineral tozu, is, nişasta taneleri ile kontaminasyon gibi balın hijenik yönleri (Louveaux ve ark., 1978; Von Der Ohe ve ark., 2004'den) hakkında bilgiler verebilmektedir.

## 2.2. Balda Polen Analizleri

Balın floral kökenlerinin tespitinde geleneksel olarak polen analizlerinden yararlanılmaktadır. Polen analizlerinde uygulanan yöntem polen katyonlarının mikroskopik muayenesine dayanmaktadır. Yapılan çalışmalarda birçok polen tipi literatürde yer almaktadır (D'Albore and Oddoo, 1978; Moore and Webb, 1978; Sawyer, 1988; Anklam 1998'den). Ballarda yapılan bazı polen analizlerinde;

Pérez-Arquillué ve ark. (1995), bazı İspanyol ballarının polen içeriklerini araştırarak % 45 polen yoğunluğuna sahip balları monofloral ballar olarak adlandırmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında yer alan ballardan *Salix sp.*, *Hypocoum sp.*, *Brassica sp.*, *Prunus sp.*, *Rhymes vulguris*, *Lavandula latifolia*, *Vicia sativa*, *Lavandula stoechas*, *Echium sp.* ve *Onobrychis viciifolia* ballarını monofloral olarak bildirmişlerdir.

Al-Khalifa ve Al-Arifly (1999), 10 adet bal örneğinin polen içeriklerini araştırmıştır. Çalışmada % 40 üzerinde polen yoğunluğu olan ballar monofloral olarak belirtilmiş olup bu ballar *Ziziphus spina-christi*, *Acacia etbaica*, *Hypericum perforatum*, *Lavandula dentata*, *Ocimum repandra*, *Acacia sp.*, *Heliantemum chamaecistus* ve *Chenopodium sp.* olarak bildirilmiştir.

Andrade ve ark. (1999), Portekiz'de 1991-1993 yıllarında üretilmiş her bir hasattan 20 bal örneği olmak üzere toplamda 60 balın polen içeriklerini ortaya koymuştur. % 45 üzerindeki polen içeriklerinin monofloral olarak kabul edildiği çalışmada 60 bal örneğinin % 70 kadarının Ericaceae familyasına (*Erica sp.* ve *Calluna vulgaris*) ait olduğu tespit edilmiştir.

Andrada ve Tellería (2002), Arjantin'nin Caldén bölgesinden toplamış oldukları 75 bal örneği üzerinde yaptıkları polen analizleri sonucunda; bölgede genelde ağaç polenlerinin daha yaygın olduğunu ve 36 farklı familyaya ait 79 polen çeşidini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bal örneklerinin içerdiği polenlerin *Prosopis sp.*, *Condalia*

*microphylla*, *Vicia sp.*, *Larrea divaricata* ve *Brassica sp.* olduğunu, *Astereae sp.* ve *Lycium sp.* polenlerinin sadece Caldén bölgesine ait olduğunu belirtmişlerdir.

Terrab ve ark. (2004), 2002 ve 2003 yılları arasında İspanyadan toplanan 25 kekik balının polen içeriklerini ortaya koymuştur. Bu çalışmada kekik ballarının % 15-% 73'ünün *Thymus mastichina* ve *Thymus capitatus* polenlerini içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar ballara Leguminosae familyasına ait *Calicotome villosa*, *Cytisus baeticus*, *Genista hirsute*, *Ulex borgiae* polenlerin eşlik ettiğini bildirmişlerdir.

Silici (2004), Bursa ilinde 2004 yılında yürüttüğü bir çalışmada; marketlerde satılan ve Türkiye'nin farklı bölgelerine ait 49 bal örneğinin kimyasal ve palinolojik analizlerini yapmıştır. Araştırmacı bal etiketlerindeki bilgiler doğrultusunda bal örneklerini İç Anadolu, İç ve Doğu Anadolu, Doğu Anadolu, Marmara, Ege, Akdeniz Bölgesi ve “yöresi bilinmeyenler” olarak sınıflandırmıştır. Araştırmacı, bal örneklerinde yaptığı polen analizi sonucunda *Castanea sativa*, *Helianthus annuus*, *Onobrychis sp.*, *Rubus sp.*, *Brassica sp.*, *Salix sp.*, *Achillea sp.*, *Centaurea sp.*, *Lotus sp.* cinslerin ait türler ile *Brassicaceae*, *Ericaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lamiaceae*, *Umbelliferae* ve *Chenopodiaceae* familyalarına ait polenlerinin dominant olduğunu rapor etmiştir.

Felsner ve ark. (2004), Brezilya'da üretilen okaliptüs ve narenciye ballarından oluşan 22 adet örneğin polen içeriklerini araştırmış ve okaliptüs balının % 83- % 96 aralığında baskın bir biçimde okaliptüs polenini içerdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca bu ballara sıklıkla eşlik eden diğer familyaların *Asteraceae* (*Bidens sp.*, *Baccharis sp.*, *Vernonia sp.*, *Eupatorium sp.*, *Mikania sp.*, *Xanthium sp.*), *Rutaceae* (*Citrus sp.*), *Poaceae*, *Mimosaceae* (*Acacia sp.*), *Moraceae* (*Cecropia sp.*), *Palmae*, *Sapindaceae* (*Serjania sp.*, *Paulinia sp.*) olduğunu bildirmiştir.

Downey ve ark. (2005), İrlanda balının polen analizlerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda 2000-2001 sezonunda toplanan 25 adet bal örneğinden 19'u *Trifolium repens* polenini dominant olarak taşımakta olduğunu tespit etmişlerdir.

Kenjerić ve ark. (2007), çalışmalarında Hırvatistan'da üretilen 20 adet 2002 ve 20 adet 2003 yıllarında olmak üzere toplamda 40 adet akasya balının polen içeriklerini ortaya koymuşlardır. Araştırma sonucunda 2002 yılına ait akasya balı polen frekansının % 20-% 50 arasında ve 2003 yılı akasya ballarının polen frekansının ise % 23- % 69 arasında değişmekte olduğu bildirilmiştir.

Ouchemoukh ve ark. (2007), ABD’de 11 arıcıdan toplanan bal örneklerinin polen spektrumlarını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmada % 45 üzerindeki polenler dominant polen olarak tanımlanmıştır ve sonuç olarak ballardaki dominant polen içerikleri *Myrtus communis* (% 79), *Rubus* sp. (% 82), *Capparis* sp. (% 50), *Hedysarum coronarium* (% 53), *Eucalyptus* sp. (% 63-% 87), *Erica arborea* (% 54) olarak ortaya çıkmıştır.

Jerković ve ark. (2009), Hırvatistan’ın alt Akdeniz’e bakan bölümünden elde edilen 5 farklı monofloral balın polen analizleri ve uçucu bileşenlerini araştırmıştır. Araştırmacılar balların % 72- %75 arasındaki polen içeriğinin *Paliurus spina-christi* polenine ait olduğunu ve ballardaki diğer minör polenlerin %1- % 2 dolaylarında olduğunu belirtmişlerdir.

Gomes ve ark. (2010), 5 adet Portekiz market balının polen analizleri yapılmıştır. Çalışmada yer alan 4 balın polen spektrumlarının % 70.7 ve % 50.2 ile okalıptus (*Eucalyptus* sp.), % 69.4 ile (*Echium* sp.), % 75.6 ile narenciye (*Citrus* sp.) monofloral balları olduğu rapor edilmiştir.

Alissandrakis ve ark. (2011), 10 okalıptüs ve 10 kestane ballarında gerçekleştirdikleri polen analizlerinde kestane (*Castanea sativa*) ballarının polen frekansını %89- % 95, okalıptüs (*Eucalyptus globules*) ballarının polen frekansını ise % 69- % 83 olarak tespit etmişlerdir.

Yang ve ark. (2012), 50 Korsika balının polen içerikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda balların oldukça büyük miktarda kestane (*Castanea sativa*) poleni içerdiği kestane polenine *Rubus* sp., *Quercus ilex*, *Anthyllis hermanniae*, *Myrtus communis*, *Genista* sp., *Erica arborea*, *Cistus creticus*, ve *Fraxinus ornus*. polenlerinin eşlik ettiği ortaya çıkmıştır.

Estevinho ve ark. (2012), 75 organik bal örneğinde yaptıkları polen analizleri sonucunda balların dominant olarak (>% 45) funda (*Erica* sp.) poleni içerdiği ve ballardaki dominant polene % 10-% 20 polen frekansında *Thymus*, *Rosmarinus*, *Citrus*, ve *Arbutus* polenlerinin eşlik ettiği bildirilmiştir.

Escuredo ve ark. (2012), İspanya’nın Galicia bölgesinden toplanan 23 adet bal örneğinin polen içeriklerini araştırmışlardır. Çalışmada ballardaki dominant polen (>% 45) *Rubus* sp. (% 46-%.49.3) ve sekonder polen *Castanea sativa* (% 19.1-% 40.2) olarak bulunmuştur.

Escriche ve ark. (2012), İspanya'dan temin ettikleri 4 bal örneğinin floral orijinlerini tespit ettikleri çalışmada 3 polen tipi belirlemişlerdir. Çalışmada yer alan ballar narenciye (*Citrus sp.*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve multifloral balları olarak 3 sınıfa ayrılmıştır ve narenciye ballarının polen spektrumları % 37-% 15 ve biberiye ballarının polen spektrumları % 31-% 15 olarak rapor edilmiştir.

Castro-Vázquez ve ark. (2014), 10 adet Lavandin (*Lavandula angustifolia x latifolia*) ve 10 adet lavanta (*Lavandula latifolia*) balının floral orijinlerinin tespitini yapmak için polen, sensoral ve bazı kimyasal analizlerini yapmışlardır. Polen analizleri sonucunda 26 farklı polen tipi tespit edilmiştir. Lavanta balında en çok rastlanan polen taksonları *L. latifolia*, *Lonicera*, *Satureja*, *Lamium*, *Plantago*, *Cichorioideae*, *Asteroideae*, ve *Rosaceae* olarak bildirilmiştir. Diğer bir taraftan tüm Lavandin (*L. latifolia*) ballarında, *Rubus* cinsi en karakteristik polen ve bununla birlikte *Retama*, *Brassica*, *Crataegus*, *Cytisus*, *Prunus*, *Rosmarinus officinalis*, *Salix*, *Trifolium*, *Thymus* ve *Scrophulariaceae* taksonlarının polenleri en sık rastlanan polenler olarak bildirilmiştir.

Juan-Borrás ve ark. (2014), 2011 yılında Romanya, İspanya ve Çek Cumhuriyeti'nden toplanan 80 bal örneğinin polen içerikleri araştırılmıştır. Çalışmada bal örneklerinin akasya (*Robinia pseudoacacia*), ayçiçeği (*Helianthus annuus*) ve ıhlamur (*Tilia sp.*) olarak 3 farklı botanik orijine ait olduğu bildirilmiş ayrıca Akasya ve ıhlamur balı minimum % 45 polen içeriği, ayçiçeği balı minimum % 60 polen içeriği ile temsil edilmiştir.

Karabagias ve ark. (2014), Yunanistan'ın 14 farklı coğrafik bölgesinden topladıkları 119 bal örneğini polen içeriklerine göre sınıflandırmıştır. Çalışmada monofloral olarak adlandırılan ballar çam (*Pinus sp.*), kekik (*Thymus capitatus*), yunanistan göknarı (*Abies cephalonica*), portakal (*Citrus sinensis*) dir.

Anjos ve ark. (2015), İspanya ve Portekiz'den temin edilen 49 farklı bal örneği üzerinde toplamda 14 farklı botanik orijin olduğunu belirtmişlerdir. Bunlardan en yüksek polen frekansına sahip bal örnekleri okaliptüs (*Eucalyptus globulus*) % 66- % 70 ve kestane (*Castanea sativa*) % 60- % 65 balları olarak rapor edilmiştir.

Bettar ve ark. (2015), 27 Fas sütleğen bal örneğinin polen içerikleri araştırılmıştır. Araştırmacılar sütleğen balların (*Euphorbia sp.*) polen spektrumlarının % 27 ile % 99

arasında değiştiğini ve sütleğen ballarına (*Euphorbia sp.*); *Eryngium ilycifolium*, *Bellis sp.*, *Capsella sp.*, *Reseda sp.* polenlerinin eşlik ettiğini rapor etmişlerdir.

### 2.3. Balda Antioksidan Aktivite Belirleme alışmaları

Balın içeriğinde bulunan fenolik maddelerin antioksidan aktiviteye sahip olduğu araştırmalar sonucu bilinen bir gerçektir (Duthie ve Crosier, 2000; Mudnic ve ark., 2009; Choi, ve ark., 2012; Tuberoso ve ark., 2013'dan). Bu maddeler insan sağlığı açısından yadsınamayacak kadar önemli (antikanserojen, antimutajenik, antiinflamasyon, antitümoral, antioksidan, antimikrobiyal vb.) zellikler taşımaktadır (Alvarez-Suarez ve ark., 2010b). Bu zellikler balın değerini bir kat daha arttırmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar Dünya üzerinde üretilen çeşitli balların biyokimyasal aktivitelerinin aydınlatılması için birçok çalışma ortaya koymaktadır. Bu araştırmalardan bazılarında;

Frankel ve ark. (1998) tarafından yapılan çalışmada 19 bal rneği üzerinde (14 adet monofloral) nem, renk ve DPPH radikal süpürme aktivitesi metoduna göre suda çözülebilir antioksidan içeriğini araştırmışlardır. Yapılan bu çalışmada araştırma materyalini; *Centaurea solstitialis* (diken), *Citrus sinensis* (portakal), *Chamerion angustifolium* (yakı otu), *Eucalyptus sp.* (okaliptüs), *Fagopyrum esculentum* (karabuğday), *Glycine max* (soya fasulyesi), *Helianthus sp.* (ayçiçeği), *Melilotus sp.* (yonca), *Metrosideros collina* (lehua), *Nyssa aquatica* (Su tupelosu), *Prosopis sp.* (şemmot), *Salvia mellifera* (adaçayı), *Schinus terebinthifolius* (karabiber) balları oluşturmaktadır. Araştırmacılar, balların suda çözülebilir antioksidan içeriği en düşük adaçayı balı (*Salvia mellifera*)  $21.3 \times 10^{-5}$  µeq, en yüksek ise karabuğday balında (*Fagopyrum esculentum*)  $432 \times 10^{-5}$  µeq olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda balların en yüksek antioksidan konsantrasyonunun en düşüğünden 20.3 kat fazla olduğunu, ayrıca balların antioksidan içeriğinin, su içeriği ve balların rengi ile pozitif korelasyon gösterdiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Al-Mamary ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada iki farklı akasya (*Acacia ehrenbergina*, *Acacia edgeworhi*), karaçalı (*Ziziphus spina-christi*) ve tropikal iek balları olmak üzere 5 adet Yemen balı ve ABD' den ithal 4 adet bal örneğinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Yapılan bu çalışma

sonucunda, toplam fenolik madde miktarının Yemen ballarında daha yüksek olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Ayrıca balların fenolik içerik ile antioksidan aktiviteleri arasında pozitif yonde bir korelasyon olduğu da rapor edilmiştir.

Aljadi ve Kamaruddin (2004), 2 Malezya bal örneğinin toplam fenolik madde miktarı, DPPH ve total antioksidan gücünü (TAP) tespit etmiştir. Çalışma sonucunda araştırmacılar balların antioksidan ve antiradikal kapasitelerinin büyük oranda fenolik içeriklerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Blasa ve ark. (2006), İtalya’da tüketimi çok yaygın olan “Millefiori” olarak adlandırılan polifloral bal ve monofloral akasya balı (*Robinia pseudoacacia*) olmak üzere toplam 8 bal rneği üzerine yaptıkları çalışmada; balların fenolik içerik, toplam flavonoid, antioksidan aktivitelerini (FRAP) araştırmışlardır. Sonuç olarak, araştırmacılar akasya ballarının toplam flavonoid miktarları ve antioksidan aktivitelerinin Millefiori ballarına göre düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Bertoncelj ve ark. (2007), 70 farklı Slovenya balını (akasya (*Robinia pseudoacacia*), ihlamur (*Tilia sp.*), kestane (*Castanea sativa*), köknar (*Abies alba*), ladin (*Picea abies*), multifloral ve orman (*Latifoliae* ve *Coniferous*) ağaçlarının salgı balları) 7 gruba ayırmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada; total fenolik içerik, antioksidan aktivite (DPPH, FRAP) ve buna ek olarak balların renk özelliklerini araştırmışlar ve bal tipleri arasında total fenolik içerik, antioksidan aktivite ve renk özellikleri bakımından oldukça farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Ayrıca, çalışmada toplam fenolik içeriğin akasya balında 44.8 mg/kg GAE ile köknar balı 241.4 mg/kg GAE arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar genel olarak ballarda antioksidan aktivitenin açık renkteki ihlamur ve akasya ballarında düşük; köknar, ladin ve orman ağaçları gibi koyu renkteki ballarda yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Martin ve ark. (2008), toplam 67 salgı ve nektar bal örneğinde yaptıkları çalışmada balların fenolik madde ve antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırmacının bildirdiğine göre, salgı ballarında polifenol miktarı 1.02 mg/g, nektar ballarında ise 0.45 mg/g olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, DPPH radikal temizleme aktivitesi 45 nektar balında % 34.80 ( $\pm 26.02$ ), 22 adet salgı balında % 60.80 ( $\pm 24.91$ ) olarak belirlendiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Doğan (2007), yaptığı çalışmada üretici ve market balların toplam antioksidan kapasitelerini (TAK), toplam oksidan durumları (TOS), fenol içerikleri, protein

düzeyleri ve amilaz aktivitelerini tespit etmiştir. Araştırmacı, doğrudan üreticiden alınan balların amilaz aktiviteleri, TOS içerikleri ve protein düzeylerini marketlerde satılan bal grubunun değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek, TAK düzeyini düşük olarak rapor etmiştir. Araştırmada, örneklerin fenol içerikleri üreticiden alınan ballarda 9.6 mmol GAE/L ve market ballarında 9.7 mmol GAE/L olarak ortaya çıkmıştır.

Küçük ve ark. (2007), Karadeniz Bölgesi'nden topladıkları 2 monofloral bal (kestane, orman gülü) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden topladıkları kekik, geven ve bazı yayla çiçeklerinden oluşan 1 polifloral bal örneğinin fenolik içeriği ve antioksidan aktivitelerini (peroksinitrit süpürücü aktivite ve FRAP) araştırmışlardır. Sonuç olarak kestane balının fenolik içerik, peroksinitrit süpürücü aktivitesinin yüksek olduğunu ve balların antioksidan aktivitelerinin balların konsantrasyonları ile ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Sarıkaya (2009), Zonguldak yöresinden toplanan kestane (*Castania sativa Mill.*) ballarının fenolik asit içeriği, toplam fenolik madde miktarı ve FRAP, CUPRAC, DPPH metotları ile antioksidan aktivitelerini araştırmıştır. Araştırmacı, çalışma neticesinde; Kestane ballarının ferulik, sinamik, klorojenik ve kumarik asitleri bakımından zengin olduğunu; ayrıca balların toplam fenolik madde miktarlarının sulu ve metanolik çözeltilerde birbirine benzer sonuçlar gösterdiğini (2.57–2.79 mg/g) tespit etmiştir. Çalışma sonunda, balların sulu/metanol çözeltilerinin ortalamaları sırasıyla, Frap 87.5, 80.25 1000µMTE/g, DPPH SC<sub>50</sub> değeri 8.24, 9.91 mg/ml; CUPRAC değeri ise 8.83 ve 7.67 1000µMTE /mg olduğu araştırmacı tarafından bildirilmiştir.

Saxena ve ark. (2010), bazı ticari Hindistan ballarının bazı fizikokimyasal (kül, pH, prolin, renk, akışkanlık vb.) toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitelerini tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen verilere göre bal örneklerinin toplam fenolik madde miktarının FRAP ve DPPH değerinin prolin içeriği ile güçlü korelasyonlarının olduğu bildirilmiştir.

Alvarez-Suarez ve ark. (2010a), Çeşitli monofloral Küba ballarının [christmas vine (*Turbina corymbosa*), morning glory (*Ipomoea triloba L.*), black mangrove (*Avicennia germinans*), linen vine (*Govania polygama*) ve singing bean (*Lysiloma latisiquum*)] total fenolik ve flavonoid içerikleri, radikal temizleme aktiviteleri ve antimikrobiyal aktiviteleri araştırmışlardır. Çalışma neticesinde araştırmacıların tespitine



göre; total fenolik ve flavonoid içeriği en yüksek olan bal en koyu renge sahip linen vine (*Govania polygama*) balıdır. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlara ek olarak, linen vine balı en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterirken en düşük antioksidan aktiviteyi christmas vine balı (*Turbina corymbosa*) göstermiştir.

Mohamed ve ark. (2010), Malezya tualang ballarının toplam fenolik içerikleri, renk özellikleri, antioksidan ve antiradikal aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırmacılar tarafından, balların toplam fenolik içerikleri ortalama 251.7 mg GAE/kg, toplam antioksidan aktivite FRAP değeri ortalama 322.1  $\mu$ M Fe(II) ve DPPH metoduna göre antiradikal aktivitelerinin % inhibisyon değeri ortalama 41.30 olarak tespit edilmiştir. Bal örneklerinin literatürde yer alan diğer ballarla benzer antioksidan özelliklere sahip olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Silici ve ark. (2010), Karadeniz Bölgesi'nden toplanan 50 orman gülü (*Rhododendron*) bal örneğinin total fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesini (DPPH ve fosfomolibden metoduna göre) belirlemişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği analiz sonuçlarına göre, bal örneklerinin total fenolik içeriği 0.24-141.83 mg GAE/100g, antioksidan aktivitesi 12.76-80.80 mg AAE/g ve radikal temizleme aktivitesinin (%inhibisyon) % 2.30 ile % 90.73 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Ulusoy (2010), Anzer ballarının toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesini (DPPH, FRAP) araştırmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacı, anzer ballarının toplam fenolik madde içeriğini 4.26-10.61 mgGAE/g, FRAP (TEAP) değerini 0.20-1.17  $\mu$ mol Troloks/g ve DPPH SC<sub>50</sub> değerini 31.0-77.8 mg/mL olarak belirtmiştir.

Bucak (2011), Yaptığı çalışmada Hatay ilinde üretilen salgi, okaliptüs, çiçek ve maydanoz ballarının antioksidan aktivitelerini araştırmıştır. Araştırmacının yaptığı bu çalışmada, balların antioksidan kapasiteleri Folin metodu, DPPH serbest radikal süpürme metodu, indirgeme gücü ve  $\beta$ -karoten-linoleik asit emülsiyon sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada, balların toplam fenolik madde miktarlarının 60.58-287.31 mg GAE/kg bal aralığında olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak araştırmacı, toplam fenolik madde içeriği yüksek olan örneklerin antioksidan aktivitelerinin de yüksek olduğunu rapor etmiştir.

Isla ve ark. (2011), Kuzeybatı Arjantin monofloral (*Prosopis sp.*, *Citrus lemon*) ve polifloral balların bazı fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonucunda, polifloral balların flavonoid ve fenolik madde

miktarlarının yüksek olduğunu ve balların renk yoğunluğunun flavonoid ve fenolik madde miktarları ile pozitif korelasyon gösterdiğini vurgulamışlardır. Ayrıca çalışmaya göre; antioksidan aktivitesi (ABTS+ metodu) yüksek balların en koyu renge sahip ballar olduğu belirlenmiştir. Çalışmada chrysin ve pinocembrin flavonoidleri tüm bal örneklerinde, hesperidin ve hesperetin flavonoidlerinin ise yalnızca limon balında yüksek miktarlarda (>1 mg/kg) olduğu bildirilmiştir.

Rosa ve ark. (2011), İtalya'da üretilen yedi monofloral (kocayemiş, salgı, funda, okaliptus, narenciye, akasya ve çiriş) bal örneğinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerini (DPPH, FRAP) belirlemişlerdir. Araştırmacıların belirttiğine göre, araştırılan özellikler bakımından en düşük etkiyi akasya balı, en fazla fenolik madde ve antioksidan aktiviteyi kocayemiş balı göstermiştir. Ayrıca, kocayemiş balında ana fenolik bileşenin homogensitik asit olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur.

Alves ve ark. (2013), Portekiz'de 39 adet monofloral balın (biberiye, portakal, kekik, kocayemiş, keçiboynuzu ve funda) total fenolik içerik ve antioksidan aktiviteleri (DPPH, FRAP) araştırmışlardır. Çalışmada kocayemiş (*Arbutus unedo*), keçiboynuzu (*Cerantonia siliqua L.*) ve funda (*Erica umbellata*) ballarının yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini, benzer şekilde bu balların toplam fenolik içerikleri 600 mg GAE/kg'dan yüksek; DPPH radikal süpürücü aktivitesi % 50'den fazla ve FRAP değerini 600 µM Fe<sup>+2</sup> olarak tespit etmişlerdir.

Chua ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada Malezya'dan elde edilen tualang, gelam ve akasya ballarını biyokimyasal içeriği ve antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Sonuç olarak tualang, gelam ve akasya ballarının toplam fenol içeriklerini sırasıyla 110.39, 159.74, 196.50 GAE mg /100 g olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre, balların antioksidan aktivitesi; DPPH EC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 48.89, 15.68, 29.84 mg/ml; FRAP değerleri 52.38, 82.52, 82.38 mg TE/100 gr; β-karoten ağartma metoduna göre (CIB) % 35.81, % 67.41, % 74.66 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, balların antioksidan kapasitesi ile toplam fenol, toplam flavonoid içeriği ve toplam suda eriyen vitaminler (B1 vitamini, B2, B3, B9, B12 ve C vitamini) gibi biyokimyasal içerikleri arasında pozitif korelasyon saptamışlardır.

Da Silva ve ark. (2013), Brezilya'nın Güney ve Orta Amazon Bölgesi'ndeki yedi ülkeden topladıkları bal örnekleri üzerinde yaptıkları bir çalışmada, balların botanik orijinleri, antioksidan aktivitelerini, fenolik bileşenlerinin profil ve içerikleri

araştırmışlardır. Araştırmacıların yaptığı bu çalışma sonuçlarına göre bal örneklerinde 22 polen tipi bulunduğu ve bu balların toplam fenolik madde içeriğinin 17 ile 66 mg GAE/g arasında olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, en yüksek fenolik içeriğe sahip balın polen tipi *Clidemia sp.* ve *Myrcia sp.* olarak rapor edilmiştir. Araştırmacılar tarafından yüksek miktarda fenolik içeriğe sahip bal örneklerinin antioksidan aktivitelerinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Escuredo ve ark. (2013), İspanya'nın Kuzeybatısından toplanan 187 bal örneği üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada; kestane (*Castanea sativa*), okaliptüs (*Eucalyptus sp.*), böğürtlen (*Rubus sp.*), funda (*Erica sp.*), salgı ve polifloral balların toplam flavonoid içeriği ve antioksidan aktivite (DPPH) analizlerini yapmışlardır. Kestane, okaliptüs, funda, böğürtlen, poliflora, salgı ballarının sırası ile RSA (radikal süpürme aktivitesi) % 53.5, 25.0, 40.9, 48.4, 35.7, 65.4; IC<sub>50</sub> 13.5, 9.5, 17.8, 11.5, 12.2, 15.8, 8.6 mg/ml; fenol miktarları 112.8, 131.8, 78.4, 181.0, 92.2, 107.2, 140.6 mg/100g; flavonoidleri 6.1, 7.6, 4.3, 6.0, 5.9, 5.3, 9.6 mg/100g olarak belirlendiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar yaptıkları çalışmada, salgı ve kestane ballarının flavonoid içerikleri gibi antioksidan aktiviteleri de yüksek, okaliptüs ve böğürtlen ballarının ise flavonoid ve fenolik içeriklerinin düşük, buna karşın funda balının fenolik içeriğinin yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Kowalski (2013), tarafından yapılan çalışmada; salgı, ıhlamur, akasya, karabuğday ballarının toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktiviteleri (ABTS, DPPH) tespit edilmiştir. Buna göre çalışmada, karabuğday ve salgı ballarının total fenolik içerikleri ve antioksidan aktivitelerinin (DPPH, ABTS) yüksek; ıhlamur ve akasya balının düşük olduğu ortaya konulmuştur.

Gorjanović ve ark. (2013), Yaptıkları çalışmada 4 farklı balın hidrojen peroksit aktivitesi (HPS), fenolik asit, flavonoid, amino ve organik asit ve karbonhidrat içerikleri tespit etmiştir. antioksidan aktivite analizlerinde DPPH, TEAC, FRAP ve ORAC metodları kullanılmıştır. Araştırmacılar HPS içeriği ve toplam fenolik madde içeriği arasında yüksek korelasyon tespit etmiş ve sonuç olarak balların HPS aktivitesinden hem fenolik hem de fenolik olmayan bileşenlerin sorumlu olduğu bildirilmiştir.

Moniruzzaman ve ark. (2013), Malezya'da farklı arı türlerinin ürettiği akasya, ananas, borneo monofloral balları ve tualang polifloral balının fenolik içerik ve antioksidan aktiviteleri üzerinde çalışmışlardır. Sonuç olarak araştırmada, tualang balı

en yüksek fenolik bileşik (352.73±0.81 mg GA/kg) ve flavonoid konsantrasyonuna (65.65±0.74 mg kateşin/kg) sahip örnek olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Araştırmacılar, tualang balının antioksidan aktivitesi en yüksek (DPPH, % 59.89), (FRAP, 576.91±0.64 µM Fe(II)/100g) ve AEAC değeri en düşük (askorbik asit eşdeğer antioksidan kapasitesi) (244.10 ± 5.24 mg/kg) örnek olduğunu bildirmişlerdir.

Liu ve ark. (2013), 5 monofloral (*Bidens pilosa*, *Dimocarpus longan*, *Litchi chinensis*, *Citrus maxima*, *Aglaia formosana*) ve bir polifloral orman balının antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Yapılan bu araştırma sonucunda *B. pilosa* balının toplam fenolik, flavonoid içerikleri ve antioksidan aktivitesinin (DPPH, hidroksil radikali indirgeme gücü) diğer ballardan önemli ölçüde daha yüksek olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur.

Özcan ve Ölmez (2014), çalışmasında Türkiye'nin farklı yerlerden elde edilen balların fenolik içerik ve antioksidan aktivitesini değerlendirdikleri çalışmalarında en yüksek fenolik içeriğin mısır çiçeği balında (645.85 mg/100 g) olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, antioksidan aktivite analizleri sonucunda Sedir balı en yüksek aktivite göstermesine karşın, diken balının az antioksidan aktivite gösterdiği rapor etmişlerdir. Genel olarak, koyu renkli balların açık renkli bal örneklerinde daha yüksek fenolik madde içeriği düzeyleri ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu araştırmacılar tarafından ileri sürülmüştür.

Wilczyńska (2014), tarafından yapılan çalışmada 82 adet (filtre edilmiş/edilmemiş) monofloral ve multifloral bal örneğinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitelerindeki değişim durumlarını Folin-Ciocalteu, DPPH, ABTS metotlarına göre tespit etmiştir. Araştırmacıya göre; toplam fenolik madde miktarı en az kolza balında (47.5 mg/100g), en yüksek karabuğday balında (177 mg/100g) tespit edilmiş, ballar arasında koyu renkli olanların açık renkli bal örneklerine nazaran daha yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacı, bal örneklerinin DPPH metoduna göre antioksidan aktivitelerini sırasıyla akasya (*Robinia pseudoacacia*)<altın başak (*Solidago sp.*)<kolza (*Brassica napus*)<ıhlamur (*Tilia sp.*)<nektar-salgı balı<multifloral bal<karabuğday balı (*Fagopyrum sp.*)<salgı balı<arı otu (*Phacelia sp.*)<funda (*Calluna sp.*), ABTS metoduna göre antioksidan aktivitelerini akasya (*Robinia pseudoacacia*)<kolza (*Brassica napus*)<ıhlamur (*Tilia sp.*)<nektar-

salgı balı<arı otu (*Phacelia sp.*)<multifloral bal<altın başak (*Solidago sp.*)<salgı< funda (*Calluna sp.*)<karabuğday (*Fagopyrum sp.*) balı olarak rapor etmiştir. Çalışma sonucunda, filtre edilmiş ve filtre edilmemiş ballar arasında antioksidan özellikler bakımından önemli bir fark bulunmadığı araştırmacı tarafından ileri sürülmüştür.

#### 2.4. Balda Antimikrobiyal Aktivite Belirleme Çalışmaları

Bal yüzyıllardır insanlar tarafından yaraların sağaltımında, mide rahatsızlıkları ve kabızlık gibi bağırsak sistemi ile ilgili sorunların giderilmesinde sıklıkla kullanılmıştır (Crane, 1983; Alvarez-Suarez ve ark., 2010b'dan). Baldaki bu özellikler araştırmacıların dikkatini çekmiş, balların başka hangi tedavilerde kullanılabilecek bir doğal ürün olduğu sorusunu akıllara getirmiştir. Zamanla yapılan çalışmalarda bazı balların spesifik özelliklerinin olduğu görülmüş ve yeni bir bakış açısı ile monofloral ve multifloral bazı balların antimikrobiyal özellikleri merak uyandırmıştır. Bu çalışmalardan bazılarına göre;

Garcia ve ark. (2001), Farklı botanik orijine sahip 25 bal örneğinde Labiatae (*Rosmarinus officinalis*, *Thymus sp.*), biberiye, okaliptus (*Eucalyptus sp.*), funda ve multifloral ballarda antimikrobiyal aktivite araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *S. aureus* bakterisine karşı ballardan Labiatae (*Rosmarinus officinalis*, *Thymus sp.*) ve biberiye ((*Rosmarinus officinalis*) balları etkili bulunmuş buna karşın funda (*Erica sp.*) balının hiçbir inhibisyon aktivitesinin bulunmadığı belirtilmiştir.

Çam (2006), Ankara marketlerinde bulunan bazı balların antimikrobiyal özelliklerini analiz etmiştir. Araştırmacının gerçekleştirdiği çalışmada, Nutrient agar kuyu difüzyon tekniği ile *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella sonnei*, *Listeria monocytogenes*, *Klebsiella pneumonia* bakterilerine karşı bal örneklerinin antimikrobiyal aktivitelerini araştırılmıştır. Sonuç olarak, *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Poaceae*, *Apiaceae*, *Fabaceae* polenlerini içeren ballarda antibakteriyel etkiye sıklıkla rastlandığı bildirilmiştir. Ayrıca araştırmacı, çalışmada tüm bakterilerin, *Fabaceae* poleni yoğun olan bal örnekleri tarafından etkilendiğini belirtmiştir.

Küçük ve ark. (2007), Kestane, orman gülü ve bir polifloral bal örneğinin antimikrobiyal aktivitelerini 8 bakteri ve 2 maya çeşidine karşı agar difüzyon metodu kullanarak belirlemişlerdir. Bal örneklerinin özellikle *Helicobacter pylori*,

*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Candida tropicalis* ve *Candida albicans* standart suşlarına karşı orta derecede antimikrobiyal etki gösterdiği araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

Mercan ve ark. (2007), Türkiye’de farklı illerden (İzmir, Sivas, Afyon, Muğla) toplanan 5 bal örneğinin antimikrobiyal aktivitelerini 7 bakteri (*P. aeruginosa*, *S. aureus*, *M. luteus*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *M. morgani*, *B. cereus*) ve bir maya (*C. albicans*) üzerinde agar kuyu difüzyon metodu kullanarak araştırmışlardır. Araştırmacılar tarafından, bal örneklerinin çoğunun (% 75) bakteri gelişimini engellediği ve İzmir’den alınan 2 bal örneğinin *P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus* bakterileri üzerinde çok etkili bir inhibitör olduğu belirtilmiştir. Araştırma neticesinde antimikrobiyal etkinliği fazla olan İzmir ballarından 1. örneğin dominant polenleri *Chenopodiaceae*, *Amaranthaceae* ve 2. örneğin dominant polenlerinin ise *Trifolium*, *Trigonella*, *Cyperaceae*, *Zea mays* ve *Anthemis* taksonlarına ait olduğu rapor edilmektedir.

Martin ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada 67 bal örneğinin antimikrobiyal aktivitesi incelerken *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus* bakterilerine karşı agar difüzyon metodu kullanmışlardır. Yapılan bu çalışma sonucunda *Staphylococcus aureus* bakterisinin çalışılan ballara karşı duyarlı olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Tan ve ark. (2009), Tualang (*Koompassia excelsa*) balının 13 yara ve bağırsak mikroorganizması üzerinde antibakteriyel aktivitesini araştırmışlardır. Araştırmacılar, Broth dilüsyon metodu kullanılarak minimum inhibisyon konsantrasyon (MIC) ve kanlı agar kültürü kullanılarak minimum bakterisidal konsantrasyon (MBC) değerlerini tespit etmişlerdir. Çalışmada manuka balının kontrol amaçlı kullanıldığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Araştırmacıların yaptığı analiz verilerine göre; görsel inceleme ile manuka balının % 8.75-% 20 MIC aralığına karşın tualang balının MIC aralığı % 8.75-% 25 olarak tespit edilmiştir. Spektrofotometrik okumaların en az % 95’inde bal örneklerinin iki tipi için MIC değer aralığı % 10-% 25 olarak elde edilmiştir. Tualang balında en düşük MBC % 20 olmasına karşın manuka balında % 11.25 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak karşılaştırılan iki bal çeşidi farklı mikroorganizmalara karşı çeşitli aktiviteler sergilemesine karşın benzer aralıklarda aktivite gösterdikleri araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Gomes ve ark. (2010), 5 adet Portekiz market balının fizikokimyasal (EC, kül, asitlik, renk, pH, şeker vb.), polen analizleri ve 4 fermantatif bakteri üzerine antibakteriyel aktivitelerini tespit etmişlerdir. Çalışmada en fazla % 50 lik bal çözeltileri kullanılmış ve her ne kadar bal çözeltilerinin bakterilerin gelişimine karşı bir miktar etkilerinin olduğu gözlemlense de yeterli antibakteriyel etki göstermedikleri bildirilmiştir.

Alvarez-Suarez ve ark. (2010a), yaptıkları çalışmada çeşitli monofloral Küba ballarının antimikrobiyal aktivitelerinin tespitinde iki gram pozitif ve negatif bakteri kullanmışlardır. Bu araştırma sonuçlarına göre; *Bacillus subtilis* ve *Escherichia coli* bakterisi bal örneklerine orta derecede duyarlı bulunmuştur. Ayrıca analiz sonucunda *Staphylococcus aureus* en duyarlı mikroorganizma olurken, *Pseudomonas aeruginosa* yüksek minimum aktif dilüsyon (MAD) değeri gösterdiği araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur.

Silici ve ark. (2010), Karadeniz Bölgesi'nden toplanan 50 orman gülü (*Rhododendron*) balının 11 bakteri ve 2 maya üzerinde ve agar difüzyon metodu kullanılarak antimikrobiyal aktivitesini araştırmışlardır. Araştırmacılar, orman gülü (*Rhododendron*) ballarının, yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bucak (2011), yaptığı çalışmada Hatay ilinde üretilen salgı, okaliptüs, çiçek ve maydanoz ballarının antimikrobiyal aktivitelerini araştırmıştır. Araştırmacının gerçekleştirdiği çalışmada 3 adet gram pozitif (*Staphylococcus aureus*, MRSA *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*) ve 3 adet gram negatif (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*) standart bakteri suşları kullanmıştır. Araştırmacı, antimikrobiyal etkiyi ise 6 bakteri türüne karşı mikrodilüsyon broth metodu kullanılarak ortaya koymuştur. Sonuç olarak araştırmacı, balların çalışmada kullanılan bakterilere karşı düşük MİK değerleri gösterdiğini bildirmiştir.

Gulfaraz ve ark. (2011), tarafından hünnap (*Ziziphus sp.*), kanola (*Brassica sp.*), portakal (*Citrus sp.*) ve akasya (*Acacia sp.*) ballarının 4 farklı bakteri örneğinde (*S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*) broth dilüsyon metoduna göre antibakteriyel aktivitesi araştırılmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar; MIC değerlerine göre en duyarlı mikroorganizma *S. aureus* iken diğer bakteriler için sıralama *S. aureus* < *E. coli* < *P. aeruginosa* < *K. pneumoniae* olarak rapor etmişlerdir.

Isla ve ark. (2011), Arjantin monofloral (*Prosopis sp. Citrus lemon*) ve polifloral ballarının antimikrobiyal aktivitesini, fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerini

araştırmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışma sonucunda; Bal örneklerinin tamamında, çalışılan gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı 0.10 ile 0.25 g/ml MİK belirlemişlerdir. Analiz edilen balların antimikrobiyal etkisinin pH ya da osmolariteye bağlı olmadığını; antibakteriyel etkiden fenolik maddelerin ve hidrojen peroksidin sorumlu olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konan bir diğer sonuçtur.

Melliou ve Chinou (2011), Yunan monofloral kekik, çam, narenciye, pamuk, göknar ballarından “3-Hydroxy-4-phenyl-2-butanone” ve “8-hydroxylinalool” bileşenlerini ekstrakte ederek bu maddelerin antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar tarafından çalışma sonucunda, tüm bal örneklerinin 6 standart patojen bakteri ve 2 mantara karşı farklı antimikrobiyal etki gösterdiği, çam, göknar ve narenciye balları mikroorganizmalara karşı orta düzeyde, pamuk balının düşük antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar, özellikle kekik balından izole edilen bileşiklerin aktif olduğunu vurgulamaktadırlar. Çalışmada bu bileşiklerden “3-Hydroxy-4-phenyl-2-butanone” MIC değerinin 0.35 ile 3.2 mg/ml aralığında, “8-hydroxy-linalool” bileşiğinin MIC değerinin ise 0.05 ile 0.75 mg/ml aralığında olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmektedir.

Voidarou ve ark. (2011), çeşitli botanik orijine sahip 60 bal örneğinin (kozalıklılar, turunçgiller, kekikgiller ve polifloral) agar-kuyucuk difüzyon metoduna göre antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırmacılar bal örneklerinin 1 mm çapında inhibisyon gösterdiklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar, tüm bal örneklerinin değişik seviyelerde çalışılan 16 değişik bakteri izolatına karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği, en yüksek antimikrobiyal etkinin % 17.4; % 19.2 (w/v) ile kekik ve % 20.8; % 23.8 (w/v) ile polifloral ballarda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Andualem (2013), Etiyopya'nın Güney Gondar Bölgesi'nden elde edilmiş tazma balı, sarımsak ve tazma balı-sarımsak karışımının antimikrobiyal etkisini araştırmıştır. Araştırmacının gerçekleştirdiği çalışmada, örneklerin antibakteriyel etkileri standart yöntemler kullanılarak minimum inhibisyon konsantrasyon (MIC) ve minimum bakterisidal konsantrasyon (MBC) olarak 9 farklı bakteri türü üzerinde tespit edilmiştir. Sonuç olarak sarımsak ve tazma balının birlikte önemli antimikrobiyal etkisi olduğunu araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.



Da Silva ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada Brezilya'nın Güney ve Orta Amazon Bölgesi'ndeki yedi ülkeden topladıkları bal örneklerinin antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *C. tropicalis*, *C. crusei*, *C. albicans*, *P. aeruginosa* ve *E. coli* bakterilerine karşı balların MIC değerleri tespit edilmiş ve en iyi sonuçları CAD3, CAD4 ve SAD3 isimleriyle kodlanmış bölgelerden elde edilen ballarda tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Liu ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada 5 monofloral (*Bidens pilosa*, *Dimocarpus longan*, *Litchi chinensis*, *Citrus maxima*, *Aglaia formosana*) ve bir polifloral orman balı örneğinin 10 patojen bakteri üzerinde antimikrobiyal aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, tüm bal örneklerinin *S. aureus*, *S. intermedius*, *S. xylosus*, *C. koseri*, Haemolytic *E. coli*, ve *S. cholearasuis* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite göstermesine karşın *P. aeruginosa*, *V. parahaemolyticus* ve *K. pnömoni* bakterilerinin bal örneklerine karşı dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, *B. pilosa* monofloral balının gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı daha fazla antibakteriyel aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Alan ve ark. (2014), Muş ve Bitlis ili ve çevresinde yaptıkları çalışmalarında, toplanan bal örneklerinin antimikrobiyal etkisini, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus megaterium* ve *Enterococcus faecalis* bakterileri ile *Saccharomyces cerevisiae* ve *Candida albicans* mantar türleri kullanılarak test etmişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak, bal örneklerinin gram negatif (-) ve gram pozitif (+) bakterilere karşı antibakteriyel aktivitelerinin olduğunu bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini Türkiye'nin farklı illerinden toplanan ve herhangi bir ısıtma işlemine tabi tutulmayan 23 farklı monofloral bal örneği oluşturmaktadır. Çalışma materyalimiz olan monofloral ballar 2012 yılında üretilerek hasat edilmiştir. Bu ballar; kestane, pamuk, geven, anason, okaliptüs, maydanoz, kekik, orman gülü, yaban nanesi, çakşır, narenciye, ayçiçeği, sedir, sütleğen, ıhlamur, hayıt, akasya, deve diken, korunga, çeşme kekiği, keçiboynuzu çam, sandal ballarıdır.

Araştırmamızda örnekler 2012 yılında gerek illerdeki arıcı birlikleri vasıtasıyla üreticiye ulaşılarak, gerekse direk üreticiden temin edilmiştir. Bal örneklerinin toplandığı yıla ait yağış ve sıcaklık ortalamaları Çizelge 3.1'de verilmektedir. Bal materyalleri temin edildikten sonra koyu renkli kavanozlarda, serin ve güneş almayacak şekilde analizler yapılınca kadar 4 °C'de muhafaza edilmiştir. Örnekler, analizden 1 gece öncesinde oda sıcaklığında (24±2) bekletildikten sonra analize tabi tutulmuştur. Analizler esnasında örnekler 3 tekerrür ile çalışılmıştır.

Çizelge 3.1. 2012 yılına ait Türkiye geneli iklim verileri (Anonim, 2012b)

Parametreler	Yağış Miktarı (mm)	Sıcaklık (°C)
Ocak	134.5	1.15
Şubat	94.2	-1.55
Mart	56.0	3.05
Nisan	45.8	12.2
Mayıs	64.5	17.05
Haziran	22.3	23.05
Temmuz	15.7	25.06
Ağustos	22.2	25.5
Eylül	13.1	23.55
Ekim	56.9	21.3
Kasım	64.3	15.75
Aralık	152.2	3.55

Çalışmada toplanan bal örnekleri ve toplandıkları iller ile ilgili bilgiler Çizelge 3.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. Çalışma kapsamında toplanan bal örnekleri

Ballar	Adresler	Ballar	Adresler
Okaliptus	Adana/Merkez	Kestane	Ordu/Fatsa
Ayçiçeği	Adana/Ceyhan	Akasya	Ordu/Fatsa
Narenciye	Adana/Yüreğir	Ormangülü	Giresun/Bulancak
Sandal	Mersin/Silifke	Ihlamur	Kastamonu/Azdavay
Keçiboynuzu	Mersin/Silifke	Yaban Nanesi	İstanbul/Çatalca
Çakşır	Mersin/Silifke	Diken	Diyarbakır/Lice
Anason	Antalya/Korkuteli	Pamuk	Diyarbakır/Devegeçidi
Sedir	Antalya/Elmalı	Korunga	Van/Başkale
Çeşme Kekliği	İzmir/Çeşme	Kekik	Batman/Gercüş
Hayıt	İzmir/Torbalı	Sütleğen	Mardin/Midyat
Maydanoz	Hatay/İskenderun	Çam	Muğla/Marmaris
Geven	Konya/Hadim		

Öncelikle çalışmanın ana materyalini oluşturan ve Çizelge 3.2.'de verilen 23 farklı monofloral balın baskın floral kaynağı hakkında genel bilgiler aşağıda verilmiştir (Güner ve ark., 2000; Anonim, 2014a; Davis, 1965-1985; Davis ve ark., 1988; Anonim, 2014b).

Okaliptus (*Eucalyptus* sp.); Mersingiller (Myrtaceae) familyasına ait olan okaliptus cinsi her ne kadar Türkiye'de doğal yayılış göstermese de gerek yol kenarlarında, gerekse diğer bazı (park, bahçe, orman) alanlarda yoğun olarak kullanılmasından dolayı doğallaşmış bir cinstir. Bu cinse ait Türkiye'de iki farklı takson bulunmaktadır (*Eucalyptus camaldulensis* subsp. *camaldulensis* ve *Eucalyptus globulus*). Okaliptus balını temin ettiğimiz Adana ili bu iki farklı okaliptus taksonunun da yayılış gösterdiği bir alandır.

Kestane (*Castanea* sp.); Kayıngiller (Fagaceae) familyasına ait olan Kestane cinsi Türkiye'de tek tür ile temsil edilmektedir (*Castanea sativa*). Kestane ağacı Türkiye'de, Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere Ege ve Akdeniz Bölgeleri ile Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Murat Havzasında yayılış göstermektedir. Kestane balını temin ettiğimiz Ordu ili de Kestane ağacının yayılış gösterdiği alanlardan birisidir.

Ayçiçeği (*Helianthus annuus*); Ayçiçeği cinsi Papatyagiller (Asteraceae) familyasındandır ve ülkemizde tarımsal amaçla kullanılan iki farklı türü vardır. Bunlardan ilki bal örneğimizin floral kaynağının önemli bir kısmına kaynak teşkil eden

Ayçiçeği (*Helianthus annuus*) diğeri ise yer elması olarak bilinen (*Helianthus tuberosus*) türüdür. Her iki türde Türkiye'nin hemen hemen her kesiminde tarımsal amaçlı kullanılan türlerdir. Bal örneğimizin temin edildiği Adana ili Ayçiçeği tarımının yoğun olarak yapıldığı alanlardan birisidir.

Pamuk (*Gossypium* sp.); Pamuk, Ebegümeçigiller (Malvaceae) familyasına ait bir cins olup günümüzde tarımsal amaçla istifade edilen bir bitkidir. Türkiye' de kullanılan 3 farklı türü bulunmaktadır. Bu türler akaltın (*Gossypium barbadense*), pamuk (*Gossypium herbaceum*) ve kaba pamuk (*Gossypium hirsutum*) olarak bilinmektedir. Bu üç farklı türden özellikle kaba pamuk olarak bilinen türün pamuk balı örneğimizin temin edildiği Diyarbakır ilinde tarımı yapılmaktadır.

Maydanoz (*Petroselinum* sp.); Maydanoz bitkisi kendi adıyla bilinen Maydanozgiller (Apiaceae) familyasına ait bir tür olup Türkiye'de hemen hemen her bölgede irili ufaklı arazilerde tarımı yapılan bir bitkidir. Türkiye'de tarımı yapılan bu maydanoz türünün bilimsel adı ise *Petroselinum crispum*'dur. Bu bitkinin, Maydanoz balı örneğimizin temin edildiği Hatay ilinin İskenderun ilçesine bağlı Arsuz beldesinde geniş alanlarda tarımı yapılmaktadır.

Sütleğen (*Euphorbia* sp.); Sütleğen cinsi yine kendi adıyla bilinen Sütleğengiller (Euphorbiaceae) familyasının bir cinsidir ve Türkiye'de hem tür sayısı hem de yayılış alanı bakımından önemli bir yere sahiptir. Bu cinse ait ülkemizde doğal yayılış gösteren 105 farklı tür vardır. Bu türlerden 16'sı endemiktir. Sütleğen balının temin edildiği Mardin ilinde bu cinse ait 10 farklı tür doğal yayılış göstermektedir.

Kekik (*Thymus* sp.); Ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasına ait bir cinstir ve Türkiye' de 40 farklı taksonu bulunmaktadır. Bu taksonlardan 18'i sadece ülkemiz florasında yayılış gösteren (Endemik) taksonlardır. Mevcut kaynaklara göre (Davis., 1965-1988) Kekik balı örneğini temin ettiğimiz Batman il sınırları içerisinde bu taksonlardan yalnızca Cüce Kekik adlı bu türün (*Thymus fedtschenkoi* var. *handelii*) bir varyetesi bulunmaktadır.

Çakşır (*Ferula* sp.); Maydanozgiller (Apiaceae) familyasından olan bu cinsin Türkiye'de 22 farklı türü bulunmaktadır. Bu türlerden 13'ü Endemik bitki statüsündedir. Çakşır balının temin edildiği Mersin ilinde çağ ( *Ferula elaeochytris*) adıyla bilinen türü bulunmaktadır.

Geven (*Astragalus* sp.); Geven, Baklagiller (Fabaceae) familyasına ait bir cins olup Türkiye’de 439 tür ile temsil edilmektedir. Bu cinsin gen merkezi Türkiye olarak bilinmektedir. Bu türlerden 216’sı yalnızca Türkiye’de doğal yayılış gösteren bitkilerdir. Geven balının temin edildiği Konya ilinde 59 farklı geven türü bulunmaktadır. Bu 59 türden 46’sı Endemik tür kategorisindedir.

Yaban Nanesi (*Mentha* sp.); Bu cins, Ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasının bir üyesidir. Bu cinsin Türkiye’de 6 farklı türü ve tarımı yapılan 4 farklı çeşidi bulunmaktadır. Yayılış alanı geniş bir cinstir. Bu cinsin yaban nanesi balının temin edildiği İstanbul ilinde 4 farklı türü ve bir çeşidi vardır.

Çakır Dikeni (*Centaurea solstitialis*): Papatyagiller (Asteraceae) familyasından olan bu türün ülkemizde 3 farklı alt türü bulunmaktadır. Bu alt türlerden birisi olan *Centaurea solstitialis* subsp. *solstitialis* bütün Türkiye genelinde yayılış alanına sahiptir. Dolayısıyla bal örneğimizin temin edildiği Diyarbakır ili Lice ilçesi de bu alt türün yayılış gösterdiği alanlardan birisidir.

Narenciye (*Citrus* sp.); Genel olarak Narenciye olarak adlandırılan fakat aynı zamanda Turunçgiller olarak da bilinen bu cins Rutaceae familyasına aittir. Türkiye’de turunç, portakal, mandalina, greylift ve limon gibi ağaç türlerini içerisinde barındıran bitki toplulukları genelde narenciye olarak bilinir. Türkiye’de 9 farklı türü bulunan bu cins (*Citrus*) tarımsal faaliyetler kapsamında değerlendirilmektedir. Özellikle Akdeniz Bölgesinin tarımsal faaliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturan bu ürün grubu, narenciye balı örneğimizin temin edildiği Adana ili ve çevresinde de yaygın olarak yetiştirilmektedir.

Çeşme Kekiği (*Coridothymus capitatus*); Kekik (*Thymus*) cinsiyle aynı familyaya (Lamiaceae) ait olan Çeşme kekiği, *Coridothymus* cinsine ait bir türdür. Türkiye’de tek tür ile temsil edilen bu tür özellikle Ege Bölgesinin kıyı şeridinde bulunan illerde yayılış göstermektedir. Bal örneğimizin temin edildiği İzmir ili de bu illerden birisidir.

Hayıt (*Vitex agnus-castus*); Mineçiçeğigiller (Verbenaceae) familyasına ait olan *Vitex* cinsinin Türkiye’de iki farklı türü bulunmaktadır (*Vitex agnus-castus* ve *Vitex pseudo-negundo*). Bu türlerden Hayıt olarak adlandırılan *Vitex agnus-castus* bal örneğimizin temin edildiği İzmir ilinde de yayılış göstermekte olup hem yayılış alanı itibariyle hem de yoğunluk bakımından diğer türden daha ön plandadır.

Ihlamur (*Tilia* sp.); Kendi adıyla tanımlanan ve Ihlamurgiller (Tiliaceae) familyasına ait olan Ihlamur cinsinin Türkiye’de 3 tür bir de alt tür olmak üzere 4 farklı taksonu bulunmaktadır. Bal örneğimizin temin edildiği Ordu ilinde Kafkas ihlamuru olarak adlandırılan *Tilia rubra* subsp. *caucasica* türü yayılış göstermektedir.

Korunga (*Onobrychis* sp.); Baklagiller (Fabaceae) familyasının bir cinsi olan korunganın Türkiye’de çok fazla türü ve çok geniş yayılış alanı vardır. Türkiye’de 55 farklı türü bulunan korunganın bu türlerinden 34 tanesi endemik bitki kategorisindedir. Bal örneğimizin alınmış olduğu Van ilinde bu cinse ait 9 farklı tür yayılış göstermektedir.

Anason (*Pimpinella* sp.); Maydanozgiller (Fabaceae) familyasına ait olan Pimpinella cinsinin Türkiye’de doğal yayılış gösteren 25 türü vardır ve bu türlerden 7’si Endemik bitki kategorisindedir. Anason balı örneğimizin temin edildiği Antalya ilinde bu cinse ait bir tür bir alt tür ve bir varyete doğal yayılış göstermektedir.

Sedir (*Cedrus libani*); Sedir veya Katran ağacı olarak bilinen bu cins Çamgiller (Pinaceae) familyasının bir üyesidir. Türkiye’de sadece *Cedrus libani* olarak tanımlanan ve Lübnan Sediri olarak bilinen tür ile temsil edilmektedir. Bu tür, adı verilen balın temin edildiği il olan Antalya’nın da içerisinde bulunduğu Akdeniz Bölgesi’nde geniş yayılış alanlarına sahiptir.

Akasya (*Robinia pseudoacacia*); Yalancı akasya olarak da bilinen bu tür Robinia cinsine aittir ve Robinia cinsi de Baklagiller (Fabaceae) familyasına ait bir taksondur. Türkiye’de iki farklı türü bulunup (*Robinia pseudoacacia*, *Robinia hispida*) bu türler Türkiye’nin doğal florası içerisinde bulunmuyorlarsa da günümüzde artık doğallaşmış olarak kabul edilmektedir. Bu iki türden birisi olan yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) bal örneğimizin temin edildiği Ordu ilinde yayılış alanına sahiptir.

Orman Gülü (*Rhododendron* sp.); Orman gülü olarak bilinen bu bitki Fundagiller (Ericaceae) familyasına ait olup Türkiye’de doğal yayılış gösteren 9 türü vardır. Birkaç türü tüm Karadeniz Bölgesi’nde yayılış gösterse de *Rhododendron* spp. cinsinin ülkemizde yayılış gösteren bu 9 taksonun tamamı özellikle Doğu Karadeniz’de yayılış alanına sahiptir. Orman gülü balımızın temin edildiği Giresun ili de bu taksonun doğal yayılış gösterebildiği alanlardan birisidir.

Sandal ağacı, Hartlap (*Arbutus* sp.); Kocayemiş’de denilen bu bitki Fundagiller (Ericaceae) familyasındandır. Ülkemizde 2 türü doğal yayılış göstermektedir. Bu iki

tütün yayılış alanı aynı lokaliteler olup bu lokalitelerin sınırı Doğu Akdeniz Bölgesi'nden başlayıp Doğu Karadeniz Bölgesi'nde sona ermektedir. Sandal balı örneğimizin temin edildiği Mersin ilinin Silifke ilçesi bahsedilen sınırlar içerisinde bulunan bir alandır.

Keçiboynuzu, Harnup (*Ceratonia siliqua*); Baklagiller (Fabaceae) familyasından olan bu tür ülkemizde yalnızca Akdeniz Bölgesinin kıyı kesimine bakan iller boyunca yayılış göstermektedir. Harnup balı örneğimizin temin edildiği Mersin ili Silifke ilçesi bu bölge içerisinde bulunan bir alandır.

Çam (*Pinus* sp.); Çamgiller (Pinaceae) familyasından olan çam ağacının ülkemizde doğal yayılış gösteren 5 türü bulunmaktadır. Hemen hemen tüm Türkiye'de farklı bölgelerde farklı tür ya da türlerle temsil edilse de geniş yayılış alanına sahip olan bir cinstir.

### 3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında yapılan analizler listesi Çizelge 3.3'de verilmektedir. Çalışmada elde edilen verilerin istatistikî analizleri SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır (Tabachnick ve Fidell, 1996; Bek ve Efe, 1988).

Çizelge 3.3. Bal örneklerine uygulanan analiz listesi

- 
1. Polen Analizi
  2. Toplam fenol tayini
  3. Serbest radikal süpürücü aktivitenin belirlenmesi (DPPH)
  4. Demir indirgeme gücünün belirlenmesi (FRAP)
  5.  $\beta$ -Karoten- linoleik asit emülsiyon yöntemi
  6. Ballarda antimikrobiyal aktivitenin mikrodilüsyon broth yöntemiyle belirlenmesi
- 

#### 3.2.1. Polen Analizleri

Çalışmada kullanılan kimyasallar Merck firmasından temin edilmiştir. Ekipmanlar ise binoküler mikroskop CE 0223386, santrifüj cihazı GERBER INSTRUMENTS–K58D, magnetik ısıtıcı ve karıştırıcı AM4-VELP SCIENTIFICA modeldir.

Çalışmada yer alan monofolalar balların botanik kökeninin belirlenmesinde, geleneksel bir analiz yöntemi olan melissopalinojik analiz yöntemi (polen analizi) kullanılmıştır. Bu amaçla dominant polenlerin belirlenmesi Maurizio (1951) tarafından bildirilen çalışmaya göre yapılmıştır.

#### Bazik-Fuksinli Gilserin-Jelatin Hazırlanması:

Jelatin plaklar 2-3 saat kadar distile su içerisinde yumuşaması için bekletilmiştir. İşlem sonrasında jelatinden 1 ölçü alınarak, 1.5 ölçü gliserin ile karıştırılıp istenen oranda bazik-fuksin (polenleri boyamak için) katılmıştır. Ayrıca küflenmeyi önlemek için karışıma 1 g Timol kristali ilave edilmiştir. Bu karışım hava kabarcıklarının oluşmaması için kaynatılmamış ve sadece 80 °C'ye kadar ısıtılmıştır. Hazırlanan karışım temiz bir petri kabına dökülerek katı hale gelmesi için bekletilmiştir (Brawn, 1960).

#### Bal Örneklerinin Polen Analizine Hazırlanması:

10 g bal örneği üzerine 20 ml ılık su eklenerek santrifüj tüplerine konulmuş ve santrifüj cihazında 3500 rpm de 45 dakika santrifüj edilmiştir. Tüpteki süpernatant kısmı dökülerek altta kalan pelet daha küçük bir tüpe alınmıştır. Üzerine yeniden 10 ml su eklenerek tekrar 5 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Bu sürenin sonunda elde edilen pelet bir lam üzerine alınmış ve 35-40 °C bir ortamda bekletilerek lamın üzerindeki suyun uçması sağlanmıştır. Bu işlem sonrasında lam üzerine 1 damla bazik fuksinli gliserin jelatini damlatılarak lamel ile kapatılmış, örnekler polen teşhisine hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan preparatlar polen atlaslarındaki polenlerle karşılaştırılarak teşhis edilmiştir. Teşhisi yapılan polenler sayılarak balın orijini tespit edilmiştir (Louveaux ve ark., 1978).

Bal örnekleri içerisinde bulunan polenler, oranlarına göre dominant, sekonder, minör ve eser polen olmak üzere 4 grupta değerlendirilmiştir (Jhansi ve Ramanujam, 1987).

- a. % 45 ve daha fazlası: dominant polen
- b. % 16–44: sekonder polen
- c. % 3–15: minör polen



d. % 3'den daha az: eser polen

Araştırmamızda %45 ve üzeri polen içeriğine sahip ballar monofloral ballar olarak kabul edilmiştir.

### 3.2.2. Toplam Polifenol Tayini (Folin-Ciocalteu Metodu)

Toplam fenolik madde tayininde Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır. Folin reaktifi (Sigma-Aldrich), metanol, gallik asit, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Merck), Hitachi U.V. U-1900 spektrofotometre Folin metodunda kullanılan cihaz ve kimyasal maddelerdir.

Analizde kullanılan çözeltilerin hazırlanması;

Bal Numunelerinde Kullanılan Çözelti: 200 mg/ml, 5 ml metanolde hazırlanmıştır.

Gallik Asit Stok Çözeltisi: 1 mg/ml, 5 ml metanolde hazırlanmıştır. Çözelti iki haftaya kadar buzdolabında saklanabileceğinden bu prosedüre uyulmuştur.

Sodyum Karbonat Çözeltisi: Saf suda %20'lik hazırlanmıştır.

Folin Reaktifi: Seyreltilmemiş olarak kullanılmıştır.

Yöntem:

Toplam Polifenol Tayini Folin-Ciocalteu metodu, (Silici ve ark., 2010) bildirdiği metot modifiye edilerek uygulanmıştır. Öncelikle bal örnekleri ve gallik asit belirtilen derişimlerde hazırlanmıştır. Sonra bal örnekleri vortexlenerek metanolde iyice çözümleri sağlanmıştır. Akabinde örnek çözeltileri Watman 1 numaralı filtre kâğıdından süzülerek bal stok çözeltileri hazırlanmıştır. Stok çözeltiden 40 µl alınarak üzerine 2400 µl saf su, 200 µl seyreltilmemiş folin reaktifi ve 600 µl % 20'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi deney tüpüne eklenmiştir. 2 saat karanlık, oda sıcaklığında bir dolapta inkübasyona bırakılmış sonra spektrofotometre cihazında 765 nm dalga boyunda absorbansları okunmuştur. Tüm bu işlemler gallik asit içinde tekrarlanmıştır. 1mg/ml derişimde hazırlanan gallik asit 5 farklı konsantrasyonda bire bir oranda seyreltilerek (0.0195–0.625 mg/ml) hazırlanmış ve 765 nm'deki absorbans değerleri y-ekseninde ve konsantrasyon değerleri ise x-ekseninde gösterilerek bir standart çalışma grafiği oluşturulmuştur. Elde edilen standart çalışma grafiğinde absorbans konsantrasyonla doğru orantılı olup, bir doğru denklemi tespit edilmiştir. Standart grafiğe göre bal ekstraktındaki toplam fenolik madde mg polifenol/100 g bal olarak hesaplanmıştır (Silici ve ark., 2010).

### 3.2.3. Serbest Radikal Süpürücü Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH metodu)

Bal örneklerinin antiradikal aktiviteleri (Brand-Williams ve ark., 1995) metodunda bazı değişiklikler yapılarak tayin edilmiştir. 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), bütillenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) (Sigma-Aldrich), metanol (Merck), Hitachi marka U.V. U-1900 model spektrofotometre yönteminde kullanılan cihaz ve kimyasal malzemelerdir.

DPPH'nin standart eğrisi için ( $6.10^{-5}$ - $3.75.10^{-6}$  M) konsantrasyonlarında % 70'lik metanol çözeltileri hazırlanmış ve absorbanslar bekletilmeden okunmuştur. Her bir bal örneğinden 1 g deney tüplerine tartılmış, 5 ml metanolde vortex yardımıyla çözülerek Watman No: 1 filtre kâğıdı ile süzülmüştür. Sentetik antioksidanlar ve bal çözeltileri (200-12.5 mg/ml) derişimleri arasında seyreltilerek, her bir örnekten 0.1 ml alınmış 1.9 ml  $6.10^{-5}$  M'lık DPPH çözeltisi ile karıştırılmıştır. Hazırlanan çözeltiler karanlıkta ve oda sıcaklığında 90 dk bekletilmiştir. Absorbanslar spektrofotometrede 517 nm'de metanol körüne karşı ölçülmüş ve bal örneklerinin % inhibisyon değeri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$I (\%) = (A_0 - A_{\text{numune}} / A_0) \times 100$$

% inhibisyon ve DPPH'nin standart eğrisinden faydalanarak her bir bal örneği için DPPH serbest radikalinin yarısının süpürüldüğü andaki bal konsantrasyonu ( $IC_{50}$ ) değerleri hesaplanmış ve bu değerler sentetik antioksidan olan BHT ve BHA ile kıyaslanmıştır.

### 3.2.4. Demir İndirgeme Gücünün Belirlenmesi (FRAP)

Bal örneklerinin indirgeme gücü Oyaizu (1986) metoduna göre belirlenmiştir. Potasyum ferrosiyanür, trikloroasetik asit (TCA),  $FeCl_3$ , metanol, fosfat tamponu, BHA, BHT (Sigma-Aldrich), santrifüj (Hettich EBA 8S, Germany), su banyosu (JSR, Korea), Hitachi U.V. U-1900 spektrofotometre yönteminde kullanılan cihaz ve kimyasal malzemelerdir.

Analizde kullanılan çözeltilerin hazırlanması;

Fosfat tampon çözeltisi: 100 ml çözelti elde etmek için 3.4384 g  $K_2HPO_4$  tuzundan; 2.7217 g  $KH_2PO_4$  asit 100 ml saf suda çözdürülmüştür.

$FeCl_3$  çözeltisi hazırlanması: % 0.1'lik  $FeCl_3$  çözeltisi hazırlanması için 0.166 g  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  saf suyla çözümlenip hacmi 100 ml'ye tamamlanmıştır.

TCA çözeltisinin hazırlanması: % 10'luk TCA çözeltisinin hazırlanması için 25 g TCA saf suyla çözdürülüp hacmi 250 ml'ye tamamlanmıştır.

$K_3Fe(CN)_6$  çözeltisinin hazırlanması: % 1'lik  $K_3Fe(CN)_6$  çözeltisinin hazırlanması için 2.5 g  $K_3Fe(CN)_6$  saf suyla çözdürülüp ve hacmi 250 ml'ye tamamlanmıştır.

Yöntem:

Bal örneklerinin 5 farklı konsantrasyonda (200-12.5 mg/ml) metanolik çözeltileri hazırlanmıştır. Bu çözeltilerden her bir deney tüpüne 2.5 ml alınarak üzerlerine 2.5 ml pH 6.6 0.2 M'lık fosfat tamponu ve 2.5 ml %1'lik potasyum ferrosiyanit ( $K_3Fe(CN)_6$ ) çözeltisinden ilave edilmiştir. Elde edilen karışım 50 °C'de 20 dk inkübe edilmiş ve sonrasında 2.5 ml % 10'luk trikloroasetik asit (TCA) eklenmiştir. 3000 rpm'de 10 dk santrifüj edilip süpernatandan 2.5 ml alınarak tüpe aktarılmıştır. Sonra tüpe 2.5 ml deiyonize su ve % 0.1'lik  $FeCl_3$ 'den 0.5 ml ilave edildikten sonra absorbanlar spektrofotometrede 700 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

### 3.2.5. $\beta$ -Karoten- Linoleik Asit Emülsiyon Yöntemi

Bu analiz, Amin ve Tan, (2002) tarafından belirtilen  $\beta$ -karoten linoleik asit emülsiyon sistem metoduna göre yapılmıştır. Kloroform ( $CHCl_3$ ),  $\beta$ -karoten, linoleik asit, tween 40 (Sigma- Aldrich), su banyosu (JSR, Korea), evaporatör (Buchi), Hitachi U.V. U-1900 spektrofotometre yöntemde kullanılan cihaz ve kimyasal malzemelerdir.

Analizde kullanılan çözeltilerin hazırlanması;

$\beta$ -karoten linoleik asit emülsiyon çözeltisi: Çözelti için 0.2 mg  $\beta$ -karoten 1 ml kloroformda çözülür üzerine % 60'lık 0.02 ml linoleik asit ve 200 mg Tween 40 ilave edilmiştir. Vakum altında 40 °C'de evaporatörde kloroform tamamen uzaklaştırılmış ve daha sonra 100 ml oksijenle doyurulmuş suda çözülerek şiddetli şekilde karıştırılmıştır.

Yöntem:

Kontrol için  $\beta$ -karoten linoleik asit emülsiyon çözeltisi için uygulanan işlemlerin aynısı  $\beta$ -karoten eklenmeden tekrarlanmıştır. Bal örneklerinin ve karşılaştırılmak üzere

hazırlanan sentetik antioksidan BHA ve BHT'nin konsantrasyonu 1 mg/ml olacak şekilde % 70'lik metanolde hazırlanmıştır. Deney tüplerine alınan bal örnekleri, BHA ve BHT çözeltilerinden 0.2'şer ml alınarak üzerlerine 5'er ml hazırlanan emülsiyon çözeltilerinden eklenmiştir. Deney tüplerindeki numunelerin ve kontrol çözeltilerinin absorbansı 470 nm'de okunmuş ve ( $A_0$ ) ardından 40 °C'de su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Bu aşamadan itibaren inkübasyondaki çözeltilerin absorbansı her 15 dakikada bir olmak üzere toplam 120 dakika boyunca okunmuştur. Bu absorbanslara dayanılarak, yapılan hesaplamalarda absorbans değişim oranı ( $A_0$ ) ve buna bağlı olarak da % oksidasyonu engelleme katsayıları hesaplanmıştır.

$$\text{Absorbans değişim oranı } (A_0) = \frac{\ln ( A_0 / A_t )}{t}$$

$A_0$  =  $t_0$  anındaki absorbansı

$A_t$  = t anındaki absorbansı (t= 120 dk)

$$\% \text{ Oksidasyonu engelleme} = \frac{[A_{0(\text{kontrol})} - A_{0(\text{numune})}]}{A_{0(\text{kontrol})}} \times 100$$

### 3.2.6. Ballarda Antimikrobiyal Aktivitenin MikrodilüsyonBroth Yöntemiyle Belirlenmesi

Bu çalışmada 23 farklı monofloral bal örneğinin antibakteriyel aktivitesi Jorgensen ve Turnidge, (2003); Kang ve ark., (2008) tarafından belirtilen yöntem (mikrodilüsyon broth metodu) göre tayin edilmiştir. Deney sonucunda örneklerinin tespit edilen antibakteriyel etkileri minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) değerleri ile ifade edilmiştir. Analizlerde 2 adet gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603) ve 2 adet gram pozitif (MRSA *Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *Bacillus cereus* ATCC 11778) olmak üzere 4 mikroorganizma kullanılmıştır.

Otomatik dispenser cihazı (BioTek, MicroFill), mikrolaka okuyucu (BioTek, µQuant), vorteks (Nüve), inkübatör (Nüve, EN120), hassas terazi (Precisa XB 220A), etüv (Nüve FN400), laminar flow güvenlik kabini (Nüve LN120), McFarland (DEN-1,

otoklav (Nüve OT4060), BioSan), 8 kanallı mikro pipet (Socorex), ampisid/sülfaktam antibiyotik (Mustafa Nevzat), nütrient broth besiyeri (Merck) çalışmada kullanılmıştır. Ayrıca *MRSA Staphylococcus aureus ATCC 43300*, *Bacillus cereus ATCC 11778*, *Escherichia coli ATCC 25922*, *Klebsiella pneumoniae ATCC* deneyde kullanılan bakterilerdir.

Antibakteriyel aktivite analizinde bal örneklerinin % 80'lik sulu stok çözeltileri hazırlanmıştır. Bu stok çözelti su ile % 70, % 60, % 50, % 40, % 30, % 20, % 10, % 5 ve % 2.5'lük olarak seyreltilmiştir (Bucak, 2011). Her 100 ml steril saf su için 5.2 g nutrient broth ile besiyeri hazırlanmıştır. Mc. Farland 0.5'e göre hazırlanan aktif bakteri kültürleri steril mikropipet yardımı ile Nütrient Broth (NB) besiyerine bakteriler eklenmiştir. Mc. Farland 0.5 bulanıklık standardına göre hazırlanan bakterilerden 1/100 oranında NB ile seyreltilerek yaklaşık olarak  $10^6$  cfu/ml lik bakteri stok kültürleri hazırlanmıştır. Mikrodilüsyon Broth yöntemi ile MİK tayini için; 96 kuyucuklu steril mikrotitrasyon plaklarının bütün kuyucuklarına 8 kanallı mikropipet ile besiyeri eklenmiştir. İlk kuyucuklara % 80'lik bal çözeltileri olmak üzere sırasıyla elle hazırlanan diğer bal çözeltilerinden 100'er  $\mu$ L eklenmiştir. 11. kuyucuk (besiyeri+mikroorganizma) pozitif kontrol, son kuyucuk ise (besiyeri) negatif kontrol olarak kullanılmıştır. Bu aşamadan sonra otomatik dispenser ile mikrotitrasyon plaklarının 12. sırası hariç bütün kuyucuklara stok bakteri kültürlerinden 100  $\mu$ L ilave edilerek  $t_0$  absorbansları Elisa okuyucusu ile okunarak kapakları kapatılmıştır. Aynı işlemler kontrol standardı olarak kullanılan Amfisilin/Sulfaktam için de uygulanmıştır. Bu durumda kontrol standartları ilk kuyucukta 128  $\mu$ g/ml olarak ayarlanmakla birlikte, kuyucuklarda  $\approx 5 \times 10^5$  cfu/mL yoğunlukta bakteriyle beraber ballar için ilk kuyucukta 800 mg/mL olmak üzere 100 mg/ml azalan konsantrasyonlarda bal çözeltileri bulunmaktadır. 24 saat süreyle 37 °C de inkübe edilen plakların 620 nm dalga boyuna ayarlanmış mikropipla okuyucu ile absorbansları ölçülmüştür. KCjunier programıyla her bir kuyucuğun absorbansından  $t_0$  absorbansının düşülmesi ile elde edilen değere karşı kuyucuktaki madde konsantrasyonun grafiğe geçirilmesiyle elde edilen eğrilerden bal örneklerinin MİK değerleri hesaplanmıştır. Grafiklerde üremenin olduğu kuyucukların absorbansları yüksek ve üremenin engellendiği kuyucukların absorbansları ise negatif kontrol ile karşılaştırılabilir derecede düşüktür. Eğrilerde bu

durumu temsil eden, absorbanstn keskin bir dūşūşle sabitlendiđi ilk kuyucuđun deđeri MİK olarak alınmıřtır (Kang ve ark., 2008).



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmanın amacı doğrultusunda toplanan bal örneklerinin analizleri sonucu elde edilen tüm veriler gerek anlaşılma kolaylığı gerekse düzenli bir takdim olması amacıyla başlıklar halinde verilmiştir.

##### 4.1. Balların Polen Analiz Sonuçları

Monofloral çiçek ballarında, botanik köken ve içerdiği baskın bitki türünü temsil etme oranlarını tespit etmek amacıyla polen analizi yapılmıştır. Balların dominant polenlerinin tespitinde Maurizio (1951) tarafından bildirilen yöntem kullanılmıştır. Polen analizi sonucunda ballarda elde edilen veriler (toplam polen sayısı (TPS), dominant, diğer polen sayıları) Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çiçek ballarının botanik orijininin belirlenmesi

Bal Örnekleri	TPS	Dominant Polen Sayısı	Diğer Polenlerin Sayısı	Dominant Polen Latince Adı	% Frekans
Anason	62500	28125	34375	<i>Pimpinella sp.</i>	0.45
Kestane	296615	222885	73730	<i>Castanea sp.</i>	0.75
Geven	302260	157175	145085	<i>Astragalus sp.</i>	0.52
Korunga	203617	95284	108333	<i>Onobrychis sp.</i>	0.47
Yaban Nanesi	192161	98002	94159	<i>Mentha sp.</i>	0.51
Çeşme kekiği	97613	61496	36117	<i>Coridothymus capitatus</i>	0.63
Akasya	59327	31883	27444	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0.54
Sedir	93217	54065	39152	<i>Cedrus libani</i>	0.58
Pamuk	69662	36920	32742	<i>Gossypium sp.</i>	0.53
Kekik	49314	23698	25616	<i>Thymus sp.</i>	0.48
Sütleğen	39518	23525	15993	<i>Euphorbia sp.</i>	0.60
Ihlamur	168812	111415	57397	<i>Tilia sp.</i>	0.66
Okalptus	386524	282162	104362	<i>Eucalyptus sp.</i>	0.73
Çakşır	138814	65138	73676	<i>Ferula sp.</i>	0.47
Diken	212543	97640	114903	<i>Centaurea solstitialis</i>	0.46
Maydanoz	163408	129092	34316	<i>Petroselinum sp.</i>	0.79
Hayıt	132460	113915	18545	<i>Vitex agnus-castus</i>	0.86
Ayçiçeği	183496	157806	25690	<i>Helianthus annuus</i>	0.86
Narenciye	193485	110606	82879	<i>Citrus sp.</i>	0.57
Orman gülü	213420	119515	93905	<i>Rhododendron sp.</i>	0.56
Sandal	63420	38686	24734	<i>Arbutus sp.</i>	0.61
Keçiboynuzu	79125	36120	43005	<i>Ceratonia siliqua</i>	0.46

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere bal örnekleri içerisinde en yüksek oranda botanik kökenini temsil eden bal örnekleri ayçiçeği ve hayıt balları (% 86), maydanoz (% 79), kestane (% 75), okalıptus (% 73), ıhlamur (% 66), çeşme kekiği (%63), sandal (%61), sütleğen (%60), sedir (%58), narenciye (%57), orman gülü (%56), akasya (%54), pamuk (%53), geven (%52), yaban nanesi (%51), kekik (%48), korunga ve çakşır (% 47), keçiboynuzu ve diken (% 46) olarak ortaya çıkmıştır. En düşük baskın bitki türü ile temsil edilen bal örneği ise % 45 ile anason balıdır.

## **4.2. Antioksidan Aktivite Analizleri**

Bitkilerde, kimyasal yapısı ve fonksiyonları bakımından farklı olan çok sayıda primer ve sekonder metabolizma ürünleri sentezlenmektedir (Oskay ve Oskay 2009; Nizamoğlu ve Nas 2010). Bu maddeler içerisinde bitkilerin ikincil metabolizma ürünlerinin bitkilerde savunma, olumsuz etkilerden korunma gibi (Verpoorte ve ark. 1994; Teli ve Timko, 2004; Lila 2005; Oskay ve Oskay 2009’dan) fonksiyonları bulunmaktadır. Aynı zamanda bu maddeler insan sağlığı açısından antikanserojen, antiinflamatuvar, antitümoral, antioksidan ve antimikrobiyal (Alvarez-Suarez ve ark., 2010b) vb. birçok özellik göstermektedir.

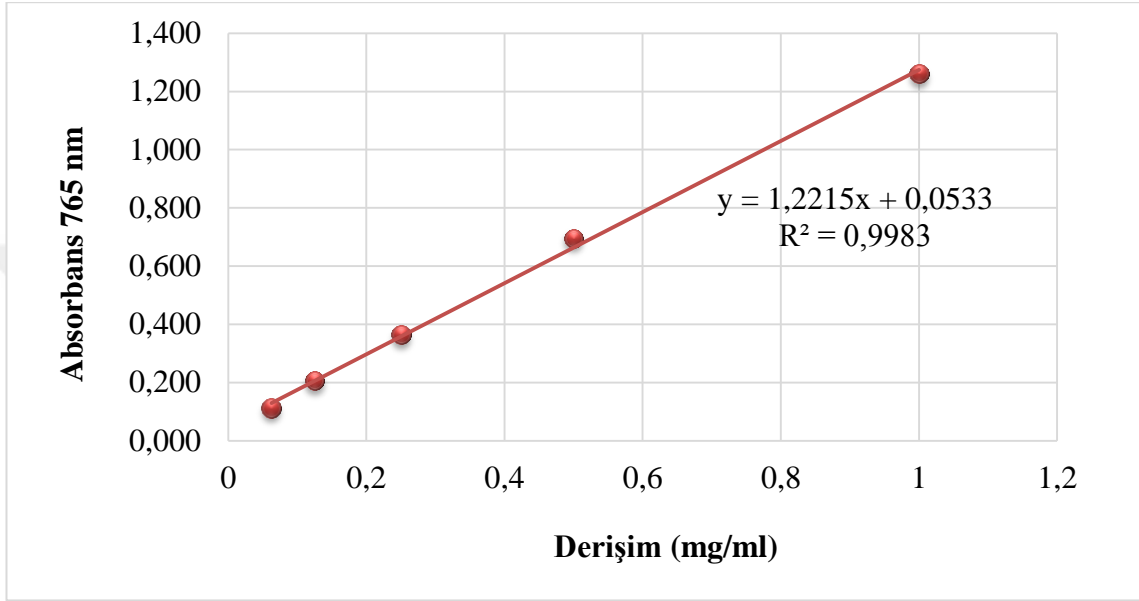
Fenolik maddelerin antioksidan aktivitelerini bir tek metot ile belirlemek oldukça zordur. Bu nedenle birden fazla antioksidan aktivite test metodu ile örneklerin antioksidan özelliklerini ölçmek daha sağlıklı sonuç vermektedir (Beretta ve ark., 2005; Martin ve ark., 2008; Estevinho ve ark., 2008; Silici ve ark., 2010; Liu ve ark., 2013). Çalışmamızdaki bal örneklerinin antioksidan kapasitelerini doğru bir şekilde ortaya koyabilmek açısından birkaç antioksidan aktivite test metodu kullanılmıştır.

### **4.2.1. Toplam Fenolik Madde Konsantrasyonu**

Bal örneklerinin fenolik madde miktarlarını ortaya koymak açısından Folin-Ciocalteu metodu uygulanmıştır. Toplam fenolik madde konsantrasyonunun tespitinde uygulanan Folin-Ciocalteu metodu, suda ve diğer organik çözücülerde çözünmüş olan fenolik bileşiklerin folin reaktifi ile alkali ortamda renkli kompleks oluşturması esasına dayanmaktadır (Slinkard ve Singleton, 1977). Çalışmamızda bal örneklerinin toplam

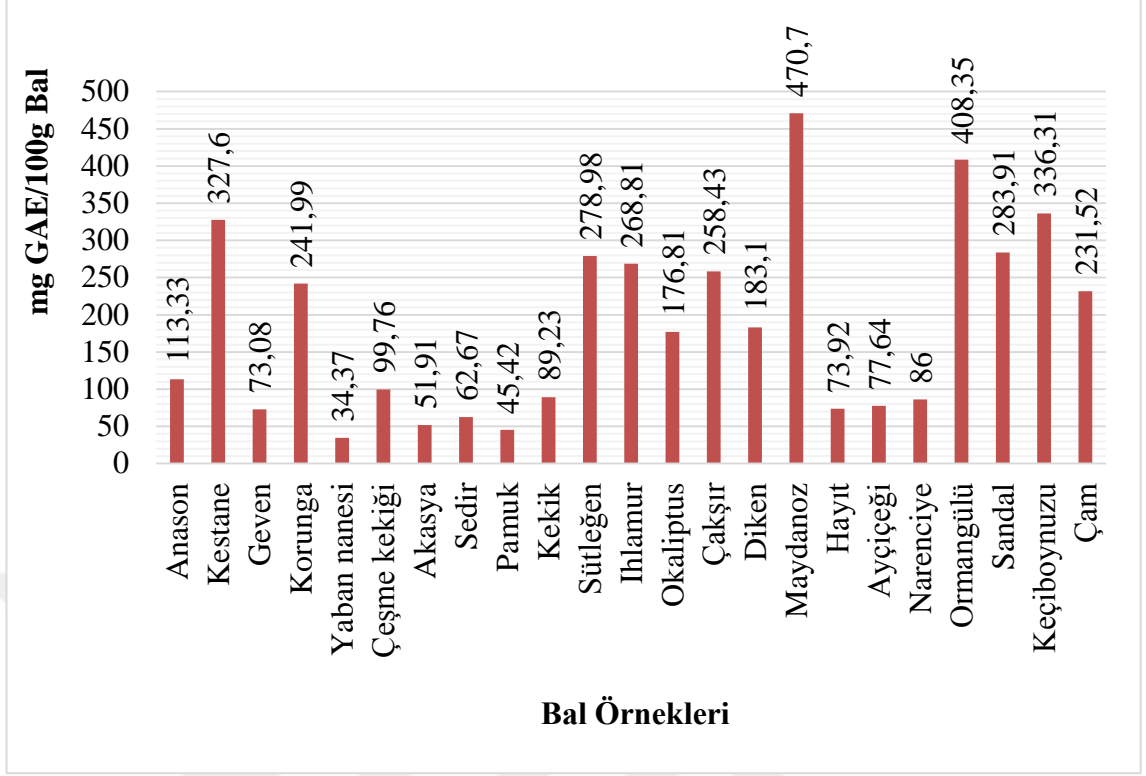


polifenol içerikleri Silici ve ark. (2010) tarafından bildirilen Folin-Ciocalteu yönteminde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Şekil 4.1’de yöntemde standart kontrol (eşdeğer) olarak kullanılan gallik asit derişimleri  $y=ax+b$  formülasyonuna göre hesaplanarak verilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları 100 g baldaki mg cinsinden (mg GAE/100g) gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1. Gallik asit standart grafiği

Şekil 4.2’de bal örneklerinde tespit edilen toplam fenolik madde miktarları verilmiştir. Analiz sonucunda monofloral balların toplam fenolik madde miktarı ortalama  $185.80 \pm 129.36$  mg GAE/100g olarak bulunmuştur. Örnekler arasında en yüksek toplam fenolik madde miktarı sırasıyla maydanoz > orman gülü > keçiboyunu ballarında tespit edilmiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarının ise sırasıyla yaban nanesi < pamuk < akasya ballarında olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.2. Bal örneklerinin toplam polifenol miktarları

Baldaki fenolik maddelerin balların antioksidan kapasitesiyle ilişkisini ortaya koymaya çalışan birçok araştırma literatürde yer almaktadır (Frankel ve ark., 1998; Bertoneclj ve ark., 2007; Küçük ve ark. 2007; Silici ve ark., 2010; Mohamed ve ark., 2010; Rosa ve ark., 2011; Alves ve ark., 2013; Chua ve ark., 2013; Escuredo ve ark., 2013; Wilczyńska, 2014). Bu çalışmalar arasından araştırmamızdaki bal örnekleri ile mukayese edilebilecek benzer floral orijinli bal araştırmaları aşağıda verilmiştir.

Araştırmamızda akasya balının toplam fenolik madde miktarı 51.91 mg GAE/100g olarak tespit edilmiştir. Akasya ballarının toplam fenolik madde miktarının araştırıldığı diğer bazı çalışmalarda ise (mg GAE/100g) Bertoneclj ve ark. (2007) 4.48; Çavrar (2009) 22.6; Wilczyńska (2010) 32.54-40.55 aralığında ve Kowalski (2013) 38.29 sonuçlarına ulaşmıştır. Belirtilen araştırmacıların bildirdikleri sonuçlar, akasya balında elde edilen toplam fenolik madde miktarından küçüktür. Bunun aksine akasya ballarında toplam fenolik madde miktarını Al Mammary ve ark. (2002) 100.12-246.21 mg GAE/100g arasında; Chua ve ark. (2013) 196.5 mg GAE/100g olarak bildirmektedir. Bu değerler araştırmamızdaki sonuçlara göre yüksek değere sahiptir.

Kestane balı örneğinde belirlenen toplam fenolik madde miktarı 327.60 mg GAE/100g dır. Yapılan benzer çalışmalarda toplam fenolik madde miktarı Bertoncej ve ark. (2007) 19.99 mg GAE/100g, Küçük ve ark. (2007) 239 mg kateşin/100g; Çavrar (2009), 96.97 mg GAE/100g; Sarı (2013), 27.030–91.436 mg GAE/100g aralığında; Escuredo ve ark. (2013), 131.8 mg GAE/100g olarak bildirilmiştir. Araştırmamıza konu olan kestane balının toplam fenolik madde miktarı belirtilen analiz verilerine göre yüksek; Sarıkaya (2009) tarafından bildirilen 257-279 mg/100g aralığındaki sonuca yakın değerlerdedir.

Çalışmamızda ihlamur balının toplam fenolik madde içeriği 268.81 mg GAE/100g olarak bulunmuştur. Ihlamur ballarını konu alan çalışmalarda toplam fenolik madde miktarları Bertoncej ve ark. (2007), 8.37 mg GAE/100g; Al (2009), 16-38 mg GAE/100g aralığında; Wilczyska (2010), 45.46-47.14 mg GAE/100g aralığında; Kowalski (2013), 69.11 mg GAE/100g olarak rapor edilmektedir. Çalışmamızdaki Ihlamur balı örneği toplam fenolik madde içeriğinin araştırıldığı benzer çalışmalara kıyasla en yüksek değere sahiptir.

Yapılan analiz sonucunda narenciye bal örneğinin toplam fenolik madde miktarı 86.0 mg GAE/100g olarak tespit edilmiştir. Benzer bal örneği ile yapılan analizlerde Al Mammary ve ark. (2002) 61.05 mg GAE/100; Liu ve ark. (2013) 30.7 mg GAE/100g ve Sarı (2013) 0.903–14.039 mg GAE/100g aralığında toplam fenolik değer bildirmektedir. Adı geçen araştırmacıların yayınladıkları sonuçlara göre çalışmamızdaki narenciye balının toplam fenolik madde miktarının yüksek olduğu görülmüştür.

Okalıptüs balında ise toplam fenolik madde içeriği 176.81 mg GAE/100g olarak bulunmuştur. Okalıptüs balı ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda Bucak (2011), 6.06 mg GAE/100g ve Escuredo ve ark. (2013), 78.4 mg GAE/100g sonuçlarını rapor etmektedir. Bu sonuçlar temel alındığında okalıptüs bal örneğimizin yüksek toplam fenolik madde miktarlarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma materyalimiz olan maydanoz balında toplam fenolik madde miktarı 470.70 mg GAE/100g olarak belirlenmiştir. Yapılan benzer bir araştırmada aynı ilçeden alınan maydanoz balının toplam fenolik madde miktarları 12.163 mg GAE/100g olarak belirlenmiştir (Bucak, 2011). Literatürde maydanoz balı ile ilgili yeterli sayıda veri bulunmamaktadır. Bucak (2011)'a göre çalışmamıza konu olan maydanoz balının oldukça yüksek toplam fenolik madde miktarlarına sahip olduğu söylenebilir.

Sedir balı numunemizde toplam fenolik madde miktarı 62.67 mg GAE/100g olarak ölçülmüştür. Aynı bal örneği üzerinde yapılan başka bir çalışmada Özcan ve Ölmez (2014) toplam fenolik madde miktarını 566.03 mg GAE/100g olarak tespit etmiştir. Sonuçlar kıyaslandığında çalışmamızdaki sedir balının oldukça düşük toplam fenolik madde içerdiği görülmüştür. Çalışmamızdaki bazı bal örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerine bakılacak olursa; pamuk balında 45.42, diken balında 183.10, ayçiçeği balında 77.64 mg GAE/100g olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki monofloral bal örneklerine benzer floral kaynaktan elde edilen bal örneklerini kapsayan bir araştırmada pamuk balının 221.15 ve diken balının 374.05 mg GAE/100g fenolik madde içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir (Özcan ve Ölmez, 2014). Sarı (2013) bal örneklerinin antioksidan kapasitelerini araştırdığı çalışmasında ayçiçeği balının toplam fenolik madde miktarını 6.896–23.201 mg GAE/100g aralığında tespit etmiştir. Çalışmamızdaki pamuk ve diken ballarının toplam fenolik madde miktarları Özcan ve Ölmez (2014)'e göre düşük; ayçiçeği balının toplam fenolik madde miktarının ise Sarı, (2013)'a göre yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Çalışmamızdaki örneklerden biri olan orman gülü balında toplam fenolik madde miktarı 408.35 mg GAE/100g olarak belirlenmiştir. Silici ve ark. (2010) ise ormangülü balının toplam fenolik madde içeriğinin 0.24 ile 141.83 mg GAE/100g arasında olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmamızdaki değer Silici ve ark. (2010) tarafından bildirilen değerden yüksek bulunmuştur.

Monofloral bal örneklerinin yalnızca bir floral kaynaktan meydana gelmediği başka bitkilerden gelen nektarlarında bala dahil olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla aynı ad ile adlandırılan monofloral ballarda dahi antioksidan aktivitenin farklı olabileceği bildirilmektedir. Nitekim balların antioksidan aktivitesi nektardaki fenoller, peptitler, organik asitler ve enzimlerin ortak etkisinin bir sonucudur. Karadeniz Bölgesi'nden temin edilen orman gülü ballarında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin araştırıldığı çalışmada, orman gülü ballarının antioksidan aktivitelerinin iklim ve çevre şartlarındaki farklılıklar nedeniyle çeşitlilik gösterdiği belirtilmektedir. (Silici ve ark. 2010).

Sonuç olarak araştırmamızdaki bal örnekleri ile benzer floral orijinli balların toplam fenolik madde içeriklerindeki değişkenlikler Silici ve ark. (2010) tarafından

bildirildiği gibi iklim ve çevre şartlarının yanı sıra monofloral balı oluşturan sekonder nektarların katkısından da kaynaklanmış olabilir.

#### 4.2.2. Serbest Radikal Süpürücü Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH)

Araştırmada örneklerin antiradikal aktiviteleri (Brand-Williams ve ark., 1995) metodunda bazı değişiklikler yapılarak tayin edilmiştir. Antioksidanların süperoksit anyon ( $O_2^-$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve peroksil radikali gibi çeşitli reaktif oksijen türlerine karşı farklı yakalama aktiviteleri bulunmaktadır. 2,2-difenil-1- pikrilhidrazil (DPPH), radikali kullanılarak antioksidan aktivitenin belirlenmesine yardımcı olan bu yöntem, spektrofotometrik antioksidan belirleme yöntemleri içerisinde araştırmacıların çoğunlukla tercih ettikleri bir yöntemdir (Miller ve ark., 1993; Brand-Williams ve ark., 1995).

Bal örneklerinin 5 farklı derişimlerine (mg/ml) karşı elde edilen % inhibisyon değerleri Çizelge 4.2’de verilmektedir. Yüksek % inhibisyon değeri, yüksek antioksidan aktiviteyi ifade etmektedir (Brand-Williams ve ark., 1995).

Çizelge 4.2. Bal Örneklerin % İnhibisyon Miktarları

BALLAR	% İNHİBİSYON				
	Derişim (mg/ml)				
	200	100	50	25	12.5
Anason	18.931	13.079	11.501	9.466	8.651
Kestane	43.766	23.969	16.641	14.860	12.570
Geven	14.453	11.450	15.674	15.623	10.280
Korunga	23.104	15.573	12.875	9.669	9.669
Yaban nanesi	23.155	16.641	15.420	13.639	12.265
Çeşme kekigi	24.733	15.725	16.031	14.198	12.163
Akasya	12.723	10.076	9.975	11.501	9.160
Sedir	24.529	17.252	15.522	12.672	11.908
Pamuk	21.730	17.812	14.504	12.723	11.450
Kekik	25.140	17.659	16.539	16.081	14.453
Sütleğen	26.463	19.695	14.453	12.977	8.092
Ihlamur	27.481	19.186	14.351	11.450	10.382
Okalıptüs	24.427	15.420	12.723	11.145	9.517
Çakşır	23.003	18.168	15.725	12.570	11.858
Diken	35.216	24.020	19.389	15.369	13.079

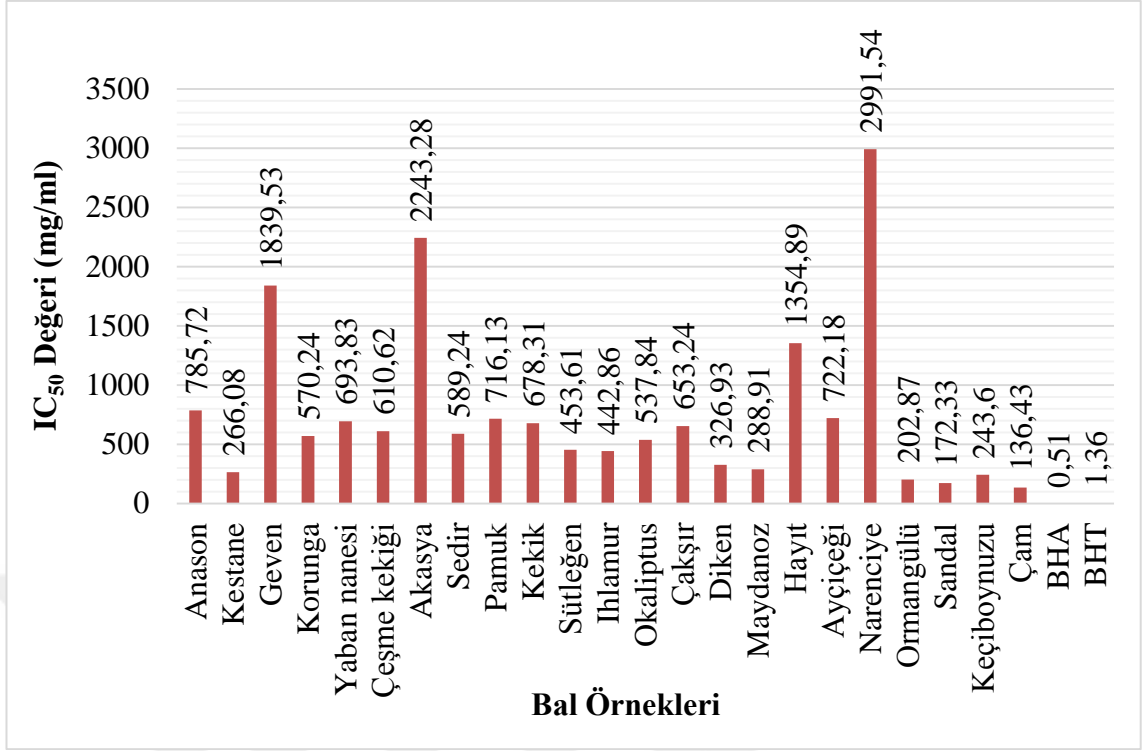
Çizelge 4.2. (Devam) Bal Örneklerin % İnhibisyon Miktarları

BALLAR	% İNHİBİSYON				
	200	100	Derişim (mg/ml)		12.5
			50	25	
Maydanoz	39.491	23.461	20.102	17.710	13.944
Hayıt	18.830	15.980	14.962	14.351	13.435
Ayçiçeği	19.237	13.537	11.450	9.211	7.684
Narenciye	12.010	10.687	10.076	9.822	9.262
Ormangülü	48.950	31.582	23.555	19.438	12.471
Sandal	54.249	36.494	26.603	17.295	10.616
Keçiboynuzu	41.530	28.379	20.575	12.654	10.329
Çam	65.521	41.841	30.698	19.435	13.943
BHA	95.573	93.707	84.818	75.098	56.692
BHT	88.380	63.444	34.698	32.383	21.544
En az	12.010	10.076	9.975	9.211	7.684
En çok	54.249	53.841	20.102	17.710	11.943
Ortalama	29.073	19.899	16.493	13.646	11.182

Çalışma ballarımızın DPPH serbest radikal süpürücü aktivite deneyine ait inhibisyon değerleri % 12.01-% 65.521 arasında değişmektedir. Yapılan analiz sonucunda tüm örneklerin ortalama inhibisyon değeri % 29.073 olarak bulunmuştur.

DPPH radikal süpürücü etkinin diğer bir göstergesi ise  $IC_{50}$  değeridir. Yapılan birçok çalışmada antioksidan aktivite deneyleri arasında DPPH metodu yer almaktadır. Bu metotta verilen değerler kimi zaman % inhibisyon kimi zaman ise  $IC_{50}$  değeri ile ifade edilmektedir.

$IC_{50}$  değeri, belirli bir DPPH derişiminde mevcut DPPH'nin yarısının süpürülmesi için gereken antioksidan miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bu değerin hesaplanmasında % inhibisyon grafiğinden yararlanılır. Elde edilen denklemde y değeri yerine 50 sayısı verilerek  $IC_{50}$  değeri hesaplanmaktadır (Brand-Williams ve ark., 1995). Araştırmamızda yer alan monofloral bal örneklerinin DPPH serbest radikalinin yarısının süpürüldüğü andaki konsantrasyonları ( $IC_{50}$  değeri) hesaplanarak Şekil 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Bal örneklerinin IC<sub>50</sub> değerleri

Analiz sonucunda monofloral balların IC<sub>50</sub> değerleri ortalaması 826.2 olarak tespit edilmiştir. Bal örnekleri içerisinde en düşük üç örnek sırası ile 136.43 çam balı, 172.33 sandal balı; 202.87 ormangülü balı mg/ml dir. IC<sub>50</sub> değerleri yüksek bal örnekleri ise sırasıyla (mg/ml); 2991.54 narenciye balı, 2243.28, akasya balı ve 1839.53 geven balıdır. Molyneux, (2004)'a göre düşük IC<sub>50</sub> değeri yüksek antioksidan gücü ifade etmektedir.

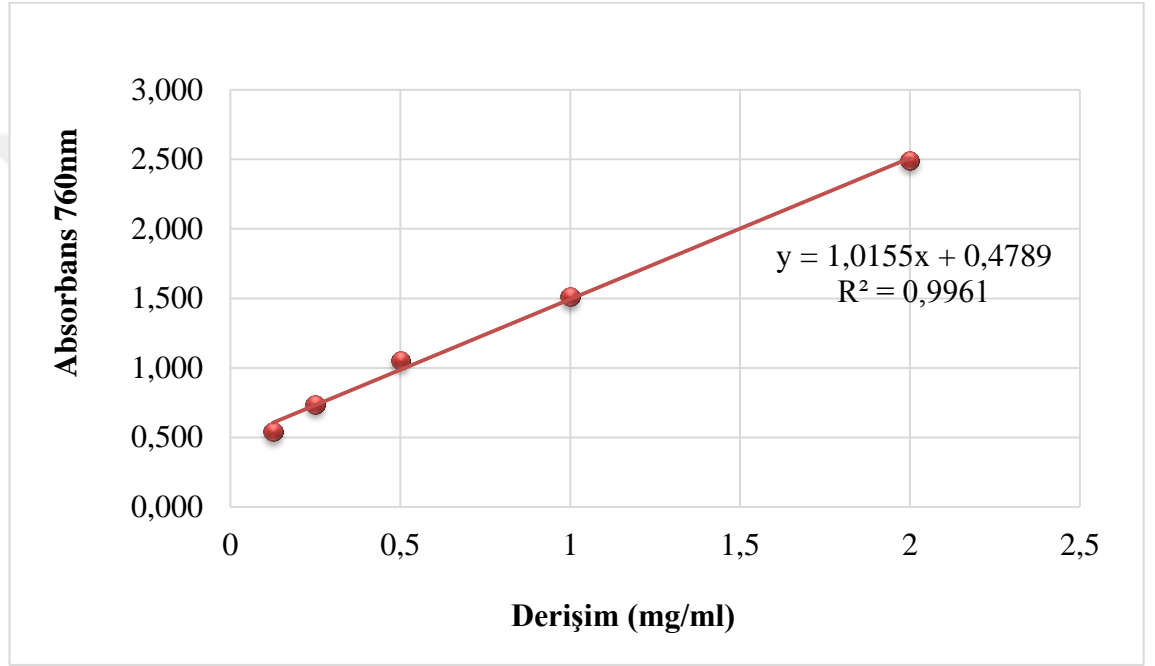
Sonuç olarak, DPPH metoduna (% inhibisyon ve IC<sub>50</sub>) göre en düşük antioksidan aktivite gösteren son üç örnek sırasıyla narenciye < akasya < geven balları şeklinde iken en yüksek antioksidan aktivite gösteren ilk üç örnek çam > sandal > orman gülü balları olarak bulunmuştur.

#### 4.2.3. Demir İndirgeme Gücünün Belirlenmesi (FRAP)

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde, bir diğer yöntem olarak uluslararası literatürlerde kabul görmüş olan demir indirgeme gücü (FRAP) metodu kullanılmıştır.

Bu metotta örnekteki antioksidan maddelerin varlığında  $Fe^{+3}$  ferrik siyanit kompleksi,  $Fe^{+2}$  formuna indirgenmektedir.

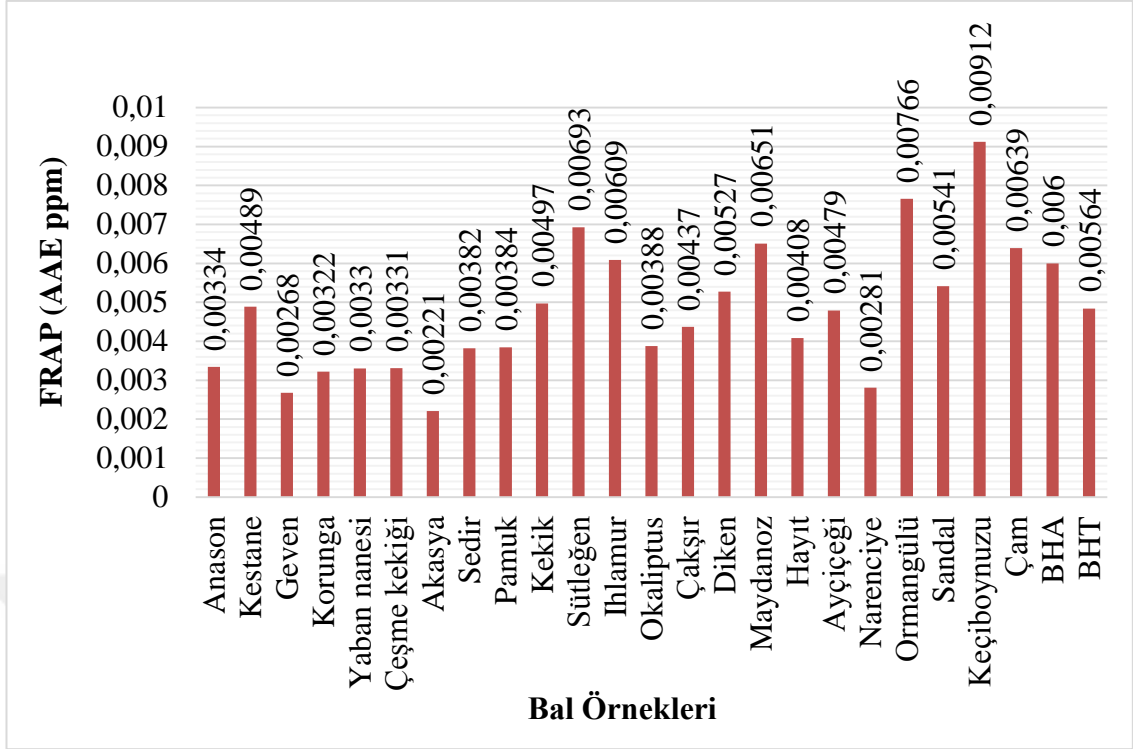
Bal örneklerinin demir indirgeme gücü Oyaizu, (1986)'a göre tespit edilmiştir. Balların antioksidan aktivitesini FRAP değeri olarak hesaplamak için askorbik asit kullanılmıştır. Askorbik asit çözeltisine ait standart grafiği Şekil 4.4'de verilmiştir. Balların yüksek absorbans değeri indirgeme gücünün yüksek olduğunu göstermektedir (Küçük, 2007).



Şekil 4.4. Askorbik asit çalışma grafiği

Çalışma materyali ballara ait FRAP değerleri askorbik asite eşdeğer (AAE) olarak Şekil 4.5'de verilmiştir.





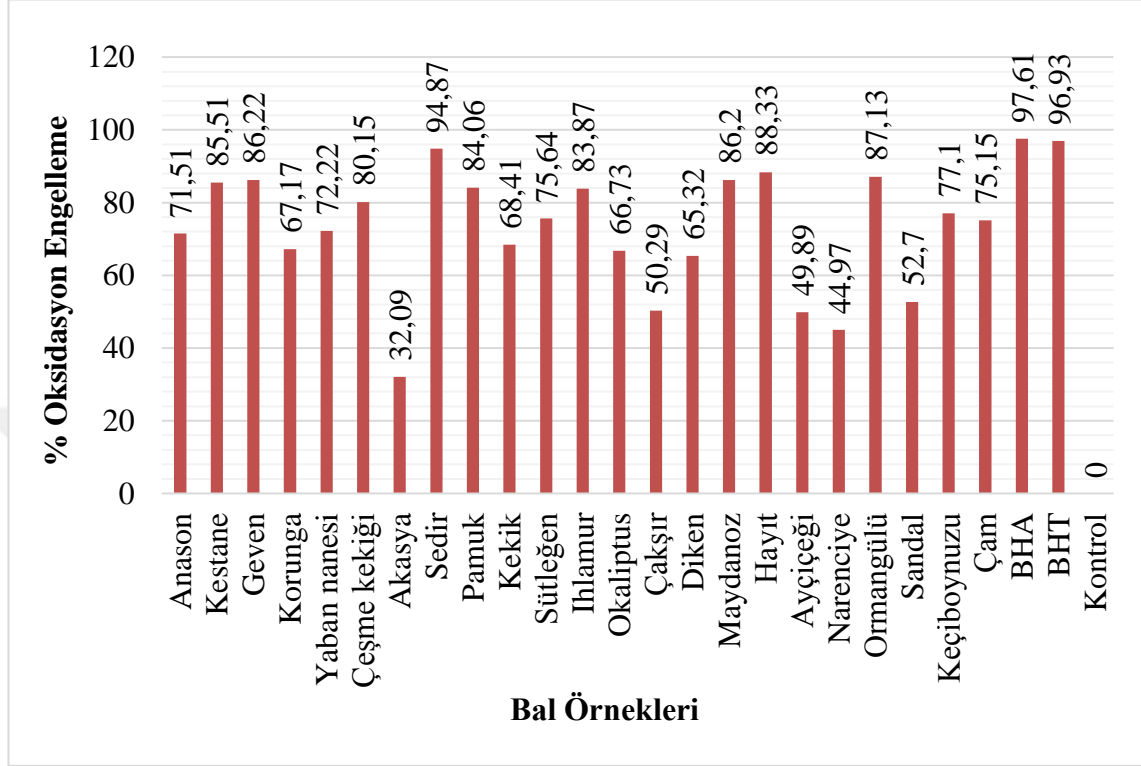
Şekil 4.5. Bal örneklerinde FRAP değerlerinin karşılaştırmalı grafiği

Bal örneklerinin demir indirgeme gücü (FRAP) ortalama  $0.00481 \pm 0.0018$  AAE ppm olarak tespit edilmiştir. Analizler  $0.00912$  AAE ppm ile keçiboynuzu balının en yüksek FRAP değerine sahip bal örneği olduğunu ortaya koymaktadır. Demir indirgeme gücü (FRAP) deneyinde keçiboynuzu balını sırasıyla,  $0.00766$  AAE ppm ile orman gülü balı ve  $0.00733$  AAE ppm ile sütleğen balı izlemektedir. En düşük FRAP değerleri ise sırasıyla (AAE) en düşük akasya balı  $0.00221$ ; geven balı  $0.00268$  ve narenciye balında  $0.00275$  gözlenmiştir (Şekil 4.5).

#### 4.2.4. $\beta$ - Karoten- Linoleik Asit Emülsiyon Yöntemi Deney Sonuçları

Bal örneklerinin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesindeki bir diğer yöntem olan  $\beta$ -karoten linoleik asit emülsiyon sistem Amin ve Tan (2002)'a göre tespit edilmiştir. Örneklerin ölçülen absorbans değerlerinden her birinin zaman aralığında absorbans değişim oranları hesaplanarak buna bağlı % inhibisyon değerleri (% oksidasyon engelleme) elde edilmiştir (Şekil 4.6). Bu yöntemle göre deney tüpünde

oluşturulan karışımın rengindeki açılma ne kadar fazlaysa oksidasyonu engelleme aktivitesi (antioksidan aktivitesi) o kadar azdır.



Şekil 4.6. Bal örnekleri ve standartların % inhibisyon değerleri

$\beta$ - Karoten- linoleik asit emülsiyon testine göre örneklerin inhibisyon değeri ortalama %  $72.68 \pm 15.72$  olarak ortaya çıkmıştır. Bal örnekleri arasında en çok antioksidan aktivite gösteren örnek % 94.87 ile sedir balıdır. Bu sıralamayı 88.33 ile hayıt ve 87.13 ile orman gülü balı takip etmektedir. En düşük aktivite gösteren üç örnek ise sırasıyla % 32.09 ile akasya balı, % 44.97 ile narenciye balı ve % 49.89 ile ayçiçeği balıdır (Şekil 4.6).

#### 4.2.5. Antioksidan Aktivite Verilerinin İstatistikî Açından Değerlendirilmesi

Çalışmamızda biyokimyasal içeriğin belirlenmesinde esas alınan parametreler arasındaki istatistikî ilişkiler Çizelge 4.3'de verilmektedir.

Çizelge 4.3. Bal örneklerinin biyokimyasal içerikleri arasındaki ilişki

İlişki	TP	β- Karoten	DPPH	FRAP
TP	1			
β- Karoten	0.285**	1		
DPPH	0.637**	0.377**	1	
FRAP	0.704**	0.326**	0.648**	1

\*: p<0.05, \*\*: p<0.01

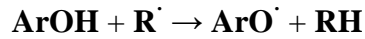
Çizelge 4.3’de belirtildiği üzere balların toplam fenolik madde miktarları (TP) ile balların antioksidan aktiviteleri arasında pozitif çok önemli ilişkiler tespit edilmiştir (TP/DPPH  $r=0.637$ ,  $p<0.01$ ), (TP/FRAP  $r=0.704$ , TP/ β- Karoten  $r=0.285$   $p<0.01$ ). Birçok çalışmada araştırmacılar toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivite arasında benzer pozitif ilişkiler bildirmiştir (Beretta ve ark., 2005; Blasa ve ark., 2006, Bertoncej ve ark., 2007; Silici ve ark., 2010; Alvarez-Suarez ve ark., 2010a; Chua ve ark., 2013, Alves ve ark., 2013; Da Silva ve ark. 2013). Çalışmamız bu yönüyle verilen literatürler ile uyum içerisindedir. Ayrıca yaptığımız analizler neticesinde örneklerimizden kestane, sütleğen, maydanoz balı gibi koyu renkli balların, akasya, narenciye, pamuk balı gibi açık renkli ballara göre toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bazı çalışmalarda benzer sonuçlar rapor edilmektedir (Beretta ve ark., 2005; Blasa ve ark., 2006; Bertoncej ve ark., 2007; Küçük ve ark., 2007; Mohamed ve ark., 2010; Isla ve ark., 2011; Socha ve ark., 2011; Rosa ve ark., 2011; Kuś ve ark., 2014; Özcan ve Ölmez, 2014; Wilczyńska, 2014).

#### 4.2.6. Balların Biyokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Balların antioksidan aktivite özelliklerini tam olarak anlaşılabilmesi açısından fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerini sergilerken izledikleri moleküler yolların ve antioksidan aktivite test yöntemlerinin çalışma mekanizmalarının açıklanması oldukça önem taşımaktadır.

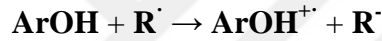
Yapılan bazı çalışmalarda fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin, yapılarındaki fonksiyonel grupla bağlantılı olan hidroksil gruplarının sayısı ve pozisyonuna bağlı olarak değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir. Örneğin monohidroksibenzoik asitin OH grubunun, karboksil grubuna (COOH) göre orto veya

para pozisyonunda olduğunda antioksidan aktivite göstermediği ancak meta pozisyonunda antioksidan aktivite gösterdiği ifade edilmektedir (Rice-Evans ve ark., 1996; Meral ve ark., 2012'den). Fenolik maddeler antioksidan aktivite sergilerken farklı üç yol izlerler (Leopoldini ve ark., 2004; Wright ve ark., 2001; Jovanovic ve ark., 1998; Yumrutaş 2011'dan). Birinci yolda, fenolik bileşikler üzerindeki O-H bağı koparak ve H'nin serbest radikallerle reaksiyona girmesi ile radikaller etkisiz hale gelmektedir (Yumrutaş' 2011'dan):



Buradaki reaksiyon ürünü olan RH türleri zararsızdır ve ArO<sup>·</sup> okside olmuş bir radikaldir. Reaksiyon sonunda yeni bir radikal oluşmuş olsa bile bu yeni radikal R'den daha zararsızdır.

Moleküler ikinci yolda ise fenolik bileşikler serbest radikallere tekli (singlet) elektron transfer ederler.



R<sup>-</sup> anyonu enerjistik olarak kararlı bir türdür ve oluşan ArOH<sup>+·</sup> kation radikali daha az zararlı bir formdaki bir radikal türüdür. Önceki mekanizmada, fenolik O-H bağlarının ayrılma entalpisi antioksidan aktiviteyi değerlendirmede önemli bir parametredir. Düşük ayrılma entalpisi, bağların daha kolay ayrılması ve radikallerle daha çabuk etkileşim demektir.

Üçüncü mekanizma ise iyonizasyon potansiyeli olup radikal süpürücü etkiyi değerlendirmek için en önemli parametredir. Düşük iyonizasyon değeri daha kolay elektron ayrılmasına sebep olarak fenolik maddenin serbest radikallerle daha çabuk etkileşime girebilmesine olanak sağlar (Leopoldini ve ark., 2011; Yumrutaş 2011'dan).

Doğal gıda maddelerinin (arı ürünleri, meyve, sebze veya tıbbi ve aromatik birçok bitki) antioksidan aktivitelerinin araştırıldığı birçok çalışma incelendiğinde, bu gıdaların antioksidan aktivitelerinin birden fazla antioksidan aktivite metodu kullanılarak yapıldığı görülmektedir (Koca ve ark., 2008; Nakajima ve ark., 2009; Yumrutaş, 2011; Liu ve ark., 2013). Antioksidan aktivite deney metodlarının her biri serbest radikallere karşı fenolik maddelerin kendine özgü sergiledikleri antioksidan etkinlikleri farklı şekillerde test etmektedir.

DPPH metodunda antioksidanlar (DPPH<sup>•</sup>) radikaline hidrojen bağlayarak (Blois, 1958; Temür, 2006) antioksidan aktivite sergilerler.

İndirgeme gücü metodunda; antioksidanlar elektron transferi yoluyla ortamda bulunan Fe<sup>3+</sup> iyonlarını Fe<sup>2+</sup> iyonlarına indirgeyerek (Temür, 2006) antioksidan aktivite göstermektedirler. Serbest radikallerin doğrudan giderilmesinin yanı sıra bir bileşiğin indirgeme kapasitesi de onun potansiyel antioksidan aktivitesinin önemli bir göstergesi olarak değerlendirilebilir (Meir ve ark., 1995; Yumrutaş 2011).



β-karoten-linoleik asit emülsiyon metodunda ise; antioksidanların lipit peroksidasyonunu engelleme yetenekleri test edilmektedir. Membran lipitleri doymamış yağ asitlerince zengin (özellikle linoleik asit ve araşidonik asit) oldukları için oksidatif süreçlere daha çok duyarlıdır. Serbest radikal zincir reaksiyonu lipit peroksidasyonunun genel bir mekanizması olarak kabul edilir. Genellikle antioksidanlar tarafından lipit peroksidasyonu engellenme yeteneğinin, serbest radikal yakalama aktivitelerinden dolayı olduğu düşünülmektedir. Radikal yakalayıcılar doğrudan tepken olabilirler ve peroksidasyon zincir reaksiyonunu sonlandırmak için peroksit radikallerini yakalayabilirler (Burda ve Gleszek, 2001; Yumrutaş, 2011).

Çalışmamızda monofloral balların toplam fenolik madde miktarları (TP) ve antioksidan etkinlikleri farklı metodlarla (DPPH, demir indirgeme gücü ve β- Karoten-Linoleik Asit Emülsiyon Yöntemi) ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu test metotları birlikte anlaşılma kolaylığı vermesi açısından Çizelge 4.4'de verilmiştir. Burada en düşük ve en yüksek değere sahip beşer bal örneği vurgulanmıştır.

Çizelge 4.4'de görüldüğü üzere maydanoz ve orman gülü balları, diğer bal örnekleri arasında en yüksek toplam fenolik madde (TP) miktarına sahip bal örnekleri arasında yer alarak ayrıca tüm antioksidan aktivite testlerinde önemli etkiler göstermiştir. Bu iki örneğin tüm antioksidan aktivite testlerinde yüksek sonuç vermeleri, içerdikleri fenolik maddelerin farklı antioksidan aktivite mekanizmalarını kullanarak etki sağlamalarından kaynaklanabilir (Dorman ve ark., 2003; Yumrutaş 2011'dan). Yani, bu balların farklı antioksidan aktivite mekanizmalarını işleten yüksek miktarda çeşitli fenolik maddeler ihtiva ettikleri düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. Biyoaktivite deney sonuçlarının mukayesesi

Bal No	TP mg/100gGAE	DPPH % İnhibisyon (mg/ml)	FRAP ppm AAE	β- Karoten %OE
Anason	113.22	18.931	0.00334	71.57
Kestane	327.60	43.766	0.00489	85.51
Geven	73.08	14.453	0.00268	86.22
Korunga	241.99	23.104	0.00322	67.17
Yaban nanesi	34.37	23.155	0.00330	72.22
Çeşme kekiği	99.76	24.733	0.00331	80.15
Akasya	51.91	12.723	0.00221	32.09
Sedir	62.67	24.529	0.00382	94.87
Pamuk	45.42	21.730	0.00406	84.06
Kekik	89.23	25.140	0.00526	68.41
Sütleğen	278.98	26.463	0.00733	75.64
Ihlamur	268.81	27.481	0.00644	83.87
Okaliptus	176.81	24.427	0.00411	66.73
Çakşır	258.43	23.003	0.00463	50.29
Diken	183.10	35.216	0.00557	65.32
Maydanoz	470.70	39.491	0.00639	86.20
Hayıt	73.92	18.830	0.00401	88.33
Ayçiçeği	77.64	19.237	0.00470	49.89
Narenciye	86.00	12.010	0.00275	44.97
Ormanğülü	408.35	48.95	0.00766	87.13
Sandal	231.52	54.249	0.00541	78.76
Keçiboynuzu	336.31	41.530	0.00912	77.10
Çam	283.91	65.521	0.00639	75.15

 En yüksek değerleri belirtir.  
 En düşük değerleri belirtir.

Bunun tam aksine; TP ve antioksidan testlerinde en düşük antioksidan etkinlik gösteren bal örneği akasya olmuştur (Çizelge 4.4). Çalışmamız ile benzer şekilde, birçok araştırmacı akasya balının düşük TP ve antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir (Beretta ve ark., 2005; Blasa ve ark., 2006; Bertoncej ve ark., 2007; Rosa ve ark., 2011). Ayrıca yapılan araştırmada, bazı fenolik maddelerin yapıları gereği düşük antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Rice-Evans ve ark., 1996). Akasya

balının TP miktarı ve antioksidan aktivitesinin düşük olmasında belirtilen etmenin devreye girmiş olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızdaki değerler içerisinde dikkat çeken bazı sonuçları irdeleyecek olursak; Çizelge 4.4'de görüldüğü üzere bazı bal örneklerinin antioksidan aktiviteleri farklı metotlarda farklı oranlarda aktivite değerleri göstermektedir. Geven, hayıt ve sandal balları belirtilen durum için uygun örneklerdir.

Bal örnekleri biyokimyasal olarak değerlendirildiğinde; geven balı toplam fenolik madde miktarı en düşük ballar arasında yer alan, DPPH ve demir indirgeme gücü (FRAP) deneylerinde en düşük aktivite gösteren ballardan biri olmasına rağmen,  $\beta$ -Karoten linoleik asit emülsiyon yönteminde yüksek aktivite gösteren bal örneklerinin arasında yer almaktadır. Bunun tam aksine sandal balı toplam fenolik madde miktarı en yüksek ballar arasında yer alan DPPH ve demir indirgeme gücü deneylerinde en yüksek aktivite sergileyen ballardan olup  $\beta$ -Karoten linoleik asit emülsiyon deneyinde en düşük aktivite gösteren bal örneklerinin arasında yer almıştır. Buna ek olarak hayıt balı düşük toplam fenolik madde (TP) miktarına sahip olmasına rağmen  $\beta$ -Karoten linoleik asit emülsiyon testinde yüksek aktivite gösteren bal örnekleri arasındadır. Bu bal örneklerinin sergilemiş oldukları antioksidan aktivitelerdeki farklılıkların bu bal örneklerinin içerdikleri fenolik maddelerin, kimyasal yapıları ve farklı radikal süpürme yolları izlemelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim araştırmacılar; fenolik maddelerin aromatik halkaya eklenmiş hidroksil ve metoksil gruplarının sayısı ve pozisyonu kadar yan zincirlerin kimyasal yapısının da fenolik asitlerin antioksidan aktivitesinde anahtar bir rol oynadığını belirtmiştir (Antolovich ve ark., 2004; Natella ve ark., 1999; Pekkarinen ve ark., 1999; Yumrutaş 2011'dan). Bu durum antioksidan aktivitenin yalnızca fenolik madde miktarına bağlı olmadığını göstermektedir.

Balların antioksidan aktivitelerinin araştırıldığı çalışmalarda; bazı araştırmacılar balların antioksidan aktivitesinden büyük oranda fenolik bileşikleri sorumlu tutarken (Beretta ve ark., 2005; Da Silva ve ark., 2013; Wang, 2011'dan) bununla birlikte bazı araştırmacılar baldaki fenolik bileşik miktarının antioksidan aktiviteyle daima pozitif olarak ilişkilendirilemeyeceğini bildirmiştir (Al-Mamary ve ark., 2002; Küçük ve ark., 2007; Wang, 2011'dan). Bu durum Folin reaktifinin fenolik maddeler dışında farklı okside olabilen bileşiklerle reaksiyona girmesinden kaynaklanabilmektedir (Singleton ve ark., 1999; Zielinski ve Kozłowska, 2000; Que ve ark., 2006; Yumrutaş 2011'dan).

Benzer bir sonuç çalışmamızdaki bal örneklerinden orman gülü balında görülmektedir. Yapılan çalışmada orman gülü balı toplam fenolik madde miktarı (TP) yüksek olmasına rağmen, antioksidan aktivite testlerinin yalnızca birisinde ( $\beta$ - Karoten) en yüksek aktivite gösteren ballar arasında yer almaktadır (Çizelge 4.4). Bu durum antioksidan aktivite deneylerinin farklı antioksidan aktivite mekanizmalarını yansıtmasından kaynaklanıyor olabileğİ gibi balların farklı kimyasal bağ ve yapı gösteren fenoller içermesinden kaynaklanıyor olabilir. Benzer şekilde, Küçük ve ark., (2007) tarafından fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri arasındaki uyumsuzluk farklı tip polifenollerin gösterdikleri farklı radikal süpürme aktiviteleri ile açıklanmaktadır.

Chua ve ark. (2013) balların antioksidan kapasitesi ile toplam fenol, toplam flavonoid içeriğİ ve toplam suda eriyen vitaminler (B1 vitamini, B2, B3, B9, B12 ve C vitamini) gibi biyokimyasal içerikleri arasında pozitif korelasyon saptamışlardır. Ayrıca balların; enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan aktivite sergilemelerine etki eden katalaz, fenolik asitler, flavonoidler, karotonoidler, proteinler, organik asitler, askorbik asit, aminoasitler ve Maillard reaksiyon ürünleri gibi önemli ölçüde birçok bileşeni içerdİğİ birçok araştırmada bildirilmektedir (Aljadi ve Kamaruddin, 2004; Al-Mamary ve ark., 2002; Frankel, 1998; Gheldof ve Engeseth, 2002; Gheldof ve ark., 2002; Nasuti, ve ark., 2006; Schramm ve ark., 2003; Vela, 2007; Wang, 2011'dan).

### **4.3. Antibakteriyel Aktivite Analizleri**

Araştırmada 2 adet gram pozitif (MRSA *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus cereus* ATCC 11778) ve 2 adet gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603) bakteri türüne karşı balların antibakteriyel etkisi broth mikrodilüsyon yöntemi ile belirlenmiştir. Bal örneklerinin MİK değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.



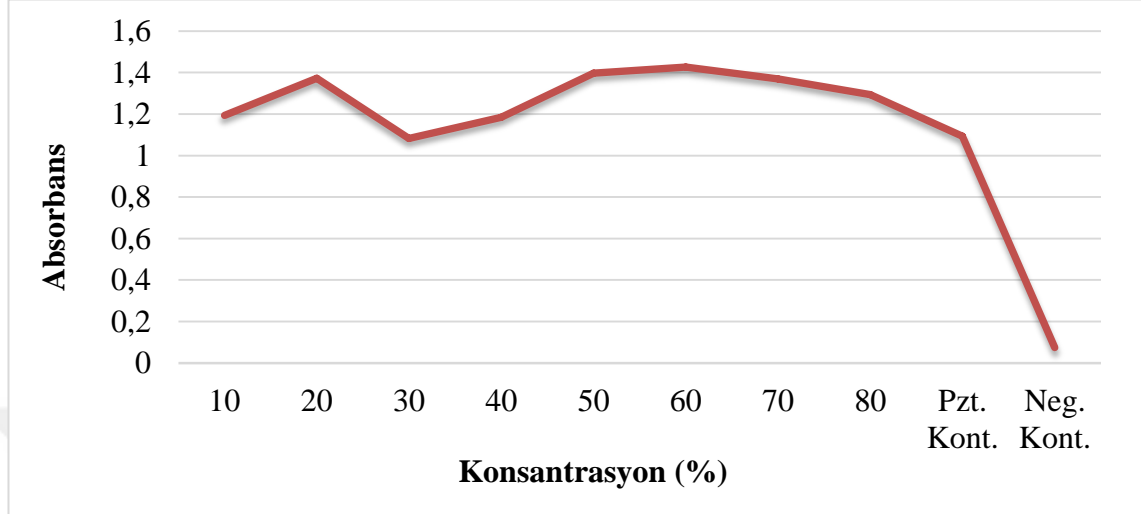
Çizelge 4.5. Bal örneklerinin antibakteriyel aktivite MİK değerleri

Bal Örnekleri	MİK (Derişim mg/ml)			
	<i>E. coli</i>	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Anason	-	-	-	-
Kestane	600	800	-	800
Geven	-	-	-	-
Korunga	-	-	-	-
Yaban nanesi	-	-	-	-
Çeşme kekiği	700	700	-	800
Akasya	-	-	-	-
Sedir	700	700	-	800
Pamuk	-	-	-	-
Kekik	-	-	-	-
Sütleğen	700	700	-	-
Ihlamur	-	700	-	-
Okaliptus	-	800	-	-
Çakşır	-	700	-	-
Diken	800	-	-	700
Maydanoz	600	600	-	800
Hayıt	700	-	-	-
Ayçiçeği	-	-	-	-
Narenciye	-	-	-	-
Ormangülü	700	700	-	700
Sandal	700	800	-	800
Keçiboynuzu	800	800	-	700
Çam	-	700	-	-

Kang ve ark., (2008)'a göre düşük MİK değeri, kuvvetli antibakteriyel etkiye işaret etmektedir. Yapılan analiz sonucunda bal örneklerinden *E. coli* bakterisine karşı en yüksek aktiviteyi 600 mg/ml'lik derişimleri ile kestane balı ve maydanoz balı göstermektedir. *B. cereus* bakterisine karşı 600 mg/ml derişimle maydanoz balı en yüksek etkiye sahip örnektir. *K. pneumoniae* bakterisine karşı 700 mg/ml derişimleriyle en etkin bal örnekleri diken, ormangülü ve keçiboynuzu ballarıdır. Ayrıca MRSA *S. aureus* bakterisine karşı hiçbir bal örneği etki göstermemektedir (Çizelge 4.5).

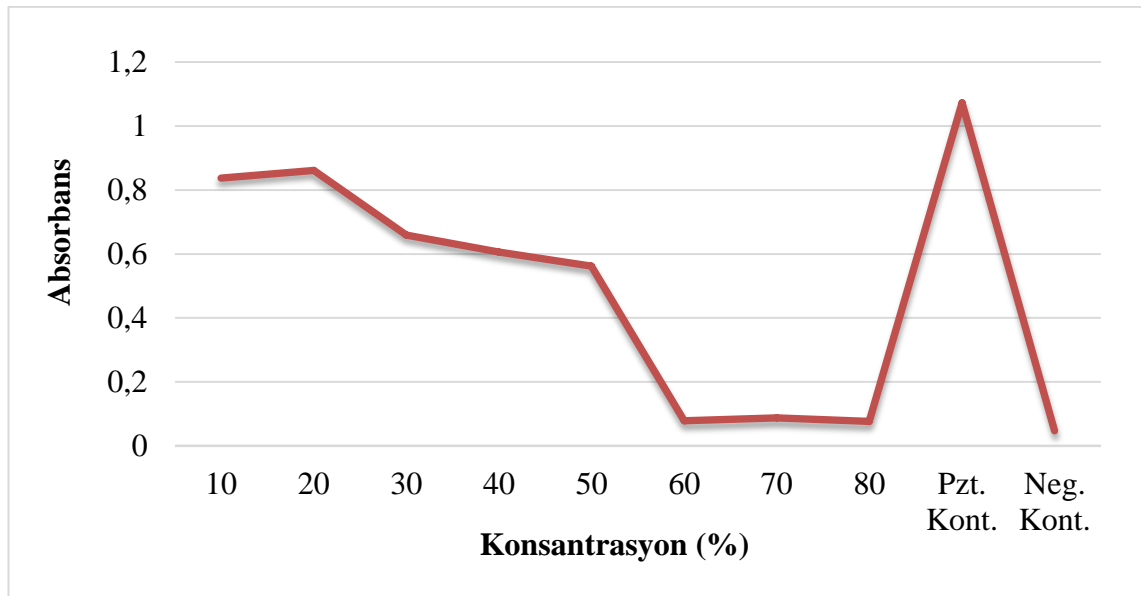
Ayrıca monofloral bal örneklerinin tüm araştırılan derişimlerde bakteriler üzerinde sergilediği aktiviteler için grafikler oluşturulmuştur (Ek 1, Ek 2, Ek 3 ve Ek 4). Bu eğrilerde absorbansın keskin bir düşüşle sabitlendiği ilk kuyucuğun değeri MİK olarak alınmıştır (Kang ve ark., 2008). Bu grafiklerden Şekil 4.7'de pamuk balının MRSA *Staphylococcus aureus* bakterisine gösterdiği antibakteriyel etkinlik verilmiştir.

Burada pamuk balını en yüksek konsantrasyon (800 mg/ ml) olan % 80'lik derişimde dahi MRSA *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı etki göstermemektedir.



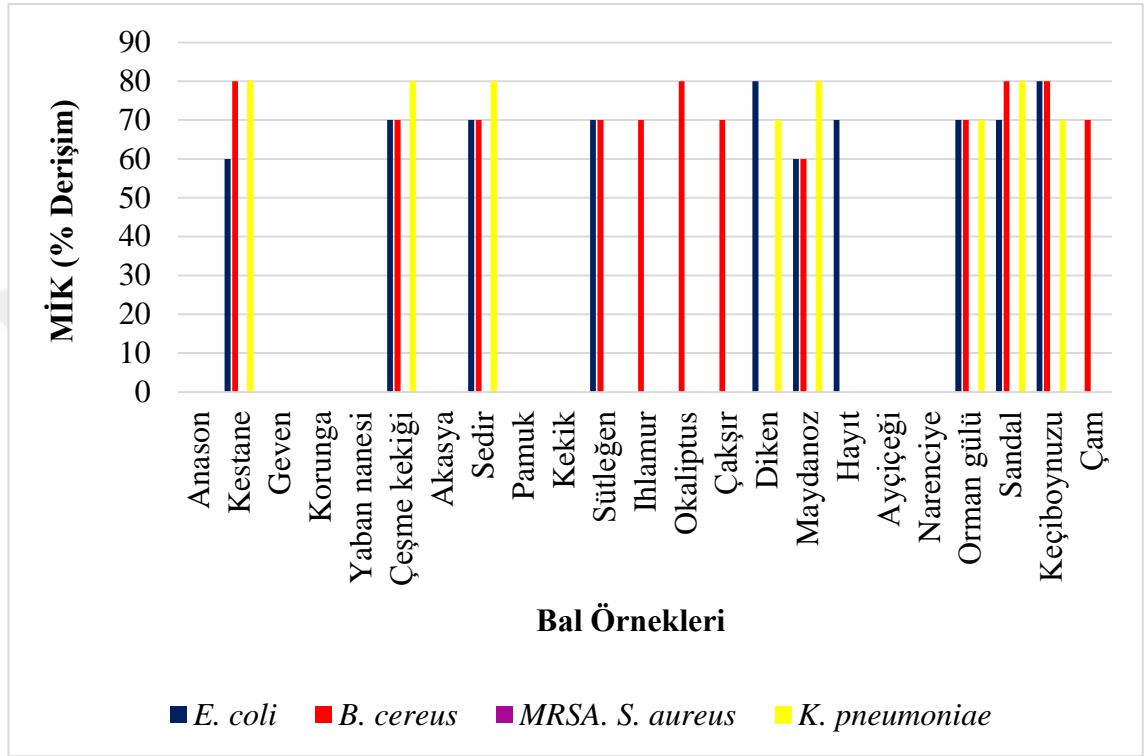
Şekil 4.7. Pamuk balının MRSA *S. aureus* bakterisine karşı gösterdiği MİK değeri

Şekil 4.8'de ise kestane balının *Escherichia coli* bakterisinde gösterdiği antibakteriyel aktivite verilmiştir. Burada kestane balının MİK değerinin % 60 (600 mg/ml) olduğu görülmektedir.



Şekil 4.8. Kestane balının *E. coli* bakterisine karşı gösterdiği MİK değeri

Çalışmamızdaki tüm bal örneklerinin gösterdikleri antibakteriyel etkiler Şekil 4.9'da verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere üç bakteri türünde de aktivite sergileyen bal örnekleri kestane balı, çeşme kekiği, sedir, maydanoz, ormangülü, sandal, keçiboynuzu ballarıdır.



Şekil 4.9. Bal örneklerinin gösterdiği antibakteriyel etkiler

Ayrıca bal örnekleri içerisinde anason, geven, korunga, yaban nanesi, akasya, pamuk, kekik, ayçiçeği ve narenciye bal örneklerinde çalışılan hiçbir bakteri türüne karşı antibakteriyel özellik izlenmemiştir (Şekil 4.9).

#### 4.3.1. Antioksidan ve Antibakteriyel Aktivite Verilerinin İstatistiksel Açısından Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda monofloral balların toplam fenolik madde miktarları (TP) ve antibakteriyel etkinlikleri arasındaki Pearson korelasyon ilişkileri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. TP ve antibakteriyel aktivite sonuçlarına ait istatistiki ilişkiler

	<i>E. coli</i>	<i>B. cereus</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>MRSA S. aureus</i>
TP	0.426**	0.642**	0.476**	0

\*: p<0.05, \*\*: p<0.01

Buna göre bal örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ile antibakteriyel aktiviteleri arasında pozitif çok önemli ilişkiler bulunmuştur. Balların toplam fenolik madde miktarları ile en yüksek antibakteriyel aktivite ilişkisi *B. cereus*'a karşı görülmüştür (r=0.642, p<0.01). *MRSA S. aureus* bakterisine karşı hiçbir bal örneği etkinlik göstermemiştir. Sonuç olarak çalışmada yer alan bal örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarına, en duyarlı bakteri *B. cereus* olarak bulunmuştur. Baldaki fenolik maddelere duyarlılık bakımından *E. coli* ve *K. pneumoniae* bakterileri *B. cereus*'u takip etmektedir (Çizelge 4.6). Yapılan bazı çalışmalar balların antimikrobiyal aktivitelerine fenolik maddelerin katkıda bulunduğunu bildirmektedir (Weston, 2000; Taormina ve ark., 2001; Liu ve ark., 2013).

Ayrıca araştırmamızda genel olarak koyu renkli bal örneklerinin açık renkli olanlara oranla daha yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği görülmüştür. Benzer şekilde Taormina ve ark. (2001) koyu renkli ve fenolik madde bakımından zengin içeriğe sahip olan bal örneklerinin antibakteriyel etki açısından açık renkli ballardan üstün olduğunu bildirmiştir.

#### 4.3.2. Balların Antibakteriyel Aktivitelerinin Değerlendirilmesi

Ballar antibakteriyel özellikleri sayesinde uzun süre bozulmadan saklanabilir (Al-Mamary ve ark., 2002). Bu özellikleri; farklı yöntemler ile test edilebilmektedir. Kullanılan yöntemlerde ortak amaç antimikrobiyal ajanın çeşitli bakteriler üzerine etkisini ortaya koyabilmektedir. Antimikrobiyal aktivite tespitinde (makro, mikro) dilüsyon ve difüzyon yöntemlerinden bahsedilebilir (Ustaçelebi ve ark. 1999). Literatürde ise dilüsyon (Bucak, 2011; Pimentel ve ark., 2013) ve birçok difüzyon (Vorlová ve ark., 2005; Küçük ve ark., 2007; Voidarou ve ark., 2011) yöntemine

rastlamak mümkündür. Çalışmamızda balların antibakteriyel etkinliği broth mikrodilüsyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir.

Antibakteriyel etkinlik doğrudan ya da dolaylı olarak mikroorganizmaları etkilemektedir. Bunun mekanizmasını bilmek balın bu özelliğini anlamamızda oldukça önemlidir.

Genel olarak antibakteriyel etkinlik; mikroorganizmaların hücre duvarı, protein ve nükleik asit sentezinin inhibisyonu ve hücre membran fonksiyonunun bozulması yoluyla gerçekleşmektedir (Ustaçelebi ve ark., 1999).

Doğal maddelerin antibakteriyel mekanizması stoplazmik membranın parçalanması, proton itici gücün destabilizasyonu, elektron akışı, aktif taşıma ve hücre içeriğinin koagülasyonu (pıhtılaşması) ile ilgilidir (Burt, 2004; Silva ve Fernandes, 2010'den).

Balın bileşiminde bulunan fenolik bileşiklerin hücrel enzimleri inaktif hale getirerek antibakteriyel etki gösterdikleri bildirmiştir. Hücrel enzimlerin inaktif olması, fenolik bileşiklerin membran permabilitesi değişikliği nedeniyle hücre içine nüfuz etme hızına bağlıdır (Moreno ve ark., 2006; Çetin-Karaca, 2011'dan). Artan zar geçirgenliği antibakteriyel etki mekanizmasında çok önemli bir faktördür. Çünkü buradaki bileşikler membrana zarar vererek hücre bütünlüğünü bozabilir ve bu olay neticesinde hücre ölümü gerçekleşebilir (Çetin-Karaca, 2011'dan).

Bazı fenolik maddeler ve antibakteriyel etkinlikleri şu şekilde gerçekleşmektedir

Fenoller: Proteinlere karşı reaktif rol oynamaktadırlar (Silva ve Fernandes, 2010; Erdoğan ve Everest, 2013) ve fenoller içerisinde yer alan furanokumarinler DNA'nın primidin bazlarına bağlanarak interkalasyona neden olurlar. (Taiz ve Zeiger, 2008).

Terpenoidler ve Esansiyel yağlar: Hidrofobik özellikleri ile hücre duvarındaki lipitlerle etkileşime girerek lipitlerin bir araya toplanmasına ve zarın geçirgenliğinin artmasına neden olmaktadır (Silva ve Fernandes, 2010; Erdoğan ve Everest, 2013'den).

Alkoloidler: Hücre duvarı ve DNA'nın interkalasyonuna neden olarak antibakteriyel aktivite gösterirler (Silva ve Fernandes, 2010).

Tüm bu mekanizmalar göz önünde bulundurularak çalışmamızda elde edilen antibakteriyel aktivite deneylerine genel olarak göz atacak olursak; Araştırmada *Escherichia coli* ATCC, *Bacillus cereus* ATCC, *Klebsiella pneumoniae* bakterilerine karşı MİK değeri sergileyen bal örnekleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Antibakteriyel etki gösteren bal örnekleri

Etkili Olunan Bakteri Sayısı	Bal Örnekleri	MİK (% Derişim)		
		<i>E. coli</i>	<i>B. cereus</i>	<i>K. pneumoniae</i>
Üç	Kestane	60	80	80
	Çeşme kekiği	70	70	80
	Sedir	70	70	80
	Maydanoz	60	60	80
	Ormangülü	70	70	70
	Sandal	70	80	80
	Keçiboynuzu	80	80	70
İki	Sütleğen	70	70	-
	Diken	80	-	70
Bir	Ihlamur	-	70	-
	Okaliptus	-	80	-
	Çakşır	-	70	-
	Hayıt	70	-	-
	Çam	-	70	-

Çizelge 4.7’de görüldüğü üzere üç bakteri türünde (*E. coli*, *B. cereus*, *K. pneumoniae*) maydanoz ve ormangülü balları başta olmak üzere toplamda yedi bal örneği (kestane, çeşme kekiği, sedir, sandal ve keçiboynuzu balları) antibakteriyel etkinlik göstermiştir. Genel manada yapılan antibakteriyel aktivite tayini sonucunda Çizelge 4.7’de belirtilen ballar diğer örneklerle nazaran ön plana çıkmaktadır.

Bal örneklerinde antibakteriyel aktivite tespit çalışmalarında difüzyon ve makro dilüsyon yöntemleri de kullanılmaktadır. Çalışmamızdaki değerler broth mikrodilüsyon yöntemi ile belirlendiği için balların göstermiş olduğu antibakteriyel etkinin kıyaslanma imkânı kısıtlıdır.

Çalışmamızda maydanoz balının *E. coli*, *B. cereus*, *K. pneumoniae* ve MRSA. *S. aureus* bakterisine ait MİK değerleri (mg/ml) 600, 600, 800 ve 0 bulunmuştur. Bucak (2011) tarafından bal örneklerinin antibakteriyel özelliklerinin broth mikrodilüsyon yöntemine göre araştırıldığı çalışmada; maydanoz balının *E. coli*, *B. cereus*, *K. pneumoniae* ve MRSA. *S. aureus* bakterisine ait MİK değerleri sırasıyla (mg/ml) 600, 600, 700, 600 şeklinde ifade edilmiştir. Belirtilen çalışmaya göre *E. coli*, *B. cereus* bakterilerine karşı tespit edilen MİK değerleri uyumlu, *K. pneumoniae* ve MRSA. *S. aureus* MİK değerleri düşük bulunmuştur.

Araştırmada okaliptus balının MİK değerleri *E. coli*, *B. cereus*, *K. pneumoniae* ve MRSA. *S. aureus* bakterilerinde sırasıyla (mg/ml) 0, 800, 0, 0 olarak gerçekleşmiştir. . Bucak (2011) ise çalışmasında okaliptus balının MİK değerlerini sırasıyla 500, 600, 0, 600 olarak rapor etmiştir. Çalışmamızda elde edilen okaliptus MİK değerleri *K. pneumoniae* bakterisine karşı benzer (0), diğer bakteri türlerinde düşük değerlerdedir.

Çizelge 4.7’de Bal örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ile antibakteriyel aktiviteleri arasında Pearson korelasyona göre önemli ilişkiler tespit edilmiştir. (TP/*B. cereus*  $r=0.642$ ,  $p<0.01$ ), (TP/*E. coli*  $r=0.426$ ,  $p<0.01$ ), (TP/*K. pneumoniae*  $r=0.476$ ,  $p<0.01$ ).

Toplam fenolik madde miktarı ve antibakteriyel aktivitesi en yüksek olan ballar maydanoz ve orman gülü ballarıdır. Keçiboynuzu, kestane balları da TP ve antibakteriyel aktivitede etkili olan ilk beş örnek arasında yer almaktadır (Çizelge 4.4, Çizelge 4.7). TP/ antibakteriyel aktivite ilişkileri göz önünde bulundurulduğunda özellikle başta maydanoz ve orman gülü balları olmak üzere bu bal örnekleri için antibakteriyel aktiviteden sorumlu maddelerin çoğunlukla fenolikler olduğu söylenebilir.

Bunların aksine çam balı TP ve antioksidan aktivite sonuçlarına göre ilk 5 örneğin arasında yer alırken yalnızca bir bakteri (*B. Cereus*) üzerinde etki gösterebilmiştir. Çeşme kekiği balı ise tüm bal örnekleri arasında son beş örneğe yakın toplam fenolik madde miktarına sahip bir bal örneği olarak karşımıza çıkmaktadır. Antioksidan aktivite testlerinde; DPPH’da ortalamaya yakın; FRAP’da düşük, Beta karoten deneyinde ise ortalamanın üstünde etkinlik göstermiştir. Antibakteriyel aktivite deneyinde ise çeşme kekiği balı 3 bakteri türüne karşı etki göstermiştir.

Genel olarak antibakteriyel aktivite testinde elde edilen verilere dayanarak; balların antibakteriyel etkinliklerine fenolik maddelerin katkısının olduğu fakat ballardaki antibakteriyel etkiden başka parametrelerinde sorumlu olabileceği sonucuna varılmıştır. Nitekim yapılan araştırmalarda da balın antibakteriyel etkisi, yüksek osmolarite, asitlik, hidrojen peroksit üretimi ve fenolik maddeler, lizozim gibi çeşitli peroksit olmayan komponentler ile ilişkili bulunmuştur (Molan, 1992; Postmes ve ark., 1993; Sonwdon ve Cliver, 1996; Wahdan, 1998; Willix ve ark., 1992; Wang 2011’dan). Antibakteriyel aktivitesi peroksit olmayan aktiviteye sahip ballar içerisinde Yeni Zellanda’da üretilen bazı manuka balları (*Leptospermum scoparium*) önemli bir yer

tutmaktadır (Weston ve ark., 1999). Bazı çalışmalar, manuka ballarında peroksit olmayan antibakteriyel aktiviteden methylglyoxal maddesinin sorumlu olduğunu bildirmektedir (Adams ve ark., 2008; Mavric ve ark., 2008; Wang 2011'dan). Bununla birlikte tüm ballar aynı terapötik etkiyi gösterememekte, antibakteriyel etkinlikleri büyük bir çeşitlilik göstermektedir (Molan, 2001; Wang 2011'den). Bu çeşitlilik balların floral orijinlerindeki çeşitlilikten kaynaklanmaktadır (Allen ve ark., 1991; Wang 2011'dan).

Sonuç olarak, Bu çalışmada Türkiye'deki bazı monofloral balların antioksidan ve antibakteriyel özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Monofloral balların biyokimyasal özellikleri toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri bazı test metotları (DPPH, demir indirgeme gücü, Beta karoten linoleik asit emülsiyon yöntemi) yolu ile araştırılmıştır. Balların antibakteriyel aktiviteleri broth mikro dilüsyon metodu kullanılarak 4 farklı standart bakteri suşunda araştırılmıştır (*E. coli*, *B. cereus*, *K. pneumoniae* ve MRSA. *S. aureus*). Orman gülü, maydanoz ballarının analiz sonuçlarına göre diğer bal örneklerine nazaran üstün oldukları tespit edilmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda; balların antibakteriyel ve antioksidan aktivitelerinin yalnızca fenolik maddelerin yapı ve miktarlarının etkisi altında olmadığı tespit edilmiştir. Balların antioksidan ve antibakteriyel aktivitelerine etki eden birçok parametre bulunmaktadır. Balların antioksidan kapasitesi katalaz, fenolik asitler, proteinler, organik asitler, askorbik asit, aminoasitler fenolik maddeler (Aljadi ve Kamaruddin, 2004; Al-Mamary ve ark., 2002; Frankel, 1998; Gheldof ve Engeseth, 2002; Gheldof ve ark., 2002; Nasuti, ve ark., 2006; Schramm ve ark., 2003; Vela, 2007; Wang, 2011'dan), suda eriyen vitaminler (Chua ve ark., 2013) gibi bileşenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bazı araştırmacılar baldaki antimikrobiyal etkinlikten büyük oranda hidrojen peroksit, katalaz, glikoz oksidaz seviyesinin sorumlu olduğunu rapor etmişlerdir (White ve ark., 1963; Weston, 2000; Silici ve ark 2010'den). Bazı araştırmacılar ise lizozim ve fenolik maddeler gibi peroksit olmayan faktörlerin baldaki antimikrobiyal etkinliğe katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir (Weston, 2000; Silici ve ark., 2010'den). Çalışmamızda elde edilen veriler Türkiye monofloral ballarının özelliklerini ortaya koymak bakımından literatüre önemli bir katkıda bulunmaktadır. Fakat Türkiye monofloral ballarının antioksidan ve antibakteriyel aktivitelerinin tam olarak aydınlatılabilmesi için daha geniş araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada öncelikle bal örneklerinin dominant polenleri ve dominant polenlerin baldaki temsil oranları polen analizi ile tespit edilmiştir. Bal örnekleri içerisinde en yüksek oranda botanik kökenini temsil eden bal örnekleri ayçiçeği ve hayıt balları (% 86), maydanoz (% 79), kestane (% 75), okaliptus (% 73), ıhlamur (% 66), çeşme kekiği (%63), sandal (%61), sütleğen (%60), sedir (%58), narenciye (%57), orman gülü (%56), akasya (%54), pamuk (%53), geven (%52), yaban nanesi (%51), kekik (%48), korunga ve çakşır (% 47), keçiboynuzu ve diken (% 46) olarak ortaya çıkmıştır. En düşük baskın bitki türü ile temsil edilen bal örneği ise % 45 ile anason balıdır.

Yapılan biyokimyasal analizlerden toplam fenolik madde miktarı deneyinde öne çıkan ilk beş örnek maydanoz > ormangülü > keçiboynuzu > kestane > çam balları ve son beş örnek ise, yaban nanesi < pamuk < akasya < geven < hayıt ballarıdır. DPPH deneyinde yüksek etkinlik gösteren ilk beş örnek çam > sandal > ormangülü > kestane > maydanoz balları ve son beş örnek narenciye < akasya < geven < hayıt < anason ballarıdır. FRAP deneyinde tespit edilen ilk beş bal keçiboynuzu > orman gülü > sütleğen > ıhlamur > maydanoz = çam balları iken son beş bal ise akasya < geven < narenciye < korunga < yaban nanesi balıdır. Beta karoten linoleik asit emülsiyon deneyinde en yüksek aktivite gösteren ilk beş bal sedir > hayıt > ormangülü > geven > maydanoz, son beş bal ise akasya < narenciye < ayçiçeği < çakşır ve sandal ballarıdır.

Antibakteriyel aktivite analizinde ise MRSA *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* ATCC, *Escherichia coli* ATCC, *Klebsiella pneumoniae* standart bakteri suşlarına karşı balların antibakteriyel etkisi broth mikrodilüsyon yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Bal örneklerinin hiçbiri çalışılan derişimlerde MRSA *Staphylococcus aureus*'a karşı etki göstermemiştir. Diğer üç bakteri türü olan *E. coli*, *B. cereus*, *K. pneumoniae*'a karşı MİK değeri sergileyen bal örnekleri orman gülü, maydanoz, kestane, çeşme kekiği, sedir, sandal ve keçiboynuzu ballarıdır. Bal örnekleri içerisinde *E. coli*, *B. cereus*, *K. pneumoniae* standart suşlarına karşı en etkili antibakteriyel aktivite gösteren örneklerden maydanoz balı sırasıyla 600, 600, 800 mg/ml ve orman gülü balı 700, 700, 700 mg/ml derişimde etkinlik sergilemişlerdir. Anason, geven, korunga,

yaban nanesi, akasya, pamuk, kekik, ayçiçeği ve narenciye bal örnekleri ise çalışılan hiçbir bakteri türüne karşı etkinlik göstermemiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler Türkiye monofloral balları hakkında önemli bilgiler içermektedir. Dolayısıyla elde edilen bu verilerin bal üreticileri ile paylaşılması monofloral balların üretiminde artış sağlayabileceği gibi aynı zamanda çalışmada yer alan önerilerin üreticiler tarafından göz önünde bulundurulması ile balların terapötik etkilerinin korunması sağlanabilir. Üstelik bilhassa yurt dışında ticari olarak önemli bir yere sahip olan monofloral balların ülkemizde de arı ürünlerinin özelleşmesini sağlamada ciddi bir potansiyele sahip olabileceği açıktır. Aynı zamanda çalışmamızda ortaya çıkan değerli monofloral balların tüketicilere arzının sağlanması da hem toplum sağlığına hemde monofloral balların tüketimine katkı sağlayabilir.

Resmi kurumlara öneriler;

- 1- Özellikle terapötik özellikler bakımından önem arz eden monofloral balların elde edildiği alanların floral yapısının korunması için gerekli önlemler alınabilir.
- 2- Balın üretiminden tüketiciye sunulmasına kadar geçen tüm basamakların kontrolü ve üreticilerin bu konuda bilgilendirilmesi iç ve dış pazarda ballardan elde edilen gelirin artmasını sağlayacaktır.
- 3- Balın biyokimyasal özellikleri üretimden pazarlama aşamasına değin korunmalıdır. Bu bağlamda tarım arazilerine yakın alanlarda ve özellikle yol kenarlarında arıcılığın yapılması çeşitli şekillerde denetlenerek (ürün bazında vs.) yaptırımlar ile engellenebilir.

Üretici firmalara öneriler;

- 1- Monofloral ballar kendine has biyokimyasal içeriklere sahip olduğundan tüketiciye taşış edilmeden, balın kendi botanik orijinine sadık kalınarak tüketiciye ulaştırılması sağlanmalıdır.
- 2- Yurt dışında monofloral ballar multifloral ballara nazaran daha yüksek fiyatlarla satışa sunulduğu için, ülkemizdeki monofloral ballar kimyasal kalite kriterlerine riayet edilerek ihraç edilmelidir.
- 3- Antioksidan ve antibakteriyel kapasitesi yüksek erken kristalize olan balların, krem bal olarak tüketicinin sofrasında yer edinmesine çalışılmalıdır.
- 4- Balların biyokimyasal özelliklerini koruyabilmek için

- Arıcılardan alınan ballarda kalite standartlarına uyularak bunun sağlanması için gereken analizler yapılmalıdır.
- Firmalar bal örneklerinin temininde arıcıları balda kalıntının önlenmesi ile ilgili bilinçlendirmeli ve temin edilen balların ağır metal düzeyleri konusunda özenli davranılmalıdır.
- Arıcılardan temin edilen balların uygun taşıma materyalleri kullanılarak uygun şartlarda firmaya ulaştırılmasına dikkat edilmelidir. Üretimin bu aşamasında balda ağır metal kontaminasyonuna neden olabilecek materyallerden uzak durulmalıdır.
- Balların ısıtılmaması, kimyasal madde ilave edilmemesi gerekmektedir.
- Balın diyastaz sayısı ve HMF içeriği göz önünde bulundurularak depolama koşulları ve depolama süreleri konusunda dikkatli davranılmalı, balın kimyasal ve biyokimyasal değeri korunmalıdır.

5- Taze ballar tüketime sunulmalı, tüketim fazlası balların kalite değişikliğine uğramadan tüketiciye ulaştırılması için ballar farklı üretim sektörlerine kazandırılmalıdır. Bu ballar doğal ürünlerden üretilen gıda takviyesi amaçlı üretilen ilaçlarda, kozmetik, sabun ve şampuan gibi temizlik ürünlerinde değerlendirilebilir.

6- Ayrıca özellikle terapötik özelliği yüksek monofloral balların çeşitli bal ürünlerine dönüştürülerek tüketimlerini arttırmak mümkün olabilir.

- Bal toz haline dönüştürülerek şekerin kullanıldığı birçok gıda maddesinde şekere ikame olarak değerlendirilebilir.
- Bal farklı ambalajlarda (çayda tatlandırıcı, krem bal, toz bal, farklı gıda ürünleri ile karıştırılarak) piyasaya sunulabilir.

Arıcılara öneriler;

1- Üreticilerin balların sağlık açısından taşıdıkları değeri koruyabilmeleri için ağır metal kalıntısının önüne geçebilecek önlemler alması gerekmektedir. Bu nedenle arılık olarak kullanılması düşünülen alanın;

- Yol kenarlarına,
- Sanayi bölgelerine,
- Yerleşim yerlerine (atık sular vb.) yakın alanlara,

- Hayvan gübrelerinin bulunduğu yoğun hayvansal üretim yapılan alanlara,
  - Tarımsal ilaçlamanın yapıldığı dönemlerde tarım arazilerine yakın alanlara bırakılmamasına dikkat edilebilir.
- 2- Buna ek olarak balların biyokimyasal değerlerinin korunması amacıyla, üretim ve hasadın yapıldığı aşamalarda uygun malzemeler kullanılarak ballarda kalıntı önenebilir ve ürün kalitesinin korunması açısından, arı hastalıklarının tedavisinde kullanılan ilaçların uzmanlardan bilgi alınarak doğru biçimde uygulanması sağlanabilir.
  - 3- Üreticilerin illerinde bulunan birlikler yolu ile doğru yetiştiricilik konusunda bilgi alarak sağlıklı ürünler elde edebilirler.
  - 4- Arıcılar, yetiştirici birlikleri vasıtasıyla doğru biçimde örgütlenerek ürünlerine farklı pazar alternatifleri arayabilirler.

Özellikle arı ürünlerinin üretilmesi ve pazarlanmasıyla uğraşan gerçek ve tüzel kişilerin arı ürünlerinin ticari olarak hak ettiği yere getirmesi için, ürünlerin üretiminden pazara sunulmasına kadar geçen tüm basamaklarda katkıda bulunabilecek yetiştirici birlikleri, bal üretim firmaları, üniversiteler ve araştırma enstitüleri gibi resmi kurum ve kuruluşlarla sürekli irtibatlı olması önemlidir. Çalışmamızda monofloral balların önemi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Nitekim ortaya çıkan sonuçta özellikle bir kısım monofloral balların sağlık anlamında önemli değerlere sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle bu tür monofloral balların hem üretici hem de tüketici tarafından bilinirliğinin artırılması gerekmektedir. Bu ballar açısından farkındalık oluşturularak üretimleri teşvik edilebilir. Bu teşvikle birlikte üreticilerin katma değeri yüksek bir ürün elde etmesi ve bu sayede monofloral balların ticari olarak hak ettiği değere ulaşması sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

- Anonymous, 2001a. Codex Alimentarius Commission Standards 2001. Draft revised standart for honey (at step 10 of the Codex procedure). Alinorm 01/25 19, 26; Erişim Tarihi: 4 Ağustos 2014.
- Anonymous, 2001b. Codex Alimentarius. Draft revised standard for honey. Alinorm 01/25 19-26. and EU Council (2002) Council Directive 2001/11 O/EC of 20 December 2001 relating to honey. Official Journal of the European Communities L10, 47-52.
- Anonim, 2012a. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/07/20120727-12.htm>. Erişim Tarihi: 19.02.2013
- Anonim, 2012b. <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2012-yili-iklimdegerlendirmesi.pdf>. Erişim Tarihi: 07.11.2013
- Anonymous, 2015. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QL/E>. Erişim Tarihi:20.02.2015
- Anonymous, 2013. <http://www.cdc.gov/drugresistance/threat-report-2013/pdf/ar-threats-2013-508.pdf>. Erişim Tarihi: 14.01.2014
- Anonim, 2013. [www.tuik.gov.tr/ PreTablo.do?alt\\_id=1002](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002). Erişim Tarihi:20.02.2013
- Anonim, 2014a. <http://www.tubives.com>. Erişim Tarihi: 03. 09. 2014
- Anonim, 2014b. <http://www.bizimbitkiler.org.tr>. Erişim Tarihi: 03. 09. 2014
- Anklam, E., 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. **Food Chemistry**, (63): 549-562
- Al, M.L., Daniel, D., Moise, A., Bobis, O., Laslo, L., Bogdanov, S., 2009. Physico chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. **Food Chemistry**. 112, (4): 863–867
- Al-Khalifa, A.S. and Al-Arif, I.A. 1999. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys. **Food Chemistry**. (67): 21-25
- Alan, Y., Atalan, E., Erbil, N., Bakır, O., Orman, Z. ve Kanik, P., 2014. Muş ve Bitlis Yöresinde Toplanan Bal ve Propolisin Antimikrobiyal Aktivitesinin Araştırılması. **Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 2 (1): 221-229.
- Alissandrakis, E., Tarantilis, P.A., Pappas, C., Harizanis, P.C, Polissiou, M., 2011. Investigation of organic extractives from unifloral chestnut (*Castanea sativa* L.) and eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) honeys and flowers to identification of botanical marker compounds. **LWT - Food Science and Technology**. (44):1042-1051
- Aljadi A.M. and Kamaruddin M.Y., 2004. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. **Food Chemistry**, 85:513–518.
- Al-Mamary M., Al-Meerı A., Al-Haborı M., 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey, **Nutrition Research**, 22 (9): 1041-1047.
- Alvarez-Suarez, J.M., Tulipani, S., Diaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S., Battino M., 2010a. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their

- correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. **Food and Chemical Toxicology**, (48): 2490–2499.
- Alvarez-Suarez J.M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, F., Battino, M., 2010b. Contribution of honey in nutrition and human health: a review. **Mediterr. J. Nutr. Metab.** (3):15–23.
- Alves, A., Ramos, A., Gonçalves, M.M., Bernardo, M., Mendes, B., 2013. Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys. **Journal of Food Composition and Analysis**, (30): 130–138.
- Amin, I. and Tan, S.H., 2002. Antioxidant activity of selected commercial seaweeds. **Mal. Journal of Nutrient**, 8 (2): 167-177.
- Andrada, A.C. and Tellería, M.C. 2002. Botanical origin of honey from south of Caldeñ district (Argentina). **Grana.** (41): 58 62
- Andrade, P.B., Amaral, M.T., Isabel, P., Carvalho, J.C.M.F., Seabra, R.M., Cunha, A.P., 1999. Physicochemical attributes and pollen spectrum of Portuguese heather honeys. **Food Chemistry.** (66): 503-510.
- Anjos, O., Iglesias, C., Peres, F., Martinez, J., Garcia, A., Taboada, J., 2015. Neural networks applied to discriminate botanical origin of honeys. **Food Chemistry.** (175): 128-136
- Aras, Ö., 2006. Üzüm Ve Üzüm Ürünlerinin Toplam Karbonhidrat, Protein, Mineral Madde ve Fenolik Bileşik İçeriklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Isparta.
- Anduaem, B., 2013. Combined antibacterial activity of stingless bee (*Apis mellipodae*) honey and garlic (*Allium sativum*) extracts against standard and clinical pathogenic bacteria **Asian Pac J Trop Biomed**, 3 (9): 725-731.
- Aydemir, B. ve Karadağ-Sarı, E., 2009. Antioksidanlar ve Büyüme Faktörleri ile İlişkisi. **Kocatepe Vet J.**, 2 (2):56-60
- Barut-Uyar, B., Gezmen-Karadağ, M. Sanlier, N. ve Günyel, S., 2013. Toplumumuzda Sıklıkla Kullanılan Bazı Bitkilerin Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Saptanması. **Gıda**, 38 (1): 23-29
- Bayram, A., Akyol, E. Yeninar, H. ve Öztürk, C. 2004, Bal Arılarında (*Apis mellifera* L.) Polen Toplama Süresinin (Gün) Koloni Gelişimi Ve Bal Üretimine Etkisi, **Uludağ Arıcılık Dergisi**, 4 (1): 29-34
- Bertoncelj J., Dobersek, U., Jamnik, M. and Golob, T., 2007. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey, **Food Chemistry**, 105 (2), 822-828.
- Bettar, I., González-Miret, M.L., Hernanz, D., Marconi, A., Heredia, F.J., Terrab, A., 2015. Characterisation of Moroccan Spurge (*Euphorbia*) honeys by their physicochemical characteristics, mineral contents and colour. **Arabian Journal of Chemistry**. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.01.003>
- Bilgehan H, 1999. **Temel Mikrobiyoloji ve Bağışıklık Bilimi**, Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, İzmir
- Bilgen-Çınar S., 2010. Türk Çam Balının Analitik Özellikleri. **Doktora Tezi**. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara
- Blasa, M., Candiracci, M., Accorsi, A., Piacentini, M.P., Albertini, M.C. and Piatti, E., 2006. Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. **Food Chemistry**, (97): 217–222.
- Blois, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. **Nature**, (26): 1199–1200.

- Bogdanov, S., Ruoff, K. and Persano Oddo, L., 2004. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. **Apidologie**, 35 (Special issue): 4.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R. ve Gallmann, P., 2008. Honey for nutrition and health: **A review. J. Am. Coll. Nutr.**, (27): 677-689.
- Boukraâ, L., 2013. Honey in traditional and modern medicine. CRC Press; 1. Edition, 470 pages. <http://books.google.com.tr/>
- Brand-Williams, W., Culivier, M. E. and Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, (28): 25-30.
- Bucak, S., 2011. Hatay İlinde Üretilen Salgı, Okalptüs, Çiçek ve Maydanoz Ballarının Antioksidan, Antimikrobiyal, Yağ Asidi ve Kalıntı Analizleri. Mustafa Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. **Yüksek Lisans Tezi**. Hatay.
- Buratti, S., Benedetti, S. and Cosio, M. S., 2007. Evaluation of the antioxidant power of honey, propolis and royal jelly by amperometric flow injection analysis. **Talanta**, (71): 1387–1392.
- Cadenas, E., 1989. Biochemistry of oxygen toxicity. **Ann. Rev. Biochem**, (58): 79–110.
- Cardozo, L. F. M. F., Pedruzzi, L. M., Stenvinkel, Peter, Stockler-Pinto, M. B., Daleprane, J. B., Leite Jr., M. ve Mafra, D., 2013. Nutritional strategies to modulate inflammation and oxidative stress pathways via activation of the master antioxidant switch Nrf2. **Biochimie**, (95): 1525-1533.
- Cavia, M.M., Fernandez-Muino, M.A., Gomez-Alonso, E., Montes-Perez, M.J., Huidobro, J.F. and Sancho, M.T., 2002. Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. **Food Chemistry**, (78): 157–161.
- Cavia, M.M., Fernandez-Muino, M.A, Alonso- Torre, S.R., Huidobro, J.F. ve Sancho, M.T., 2007. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. **Food Chem**, (100): 1728–1733.
- Castro-Vázquez, L., Leon-Ruiz, V., Alañon, M.E., Pérez-Coello, M.S., González-Porto A.V., 2014. Floral origin markers for authenticating Lavandin honey (*Lavandula angustifolia* x *latifolia*). Discrimination from Lavender honey (*Lavandula latifolia*). **Food Control** (37): 362-370
- Chua, L.S., Rahaman, N.L.A., Adnan, N.A., Tan, T.T.E., 2013. Antioxidant Activity of Three Honey Samples in relation with Their Biochemical Components. **Journal of Analytical Methods in Chemistry**, Article ID 313798, 8 pages.
- Collins-Pavao, M., Chin, C.K. and Pedersen, H., 1996. Taxol Partitioning in Twophase Plant Cell Cultures of *Taxus brevifolia*. **J. Biotechnol**, (49): 95-100.
- Crane, E., 1975. **Honey: A comprehensive survey**. Heineman (in coop with IBRA), 608 pp, London, UK.
- Çakatay, U. ve Kayalı, R., 2006. Serbest radikal biyokimyasının tarihsel süreçteki gelişimi. **Cerrahpaşa Tıp Dergisi**, (37): 162–167.
- Çam, B., 2006. Ankara Piyasasında Bulunan Bazı Ballarda Polen Analizleri ve Bu Balların Antimikrobiyal Özellikleri. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. **Yüksek Lisans Tezi**. Ankara.
- Çavrar, S. 2009. Balların Kalitesinin Belirlenmesinde Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özelliklerin İrdelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi.Fen Bilimleri Enstitüsü. **Yüksek Lisans Tezi**. Trabzon

- Çetin-Karaca, H., 2011. Evaluation of Natural Antimicrobial Phenolic Compounds Against Foodborne Pathogens. **University of Kentucky Master's Theses**. 652.
- Da Silva I.A., Da Silva T.M, Camara, C.A., Queiroz, N., Magnani, M., De Novais, J.S., Soledade, L.E., Lima Ede O., De Souza A.L. and De Souza, A.G., 2013. Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, **Northern Brazil Food Chemistry**, (141): 3552–3558.
- Davis P.H., (Ed.) 1965-1988. **Flora of Turkey and the East Aegean Islands**. Vol. 10. Edinburgh University Press. Edinburgh
- Davis P.H., Mill, R.R. ve Tan, K. 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 1-9. Edinburgh University Press. Edinburgh
- Di Mascio, P., Murphy, .M. E. ve Sies, H., 1991. Antioxidant defense systems: the role of carotenoids, tocopherols, and thiols. **Am J C/in Nuir**, (53): 194-200.
- Doğan, M., 2007. Marketlerde ve Attarlarda Satılan Balların Antioksidan ve Oksidan Kapasitelerinin Araştırılması. Harran Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. **Yüksek Lisans Tezi**. Şanlıurfa.
- Downey, G., Hussey, K., Kelly, D., Walshe, T.F., P.G., 2005. Martin, Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico-chemical data. **Food Chemistry**. (91): 347-354
- Efem, S.E.E., 1988. Clinical observations on the wound healing properties of honey. **British Journal of Surgery**, (75): 679–681.
- Erdoğan, Y. ve Dodoloğlu, A., 2005. Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Yaşamında Polenin Önemi. **Uludağ arıcılık Dergisi**. 2005-5
- Erdoğan, A.E. ve Everest, A., 2013. Antimikrobiyal Ajan Olarak Bitki Bileşenleri. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi** 6 (2): 27-32,
- Estevinho, L., Pereira, A.P., Moreira,L., Dias,L.D., Pereira, E., 2008. Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. **Food and Chemical Toxicology**, 46, (12): 3774-3779.
- Estevinho, L.M., Feas, X., Seijas, J.A. and Vazquez-Tato, M.P., 2012. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. **Food and Chemical Toxicology**, (50): 258–264.
- Escuredo, O., Silva, L.R., Valentão, P., Seijo, M.C., Andrade, P.B., 2012. Assessing Rubus honey value: Pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity. **Food Chemistry**. (130): 671-678
- Escuredo, O., Miguez M., Fernandez-Gonzalez, M. and Seijo M.C., 2013. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. **Food Chemistry**, (138): 851–856.
- Escriche, I., Kadar, M., Domenech, E., Gil-Sanchez, L., 2012. A potentiometric electronic tongue for the discrimination of honey according to the botanical origin. Comparison with traditional methodologies: Physicochemical parameters and volatile profile **Journal of Food Engineering**. (109): 449–456
- Fallico, B., Zappalá, M., Arena, E. and Verzera, A., 2004. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. **Food Chemistry**, (85): 305–313.



- Felsner, M.L., Canob, C.B., Brunsa, R.E., Watanabed, H.M., Almeida-Muradiane, L.B., Matos, J.R., 2004. Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. **Journal of Food Composition and Analysis**. (17): 737–747
- Felsner, M.L., Cano, C.B., Bruns, R.E., Watanabe, H.M., Almeida-Muradian, L.B., Matos, J.R., 2004. Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. **J. Food Comp. Anal.**, 17, (6): 737-747.
- Frankel, S., Robinson, G.E. and Berenbaum, M.R., 1998. Antioxidant capacity and Correlated Characteristics of 14 Unifloral Honeys. **Journal of Apicultural Research**, 37 (1): 27–31.
- García, M.; Pérez-Arquillue, C.; Juan, T.; Juan, M.I.; Herrera, A. 2001. Pollen Analysis and antibacterial activity of Spanish honeys. **Food Science and Technology International**, (7): 155-158.
- Genç, F. ve Dodoloğlu, A., 2011. Arıcılığın Temel Esasları. **Atatürk Üniversitesi Yayınları**, (931): 22.
- Gheldof, N., Wang, X. H. ve Engeseth, N. J., 2002. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, (50): 5870–5877.
- Gomes, S., Dias, L.G., Moreira, L.L., Rodrigues, P. and Estevinho, L., 2010. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. **Food and Chemical Toxicology**, (48): 544–548.
- Gorjanović, S. Z., Alvarez-Suarez, J.M., Novakovic' M.M., Pastor, F.T., Battino L.P.M., Suznjevic, D.Z., 2013. Comparative analysis of antioxidant activity of honey of different floral sources using recently developed polarographic and various spectrophotometric assays. **Journal of Food Composition and Analysis**, (30): 13–18.
- Gül, A., 2008. Türkiye’de Üretilen Bazı Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. **Doktora Tezi**. Hatay.
- Güler, A., Bakan, A., Nisbet, C., Yavuz, O., 2007. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum L.*) syrup. **Food Chem**, (105): 1119–1125.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., 2000. **Flora of Turkey and the East Aegean Islands**. (K.H.C. Bafler, Editör) Supplement 2 (11): 187-191. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Halliwel B., Gutteridge J.M.C., 1999. **In: Oxidative stress, in Free Radicals in Biology and Medicine**. (Halliwel B., Gutteridge J.M.C., Editörler) 3rd ed. Oxford University Press; New York: 246–350
- Hanssen, M., 1979. The healing power of pollen and other products from the beehive, Propolis, Royal Jelly, Honey. **Thorsons Publishers Ltd**. 96 pp Wellingborough, Northamptonshire.
- Heywood, V.H., Tutin, G.T., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. 1964-1980. **Flora Europaea**. Vols. 1-5. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Isla, M.I., Craig, A., Ordoñez R., Zampini, C., Sayago, J., Bedascarrasbure, E., Alvarez, A., Salomón, V. and Maldonado, L., 2011. Physico chemical and bioactive

- properties of honeys from Northwestern Argentina. **LWT - Food Science and Technology**, 44 (9): 1922–1930.
- Jerković, I., Tuberoso, C.I.G., Marijanović, Z., Jelić M., Kasum, A., 2009. Headspace, volatile and semi-volatile patterns of Paliurus spina-christi unifloral honey as markers of botanical origin **Food Chemistry**. (112): 239–245.
- Jorgensen, J.H. and Turnidge, J.D., 2003. Susceptibility test methods: dilution and disk diffusion methods. **Manual of Clinical Microbiology**, 8th edn (MurrayPR, BaronEJ, JorgensenJH, PfallerMA & TenoverFC, eds), pp. 1108–1127. American Society for Microbiology, Washington, DC.
- Jhansi, P., Kaplana, T.P. and Ramanujam, C.G.K., 1991. Pollen Analysis Of Rock Bee Summer Honeys From The Prakasam District Of The Andhra Pradesh, India. **Journal Of Apicultural Res.**, 30 (1): 33-40.
- Juan-Borrás, M., Domenech, E., Hellebrandova, M., Escriche, I., 2014. Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. **Food Research International**. (60): 86–94
- Kafkas, E., Bozdoğan, A., Burgut, A., Türemiş, N., Paydaş Kargı, S. ve Cabaroğlu, T., 2006. Bazı Üzümsü Meyvelerde Toplam Fenol ve Antosiyanin İçerikleri. **II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu**: 309-312, Tokat.
- Kahkönen, M.P., Hopia, A.I. and Vuorela, H.J., 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. **J Agric Food Chem**, 47, 3954-62.
- Kang, C.H., Hong, C.R., Youm, H.S., Choi, S.I. and Heo, T.R., 2008. Growth inhibitory activities of Siegesbeckia glabrescens against foodborne pathogens. **Journal of Biotechnology**, (136): 733
- Kang, H.J., Hong, Y.B., Kim, H.J., Wang, A. ve Bae, I., 2012. Bioactive food components prevent carcinogenic stress via Nrf2 activation in BRCA1 deficient breast epithelial cells, **Toxicology Letters**, (209):154-160.
- Karabagias, I.K., Badeka, A.V., Kontakos, S., Karabournioti, S. and Kontominas, M.G., 2014. Botanical discrimination of Greek unifloral honeys with physicochemical and chemometric analyses. **Food Chemistry**, (165): 181–190
- Karadal, F. ve Yıldırım, Y., 2012. Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. **Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg**, 9(3): 197-209.
- Karakaya, S. ve Nehir El, S., 2006. Bazı Bitkisel Çayların Toplam Fenolik Madde İçerikleri, Antioksidan Aktiviteleri ve Siyah Çay Polifenollerinin in vitro Biyoyararlılığı. **GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi**, 23 (1): 1-8.
- Kasapçopur-Özel, G.S. ve Birdane, Y.O., 2014. Antioksidanlar. **Kocatepe Vet J.**, 7 (2): 41-52
- Kayral, G., 2002. Yeni Teknik Arıcılık, **İlim ve Edebiyat Eseri Sahipleri Yayını**, Yayın no; 7, İstanbul.
- Kelsey, N.A., Wilkins, H.M. ve Linseman, D.A., 2010. Nutraceutical antioxidants as novel neuroprotective agents, **Molecules**, (15): 7792-7814.
- Kenjerić, D., Mandić, M.L., Primorac, L., Bubalo, D., Perl, A., 2007. Flavonoid profile of Robinia honeys produced in Croatia. **Food Chemistry**. (102): 683–690
- Kemancı, I., 1999. Marmaris Yöresi Ballarında Polen Analizi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, İzmir.
- Kivimaa, E., Seiman, A., Pall, R., Sarapuu, E., Martverk, K. and Laos, K., 2014. Characterization of Estonian honeys by botanical origin. **Proceedings of the Estonian Academy of Sciences**, 63, (2): 183–192.

- Koca, N. ve Karadeniz, F., 2003. Serbest Radikal Oluşum Mekanizmaları ve Vücuttaki Antioksidan Savunma Sistemleri. **Gıda Mühendisliği Dergisi**, (6): 32- 37.
- Koca, İ., Ustun, N.S., Koca, A.F., Karadeniz, B., 2008. Chemical composition, antioxidant activity and anthocyanin profiles of purple mulberry fruits (*Morus rubra*). **J Food, Agric Environ.**, (6): 39-42.
- Koleva, I.I., Van Beek, T.A., Linnsen, J.P.H., de Groot, A. ve Evstatieva, L.N., 2002. Screening of Plant Extracts for Antioxidant Activity: A Comparative Study of Three Testing Methods, **Phytochem. Anal.**, (13): 8-17.
- Kowalski, S., 2013. Changes of antioxidant activity and formation of 5-hydroxymethylfurfural in honey during thermal and microwave Processing. **Food Chemistry**, (141): 1378–1382.
- Krell, R., 1996. Value Added Products from Beekeeping. **FAO Agricultural Services Bulletin**, (124): 85-94.
- Kuś, P.M., Jerković, I., Tuberoso, C. I. G., Marijanović, Z. and Congiu , F., 2014. Cornflower (*Centaurea cyanus* L.) honey quality parameters: Chromatographic fingerprints, chemical biomarkers, antioxidant capacity and others. **Food Chemistry**, (142): 12–18.
- Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C. ve Candan, F., 2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. **Food Chemistry**, (100): 526–534.
- Küplülü, Ö. Ve Kahraman, S.D. , 2011. **Süzme Ballarda Muhafaza Sıcaklığının HMF Değeri ve Diastaz Aktivitesi Üzerine Etkisi**. Ankara Üniversitesi. Bilimsel Araştırma Projesi. Proje No: 10B3338011. 1.17s.
- Lachman, J., Orsak, M., Hejtmankova, A., Kovarova, E., 2010. Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. **LWT - Food Sci Technol**, (43): 52–58.
- Lau, Y.S., Tian, W.Y., Huang, Y., Murugan, D., Achike, F.I., Mustafa, M.R., 2013. Boldine protects endothelial function in hyperglycemia-induced oxidative stress through an antioxidant mechanism. **Biochemical Pharmacology**, (85): 367–375.
- Leblanc, B.W., Davis, O.K., Boue, S., Delucca, A., Deeby, T., 2009. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. **Food Chem**, (115): 1299-1305.
- Leblebici, Z. 2006. Kayseri Yöresinde Bulunan Bazı Bal Örneklerinde Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi. Biyoloji A.B.D. **Yüksek Lisans Tezi**, Kayseri
- Liu, J.R., Ye Y.L., Lin, T.Y., Wang, Y.W., Peng. C.C., 2013. Effect of floral sources on the antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory activities of honeys in Taiwan. **Food Chemistry**, (139): 938–943.
- Lieux, M.H., 1972. “Melissopalynological Study of 54 Louisiana (USA) Honeys”, **Rev. Palaeobot. Palynol.**, (13): 95-124.
- Lieux, M.H., 1978. Minor honeybee plants of Louisiana indicated by pollen analysis. **Econ. Bot.**, (32): 418-432.
- Louveaux, J., Maurizio, A. and Vorwohl, G., 1978. International Commission for bee botany of IUBS. Methods of melissopalynology. **Bee world**, (59): 139-157.
- Martin, R.A.P., Hortiguera, L.V., Lozano, P.L., Cortina, M.D.R., Carretero, C. de Lo., 2008. In Vitro Antioxidant and Antimicrobial Activities of Spanish Honeys. **International Journal of Food Properties**, (11): 727–737.
- Maurizio, A., 1951. Pollen Analysis of honey. **Bee World**, (32): 1-5.

- Melliou, E. and Chinou, I., 2011. Chemical constituents of selected unifloral Greek bee-honeys with antimicrobial activity. **Food Chemistry**, (129): 284–290.
- Meral R., Doğan İ.S., Kanberoğlu, G.S., 2012. Fonksiyonel Gıda Bileşeni Olarak Antioksidanlar. **Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.** 2 (2): 45-50.
- Mercan, N., Güvensen, A., Çelik, A. ve Katırcıoğlu H., 2007. Antimicrobial activity and pollen composition of honey samples collected from different provinces in Turkey **Natural Product Research**, 21 (3): 187–195.
- Miller, N.J., Rice-Evans, C.A., Davies, M.J., Gopinathan, V. and Milner, A., 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. **Clin Sci**, (84): 407–12.
- Mohamed M., Sirajudeen, KNS, Swamy, M., Yacoob, NS and Sulaiman, SA., 2010. Studies on the antioxidant properties of Tualang honey of Malasia, **African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines**, 7 (1): 59–63.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakarın J. Sci. Technol.** (26): 211–219.
- Moniruzzaman, M., Khalil M.I., Sulaiman, S.A. and Gan, S.H., 2013. Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, (13): 43.
- Nakajima, Y., Tsuruma, K., Shimazawa, M., Mishima, S., Hara, H., 2009. Comparison of bee products based on assays of antioxidant capacities. **BMC Complement Altern Med**, 26, (9): 4.
- Nigussie, K., Subramanian, P.A. and Mebrahtu, G., 2012. Physicochemical Analysis of Tigray Honey: An Attempt to Determine Major Quality Markers of Honey **Bull. Chem. Soc. Ethiop.** 26 (1): 127-133.
- Nizamlioğlu, N.M., Nas, S. 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi.** cilt:5, (1): 20-35
- Noor, N., Sarfraz, R.A., Ali, S. ve Shahid, M., 2014. Antitumour and antioxidant potential of some selected Pakistani honeys. **Food Chemistry**, (143): 362–366.
- Ohe Von Der, W.; Persano Oddo, L.; Piana, M.; Morlot, M.; Martin, P. 2004. Harmonized Methods of Melissopalynology. **Apidologie**, (35): 18–25.
- Oskay, D. ve Oskay, M., 2009. Bitki Sekonder Metabolitlerinin Biyoteknolojik Önemi. **e-Journal of New World Sciences Academy.** Vol: 4, Num: 2, Art. Number: 5A0006
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H., Schweitzer, P., 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. **Food Control.** (18): 52-58
- Oyaizu, M., 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. **Jpn J Nutr** (103): 413-419
- Ötleş, S. 1995. **Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri)**. Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları, Yayın No:2. E.Ü. Matbaası, 89 s, İzmir.
- Özcan, M.M. ve Ölmez, Ç., 2014. Some qualitative properties of different monofloral honeys. **Food Chemistry**, (163): 212–218.

- Persano Oddo L., Piro, R., 2004. Main European unifloral honeys: descriptive sheets, **Apidologie**, (35): 38-81.
- Pérez-Arquillué, C., Conchello, P., Arifio, A., Juan, T. and Herrera, A., 1995. Physicochemical attributes and pollen spectrum of some unifloral Spanish honeys. **Food Chemistry**, (54): 167-172.
- Poli, G., Leonarduzzi, G., Biasi, F. and Chiarpotto, E., 2004. Oxidative stress and cell signalling. **Curr. Med. Chem**, (11): 1163–1182.
- Pimentel, R.B., da Costa, C.A., Albuquerque, P.M., Junior, S.D., 2013. Antimicrobial activity and rutin identification of honey produced by the stingless bee *Melipona compressipes manaosensis* and commercial honey. **BMC Complement Altern Med**. (13):151.
- Rosa, A., Tuberoso, C.I.G., Atzeri, A., Melis M.P., Bifulco, E., Dessì M.A., 2011. Antioxidant profile of strawberry tree honey and its marker homogentisic acid in several models of oxidative stress. **Food Chemistry**, (129): 1045–1053.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N., Paganga, G., 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends in Plant Science**. 2, 152- 159.
- Rios, A.M., Novoa, M.L. ve Vit, P., 2001. Effects of extraction, storage conditions and heating treatment on antibacterial activity of *Zanthoxylum fagara* honey from, Cojedes, Venezuela. **Rev Científica**, 11 (5): 397-402.
- Ruoff, K., Luginbühl, W., Bogdanov, S., Bosset, J.O., Estermann, B., Ziolkó, T. and Amadó, R., 2006. Authentication of the botanical origin of honey by near-infrared spectroscopy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, (18/ 54), American Chemical Society, 6867-6872.
- Sarı, E., 2013. Türkiye’de Üretilen Bazı Balların Biyolojik ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. **Doktora tezi**. Kayseri
- Sarıkaya, A.O., 2009. Kestane Bal ve Propolisinin Fenolik Asit Kompozisyonu ve Antioksidan Özelliğinin Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. **Yüksek Lisans Tezi**. Trabzon.
- Standifer, L.N.; Mccaughey, W.F., Dixon, S.E., Gilliam, M., Loper G.M., 1980. Biochemistry and microbiology of pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from almond, *prunus dulcis*. II. protein, amino acids and enzymes (1). **Apidologie**, 11 (2):163-171.
- Saxena, S., Gautam, S., Sharma, A., 2010. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. **Food Chemistry** 118, ( 2): 391–397.
- Schramm, D. D., Karim, M., Schrader, H. R., Holt, R. R., Cardetti, M. ve Keen, C. L., 2003. Honey with high levels of antioxidants can provide protection to healthy human subjects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, (51): 1732–1735.
- Sies H., 1986. Biochemistry of oxidative stress. **Angew Chem Int Ed Engl**, 25, (10): 58-71.
- Silici, S., 2004. Türkiye'nin farklı bölgelerine ait bal örneklerinin kimyasal ve palinolojik özellikleri. **Mellifera**, 4-7:12-18.
- Silici, S., Sagdic, O. ve Ekici, L., 2010. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. **Food Chemistry**, (121): 238–243.

- Silva, N.C.C. and Fernandes, J.A., 2010. Biological Properties of Medicinal Plants: A Review of Their Antimicrobial Activity. **The Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**. 16 (3):402-413.
- Slinkard, K., and Singleton, V.L., 1977. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. **Am. J. Enol. Viticult.** (28): 49-55.
- Socha, R., Juszczak, L., Pietrzyk, S., Gałkowska, D., Fortuna, T. and Witczak, T., 2011. Phenolic profile and antioxidant properties of polish honeys. **International Journal of Food Science & Technology**, (46): 528-534.
- Sorkun, K., 1985. Balda Polen Analizi. **Teknik Arıcılık Dergisi**, Cilt (1), 28-30.
- Sönmez, R. ve Altan, Ö., 1992. **Teknik Arıcılık**. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:499, s 246. Bornova, İzmir.
- Straka, H. 1975. Polen und Sporenkunde. **Gustav Fisher Verlag**, Stuttgart.
- Sunay, E.A., Ö. Altıparmak, M. ve Doğaroğlu, J. Gökçen, 2003. Türkiye ve Dünya'da Bal Üretimi, Ticareti ve Karşılaşılan Sorunlar. **II. Marmara Arıcılık Kongresi**, 28-30 Nisan 2003. s. 154-184. Yalova.
- Şahinler, S., Şahinler, N., Gül, A., 2009. Determination of Honey Botanical Origin by Using Discriminant Analysis. **Journal of Animal and Veterinary Advances**.8 (3): 488-491
- Taiz L. ve Zeiger E. (2008). **Bitki Fizyolojisi**. Üçüncü baskıdan çeviri. Palme yayıncılık. 283-308.
- Tan, H.T., Rahman, R.A., Gan, S.H., Halim, A.S., Hassan, S.A., Sulaiman S.A., Kirnpal-Kaur B.S. 2009. The antibacterial properties of Malaysian tualang honey against wound and enteric microorganisms in comparison to manuka honey. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, 9, (34): 1-8.
- Taormina, J.P., Niemira, A.B. and Beuchat, R.L., 2001. Inhibitory activity of honey against foodborne pathogens as influenced by the presence of hydrogen peroxide and level of antioxidant power. **International Journal of Food Microbiology**, 69, 217-225.
- Temür, N. 2006. Çam, kavak, söğüt ve armut ağaçları üzerinde yetişen ökse otu (*Viscum Album* L.) bitkilerinin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. **Yüksek Lisans Tezi**. Tokat.
- Terrab, A., Recamales, A.F., Hernanz, D., Heredia, F.J., 2004. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. **Food Chemistry**. (88): 537-542
- Tuberoso, C.I.G., Boban, M., Bifulco, E., Budimir, D. ve Pirisi, F.M. 2013. Antioxidant capacity and vasodilatory properties of Mediterranean food: The case of Cannonau wine, myrtle berries liqueur and strawberry-tree honey. **Food Chemistry**, (140): 686-691.
- Ulusoy, E., 2010. Anzer Balı Ve Poleninin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi İle Fenolik Bileşiminin Belirlenmesi ve Antioksidan Özellikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. **Doktora Tezi**. Trabzon.
- Ustaçelebi Ş, 1999, **Temel ve Klinik Mikrobiyolojisi**, Güneş Kitabevi, Ankara, 975-7467-77-4
- Üreten, H., 2011. Eski Anadolu'da Arı ve Bal. **History Studies**. 3(3): 363-382.
- Valko, M., Izakovic, M., Mazur, M., Rhodes, C.J. and Telser, J., 2004. Role of oxygen radicals in DNA damage and cancer incidence. **Mol. Cell. Biochem**, (266): 37-56.

- Valko, M., Rhodes, C.J., Moncol, J., Izakovic, M. and Mazur, M., 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. **Chemico-Biological Interactions**, (160): 1–40.
- Voidarou, C., Alexopoulos, A., Plessas, S., Karapanou, A., Mantzourani, I., Stavropoulou, E., Fotou, K., Tzora, A., Skoufos, I. and Bezirtzoglou, E., 2011. Antibacterial activity of different honeys against pathogenic bacteria. **Anaerobe**, (17): 375-379.
- Wang, H., 2011. The Study of the Antioxidant Activity of Phenolic Components of Manuka Honey. The University of Waikato. Master of Science in Biological Sciences. New Zealand.
- Weston, R. J., Mitchell, K.R., Allen, K. L., 1999. Antibacterial phenolic components of New Zealand manuka honey. **Food Chemistry**. (64): 295-301.
- Weston, R. J., 2000. The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: A review. **Food Chemistry**. (71): 235-239.
- Wettasinghe, M. and Shahidi, F., 1999. Antioxidant and Free Radical-Scavenging Properties of Ethanolic Extracts of Defatted Borage (*Borago officinalis* L.) Seeds. **Food Chemistry**, 67, (4): 399-414.
- White, J.W., 1962. Determination of acidity, nitrogen and ash in honey. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, 45(3): 548–551.
- White, J.W., Subers, M.H. ve Shepart, A.Y., 1963. The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide, and its origin in a glucose-oxidase system. **Biochim. Biophys. Acta**, (73): 57-70.
- White, J. 1975. Composition of honey. In Crane, E (ed) honey: a comprehensive survey. Heinemann, London, UK. pp.157–206.
- White, J.W., 1979. Composition of honey. In honey: Variation in the potency of Antibacterial activity. **Bee A Comprehensive Survey** ed. Crane, E. pp: 157-206. World, 73: 59-76. London: Heinemann.
- White, J. W. ve Doner, L.W., 1980. Honey composition and properties. **Beekeeping in The United States Agriculture Handbook**, Number 335: 82 – 91.
- White, J. W., 1994. The Role of HMF and Diastase Assays in Honey Quality Evaluation, **Bee World**, (75): 104-117.
- White, J.W., 2003. Honey, in The Hive and The Honey Bee, Eds. Graham, J.M., **Dadant and Sons. Inc.**, Ohio, p: 869-918.
- Wilczyńska, A., 2014. Effect of filtration on colour, antioxidant activity and total phenolics of honey. **LWT - Food Science and Technolog**, (57): 767-774.
- Won, S.R., Li, C.Y., Kim, J.W., Rhee, H.I., 2009. Immunological characterization of honey major protein and its application. **Food Chemistry**, (113):1334–1338
- Yağcı, C., Toker, M.C. ve Toker, G., 2008. Bitki Doku Kültürü Yoluyla Üretilen Flavonoitler. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi**, 1 (1): 47-58.
- Yaniv, Z. ve Rudich, M., 1996. Medicinal herbs as a potential source of high quality honeys. In Bee Products ed. Mizrahi, A. and Lensky, Y., **Plenum Press**. pp. 77 81. New York.
- Yao, L., Jiang, Y., Singanusong, R., Data, N., Raymont, K., 2004. Phenolic acids and abscisic acid in Australian Eucalyptus honeys and their potential for floral authentication. **Food Chemistry**, (86): 169–177.
- Yin Yang, Y., Battesti, M.J., Djabou, N., Muselli, A., Paolini, J., Tomi, P., Costa, J., 2012. Melissopalynological origin determination and volatile composition

analysis of Corsican “chestnut grove” honeys. **Food Chemistry.** (132):  
2144–2154

Yumrutaş, Ö., 2011. Gaziantep Florasına Ait Bazı Lamiaceae Türlerinin Antioksidan ve Radikal Temizleme Aktivitelerinin Belirlenmesi. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, **Doktora Tezi.** Gaziantep





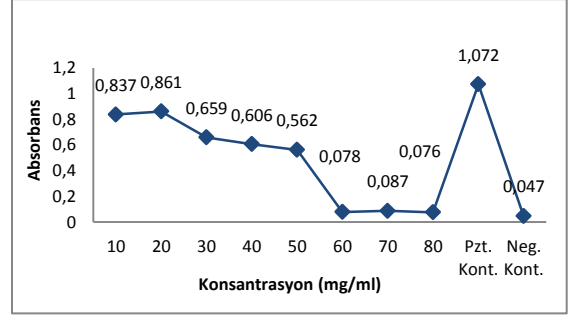
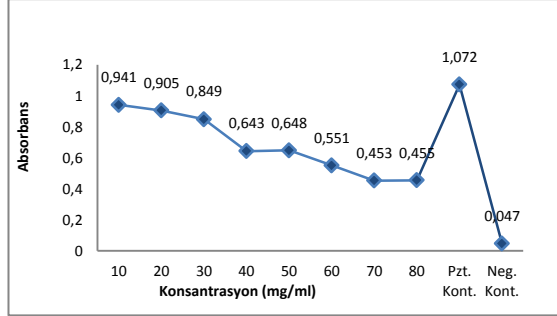
## ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1981 yılında Afyonkarahisar’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Gaziantep’te tamamladı. 1999 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Hayvansal Üretim bölümünü kazanarak buradan 2003 yılında mezun oldu. Gaziantep ilinde özel sektörde ve Ziraat odasına bağlı olarak çeşitli görevlerde bulundu. 2008 yılında Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünde Yüksek Lisans eğitime başlayıp 2010 yılında tez çalışmasını tamamlayarak mezun oldu. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümünde Doktora eğitime başladı.

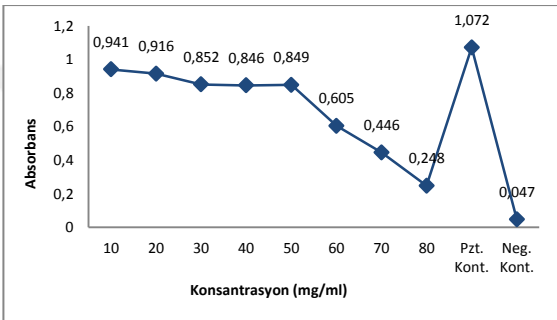


## EKLER

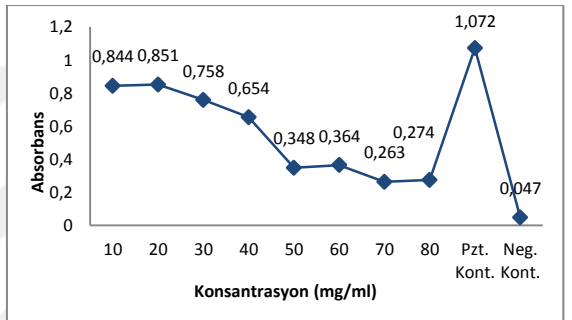
### EK 1. Bal örneklerinin *E. coli* ATCC 25922 üzerine etkileri



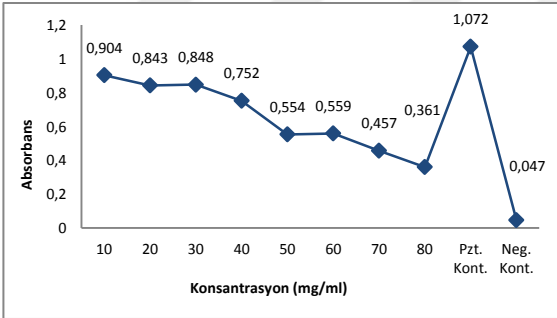
### ANASON



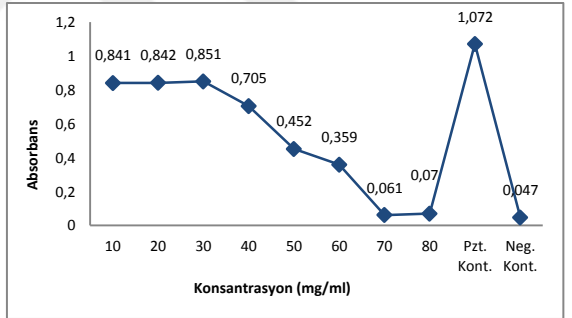
### KESTANE



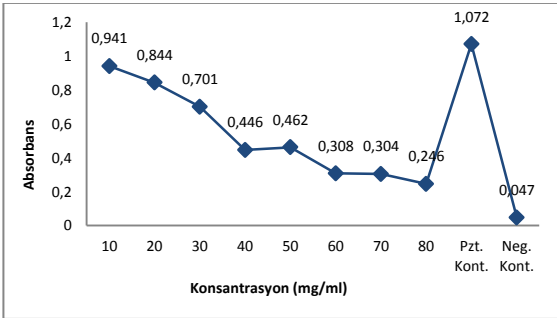
### GEVEN



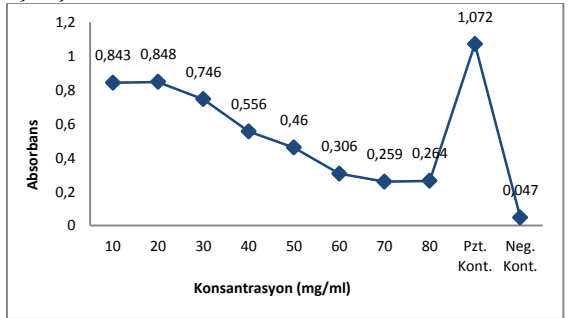
### KORUNGA



### YABAN NANESİ

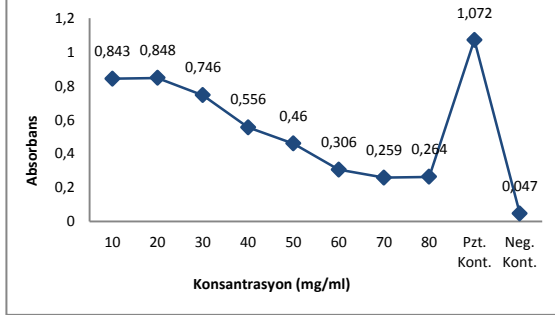


### ÇEŞME KEKİĞİ

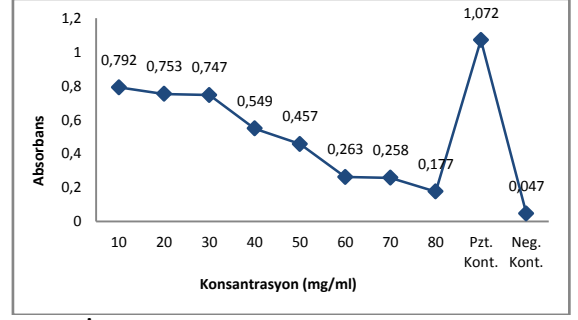


### AKASYA

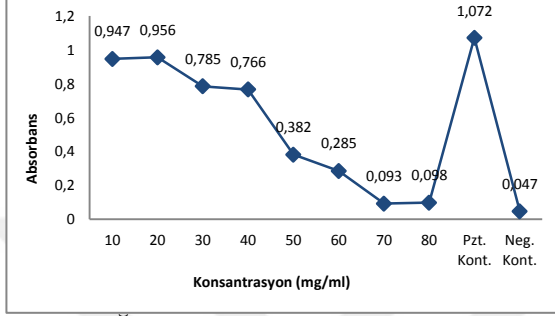
### SEDİR



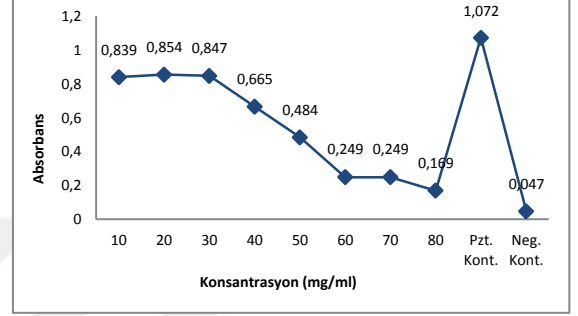
**PAMUK**



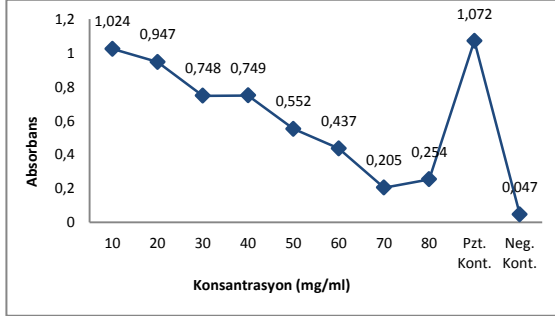
**KEKİK**



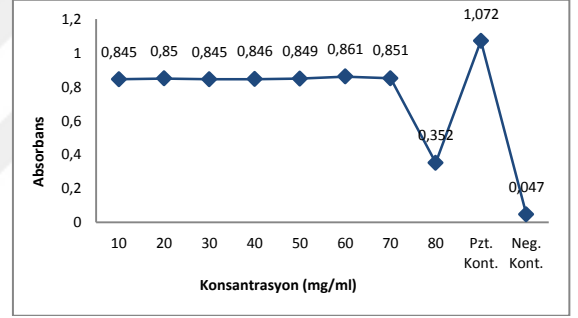
**SÜTLEĞEN**



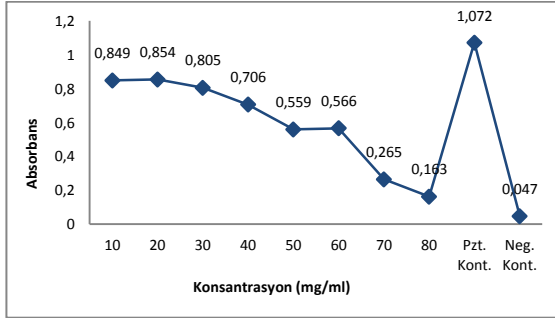
**İHLAMUR**



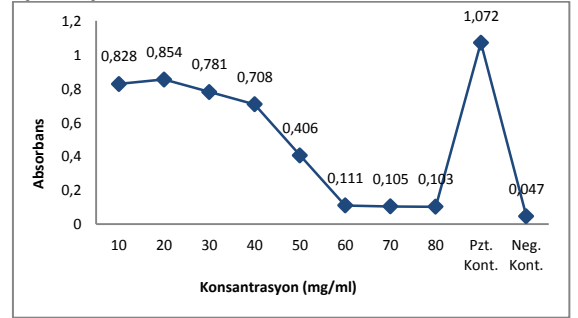
**OKALİPTUS**



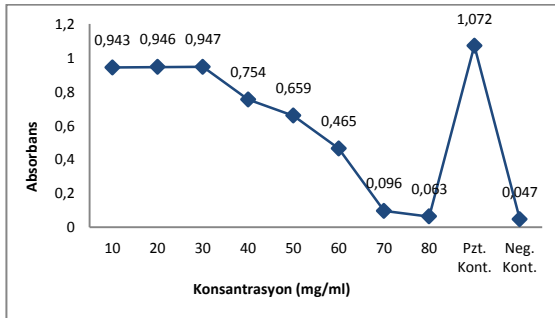
**ÇAKŞIR**



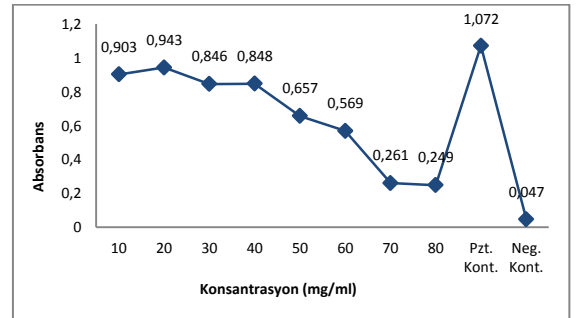
**DİKEN**



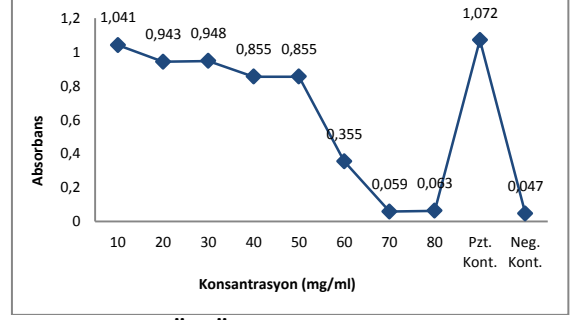
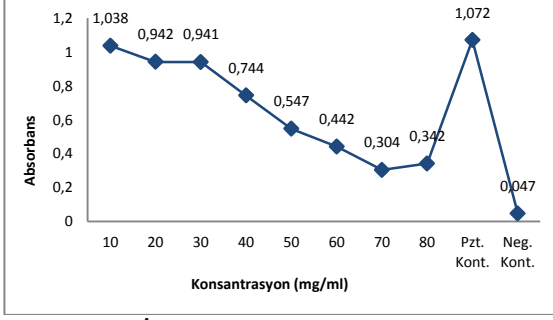
**MAYDANOZ**



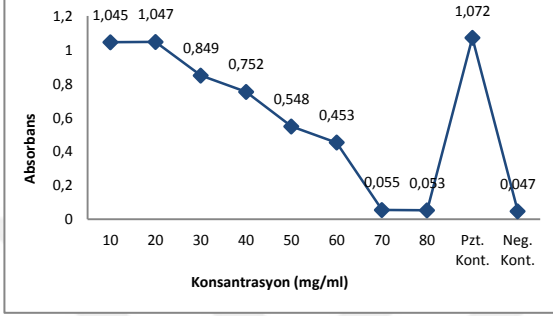
**HAYIT**



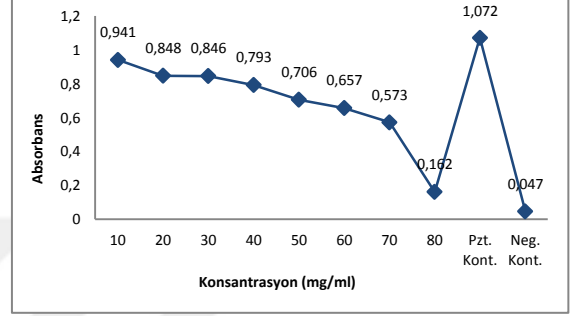
**AYÇİÇEĞİ**



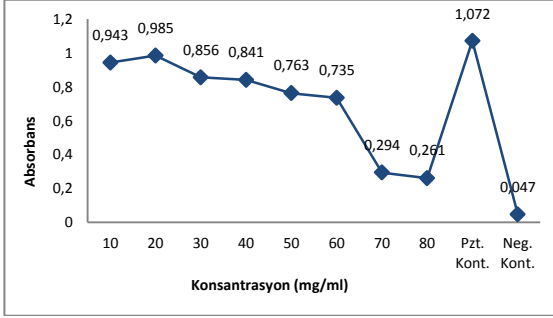
### NARENCİYE



### ORMAN GÜLÜ



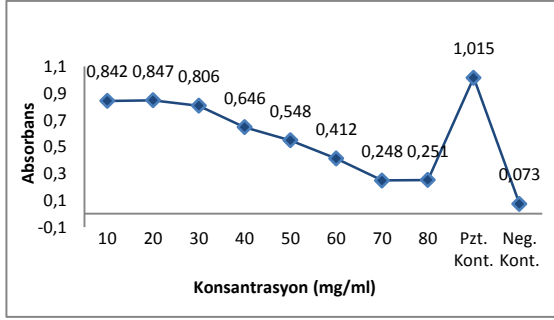
### SANDAL



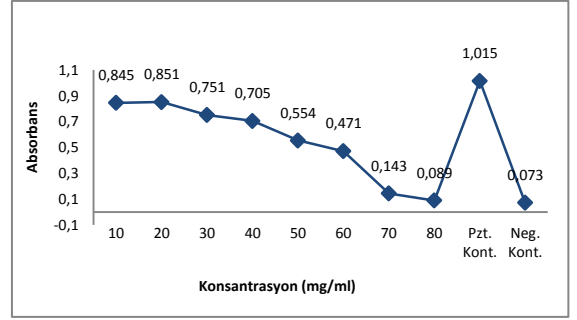
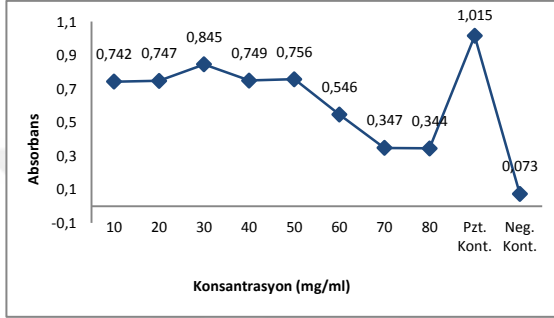
### KEÇİBOYNUZU

### ÇAM

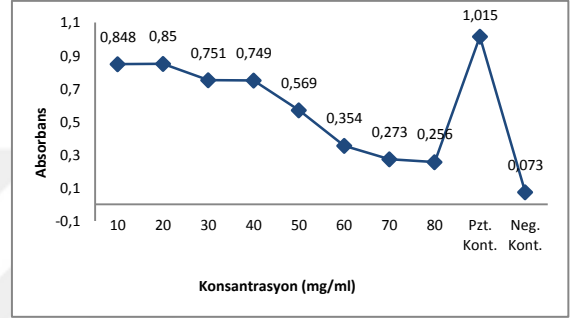
## EK 2. Bal örneklerinin *Bacillus cereus* ATCC 11778 üzerine etkileri



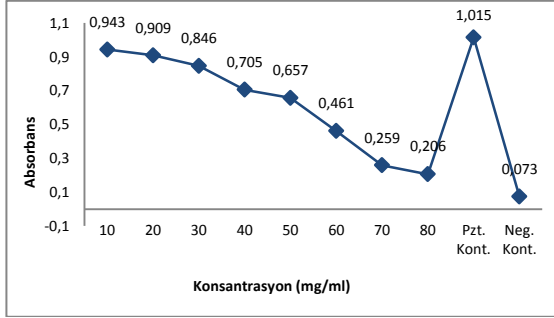
ANASON



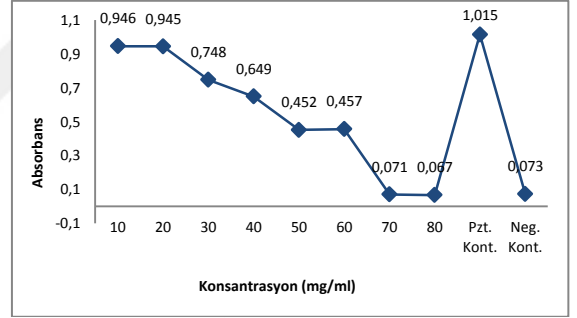
KESTANE



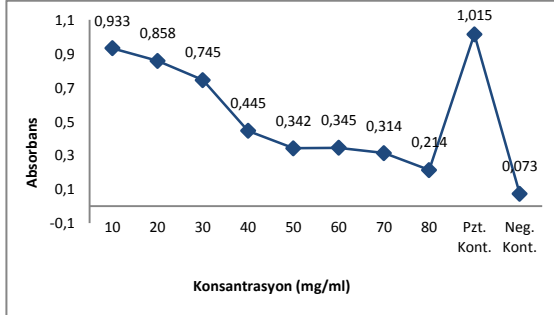
GEVEN



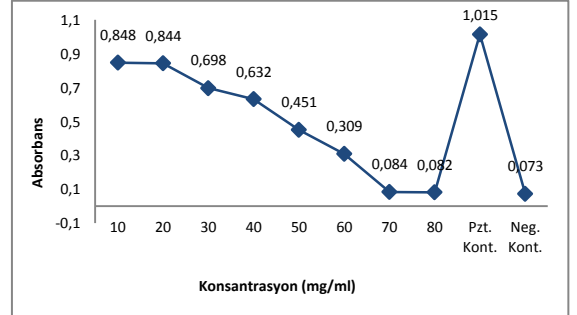
KORUNGA



YABAN NANESİ

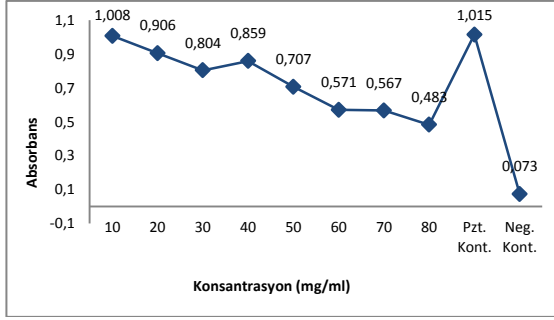


ÇEŞME KEKİĞİ

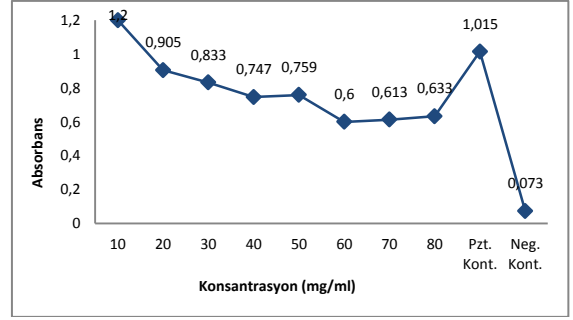
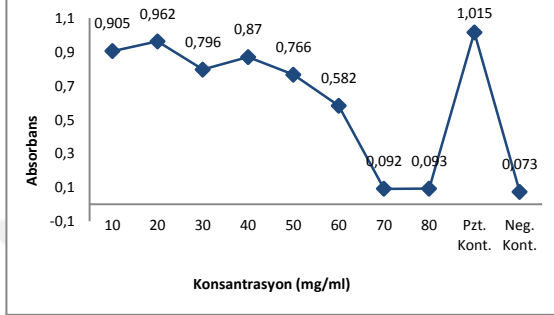


AKASYA

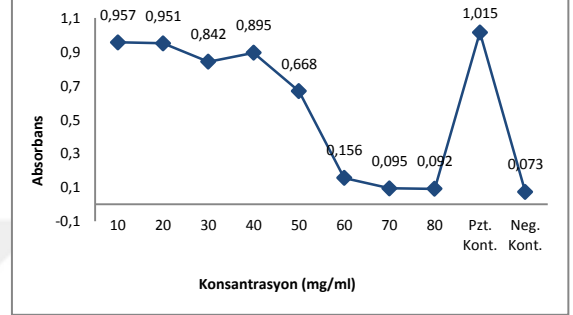
SEDİR



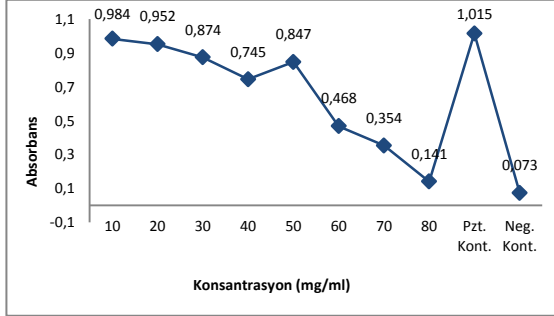
**PAMUK**



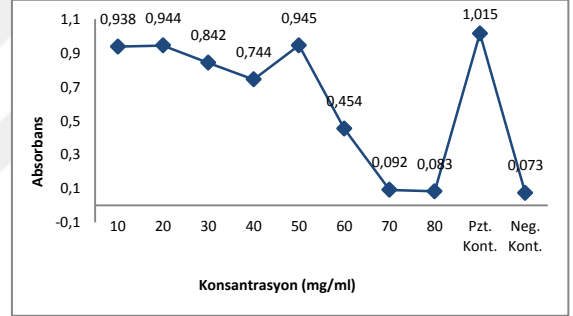
**KEKİK**



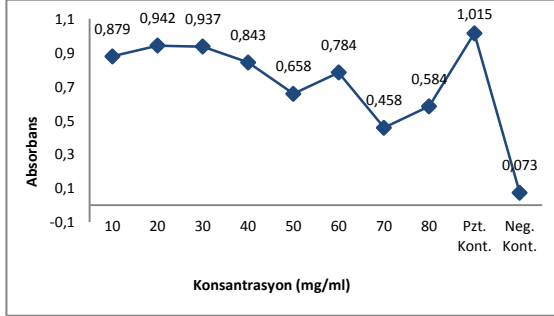
**SÜTLEĞEN**



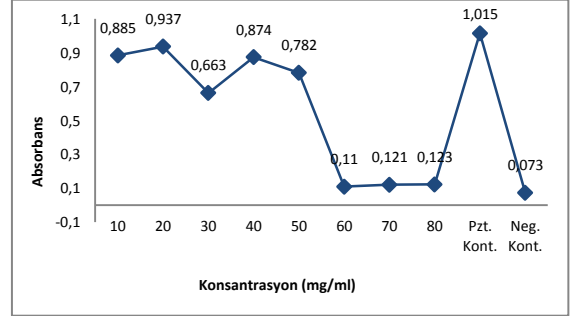
**İHLAMUR**



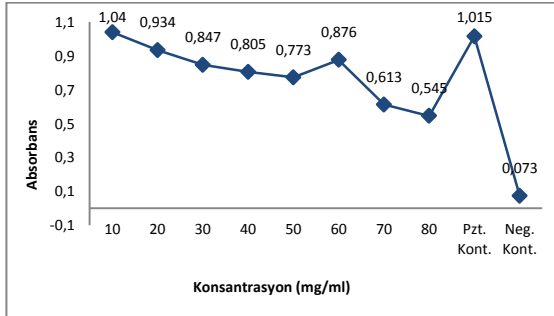
**OKALİPTUS**



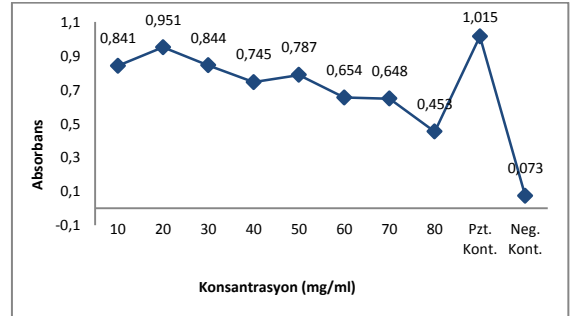
**ÇAKŞIR**



**DİKEN**

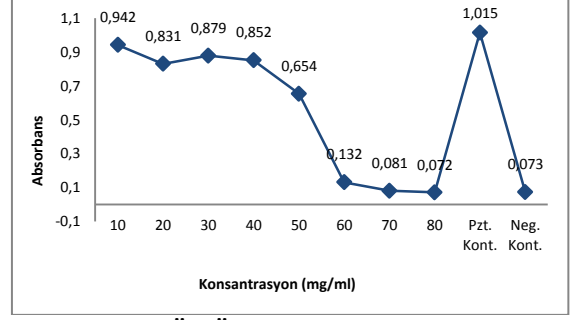
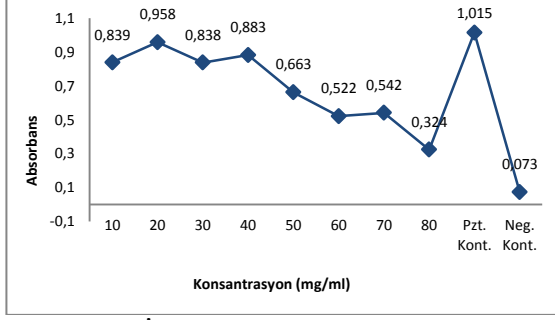


**MAYDANOZ**

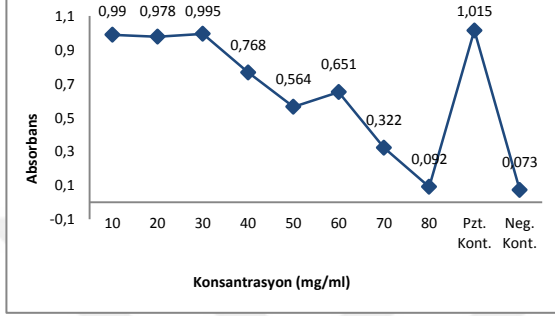


**HAYIT**

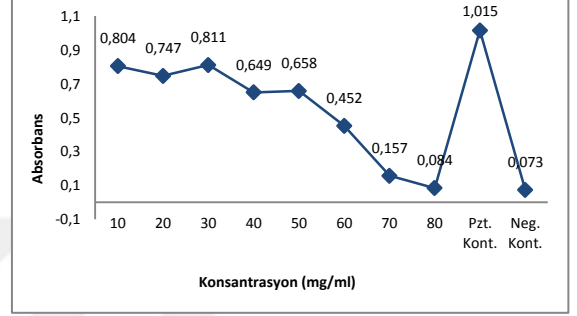
**AYÇİÇEĞİ**



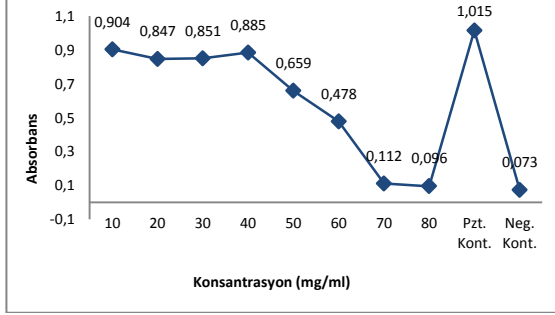
### NARENCİYE



### ORMAN GÜLÜ



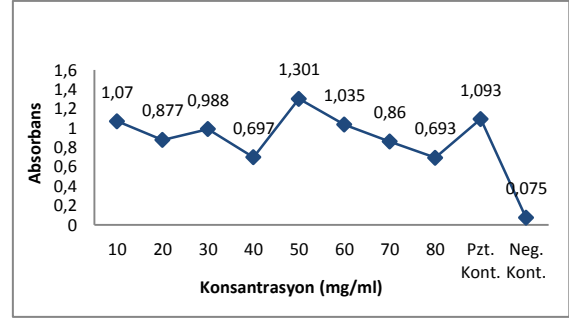
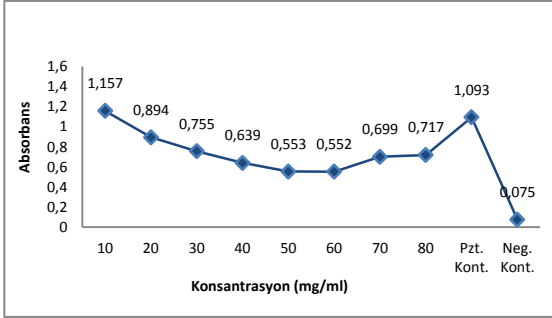
### SANDAL



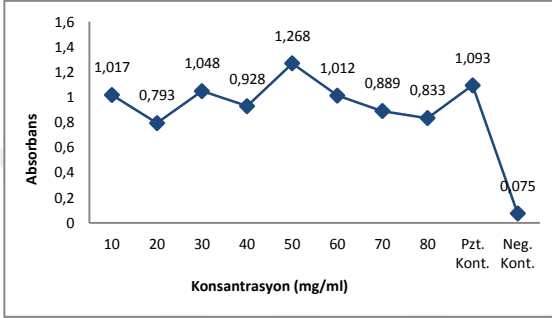
### KEÇİBOYNUZU

### ÇAM

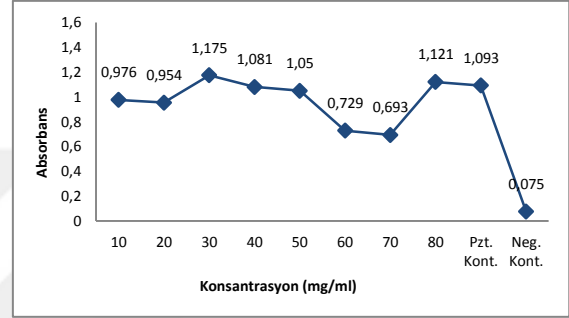
### EK 3. Bal örneklerinin *MRSA Staphylococcus aureus* ATCC 43300 üzerine etkileri



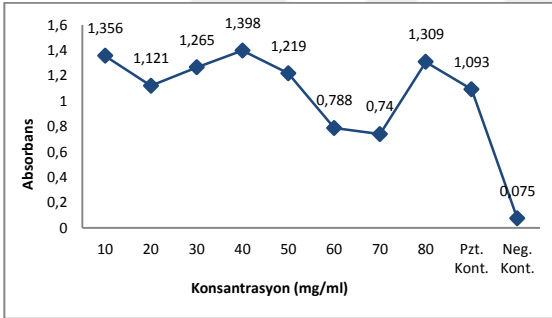
#### ANASON



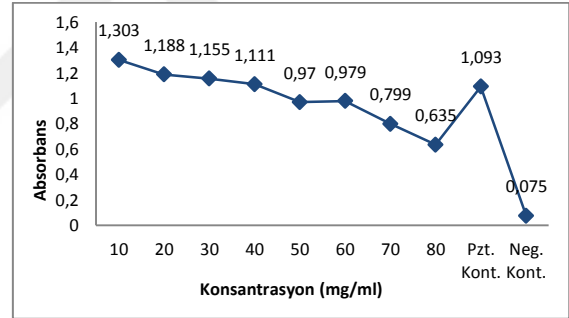
#### KESTANE



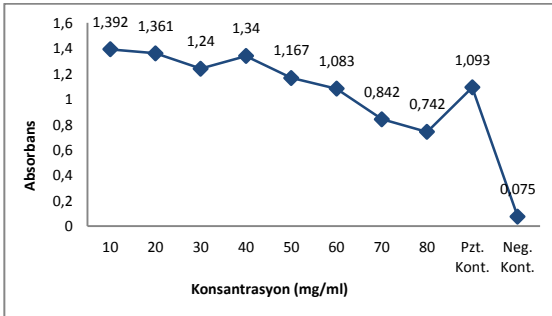
#### GEVEN



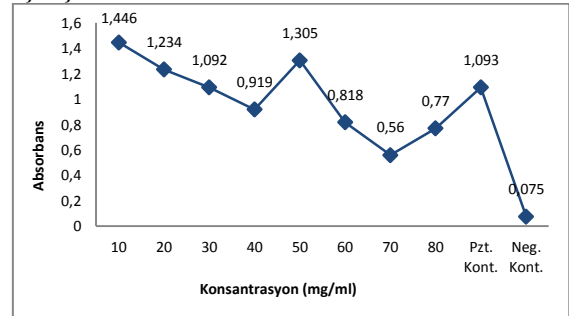
#### KORUNGA



#### YABAN NANESİ



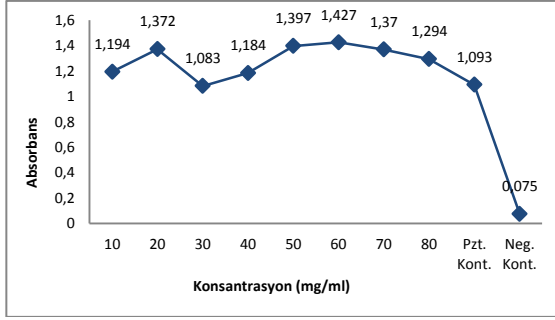
#### ÇEŞME KEKİĞİ



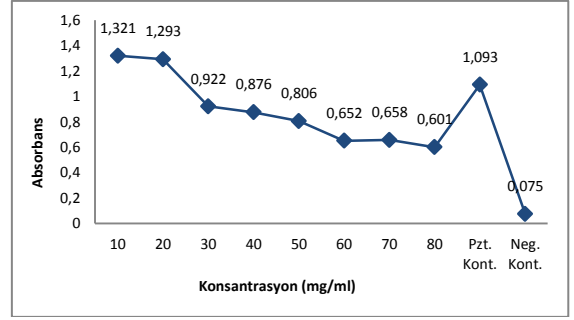
#### AKASYA

#### SEDİR

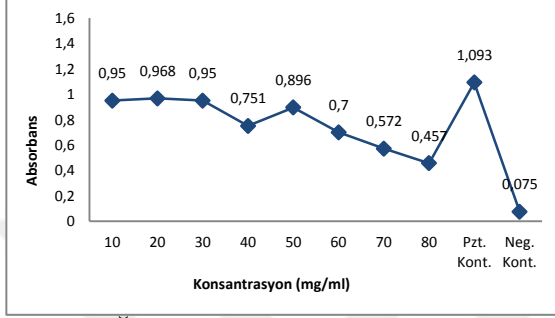




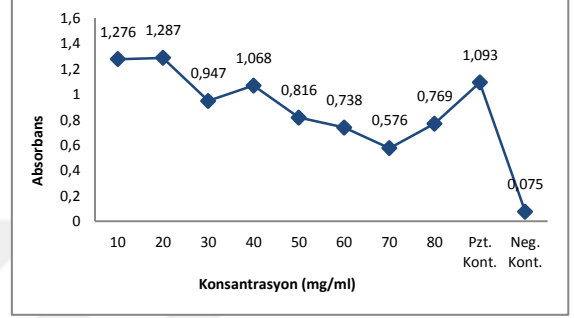
**PAMUK**



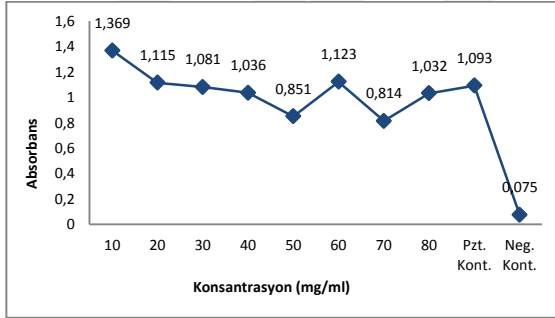
**KEKİK**



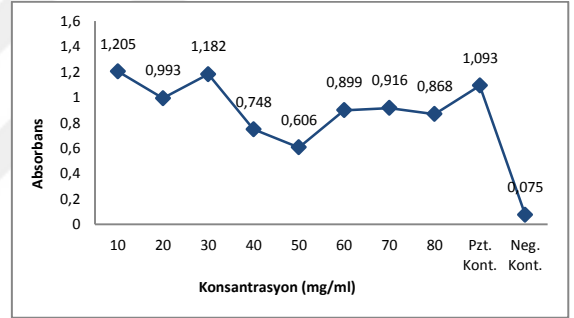
**SÜTLEĞEN**



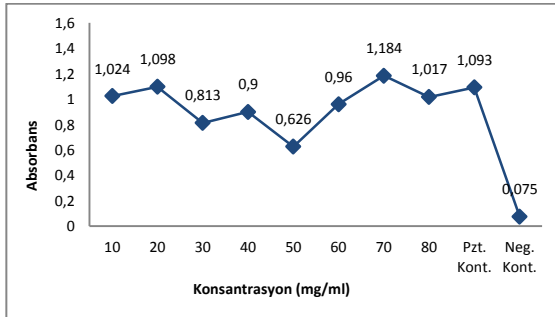
**İHLAMUR**



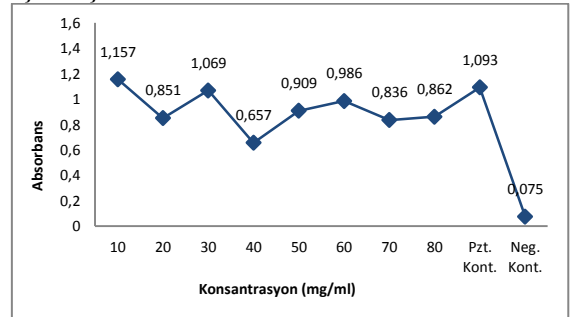
**OKALİPTUS**



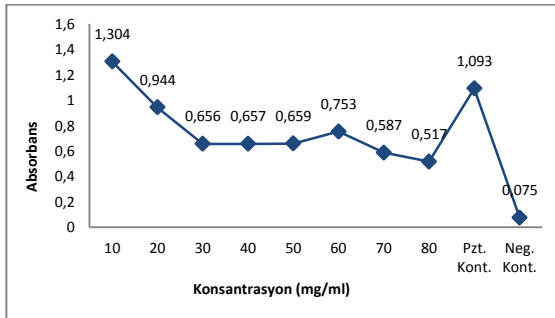
**ÇAKŞIR**



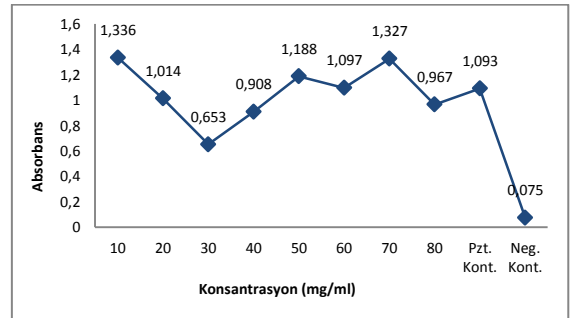
**DİKEN**



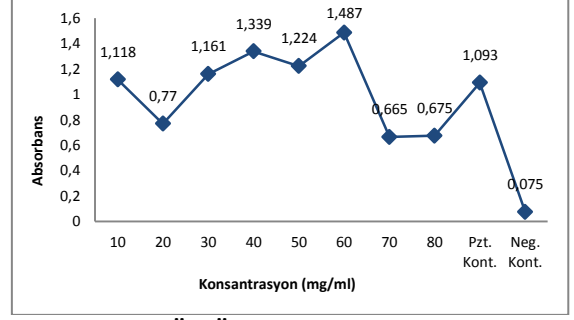
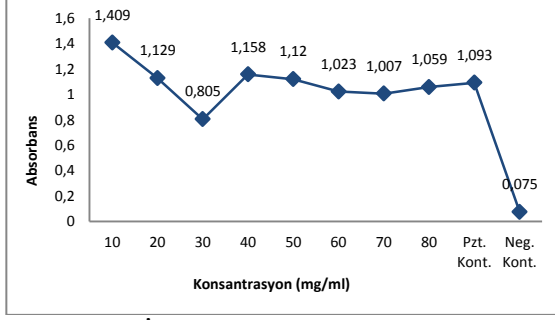
**MAYDANOZ**



**HAYIT**

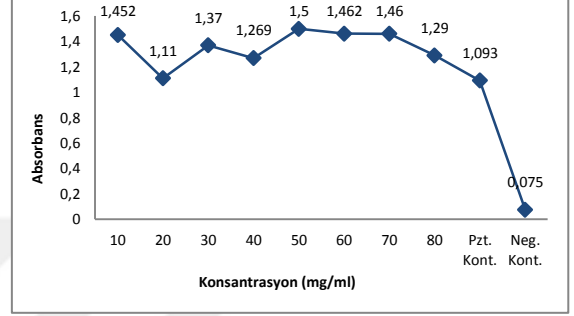
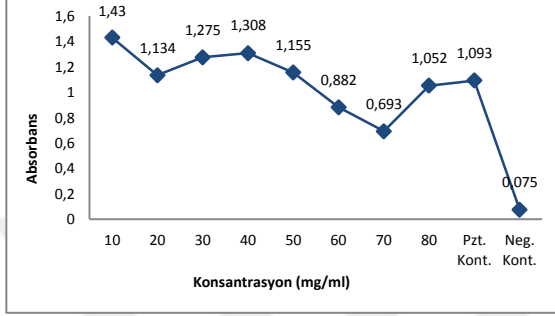


**AYÇİÇEĞİ**



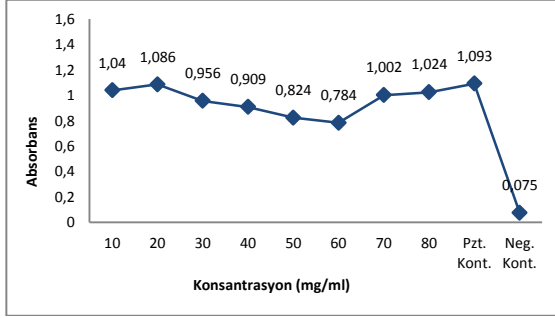
### NARENCİYE

### ORMAN GÜLÜ



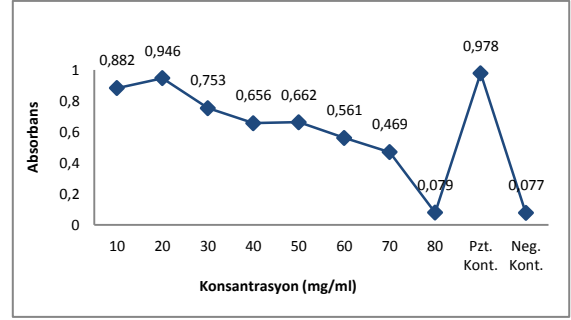
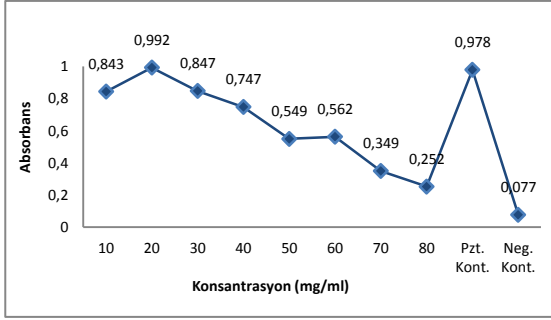
### SANDAL

### KEÇİBOYNUZU

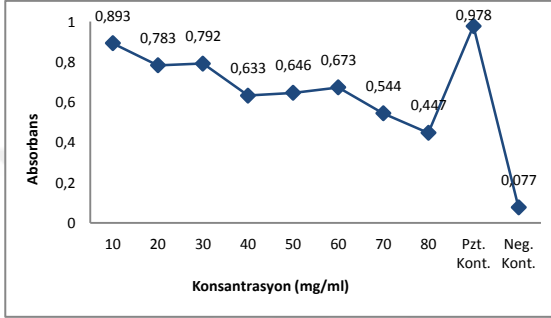


### ÇAM

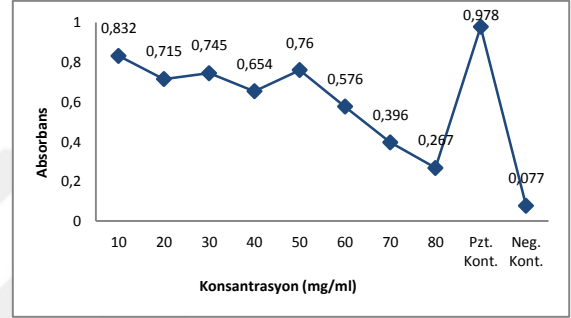
#### EK 4. Bal örneklerinin *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 üzerine etkileri



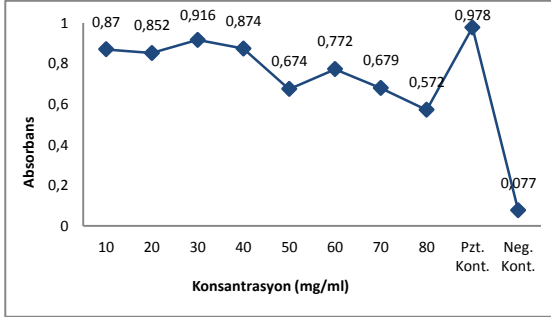
#### ANASON



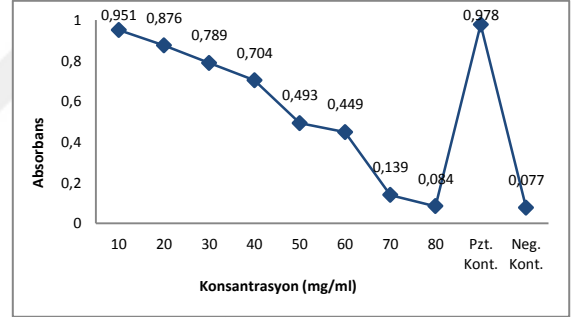
#### KESTANE



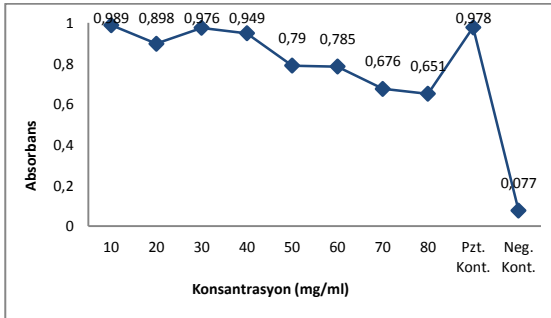
#### GEVEN



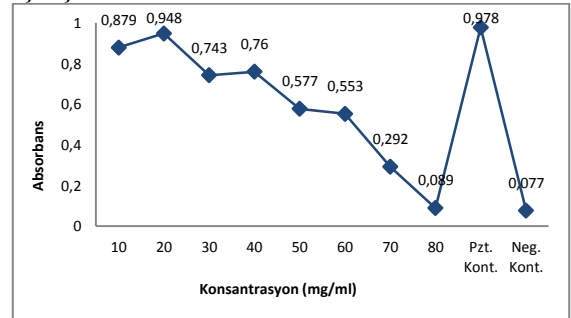
#### KORUNGA



#### YABAN NANESİ

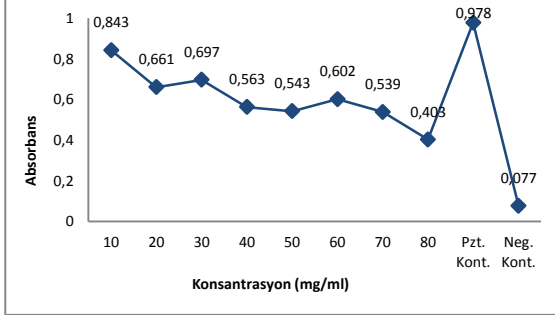


#### ÇEŞME KEKİĞİ

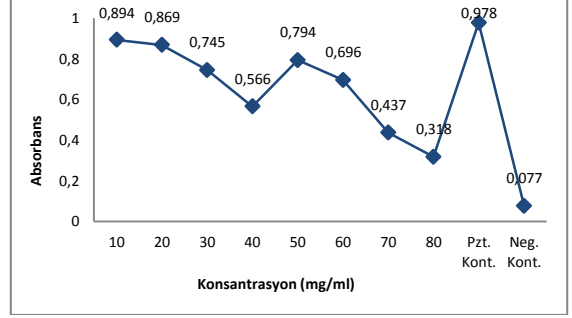


#### AKASYA

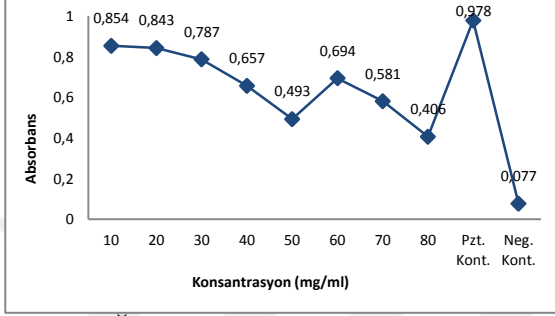
#### SEDİR



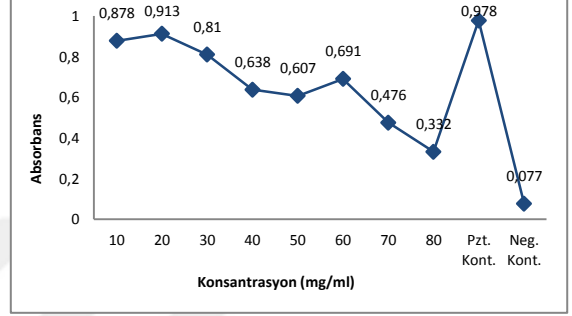
**PAMUK**



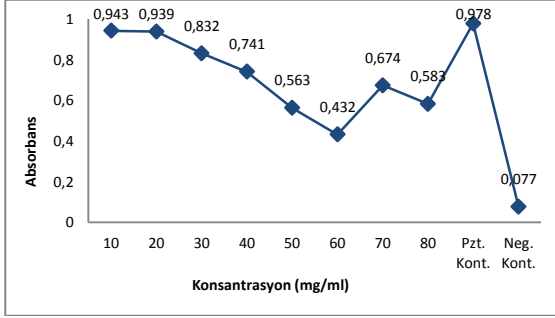
**KEKİK**



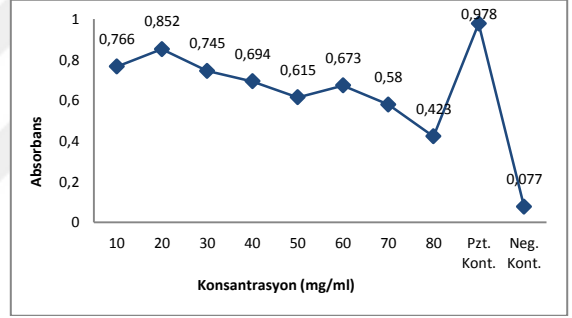
**SÜTLEĞEN**



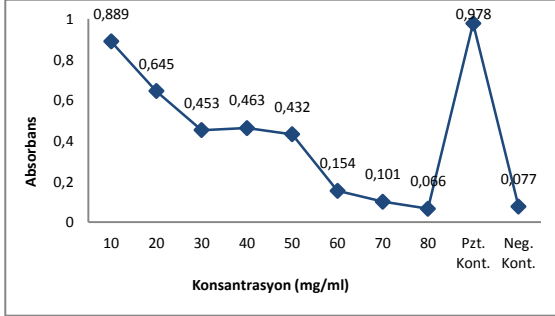
**İHLAMUR**



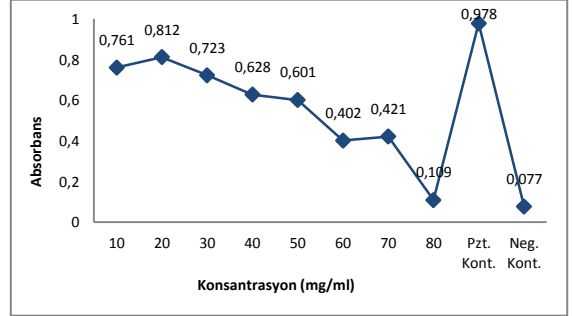
**OKALİPTUS**



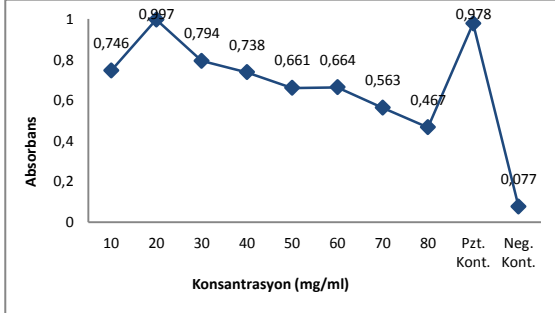
**ÇAKŞIR**



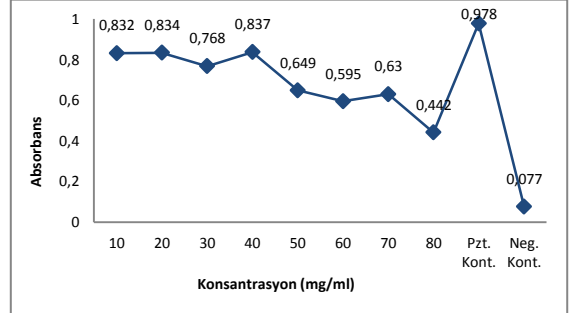
**DİKEN**



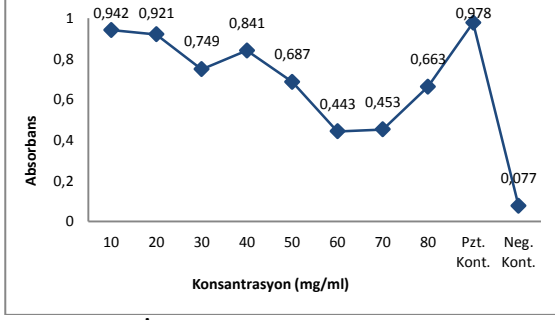
**MAYDANOZ**



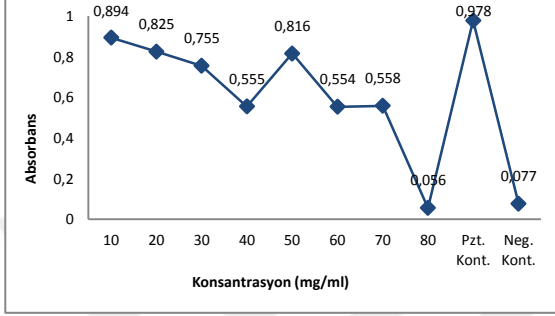
**HAYIT**



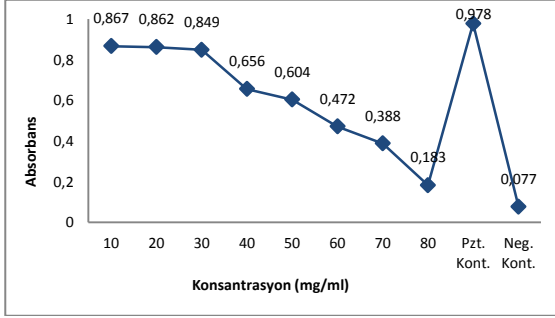
**AYÇİÇEĞİ**



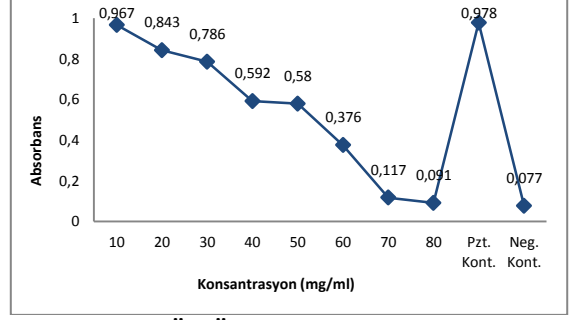
**NARENCİYE**



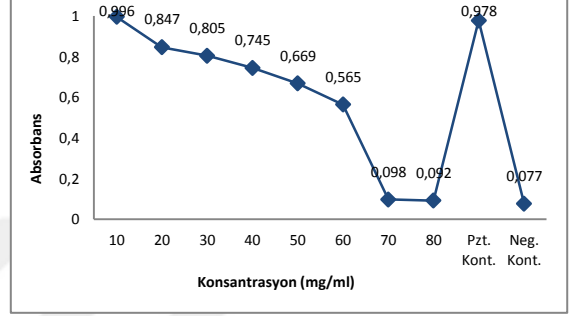
**SANDAL**



**ÇAM**



**ORMAN GÜLÜ**



**KEÇİBOYNUZU**