

T.C
Niğde Üniversitesi
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

FARKLI BÖLGELERDEN TOPLANAN ARI ÜRÜNLERİNİN
BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN *in vitro*
YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Niğde Üniversitesi
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAMİDE BALI

Mart 2014

T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

FARKLI BÖLGELERDEN TOPLANAN ARI ÜRÜNLERİNİN
BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN *in vitro*
YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

HAMİDE BALI

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Zeliha SELAMOĞLU TALAS

Mart 2014

Hamide BALI tarafından **Zeliha SELAMOĞLU TALAS** danışmanlığında hazırlanan “**FARKLI BÖLGELERDEN TOPLANAN ARI ÜRÜNLERİNİN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İN VİTRO YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

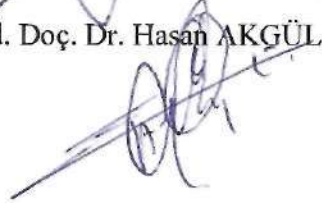
Başkan : Doç. Dr. Ethem AKYOL



Üye : Doç. Dr. Zeliha SELAMOĞLU TALAS



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hasan AKGÜL



ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/...../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Osman SİVRİKAYA
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hamide BALI



ÖZET

FARKLI BÖLGELERDEN TOPLANAN ARI ÜRÜNLERİNİN BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN *in vitro* YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

BALI, Hamide

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Ana Bilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Zeliha SELAMOĞLU TALAS

Mart 2014, 68 sayfa

Türkiye doğal şartları, zengin bitki çeşitliliği, coğrafi yerleşkesi ve iklimi ile arıcılık için uygun bir konum teşkil etmektedir. Bal arıları tarafından üretilen kovan ürünlerinden bal, propolis ve polen apiterapide kullanılan doğal ürünlerdir. Bu doğal arı ürünleri farklı kimyasal içeriklerine bağlı olarak oksidatif stresin oluşturabileceği hasarlara karşı doğal antioksidan olarak kullanılabilir. Doğal arı ürünlerinin kimyasal bileşenlerinden özellikle fenolik bileşikler oldukça dikkat çekmektedir. Kovan ürünlerinin içermiş olduğu bu bileşiklerin oranı ve yapısı ürünlerin elde edildiği ortama göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu bileşiklerin oranı ve çeşidi farklı ürünlerde değişiklik gösterebildiği gibi aynı ürünlerde de elde edildiği bölgenin vejetasyonuna bağlı olarak değişebilmektedir. Farklı floristik özellikteki farklı coğrafik bölgelerden elde edilen doğal arı ürünlerinin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılmaları amacıyla *in vitro* analizlerle oldukça güvenilir testleri kapsayan; total antioksidan seviye (TAS), total oksidan seviye (TOS) ve oksidatif stres seviyesinin yeni bir göstergesi olan oksidatif stres indeksinin (OSİ) belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Sonuç olarak homojen olarak Türkiye'nin 11 farklı yöresinden temin edilen doğal arı ürünlerinin total oksidan ve total antioksidan kapasitelerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Antioksidan, bal, *in vitro* analiz, polen, propolis.

SUMMARY

INVESTIGATION WITH *in vitro* METHODS OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF BEE PRODUCTS COLLECTED FROM DIFFERENT REGIONS

BALI, Hamide

Nigde University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

March 2014, 68 pages

Supervisor : Assoc. Prof. Zeliha SELAMOGLU TALAS

Turkey are suitable for beekeeping due to natural conditions, geographical location, favorable climatic conditions and rich vegetation. Honey, propolis and pollen produced by honey bees are natural products used in apitherapy. These bee products, depending on their content of different chemicals against damage caused by oxidative stress can be used as natural antioxidants. Phenolic compounds from natural bee products's chemical compounds are attracting especially attention. The ratio and structure of these compounds in hive products may vary depending on the circumstances obtained products. These compounds can be varied in different products as well as in the same products may vary depending on the vegetation in the obtained regions. Compare with each other natural bee products's antioxidant capacity obtained from different geographical regions that different floristic property; in order to determine of the total antioxidant level (TAS), total oxidant status (TOS) and oxidative stress levels that oxidative stress index's (OSI) a new indicator was conducted by *in vitro* analysis that covering quite reliable analysis. In conclusion, that showed differ of total antioxidant and total oxidant capacities of natural bee products obtained from 11 regions were determined.

Keywords: Antioxidant, honey, *in vitro* analysis, pollen, propolis.

ÖN SÖZ

Bu çalışmada, homojen dağılım sağlanacak şekilde Türkiye'nin 11 yöresinden temin edilen bal, propolis ve polen örneklerinin total antioksidan, total oksidan ve oksidatif stres seviyeleri incelenmiştir. Farklı yörelerden elde edilen bal örnekleri karşılaştırıldığında; en yüksek total antioksidan kapasiteye Düzce ve Muğla yörelerinin, propolis örnekleri karşılaştırıldığında; en yüksek total antioksidan kapasiteye Artvin yöresinin ve polen örnekleri karşılaştırıldığında; en yüksek total antioksidan kapasiteye Artvin ve Balıkesir yörelerinin arı ürünlerinin sahip olduğu belirlenmiştir. Bal, propolis ve polen örneklerinin total antioksidan kapasiteleri için yapılarında bulunan bileşikler belirleyici olmaktadır. Arılar tarafından bu ürünlerin temin edildiği bitki türleri bu ürünlerin kimyasal içeriklerini ve biyolojik aktivitelerini büyük ölçüde belirleyip etkilemektedir. Bu sebeple farklı yörelerden elde edilen arı ürünleri, bu yörelerin bitki çeşitliliğine bağlı olarak farklı antioksidan kapasiteler sergileyebilmektedirler.

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesi esnasında, çalışmalarına yön veren ve bana her türlü desteği sağlayan danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Zeliha SELAMOĞLU TALAS'a teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans tez çalışmam esnasında bilgi ve tecrübelerine başvurduğum, arı ürünlerinin temini konusunda yardımlarını esirgemeyen Niğde Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Ethem AKYOL'a ve deneysel çalışmalarda araştırma laboratuvarlarından yararlandığım Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan AKGÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Arı ürünlerinin temininde bana yardımcı olan Balıkesir, Edirne, Muğla, Ordu İli Arı Yetiştiricileri Birliğine, Düzce İli Arıcılar Birliğine, Macahel Arıcılık A.Ş.'ye, Sendi BARAN'a ve Aynur KUMRU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca desteklerini esirgemeyen Niğde Üniversitesi yüksek lisans öğrencisi Ayşe KIRKBEŞ'e, Dr. Ayfer ÇALIŞ'a, yüksek biyolog Oğuz Murat PAŞAOĞLU'na sonsuz teşekkürler. Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen annem Firuzan BALI'ya, babam Bayram BALI'ya, kardeşlerime ve eşim Hüsnü DOĞAN'a çok teşekkür ediyorum. Bu çalışmaya FEB 2011/24 numaralı proje ile destek sağlayan Niğde Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGE VE KISALTMALAR	xi
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
BÖLÜM II GENEL BİLGİLER	4
2.1 Oksidatif Stres ve Reaktif Oksijen Türleri.....	4
2.2 Antioksidanlar ve Antioksidan Savunma Sistemleri.....	5
2.2.1 Enzimatik antioksidanlar	5
2.2.2 Enzimatik olmayan antioksidanlar.....	5
2.3 Bal Arıları ve Genel Özellikleri	8
2.4 Arı Ürünleri.....	9
2.4.1 Bal.....	9
2.4.1.1 Balın tanımı.....	9
2.4.1.2 Balın fiziksel özellikleri.....	9
2.4.1.3 Balın kimyasal özellikleri	10
2.4.1.4 Balın biyolojik özellikleri	13
2.4.2 Propolis	15
2.4.2.1 Propolisin tanımı	15
2.4.2.2 Propolisin fiziksel özellikleri	16
2.4.2.3 Propolisin kimyasal özellikler.....	16
2.4.2.4 Propolisin biyolojik özellikleri.....	17
2.4.3 Polen.....	19
2.4.3.1 Polenin tanımı	19
2.4.3.2 Polenin fiziksel özellikleri	20
2.4.3.3 Polenin kimyasal özellikleri	20
2.4.3.4 Polenin biyolojik özellikleri.....	21

2.5 Türkiye'nin Fitocografik Bölgeleri ve Florası	23
2.6 Literatür Özeti	26
BÖLÜM III MATERYAL ve METOT	34
3.1 Arı Ürünlerinin Toplanması.....	34
3.2 Deneyde Kullanılan Alet ve Cihazlar	34
3.3 Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	34
3.4 Arı Ürünlerinin Ekstraksiyonu	35
3.4.1 Bal ekstraksiyonu.....	35
3.4.2 Propolis ekstraksiyonu	35
3.4.3 Polen ekstraksiyonu	35
3.5 Biyokimyasal Analizler	35
3.5.1 Total antioksidan seviye (TAS)	36
3.5.2 Total oksidan seviye (TOS).....	36
3.5.3 Oksidatif stres indeksi (OSİ)	36
3.6 İstatistiksel Analizler	36
BÖLÜM IV BULGULAR	37
4.1 Bal Ekstraktlarının Total Antioksidan Seviyeleri (TAS), Total Oksidan Seviyeleri (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksleri (OSİ)	37
4.2 Propolis Ekstraktlarının Total Antoksidan Seviyeleri (TAS), Total Oksidan Seviyeleri (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksleri (OSİ).....	39
4.3 Polen Ekstraktlarının Total Antoksidan Seviyeleri (TAS), Total Oksidan Seviyeleri (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksleri (OSİ)	42
4.4 Arı Ürünü Ekstraktlarının Ortalama Total Antoksidan Seviyeleri (TAS), Total Oksidan Seviyeleri (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksleri (OSİ)	44
BÖLÜM V TARTIŞMA	46
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	67
TEZ ÇALIŞMASINDAN ÜRETİLEN ESERLER	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması	7
Çizelge 2.2. Balın bileşiminde bulunan maddeler ve oranları	10
Çizelge 2.3. Propolisin bileşiminde bulunan maddeler ve oranları	16
Çizelge 2.4. Polen içeriği.....	21
Çizelge 4.1. Farklı yörelerden elde edilen bal örneklerinin TAS, TOS ve OSİ değerleri	39
Çizelge 4.2. Farklı yörelerden elde edilen propolis örneklerinin TAS, TOS ve OSİ değerleri.....	41
Çizelge 4.3. Farklı yörelerden elde edilen polen örneklerinin TAS, TOS ve OSİ değerleri.....	44
Çizelge 4.4. Bal, propolis ve polen örneklerinin ortalama TAS, TOS ve OSİ değerleri	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Flavonoidlerin temel kimyasal yapıları	7
Şekil 2.2. Türkiye'nin Fitocoğrafya Bölgeleri.....	23
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan arı ürünlerinin elde edildiği yöreler.....	34

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

μ

α

β

γ

δ

Açıklama

Mikron

Alfa

Beta

Gama

Sigma

Kısaltmalar

CAPE

DPPH

H₂O₂

HMF

HO[•]

O₂

O₂^{-•}

OSİ

SOD

TAS

TOS

Açıklama

Kafeik asit fenil etil ester

2,2-difenil-1-pikril-hidrazil

Hidrojen Peroksit

Hidroksimetilfurfural

Hidroksil radikal

Oksijen

Süperoksit radikali

Oksidatif stres indeksi

Süperoksit dizmutaz

Total antioksidan seviye

Total oksidan seviye

BÖLÜM I

GİRİŞ

Hayatın vazgeçilmez unsurlarından biri olan oksijenin metabolik olaylar sırasında oluşturabileceği bazı moleküller hasar verici olabilmektedir. Oksijen kaynaklı bu bileşikler reaktif oksijen türleri (süperoksit radikali, hidrojen peroksit, hidroksil radikali, peroksil radikali, perhidroksil radikali) olarak bilinmektedir (Saxena vd., 2010). Metabolik reaksiyonlar ve çevresel faktörlerle oluşan oksitleyici ürünlerin uzaklaştırılması, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar aracılığıyla gerçekleştirilebilmektedir. Doğal süreç içerisinde oksidan üretimindeki artış ve antioksidanlardaki azalma ile oluşabilen oksidatif strese bağlı olarak kanser, kardiyovasküler hastalıklar, katarakt, artritler ve nörodejeneratif bozukluklar meydana gelebilmektedir (Son vd., 2007; Kishikawa vd., 2010). Sağlıklı beslenme açısından oldukça önemli olan antioksidanlar serbest radikalleri süpürme özelliğine sahiptirler. Bu özelliği ile antioksidanlar lipidlerin yapısını koruyarak hücresel zarların bütünlüğünün muhafaza edilmesinde etkili olurken diğer organik bileşiklerin oksitlenmesini ve yıkılmasını da engellemektedirler (Silici vd., 2009; Hurtado-Fernandez vd., 2010). Pek çok doğal ürün, sentetik antioksidanlara göre lipid peroksidasyonunun önlenmesinde daha etkilidir (Pinto vd., 2010; Nori vd., 2011). Doku ve hücrelerde serbest radikaller ile antioksidan maddeler arasındaki dengenin sağlanabilmesi amacıyla doğal ürünler (propolis, arı sütü, elajik asit vb.) gıdalara katkı maddesi olarak da eklenebilmektedirler (Şimşek vd., 2009).

Özellikle gelişmiş ülkelerde toplum bilincinin, insan ve çevre sağlığına yoğunlaşması ile birlikte doğal ürün kullanımına yönelme ve güvenli gıda üretimi önem kazanmıştır. Antioksidan terapi amaçlı kullanılan kovan ürünleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; bu aktivitenin büyük oranda fenolik bileşiklere (flavonoidler ve flavonlar) bağlı olarak gerçekleştiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu tür çalışmalarda fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri dikkat çekerken bu bileşiklerin oranının ve kimyasal yapılarının kovan ürününe göre değişiklik gösterdiği bilgisi de yer almaktadır. Yüksek antioksidan kapasiteye sahip olan doğal arı ürünleri, farmakolojik olarak etkili

flavanoidler (flavonlar, flavanollar ve flavanonlar), çeşitli fenolik ve aromatik bileşikler içermektedirler (Buratti vd., 2007; Olszewski vd., 2010; Nori vd., 2011).

Bitki örtüsü bakımından oldukça zengin çeşitlilik gösteren ülkemiz, tüm bölgeleri ile arıcılık faaliyetleri için uygun ekolojii bünyesinde barındırmaktadır. Bal arıları (*Apis mellifera* L.), bitkilerdeki tozlaşmayı sağlamalarının yanı sıra bal, propolis, polen gibi ürünleri üretmeleri açısından da insanlar tarafından dünyanın neredeyse her yerinde binlerce yıldır yetiştirilen sosyal böceklerdir (Kahraman vd., 2010). Arılar tarafından üretilen ürünler insan yaşamı ve sağlığı açısından son derece önemlidir. Arı ürünleri antibakteriyel, antiviral, antiinflamatuvar ve antikanser gibi özelliklerinden dolayı inflamasyon, diyabet, kanser ve kalp rahatsızlıkları gibi patolojik durumları engellemek ve insan sağlığını korumak için kullanılabilirler (Kumazawa vd., 2004; Korkmaz, 2008). Arı ürünü ekstraktları hastalıkların önlenmesinde ve tedavi edilmesinde eski dönemlerden bu yana pek çok ülkede kullanılmaktadır (Buratti vd., 2007). Fenolik bileşiklerce zengin olan bal ve propolis, doğal antioksidanlar olarak işlev görmektedir. Bu fenolik bileşikler, bal ve propolisin floristik ve coğrafik kökenini araştıran çalışmalar için de yol gösterici olmaktadır (Gomez-Caravaca vd., 2006).

Pinobanksin, pinosembrin, kuersetin, krizin, galangin, luteolin ve kampferol gibi flavonoidlerce zengin olan bal; çeşitli vitaminleri, mineralleri, organik asitleri ve enzimleri içermesi sebebiyle besleyici, pek çok hastalığa karşı koruyucu ve tedavi edici, sindirimi kolay olan fonksiyonel bir besindir (Buratti vd., 2007; Estevinho vd., 2008; Miguel vd., 2010). Kuersetin, pinosembrin, pinobanksin ve krizin gibi flavonoidleri içeren propolis; bal arıları tarafından belirli ağaç ve bitki türlerinin tomurcuk ve reçinelerinden toplanan doğal bir üründür (Kumazawa vd., 2004; Buratti vd., 2007; Estevinho vd., 2008; Miguel vd., 2010). Arı polenin antioksidan etki göstermesi yapısında bulunan fenolik bileşikler (fenolik asitler ve flavonoidler) ve karotenoidler ile ilişkilendirilmektedir. Polenin içeriği toplandığı yörenin çiçek türlerine göre farklılıklar gösterebilmektedir (LeBlanc vd., 2009).

Bu farklılıklar göz önünde bulundurulduğunda doğal arı ürünlerinin antioksidan, antimikrobiyal, antifungal etkiler gibi biyolojik aktiviteleri; yapılarını oluşturan bileşenlere ve elde edilip üretildikleri yörelere bağlı olarak değişiklik

gösterebilmektedirler. Bu nedenle ülkemizin farklı bölgelerinden temin edilen arı ürünlerinin (bal, propolis ve polen) biyolojik aktivitelerinde farklılıklar gözleyebilmek mümkündür. Doğal arı ürünlerinin ve ekstraktlarının büyük çoğunluğunun en önemli özelliği antioksidan etki göstermeleridir. Türkiye'nin homojen olarak belirlenen 11 farklı yöresinden elde edilen doğal arı ürünleri (Bal, propolis ve polen) ekstrakte edilerek son derece hassas ve güvenilir ölçüm yapabilen ve yeni geliştirilmiş olan araştırma kitleri ile *in vitro* analiz yöntemleri kullanılarak doğal arı ürünlerinin biyolojik aktiviteleri tespit edilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, farklı floristik özellikteki farklı coğrafik bölgelerden temin edilen doğal arı ürünlerinin biyolojik aktivitelerinin karşılaştırılması hedeflenmektedir.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1 Oksidatif Stres ve Reaktif Oksijen Türleri

Reaktif oksijen türleri ve hücrel antioksidanlar arasındaki doğal dengenin oksidanlar lehine bozulması ile oluşan durum oksidatif stres olarak tanımlanmaktadır (Mayne, 2003; Abja ve Albertini, 2001). Aerobik ortamda yaşayan canlıların hayatiyetleri için oldukça önemli olan oksijen, reaktif oksijen türlerini oluşturmasından dolayı da büyük oranda tehlikeli bir moleküldür (Mathes ve Nahai, 1997; Kılınç ve Kılınç, 2002).

Elektron taşıma zinciri ve sitokrom P450 sistemi gibi çeşitli biyolojik reaksiyonlar sonucunda oluşan süperoksit radikalinin temel kaynağı elektron taşıma sisteminde elektronların transferi sırasında meydana gelen elektron kaçaklarıdır (Beyer, 1990; David ve McCord, 1999). Reaktivitesi oldukça düşük olan süperoksit radikali, hidrojen peroksitin kaynağı olması ve geçiş metallerinin iyonları ile reaksiyona girerek hidroksil radikalini oluşturması açısından oldukça önemlidir (Mathes ve Nahai, 1997).

Süperoksit radikalinin ($O_2^{\cdot-}$) bir elektron alarak indirgenmesi ya da moleküler oksijenin (O_2) iki elektron almasıyla hidrojen peroksit oluşmaktadır. Hidrojen peroksitin üretimi biyolojik sistemlerde genel olarak kendiliğinden veya süperoksit dismutaz enzimi (SOD) ile gerçekleştirilir (Mathes ve Nahai, 1997). Hidrojen peroksit biyolojik zarları kolayca geçerken yapısında paylaşılmamış elektron bulunmadığından radikal özelliği göstermez (Kılınç ve Kılınç, 2002).

Hidroksil radikali, bilinen en güçlü ve en reaktif oksijen türevidir (Mathes ve Nahai, 1997; Kılınç ve Kılınç, 2002). Hidrojen peroksit; Fenton tepkimesi ve Haber-Weiss tepkimeleri ile HO^{\cdot} radikalini meydana getirmektedir.

Singlet oksijen ortaklanmamış elektronu bulunmamasına rağmen serbest radikal reaksiyonlarına sebep olduğundan oldukça önemlidir (Mathes ve Nahai, 1997).

2.2 Antioksidanlar ve Antioksidan Savunma Sistemleri

Yapısında fenolik bileşikler içeren antioksidanlar, ya serbest radikal oluşumunu engelleyerek ya da canlıda bulunan radikalleri süpürerek hücreleri korumaktadırlar. Antioksidanların kimyasal yapıları, çözünürlükleri, yapı/aktivite ilişkileri ve doğal kaynaklardan elde edilebilir olmaları insan sağlığı açısından oldukça önem taşımaktadır. Antioksidan savunma sistemleri enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak iki grupta incelenebilir (Nagai vd., 2005; Ardağ, 2008).

2.2.1 Enzimatik antioksidanlar

Süperoksit dismutaz; süperoksit radikalini hidrojen peroksit ve moleküler oksijene indirgeyen bir metalloenzimdir. Bu reaksiyon, süperoksit zincirleme radikal reaksiyonlarının güçlü bir başlatıcısını engellediğinden dolayı oksidatif strese karşı ilk savunma sayılabilmektedir (Ardağ, 2008).

Yapısında 4 “HEM” grubu bulunduran katalaz; peroksizomlarda lokalize olmuş bir hemoproteindir. Katalaz aktivitesi ile hidrojen peroksit su ve oksijene dönüştürülmektedir (Ardağ, 2008).

Hidrojen peroksit ve büyük molekülü lipit hidroperoksitlerin nötralize edilmesi glutatyon peroksidaz aktivitesi ile gerçekleşmektedir. Bu enzim aşırı miktarda hidrojen peroksit varlığında, glutatyonun okside glutatyonla dönüşümünü katalizlerken aynı zamanda hidrojen peroksiti suya indirgemektedir (Demirsoy vd., 2003).

Glutatyon-S-transferaz lipit hidroperoksitlere karşı Se-bağımsız glutatyon peroksidaz aktivitesi gösterir (Ardağ, 2008):

2.2.2 Enzimatik olmayan antioksidanlar

Besinlerdeki tat, renk ve vitamin içeriklerinin korunması için besinlere antioksidan ilavesi gerekmektedir. Antioksidan olarak besinlere baharat veya diğer katkı maddeleri gibi doğal içerikli maddeler ilave edilse de sanayide yoğun olarak sentetik

antioksidanlar kullanılmaktadır (Çakmakçı ve Çelik, 2000). Bütillenmiş hidroksianisol ve bütillenmiş hidroksitoluen, tersiyer bütihidrokinon, gallatlar, nordihidroguareyetik asit sentetik antioksidanlara örnek olarak verilebilir (Çakmakçı ve Çelik, 2000).

Vitaminler

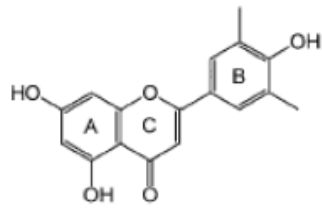
Doğal bir antioksidan olan C vitamini yeşil sebze, meyve ve turunçgillerde bol miktarda bulunur. Suda çözünebilen ve çok güçlü bir indirgeyici ajan olan C vitamini, süperoksit ve hidroksil radikalleriyle kolayca kimyasal aktivite göstererek onları temizler (Gardner vd., 2000). α -, β -, δ -, γ -tokoferoller ve tokotrienollerin oluşturduğu 8 farklı izomerik yapı gösteren E vitamininin kimyasal olarak aktif kısmını fenolik hidroksil gruplu aromatik halka oluşturmaktadır ve bu yapı vitamini antioksidan özellik kazandırmaktadır (Landvik vd., 1998). Hücre membran fosfolipidlerindeki çoklu doymamış yağ asitlerini serbest radikal hasarından koruyan E vitamini; $O_2^{\cdot-}$, HO^{\cdot} , singlet O_2 , lipit peroksil radikallerini ve diğer radikalleri temizleyen güçlü bir antioksidandır (Ardağ, 2008). Yapısında konjuge çift bağ bulunduran karotenoidler, oldukça etkili radikal süpürücülerdir. Bu çift bağlardan dolayı sarı, turuncu veya kırmızı renkte olabilen karotenoidler pek çok bitki, alg ve küçük organizmalarda bulunabilen ve yağda çözünebilen doğal antioksidanlardır (Ardağ, 2008).

Polifenolik bileşikler

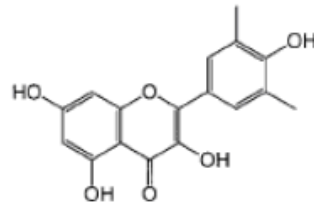
Fenolik bileşikler metillenmiş veya glikozillenmiş birden fazla hidroksil grubu içeren aromatik bileşiklerdir. Bitkilerde yaklaşık 8000 çeşit fenolik bileşik bulunduğu düşünülmektedir. Fenolik bileşikler molekül yapılarına göre alt sınıflara ayrılarak incelenebilirler (Çizelge 2.1.). Flavanoidler yaklaşık 5000 üyesiyle fenolik bileşiklerin en büyük grubunu oluşturmaktadırlar (Şekil 2.1.) (Ardağ, 2008).

Çizelge 2.1. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması (Ardağ, 2008)

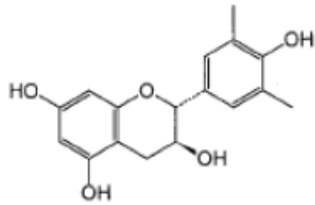
Alt sınıflar	Açıklama
Antosiyaninler	Kırmızı ve mavi renkli çiçek pigmentleri
Antoklorlar	Sarı renkli çiçek pigmentleri
Benzofuranlar	Bitki ve likenlerde bulunur
Kromonlar	Tedavi edici önemi olan küçük bir grup bileşik
Kumarinler	Bitkilerde yaygın olarak görülen 700'den fazla kimyasal yapı
Minor Flavonoidler	Flavanonlar ve dihidroflavonoller
Flavonlar ve flavonoller	Genellikle glikozidik formda pek çok kimyasal yapı
İzoflavonoidler	Baklagillerin karakteristik kimyasalları
Lignanlar	Genellikle odun ve ağaç kabuğunda bulunurlar
Fenoller ve fenolik asitler	Hemen hemen tüm bitkilerde bulunurlar
Fenolik ketonlar	Eğrelti ve şerbetçi otunda belirgin bir şekilde bulunurlar.
Fenilpropanoidler	Yaygın pekçok yapı
Kinonoidler	Benzokinonlar, naptokinonlar ve antrakinonlar
Stilbenoidler	Dihidrofenantrenleri içerir
Tanninler	Kondanse ve hidrolizlenebilir formda bulunurlar
Ksantonlar	Başlıca <i>Gentianaceae</i> ve <i>Guttiferae</i> ailesinde bulunurlar



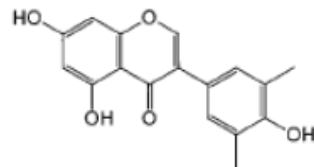
flavon



flavonol



flavanol



izoflavon

Şekil 2.1. Flavonoidlerin temel kimyasal yapıları (Ardağ, 2008)

Polifenollerin hidrojen veya elektron verici ajanlar olarak indirgen özellik göstermesi serbest radikal süpürme (antioksidan) kapasitelerinin göstergesidir. Antioksidan aktivite; ortaklanmamış elektronu bağlama ve tutma yeteneği, elektron ya da hidrojen verici ajan olarak reaktivite, diğer antioksidanlarla birlikte reaktivite ve geçiş metallerini şelatlama potansiyeli ile belirlenebilmektedir (Ardağ, 2008).

2.3 Bal Arıları ve Genel Özellikleri

Apidea familyasına bağlı olan bal arılarının en yaygın bulunan türü *Apis mellifera*'dır. Türkiye'de yaygın olarak bulunan bal arısı ırkı ise Kafkas arısıdır (Korkmaz, 2007). Bir bal arısı kolonisinde; bir kraliçe (ana) arı, sayıları 10.000 ile 60.000 arasında değişen işçi arı ve sayıları 0 ile 2.000 arasında değişen erkek arı bulunur. Kraliçe, işçi ve erkek arılar; beslenme, genetik, yapısal ve işlevsel özellikleriyle birbirlerinden farklılık gösterirler. Kraliçe ve işçi arılar aynı genetik özelliğe sahipken beslenme düzenleri farklı olduğundan işlevsel olarak farklılık göstermektedirler (Korkmaz, 2007).

Döllenmiş yumurtadan gelişen kraliçe arı kovanda bir tane olup koloninin düzenini ve devamlılığını sağlar, vücudunda polen sepeti, balmumu ve koku salgı bezleri bulunmaz (Korkmaz, 2007). Koloninin en küçük bireyleri olan ve döllenmiş yumurtadan gelişen, üreme ve çiftleşme yeteneğine sahip olmayan işçi arılar ise kraliçe arı ve larvaların beslenmesi amacıyla arı sütü salgırlar. Kovana nektar taşımak için geniş bal midesi, polen taşıyabilmek için arka bacaklarında polen kesecikleri, balmumu üretebilmek amacıyla balmumu salgı bezleri, nektar ve suyun yerlerinin belirlenmesi amacıyla koku salgı bezleri işçi arılarında gelişen özelleşmiş yapılardır. Nektarı bala dönüştürebilmek için invertaz adı verilen özel bir enzimi de üretebilirler (Korkmaz, 2007):

Döllenmemiş yumurtadan oluşan erkek arı; ana arılardan kısa işçi arılardan daha uzun boylu olup kovanın en tumbul bireyidir. Temel görevi ana arıyı dölleyerek neslin devamını sağlamaktır. Larvaların ısınmasını da sağlarlar. İğneleri bulunmadığından kendilerini savunamazlar. Ayrıca işçi arılarda bulunan özelleşmiş organlara da sahip değildirler (Korkmaz, 2007).

2.4 Arı Ürünleri

2.4.1 Bal

2.4.1.1 Balın tanımı

Bal arılarının çiçeklerde bulunan nektarları, bitkilerin veya bazı eş kanatlı böceklerin salgıladıkları tatlı maddeleri toplayarak fiziksel ve kimyasal olarak değişikliklere uğratarak ürettikleri bal; sarı renkli, tatlı, koyu kıvamlı olup kaynağına (monofloral ve heterofloral), mevsimine (ilkbahar balı, sonbahar balı ve yaz balı), elde edildiği yöreye (dağ, çöl ve benzeri gibi), fiziksel koşullara (sıvı, yarı sıvı (granüle bal) ya da petekli bal), hazırlanma koşullarına (sentrifügasyonla veya peteğin sıkıştırılmasıyla elde edilebilir) göre sınıflandırılabilir (Bonvehi vd., 2001; Erdoğan ve Erbilir, 2007; Karabagias vd., 2014)

2.4.1.2 Balın fiziksel özellikleri

Bitkisel kaynağına, depolanma süresine ve koşullarına göre değişik renklerde (açık sarı, kırmızı, kahverengi vb.) olabilen bal içerdiği klorofil, karoten, ksantofil gibi maddelerle de farklı renklere sahip olabilmektedir. Balın antioksidan aktivitesi; rengi ve içerdiği fenolik bileşikler ile doğru orantılı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Koyu renkli ballar, açık renkli ballara göre daha fazla miktarda flavonoid içermektedirler (Yurtsever ve Sorkun, 2002; Tuberoso vd., 2014). Balın koyu renkli olmasında aminoasit ve şeker miktarı ile mineral maddelerden demir, bakır ve manganez miktarının fazlalığı da etkili olmaktadır (Korkmaz, 2008).

Viskozite balın akıcılığa karşı koyması demektir ve bu özellik balın su oranı ve balın bulunduğu ortamın sıcaklığı ile doğrudan alakalıdır. Açık renkli ve akışkan ballarda viskozite düşük iken koyu ve yavaş akan bir balın viskozitesi yüksektir (Korkmaz, 2008; Oroian, 2013)

Balın polarize ışığı sağa veya sola çevirmesi balın karakteristik ve ayırt edici bir özelliğidir (Belay vd., 2013). Bu özellik balın şeker içeriğine bağlı olarak değişmektedir

ve sahte balların tanınmasına yardımcı olmaktadır. Nektar balları ışığı sola, salgı balları ise sağa döndürmektedir (Korkmaz, 2008; Belay vd., 2013).

Balın havadan nem çekmesi (higroskop) özel yapısına, şeker ve su içeriğine bağlıdır (Sardar ve Singhal, 2013). Bal, açıkta veya nemi geçirebilir kaplarda bekletildiğinde havadan nem çekerek su oranını yükseltme eğilimi gösterir. Balın nem çekerek fermente olmasını engellemek için saklama ortamının nem oranının %58 dolayında olması ve uygun kaplarda kapalı olarak saklanması gerekmektedir (Kumova, 1986).

2.4.1.3 Balın kimyasal özellikleri

Karbonhidrat karışımından oluşan aşırı doymuş şeker çözeltisi olarak bulunan balın kimyasal bileşiminde az miktarda protein, enzim (invertaz, glukooksidaz, katalaz, fosfataz), aminoasit, organik asitler (glukonik asit, asetik asit vb. gibi), lipitler, vitaminler (askorbik asit, niasin, pridoksin vb.), uçucu kimyasallar, fenolik asitler, flavonoidler ve mineraller bulunmaktadır (Çizelge 2.2.) (Blasa vd., 2006; Erdoğan ve Erbilir, 2007).

Çizelge 2.2. Balın bileşiminde bulunan maddeler ve oranları (White, 1980)

Bileşimi	Ortalama (%)	Değişim sınırları
Nem	17,2	12,2-22,9
Fruktoz	38,4	30,9-44,3
Glukoz	30,3	22,9-40,8
Sakaroza	1,3	0,3-7,6
Maltoz	8,6	3,3-18,2
Yüksek şekerler	1,4	0,1-3,9
Toplam asitlik	0,57	0,17-1,17
Kül	0,17	0,02-1,03
Protein	0,17	0,058-0,79
Prolin	0,048	0,015-0,14
Diyastaz	20,8	2,1-61,2
Ph	3,91	0,13-8,49

Balın kalitesinin, granülasyonunun ve yapısının korunmasında nem içeriği önem taşımaktadır. Baldaki nemin konsantrasyonu; hava koşullarına, nektarın orijinal nemine, salgının oranına ve koloninin gücüne bağlıdır. Nem içeriği refraktif indeks (ışığı kırma) ve viskoziteye bağlı olarak değerlendirilebilmektedir (Finola vd, 2007). Su oranının yüksek olması balın daha kolay bozulmasına sebep olmaktadır. Petekten bal süzülürken peteğin tamamının ya da en azından yarısının sırlanmış olması bu bakımdan önemlidir (Korkmaz, 2008; Oroian, 2013).

Balın tadını, enerji değerini ve karakteristiğini içeriğindeki şekerler belirlemektedir. Balın içeriğindeki asitler ve enzimler, balın olgunlaşması ve depolanması esnasında şekerleri değişikliğe uğratırlar. Bu durumda balda bulunan şekerler nektarda bulunmayabilir. Balın nem çekme özelliğinden büyük ölçüde fruktoz sorumludur. Balın granülasyonu, aşırı doymuş bal çözeltisinden katı glukoz hidrat kristallerinin ayrılmasıdır (White, 1980; Haroun, 2006).

Potasyum, kalsiyum, sodyum, fosfor, magnezyum, demir, bakır ve çinko balda yoğun olarak bulunan minerallerdir. Balın sodyum içeriği potasyum içeriğinden daha azdır. Koyu renkli balların mineral içeriği açık renkli ballara göre fazlalık gösterebilir (Bonvehi vd., 2001; Madejczyk ve Baralkiewicz, 2008). Salgı balları mineral maddelerce daha zengindir (Madejczyk ve Baralkiewicz, 2008).

Baldaki protein seviyesi floranın tipine bağlı olarak değişebilmektedir. Proteinin yapıtaşı olan aminoasitler balda oldukça düşük seviyededir. Prolin aminoasiti balda baskın olarak bulunur (Saxena vd., 2010). Baldaki protein varlığı çoğunlukla enzim yapısındadır ki bu enzimlerin bazıları arılar tarafından üretilirken bazıları da nektarlardan alınmaktadır (Anklam, 1998).

Enzimler bakımından oldukça zengin olan balda amilaz (diastaz), invertaz (sakkaraz veya sukroz), katalaz, fosfataz ve gluko-oksidadaz bulunmaktadır. Balda bulunan enzimlerin kaynağı; nektar, yaprak bitlerinin salgıları veya tükürük bezi salgıları olabilmektedir (Korkmaz, 2008). Balda, alfa ve beta amilazlar bulunur. Alfa amilaz; nişastaya etki ederek alfa-1,4 glikozidik bağlarını parçalar ve reaksiyon sonucunda dekstrin ve çok az miktarda maltoz oluşur. Beta amilaz; polisakkaritlerin indirgen

olmayan ucundan her defasında bir maltoz birimini oluşturmak üzere alfa-1,4 glikozidik bağlarını hidrolizleyerek aktivite gösterirler. İvertaz (sakkaraz), nektarın bala dönüşmesindeki kimyasal değişikliklerin çoğundan sorumlu olup, nektardaki sakkarozun, fruktoz ve glukozu dönüştürülmesini sağlamaktadır (Korkmaz, 2008). Arıların başında bulunan bezlerden salgılanan gluko-oksidad, glukoz üzerine etki ederek hidrojen peroksit ve glukonik asit oluşturmaktadır. Reaksiyon sonucu oluşan hidrojen peroksit bala antibakteriyel özellik katmaktadır. Balın içeriğinde bulunan katalaz enzimi de hidrojen peroksiti oksijen ve suya dönüştürmektedir (Korkmaz, 2008).

Isı; invertaz ve amilazın aktivitelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Taze ve saf ballarda enzim etkinliği oldukça geniş sınırlar içinde değişiklikler gösterebilmektedir. Isı ile bu enzimlerin etkinliği azalırken, balın hidroksimetilfurfural (HMF) içeriği artmaktadır (Anonim, 2003). HMF'nin oluşumu; pH, sıcaklık, ısıtma süresi ve şeker yoğunluğuna bağlıdır. HMF'nin sitotoksik, genotoksik ve kanserojen gibi hasar verici etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Kumova, 1986).

Bala kendine has kokusunu veren ve tatlılık özelliğini azaltan maddeler balda bulunan asitlerdir. Balın asidik yapıda olması mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını arttırmaktadır. Bal içerisinde asetik, bütirik, sitrik, formik, laktik, malik, süksinik, glukonik, oksalik, kaprik, tannik, tartarik ve valerik asitler bulunmaktadır. Balda en fazla bulunan asit, gluko-oksidad enziminin faaliyeti sonucu meydana gelen glukonik asittir. Arılar bal gözleri sırlanmadan önce iğnelerinden petek gözlerine formik asit enjekte ederler ve bu asit balın düşük pH değerinden büyük oranda sorumludur. Ayrıca formik asit sayesinde balın olgunlaşması da sağlanmaktadır (Korkmaz, 2008).

Balın vitamin oranı oldukça düşüktür. Balda A vitamini bulunmazken, B grubu vitaminler (B1, B4) ile C, E ve K vitaminleri bulunmaktadır. Ayrıca balda tiamin, riboflavin, askorbik asit, niasin, biotin ve folik asit varlığı da belirlenmiştir (Korkmaz, 2008).

Kristalize bal "kristalizasyon metodlarının herhangi birine tabi tutularak veya balın kristalleşmesi için herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın tamamen veya kısmen şekerleşmiş, krema ve fondan kıvamındaki bal" şeklinde tanımlanmıştır. Bal aşırı doymuş

bir çözeltilidir ve buna bağlı olarak kararlı olma eğilimi göstererek kristalize olabilmektedir. Balın kristalleşmesini içeriğindeki su, glukoz ve fruktoz oranları, balın depolanma sıcaklığı, depolama sıcaklığının dalgalanması ve balda bulunan polen gibi katı maddelerin miktarı etkilemektedir. Bu faktörlere bağlı olarak balın fruktoz oranı düşerken glukoz oranının artması şekerlenmeyi desteklemektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda balın şekerlenme eğiliminin belirlenmesinde glukoz/su oranı üzerinde yoğun bir şekilde durulmaktadır (Korkmaz, 2008).

2.4.1.4 Balın biyolojik özellikleri

Antimikrobiyal özellik

Balın antimikrobiyal aktivitesi; şeker içermesine, asitliğine, pH seviyesine, osmotik basıncına, gluko-oksidad enzimi sayesinde enzimatik aktivite ile hidrojen peroksit üretmesine bağlıdır. Balda bulunan gluko-oksidad enzimi su ve oksijen ile glukozu glukonik asit ve hidrojen peroksit'e ayrıştırmaktadır. Hidrojen peroksit ve asidik ortam, olgunlaşma esnasında balı korumakta ve antimikrobiyal özellik kazandırmaktadır. pH değerinin düşmesiyle enzim inaktif olurken, hidrojen peroksit su ve oksijene parçalanırken balın sulanmasına sebep olabilmektedir. Gluko-oksidad enzimi ısı ve ışık ile de inhibe olabilmektedir. Bal, saklama koşulları stabil tutulduğunda 6 ay boyunca aktivitesini devam ettirebilmektedir. Yüksek miktarda fenolik bileşik içeren ballar antimikrobiyal aktivite açısından daha stabildirler. Balda bulunan katalaz enzimi ise hidrojen peroksidi parçalama özelliği gösterdiğinden balın antimikrobiyal özelliğini azaltmaktadır (Molan, 1992; Çelimli, 2004; Mundo vd., 2004). Balda bulunan lizozim enziminin de antibakteriyel özelliğe katkı sağladığı bilinmektedir (Molan, 1992; Mundo vd., 2004). Ayrıca, bal aşırı doymuş bir çözeltilidir ve bu sayede mikroorganizmaların su kaybederek ölmesini veya çoğalmamasını sağlayarak da antibakteriyel aktivite göstermektedir (Çelimli, 2004). Bal; yangısal ödemi azaltarak, yara bölgesine makrofajların çekilmesini sağlayarak, yaranın temizlenmesini gerçekleştirerek, ölü dokuların atılmasını hızlandırarak, lokal olarak hücrel enerji kaynağı sağlayarak, sağlıklı granülasyon dokusu oluşturarak ve yara üzerindeki protein tabakası için koruyucu bir etki yaratarak yara iyileşmesi sağlamaktadır. Bal numunelerinin *Escherichia coli*, *Helicobacter pylori*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*,

Salmonella typhimurium, *Serratia marcescens*, *S. aureus* ve *Streptococcus pyogenes*'e karşı antibakteriyel etki gösterdiği bildirilmiştir (Çelimli, 2004).

Ayrıca balda bazı minerallerin (demir, bakır) ve hidrojen peroksidin bulunması, aktif hidroksil radikallerinin oluşumunu sağlayarak ürünün antibakteriyel özellik göstermesine de katkı sağlayabilmektedir. Buna bağlı olarak bal; kronik hastalıklarda, diyabetik ve peptik ülserli hastalarda, katarakt tedavisinde ve diğer göz hastalıklarının tedavisinde başvurulan doğal bir besin maddesidir (Güler, 2005).

Antioksidan özellik

Balın antioksidan aktivitesi oksidatif reaksiyonları indirgeme yeteneği ile ilgilidir. Lizozim, fenolik asitler ve flavonoidler balın antioksidan aktivite göstermesinde etkili olan faktörlerdir. Fenolik bileşikler bitkilerde bulunan en önemli bileşiklerdir ve bilinen 8.000 farklı yapısı vardır. Bu bileşiklerin antioksidan, antitrombotik, antiinflamatuvar ve analjesik gibi biyolojik aktiviteler gösterdikleri rapor edilmiştir. Balın fenolik asitleri; benzoik ve sinamik asit olmak üzere iki sınıfta incelenir. Balın flavonoidleri; flavonoller, flavonlar ve flavononlar olmak üzere üç gruba ayrılır. Balda bulunan enzimler oksijenin uzaklaştırılmasını sağlayan antioksidanlar olarak etki göstermektedir (Küçük vd., 2007). Balın antioksidan özelliğini enzimatik (katalaz, gluko-oksidad, peroksidaz) ve enzimatik olmayan maddeler (askorbik asit, a-tokoferol, karotenoidler, aminoasitler, proteinler, organik asitler ve polifenolik bileşikler) önemli ölçüde belirlemektedir (Mckibben ve Engeseth, 2002; Buratti vd., 2007; Ferreira vd., 2009). Bu bileşikler balın renk, tat ve koku gibi niteliklerine olan katkısından ve sağlık üzerine olan olumlu etkilerinden dolayı oldukça önemlidir. Balın fenolik bileşiklerinin antioksidan kapasitesi ve kompozisyonu, mevsim ve çevresel faktörler nedeniyle değişkenlik gösterebilmektedir. Farklı lokasyonlardan elde edilen balların aktif bileşiklerinin kompozisyonları da farklıdır (Devarajan ve Venugopal, 2012). Balın içeriğinde antioksidan olarak bulunabilen C ve E vitaminleri, katalaz ve peroksidaz gibi enzimler de bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar genellikle koyu renkli balların bol miktarda fenolik bileşik bulundurduğunu ve bu bileşiklerin askorbik asit ve E vitaminine kıyasla kuvvetli bir antioksidan olduğunu göstermektedir. Meyve ve sebzelerin işlenmesi esnasında enzimatik reaksiyon sonucu ortaya çıkabilen

kahverengileşmenin olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla da doğal antioksidan olarak baldan faydalanılabilmektedir (Güler, 2005).

İnsan sağlığı açısından önemi

Tadı, aroması ve diğer üstün özelliklerinden dolayı çoğunlukla besin ve enerji kaynağı olarak tüketilen yüksek enerjili ve karbonhidratlı bir ürün olan bal; yara ve yanıkların giderilmesinde, yangısal ödemin azaltılmasında ve kronik sindirim sistemi rahatsızlıklarında (peptik ülser ve hazımsızlık) tedavi edici olarak kullanılmaktadır (Çelimli, 2004; Güler, 2005; Erdoğan ve Erbilir, 2007). Ekstraktları tıpta kullanılan bitkilerle beslenen bal arıları tarafından üretilen balların larenjite, üst solunum yolları hastalıklarına karşı tedavi edici etki gösterdiği de bilinmektedir. Kozmetikte cildi besleyici ve nemlendirici olarak kullanılan balın; katarakt, konjiktivit ve çeşitli kornea hasarlarına karşı da gözün içine uygulama yapılarak tedavi amaçlı kullanıldığı rapor edilmiştir. Böbrek fonksiyonlarının düzenlenmesinde, uykusuzluğun giderilmesinde ve kalp, karaciğer ve dolaşım sistemi hastalıklarında iyileştirici olarak tüketilen balın, son yıllarda travmatolojik hastalıkların tedavisinde de kullanıldığı bildirilmektedir (Şahinler, 2000; Castaldo ve Caspasso, 2002; Orhan vd., 2003). Ağız, boğaz ve bronş enfeksiyonlarına karşı etkili olan (Erdoğan ve Erbilir, 2007) balın, ayrıca kimyasal değişimler sonucu oluşan kötü kokulu bileşimler yerine laktik asit üreterek koku giderici bir etkiye sahip olduğu da vurgulanmaktadır (Silici vd., 2009).

2.4.2 Propolis

2.4.2.1 Propolisin tanımı

Bal arıları (*Apis mellifera* L.) tarafından ağaçların yaprak ve kabuklarından, bitkilerin tomurcuk ve filizlerinden toplanan, özel reçine ve mumsu maddelerin, arının tükürük enzimleriyle biyokimyasal olarak değişikliğe uğratılmasıyla elde edilen ve içeriği toplandığı vejetasyona bağlı olarak değişiklik gösterebilen propolis; kovan iç yüzeyinin kaplanması, yarık ve çatlakların kapatılması, peteklerin kenarlarının sertleştirilip onarılması, yaz sonunda çerçevelerin bağlanması, kovan giriş deliğinin küçültülmesi, ana arı yumurtlamadan önce petek gözlerinin cilalanmasını sağlamak gibi birçok amaçla

arılar tarafından kullanılır (Kumazawa vd., 2004; Kutluca vd., 2006; Silici ve Güçlü, 2010).

2.4.2.2 Propolisin fiziksel özellikleri

Yapışkan ve reçineli bir madde olan propolis elde edildiği kaynağa ve depolama süresine göre rengi sarı-yeşilden koyu kahverengiye kadar değişiklik gösterebilmektedir (Silici ve Güçlü, 2010; Silici, 2003). Depolama sırasında kararabilen, güneş ışınlarının etkisiyle elastikiyetini kaybedebilen propolis, bulunduğu ortamın sıcaklığı 15°C'nin altına düştüğünde sertleşip kolayca kırılabilen gevrek bir hal almaktadır. Erime sıcaklığı 80°C ile 105°C arasında değişen, genellikle alkolde (etanol, metanol) çözünen propolis; suda ve hidrokarbonlarda çok az miktarda çözünürken, eter veya kloroformda ise tamamen çözünebilmektedir (Schmidt, 1997).

2.4.2.3 Propolisin kimyasal özellikleri

Kimyasal bileşimi ve buna bağlı olarak farmakolojik etkileri elde edildiği bitkiye toplandığı bölgeye, koloniye ve mevsime göre değişiklik gösterebilen ve son derece karmaşık bir yapıya sahip olan propolis, % 50 reçine ve balsam, % 30 balmumu, % 10 esansiyel ve aromatik yağlar, % 5 polen ve % 5 diğer organik madde içerdiği kaydedilmiştir (Çizelge 2.3.) (Silici ve Güçlü, 2010).

Çizelge 2.3. Propolisin bileşiminde bulunan maddeler ve oranları (Silici ve Güçlü, 2010)

Kimyasal Madde	(%)
Reçine	50
Mumlu Bitkiler	30
Essansiyel Yağlar	10
Organik Maddeler ve Mineral Maddeler	5
Polen	5

Propolisin kimyasal içeriğinde; prenilenmiş p-kumarik asitler, asetofenon türevleri, lignanlar, diterpenik asitler, triterpenler, uçucu bileşenler, monoterenler,

sesquiterpenler, aromatik bileşenler (ksiloz, galaktoz, mannoz, glukuronik asit, laktoz, maltoz, melibioz, eritritol, ksilitol) bulunmaktadır (Bankova vd., 2000). Alkol gibi çözücülerde çözünebilen fraksiyonları ile tıbbi açıdan önemli bileşenler içeren propolis; polifenoller (flavonoid aglikonlar, fenolik asitler) ve onların esterleri, fenolik aldehytler, alkoller ve ketonlar, kumarinler, stereoidler, aminoasitler ve inorganik bileşikler gibi çeşitli yapıları içermektedir (Çizelge 2.3.). Ayrıca propolisin yapısında pinosembrin, pinobanksin, akasetin, krisin, rutin, katesin, naringenin, galangin, luteolin, kampferol, apigenin, mirsetin, kuarsetin gibi flavonoidlerin yanı sıra 9-hekzadekanoik asit, kafeik asit, sinnamik asit, ve ferulik asit gibi fenolik asitler de saptanmıştır (Marucci vd., 2001; Silici, 2003). Propolisin süksinik dehidrogenaz, glukoz-6-fosfataz, adenozin trifosfataz ve asit fosfataz gibi enzimler içerdiği de bilinmektedir (Silici, 2003).

Propoliste en fazla oranda bulunan mangan ve çinko minerallerinin yanı sıra barit, titan, bakır, kurşun, nikel, kobalt, vanadyum, krom, kalay (0-110,60 mg/100g), kalsiyum, fosfor, potasyum, kükürt, sodyum, klor, demir, magnezyum, molibden, alüminyum, silisyum, civa, selenyum, zirkonyum, flor ve antimon minarelleri de bulunmaktadır (Özan, 2006; Cantarelli vd., 2011).

Elde edildiği vejetasyona bağlı olarak miktarı değişkenlik göstermekle birlikte vitamin içeriği oldukça düşük olan propolis; B1, B2, B6, C ve E vitamini ile nikotik ve pantotenik asit de ihtiva etmektedir (Özan, 2006). Ayrıca propolis serin, glikol, asparajin, glutamik asit, alanin, triptofan, fenilalanin, sistin, lizin, histidin, arginin, prolin, trionin olmak üzere 8–17 kadar aminosit içermektedir (Bankova vd., 2000).

2.4.2.4 Propolisin biyolojik özellikleri

Antibakteriyel, antiviral, antifungal, antiparaziter, antioksidan, immunostimülatör etkileri ile tıp, apiterapi, biyokozmetik alanlarında yararlanılan propolisin içeriğindeki flavonoidler, aromatik asitler, fenolik asitler ve esterleri ile sahip olduğu farmakolojik aktiviteleri; biyolojik polimerlere bağlanma, ağır metal iyonlarına bağlanma, elektron taşınmasını hızlandırma ve serbest radikalleri tutma gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Gulcin vd., 2010; Silici ve Güçlü, 2010).

Antimikrobiyal özellik

Elde edildiği bitkiye, coğrafik bölgeye, mevsime ve arı türüne bağlı olarak kimyasal içeriği ve biyolojik aktivitesi farklılık arzeden propolisin antimikrobiyal özelliği de değişkenlik gösterebilmektedir (Kaya vd., 2012). Propolisin antimikrobiyal etki gösteren aktif maddeleri pinosembrin, galangin, kafeik asit fenil ester ve ferulik asittir. Antifungal komponentleri ise pinosembrin, pinobanksin, kafeik asit fenil ester, benzil ester, sakuranetin ve pterostilbendir. Antiviral komponentleri ise; kafeik asit fenil ester, luteolin ve kuersetindir (Banskota vd., 2001). Cilt hastalığına yol açan mantarlara karşı yüksek flavonoid içeriğiyle aktivite gösterebilen propoliste bulunan galangin *Aspergillus tamarii*, *Aspergillus flavus*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Penicillium digitatum* ve *Penicillium italicum*'a karşı inhibitör özellik sergileyebilmektedir (Coşkun, 2006).

Antioksidan özellik

Propolisin yapısında antioksidan özelliği ile en etkili ve bol bulunan flavonoidlerin yanı sıra kampferol ve fenetil kafeat gibi maddelerden dolayı da propolisin güçlü antioksidan özelliğinin olduğu tespit edilmiştir (Kumazawa vd., 2004). Doza bağımlı olarak serbest radikal temizleme etkisine sahip olan ve propolisin antioksidan etkinliğinde önemli rol oynayan kafeik asit fenetil ester (CAPE); ksantin oksidaz aktivitesini belirgin biçimde inhibe eder ve antilipoperoksidatif aktivite gösterir (Russo vd., 2002). Sahip olduğu aktif komponentlerden dolayı kıkırdak dokuyu koruyucu ve serbest radikal temizleyici etkiye sahip olan propolis prostoglandinlerin sentezini inhibe, timus bezini aktive eden, fagositik aktiviteyi tetikleyerek savunma sistemine yardımcı olan, hücrel bağışıklığı stimüle eden ve epitelyal dokularda iyileşmeyi olumlu etkileyen antiinflamatuvar ajandır (Russo vd., 2002; Borelli vd., 2002; Cardile vd., 2003).

İnsan sağlığı açısından önemi

Aşırı dozda kullanımı istenmeyen durumlara yol açabilen, düşük dozlarda kullanılması güvenli olan propolis; ağızdaki minör ülserlerin, ağrılı yaraların ve ciltteki enfeksiyonların tedavisinde kullanılabilen bir üründür (Castaldo ve Capasso, 2002).

Spreyleri hazırlanılarak solunum yoluyla alındığında romatizmaya ve astıma iyi geldiği, gut hastalığının tedavisinde kullanıldığı, sakinleştirici olarak alındığı, antidiyabetik aktivite gösterdiği, kapilleri güçlendirdiği, doku yenilenmesini sağladığı, habis tümör hücrelerinin gelişimini engellediği, bakterisid ve fungusid özelliği olduğu ifade edilen propolis östrojen reseptörleri aracılığı ile de zayıf östrojenik etki gösterebilmektedir. Ayrıca sprey veya merhemleri kronik vajinitis, serviks uterusun lezyonları gibi genital patojenlerin tedavisinde de lokal olarak uygulanmaktadır. kardiyovasküler ve dolaşım sistemi hastalıklarında, kanser tedavisinde, immun sistem ve sindirim sistemi hastalıklarında tedavi edici, karaciğer rahatsızlıklarına karşı ise koruyucu olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Şahinler, 2000; Song vd., 2002; Kutluca vd., 2006). Propolis kullanan kişilerde zehirlenme belirtisine rastlanmamakla birlikte bazı alerjik reaksiyonların ortaya çıkabileceği ifade edilmiştir (Callejo vd., 2001).

2.4.3 Polen

2.4.3.1 Polenin tanımı

Bal arıları tarafından toplanan, çiçekli bitkilerin erkek organlarında meydana gelen buruşuk, dikenli, yağlı ve yapışkan yapıda kurutulmuş üreme ünitelerine polen adı verilmektedir (Krell, 1996; Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005). Arılar büyümeleri ve salgı bezlerinin gelişmesi için proteine ihtiyaç duymaktadırlar ve protein ihtiyaçlarını da polenden karşılamaktadırlar (Paramas vd., 2006; Çankaya ve Korkmaz, 2008). Yüksek yapılı bitkilerde tozlaşmanın olabilmesi ve bitkilerin hayatını devam ettirebilmesi için rüzgâr, yağmur, kuşlar ve böcekler gibi faktörlerle çiçeğin dişicik tepesine aktarılması gereken polenler; protein kaynağı olmasının yanında lipit, sterol, vitamin ve mineralleri içermesiyle de bal arılarının yavru yetiştirmesi ve genç dönemlerinde dokularının, kaslarının, salgı bezlerinin ve diğer organlarının yeterince gelişmesi için yardımcı olan tek besin maddesidir (Genç ve Dodoloğlu, 2002; Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005). Polen toplama davranışını koloninin büyüklüğü, depolanan polen miktarı, kuluçka ve ana arının varlığı etkilemektedir (Pernal ve Curie, 2001).

2.4.3.2 Polenin fiziksel özellikleri

Rüzgâr ve su yardımıyla taşınan polenlerin yüzeyi pürüzsüz iken, böcek veya diğer hayvanlar yardımıyla taşınan polenlerin yüzeyleri değişik girinti ve çıkıntılara sahiptir. Bitki türlerinde polen tanelerinin şekil ve büyüklükleri farklılık gösterir (Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005). Rengi sarıdan yeşile, siyahtan mora, beyazdan pembeye kadar değişiklik gösterebilen polen tanelerinin şekil ve büyüklükleri bitki türlerine göre farklılık göstermektedir (Liebelt vd., 1994).

2.4.3.3 Polenin kimyasal özellikleri

Üretim yöntemine ve toplandığı bitkilere göre kimyasal içeriği değişebilen, farklı oranlarda karbonhidrat, protein ve lipit içeren polenin; sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, klor, fosfor, demir, bakır, iyot, mangan, kobalt, çinko ve nikel esas olarak mineral maddelerinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Standifer, 2003).

Karbonhidrat olarak indirgen ve indirgen olmayan şekerler ile nişasta bulunduran polen içeriğinde organik asitler, serbest aminoasitler, nükleik asitler, enzimler, koenzimler, vitaminler (C vitamini, B kompleks vitaminler (tiamin, niacin, riboflavin (B2), pridoksin (B6), biotin, pantotenik asit), E vitamini), karotenoidler, doğal hormonlar (oksin, giberellin, kinin ve büyümeyi engelleyiciler), flavonoidler (pinosembrin, kuersetin, kampferol, galangin, izoramnetin) bulundurmaktadır (Schmidt, 1997; Saric vd., 2009). Serbest aminoasit ve proteinin en önemli kaynağı olan polenin (Dimou vd., 2006) içeriğinde yer alan bazı bileşenler çizelge 2.4.'de (Schmidt, 1997) gösterilmektedir.

Çizelge 2.4. Polen içeriği (Schmidt, 1997)

Bileşenler	Değerleri	Bileşenler	Değerleri
Enerji Kcal/g	2.46	Nikel	4.5 ppm
Protein	% 23.7	Tiamin	9.4 ppm
Karbonhidrat	% 27	Niasin	157 ppm
Lipit	% 4.8	Riboflavin	18.6 ppm
Fosfor	% 0.53	Pridoksin	9 ppm
Potasyum	% 0.58	Pantotenat	28 ppm
Sodyum	% 0.044	Folik Asit	5.2 ppm
Kalsiyum	% 0.225	Biotin	0.32 ppm
Magnezyum	% 0.148	C Vitamini	350 ppm
Çinko	87 ppm	Karoten	95 ppm
Bakır	14 ppm	E Vitamini	14 ppm
Demir	140 ppm		

Arjinin, histidin, lösin, izolösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan ve valin gibi arıların ihtiyaç duyduğu ve yalnızca dışardan alınabilen aminoasitler (esansiyel aminoasit) ile esansiyel olmayan ancak gelişmeye katkısı olan prolin, glisin ve serin gibi aminoasitleri içermektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2002). Bunların dışında arılar için toksik etki oluşturabilecek bileşikler bulunduran polenlerde bulunmaktadır. Polen kaynaklı bu toksik ve alkaloid maddelerden korunmak için bal arıları polenlerden oluşan bir karışımı tüketmektedirler (Ötleş, 1995).

2.4.3.4 Polenin biyolojik özellikleri

Antimikrobiyal özelliği

Arı polenin *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi* ve *Escherichia coli* gibi bakterilere ve *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Zygosaccharomyces mellis* ve *Candida magnoliae* gibi mayalara karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Morais vd., 2011).

Antioksidan özelliği

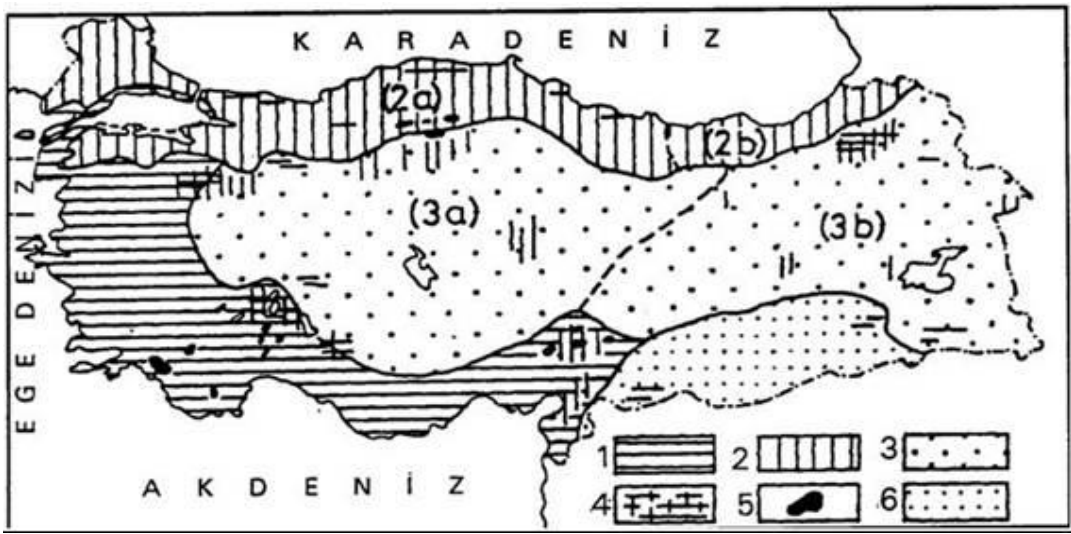
Oksidatif stresin oluşturabileceği hasarı indirgeyerek ve makromoleküler oksidasyonu engelleyerek insan sağlığına olumlu yönde katkı yaptığı bilinen fenolik bileşikler gibi fitokimyasallar metal şelatlama ve serbest radikal süpürme özelliğine de sahiptirler (Morais vd., 2011). Yapısında pinosembrin, kuersetin, kampferol, galangin, izoramnetin, krizin, kafeik asit bulunan polenin antioksidan aktivitesi ile içeriğindeki fenolik bileşikler arasında bir ilişki olup olmadığı ile ilgili birçok çalışma rapor edilmiştir. Polenin bu aktivitesi elde edildiği bitkinin türüne ve onun coğrafik kökenine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Estevinho vd., 2008; Marghitas vd., 2009; Saric vd., 2009; Morais vd., 2011).

İnsan sağlığı açısından önemi

Antimikrobiyal, antifungal, antioksidan, antiradyasyon, hepatoprotektif, kemoprotektif veya kemopreventif ve antiinflamatuvar etkilere sahip sağlıklı bir besin maddesi olan polen canlının gelişmesi ve büyümesi için ihtiyaç duyabileceği, günlük temin etmesi gereken tüm maddeleri içinde barındırmaktadır (Pascoal vd., 2014). Domates, kabak, fasulye, elma, ekmek ve et gibi gıda ürünleriyle karşılaştırıldığında, polen daha fazla protein, demir, tiamin, riboflavin, niasin içermesinden dolayı; insan sağlığı, beslenmesi ve genel olarak vücut direncinin korunmasında büyük önem arz etmektedir (Schmidt, 1997). Çocukların sağlıklı gelişmesi ve beslenmesinde, zihinsel ve bedensel yorgunlukların giderilmesinde, düşünme ve çalışma gücünün artırılmasında, kansızlığın giderilmesinde, sporcularda performans arttırılmasında ve metabolizmanın düzenlenmesinde etkili olan polen; polene alerjisi olan insanlarda iştahsızlık, baş ağrısı, bulantı, kusma, karın ağrısı, kaşıntı gibi rahatsızlıklara ve bazen de anafilaktik şoklara yol açabilmektedir. Polen alerjisi bulunan kişilerin tedavi edilmesi amacıyla polen kullanılabilir (Schmidt, 1997; Çankaya ve Korkmaz, 2008)

2.5 Türkiye'nin Fitocoğrafik Bölgeleri ve Florası

Ülkemiz coğrafi konumu itibarı ile birçok iklimin etkisi altında kalmakta ve bitki örtüsü çeşitliliği açısından da oldukça farklılık göstermektedir (Atalay, 1994). Türkiye; Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan Flora bölgelerini bir arada barındırır (Şekil 2.2.). Ülkemiz yükseklik ve bakı farklılıkları gösterdiği için bu floristik alanları birbirinden kesin çizgilerle ayıramayız (Atalay, 1994).



Şekil 2.2. Türkiye'nin Fitocoğrafya Bölgeleri, 1-Akdeniz, 2- Avrupa-Sibirya, 2a-Öksin, 2b-Kolşik, 3-İran-Turan, 3a-İç Anadolu, 3b-Doğu Anadolu, 4-Önemli relict topluluklar, 5-Endemiklerin yaygın olduğu alanlar, 6-Mezopotamya alt bölgesi (Atalay, 1994).

Nemli ılıman ve nemli soğuk iklimin etkili olduğu kuzey bölgelerimiz ile Gelibolu ve Biga yarımadası dışında kalan Marmara Bölgesi Avrupa-Sibirya fitocoğrafya bölgesi içerisinde yer alır. Avrupa-Sibirya Bölgesi Öksin ve Kolşik olmak üzere iki alt bölgeyi içerir (Atalay, 1994; Akman vd., 2005). Öksin bölgesinin başlıca bitki türleri: *Abies nordmanniana* (Kafkas göknarı), *Acer campestre* (ova akçaağacı), *Acer trautvetteri* (Kafkas akçaağacı), *Abies bornmulleriana* (Uludağ göknarı), *Carpinus betulus* (adi gürgen), *Castanea sativa* (Avrupa ve Anadolu kestanesi), *Corylus avellana* (kuzu fındığı), *Corylus colurna* (ayı fındığı), *Crateagus microphylla* (küçük yapraklı geyik diken), *Fagus orientalis* (doğu kayını), *Daphne pontica* (sırımbağı), *Mespilus germanica* (muşmula), *Rhododendron luteum* (sarı çiçekli ormangülü), *Rhododendron ponticum* (mor çiçekli ormangülü), *Smilax excelsa* (gıcır), *Sorbus torminalis* (akçaağaç

yapraklı üvez), *Staphylea pinnata* (yabani menengiç), *Tilia rubra* (Kafkas ıhlamuru)'dır (Atalay, 1994; Akman vd., 2005).

Kolşik bölgenin elemanları (Atalay, 1994; Akman vd., 2005); *Betula medwedewii* (huş), *Daphne glomerata* (yakı otu), *Diospyros lotus* (Trabzon hurması), *Phillyrea decora* (akçameşe), *Rhododendron caucasicum* (Kafkas ormangülü), *Rhododendron smirnovii* (orman gülü), *Rhododendron ungeri* (orman gülü), *Sorbus subfusca* (Üvez)'dir (Atalay, 1994; Akman vd., 2005).

Marmara Denizi'nin kuzey kıyılarının güney kısmından başlayıp Gelibolu ve Biga yarımadalarının batısı, Ege Bölgesi'nin Ege Bölümü ve yaklaşık olarak tüm Akdeniz Bölgesi, Akdeniz (Ege-Akdeniz) Fitocoğrafya Bölgesi içerisinde yer almaktadır (Atalay, 1994; Akman vd., 2005); *Abies cilicica* (göknar), *Arbutus unedo* (kocayemiş), *Cedrus libani* (sedir), *Ceratonia siliqua* (keçi boynuzu), *Celtis australis* (çitlenbik), *Cistus creticus* (tüylü laden), *Daphne sericea* (dafne), *Erica verticillata* (pembe çiçekli funda), *Fontanesia phillyreoides* (akçakesme yapraklı çılıbırtı), *Juniperus oxycedrus* (Katran ardıcı), *Laurus nobilis* (defne), *Myrtus communis* (mersin), *Nerium oleander* (zakkum), *Olea europea* var. *oleaster* (yabani zeytin), *Pistacia lentiscus* (sakız), *Pinus brutia* (kızılçam), *Pinus pinea* (fistikçamı), *Quercus libani* (Lübnan meşesi), *Quercus infectoria* (mazı meşesi), *Styrax officinalis* (Tesbih ağacı), *Lavandula stoechas* (lavanta çiçeği), *Pinus brutia* (kızılçam), *Pinus nigra* (karaçam), *Poterium spinosum* (Diken çalısı), *Thymbra spicata*, *Sarcopoterium spinosum* (abdest bozan), *Vitis sylvestris* (asma)'dir (Atalay, 1994; Akman vd., 2005). Ayrıca Akdeniz Bölgesi'ndeki dağlarda ağaç sınırının üzerinden itibaren daha çok yastık biçiminde olan dikenli *Astragalus* (geven), *Acantholimon* (çoban yastığı) ve *Onombrychis cornuta* (korunga) bitkileri ön plandadır (Atalay, 1994; Akman vd., 2005).

Yüksek dağlar dışında Türkiye'de İran-Turan (İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu) Bölgesi iki ana vejetasyon sahasına ayrılmaktadır (Atalay, 1994).

- Yapraklı döken çalı ve park görünümündeki ormanların oluşturduğu geniş bir çevre veya dış kuşak (Atalay, 1994).
- İç Anadolu'nun ağaçsız alanı "gerçek step" olarak anılan İç Anadolu stebidir; bu step alanı Tuz gölü çevresinde yer alır; ancak Eskişehir, Karaman, Niğde, Sivas

ve Çankırı'ya kadar uzanır. Diğer ağaçsız step alanı Güneydoğu Anadolu'nun büyük bir bölümünü kaplamaktadır ve hatta Malatya civarında, Erzincan'dan Erzurum'a Gümüşhane'den Bayburt'a Van Göl'ünden Aras vadisine kadar olan alanlarda da yer yer görülür. Dağ stepleri ise, Doğu Anadolu'nun yüksek alanlarında bulunur (Atalay, 1994).

İç Anadolu'nun ağaçsız steplerinde *Artemisia fragrans* (yavşan otu) baskın türdür ve karakteristik türler ise şu şekildedir: *Achillea santolina*, *Euphorbia tinctoria*, *Globularia orientalis*, *Isatis glauca*, *Linum hirsutum* subsp. *anatolicum*, *Moltkia aurea*, *Noeaea mucronata*, *Peganum harmala*, *Phlomis armaniaca*, *Poa bulbosa* ve *Teuricum orientale*'dir. Tuz gölü çevresinde İran veya Trans-Hazar ile akrabalığı olan tuzcul (halofit) vejetasyon da bulunur (Atalay, 1994; Akman, 1995). Doğu Anadolu dağlarında *Bromus tomentellus* çok yaygındır. Yüksekliğin artışına bağlı olarak dikenli-yastık biçimli bitkiler (*Astragalus*, *Acantaholimon*, *Onobrychis*) artış gösterir. Kuzeydoğu Anadolu yüksek alanlarında özellikle *Stipa* ve dikenli yastık şekilli bitkiler önemli bir yer tutar (Atalay, 1994; Akman, 1995). Güneydoğu Anadolu'daki alçak plato, yayla ve ovalar; *Artemisia herba-alba*, *Erygium noeanum*, *Hypericum laeve*, *Papaver stylatum*, *Phlomis kurdica* ve *Salvia spinosa* türlerini barındırır. Güneydoğu Anadolu düzlükleri ve ovalarında tarım yapıldığından doğal vejetasyonu yeteri kadar saptamak zordur (Atalay, 1994; Akman, 1995).

İç Anadolu'nun kuzey, batı ve güneyi karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) ile kuşatılmıştır. Yer yer topluluklar halinde *Juniperus oxycedrus* (katran ardıcı), *Juniperus excelsa* (boylu ardıç), *Juniperus foetidissima* (kokar ardıç), *Pistacia atlantica* (fıstık), *Berberis crataegina* (kadın tuzluğu) ve ağaççıklardan *Pyrus elaeagnifolia* (yabani armut), *Pyrus amygdaliformis* (badem yapraklı ahlat), *Prunus microcarpa* (erik), *Amygdalus orientalis* (badem), *Crataegus orientalis* (alıç)'dir (Atalay, 1994; Akman vd., 2005). Doğu Anadolu Bölgesi'nin stepleri ve dağları yastık şeklinde dikenli türler ihtiva eder. Ayrıca çalı ve park görünümündeki kuru ormanlar da yer yer bulunmaktadır. Belli başlı türleri; *Juniperus excelsa* (boylu ardıç), *Quercus infectoria* (mazı meşesi), *Quercus libani* (Lübnan meşesi), *Quercus infectoria* subsp. *bossieri*'dir. Güneyde ise *Quercus brantii* (Doğu Anadolu palamut meşesi), *Quercus pubescens*

(tüylü meşe), *Acer cinerascens* (akçaağaç), *Pistacia khinjuk* (fıstık), *Rhamnus kurdicus* (cehri) ve *Sorus persica*'dir (Atalay, 1994; Akman vd., 2005).

Pleistosen ve Holosen'in ilk dönemlerinde ortaya çıkan iklim değişimleri florada büyük ölçüde değişmeye yol açmıştır. Soğuk ve glasiyal dönemlerde kuzeyde yer alan bitkiler güneye, sıcak ve nemli dönemlerde güneyde bulunan bitki türleri de kuzeye doğru yayılım göstermişlerdir (Atalay, 1994; Akman vd., 2005). Orografik uzanımlar ve bakının meydana getirdiği lokal ortamlarda, farklı flora bölgelerine ait bitki türleri yerleşmiştir. Kuzey Anadolu dağlarının kuzeye bakan yamaçları ve yüksek bölgeler; nemi seven bitki çeşitlerinin yayılması için uygun ortam oluşturmuştur (Atalay, 1994; Akman, 1995; Akman vd., 2005).

2.6 Literatür Özeti

Portekiz balları üzerine yapılan bir çalışmada, 39 Portekiz monofloral bal örneğinin antioksidan özellikleri belirlenmiştir. Kocayemiş (*Arbutus unedo*), keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*) ve süpürge otu (*Erica umbellata*) monofloral balları yüksek fenolik içeriği ile yüksek antioksidan aktivite göstermiştir. Portekiz'in güneyinin karakteristik bitkilerinden olan kocayemiş ve keçiboynuzu ballarının total fenolik içeriklerinin, bu balların antioksidan aktivitelerini belirleyen çok önemli bir değişken olduğunu ifade etmişlerdir (Alves vd., 2013).

Silva ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; Brezilya'nın *Melipona subnitida* ballarının fenolik bileşiklerinin profili ve antioksidan aktivitesi saptamıştır. Tüm *Melipona subnitida* bal örneklerinin fenolik bileşiklerinin benzer profile sahip olduğu belirtilmiştir. Bal örneklerinin yüksek polifenol içerikleriyle güçlü antioksidan kapasitesinin birbirine bağlı olarak değiştiğine değinmişlerdir. Bu örneklerde gallik, naringenin, kuersetin ve izoramnetin flavonoidleri ile vanilik, 3,4-dihidroksibenzoik ve kumarik asitin yaygın bulunduğu ifade edilmiştir (Silva vd., 2013).

Tornuk ve arkadaşları; toplam 20 bal örneğinin; mikrobiyolojik, biyoaktif özellikleri, major şekerleri ve aroma profillerini araştırmışlardır. Bu örneklerde antioksidan

kapasitenin değişkenlik gösterdiğini ve toplam 88 aroma bileşiminin bulunduğunu ifade etmişlerdir (Tornuk vd., 2013).

Kassim ve arkadaşları, Malezya bal ekstraktlarının, balların antiinflamatuvar etkisini değerlendirmişlerdir. Bal ekstraktlarının farklı miktarlarda çeşitli fenolik bileşikler içerdiğini ve bu içeriğe bağlı olarak farklı *in vitro* antiinflamatuvar aktiviteye sahip olduklarını varsayımlardır. Balın metanol (HME) ve etil asetat ekstraktlarının (HEAE) L929 hücrelerinde tümör nekrosis faktör- α (TNF α) sitotoksitesisi üzerine etkisini test etmişlerdir. Ekstraktlarda major fenolikler olarak ellagic, gallik ve ferulik asitler (mirisetin, klorojenik asit ve kafeik asit) bulunurken düşük konsantrasyonlarda hesperetin, p-kumarik asit, krisin, kuersetin, luteolin ve kampferol tespit etmişlerdir. Ellagic asitin balda en bol bulunan fenolik bileşik olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışma ile HEAE'nin *in vitro* olarak oldukça yüksek antiinflamatuvar aktivite gösterdiği ve HME'nin yüksek düzeyde fenolik bileşik barındırdığı tespit edilmiştir (Kassim vd., 2010).

Hindistan'dan temin edilen birkaç ticari markalı bal örneklerinin antioksidan özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada; bal örneklerinin total fenolik içeriklerinin, protein içeriklerinin, radikal süpürme aktivitelerinin, askorbik asite eşdeğer antioksidan içeriğinin (AEAC) ve demir bağlayabilme antioksidan potansiyel (FRAP) seviyelerinin çeşitli varyasyonlar gösterebileceği ifade etmişlerdir. Hindistan ballarının karşılaştırıldığı bu çalışmada 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH) süpürme aktivitesi ile AEAC ve prolin içeriği arasında da güçlü bir ilişki olduğu belirtmiştir. Antioksidan aktiviteye prolin ve fenol içeriklerinin ve renk pigmentlerinin önemli düzeyde katkısı olduğu vurgulanmıştır (Saxena vd., 2010).

Silici ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada; Türkiye'nin Karadeniz bölgesinden elde edilen 50 Rhododendron bal örneklerinin total fenolik içerikleri, antioksidan, antiradikal ve antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Balın total fenol içeriğinin 0,24 ile 141,83 mg gallik asit equivalent /100 g bal arasında değişen değerler gösterdiğini belirtmişlerdir. Bal örneklerinin antioksidan aktivitesinin 12,76 ile 80.80 mg askorbik asit equivalent/g bal aralığında, radikal süpürme kabiliyetinin %2.30 ile %90,73 aralığında değerlere sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bal örneklerinin *Pseudomonas*

aeruginosa ve *Proteus mirabilis*'e karşı yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, Rhododendron ballarının insan sağlığının korunması açısından iyi bir antioksidan ve antimikrobiyal ajan olduğu gösterilmiştir (Silici vd., 2010)

Farklı renk ve fenolik içeriklere sahip Portekiz ballarının antioksidan özelliklerinin tespiti üzerine yapılan bir çalışmada; indirgeyici güç, radikal süpürme kapasitesi ve lipit peroksidasyonunun inhibisyonunu analiz edilmiştir. Bal örneklerinde fenol, flavonoid, askorbik asit, β -karoten, likopen ve şeker miktarları da tespit edilmiştir. Antioksidan özellikler ve fenolik içerikler üzerine ekstraksiyon metodu ve renk farklılıklarının etkisinin de değerlendirildiği bu çalışmada, en yüksek antioksidan aktivite koyu renkli balda gözlemlenmiştir (Ferreira vd., 2009).

Küçük ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada; Türkiye'den elde edilen üç farklı bal örneklerinde *in vitro* biyolojik aktiviteler ve bazı kimyasal özellikler analiz edilmiştir. İlk iki gruptaki bal örnekleri, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki kestane ve ormangülü çiçeklerinden; üçüncü gruptaki bal örnekleri ise Erzincan'daki geven, kekik ve diğer birçok farklı dağ çiçeklerinden bal arıları tarafından üretilmiştir. Farklı çiçeklerden üretilen bal örnekleri en yüksek peroksinitrit süpürme özelliği gösterirken kestane balının en yüksek fenolik ve mineral içeriğe sahip olduğu, süperoksit radikal süpürme aktivitesi gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmada bal örneklerinin vucüt savunmasında önemli antioksidan ve antimikrobiyal ajanlar olduğu vurgulanmıştır (Küçük vd., 2007).

Gomez-Caravaca ve arkadaşları, doğal antioksidan aktivite gösteren bal ve propolisin zengin fenolik içeriğini araştırmışlardır. Verilere göre bal ve propolisin kalitesinin, kimyasal içeriklerine ve floral kökenine bağlı olduğu bildirilmiştir. Bu ürünlerin fenolik içeriklerinin, temin edildikleri yörenin floral, coğrafik ve iklimik özellikleri ile değişebileceği ifade edilmiştir (Gomez-Caravaca vd., 2006).

Malezya ballarının antioksidan aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada; 2 Malezya balı seçilmiş ve etil asetat ekstraktları yapılarak radikal süpürme, total antioksidan düzeyleri ve total fenolik içerikleri analiz edilmiştir. Antioksidan aktivitenin total fenolik içeriğine belirgin bir şekilde bağlı olduğuna dikkat çekmişlerdir. Çalışmanın

sonucunda balın fenolik içeriklerine bağlı olarak radikal süpürme ve antioksidatif özellikler gösterdiği bildirilmiştir (Aljadi ve Kamaruddin, 2004).

5 farklı tip Yemen balı ve ithal kökenli 4 tip balın toplam fenolik içeriklerinin ve antioksidan aktivitelerinin değerlendirildiği bir çalışmada; 5 Yemen bal örneğinin total fenolik içerikleri incelendiğinde ithal bal örneklerine göre oldukça yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu ifade edilmiştir. *Acacia ehrenbergina*, en yüksek antioksidan aktiviteyi gösterirken en yüksek total fenolik içeriğe de sahiptir. Antioksidan aktivite ve total fenolikler arasındaki pozitif etkileşimi gösteren bu çalışmada, Yemen balının, tedavi amacıyla kullanılabilen fenolik antioksidanların başlıca kaynağı olduğu vurgulanmıştır (Al-Mamary vd., 2002).

Türkiye'nin Erzurum ilinden temin edilen propolisin antioksidan özelliklerini tespit etmek için lipit peroksidasyonu inhibisyonu, radikal süpürme aktivitesi ve total antioksidan aktivite analiz edilmiştir. Yüksek performans sıvı kromatografi ve kütle spektrometre ile kafeik asit, ferulik asit, syringik asit, ellajik asit, kuersetin, a-tokoferol, pirogallol, p-hidroksibenzoik asit, vanilin, p-kumarik asit, gallik asit ve askorbik asitin miktarlarının belirlendiği bu araştırmanın diğer çalışmalar için yeni bir bakış açısı getirdiği ifade edilmiştir (Gulcin vd., 2010).

Safran (*Crocus sativus*) ve propolisin etanol ekstraktlarının *in vitro* antioksidan aktiviteleri ve olası toksikolojik etkilerinin incelendiği bir çalışmada; her iki ekstraktın 5 g/kg doz olarak oral yolla farelere uygulandığı durumda herhangi bir toksisite ya da ölüm olmadığı bildirilmiştir. 8 hafta boyunca her bir sıçan grubuna ekstraktlar 500 mg/kg dozlarda oral olarak uygulandıktan sonra karaciğer ve böbrek fonksiyonlarında önemli bir değişim olmadığı izlenmiştir. Propolisin, safrana göre daha iyi *in vitro* antioksidan aktivite gösterdiği belirtilmiştir. 20–100 mg/mL safran antioksidan aktivite göstermezken, 1–10 mg/mL safranın zayıf antioksidan aktivite sergilediği ifade edilmiştir. Araştırmacılar propolisin etanolik ekstraktının *C. sativus*'un etanolik ekstraktından daha iyi antioksidan potansiyele sahip olduğunu tespit etmişlerdir (Ramadan vd., 2010).

Kalogeropoulos ve arkadaşları'nın Yunanistan, Yunanistan adaları ve Doğu Kıbrıs'dan temin edilen 12 propolis örneğinin kimyasal kompozisyonu, antioksidan aktivitesi ve *in vitro* antimikrobiyal aktivitesi üzerine yaptıkları bir çalışmada; propolisin etanolik ekstraktının önemli bir miktarda flavonoid, krizofenol, terpen, düşük miktarlarda fenolik asit ve onların esterlerini barındırdığı gösterilmiştir. Kompozisyon farklılıkları olmasına rağmen propolisin etanolik ekstraktları önemli bir şekilde antioksidan, antibakteriyel ve antifungal aktivite sergileyerek propolisin besleyici ve farmakolojik potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir (Kalogeropoulos vd., 2009).

Ahn ve arkadaşları Çin'in çeşitli bölgelerinden temin ettikleri propolis örneklerinde; β -karoten ağartma, serbest radikal süpürücü etki ve radikal katyon renksizleştirme analizleri ile antioksidan aktiviteler değerlendirilmiştir. Yunnan propolis örneklerinin güçlü antioksidan kapasitelerinin yüksek total polifenol içerikleri ile yakından ilişkili olduğuna değinilmiştir. Güçlü antioksidan kapasiteye sahip olan propolisin kafeik asit, ferulik asit ve kafeik asit fenetil ester gibi çok sayıda antioksidan bileşik barındırdığı da ifade edilmiştir. Yunnan ve Hainan bölgelerinden alınan propolis örneklerinin diğer bölgelerde bulunmayan bileşiklere sahip olduğunu bildirilmiştir (Ahn vd., 2007).

Mohammadzadeh ve arkadaşları tarafından İran'ın farklı yörelerinden elde edilen propolis örneklerinin etanolik ekstraktlarının plazmada demir indirgeme kabiliyetleri incelenerek antioksidan kapasiteleri ve toplam flavonoid ve polifenol içerikleri belirlenmiştir. Araştırmacılar serbest radikal kaynaklı hastalıkların önlenmesinde antioksidan bileşiklerin doğal kaynağı olarak propolisin kullanılabileceğini göstermişlerdir (Mohammadzadeh vd., 2007).

Çeşitli coğrafik kökenli propolis örneklerinin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; β -karoten ağartma, serbest radikal süpürme analizleri ve propolisin majör içeriklerini belirleme analizleri yapılmıştır. Arjantin, Avustralya, Çin, Macaristan ve Yeni Zelanda'dan temin edilen propolislerin güçlü antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Bu özelliğin total polifenol ve flavonoid içeriği ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. Güçlü antioksidan kapasitesiyle propolis; kampferol ve fenetil kafeat gibi antioksidatif bileşikler barındırmaktadır (Kumazawa vd., 2004).

Nagai ve arkadaşları Brezilya'dan elde ettikleri propolis örneğinin antioksidan aktivitesini ölçmüşlerdir. 1 ve 5 mg/mL propolisin 5 mM askorbik asitten daha yüksek aktivite gösterdiği ifade edilmiştir. Propolisin su ekstraktının süperoksit anyon radikaline karşı süpürme aktivitesinin yüksek olduğu ve 50 ile 100 mg/mL konsantrasyonlarda süperoksit ve hidroksil radikallerini tamamen inhibe ettiği belirtilmiştir (Nagai vd., 2003).

Yapılan bir çalışmada araştırmacılar kafeik asit fenetil ester (CAPE) bulunmayan propolisin antioksidan aktivitesi ile CAPE ve galanginin aktivitesini analiz etmişlerdir. Propolis ekstraktlarının (CAPE'li ve CAPE'siz) ve propolisin aktif bileşiklerinin doza bağlı olarak serbest radikal süpürme ve antilipoperoksidatif aktiviteye sahip olduğu ifade edilmiştir. CAPE'li propolis ekstraktının CAPE'siz propolis ekstraktından daha aktif olduğu ve CAPE'nin yalnız kullanıldığında galanginden daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak CAPE, propolisin antioksidan aktivite göstermesinde önemli bir rol oynamaktadır (Russo vd., 2002).

LeBlanc ve arkadaşları 6 farklı arı polenin antioksidan aktivitesini analiz etmişlerdir. Mimosa polen örneğinin en yüksek antioksidan aktivite gösterdiği ifade edilmiştir. Total polifenolikler, flavanoller ve flavonlar belirlenerek, sonuçlar polenin her gramındaki gallik asitin, kuersetinin ve naringenin miligram miktarları olarak gösterilmiştir. Antioksidan aktivite ile total fenolikler arasında doğrudan bir ilişki olduğu vurgulanmıştır. Sonuç olarak polen örneklerinde serbest radikal süpürücü aktivite gösteren polifenolik bileşiklerin miktarını ve kimliğini, gaz kromatografisi ve buna bağlı bulunan solid faz mikro-ekstraksiyonu ile belirlemişlerdir (LeBlanc vd., 2009).

Marghitas ve arkadaşları, seçtikleri floral türlerden arıların topladığı 12 polen örneğinin total fenolik düzeylerini ve antioksidan kapasitelerini ölçmüşlerdir. Total polifenollerin içeriği gallik asit standard alınarak spektrometrik ölçümlerle belirlenmiştir. Polen örneklerinin antioksidan özellikleri, antioksidan kapasiteleri ve antioksidan gücü analiz edilmiştir. Farklı botanik kökenli arı polenlerinin total polifenollerinin içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında oldukça büyük paralellik olduğu bildirilmiştir. Her floral tür, farklı antioksidan kapasitelere sahip olmakla birlikte bu türlerin total fenolik içerikleri tam olarak belirlenememiştir (Marghitas vd., 2009).

Saric ve arkadaşları, merkezi Hırvatistan'ın Dalmaçya kıyıları ve kıydan uzak adalarında *Cystus incanus* L. (Cistaceae)'den elde edilen arı poleni ile hazırlanan fare besininin oksidan/antioksidan durumunu araştırmışlardır. *C. incanus* arı poleninde flavonol (pinosembrin), flavanoller (kuersetin, kampferol, galangin, ve izoramnetin) ve fenilpropanoidler (kaffeik asid) belirlenmiştir. Gıdalara ek olarak kullanılan arı polenin farelerde hepatik lipit peroksidasyonunu azalttığı vurgulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, antioksidan aktivite ve sağlığı koruyucu özelliğe sahip bileşikler içermesi ile arı polenin dikkat çekici olduğu belirtilmiştir (Saric vd., 2009).

Leja ve arkadaşları 12 bitki türünden elde edilen arı polenlerinin fenolik içeriklerini ve antioksidan kapasitelerini analiz ederek polenlerin fenolik içeriklerinin değişkenlik gösterdiğini ifade etmişlerdir. Polenlerin antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğu ve fenilpropanoid seviyesi ile doğrudan ilişkilendirildiği belirtilmiştir. Polen örneklerinin radikal süpürme ve hidroksil radikali süpürme aktivitelerinde büyük farklılıklar gözlenmiş ve bu durumun fenolik bileşiklerin içeriğiyle ilişkili olmadığına değinilmiştir. Araştırılan arı polenlerinin antioksidan kapasitelerinin oldukça yüksek değerlere sahip olduğu ifade edilmiştir (Leja vd., 2007).

Meksika'nın Durongo bölgesinde mesquite ağacından (*Prosopis juliflora*) arıların topladığı polenin fenolik kompozisyonu ve antioksidan kapasitesi tayin edilmiştir. *In vitro* ve *in vivo* olarak yapılan bu çalışmada *P. juliflora* polenin doğal antioksidan olarak düşünülen flavonoidlerin önemli bir kaynağı olduğu sonucuna varılmıştır. Mesquite polen ekstraktlarının antioksidan aktivitesi, hem *in vitro* hem de *in vivo* sistemde flavonol konsantrasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Uyarılmanın olmadığı *in vivo* oksidasyon durumunda, mesquite polenlerinin yüksek flavonol konsantrasyonunun prooksidan etki gösterebildiği vurgulanmıştır (Almaraz-Abarca vd., 2007).

Melipona subnitida'dan elde edilen iki arı polenin serbest radikal süpürme aktivitesi, kimyasal kompozisyonu ve botanik kökeninin değerlendirildiği çalışmada; naringenin, izoramnetin ve D-mannitol bileşikleri sarı polen yüklerinden izole edilmiş ve kahverengi polenlerde ise β -sitosterol, trisetin, selagin ve 8-metoksiherbasetin bileşikleri tespit edilmiştir. Selagin ilk kez bir polen bileşeni olarak bulunduğu ve D-mannitol'ünde önemli oranlarda (%34,9) polende varlığı rapor edilmiştir. Farklı

çözücülerle hazırlanan polen ekstraktlarının serbest radikal süpürme aktiviteleri, sırasıyla etil asetat>etanol>hekzan ekstraktı şeklinde incelenmiştir. Bu çalışma, zengin flavonoid içeriği ve reaktif oksijen türlerini süpürmedeki yüksek aktivitesinden dolayı polenin etil asetat ekstraksiyonunu önermektedir (Silva vd., 2006).

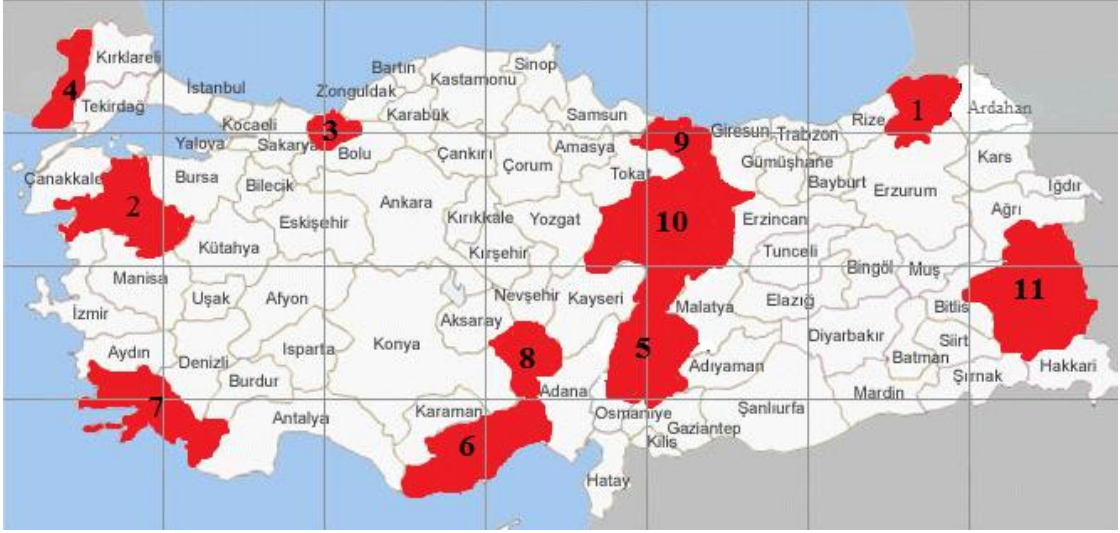
Almeida-Muradian ve arkadaşları Güney Brezilya'dan temin edilen arı polenlerinin; nem, kül, lipit, protein, total karotenoid, β -karoten, C vitamini içeriklerini ve botaniksel kökenini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak polen örneklerinin ortalama %7.4 nem, %20 protein, %6 lipit, %2.2 kül içeriğine sahip olduğu, C vitaminine rastlanmadığı, β -karoten ve total karotenoidleri de bünyesinde barındırdığı ifade edilmiştir (Almeida-Muradian vd., 2005).

BÖLÜM III

MATERYAL ve METOT

3.1 Arı Ürünlerinin Toplanması

Türkiye'nin coğrafik ve iklimik koşulları dikkate alınarak homojen olarak belirlenen 11 yöreden doğal arıcılık yapan arıcılardan hasat zamanlarına göre bal, propolis ve polen temin edilmiştir. Bu 11 yöre; Artvin, Balıkesir, Düzce, Edirne, Kahramanmaraş, Mersin, Muğla, Niğde, Ordu, Sivas ve Van olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1.). Elde edilen arı ürünleri ekstrakt haline getirilene kadar +4 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan arı ürünlerinin elde edildiği yöreler; 1. Artvin, 2. Balıkesir, 3. Düzce, 4. Edirne, 5. Kahramanmaraş, 6. Mersin, 7. Muğla, 8. Niğde, 9. Ordu, 10. Sivas, 11. Van.

3.2 Deneyde Kullanılan Alet ve Cihazlar

Hassas terazi, otomatik pipet, sonikatör (Selectra Ultrasons), evaporatör (Heildolph Heizbad HB Digit), karıştırıcı ısıtıcı tabla (Elektro.mag M22)

3.3 Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler

Etil alkol, distile su, "Rel Assay" markalı ticari kitler.

3.4 Arı Ürünlerinin Ekstraksiyonu

3.4.1 Bal ekstraksiyonu

Bal örnekleri 10 g tartılarak ve 30 mL %70'lik etil alkol ile karıştırıldı. Çalkalayıcı ile homojen duruma getirilen çözelti 15 dk bir sonikatörle homojenleştirildi. Çözeltiyeye tekrar 30 mL % 70'lik etil alkol eklendi ve 15 dk sonikatörle homojen hale getirildi. Çözelti Whatman no: 4 filtre kağıdından süzöldükten sonra yüksek vakumda rotary evaporatörde 40°C'de yoğunlaştırıldı. Özütleler deney başlayana kadar +4°C'de muhafaza edildi (Marghitas vd., 2009).

3.4.2 Propolis ekstraksiyonu

Propolis örnekleri 5 g olacak şekilde tartıldı ve üzerine 25 mL %70'lik etil alkol eklendi. Çalkalayıcı yardımıyla homojen duruma gelinceye kadar karıştırılan propolis solüsyonu sonikatör aracılığıyla homojenleştirildi. Sonikatörden alınan solüsyon üzerine tekrar 25 mL %70'lik etil alkol eklenerek aynı işlem tekrarlandı. Solüsyon Whatman no:4 kağıdından süzöldükten sonra yüksek vakumda rotary evaporatörde 40°C'de yoğunlaştırıldı ve özütleler kullanılabileceğine kadar +4°C'de muhafaza edildi (Nagai vd., 2006).

3.4.3 Polen ekstraksiyonu

5 g polen örneği 25 mL % 70'lik etanol ile karıştırıldı. Çalkalayıcı ile homojen duruma getirilen çözelti sonikatör aracılığıyla homojenleştirildi ve üzerine tekrar 25 mL %70'lik etanol eklendi. Çözelti, Whatman no:4 filtre kağıdından süzölüp yüksek vakum altında rotary evaporatörde 40°C'de yoğunlaştırıldı. Elde edilen özütleler +4°C'de deney başlayana kadar muhafaza edildi (Cheng vd., 2013).

3.5 Biyokimyasal Analizler

Hazırlanan ekstraktların total antioksidan kapasiteleri, total oksidan kapasiteleri ve oksidatif stres indeksleri Rel Assay markalı ticari kitler kullanılarak analiz edilmiştir.

3.5.1 Total antioksidan seviye (TAS)

Ekstraktların TAS seviyeleri ticari kitler (Rel assay, Turkey) kullanılarak analiz edilmiştir. Bu metot antioksidanlar tarafından 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) radikalinin tutulması ile oluşan karakteristik renginin beyazlatılması prensibine dayanır. Mükemmel doğrulukta değerlere sahip olan sonuçlar mmol Trolox Equivalent/L olarak ifade edilmiştir (Erel, 2004).

3.5.2 Total oksidan seviye (TOS)

Ekstraktların TOS seviyeleri ticari kitler (Rel assay, Turkey) ile belirlendi. Bu metotta çalışılan örneklerde bulunan oksidanlar, demir iyonunu demir iyon-o-dianisidin kompleksine oksitlemektedirler. Ortamda bol bulunan gliserol tarafından oksidasyon reaksiyonu hızlandırılmaktadır. Demir iyonu asidik ortamda ksilenol turuncusu ile renk kompleksi oluşturur. Spektrofotometre ile ölçülebilen renk yoğunluğu örnekteki oksidan molekülün total miktarı ile ilişkilidir. Kalibrasyon için hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Elde edilen sonuçlar litre başına mikromolar hidrojen peroksit olarak belirlenmiştir ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L) (Erel, 2005).

3.5.3 Oksidatif stres indeksi (OSİ)

OSİ değeri hesaplanırken TAS'ın mmol olarak ölçülen sonuçları $\mu\text{mol/L}$ 'e dönüştürüldü ve OSİ değeri aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

$$\text{OSİ} = \text{TOS} (\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ equivalent/L}) / \text{TAS} (\mu\text{mol Trolox Equivalent/L}) \times 100$$

(Yumru vd., 2009; Kosecik vd., 2005; Harma vd., 2003).

3.6 İstatistiksel Analizler

Sonuçlar SPSS (v.16.0) istatistiksel analiz paketi ile bağımsız örnek testi (Independent Samples Test) kullanılarak değerlendirildi ve \pm SE (Standars error: standart hata) olarak ifade edildi. Farklı yörelerden temin edilen bal, propolis ve polen örneklerinin TAS, TOS ve OSİ değerleri karşılaştırılıp, $P < 0,05$ olması durumunda verilerin anlamlı olduğu belirtildi.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Homojen bir dağılım sağlanacak şekilde Türkiye'nin 11 farklı yöresinden toplanan doğal arı ürünlerinin (bal, propolis, polen) bazı biyokimyasal özellikleri (TAS, TOS, OSİ) analiz edilmiştir. Elde edilen veriler çizelge 4.1., 4.2., 4.3. ve 4.4.'de gösterilmektedir.

4.1 Bal Ekstraktlarının Total Antioksidan Seviyeleri (TAS), Total Oksidan Seviyeleri (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksleri (OSİ)

Farklı yörelerden temin edilen bal örneklerinin total antioksidan kapasiteleri incelendiğinde (Çizelge 4.1.); Düzce ve Muğla yörelerinden elde edilen bal örneklerinin en yüksek TAS değerine sahip olduğu gözlenirken, Artvin ve Balıkesir yörelerinden toplanan bal örneklerinin en düşük TAS sonucuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Diğer yörelere oranla istatistiksel olarak en yüksek ($P<0,05$) verilere sahip olan Düzce ve Muğla yörelerinin TAS sonuçları sırasıyla $2,46\pm 0,30$ ve $2,91\pm 0,36$ mmol Trolox Equivalent/L'dır. İstatistiksel olarak diğer yörelere oranla en düşük ($P<0,05$) verilere sahip Artvin ve Balıkesir yörelerinin TAS bulguları $0,71\pm 0,18$ ve $0,26\pm 0,12$ mmol Trolox Equivalent/L'dır. Kahramanmaraş, Mersin, Niğde, Ordu ve Sivas yörelerinden toplanan bal örneklerinin TAS verileri sırasıyla $1,48\pm 0,22$, $1,54\pm 0,22$, $1,36\pm 0,21$, $1,37\pm 0,21$ ve $1,67\pm 0,23$ mmol Trolox Equivalent/L olarak belirlenmiş ve TAS değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Kahramanmaraş, Mersin, Niğde, Ordu ve Sivas yörelerinden alınan bal örneklerindeki TAS bulguları, Düzce ve Muğla yörelerinin bal örneklerinin TAS değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha düşüktür ($P<0,05$). Edirne ve Van yörelerinden temin edilen bal örneklerinin TAS verileri sırasıyla $1,17\pm 0,17$ ve $1,03\pm 0,19$ mmol Trolox Equivalent/L olup istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P>0,05$). Edirne ve Van yörelerinden alınan bal örneklerinin total antioksidan kapasitelerinin Kahramanmaraş, Mersin, Niğde, Ordu ve Sivas yörelerinin bal örneklerinin total antioksidan kapasitelerine göre istatistiksel olarak daha düşük seviyede olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Farklı bölgelerden toplanan bal örneklerinin TOS seviyeleri incelendiğinde (Çizelge 4.1.); en yüksek değere Edirne, Kahramanmaraş ve Muğla balları sahipken en düşük TOS değeri Sivas yöresinin bal örneklerinde gözlenmiştir. İstatistiksel olarak en yüksek ($P<0,05$) TOS değerlerine sahip olan Edirne, Kahramanmaraş ve Muğla yörelerinin bal örneklerinin TOS verileri sırasıyla şu şekildedir; $13,61\pm0,87$, $8,19\pm0,82$ ve $10,03\pm0,83$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L. İstatistiksel olarak en düşük ($P<0,05$) oksidan kapasiteye sahip olan Sivas yöresinin bal örneğinin TOS verisi ise $3,92\pm0,78$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L'dir. Düzce, Mersin, Niğde ve Ordu yörelerinden elde edilen bal örnekleri incelendiğinde anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Bu yörelerden toplanan bal örneklerinin TOS bulguları sırasıyla $5,82\pm0,80$, $7,86\pm0,81$, $6,39\pm0,81$ ve $6,37\pm0,81$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L'dir. Artvin, Balıkesir ve Van yörelerinin bal örneklerinin total oksidan durumları sırasıyla $5,46\pm0,80$, $5,32\pm0,80$ ve $5,63\pm0,80$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L olup anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P>0,05$). Düzce, Mersin, Niğde ve Ordu yörelerinin bal örneklerinin TOS değerlerinin, Artvin, Balıkesir ve Van yörelerinin bal örneklerinin TOS seviyelerine oranla daha yüksek ($P<0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Farklı bölgelerden elde edilen bal örneklerinin OSİ değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.1.); en yüksek değere Edirne, Kahramanmaraş ve Muğla balları sahipken en düşük TOS değeri Sivas yöresinin bal örneklerinde gözlenmiştir.. İstatistiksel olarak en yüksek ($P<0,05$) OSİ değerine sahip olan Balıkesir yöresinden elde edilen bal örneğinin OSİ seviyesi $2,05\pm0,29$ 'dir. Anlamlı olarak en düşük ($P<0,05$) verilere sahip olan Düzce, Muğla ve Sivas yörelerinin OSİ değerleri sırasıyla $0,24\pm0,20$, $0,34\pm0,19$ ve $0,24\pm0,22$ 'dir. Kahramanmaraş, Mersin, Niğde, Ordu ve Van yörelerinin bal örneklerinde OSİ seviyeleri $0,56\pm0,20$, $0,47\pm0,19$, $0,46\pm0,19$ ve $0,55\pm0,22$ olup oksidatif stres indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmemiştir ($P>0,05$). Edirne yöresinden alınan bal örneğinin OSİ değeri; Artvin yöresinin $0,77\pm0,22$ olan bal örneğinin OSİ değerine oranla daha yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir ($P<0,05$). Artvin bölgesinden alınan bal örneğinin OSİ seviyesinin, Kahramanmaraş, Mersin, Niğde, Ordu ve Van yörelerinden alınan bal örneklerinin OSİ değerlerine oranla daha yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Çizelge 4.1. Farklı yörelerden elde edilen bal örneklerinin TAS, TOS ve OSİ değerleri

Parametreler Yöreler	TAS (mmol Trolox Equiv. /L)	TOS (umol H ₂ O ₂ Equiv./L)	OSİ (TOS/TAS)×100
Artvin	0,71±0,18 ^d	5,46±0,80 ^{bc}	0,77±0,22 ^{bc}
Balıkesir	0,26±0,12 ^d	5,32±0,80 ^{bc}	2,05±0,29 ^a
Düzce	2,46±0,30 ^a	5,82±0,80 ^b	0,24±0,20 ^d
Edirne	1,17±0,17 ^c	13,61±0,87 ^a	1,17±0,23 ^b
Kahramanmaraş	1,48±0,22 ^b	8,19±0,82 ^a	0,56±0,20 ^c
Mersin	1,54±0,22 ^b	7,86±0,81 ^b	0,51±0,20 ^c
Muğla	2,91±0,36 ^a	10,03±0,83 ^a	0,34±0,19 ^d
Niğde	1,36±0,21 ^b	6,39±0,81 ^b	0,47±0,19 ^c
Ordu	1,37±0,21 ^b	6,37±0,81 ^b	0,46±0,19 ^c
Sivas	1,67±0,23 ^b	3,92±0,78 ^c	0,24±0,22 ^d
Van	1,03±0,19 ^c	5,63±0,80 ^{bc}	0,55±0,22 ^c
Ortalama	1,44±0,22	11,91±4,70	0,86±0,22

Her satırda a, b, c ve d şeklinde farklı harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$). Tabloda verilen değerler ortalama ± standart hata değeri olarak ifade edilmektedir.

4.2 Propolis Ekstraktlarının Total Antoksidan Seviyeleri (TAS), Total Oksidan Seviyeleri (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksleri (OSİ)

Farklı yörelerin propolis TAS sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.2.); en yüksek değer Artvin propolisinde, en düşük değerler Balıkesir, Düzce, Edirne, Kahramanmaraş, Mersin, Niğde, Ordu, Sivas ve Van propolislerinde gözlenmiştir. Diğer yörelere oranla en yüksek ($P<0,05$) TAS değeri 4,53±0,24 mmol Trolox Equivalent/L olarak Artvin propolisinde'dir. Muğla propolisinin TAS seviyesi Artvin propolisinden anlamlı olarak düşükken diğer yörelerinkinden daha yüksektir ($P<0,05$). Balıkesir, Düzce, Edirne, Kahramanmaraş, Mersin, Niğde, Ordu, Sivas ve Van propolislerinin TAS verileri sırasıyla 3.32±0.06, 3.19±0.05, 3.19±0.05, 3.17±0.05, 3.19±0.05, 3.18±0.05, 3.32±0.06, 3.18±0.05 ve 3.22±0.06 mmol Trolox Equivalent/L olup istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Farklı bölgelerden elde edilen propolislerin TOS değerleri analiz edildiğinde (Çizelge 4.2.); en yüksek TOS seviyesi Artvin propolisinde gözlenirken, en düşük değerlere Edirne, Niğde ve Van propolislerinin sahip olduğu saptanmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı bir şekilde en yüksek ($P<0,05$) TOS verisine sahip olan Artvin propolisinin TOS değeri $95,02\pm5,99$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L olarak belirlenmiştir. Anlamlı bir şekilde en düşük ($P<0,05$) TOS değerlerine sahip olan Edirne, Niğde ve Van propolislerinin TOS bulguları sırasıyla $21,68\pm5,88$, $12,07\pm5,87$, $18,44\pm 5,88$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L'dir. Muğla ve Ordu propolis örneklerinin TOS değerleri ise $71,69\pm5,96$ ve $59,53\pm5,93$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L olup değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Balıkesir, Kahramanmaraş ve Mersin propolislerinin TOS değerleri $45,99\pm5,92$, $42,49\pm5,91$ ve $45,83\pm5,92$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L olup bu bulgular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P>0,05$). Düzce ve Sivas yörelerinden temin edilen propolis örneklerinin TOS düzeyleri $37,29\pm5,91$ ve $29,08\pm5,90$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L olup bu veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Muğla ve Ordu yöresinden elde edilen propolis örneklerinin TOS değerleri Balıkesir, Kahramanmaraş ve Mersin yörelerinden alınan propolis örneklerinin TOS değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksektir ($P<0,05$). Balıkesir, Kahramanmaraş ve Mersin yörelerinin propolis örnekleri, Düzce ve Sivas yörelerinin propolis örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek TOS değerlerine sahiptir ($P<0,05$).

Farklı yörelerden elde edilen propolis örneklerinin OSİ değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.2.), en yüksek OSİ düzeyleri Artvin ve Muğla yörelerinden elde edilen propolis örneklerinde gözlenirken en düşük değer Niğde yöresi propolis örneğinde gözlenmiştir. İstatistiksel olarak en yüksek ($P<0,05$) OSİ değerlerine sahip olan Artvin ve Muğla yörelerinin propolis örneklerinin OSİ bulguları $2,10\pm0,22$ ve $1,90\pm0,21$ 'dir. İstatistiksel olarak en düşük OSİ değerine sahip olan Niğde yöresinin propolis örneğinin OSİ değeri $0,38\pm0,11$ 'dir. Ordu yöresi propolis örneğinin OSİ seviyesi $1,79\pm0,20$ olup Artvin ve Muğla yörelerinden elde edilen propolis örneklerine oranla OSİ değeri istatistiksel olarak daha düşüktür ($P<0,05$). Balıkesir, Kahramanmaraş ve Mersin yörelerinden toplanan propolis örneklerinin OSİ düzeyleri $1,39\pm0,17$, $1,34\pm0,17$ ve $1,44\pm0,17$ olup OSİ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Balıkesir, Kahramanmaraş ve Mersin yörelerinden temin

edilen propolis örneklerinin OSİ değerleri, Ordu yöresi propolis örneğinin OSİ değerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha düşüktür ($P<0,05$). Düzce ve Sivas yöreleri propolis örneklerinin OSİ sonuçları $1,17\pm0,16$ ve $0,91\pm0,14$ olup OSİ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Balıkesir, Kahramanmaraş ve Mersin yöreleri propolis örneklerinin OSİ verileri, Düzce ve Sivas yörelerinin propolis örneklerinin OSİ verilerine göre anlamlı olarak daha yüksektir ($P<0,05$). Edirne ve Van yörelerinden elde edilen propolis örneklerinin OSİ değerleri $0,68\pm0,12$ ve $0,57\pm0,12$ olup OSİ verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Düzce ve Sivas yörelerinden elde edilen propolis örneklerinin OSİ seviyeleri, Edirne ve Van yörelerinden elde edilen propolis örneklerinin OSİ sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksektir ($P<0,05$).

Çizelge 4.2. Farklı yörelerden elde edilen propolis örneklerinin TAS, TOS ve OSİ değerleri

Parametreler Yöreler	TAS (mmol Trolox Equiv. /L)	TOS (umol H ₂ O ₂ Equiv./L)	OSİ (TOS/TAS)×100
Artvin	4,53±0,24 ^a	95,02±5,99 ^a	2,10±0,22 ^a
Balıkesir	3,32±0,06 ^c	45,99±5,92 ^{bc}	1,39±0,17 ^b
Düzce	3,19±0,05 ^c	37,29±5,91 ^c	1,17±0,16 ^{bc}
Edirne	3,19±0,05 ^c	21,68±5,88 ^d	0,68±0,12 ^c
Kahramanmaraş	3,17±0,05 ^c	42,49±5,91 ^{bc}	1,34±0,17 ^b
Mersin	3,19±0,05 ^c	45,83±5,92 ^{bc}	1,44±0,17 ^b
Muğla	3,77±0,06 ^b	71,69±5,96 ^b	1,90±0,21 ^a
Niğde	3,18±0,05 ^c	12,07±5,87 ^d	0,38±0,11 ^d
Ordu	3,32±0,06 ^c	59,53±5,93 ^b	1,79±0,20 ^{ab}
Sivas	3,18±0,05 ^c	29,08±5,90 ^c	0,91±0,14 ^{bc}
Van	3,22±0,06 ^c	18,44± 5,88 ^d	0,57±0,12 ^c
Ortalama	3,27±0,58	38,41±5,91	1,16±0,16

Her satırda a, b, c ve d şeklinde farklı harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$). Tabloda verilen değerler ortalama ± standart hata değeri olarak ifade edilmektedir.

4.3 Polen Ekstraktlarının Total Antoksidan Seviyeleri (TAS), Total Oksidan Seviyeleri (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksleri (OSİ)

Farklı bölgelerden toplanan polen örneklerinin total antioksidan kapasiteleri incelendiğinde (Çizelge 4.3.); Artvin ve Balıkesir polenlerinin en yüksek TAS değerlerine sahip oldukları gözlenirken Düzce, Edirne, Kahramanmaraş, Mersin, Niğde ve Ordu polenlerinin en düşük ($P<0,05$) TAS değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. Artvin ve Balıkesir polenlerinin TAS sonuçları $3,81\pm 0,13$ ve $3,83\pm 0,13$ mmol Trolox Equivalent/L'dir. Düzce, Edirne, Kahramanmaraş, Mersin, Niğde ve Ordu polenlerinin TAS verileri istatistiksel olarak en düşük ($P<0,05$) değerlere sahip olup sırasıyla $3,22\pm 0,06$, $3,25\pm 0,06$, $3,19\pm 0,06$, $3,29\pm 0,07$, $3,04\pm 0,03$ ve $3,25\pm 0,07$ mmol Trolox Equivalent/L olarak hesaplanmıştır. Muğla, Sivas ve Van polenlerinin TAS bulguları sırasıyla $3,56\pm 0,10$, $3,66\pm 0,11$ ve $3,42\pm 0,08$ mmol Trolox Equivalent/L olup bu veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Farklı bölgelerden toplanan polen örneklerinin total oksidan kapasiteleri incelendiğinde (Çizelge 4.3.); Sivas ve Van polen örnekleri en yüksek TOS değerlerine sahip iken Düzce, Edirne ve Kahramanmaraş yörelerinden elde edilen polen örneklerinin en düşük TOS değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir ($P<0,05$). Sivas ve Van yörelerinin polen örneklerinin TOS verileri $58,32\pm 4,58$ ve $48,92\pm 4,56$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L'dir. Düzce, Edirne ve Kahramanmaraş yörelerinden elde edilen polen örneklerinin TOS seviyeleri $13,57\pm 4,51$, $11,84\pm 4,51$, $13,01\pm 4,51$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L'dir. Artvin, Balıkesir ve Muğla polenlerinin TOS seviyeleri $42,17\pm 4,55$, $38,94\pm 4,55$ ve $45,68\pm 4,56$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L olup bu sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Mersin ve Niğde polenlerinin TOS değerleri $21,85\pm 4,53$ ve $21,23\pm 4,5$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L olarak belirlenmiş ve bu veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($P>0,05$). Artvin, Balıkesir ve Muğla yörelerinin polen örneklerinin TOS değerleri, Ordu yöresinden alınan polen örneğinin TOS değerine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksektir ($P<0,05$). Ordu yöresinden temin edilen polen örneğinin TOS değeri $31,17\pm 4,54$ $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equivalent/L olup Mersin ve Niğde yörelerinin polen örneklerinin TOS değerlerine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksektir ($P<0,05$).

Farklı yörelerin polenlerinin OSİ düzeyleri incelendiğinde (Çizelge 4.3.); en yüksek OSİ değerleri Sivas ve Van polenlerinde $1,59\pm 0,15$ ve $1,46\pm 0,15$ sonuçları ile gözlenirken Düzce, Edirne ve Kahramanmaraş polenlerinde ise en düşük veriler sırasıyla $0,42\pm 0,10$, $0,36\pm 0,09$ ve $0,41\pm 0,09$ olarak tespit edilmiştir ($P<0,05$). Artvin, Balıkesir ve Muğla polenlerinin sonuçları $1,11\pm 0,13$, $1,02\pm 0,12$ ve $1,28\pm 0,14$ olup bu değerler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Artvin, Balıkesir ve Muğla polenlerinin OSİ düzeyleri, Sivas ve Van polenlerinin sonuçlarına göre anlamlı olarak daha düşüktür ($P<0,05$). Ordu poleninin OSİ değeri $0,96\pm 0,12$ olup Artvin, Balıkesir ve Muğla polenlerinin verilerine göre anlamlı bir şekilde daha düşüktür ($P<0,05$). Mersin ve Niğde polenlerinin OSİ düzeyleri $0,66\pm 0,11$ ve $0,70\pm 0,11$ olup aralarında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). Mersin ve Niğde polenlerinin OSİ sonuçlarının Artvin, Balıkesir ve Muğla polenlerinin verilerine göre istatistiksel olarak daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Çizelge 4.3. Farklı yörelerden elde edilen polen örneklerinin TAS, TOS ve OSİ değerleri

Parametreler Yöreler	TAS (mmol Trolox Equiv. /L)	TOS (umol H ₂ O ₂ Equiv./L)	OSİ (TOS/TAS)×100
Artvin	3,81±0,13 ^a	42,17±4,55 ^b	1,11±0,13 ^b
Balıkesir	3,83±0,13 ^a	38,94±4,55 ^b	1,02±0,12 ^b
Düzce	3,22±0,06 ^c	13,57±4,51 ^d	0,42±0,10 ^d
Edirne	3,25±0,06 ^c	11,84±4,51 ^d	0,36±0,09 ^d
Kahramanmaraş	3,19±0,06 ^c	13,01±4,51 ^d	0,41±0,09 ^d
Mersin	3,29±0,07 ^c	21,85±4,53 ^c	0,66±0,11 ^c
Muğla	3,56±0,10 ^b	45,68±4,56 ^b	1,28±0,14 ^b
Niğde	3,04±0,03 ^c	21,23±4,53 ^c	0,70±0,11 ^c
Ordu	3,25±0,07 ^c	31,17±4,54 ^{bc}	0,96±0,12 ^{bc}
Sivas	3,66±0,11 ^b	58,32±4,58 ^a	1,59±0,15 ^a
Van	3,42±0,08 ^b	48,92±4,56 ^a	1,46±0,15 ^a
Ortalama	3,38±0,08	28,84±4,54	0,84±0,12

Her satırda a, b, c ve d şeklinde farklı harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,05$). Tabloda verilen değerler ortalama ± standart hata değeri olarak ifade edilmektedir.

4.4 Arı Ürünü Ekstraktlarının Ortalama Total Antoksidan Seviyeleri (TAS), Total Oksidan Seviyeleri (TOS) ve Oksidatif Stres İndeksleri (OSİ)

Türkiye'nin 11 farklı yöresinden toplanan doğal arı ürünlerinin ortalama TAS değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.4.); 11 farklı yörenin bal örneklerinin ortalama TAS sonucu; 1,45±0,22 mmol Trolox Equivalent/L, propolis örneklerinin ortalama TAS değeri; 3,27±0,06 mmol Trolox Equivalent/L ve polen örneklerinin ortalama TAS verisi; 3,38±0,08 mmol Trolox Equivalent/L olarak belirlenmiştir. Propolis ve polen örneklerinin ortalama TAS değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak bir fark gözlenmezken ($P>0,05$), bal örneklerinin ortalama TAS sonucunun propolis ve polen örneklerinin sonuçlarına göre anlamlı olarak daha düşük olduğu saptanmıştır ($P<0,05$).

11 yörenin bal, propolis ve polen örneklerinin ortalama TOS verileri karşılaştırıldığında (Çizelge 4.4.); Bal örneklerinin ortalama TOS değerinin ($11,91 \pm 4,70 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ Equivalent/L}$) propolis ($38,41 \pm 5,91 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ Equiv./L}$) ve polen ($28,84 \pm 4,54 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ Equivalent/L}$) verilerine göre istatistiksel olarak daha düşük ($P < 0,05$) olduğu gözlenirken propolis ve polen örneklerinin bulguları arasında ise anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir ($P > 0,05$).

11 yörenin bal, propolis ve polen örneklerinin ortalama OSİ değerleri incelendiğinde (Çizelge 4.4.); balın ortalama OSİ değeri $0,86 \pm 0,22$, polenin $0,84 \pm 1,22$ ve propolisin $1,16 \pm 0,16$ 'dır. 11 farklı bal ve polen örneklerinin ortalama OSİ sonuçları arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenemezken ($P > 0,05$), propolisin ortalama OSİ değeri bal ve polen değerlerine göre anlamlı bir şekilde yüksektir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.4. Bal, propolis ve polen örneklerinin ortalama TAS, TOS ve OSİ değerleri

Grup	TAS (mmol Trolox Equiv. /L)	TOS ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ Equiv./L}$)	OSİ (TOS/TAS) $\times 100$
Bal	$1,45 \pm 0,22^b$	$11,91 \pm 4,70^b$	$0,86 \pm 0,22^b$
Propolis	$3,27 \pm 0,06^a$	$38,41 \pm 5,91^a$	$1,16 \pm 0,16^a$
Polen	$3,38 \pm 0,08^a$	$28,84 \pm 4,54^a$	$0,84 \pm 1,22^b$

Her satırda a, ve b şeklinde farklı harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P < 0,05$). Tabloda verilen değerler ortalama \pm standart hata değeri olarak ifade edilmektedir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA

Bu çalışmada, homojen dağılım sağlanacak şekilde Türkiye'nin 11 yöresinden elde edilen doğal arı ürünlerinin total antioksidan seviyeleri (TAS), total oksidan seviyeleri (TOS) ve oksidatif stres indeksleri (OSİ) belirlenmiştir.

Organizmada gerçekleşen yaşamsal faaliyetler süresince (solunum, enzim reaksiyonları, otooksidasyon reaksiyonları, vb.) ve dış etmenlerin etkisiyle (sigara dumanı, hava kirliliği, UV ışınları, iyonize radyasyon, ksenobiyotikler, vb.) serbest radikaller oluşmaktadır. Reaktif oksijen türlerinin (çoğunlukla serbest radikallerin) aşırı üretimiyle de oksidatif lezyonlar, doku hasarları, mutasyonlar ve hücre ölümleri meydana gelebilmektedir. Bu etkileriyle radikaller vücutta değişik patolojik durumlara yol açmaktadırlar. Bu zararlı radikallere karşı antioksidan olarak bilinen ajanlar koruyucu görev üstlenmektedirler. Bu ajanlar yapay olarak alınabildiği gibi gıda maddelerinden doğal bir şekilde de alınabilmektedir (Ardağ, 2008). Doğal antioksidan olarak kullanılabilen doğal arı ürünlerinden bal, propolis ve polen üzerinde yapmış olduğumuz çalışmada bu ajanların TAS, TOS ve OSİ değerlerini *in vitro* olarak analiz ettiğimizde içeriklerine bağlı olarak değişik özellikler gösterdiğini belirledik. Bu farklılığın ürünlerin kimyasal içeriklerindeki çeşitlilikten kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ürünlerin kimyasal bileşenleri, temin edildikleri bölgelerin floristik yapıları ile yakından ilişkilidir.

Türkiye, kuzey bölgeleri Avrupa-Sibirya ve Kafkaslarda bulunan bitki türlerinin, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleri Doğu Akdeniz orijinli bitkilerin, Orta ve Doğu Anadolu bölgeleri İran-Turan kökenli bitkilerin, Güneydoğu Anadolu bölgesi Arabistan-Afrika kökenli bitkilerin bulunduğu farklı alan ve/veya flora alemindeki bitkilerin sahası konumundadır. Ayrıca ülkemizin yer aldığı coğrafyanın floristik özellikleri de bu bölgelerde yetişen bitki türlerinin çeşitlenmesinde oldukça etkilidir. Ülkemizin iklim koşulları flora bölgelerinin belirlenmesinde etkili olmuştur. Ancak flora geçişlerini birbirinden tam olarak ayırmak mümkün değildir. Anadolu'nun kuzey kısımları nemli-ılıman iklim gösterip suyu seven türlerin yetişmesine olanak sağlar.

Güney kesimlerde ise Akdeniz iklimi daha çok ışığı seven bitki türlerinin yaygınlaşmasına imkan vermiştir. İç ve Doğu Anadolu bölgesi daha çok otsu floranın gelişmesini sağlayan iklim yapısı göstermektedir. Akarsu vadileri farklı kökenli bitki türlerinin iç kesimlerde de yaygınlaşmasına sebep olmuştur. Bu bilgilere dayanarak Türkiye bitki örtüsü çeşitliliği açısından oldukça farklılık göstermektedir (Atalay, 1994; Akman, 1995; Akman vd., 2005). Çalışmamızda; bu çeşitliliğe bağlı olarak arıların ziyaret ettiği bitki türleri değişkenlik göstereceğinden arıların ürettikleri ürünlerin TAS ve TOS seviyelerinde ve buna bağlı olarak da OSİ değerlerinde farklılıklar gözlenmiştir.

Alves ve arkadaşları Portekiz ballarının temel mineral içeriklerini, fizikokimyasal ve antioksidan özelliklerini tayin etmişlerdir. Kocayemiş (*Arbutus unedo*), keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua L.*) ve süpürge otu (*Erica umbellata*) ballarını inceleyen araştırmacılar bu balların fenolik içeriklerinin 600 mg gallik asitten daha yüksek olduğunu ve buna bağlı olarak da yüksek antioksidan aktivite gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Karabaş otu (*Lavandula stoechas*) ve portakal (*Citrus sinensis*) monofloral ballarının total fenolik içeriklerinin düşük olduğunu ve kekik balının orta seviyede total fenolik içeriğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra kocayemiş, keçiboynuzu ve süpürge otu ballarının da daha yüksek total fenolik içerik gösterdiğini kanıtlamışlardır. Fenolik bileşiklerin varlığının antioksidan kapasite ile doğrudan ilişkili olduğunu vurgulamışlardır (Alves vd., 2013). Bu çalışma doğal arı ürünlerini elde ettiğimiz yörelerin bitki çeşitliliğindeki farklılığın ürünlerin antioksidan kapasitesi üzerine doğrudan etkili olduğunu doğrular niteliktedir. Bizim çalışmamızda da 11 farklı yöreden elde ettiğimiz bal örneklerinin antioksidan kapasiteleri istatistiksel olarak farklı değerler göstermektedir. Barındırdıkları farklı floral yapıya bağlı olarak Düzce ve Muğla yörelerinden temin edilen bal örneklerinin diğer yörelere göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde en yüksek ($P<0,05$) TAS seviyelerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada Brezilya'dan elde edilen *Melipona subnitida* ballarının fenolik bileşiklerinin profili; melissopalinojenik, fizikokimyasal analizler ile belirlenmiş ve antioksidan aktiviteleri tayin edilmiştir. Çalışmada jandaria bal örneklerinin radikal süpürme etkisi ile birlikte antioksidan aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Silva vd., 2013). Alves ve arkadaşları, bal örneklerinin yüksek polifenol içerikleri ve güçlü antioksidan kapasitelerinin birbiri ile bağlantılı olduğunu vurgulamışlardır (Alves vd., 2013). Silici ve arkadaşlarının belirlediği bir metoda göre, balda antioksidan kapasiteyi araştırmak

için, Tornuk ve arkadaşları; Türkiye'nin Sivas, Konya ve Kayseri şehirlerindeki arıcılardan temin ettikleri bal örneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik, biyoaktif özelliklerini, major şeker ve aroma profillerini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak; bal örneklerinin antioksidan aktivitelerinin 58,93 mg askorbik asit equivalent/g ile 110,54 mg askorbik asit equivalent/g arasında değişen değerler gösterdiğini tespit etmişlerdir (Tornuk vd., 2013). Silici ve arkadaşları, farklı iklim ve çevresel koşullarda üretilen bal örneklerinin farklı antioksidan kapasiteye sahip olacağını vurgulamışlardır (Silici vd., 2010). Bal örneklerinin antioksidan aktivitesinin ve total fenolik içeriklerinin, üretildiği yörelerin floral kaynaklarına bağlı olduğunu Al-Mamary ve arkadaşları da yapmış oldukları çalışmayla desteklemişlerdir (Al-Mamary vd., 2002). İç Anadolu bölgesinden (Sivas ve Niğde) temin ettiğimiz bal örneklerinin TAS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemesi, bu yörelerin floristik yapısının benzerlik göstermesinden kaynaklanabilmektedir. Bunun yanı sıra Düzce ve Muğla yörelerinde en yüksek TAS değerlerine sahip bal örnekleri bulunurken Artvin ve Balıkesir yörelerinden elde ettiğimiz bal örneklerinin TAS değerleri de istatistiksel olarak en düşük düzeydedir. Düzce, Sivas ve Muğla yörelerinden temin edilen bal örneklerinin OSİ (TOS/TAS) düzeyleri diğer yörelere göre istatistiksel olarak en düşük seviyededir. Bu sonuçlara bağlı olarak bu yörelerden elde edilen balların antioksidan aktivitelerinin diğer yörelerden temin edilen ballardan daha iyi olabileceğini söyleyebiliriz. Saxena ve arkadaşları bazı *in vitro* analiz metodlarını kullanarak Hindistan'dan alınan birkaç ticari markalı bal örneklerinin fizikokimyasal ve antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Elde edilen bütün bal örneklerinin total fenolik içeriklerinin, protein içeriklerinin, radikal süpürme aktivitelerinin, askorbik asit miktarının (antioksidan aktiviteye eşdeğer (AEAC)) ve demir bağlayabilme (FRAP) seviyelerinin farklılıklar gösterebileceğine değinmişlerdir. 7 ticari markalı balın tümünün antioksidan aktivite gösterebileceğini belirlemişler ve balın antioksidan kapasitesinin içeriğindeki fenollerin miktarıyla kayda değer bir şekilde bağlantılı olduğunu ifade etmişlerdir. Antioksidan kapasitenin temel olarak prolin içeriğinden kaynaklandığını ve antioksidan kapasite ve prolin arasında korelasyonun bulunduğunu rapor etmişlerdir (Saxena vd., 2010). Yaptığımız çalışmanın sonuçları da balın antioksidan özelliğinin, içeriğinde bulunan fenolik bileşikler ile bağlantılı olduğunu doğrular niteliktedir. Bitkilerin sekonder ürünü olan fenolik bileşiklerin yoğunluğu türden türe değişebilmektedir. Ülkemizin sahip olduğu farklı ekolojik ve coğrafik yapı, yetişen bitki türlerinin de yörelerin bu özelliklerine bağlı

olarak farklılık arz etmesinde önemli bir faktör olmaktadır. Buna bağlı olarak bal arıları tarafından ziyaret edilen bitki türleri de yörelere göre değişkenlik gösterebilmektedir. Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nin 50 Rhododendron (ormangülü) bal örneğinin total fenolik içeriği, antioksidan ve antiradikal aktiviteleri analiz edilerek biyokimyasal parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu vurgulanmıştır. Giresun'dan elde edilen bal örneklerinin diğer yörelerin bal örneklerine göre anlamlı olarak daha yüksek fenolik içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Farklı Rhododendron türlerinin balları arasındaki antioksidan kapasite varyasyonları iklim ve çevresel faktörlerden dolayı kaynaklanmaktadır. Toplanan balın floral kaynaklarına bağlı olarak antioksidan kapasite ve fenolik içerikler mevsim ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir (Silici vd., 2010). Artvin ve Ordu yörelerinden temin edilen bal örneklerinin test sonuçları da bu bilgiler ile paralellik göstermektedir. Ordu yöresinin bal örneğinin TAS değeri, Artvin yöresinin bal örneğinin TAS değerinden anlamlı olarak daha yüksektir ($P<0,05$). Ayrıca Ordu yöresinin bal örneğinin OSİ değeri, Artvin yöresinden elde edilen bal örneğinin OSİ değerinden istatistiksel olarak daha düşüktür. Bu sonuçlar, Ordu yöresinin bal örneğinin daha iyi antioksidan aktivite sergileyebildiğini göstermektedir. Türkiye'den temin edilen kestane, ormangülü ve heterofloral bal örneklerinin biyolojik ve kimyasal özellikleri *in vitro* olarak araştırılmıştır. Antioksidan aktivite ve total fenolik içeriklerinin sonuçları en yüksekten en aza doğru şu şekilde sıralanmıştır; total polifenolikler: Kestane balı>heterofloral bal>ormangülü balı. Süperoksit radikal süpürme analizi: Kestane balı>heterofloral bal>ormangülü balı. Peroksinitrit süpürme analizi: Heterofloral bal>ormangülü balı>kestane balı. Antioksidan kapasite: Kestane balı>heterofloral bal>ormangülü balı. Örnek konsantrasyonu arttığında 3 antioksidan analiz metodunda da aktivitenin arttığı ifade edilmiştir (Küçük vd., 2007).

Bal ve propolis polifenollerinin ölçümleri sonucunda bal ve propolis kalitesinin kimyasal bileşenlerine ve floral kökenlerine bağlı olduğu ifade edilmiştir. Bu ürünlerin fenolik içerikleri; elde edildikleri yörelerin floral, coğrafik ve iklim özelliklerinden etkilenmektedir. Bal ve propolisteki polifenollerin miktarı ve kimliği bu sebeplerden dolayı ilgi çekmektedir. Ayrıca, bu arı ürünlerinin sahip oldukları antioksidan kapasite flavonoid ve fenolik asitler tarafından sağlanmaktadır (Gomez-Caravaca vd., 2006). Fenolik asitler bitkiler aleminde yaygın şekilde bulunan bitki metabolitleridir. Son

yıllarda oksidatif stresin yol açabileceği hasarlara karşı potansiyel koruyucu rol oynayan fenolik asitlere odaklanılmıştır. Propolis çeşitli oranlarda aminoasit, fenolik asit, fenolik asit esterleri, flavonoidler, sinamik asit, terpenler ve kafeik asit içermekte ve buna bağlı olarak da antiviral, antiinflamatuvar ve antibakteriyel gibi birçok biyolojik aktivite gösterebilmektedir (Kumazawa vd., 2004; Russo vd., 2002). Türkiye'nin Erzurum yöresinden elde edilen propolis örneklerinin antioksidan özelliklerinin tayin edildiği bir çalışmada; total antioksidan aktivite, demir iyonları ve kuprik iyonları indirgeme yeteneği, $O_2^{\cdot-}$ radikali süpürme, H_2O_2 süpürme ve metal şelatlama aktivitelerini içeren birkaç *in vitro* analizle propolisin antioksidan etkisi ve içeriğindeki fenolik bileşikler belirlenmiştir. Sonuç olarak, propolisin antioksidan aktivitesinin fenolik bileşiklere bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir (Gulcin vd., 2010). Propolisin karaciğer ve böbreklerde herhangi bir toksisiteye yol açmadığı belirtilen bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda önemli düzeyde oksidan süpürme aktivitesine sahip olduğu da belirtilmiştir (Ramadan vd., 2010). Yunanistan ve Kıbrıs propolislerinin etanolik ekstraktlarının antioksidan, antibakteriyel ve antifungal aktivite gösterebilen biyoaktif bileşiklerce çok zengin olduğu da bir başka çalışmayla gösterilmiştir (Kalogeropoulos vd., 2009). Yaptığımız çalışmada, Türkiye'nin 11 farklı yöresinden elde edilen propolis örneklerinin TAS seviyelerinin $3,17 \pm 0,05$ ile $4,53 \pm 0,24$ mmol Trolox Equivalent /L arasında değişen değerlere sahip olduğu belirlendi. Ahn ve arkadaşları Çin'in çeşitli yörelerinden temin ettikleri propolis örneklerinin etanolik ekstraktlarını hazırlayarak antioksidan aktivitelerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada da diğer çalışmalarda olduğu gibi total polifenol içeriklerinin güçlü antioksidan kapasite ile korelasyon içinde bulunduğu işaret edilmiştir. Kafeik asit, ferulik asit ve kafeik asit fenil ester gibi pek çok fenolik bileşik içeren propolisin buna bağlı olarak da yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu vurgulanmıştır. Yunnan ve Hainan yörelerinden temin edilen propolis örneklerinin diğer bölgelerde bulunmayan bileşikleri içermesinden dolayı daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Ahn vd., 2007). Arjantin, Avustralya, Brezilya, Bulgaristan, Çin, Güney Afrika, İngiltere, Macaristan, Özbekistan, Şili, Tayland, Ukrayna, Uruguay ve Yeni Zelanda'dan elde edilen propolislerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırıldığı çalışmada; Arjantin, Avustralya, Çin, Macaristan ve Yeni Zelanda propolislerinin içeriğindeki total polifenol ve flavonoid içeriklerinden dolayı daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Kumazawa vd., 2004). Propolisin su ekstraktının süperoksit radikale karşı süpürme aktivitesinin yüksek

olduğu ve hatta 50 ve 100 mg/mL'lik su ekstraktlarının süperoksit ve hidroksil radikallerinin üretimini tamamen inhibe ettiği ve bu özelliklerinden dolayı reaktif oksijen türlerinin yol açabileceği kanser, kardiovasküler bozukluklar ve diyabet gibi çeşitli hastalıklara karşı da propolis su ekstraktlarının koruyucu olabileceği ifade edilmiştir (Nagai vd., 2003). Oksidatif hasara sebep olabilen radikallerin zararını indirgemeye yönelik yapılan bu çalışmada, propolis antioksidan aktivitesinin yapısındaki bileşiklerle ilişkili olduğu gösterilmektedir. 11 farklı yörenin propolislerinde analiz ettiğimiz TAS, TOS ve OSİ değerleri, bu farklılığa bağlı olarak her propolis örneğinde değişkenlik göstermiştir. Propolis yapısındaki bu bileşikler, arılar tarafından toplandığı yörelerin bitki türlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Farklı yörelerden elde edilen propolis örneklerinin antioksidan kapasiteleri karşılaştırıldığında, en yüksek TAS değerine Artvin yöresinden elde edilen propolis sahip olduğu gözlenmiştir. En düşük OSİ değerine ise Niğde yöresinden elde edilen propolis örneğinin sahip olduğu saptanmıştır. Bu sonuca bağlı olarak, Niğde yöresinin propolis örneğinin iyi antioksidan aktiviteye sahip olabildiğini söyleyebiliriz. CAPE bulunan ve bulunmayan propolis antioksidan aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada CAPE ve galanginin aktiviteleri incelenerek CAPE'nin galanginden daha güçlü bir antioksidan aktivite gösterdiği ve propolis antioksidan özelliğinde etkin rol oynadığı belirtilmiştir (Russo vd., 2002). Bu çalışma fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerden önemli düzeyde sorumlu olduğunu göstermektedir.

LeBlanc ve arkadaşları Sonoran Çölü'nden elde ettikleri arı polenin total polifenoliklerinin miktarlarını tayin ederek total fenolikler ile antioksidan kapasitesi arasında korelasyon olduğuna değinmişlerdir (LeBlanc vd., 2009). 12 bitki türünden (*Capsella bursa pastoris* L. (çobançantası), *Carduus* sp. (Diken), *Carex* sp., *Centaurea cyanus* L. (mavi kantaron), *Crataegus monogyna* J. (Adi alıç), *Helianthus annuus* L. (Ayçiçeği), *Knautia arvensis* (L.) Coultter, *Matricaria chamomilla* L. (Mayıs papatyası), *Onobrychis viciifolia* Scop. (Adi korunga), *Pinus* sp. (Çam), *Salix* sp. (Söğüt), *Taraxacum officinale* Web. (Karahindiba)) elde edilen arı polenlerinin total fenolik konsantrasyonlarının ve antioksidan kapasitelerinin değerlendirildiği bir çalışmada en yüksek total fenolik değerlerine ve antioksidan kapasitelerine söğüt orjinli polenlerin sahip olduğu belirlenmiştir (Marghitas vd., 2009). Bu çalışmanın sonucuna göre de fenolik bileşiklerin ve flavanoidlerin varlığının antioksidan kapasiteyi belirleyen önemli

öğeler olduğunu söyleyebiliriz. Leja ve arkadaşları 12 bitki türünden (*Aesculus hippocastanum*, *Chamerion angustifolium*, *Lamium purpureum*, *Lupinus polyphyllus*, *Malus domestica*, *Phacelia tanacetifolia*, *Pyrus communis*, *Robinia pseudoacacia*, *Sinapis alba*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium sp.* and *Zea mays*) elde edilen arı polenlerinin fenolik elemanlarını (Total fenoller, fenilpropanoidleri, flavonoller ve antosiyaninleri) ve antioksidan kapasitelerini tayin ettikleri bir çalışmada, polenlerin fenolik içeriklerinin birbirinden oldukça farklılık gösterdiğine ve çoğunda antioksidan aktivitenin yüksek olduğuna ve bu özelliğin polenin bünyesinde bulunan fenilpropanoid değerleri ile doğrudan ilişkili olduğuna değinmişlerdir (Leja vd., 2007). Arıların polen toplamak amacıyla uğradıkları bitki türleri arı poleninin fenolik içeriklerini belirlemekte ve dolayısıyla antioksidan kapasiteyi de etkilemektedirler. Meksika'nın Durongo bölgesinde bulunan mesquite ağacından (*Prosopis juliflora*) arılar tarafından toplanan polenlerin antioksidan kapasiteleri *in vitro* ve *in vivo* olarak test edilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, *P. juliflora* orjinli arı poleninin flavonoidlerin önemli bir kaynağı olduğu ve buna bağlı olarak antioksidan kapasitesinin de yüksek olduğu araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır (Almaraz-Abarca vd., 2007). Daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmaların sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye'nin 11 farklı yöresinden elde edilen polen örneklerinin TAS değerlerindeki farklılığın bitkilerin içerdiği flavonoid gibi fenolik bileşiklerden kaynaklandığını söyleyebiliriz. Nitekim Artvin ve Balıkesir yörelerinin polen örnekleri en yüksek TAS değerine sahipken Düzce, Edirne, Kahramanmaraş, Mersin, Niğde ve Ordu yörelerinin polenleri en düşük TAS değerlerine sahiptir. Bu farklılık bu yörelerdeki bitki örtüsü farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Ülkemiz zengin coğrafik, ekolojik ve iklimsel yapısı dolayısıyla 3 farklı floristik alanı bünyesinde barındırmaktadır. Bu farklı yapılanma, yörelere göre değişen bitki çeşitliliğine sebep olmuştur. Türkiye'nin her bir bölgesini kapsayacak şekilde belirlenen 11 farklı yöreden temin edilen doğal arı ürünlerinin biyolojik aktivitelerinin analizi üzerine yaptığımız bu çalışmada, bitki çeşitliliğinin ve fitocoğrafik bölge farklılığının doğal arı ürünlerinin antioksidan kapasiteleri üzerine etkileri incelenerek bu ürünlerin biyolojik aktiviteleri de birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Son yıllarda hastalıkların tedavisi ve önlenmesi amacıyla antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve benzeri özellikte olduğu düşünülen doğal ürünlere yönelim hızla artış göstermektedir. Buna bağlı olarak, doğal ürünler üzerinde çeşitli spekülasyonlar ortaya çıkabilmekte ve bilgi kirliliğine yol açabilmektedir. Ülkemizin farklı yörelerinden elde edilen bal, propolis ve polenin hangi floristik alanda daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu belirleyen bu çalışmanın; arı ürünleri üzerindeki çeşitli spekülasyonlara karşı bilimsel bir yanıt olabileceği kanısındayız. Doğal arı ürünlerinin bu özelliklerinin karşılaştırılması ve bunlardan nasıl yararlanılması gerektiği konusu, son dönemlerde oldukça fazla ilgi çekerek güncellik kazanmıştır.

Araştırmamızın sonucunda; Düzce ve Muğla yörelerinde balın, Artvin yöresinde propolisin, Artvin ve Balıkesir yörelerinde ise polenin en yüksek TAS düzeylerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre; Düzce ve Muğla yörelerinden bal arıları tarafından toplanan bitki nektarlarının antioksidan seviyelerinin diğer yörelere oranla daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Propolis elde edebilmek amacıyla bal arılarının Artvin yöresindeki ağaçlardan topladıkları özel reçine ve mumsu maddelerin diğer yörelere oranla daha yüksek antioksidan kapasite gösterdiğini ifade edebiliriz. Çalışmamızda Artvin ve Balıkesir yörelerinden arılar tarafından elde edilen polen örneklerinin diğer yörelere göre daha yüksek antioksidan kapasite gösterdiği saptanmıştır. Bu veriler doğrultusunda Artvin ve Balıkesir yörelerinde yetişen çiçekli bitkilerin bazı metabolitlerinin diğer yörelerdeki bitkilere oranla daha yüksek antioksidan aktivite gösterebileceğini söyleyebiliriz.

Bu çalışmada Türkiye’de 11 farklı yöreden temin edilen bal, propolis ve polen örnekleri ekstrakte edilip “Rel Assay” marka ticari kitler kullanılarak TAS, TOS ve OSİ değerleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerlendirilerek farklı yörelerdeki arı ürünlerinin antioksidan ve oksidan kapasiteleri ile birlikte oksidatif stres indeksleri de saptanmıştır. Bu araştırma; oldukça kullanışlı ve hassas ölçümlere dayalı olan, son derece güvenilir testleri kapsayan *in vitro* analizleri içermesinden dolayı önem taşımaktadır. Sonuç olarak bu çalışmadan elde edilen veriler bilim dünyasına katkı sağlamakla birlikte, doğal arı ürünlerinin bu özelliklerinin karşılaştırılması ve bunlardan nasıl yararlanılabileceği konusunda da, son derece önemli veriler sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abja, P.M. and Albertini, R., “Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins”, *Clinica Chemia Acta* 306, 1-17, 2001.
- Ahn, M.R., Kumazawa, S., Usui, Y., Nakamura, J., Matsuka, M., Zhu, F. and Nakayama, T., “Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of China”, *Food Chemistry* 101, 1383–1392, 2007.
- Akman, Y., Düzenli, A. ve Güney, K., Biyocoğrafya, *Palme yayıncılık*, Ankara, 2005.
- Akman, Y., Türkiye Orman Vejetasyonu, *Ank. Üniv. Fen Fakültesi Botanik Anabilim Dalı*, Ankara, 1995.
- Aljadi, A.M. and Kamaruddin, M.Y., “Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys”, *Food Chemistry* 85, 513–518, 2004.
- Al-Mamary, M., Al-Meer, A. and Al-Habori, M., “Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey”, *Nutrition Research* 22, 1041–1047, 2002.
- Almaraz-Abarca, N., Campos, M.G., Avila-Reyes, J.A., Naranjo-Jimenez, N., Corral, J.H. and Gonzalez-Valdez, L.S., “Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybee collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, Leguminosae)”, *Journal of Food Composition and Analysis* 20, 119–124, 2007.
- Almeida-Muradian, L.B., Pamplona, L.C., Coimbra, S. and Barth, O.M., “Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets”, *Journal of Food Composition and Analysis* 18, 105–111, 2005.
- Alves, A., Ramos, A., Goncalves, M.M., Bernardo, M. and Mendes, B., “Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys”, *Journal of Food Composition and Analysis* 30, 130–138, 2013.

Anklam, E., “A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey”, *Food Chemistry* 63, 549–562, 1998.

Anonim, Honey-Health and Therapeutic Qualities, *National Honey Board*, 2003.

Ardağ, A., Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemlerinin Analitik Açıdan karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *T.C. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Analitik Anabilim Dalı*, 2008.

Atalay, İ., Türkiye Vejetasyon Coğrafyası, *Ege Üniversitesi Basımevi*, İzmir, 1994.

Bankova, V., Marcucci, M. and Castro, S., “Propolis recent advances in chemistry and plant origin”, *Apidologie* 31, 3-15, 2000.

Banskota, A.H., Tezuka, Y. and Kadota, S., “Recent progress in pharmacological research of propolis”, *Phytother Res.* 15, 561–571, 2001.

Belay, A., Solomon, W.K., Bultossa, G., Adgaba, N. and Melak, S., “Physicochemical properties of the Hareenna forest honey, Bale, Ethiopia”, *Food Chemistry* 141, 3386–3392, 2013.

Beyer, R.E., “The participation of coenzyme Q in free radical production and antioxidation”, *Free Radic. Biol. Med.* 8, 545-565, 1990.

Blasa, M., Candiracci, M., Accorsi, A., Piacentini, M.P., Albertini, M.C. and Piatti, E., “Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants”, *Food Chemistry* 97, 217–222, 2006.

Bonvehí, J.S., Torrento, M.S. and Lorente, E.C., “Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honeybee-collected pollen produced in Spain”, *J. Agric. Food Chem.* 49, 1848, 2001.

Borelli, F., Maffia, P. and Pinto, L., “Phytochemical compounds involved in the antiinflammatory effect of propolis extract”, *Fitoterapia* 73, S53-S63, 2002.

Buratti, S., Benedetti, S. and Cosio, M.S. “Evaluation of the antioxidant power of honey, propolis and royal jelly by amperometric flow injection analysis”, *Talanta* 71, 1387–1392, 2007.

Callejo, A., Armentia, A., Lombardero, M. and Asensio, T., “Propolis, a new bee-related allergen”, *Allergy* 56, 579, 2001.

Cantarelli, M.A., Camina, J.M., Pettenati, E.M., Marchevsky, E.J. and Pellerano, R.G., “Trace mineral content of Argentinean raw propolis by neutron activation analysis (NAA): Assessment of geographical provenance by chemometrics”, *LWT - Food Science and Technology* 44, 256-260, 2011.

Cardile, V., Panico, A., Gentile, B., Borrelli, F. and Russo, A., “Effect of propolis on human cartilage and chondrocytes”, *Life Sciences* 73, 1027–1035, 2003.

Castaldo, S. and Capasso, F., “Propolis, an old remedy used in modern medicine”, *Fitoterapia* 73, S1–S6, 2002.

Cheng, N., Ren, N., Gao, H., Lei, X., Zheng, J., and Cao, W., “Antioxidant and hepatoprotective effects of Schisandra chinensis pollen extract on CCl₄-induced acute liver damage in mice”, *Food and Chemical Toxicology* 55, 234–240, 2013.

Coşkun, F., “Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2, 27-33, 2006.

Çakmakçı, S. ve Çelik, I., Gıda Katkı Maddeleri, *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, Ders Notu, 249 s., Erzurum 2000.

Çankaya, N. ve Korkmaz, A., “Polen”, *T.C.Samsun Valiliği İl tarım Müdürlüğü* 2008.

Çelimli, N., “Veteriner Hekimlikte Yara Sağaltımında Bal Kullanımı”, *Veteriner Cerrahi Dergisi* 10(3-4), 73-77, 2004.

David, M.G. and McCord, J.M., “Walking a tightrope: The balance between mitochondrial generation and scavenging of superoxide anion”, *Understanding the process of aging*, ed.by/ Cadenas E., Packer L., 1st. Ed., New York, p.19, 1999.

Demirsoy, A., Türkan, İ. ve Gündüz, G., *Genel Biyoloji*, 5. baskı: 382-383. 2003.

Devarajan, S. and Venugopal, S., “Antioxidant and α -amylase inhibition activities of phenolic compounds in the extracts of Indian honey”, *Chinese Journal of Natural Medicines* 10(4): 0255-0259, 2012.

Dimou, M., Kasaros, J., Klonari, K.T. and Thrasyvoulou, A., “Discriminating pine and fir honeydew honeys by microscopic characteristics”, *J. Api. Res.* 45, 16-21, 2006.

Erdoğan, Y. ve Dodoloğlu, A., “Bal arısı (*apis mellifera* l.) kolonilerinin yaşamında polenin önemi”, *Uludag Bee Journal* 5(2), 79-84, 2005.

Erdoğrul, Ö. ve Erbiliir, F., “Kahramanmaraş'ta üretilen bal örneklerinin mikrobiyal kalitesi ve antibakteriyel etkilerinin araştırılması”, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 10(1), 2007.

Erel, O., “A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status” *Clin. Biochem.* 38, 1103-11, 2005.

Erel, O., “A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radicalcation”, *Clin. Biochem.* 37, 277-85, 2004.

Estevinho, L., Pereira, A.P., Moreira, L., Dias, L.G. and Pereira, E., “Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey”, *Food and Chemical Toxicology* 46, 3774–3779, 2008.

Ferreira, I.C.F.R., Aires, E., Barreira, J.C.M. and Estevinho, L.M., “Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract”, *Food Chemistry* 114, 1438–1443, 2009.

Finola, M.S., Lasagno, M.C. and Marioli, J.M., “Microbiological and chemical characterisation of honeys from central Argentina”, *Food Chemistry* 100, 1649–1653, 2007.

Gardner, P.T., White, T.A.C., Mcphail, D.B. and Duthie, G.G., “The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to antioxidant potential of fruit juices”, *Food Chemistry* 68, 471-474, 2000.

Genç, F. ve Dodoloğlu, A., Arıcılığın Temel Esasları (Ders Notu), *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay.*, No:166, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ofset Tesisi, Erzurum, 2002.

Gomez-Caravaca, A.M., Gomez-Romero, M., Arraez-Roman, D., Segura-Carretero, A. and Fernandez-Gutierrez, A., “Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees”, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41, 1220–1234, 2006.

Gulcin, İ., Bursal, E., M. Şehitoğlu, H., Bilsel, M. and Goren, A.C., “Polyphenol contents and antioxidant activity of lyophilized aqueous extract of propolis from Erzurum, Turkey”, *Food and Chemical Toxicology* 48, 2227–2238, 2010.

Güler, Z., “Doğu Karadeniz bölgesinde üretilen balların kimyasal ve duyuşal nitelikleri”, *Gıda* 30(6), 379-384, 2005.

Harma, M., Harma, M. and Erel, O., “Increased oxidative stress in patients with hydatidiform mole”, *Swiss. Med. Wkly.* 133, 563-536, 2003.

Haroun, M.I., Türkiye’de üretilen bazı çiçek ve salgı ballarının fenolik asit ve flavonoid profilinin belirlenmesi, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 2006.

Hurtado-Fernández, E., Gómez-Romero, M., Carrasco-Pancorbo, A. and Fernández-Gutiérrez, A., “Application and potential of capillary electroseparation methods to determine antioxidant phenolic compounds from plant food material”, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 53, 1130–1160, 2010.

Kahraman, T., Buyukunal, S.K., Vural, A. and Altunatmaz, S.S., “Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey”, *Food Chemistry* 123, 41–44, 2010.

Kalogeropoulos, N., Konteles, S.J., Troullidou, E., Mourtzinis, I. and Karathanos, V.T., “Chemical composition, antioxidant activity and antimicrobial properties of propolis extracts from Greece and Cyprus”, *Food Chemistry* 116, 452–461, 2009.

Karabagias, I.K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti S. and Kontominas, M.G., “Characterization and classification of *Thymus capitatus* (L.) honey according to geographical origin based on volatile compounds, physicochemical parameters and chemometrics”, *Food Research International* 55, 363–372, 2014.

Kassim, M., Achoui, M., Mustafa, M.R., Mohd, M.A. and Yusoff K.M., “Ellagic acid, phenolic acids, and flavonoids in Malaysian honey extracts demonstrate in vitro anti-inflammatory activity”, *Nutrition Research* 30, 650–659, 2010.

Kaya, E.G., Özbilge, H. ve Albayrak, S., “Kayseri Propolisinin Etanolik Ekstraktının Antimikrobiyal Aktivitesi”, *Selçuk Tıp Derg* 28(4), 209-212, 2012.

Kılınç, K. ve Kılınç, A., “Oksijen toksisitesinin aracı molekülleri olarak oksijen radikalleri”, *Hacettepe Tıp Dergisi* 33(2), 110-118, 2002.

Kishikawa, N., Ohyama, K., Yao, J., Miyamoto, A., Imazato, T., Ueki, Y., Nakashima, K., Maehata, E. and Kuroda, N., “Automated analysis of the serum antioxidative activities against five different reactive oxygen species by sequential injection system with a chemiluminescence detector”, *Clinica Chimica Acta* 411, 1111–1115, 2010.

Korkmaz, A., Arıcılık, *T.C. SAMSUN VALİLİĞİ İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi* Samsun, Temmuz 2007.

Korkmaz, A., Bal, *T.C. SAMSUN VALİLİĞİ İl Tarım Müdürlüğü* Samsun, 2008.

Kosecik, M., Erel, O., Sevinc, E. and Selek, S., “Increased oxidative stress in children exposed to passive smoking”, *Int. J. Cardiol.* 100, 61–4, 2005.

Krell, R., “Value-Added Products From Beekeeping”, *FAO Agricultural Services Bulletin*, No. 124 Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1996.

Kumazawa, S., Hamasaka, T. and Nakayama, T., “Antioxidant activity of propolis of various geographic origins”, *Food Chemistry* 84, 329–339, 2004.

Kumova, U., “Ballarda Kalite Kontrolü”, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1(3), 12-25, 1986.

Kutluca, S., Genç, F. ve Korkmaz, A., Propolis, *T.C. SAMSUN VALİLİĞİ İl Tarım Müdürlüğü*, Samsun, 2006.

- Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, S., Ulusoy, E., Baltacı, C. and Candan, F., “Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia”, *Food Chemistry* 100, 526–534, 2007.
- Landvik, S.V., Diplock, A.T. and Packer, L., “Efficacy of α -tokoferol in human health and disease”, *Journal of Clinical Pathology* 121, 1123-1137, 1998.
- LeBlanc, B.W., Davis, O.K., Boue, S., DeLucca, A. and Deeby, T., “Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen”, *Food Chemistry* 115, 1299–1305, 2009.
- Leja, M., Mareczek, A., Wyzgolik, G., Klepacz-Baniak, J. and Czekonska, K., “Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species”, *Food Chemistry* 100, 237–240, 2007.
- Liebelt, R.A., Lyle, D. and Walker, J., “Effects of bee pollen diet on su and growth of in bred strains of mice”, *American Bee Journal* 134, 615-620, 1994.
- Madejczyk M. and Baralkiewicz D., “Characterization of Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES”, *Analytica Chimica Acta* 617, 11–17, 2008.
- Marghitas, L.A., Stanciu, O.G., Dezmirean, D.S., Bobis, O., Popescu, O., Bogdanov, S. and Campos, M.G., “In vitro antioxidant capacity of honeybee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania”, *Food Chemistry* 115, 878–883, 2009.
- Marucci, M.C., Ferreres, F. and Bankova, V.S., “Phenolic compounds from Brazilian popolis with pharmacological activities”, *J. Ethnopharmacol* 74, 105–112, 2001.
- Mathes, S.J. and Nahai, F., “Reconstructive Surgery”, *Principles, Anatomy and Technique* 1, 39-46, 1997.
- Mayne, S.T., “Antioxidant nutrients and chronic disease: use of biomarkers of exposure and oxidative stress status in epidemiological research”, *J. Nutr.* 133, 933- 940, 2003.

McKibben, J. and Engeseth, N. J., “Honey as a protective agent against lipid oxidation in ground turkey”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 592–595, 2002.

Miguel, M.G., Nunes, S., Dandlen, S.A., Cavaco, A.M. and Antunes, M.D., “Phenols and antioxidant activity of hydro-alcoholic extracts of propolis from Algarve, South of Portugal”, *Food and Chemical Toxicology* 48, 3418–3423, 2010.

Mohammadzadeh, S., Sharriatpanahi, M., Hamed, M., Amanzadeh, Y., Ebrahimi, S.E.S. and Ostad, S.N., “Antioxidant power of Iranian propolis extract”, *Food Chemistry* 103, 729–733, 2007.

Molan, P., Medicinal uses for honey. *Beekeepers Quarterly, Waikato University*, New Zealand, No.26, 1992.

Morais, M., Moreira, L., Feas, X., Estevinho, L.M., “Honeybee-collected pollen from five Portuguese Natural Parks: Palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity”, *Food and Chemical Toxicology* 49, 1096–1101, 2011.

Mundo, M.M., Padilla-Zakour, O.I. and Worobo, R.W., “Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys”, *International Journal of Food Microbiology* 97,1–8, 2004.

Nagai, T., Inoue, R., Inoue, H. and Suzuki, N., “Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis”, *Food Chemistry* 80, 29–33, 2003.

Nagai, T., Inoue, R., Kanamori, N., Suzuki, N. and Nagashima, T., “Characterization of honey from different floral sources. Its functional properties and effects of honey species on storage of meat”, *Food Chemistry* 97, 256–262, 2006.

Nagai, T., Myoda, T. and Nagashima, T., “Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (tsukushi) *Equisetum arvense*”, *Food Chemistry* 91, 389-394, 2005.

Nori, M.P., Favaro-Trindade, C.S., Alencar, S.M., Thomazini, M., Balieiro, J.C.C. and Castillo, C.J.C., “Microencapsulation of propolis extract by complex coacervation, LWT”, *Food Science and Technology* 44, 429-435, 2011.

Olszewski, T.K., Bomont, C., Coutrot, P. and Grison, C., “Lithiated anions derived from (alkenyl)pentamethyl phosphoric triamides: Useful synthons for the stereoselective synthesis of 9-oxo- and 10-hydroxy-2(E)-decenoic acids, important components of queen substance and royal jelly of honeybee *Apis mellifera*”, *Journal of Organometallic Chemistry* 695, 2354-2358, 2010.

Orhan, F., Sekerel, B.E., Kocabas, C.N., Sackesen, C., Adalioglu, G. and Tuncer, A., “Complementary and alternative medicine in children with asthma”, *Annals of Allergy, Asthma, and Immunology* 90, 611–615, 2003.

Oroian, M., “Measurement, prediction and correlation of density, viscosity, surface tension and ultrasonic velocity of different honey types at different temperatures”, *Journal of Food Engineering* 119, 167–172, 2013.

Ötleş, S., “Bal ve Bal Teknolojisi (kimyası ve analizleri)”, *Ege Üniv. Alasehir Meslek Yüksekokulu*, İzmir 2, 90, 1995.

Özan, F., Propolisin kırık iyileşmesi üzerine etkilerinin deneysel olarak incelenmesi, Doktora Tezi, *T.C. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ağız, Diş, Çene Hastalıkları Ve Cerrahisi Ana Bilim Dalı*, Sivas, 2006.

Paramas, A.M.G., Barez, J.A.G., Marcos, C.C., Garcia-Villanova, R.J. and Sanchez, J.S., “HPLC-fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive (honey and bee-pollen)”, *Food Chemistry* 95, 148–156, 2006.

Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feas, X. and Estevinho, L.M., “Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory”, *Food and Chemical Toxicology* 63, 233–239, 2014.

Pernal, S.F. and Currie, R.W., “The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.)”, *Springer-Verlag* 51(1), 2001.

Pinto, B., Caciagli, F., Riccio, E., Reali, D., Saric, A., Balog, T., Likic, S. and Scarpato, R., “Antiestrogenic and antigenotoxic activity of bee pollen from *Cystus incanus* and *Salix alba* as evaluated by the yeast estrogen screen and the micronucleus assay in human lymphocytes”, *European Journal of Medicinal Chemistry* 45, 4122-4128, 2010.

Ramadan, A., Soliman, G., Mahmoud, S.S., Nofal, S.M. and Abdel-Rahman, R.F., “Evaluation of the safety and antioxidant activities of *Crocus sativus* and Propolis ethanolic extracts”, *Journal of Saudi Chemical Society* xxx, xxx–xxx, 2010.

Russo, A., Longo, R. and Vanella, A., “Antioxidant activity of propolis: role of caffeic acid phenethyl ester and galangin”, *Fitoterapia* 73(1), 21-29, 2002.

Sardar, B.R. and Singhal, R.S., “Characterization of co-crystallized sucrose entrapped with cardamom oleoresin”, *Journal of Food Engineering* 117, 521–529, 2013.

Saric, A., Balog, T., Sobocanec, S., Kusic, B., Sverko, V., Rusak, G., Likic, S., Bubalo, D., Pinto, B., Reali, D. and Marotti, T., “Antioxidant effects of flavonoid from Croatian *Cystus incanus* L. rich bee pollen”, *Food and Chemical Toxicology* 47, 547–554, 2009.

Saxena, S., Gautam, S. and Sharma, A., “Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys”, *Food Chemistry* 118, 391–397, 2010.

Schmidt, J.O., “Bee Product Chemical Composition and Application”, *International Conference on: Bee Product: Properties, Applications and Apitherapy*, Israel, P:15, 1997.

Silici, S. ve Güçlü, B.K., “Yumurtacı damızlık japon bildircin (*Coturnix Coturnix Japonica*) rasyonlarına propolis ve kafeik asit katılmasının verim ve kuluçka performansı ile yumurta kalitesi ve bazı serum parametrelerine etkisi”, ***Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)*** 19(2), 140-150, 2010.

Silici, S., Ekmekcioglu, O., Eraslan, G. and Demirtas, A., “Antioxidative Effect of Royal Jelly in Cisplatin-induced Testes Damage”, ***Urology*** 74(3), 2009.

Silici, S., Propolisin bazı antimikrobiyal ve farmakolojik aktiviteleri üzerine bir araştırma, ***Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim dalı***, Adana, 2003.

Silici, S., Sagdic, O. and Ekici, L., “Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys”, ***Food Chemistry*** 121, 238–243, 2010.

Silva, T.M.S., Camara, C.A., Lins, A.C.S., Barbosa-Filhoa, J.M., Silva, E.M.S., Freitas, B.M. and Santos, F.A.R., “Chemical composition and free radical scavenging activity of polen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke”, ***Journal of Food Composition and Analysis*** 19, 507–511, 2006.

Silva, T.M.S., Santos, F.P., Evangelista-Rodrigues, A., Silva, E.M.S., Silva, G.S., Novais, J.S., Santos, F.A.R. and Camara, C.A., “Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaira (*Melipona subnitida*) honey”, ***Journal of Food Composition and Analysis*** 29, 10–18, 2013.

Son, D.J., Lee, J.W., Lee, Y.H., Song, H.S., Lee, C.K. and Hong, J.T., “Therapeutic application of anti-arthritis, pain-releasing, and anti-cancer effects of bee venom and its constituent compounds”, ***Pharmacology & Therapeutics*** 115, 246–270, 2007.

Song, S.Y., Jin, C., Jung, K.J. and Park, E., “Estrogenic effects of ethanol and ether extracts of propolis”, *Journal of Ethnopharmacology* 82, 89–95, 2002.

Standifer, L.N., “Honey bee nutrition supplemental feeding”, <http://maarec.cas.psu.edu/bkCD/HBBiology/nutrition-supplements>, 2003.

Şahinler, N., “Arı Ürünleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi”, *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(1-2), 139-148, 2000.

Şimşek, N., Karadeniz, A. ve Bayraktaroğlu, A.G., “Ratlarda periferik kan hücreleri üzerine L-karnitin, arı sütü ve nar ekirdeğinin etkileri”, *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 15(1), 63-69, 2009.

Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker, O.S., Tastemur, B., Sagdic, O., Dogan, M. and Kayacier, A., “Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile”, *Industrial Crops and Products* 46, 124–131, 2013.

Tuberoso, C.I.G., Jerkovic I., Sarais, G., Congiu F., Marijanovic, Z. and Kus, P.M., “Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE $L^*C^*_{ab}h^o_{ab}$ chromaticity coordinates”, *Food Chemistry* 145, 284–291, 2014.

White, J.W.J., “Detection of honey adulteration by carbohydrate analysis”, *J. Assn. Off. Anal. Chem.* 63(1), 11-18, 1980.

Yumru, M., Savas, H.A., Kalenderoglu, A., Bulut, M., Celik, H. and Erel, O., “Oxidative imbalance in bipolar disorder subtypes: a comparative study”, *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 33(6), 1070-4, Aug 31, 2009.

Yurtsever, N. ve Sorkun, K., “Bal Kalitesine Etki Eden Faktörler”, *Uludağ Arıcılık Dergisi* 3(2), 28-31, 2002.

ÖZ GEÇMİŞ

Hamide BALI 14.05.1987 tarihinde Niğde'de doğdu. İlk, orta ve lise öğretimini İstanbul'da tamamladı. 2005 yılında girdiği Niğde Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nden Haziran 2009'da mezun oldu. 2009 yılında Niğde Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalında başladığı yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.

Tez Çalışmasından Üretilen Eserler

Bu tez çalışmasından kongrede sunulmak üzere üretilen 1 (bir) adet poster çalışması aşağıda sunulmuştur.

Doğan, H., Talas, Z.S., Akyol, E. ve Akgül, H., “Farklı Bölgelerden Toplanan Bal Örneklerinin Biyolojik Özelliklerinin *in vitro* Yöntemlerle İncelenmesi”, ***İç Anadolu Bölgesi 1. Tarım ve Gıda Kongresi***, 2-4 Ekim, Niğde, 2013.