



**BAYBURT
ÜNİVERSİTESİ**

ARI VE ARICILIK TEKNOLOJİLERİ (ARITEK) DERGİSİ

e-ISSN: 2980-1052



CİLT:2 - SAYI:1

2023

ARI VE ARICILIK TEKNOLOJILERI DERGISI

Amaç ve Kapsam

Aims and Scope

Arı ve Arıcılık Teknolojileri Dergisinin amacı, arı, arıcılık ve arıcılık teknolojileri üzerine etik kurallara uygun olarak hazırlanan bilimsel çalışmaların aktarılması, böylelikle arı ve arıcılık teknolojileri arasında yeni fikirlerin oluşumunun sağlanmasıdır. Bu kapsamda dergi ifade edilen alanda araştırma makalelerinin, derleme çalışmalarının, olgu sunumlarının ve editöryel mektupların yayınlanması amacıyla birlikte bu alanda literatüre katkı sağlayarak konu üzerine bilimsel tartışmaların gerçekleştirilmesine hizmet etmeyi hedeflemektedir. Bu amaçlar doğrultusunda rahatlıkla ulaşılabileceğinin tahmin edildiği diğer bir amaç ise arı ve arıcılık teknolojileri alanındaki araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin ve bu konudaki bilgi paylaşımlarının artacağıdır. Bu kapsamda dergi arı ve arıcılık teknolojilerine dair tüm disiplinleri kapsamakla birlikte bu disiplinlerde çalışan uzman ve araştırmacıları temel hedef kitlesi olarak belirlemektedir.

Arı ve Arıcılık Teknolojileri Dergisi, Bayburt Üniversitesi Arıcılık Araştırma Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından oluşturulmuş olan ulusal, bilimsel, tarafsız, açık erişimli ve akademik resmi bir dergidir. Derginin kapsamı arı ve arıcılık teknolojilerine yönelik tüm disiplinlerden oluşmakla birlikte bu disiplinler çatısı altında oluşturulmuş etik kurallara uygun araştırma makaleleri, derleme makaleler, editör mektupları ve editöryel yazılardan oluşmaktadır. Arı ve Arıcılık Teknolojileri Dergisinde değerlendirilecek ve yayınlanacak makaleler Dergipark ve <https://ojs.bayburt.edu.tr/index.php/aricilik> internet sitesi üzerinden PDF formatında yayımlanacaktır. Dergi elektronik ortamda ve yılda iki kez yayımlanmaktadır. Dergi Türkçe ve İngilizce dilinde yayımlanmaktadır.

Yayımlanan bilimsel çalışmaların dil, bilim, yasal ve etik sorumluluğu yazarlara aittir.

Tüm Hakları Mahfuzdur.

Yıl
Year
2023

Cilt
Volume
2

Sayı
Number
1

e-ISSN
2980-1052

ARI VE ARICILIK TEKNOLOJİLERİ DERGİSİ

Editör
Editor

Doç. Dr. Yaşar ERDOĞAN
Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Veterinerlik Bölümü

Editör Yardımcısı
Assistant Editor

Dr. Öğr. Üyesi Sadık ÇIVRACI
Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Veterinerlik
Dr. Öğr. Üyesi Yahya Yasin YILMAZ
Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Veterinerlik
Öğr. Gör. Furkan ERDOĞMUŞ
Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Yönetim ve
Organizasyon Bölümü
İbrahim KÖKSAL
Öğr. Gör. Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Ulaştırma
Hizmetleri Bölümü

Alan Editörleri
Section Editors

Prof. Dr. Ahmet DODOLOĞLU
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni
Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya
Prof. Dr. Halil YENİNAR
Kahraman Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Zootečni
Dr. Öğr. Üyesi Cengiz ERKAN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni
Prof. Dr. Nuray ŞAHİNLER
Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni

Yayın Editörü
Publishing Editor

Dr. Öğr. Üyesi Sadık ÇIVRACI
Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Veterinerlik
Öğr. Gör. Furkan ERDOĞMUŞ
Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Yönetim ve
Organizasyon Bölümü
İbrahim KÖKSAL
Öğr. Gör. Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Ulaştırma
Hizmetleri Bölümü

Dil Editörü
Language Editor

Öğr. Gör. İbrahim KÖKSAL
Bayburt Üniversitesi, Ulaştırma Hizmetleri
Öğr. Gör. Furkan ERDOĞMUŞ
Bayburt Üniversitesi, Yönetim ve Organizasyon

Mizanpaj Editörü
Layout Editor

Dr. Öğr. Üyesi Sadık ÇIVRACI
Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Veterinerlik

İstatistik Editörü
Statistics Editor

Öğr. Gör., İbrahim KÖKSAL
Bayburt Üniversitesi, Ulaştırma Hizmetleri

Sekreter
Secretary

Veli ACAR
Bayburt Üniversitesi

Yönetim Yeri ve Yazışma Adresi / Address

Bayburt Üniversitesi Demirözü Meslek
Yüksekokulu Demirözü/ Bayburt/ Türkiye
Tel: 0458 411 65 10

Web Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aritek>

ARI VE ARICILIK TEKNOLOJİLERİ DERGİSİ

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALESİ RESEARCH ARTICLE

MANYETİK ALANIN BALARILARI ÜZERİNE ETKİSİ *THE EFFECT OF THE MAGNETIC FIELD ON THEIR ACHIEVEMENT*

YAŞAR ERDOĞAN, SADIK ÇIVRACI.....1-8

BALARISI (*Apis mellifera* L.) KOLONİLERİNİN FARKLI KOLONİ YÖNETİM ŞEKİLLERİNDE BAZI DAVRANIŞ ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ *DETERMINATION OF SOME BEHAVIORAL CHARACTERISTICS OF HONEYBEE (*Apis mellifera* L.) COLONIES IN DIFFERENT COLONY MANAGEMENT METHODS*

MAHİR MURAT CENGİZ, MURAT DÜLGER9-17

DERLEME REVIEW

ARI SÜTÜ 10-HDA İÇERİĞİNİ ETKİLEYEN BAZI FAKTÖRLER *SOME FACTORS AFFECTING ROYAL JELLY 10-HDA CONTENT*

FERHAT DEMİR, ZİHNİ SERBAY SANDALCIOĞLU, CENGİZ ERKAN18-29

ARI SÜTÜNÜN TEMEL ÖZELLİKLERİ *BASIC FEATURES OF ROYAL JELLY*

YAHYA YASİN YILMAZ30-38

KİMYASAL İÇERİK VE BİYOLOJİK AKTİVİTE AÇISINDAN PROPOLİS *PROPOLIS IN TERMS OF CHEMICAL CONTENT AND BIOLOGICAL ACTIVITY*

YAHYA YASİN YILMAZ38-46

MANYETİK ALANIN BALARILARI ÜZERİNE ETKİSİ

Yaşar ERDOĞAN^{1*}

Sadık ÇIVRACI²

Özet: Balarıları, Jeomanyetik alanı, yön bulma ve konum belirleme amacıyla kullanırlar. Yaptığımız bu çalışmada, manyetik alanın bal arıları üzerindeki etkilerini tespit etmek amacıyla 2022 yılında Bayburt Üniversitesi Arıcılık araştırma ve uygulama İstasyonunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Elektro Manyetik alan (EMF) nın bal arılarının beslenme yerini bulmasına ve beslenme kutusunda (BK) bekleme süresine etkisi tespit edilmiştir. Elektromanyetik alan kaynağı olarak Helmholtz bobini kullanılmıştır. Bobinlerin Elektro Manyetik alan değerleri 0 μ T, 25 μ T, 75 μ T, 125 μ T, 175 μ T olarak sabitlendi. Helmholtz bobinlerinin merkezlerine içerisine 1/1 lik şeker şurubu doldurulmuş beslenme kapları (petri kabı) yerleştirilmiştir.

En çok ziyaret edilen uygulama BK1 (0 μ T) (ortalama 20.06 \pm 0,76a arı) ve en az ziyaret edilen uygulama ise BK5 (175 μ T) (ortalama 11,53 \pm 0,63 arı) olmuştur. Kontrol grubu uygulamasına BK1 (0 μ T) gelen arılar burada ortalama 34,26 \pm 7,08 saniye, manyetik alanın en yüksek uygulandığı U5 (175 μ T) beslenme kaplarında ise ortalama 12.61 Sn gibi oldukça kısa bir süre bekleyebilmişlerdir.

Bu çalışmanın sonucunda bal arılarının elektromanyetik alandan oldukça etkilendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Balarısı, jeomanyetik alan, yön bulma

THE EFFECT OF THE MAGNETIC FIELD ON THEIR ACHIEVEMENT

Abstract: Honeybees use the geomagnetic field for navigation and location determination. This study was carried out at Bayburt University Beekeeping Research and Application Station in 2022 to determine the effects of the magnetic field on honey bees. In the study, the effect of Electro Magnetic Field (EMF) on the ability of honey bees to find the feeding place and the waiting time in the feeding box (BK) was determined. Helmholtz coil was used as the electromagnetic field source. Electro Magnetic field values of the coils were fixed as 0 μ T, 25 μ T, 75 μ T, 125 μ T, 175 μ T. Feeding containers (Petri dishes) filled with 1/1 sugar syrup were placed in the centers of the Helmholtz coils.

The most visited application was BK1 (0 μ T) (average 20.06 \pm 0.76 bees) and the least visited application was BK5 (175 μ T) (average 11.53 \pm 0.63 bees). Bees in the control group application BK1 (0 μ T) were able to wait an average of 34.26 \pm 7.08 seconds here, and in the U5 (175 μ T) feeding containers where the magnetic field was applied at the highest level, they were able to wait for a very short time, such as 12.61 seconds on average.

As a result of this study, it was seen that honey bees were greatly affected by the electromagnetic field.

Key Words: Honeybee, geomagnetic field, navigation

¹ Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Veterinerlik Bölümü, Bayburt, Türkiye., Orcid ID: 0000-0002-3897-2003

² Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Veterinerlik Bölümü, Bayburt, Türkiye., Orcid ID: 0000-0002-0750-1823

*sorumlu yazar: yasarerdogan@hotmail.com

1. GİRİŞ

Tüm canlılar, dünya var olmuş olalı maruz kaldıkları manyetik alana uyum sağlamış olup; canlılardan bazıları bu yerin manyetik alanını yön bulma maksadıyla kullanmaktadır (Wiltschko ve Wiltschko, 2005).

Manyetik alanlar canlıları etkileyebilecek önemli ekolojik faktörlerdendir (Binhi ve Savin, 2003; Rosen ve biophysics, 2003). Manyetik alan canlıların günlük aktivitelerine, davranışlarına ve mekansal yönelimlerine etki edebilmektedir (M. Vácha, Drštková, ve Půžová, 2008; M. J. J. o. e. b. Vácha, 2006).

Yapılan bir araştırmada böceklerde manyetik alanın oktopamin düzeylerini artırmasıyla böceklerin motor aktivitesinde önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir (Roeder, 1999).

Balarılar manyetik alan değişimlerini hissedip ondan etkilenen en önemli canlılardan birisidir. Bunun araştırılmasına yönelik yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Yapılan bir çalışmada, yüksek manyetik alan uygulandığında balarılarının kovan yönelimleri değişmiştir (Collett ve Baron, 1994; Frier, Edwards, Smith, Neale, ve Collett, 1996). Yine başka bir çalışmada, arılarda karnı çevreleyen ve esas olarak karnın ventralinde yer alan trofositlerde $0,5\pm 0,1$ μm çapında demir granülleri (IG'ler) bulunduğu ifade edilmiştir (Hsu ve Li, 1994; Kuterbach, Walcott, Reeder, ve Frankel, 1982). Yapılan çalışmalarda, bal arılarında Fe_3O_4 ve FeOOH bulunmuştur (Jaccoud El-Jaick, Acosta-Avalos, Motta de Souza Esquivel, Wajenberg, ve Paixão Linhares, 2001).

Bu sonuçlar, bal arılarının biyomanyetitlere sahip olduğunu göstermektedir. Ancak bu kapasiteyi açıklayacak bir kanıt bulunamamıştır (Hsu, Ko, Li, Fann, ve Lue, 2007). Bal arıları insanlık ve doğa açısından oldukça büyük önem taşımaktadır. Bal arıları, arıcılık ürünleri üretmenin dışında bitkilerin tozlaşmasını da sağlayarak doğaya büyük katkı sağlamaktadır (Castro, 2001; Erdogan ve Dodoglu, 2005). Avrupa bal arıları (*Apis mellifera* L.) oldukça etkili polinatör böceklerdir (Garibaldi, Aizen, Klein, Cunningham, ve Harder, 2011; Garibaldi vd., 2014). Bal arıları dışarıdan çiçeklerden toplayarak kovanlarına nektar, polen ve propolis taşırlar. Ayrıca yine dışarıdan kovanlarına değişik kaynaklardan su da taşırlar. Bal arıları kilometrelerce mesafelerden besin toplayan ve yönünü kaybetmeden kovanlarına geri dönen oldukça yetenekli sosyal böceklerdir.

Bal arıları güneşi, polarize ışığı ve yer işaretlerini kullanarak yönlerini belirleyebilme kabiliyetlerine sahiptirler (Dyer ve Gould, 1981; Evangelista, Kraft, Dacke, Labhart, ve Srinivasan, 2014; Rossel ve Wehner, 1986). Bu eşsiz canlılar, dünyanın elektromanyetik alanı yardımıyla yollarını bulurlar. Bal arıları yön bulmada güneş, koku, polarize ışık, gökyüzü, kovandaki işaretler ve manyetik alanı kullanırlar.

Günümüzde baz istasyonları, Wi-Fi, Bluetooth, elektrikli cihazlar ve yüksek gerilim hatları gibi Manyetik alan üreten cihazların kullanımı oldukça artmıştır. Bu cihazların sayısının artmasına bağlı olarak, manyetik alanda artmıştır.

Yapılan bir çalışmanın sonucuna göre sosyal yaban arısı *Polybia paulista*'nın yerel jeomanyetik alandaki değişikliklere duyarlı olduğunu göstermiştir (Pereira-Bomfim, Antonialli-Junior, ve Acosta-Avalos, 2015). Miknatıslar ve Helmholtz bobinleriyle yapılan bu çalışmada, manyetik alandaki değişimin *Polybia paulista*'nın uçuş aktivitesini etkilediğini gösterdi. Son zamanlarda hastalıklar, doğal düşmanlar, pestisitler ve olumsuz iklim koşulları gibi bal arılarının gelişimini etkileyen birçok faktöre dair raporlar bulunmaktadır (Favre, 2011).

Son yıllarda, tün dünyada arı kolonilerinde çok hızlı bir kayıp meydana gelmiştir. Bu kayıplar herhangi bir semptom göstermeden aniden olmuştur. Bilim adamları bunu CCD (Colony Collaps Disorder) olarak isimlendirmiştir (Gallai, Salles, Settele, ve Vaissière, 2009). Bu durumun sebepleri olarak hava kirliliği, pestisitler, uygun olmayan tarımsal faaliyetler, virüsler, mono kültür tarım ve ani iklim değişikliklerinden kaynaklandığı söylenmektedir. Bazı kaynaklarda ise CCD nin asıl sebebinin manyetik alan kirliliği olduğu söylenmektedir (Cammaerts, 2017; Kumar, 2018; Taye, Deka, Rahman, Bathari, ve studies, 2017). Artan manyetik alan kirliliği neticesinde, kovandan gıda toplamak için çıkan arıların kaynağı veya kovayı tekrar bulmalarını engellemektedir. Bal arılarının vücut hücrelerinde manyetit kristal yapılar vardır. Bu yapılar manyeto-alma sisteminin aktif bileşenleridir. Bu yapılar sayesinde balarılar yerin manyetik alanında meydana gelen en ufak değişikliği bile hissedebilmektedir (Favre, 2011).

Manyetik dalgalar sürekli dalga boyu/frekans spektrumunda bulunur. Dalga boyu ne kadar kısa olursa frekans da o kadar yüksek olur (Hernandez vd., 2010). Elektro Manyetik Alan, manyetik akı yoğunluğu olarak ölçülür ve birimi Tesla'dır (T). Elektrik manyetik alanlarının frekansı Hertz (Hz) cinsinden ifade edilir (Vecchia vd., 2009).

Elektromanyetik alan ölçümleri, kaynağın gücü ve uzaklığı, bölgelerin fiziksel ortamı, radyasyonun frekansı ve olası modülasyon, yansıma veya polarizasyon gibi farklı faktörlerden etkilenebilir (Vecchia vd., 2009). Birçok çalışmaya göre radyo frekansı ve elektromanyetik radyasyonun (EMR) tüm biyolojik sistemlerin ve tüm organizmaların fonksiyonlarını bozan birçok yanıltıcı biyolojik etki ürettiği rapor edilmiştir (Blank ve Goodman, 2009; Erdoğan, 2019; Rösli, Egger, Pfluger, ve Minder, 2008; Schüz ve Ahlbom, 2008).

Elektromanyetik alan, bal arılarının tüm sistemlerini etkileyerek sonuçta yok olmalarına neden olabilir (Pattazhy, 2011). Büyük miktarda radyasyon aynı zamanda arının yön bulma yeteneğini de bozmakta ve kovanlarına geri dönmesini engellemektedir (Sharma ve Kumar, 2010). Bal arıları elektromanyetik radyasyonun biyo göstergesi gibidir, Çünkü beyin anatomileri ve öğrenme bölgeleri ilişkisel öğrenme yetenekleriyle iyi bilinmektedir (Schwärzel, Müller, ve CMLS, 2006). Bir çalışmada “bazistasyonları ve cep telefonlarının sayısı artarsa bal arıları on yıl içinde yok olabilir” denmektedir (Pattazhy, 2011). Araştırmaya göre, bal arılarının kovanlarına dönüşlerinde önemli farklılıklar bulundu: manyetik alan uygulanan arıların yüzde 40'ı, uygulanmayan arıların ise yüzde 7,3'ü kovanlarına başarılı bir şekilde dönmüştür (Stefan, Matthias, Wilhelm, Andrea, ve Astrophysics, 2013).

Yaptığımız bu çalışmada elektromanyetik alan yoğunluğunun bal arıları üzerindeki etkisinin ve arıların deneme alanındaki bekleme sürelerinin tespit edilmesi amaçlandı.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Kafkas melezi bal arıları (*Apis mellifera caucasica*) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kafkas arıları gri tüylü koyu renkli arılardır. Köken olarak, Kafkas dağlarından gelmektedir. Bu arılar oldukça sakin huylu olup, diğer bal arısı türlerine göre daha uzun bir dile sahiptir. Soğuk iklimlerde kışı iyi geçirirler ve ilkbaharda güçlü koloniler oluştururlar.

Bal ve Propolis üretimi diğer arı türlerine göre daha fazla olup, yağmacılık eğilimleri yüksektir. *Nosema apis* ve *Nosema ceranae*'ye karşı da hassastırlar.

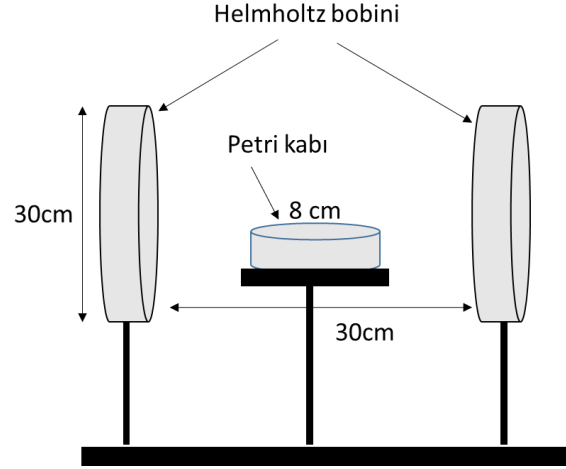
Bu çalışma, 2020 yılında Bayburt Üniversitesi Arıcılık Uygulama ve Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür. Bu çalışma, elektromanyetik alanın bal arılarının yiyecek bulma ve beslenme alanında bekleme süreleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Beslenme kaplarına beslenmek üzere gelen arıların sayısını belirlemek amacıyla deney düzeneği, arılıktaki 75 adet Kafkas melezi arı kolonisinden 100 m mesafeye yerleştirildi. Helmholtz bobini arılığın arkasına (uçuş deliklerinin tersi yönde), aralarında 1,5 m mesafe olacak şekilde yerleştirildi. Kovanlar arasında karmaşayı önlemek ve çalışmayı kolaylaştırmak amacıyla arılığın arka kısmı tercih edildi. Elektromanyetik alan oluşturmak için Helmholtz bobini kullanıldı. Çalışmada beş Helmholtz bobini ve beş farklı manyetik alan seviyesi kullanıldı (Tablo: 1). Helmholtz bobininin ürettiği manyetik alan kuvveti, bobinlere uygulanan elektriğin voltajı değiştirilerek ayarlanır.

Tablo 1: Uygulama grupları

| Helmholtz Bobini | U1 | U2 | U3 | U4 | U5 |
|------------------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|
| Manyetik Alan Seviyesi | 0 μ T | 25 μ T | 75 μ T | 125 μ T | 175 μ T |

Bu çalışmada 50 Hz AC elektrik kullanılmıştır. Helmholtz bobin tarafından üretilen Elektromanyetik Alan, TES Manyetik Alan Ölçer model 1393 yardımıyla μ T cinsinden ölçülmüştür. Deney düzeneğinin diyagramı Şekil 1'de gösterilmektedir. Elektromanyetik alan oluşturulduğunda elektrik alanı, da aynı anda meydana gelmektedir. Her ikisinin de canlılar üzerinde etkisi vardır. Helmholtz bobinin ürettiği Elektro Manyetik Radyasyonun gücü, TES Electrosmog metre marka, model 593 yardımıyla mV/m cinsinden ölçülür. Helmholtz bobinlerinin ortasına 25 cc 1:1 şurup içeren Petri kapları yerleştirildi ve deney düzeneği hazırlandı. Çalışma Haziran ayının ikinci haftasında başladı. Bal arılarının sayımı saat 14-16 arasında yapıldı. Çünkü çalışmanın yapıldığı bölgede bu zaman aralığında en yoğun nektar taşınıyor. Helmholtz bobinlerinin tamamına saat 14'te aynı anda enerji verildi ve saat 16'da elektrikler kesildi. Beslenme kabındaki (BK) bal arıları tek tek gözlemlendi, Beslenme kabında geçirilen süre belirlenerek bekleme süresi olarak kaydedildi. Bu işlem en az 15 gün aralıklarla 3 kez tekrarlandı. Denemelerin yağmursuz ve rüzgârsız günlerde yapılmasına özen gösterilmiştir. Helmholtz bobini yan yana yerleştirilmesi her seferinde kurayla yapılmıştır.



Şekil 1. Deney düzeneği

3. BULGULAR

Deneme başlangıcındaki ilk gözlem, kılavuz işçi arılar beslenme kaplarını ziyaret ettiler, üzerinde uçuşlar yapıldı fakat beslenme kaplarına konmadılar. Beslenme kaplarına ilk konuş 4 dakika sonra oldu.

En çok ziyaret edilen uygulama BK1 (0 μ T) (ortalama $20.06 \pm 0,76a$ arı) ve en az ziyaret edilen uygulama ise BK5 (175 μ T) (ortalama $11,53 \pm 0,63$ arı) (Tablo 2) olmuştur. Uygulanan manyetik alan şiddeti arttıkça bal arılarının beslenme kabına karşı talebi azalmakta ve isteksizlik görülmüştür (Tablo 2).

Manyetik alanın bulunmadığı (kontrol grubu) BK1 (0 μ T)'e gelen arılar burada ortalama $34,26 \pm 7,08$ saniye kalmalarına rağmen (Tablo 2) manyetik alanı en yüksek olduğu U5 (175 μ T) beslenme kaplarında ortalama 12.61 Sn gibi oldukça kısa bir süre kalmışlardır. Yapılan çoklu karşılaştırma testlerinde, uygulama gruplarının her biri farklı gruplarda yer almıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Beslenme kaplarına gelen arı sayıları ile arıların beslenme kaplarında bekleme sürelerine ait ortalama değerler.

| Uygulamalar | Uygulana manyetik alan şiddeti | Beslenme kutusuna gelen balarısı sayısı $\bar{X} \pm S\bar{X}$ | Beslenme kabında bekleme Süresi (Saniye) $\bar{X} \pm S\bar{X}$ |
|-------------|--------------------------------|---|--|
| U1 | 0 μ T | 20.06 \pm 0,76a | 34,26 \pm 7,08a |
| U2 | 25 μ T | 18,57 \pm 0,87b | 35,60 \pm 0,96b |
| U3 | 75 μ T | 15,64 \pm 0,60c | 32,19 \pm 0,46c |
| U4 | 125 μ T | 14,59 \pm 0,55d | 27,28 \pm 0,93d |
| U5 | 175 μ T | 11,53 \pm 0,63e | 19,70 \pm 0,64e |

* Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların istatistiksel olarak birbirlerinden önemli derecede farklı olduğunu gösterir ($P<0.01$)

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan farklı çalışmalarda, cep telefonu baz istasyonları, yüksek gerilim kabloları ve çeşitli elektronik cihazlardan yayılan EMA'nin bal arıları üzerinde güç, yön bulma, davranış, bal depolama, polen depolama ve kuluçka alanı gelişimi vb. açılardan olumsuz etkisi olduğu rapor edilmiştir (Harst, Kuhn, ve Stever, 2006; Pereira-Bomfim vd., 2015; Sharma ve Kumar, 2010; Stefan vd., 2013). Fakat bazı araştırmacılarda manyetik alanın bal arıları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir (Mixson vd., 2009). Mall ve Kumar tarafından yapılan bir araştırmaya göre ise arı kolonilerinin manyetik alandan etkilenmediği ancak uzun vadede bal arılarına zarar verebilecekleri rapor edilmiştir (Mall ve Kumar, 2014). Elektromanyetik alanların bal arıları üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar, yiyecek aramanın başlatılması, aramanın durdurulması ve gelen toplayıcı sayısının olumsuz etkilendiğini göstermiştir (Darney vd., 2016; Harst et al., 2006; Kimmel, Kuhn, Harst, ve Stever, 2007; Sharma ve Kumar, 2010; Taye vd., 2017). Bazı araştırmacılar ise manyetik alanın bal arıları üzerine herhangi bir zararın olmadığını ileri sürmüştür (Mixson vd., 2009).

Bu araştırmalarda dikkate alınarak 2017 yılında Bayburt'ta "Manyetik alanın Bal Arılarının (*Apis mellifera* L.) Beslenme Davranışlarına Etkisi" başlıklı bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada elde edilen verilere göre manyetik alan şiddeti arttıkça balarılarının bundan etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Mevcut sonuçlar, bal arılarının EMF veya elektrik alan yoğunluğunun modifikasyonuna duyarlı olduğunu gösterdi. Sonuçlarımızdan elektromanyetik alanın yoğun olduğu bölgelerin arılar tarafından daha az ziyaret edileceği, bunun sonucunda da bu bölgelerdeki bitki ve meyve ağaçlarının yeterince tozlaşamayacağı sonucu çıkarılabilir. Bu durum meyve ve diğer bitkisel ürünlerin kalitesinin düşmesine neden olacaktır. Elektromanyetik kirlilikle artan teknolojinin gelişmesi bal arılarını ve bitkisel üretimi olumsuz etkileyecektir. Elektromanyetik alanın veya elektrik alanının bal arıları üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için arılıklar yüksek gerilim hatlarından, baz istasyonlarından, sanayi bölgelerinden ve yerleşim alanlarından uzağa kurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Binhi, V. N., & Savin, A. V. J. P.-U. (2003). Effects of weak magnetic fields on biological systems: physical aspects. *46*(3), 259.
- Blank, M., & Goodman, R. J. P. (2009). Electromagnetic fields stress living cells. *16*(2-3), 71-78.
- Cammaerts, M.-C. J. M.-C. C. J. o. B. (2017). Is electromagnetism one of the causes of the CCD? A work plan for testing this hypothesis. *2*(1), 1006.
- Castro, S. L. J. A. R. o. B. S. (2001). Propolis: biological and pharmacological activities. Therapeutic uses of this bee-product. *3*, 49-83.
- Collett, T. S., & Baron, J. J. N. (1994). Biological compasses and the coordinate frame of landmark memories in honeybees. *368*(6467), 137-140.
- Darney, K., Giraudin, A., Joseph, R., Abadie, P., Aupinel, P., Decourtye, A., . . . Gauthier, M. J. A. (2016). Effect of high-frequency radiations on survival of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *47*, 703-710.
- Dyer, F. C., & Gould, J. L. J. S. (1981). Honey bee orientation: a backup system for cloudy days. *214*(4524), 1041-1042.
- Erdogan, Y., & Dodologlu, A. J. U. B. J. (2005). Importance of Pollen in Life of Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies. *5*(2), 79-84.
- Erdoğan, Y. J. I. J. o. A. S. (2019). Determination of the effect of electric fence system on productivity and behaviour of honeybees housed in different beehive types (*Apis mellifera* L.). *18*(1), 941-948.
- Evangelista, C., Kraft, P., Dacke, M., Labhart, T., & Srinivasan, M. J. P. T. o. t. R. S. B. B. S. (2014). Honeybee navigation: critically examining the role of the polarization compass. *369*(1636), 20130037.
- Favre, D. J. A. (2011). Mobile phone-induced honeybee worker piping. *42*(3), 270-279.
- Frier, H. J., Edwards, E., Smith, C., Neale, S., & Collett, T. S. J. J. o. E. B. (1996). Magnetic compass cues and visual pattern learning in honeybees. *199*(6), 1353-1361.
- Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., & Vaissière, B. E. J. E. e. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *68*(3), 810-821.
- Garibaldi, L. A., Aizen, M. A., Klein, A. M., Cunningham, S. A., & Harder, L. D. J. P. o. t. N. A. o. S. (2011). Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. *108*(14), 5909-5914.
- Garibaldi, L. A., Carvalheiro, L. G., Leonhardt, S. D., Aizen, M. A., Blaauw, B. R., Isaacs, R., . . . Environment, t. (2014). From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. *12*(8), 439-447.
- Harst, W., Kuhn, J., & Stever, H. J. A. S.-I. I. J. (2006). Can electromagnetic exposure cause a change in behaviour? Studying possible non-thermal influences on honey bees—an approach within the framework of educational informatics. *6*(1), 1-6.
- Hernandez, C. U., Jongeling, C., Rouw, H., van Loon, M., Koenen, E., & Beguerie, S. J. S. r. c. b. t. S. o. W. U. (2010). Sham or reasons for concern? The influences of electromagnetic fields on honeybees.
- Hsu, C.-Y., Ko, F.-Y., Li, C.-W., Fann, K., & Lue, J.-T. J. P. o. (2007). Magnetoreception system in honeybees (*Apis mellifera*). *2*(4), e395.
- Hsu, C.-Y., & Li, C.-W. J. S. (1994). Magnetoreception in honeybees. *265*(5168), 95-97.
- Jaccoud El-Jaick, L., Acosta-Avalos, D., Motta de Souza Esquivel, D., Wajnberg, E., & Paixão Linhares, M. J. E. B. J. (2001). Electron paramagnetic resonance study of honeybee *Apis mellifera* abdomens. *29*, 579-586.

- Kimmel, S., Kuhn, J., Harst, W., & Stever, H. J. A. m. (2007). Effects of electromagnetic exposition on the behavior of the honeybee. 1-6.
- Kumar, S. S. J. B. (2018). Colony collapse disorder (CCD) in honey Bees Caused by EMF radiation. *14*(9), 521.
- Kuterbach, D. A., Walcott, B., Reeder, R. J., & Frankel, R. B. J. S. (1982). Iron-containing cells in the honey bee (*Apis mellifera*). *218*(4573), 695-697.
- Mall, P., & Kumar, Y. J. A. J. o. A. R. (2014). Effect of electromagnetic radiations on brooding, honey production and foraging behavior of European honeybees (*Apis mellifera* L.). *9*(13), 1078-1085.
- Mixson, T. A., Abramson, C. I., Nolf, S. L., Johnson, G., Serrano, E., & Wells, H. J. S. o. B. C. (2009). Effect of GSM cellular phone radiation on the behavior of honey bees (*Apis mellifera*). *1*(2), 22-27.
- Pattazhy, S. (2011). *Impact of Electromagnetic Radiation on the Density of Honeybees: A Case Study*: Lambert Academic Pub.
- Pereira-Bomfim, M. d. G. C., Antonialli-Junior, W. F., & Acosta-Avalos, D. J. S. (2015). Effect of magnetic field on the foraging rhythm and behavior of the swarm-founding paper wasp *Polybia paulista* Ihering (Hymenoptera: Vespidae). *62*(1), 99-104.
- Roeder, T. J. P. i. n. (1999). Octopamine in invertebrates. *59*(5), 533-561.
- Rosen, A. D. J. C. b., & biophysics. (2003). Mechanism of action of moderate-intensity static magnetic fields on biological systems. *39*, 163-173.
- Rossel, S., & Wehner, R. J. N. (1986). Polarization vision in bees. *323*(6084), 128-131.
- Röösli, M., Egger, M., Pflugger, D., & Minder, C. J. E. H. (2008). Cardiovascular mortality and exposure to extremely low frequency magnetic fields: a cohort study of Swiss railway workers. *7*(1), 1-7.
- Schüz, J., & Ahlbom, A. J. R. p. d. (2008). Exposure to electromagnetic fields and the risk of childhood leukaemia: a review. *132*(2), 202-211.
- Schwärzel, M., Müller, U. J. C., & CMLS, M. L. S. (2006). Memory: Dynamic memory networks: dissecting molecular mechanisms underlying associative memory in the temporal domain. *63*, 989-998.
- Sharma, V. P., & Kumar, N. R. J. C. S. (2010). Changes in honeybee behaviour and biology under the influence of cellphone radiations. *98*(10), 1376-1378.
- Stefan, M., Matthias, S., Wilhelm, K., Andrea, M. J. I. f. A., & Astrophysics, S. C. P. E. K. U., Tübingen. (2013). Radiation hydrodynamics integrated in the PLUTO code. *10*.
- Taye, R. R., Deka, M. K., Rahman, A., Bathari, M. J. J. o. e., & studies, z. (2017). Effect of electromagnetic radiation of cell phone tower on foraging behaviour of Asiatic honey bee, *Apis cerana* F.(Hymenoptera: Apidae). *5*(3), 1527-1529.
- Vácha, M., Drštková, D., & Půžová, T. J. N. (2008). Tenebrio beetles use magnetic inclination compass. *95*, 761-765.
- Vácha, M. J. J. o. e. b. (2006). Laboratory behavioural assay of insect magnetoreception: magnetosensitivity of *Periplaneta americana*. *209*(19), 3882-3886.
- Vecchia, P., Matthes, R., Ziegelberger, G., Lin, J., Saunders, R., & Swerdlow, A. J. I. C. o. N.-I. R. P. (2009). Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz). *378*.
- Wiltschko, W., & Wiltschko, R. J. J. o. c. p. A. (2005). Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals. *191*, 675-693.

BALARISI (*Apis mellifera* L.) KOLONİLERİNİN FARKLI KOLONİ YÖNETİM ŞEKİLLERİNDE BAZI DAVRANIŞ ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Mahir Murat CENGİZ^{1*} Cemal DÜLGER²

Özet: Araştırma, 20 adet kontrol ve 50 adet deneme kolonisi olmak üzere toplam 70 adet koloni ile 6 farklı işletmede yürütülmüştür. Bu çalışmada, Erzurum Bölgesi şartlarına en iyi uyum sağlamış arı ekotipinden kontrollü olarak yetiştirilen ana arılarla oluşturulan kolonilerde hırçınlık, yağmacılık ve oğul eğilimi gibi davranışsal özellikler incelenmiştir.

Hırçınlık ve yağmacılık eğilimi bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsizken, oğul eğilimleri bakımından gruplar arasındaki farklılık istatistik olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Kuruçalı, Şehitler, Merkez, Mahmutçavuş, Samikale, Kontrol A ve Kontrol B gruplarının ortalama iğne sayıları sırasıyla 10.29 ± 2.78 , 9.71 ± 1.78 , 12.14 ± 2.82 , 16.14 ± 3.47 , 14.14 ± 3.28 , 13.86 ± 3.54 ve 18.14 ± 3.25 adet/koloni; oğul eğilimine ilişkin transforme edilmiş ortalama değerler ise sırasıyla 4.46 ± 0.42 , 4.78 ± 0.51 , 4.28 ± 0.52 , 2.74 ± 0.39 , 2.82 ± 0.38 , 3.03 ± 0.43 ve 2.56 ± 0.35 olarak tespit edilmiştir. Alınan sonuçlara göre; oğul eğilimi bakımından en yüksek değerler gezginci arıcılık işletmelerinde belirlenirken, en düşük değerler sabit arıcılık işletmelerinde bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Balarısı (*A. mellifera* L.), oğul verme, hırçınlık, yağmacılık gezginci arıcılık, sabit arıcılık.

DETERMINATION OF SOME BEHAVIORAL CHARACTERISTICS OF HONEYBEE (*Apis mellifera* L.) COLONIES IN DIFFERENT COLONY MANAGEMENT METHODS

Abstract: The research was conducted in 6 different enterprises with a total of 70 colonies, 20 control and 50 trial colonies. This study was conducted to examine the behavioural characteristics such as stinging, robbing and swarming tendencies in colonies established by queens obtained from main honey bee ecotype that has mostly adapted to the conditions of Erzurum region and reared under controlled conditions.

The differences between the values obtained from the stinging and robbing tendency were found insignificant whereas swarming tendency was found very significant ($p<0.01$). The average numbers of stings obtained from in Kuruçalı, Şehitler, Merkez, Mahmutçavuş, Samikale, Kontrol A and Kontrol B groups were 10.29 ± 2.78 , 9.71 ± 1.78 , 12.14 ± 2.82 , 16.14 ± 3.47 , 14.14 ± 3.28 , 13.86 ± 3.54 and 18.14 ± 3.25 per colony, respectively. The average transformed swarming tendency were found 4.46 ± 0.42 , 4.78 ± 0.51 , 4.28 ± 0.52 , 2.74 ± 0.39 , 2.82 ± 0.38 , 3.03 ± 0.43 and 2.56 ± 0.35 , respectively. As a result, highest swarming tendency were found in migratory beekeeping units whereas that lowest in settled beekeeping units.

Key words: Honeybee (*A. mellifera* L.), swarming, stinging, robbing, migratory beekeeping, settled beekeeping.

¹Atatürk University, Vocational School of Technical Science, Department of Plant and Animal Production, Yakutiye, 25240 Erzurum – Türkiye., Orcid ID: 0000-0002-9844-4229

²Emekli Öğretim Üyesi

* Sorumlu yazar: mcengiz@atauni.edu.tr

1. GİRİŞ

Balarılarını çok değişik ekolojik koşullara uyum sağlamış olup, bu koşulların ve diğer bir çok faktörün etkisi altında farklı fizyolojik ve davranış özellikleri göstermektedirler (Oskay vd., 2023). Yeryüzünde mevcut genotiplerin her birisi, kendi doğal yayılma bölgelerinde sahip oldukları verim potansiyelleri ile fizyolojik ve davranış özellikleri yönünden daha homojen olmalarına rağmen, farklı çevre koşullarında farklı özellikler sergilemektedirler (Dülger, 1997).

Balarılarında yaşama gücü, kışlama yeteneği, ergin arı gelişimi, kuluçka alanı gelişimi, nektar dönemi kovan ağırlık artışı, uçuş etkinliği ve bal verimi gibi özellikler fizyolojik özellikler olarak tanımlanırken; hırçınlık eğilimi, yağmacılık eğilimi, oğul eğilimi ve propolis toplama eğilimi gibi özellikler ise davranış özellikleri olarak tanımlanmaktadır (Ruttner, 1988).

Kolonilerin hırçınlık eğilimlerinin mevsim şartlarına göre değiştiği ve farklı grupların hırçınlık eğiliminin eř zamanlı ve aynı koşullarda incelenmesi gerektiği belirtilmiştir; bu amaçla arıların sokabilecekleri bir disk ya da kürenin belirli bir süre için kovan girişinde ve aynı hızda sallanması suretiyle arıların bu disk veya küreye bıraktıkları iğne sayılarının kullanılabilceği bildirilmiştir (Fıratlı ve Budak, 1992; Kaftanoğlu vd., 1993; Genç vd., 1999; Dodoloğlu, 2000; Dodoloğlu ve Genç, 2004).

Fethiye, Bitlis, TKV, Ege ve Ankara arıları üzerinde yapılan bir araştırmada, arıların topa bıraktığı iğne sayısı en az olan grup Fethiye arısı olmuş, bunu sırasıyla TKV, Ege ve Ankara gruplar izlerken Bitlis grubu en hırçın grup olarak belirlenmiştir. Hırçınlık özelliği bakımından gruplar arasındaki fark önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Fıratlı ve Budak, 1992). Başka bir araştırmada ise, Kafkas genotipi en sakin grubu oluştururken, Anadolu ve Trakya genotipleri ikinci; Gökçeada Alata ve Muğla genotipleri üçüncü grubu oluşturmuş ve gruplar arasındaki fark önemli ($p<0.01$) çıkmıştır (Güler, 1995).

Ankara'da bazı bal arısı ırkları ile melezlerinin çeşitli özelliklerini incelemek için yapılan bir çalışmada, bu grupların ortalama iğne sayıları Kırşehir genotipi için 12.50 ± 1.08 , Beypazarı genotipi için 17.58 ± 1.50 , Kafkas genotipi için 5.63 ± 0.75 , Beypazarı x Kafkas genotipi için 12.14 ± 1.19 ve Kafkas x Beypazarı genotipi için 11.79 ± 1.73 adet/koloni olarak saptanmış ve en uysal genotipin Kafkas genotipi, en hırçın genotipin ise Beypazarı genotipi olduğu belirlenmiştir (Gençer, 1996).

Kafkas, Anadolu ve Erzurum ekotipi ile Erzurum koşullarında yapılan bir araştırmada; elde edilen koloni başına ortalama iğne sayısı değerlerinin 2 ile 68 adet arasında değişmiştir. Ortalama iğne sayısı en az olan grup 9.14 ± 2.87 adet/koloni ile Kafkas genotipi olurken, bunu 16.86 ± 3.63 adet/koloni ile Anadolu ve 29.71 ± 7.26 adet/koloni ile Erzurum ekotipinin izlediği, hırçınlık eğilimi yönünden gruplar arasındaki farklılığın önemli ($p<0.05$) olduğu kaydedilmiştir (Dülger, 1997).

Bazı saf ve melez bal arısı genotiplerinin farklı mevsimlerdeki hırçınlık davranışlarının belirlenebilmesi için yürütölen bir çalışmada; bu grupların ortalama iğne sayıları Kafkas x Kafkas grubunda 3.73 ± 0.77 , Muğla x Muğla grubunda 15.00 ± 1.33 , Kafkas x Muğla grubunda 7.73 ± 0.80 ve Muğla x Kafkas grubunda 19.9 ± 2.12 adet/koloni olarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan da önemli ($p<0.01$) olduğu bildirilmiştir. Başka bir

araştırmada ise, Kafkas, Kafkas x Anadolu, Anadolu x Kafkas, Anadolu gruplarını temsil eden kolonilerde koloni başına ortalama iğne sayıları sırasıyla 4.14 ± 0.77 , 6.00 ± 1.23 , 11.43 ± 2.26 ve 16.57 ± 2.34 adet / koloni olarak belirlenmiştir (Dodoloğlu ve Genç, 2004).

Arılıktaki yağmacı kolonilerin belirlenmesi için yağma edilen kovandan dışarı çıkan bütün arıların üzerine un püskürtülerek gözlenmesi gerektiği vurgulanmakta ve unla işaretlenmiş arıların yağmalamadan sonra girdikleri kolonilerin yağmacı olarak değerlendirilebileceği ifade edilmektedir (Dülger, 1997). Ülkemizde çeşitli kurumlarca yetiştirilen ana arılarla oluşturulan kolonilerin fizyolojik, morfolojik ve davranışsal özelliklerinin incelendiği bir araştırmada, Fethiye, Bitlis, TKV, Ege ve Ankara arı gruplarında deneme süresince yağmacılığın başladığı günlerde toplam dört kez uygulanan ölçümlerde gruplara ait yağmacı kovan sayıları sırasıyla 7, 5, 14, 8 ve 10 olarak saptanmış ve gruplar arasındaki farklılık önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Fıratlı ve Budak, 1992).

Kafkas, Anadolu ve Erzurum ekotipi ile yapılan bir çalışmada arıların yağmalama isteklerinin fazla olduğu dönemlerde 10 defa tekrarlanan gözlemler neticesinde; genotiplerin yağmacılık eğilimine ilişkin olarak elde edilen ortalama değerler, Kafkas grubunda 0.86 ± 0.35 , Anadolu grubunda 3.73 ± 0.16 ve Erzurum ekotipinde 2.43 ± 0.16 adet olarak tespit edilmiştir (Dülger, 1997).

Dülger (1997) ve Genç vd. (1999), uygulanan bütün oğul önleyici tedbirlere ve görevlerini eksiksiz olarak sürdürebilen genç bir ana arının varlığına rağmen yapılan ana arı yüksüğü sayısının oğul eğiliminin ölçüsü olarak değerlendirilmesi gerektiğini bildirirken; Güler (1995) ise, farklı genotiplerin oğul verme eğilimlerini belirlemek amacıyla çeşitli çevresel faktörler bakımından eşitlenen kolonilerden, hiçbir oğul önleme uygulaması yapılmadığı halde, doğal yolla oğul veren ve ana arı yenileyen koloni sayılarını kullanmıştır.

Bu çalışmada, Erzurum şartlarına uyum sağlamış mevcut ekotipe ait ve kontrollü olarak yetiştirilmiş ana arılarla oluşturulan kolonilerin çeşitli işletmelerdeki hırçnlık, yağmacılık ve oğul eğilimi gibi davranış özellikleri incelenip karşılaştırılarak söz konusu ekotip üzerinde yapılacak ıslah çalışmaları temel teşkil edecek bilimsel verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, gezginci arıcılığın yapıldığı Narman-Kuruçalı köyü, Narman-Şehitler köyü ve Narman Merkezde birer arılıkta, sabit arıcılığın yapıldığı Narman-Mahmutçavuş köyü, Narman-Samikale köyünde birer arılıkta ve Narman Meslek Yüksekokulu arılığındaki sabit arıcılık yapılan kontrol grubuyla birlikte toplam 6 işletmede; yürütülmüştür. Kontrol grubu, 10 adet yemleme yapılan ve 10 adet yemleme yapılmayan olarak toplam 20 adet koloni, deneme grupları ise her birinde 10'ar koloni bulunan beş işletmede ve toplam 50 koloniden oluşturulmuştur. Araştırma süresi boyunca deneme kolonilerinin genel bakım ve kontrolleri yapılmış, yetiştiricilerin ise alışık oldukları bakım ve kontrol programına herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır.

Hırçnlık eğiliminin belirlenmesinde 5 cm çapında her koloni için ayrı hazırlanmış ve siyaha boyanmış tenis topları kullanılmıştır. Bu top her gruptan şansa bağlı olarak seçilen eşit güçteki birer kolonide 60 saniye süre ile uçuş delikleri önünde bir sarkaç gibi sallandırılarak arılarca iğnelenmesi sağlanmıştır. Bu uygulama her defasında aynı kolonilerde, aynı saatte ve farklı bir topla olmak üzere, birer hafta ara ile 7 defa tekrarlanmış ve farklı gruplara ait kolonilerin topa

batırdıkları iğne sayıları hırçınlık eğiliminin göstergesi olarak kullanılmıştır (Fıratlı ve Budak, 1992; Dodoloğlu, 2000; Dodoloğlu ve Genç, 2004).

Koloniler yağmacılık eğiliminin en üst düzeye ulaştığı nektar akımı dönemi sonu ile bal hasadı arasında geçen dönemde yakından takip edilmiştir. Yağmacılığın görüldüğü durumlarda yağma edilen kovan önündeki yağmacı arıların üzerlerine un serpilmiş ve bu unlu arıların hangi kovana girdikleri ve bu kolonilerin hangi gruplara ait oldukları belirlenmiştir. Bu işlem yağmacılığın olduğu dönemde 10 defa uygulanabilmiş ve her defasında farklı gruplardan yağmaya katılan kolonilerin sayıları belirlenmiştir. Elde edilen kovan sayıları grupların yağmacılık eğilimlerinin göstergesi olarak kaydedilmiştir (Fıratlı ve Budak, 1992; Dülger, 1997; Dodoloğlu ve Genç, 2004).

Kolonilerin oğul eğiliminin belirlenebilmesi için oğul mevsimi boyunca deneme kolonileri bir hafta aralıklarla yedi defa kontrol edilerek arılar tarafından yapılan doğal oğul yüksükleri her defasında kesilip imha edilmiş ve bu yüksük sayıları oğul eğiliminin göstergesi olarak kaydedilmiştir. Kontroller esnasında yapılan bütün oğul önleme çabalarına rağmen oğul vermiş olan koloniler araştırmanın daha sonraki kısmı için deneme dışı bırakılmışlardır (Fıratlı ve Budak, 1992; Dülger, 1997; Akyol vd., 2005).

Hırçınlık eğilimine ilişkin veriler tekrarlanan ölçümler varyans analizi tekniği ile test edilirken; varyans analizi öncesinde oğul eğiliminin ölçüsü olarak ele alınan doğal yüksük sayılarına \sqrt{x} transformasyonu ve yağmacılık eğiliminin ölçüsü olarak ele alınan yağmacı kovan oranlarına ise $\text{Arc.Sin}\sqrt{x}$ transformasyonu uygulanmıştır (Genç, 1990; Fıratlı ve Budak, 1992; Güler, 1995; Dülger, 1997; Dodoloğlu, 2000; Akyol vd., 2003). Ayrıca elde edilen bu verilerin gezginci ve sabit işletmeler açısından değerlendirilebilmesi için t testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bulgular

3.1.1. Hırçınlık Eğilimi

Ortalama iğne sayılarına uygulanan varyans analizi sonucunda hırçınlık eğilimi yönünden gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Koloni başına ortalama iğne sayıları Kuruçalı, Şehitler, Merkez, Mahmutçavuş, Samikale, Kontrol A ve Kontrol B grupları için sırasıyla 10.29 ± 2.78 , 9.71 ± 1.78 , 12.14 ± 2.82 , 16.14 ± 3.47 , 14.14 ± 3.28 , 13.86 ± 3.54 , 18.14 ± 3.25 adet/koloni olarak belirlenmiş ve genel olarak koloni başına iğne sayısı 2 ile 34 arasında değişim göstermiştir. Şehitler grubu 9.71 ± 1.78 adet/koloni ortalama iğne sayısı ile en sakin grupken, Kontrol B grubu 18.14 ± 3.25 adet/koloni ortalama iğne sayısı ile en hırçın grubu oluşturmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Grupların ortalama iğne sayıları (adet/koloni)

| Gruplar | n | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | S_x | Min. | Max. | V.K |
|----------------------------|---|---------------------------|-------|------|------|-------|
| Gezginci İşletmeler | | | | | | |
| Kuruçalı | 7 | 10.29 ± 2.78 | 7.36 | 3 | 25 | 71.52 |
| Şehitler | 7 | 9.71 ± 1.78 | 4.72 | 5 | 19 | 48.60 |
| Merkez | 7 | 12.14 ± 2.82 | 7.44 | 6 | 26 | 61.28 |
| Gezginci Ortalama | 7 | 10.71 ± 1.39 | 6.38 | 3 | 26 | 59.57 |
| Sabit İşletmeler | | | | | | |
| Mahmutçavuş | 7 | 16.14 ± 3.47 | 9.17 | 6 | 33 | 56.81 |
| Samikale | 7 | 14.14 ± 3.28 | 8.69 | 2 | 27 | 61.46 |

| | | | | | | |
|----------------|-----------|-------------------|-------------|----------|-----------|--------------|
| Kontrol A | 7 | 13.86±3.54 | 9.37 | 3 | 31 | 67.60 |
| Kontrol B | 7 | 18.14±3.25 | 8.61 | 5 | 34 | 47.46 |
| Sabit Ortalama | 7 | 15.57±1.63 | 8.63 | 2 | 34 | 55.43 |
| Genel | 49 | 13.49±1.15 | 8.04 | 2 | 34 | 59.60 |

Kontrol A: Şeker şurubuyla yemlenen, Kontrol B: Yemleme yapılmayan.

Gruplar dikkate alınmaksızın yapılan değerlendirmede; sabit arıcılık işletmelerinde ortalama 15.57±1.63 adet/koloni olarak gerçekleşirken, gezginci arıcılık işletmelerinde bu değer 10.71±1.39 adet/koloni olarak tespit edilmiş ve farklılık önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

3.1.2. Yağmacılık Eğilimi

Yağmacılık eğilimi yönünden gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesi amacıyla transforme edilen değerlere varyans analizi uygulanmış ve farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur.

Grupların yağmacılık eğilimine ilişkin elde edilen değerler genel olarak 0.00 ile 3.58 arasında değişmiş ve ortalama 0.92±0.15 bulunmuştur. Yağmacılık eğilimi ortalamaları Kuruçalı, Şehitler, Merkez, Mahmutçavuş, Samikale, Kontrol A ve Kontrol B grupları için sırasıyla 0.89±0.39, 0.84±0.44, 0.97±0.41, 0.94±0.39, 0.95±0.40, 0.99±0.42, 0.86±0.36 olarak saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Grupların yağmacılık eğilimlerine ilişkin transforme edilmiş ortalama değerler

| Gruplar | n | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | S_x | Min. | Max. | V.K |
|----------------------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Gezginci İşletmeler | | | | | | |
| Kuruçalı | 10 | 0.89±0.39 | 1.22 | 0.00 | 3.29 | 137.07 |
| Şehitler | 10 | 0.84±0.44 | 1.41 | 0.00 | 3.58 | 167.85 |
| Merkez | 10 | 0.97±0.41 | 1.28 | 0.00 | 2.87 | 131.95 |
| Sabit İşletmeler | | | | | | |
| Mahmutçavuş | 10 | 0.94±0.39 | 1.25 | 0.00 | 2.87 | 132.97 |
| Samikale | 10 | 0.95±0.40 | 1.27 | 0.00 | 3.03 | 133.68 |
| Kontrol A | 10 | 0.99±0.42 | 1.34 | 0.00 | 3.29 | 135.35 |
| Kontrol B | 10 | 0.86±0.36 | 1.14 | 0.00 | 2.87 | 132.55 |
| Genel | 70 | 0.92±0.15 | 1.22 | 0.00 | 3.58 | 132.60 |

Kontrol A: Şeker şurubuyla yemlenen, Kontrol B: Yemleme yapılmayan.

3.1.3. Oğul Eğilimi

Oğul eğiliminin saptanması amacıyla, oğul mevsimi boyunca birer hafta aralıklarla toplam 7 defa olmak üzere arılar tarafından yapılmış olan açık, kapalı doğal yüksükler sayılarak \sqrt{x} transformasyonu uygulanmış ve elde edilen veriler oğul verme eğiliminin göstergesi olarak kullanılmıştır.

Oğul eğilimine ilişkin elde edilen değerler 1.41 ile 6.71 arasında değişmiş ve ortalama 3.53±0.19 bulunmuştur. Kuruçalı, Şehitler, Merkez, Mahmutçavuş, Samikale, Kontrol A ve Kontrol B gruplarında oğul eğilimi sırasıyla 4.46±0.42, 4.78±0.51, 4.28±0.52, 2.74±0.39, 2.82±0.38, 3.03±0.43 ve 2.56±0.35 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Oğul eğilimi bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruplardan kaynaklandığının

belirlenmesi için yapılan karşılaştırma testinde ise, gezginci ve sabit işletmelere ait ortalamaların arasındaki farklılığının önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Grupların oğul eğilimlerine ilişkin transforme edilmiş ortalama değerler

| Gruplar | n | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | S_x | Min. | Max. | V.K |
|----------------------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Gezginci İşletmeler | | | | | | |
| Kuruçalı | 7 | 4.46 ^a ±0.42 | 1.28 | 2.24 | 6.08 | 28.69 |
| Şehitler | 7 | 4.78 ^a ±0.51 | 1.46 | 1.73 | 6.56 | 30.54 |
| Merkez | 7 | 4.28 ^a ±0.52 | 1.47 | 1.73 | 6.71 | 34.34 |
| Sabit İşletmeler | | | | | | |
| Mahmutçavuş | 7 | 2.74 ^b ±0.39 | 1.03 | 1.73 | 4.58 | 37.59 |
| Samikale | 7 | 2.82 ^b ±0.38 | 1.08 | 1.73 | 4.12 | 38.29 |
| Kontrol A | 7 | 3.03 ^b ±0.43 | 1.29 | 1.41 | 5.19 | 42.57 |
| Kontrol B | 7 | 2.56 ^b ±0.35 | 1.05 | 1.41 | 4.36 | 41.01 |
| Genel | 49 | 3.53±0.19 | 1.47 | 1.41 | 6.71 | 41.64 |

^{a, b}: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır, ($p<0.05$), Duncan.

3.1.4. Tartışma

Hırçınlık eğilimi ile ilgili olarak gezginci ve sabit işletmelerden elde edilen sonuçlar Doğaroğlu vd.(1992) tarafından yürütülen çalışmanın bulgularıyla çelişirken; Güler'in (1995) Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata grupları, Dülger'in (1997) Kafkas, Anadolu ve Erzurum grupları ve Arslan'ın (2003) Tokat, Muğla, Karniyol, Kafkas-TKV, İtalyan ve Kafkas-Camili grupları arasındaki farklılığın önemli ($p<0.01$) olduğu şeklindeki tespitleri ile uyumaktadır.

Grupların yağmacılık eğilimine ilişkin elde edilen ortalama $0,92\pm 0,15$ değeri Erzurum'da yapılan bir çalışmada. Dülger (1997)'in Erzurum ekotipi için bildirdiği ortalama $2,34\pm 0,26$ değerinden ve Dodoloğlu (2000)'nun Erzurum şartlarında Kafkas, Anadolu ve karşılıklı melezleri için bildirdiği ortalama $3,76\pm 0,13$ değerinden düşük bulunmuştur.

Bu durumum farklı yıllardaki iklim şartlarından ve çalışılan genotiplerin genetik farklılıklarından kaynaklandığı sanılmaktadır. Nitekim Fıratlı ve Budak (1992) tarafından yapılan bir çalışmada nektar akımının yetersiz olduğu zamanlarda yağmalama isteğinin arttığı ifade edilmiştir ki, bu araştırma bulgularıyla uyumaktadır.

Grupların oğul eğilimine ilişkin elde edilen ortalama 3.53 ± 0.19 değeri Dülger (1997)'in yaptığı çalışmada Erzurum ekotipi için bildirdiği ortalama 3.43 ± 1.32 değerinden yüksek bulunmuştur. Bunun farklı yıllardaki iklim, flora ve genetik farklılıklardan kaynaklandığı sanılmaktadır. Nitekim Kaftanoğlu vd. (1993) Güney Doğu Anadolu, Karniyol, Ege, Trakya ve Kafkas arı gruplarıyla GAP Bölgesi'nde yaptıkları bir çalışmada, bölgedeki iklimin çok sıcak ve floranın zengin olması nedeniyle bütün gruplarda ana yenileme ve oğul verme eğiliminin arttığı vurgulanmıştır.

Akdeniz Bölgesi'nde gezginci arıcılık şartlarında Anadolu, Kafkas, Gökçeada, Trakya ve Alata genotipleriyle yürütülen bir çalışmada; sadece Gökçeada genotipinin doğal yolla oğul vermesi ve belli bir süre sonra ikinci ve hatta üçüncü oğulu verme eğilimini göstermesi bu genotipin bu özellik açısından diğerlerinden farklı olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Çalışmada sabit arıcılık işletmelerindeki kolonilerin gezginci arıcılık işletmelerine ait kolonilere nazaran daha zayıf popülasyonlu ve hırçın oluşları Budak (1992),'in daha küçük popülasyona sahip kolonilerin daha hırçın oldukları yönündeki bildirişi ile uyumludur.

4. SONUÇ

Araştırmada; gezginci arıcılık işletmelerine ait koloniler, sabit arıcılık işletmelere ait kolonilere nazaran daha sakin bulunmuştur. Yani koloni g¼c¼ hırçnlık eğilimiyle ters orantılıdır. Yağmacılık eğilimi bakımından guruplar arasında önemli bir fark belirlenmemiştir. Erzurum yöresindeki yerli ırkların düşük yağmacılık eğilimleri göstermeleri söz konusu özellik bakımından yapılacak çalışmalarda iyileştirici gen materyali olarak kullanılması bakımından umut vericidir. Diğer taraftan oğul eğilimi bakımından en yüksek değerler gezginci arıcılık işletmelerinde belirlenirken, en düşük değerler sabit arıcılık işletmelerinde belirlenmiştir. Bu farkın gezginci arıcı grubundaki kolonilerin sezon boyunca daha fazla kuluçka üreterek güçlü pop¼lasyonlar oluşturmalarından kaynaklandığı sanılmaktadır. Alınan bu sonuçlara göre; tüm oğul önleme yöntemlerini kullanarak, gerek hırçnlığı azaltmak ve gerekse yağmacılığı önlemek bakımından güçlü pop¼lasyona sahip koloniler ile çalışılmalıdır. Başka değişle gezginci arıcılık yapılarak koloniler sürekli olarak nektar ve polen kaynaklarının bol olduğu yerlere nakledilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akyol, E., Özkök D., Öztürk C. ve Bayram A., 2005. Bazı saf ve melez bal arısı (*Apis mellifera* L) kolonilerinin oğul eğilimi, yaşama gücü, kışlama yeteneği ve petek işleme etkinliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Uludağ Arıcılık Derg.*, 5, 162-166.
- Akyol, E., Yeninar H., Kaftanoğlu O. ve Özkök D., 2003. Bazı saf ve melez bal arısı genotiplerinin (*Apis mellifera* L) farklı mevsimlerdeki hırçınlık davranışlarının belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Derg.*, 38-40.
- Arslan, S., 2003. Çukurova Koşullarında Doğal Olarak çiftleştirilen Farklı Genotipli Ana Arılar (*Apis mellifera* L.) İle Oluşturulan Kolonilerin Tokat İli ve Çevresindeki Performanslarının Belirlenmesi. Gazi Osman Paşa Üniv. Fen Bilimleri Enst., Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Tokat.
- Budak, M.E., 1992. Türkiye’de Çeşitli Kurumlarda Yetiştirilen Ana Arılar İle Oluşturulan Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Fizyolojik, Morfolojik ve Davranış Farklılıklarının Araştırılması. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Ankara.
- Dodoloğlu, A. ve Genç, F., 2004. Kafkas ve Anadolu balarısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerinin bazı davranış özellikleri. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi Poster Bildirileri 1-3 Eylül 2004, Süleyman Demirel Üniv. Zir.Fak. , Isparta.
- Dodoloğlu, A., 2000. Kafkas ve Anadolu Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irkları İle Karşılıklı Melezlerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Davranış Özellikleri. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Erzurum.
- Doğaroğlu, M., Özder M. ve Polat C., 1992. Türkiye’deki önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin Trakya koşullarında performanslarının karşılaştırılması. *Doğa-Tr.J.of Veterinary and Animal Sciences*, 16, 403-414.
- Dülger, C., 1997. Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum Balarısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Erzurum Koşullarındaki Performanslarının Belirlenmesi ve Morfolojik Özellikleri. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Erzurum.
- Fıratlı, Ç. ve Budak M. E., 1992. Türkiye’de Çeşitli Kurumlarda Yetiştirilen Ana Arılar İle Oluşturulan Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Fizyolojik, Morfolojik ve Davranış Farklılıklarının Araştırılması. TÜBİTAK VHAG-795 Nolu Proje (Kesin Raporu), 117s, Ankara.
- Genç, F., 1990. Erzurum Şartlarında Arı Kolonilerindeki Varroa Bulaşıklık Düzeyinin Kışlatmaya; Yemleme, Mer’a ve Ana Arı Çıkış Ağırlığının Koloni Performansına Etkileri. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Erzurum.
- Genç, F., Dülger, C., Dodoloğlu, A. ve Kutluca, S., 1999. Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum Balarısı (*Apis mellifera* L) genotiplerinin Erzurum koşullarındaki bazı davranış özelliklerinin karşılaştırılması. *Türk Vet. ve Hay. Derg.*, 23(Ek 4), 651-656.
- Gençer, H.V., 1996. Orta Anadolu Balarısı (*Apis mellifera* L.) Ekotiplerinin ve Bunların Çeşitli Melezlerinin Yapısal ve Davranışsal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Ankara.
- Güler, A., 1995. Türkiye’deki Önemli Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Morfolojik Özellikleri ve Performanslarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst., Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Adana.
- Kaftanoğlu, O., Kumova U. ve Bek Y., 1993. GAP Bölgesinde çeşitli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırklarının performanslarının saptanması ve bölgedeki mevcut arı ırklarının ıslahı olanakları. Çukurova Üniv. Zir. Fak. GAP Yayınları No: 74, 57 s, Adana.

- Ruttner, F., 1988. Breeding Techniques and Selection for Breeding of Honeybee. G. Beard and Son Ltd., Brington, U.K.
- Sonmez Oskay, G., Uygur, G. S., Oskay, D., ve Arda, N. 2023. Impact of stress factors internal and external to the hive on honey bees and their reflection on honey bee products: a review. Journal of Apicultural Research, 1-16.

ARI SÜTÜ 10-HDA İÇERİĞİNİ ETKİLEYEN BAZI FAKTÖRLER

Ferhat DEMİR^{1*} Zihni Serbay SANDALCIOĞLU² Cengiz ERKAN³

Özet: Bal arılarının bitkisel üretimde tozlaşmaya olan katkısı bilinen bir gerçektir. Bunun yanında arıcılık faaliyetleri elde edilen ürünler hem işletmeye sağladığı gelir hem de insan sağlığına olan katkısı açısından önemli bir yere sahiptir. Her geçen gün kullanımı artan arı sütü, genç işçi arıların hipofarengeal ve mandibular bezlerinden salgılanan homojen bir yapıda, rengi kremsiden koyu sarıya kadar değişebilen akıcı jel kıvamında bir sıvıdır. Arı sütü genç larvaların beslenmesi ve buna bağlı olarak koloni içerisinde sosyal sınıfların belirlenmesi için esastır. Karmaşık kimyasal yapısının da etkisiyle uzun yıllardır apiterapide kullanılan arı sütünün yapısında hormonal etkinliğinin de olduğu ileri sürülen ve ayırıcı özellik olarak değerlendirilen kısa zincirli hidroksi yağ asitleri bulunmaktadır. Arı sütünün ana yağ asidi olarak kabul edilen 10-hidroksi-2-dekonoik asit (10-HDA), kuru ağırlığının yaklaşık %0.5-3.5'ini oluşturmaktadır. Bununla birlikte ürünün kimyasal bileşimi ve biyoaktif özellikleri çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir. Bu derlemede, önceki çalışmalar dikkate alınarak arı sütünün saflığı ve kalitesi için kriter olarak öne çıkan 10-HDA içeriğini etkilemesi olası bazı faktörler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arı sütü, 10-HDA, Tağşiş ve Taklit

SOME FACTORS AFFECTING ROYAL JELLY 10-HDA CONTENT

Abstract: The contribution of honey bees to pollination in plant production is a known fact. In addition, the products obtained from beekeeping activities have an important place in terms of both the income they provide to the enterprise and their contribution to human health. Royal jelly, the use of which is increasing day by day, is a homogeneous liquid secreted from the hypopharyngeal and mandibular glands of young worker bees with a homogeneous structure and a fluid gel consistency that can vary in color from creamy to dark yellow. Royal jelly is essential for the nutrition of young larvae and, accordingly, for the determination of social classes within the colony. Royal jelly, which has been used in apitherapy for many years due to its complex chemical structure, contains short-chain hydroxy fatty acids, which are claimed to have hormonal activity and are considered a distinctive feature. 10-hydroxy-2-deconoic acid (10-HDA), which is considered the main fatty acid of royal jelly, constitutes approximately 0.5–3.5% of its dry weight. However, the chemical composition and bioactive properties of the product can be affected by various factors. In this review, some of the factors that are likely to affect the 10-HDA content, which stands out as a criterion for the purity and quality of royal jelly, were evaluated taking into account previous studies.

Keywords: Royal jelly, 10-HDA, Adulteration and Imitation

¹Hakkari Üniversitesi, Çölemerik MYO, Veterinerlik Bölümü Hakkari/TÜRKİYE, OrcidID:0000-0002-8096-4912

²Hakkari Üniversitesi, Çölemerik MYO, Veterinerlik Bölümü Hakkari/TÜRKİYE, OrcidID:0000-0002-5960-1009

³Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Van/TÜRKİYE, Orcid ID: 0000-0003-3510-2800

*Sorumluyazarferhatdemir@hakkari.edu.tr

1. GİRİŞ

Bal arılarının bitkisel üretimde tozlaşmaya olan katkıları bilinen en önemli özelliklerinden biridir. Bunun yanında doğrudan tüketime sundukları bal, polen, bal mumu, arı sütü, propolis ve arı zehri gibi çıktıkları ile işletmeye ciddi gelirler sağlamaktadır. Sıralanan ürünler içerisinde kullanımı giderek artan arı sütü, özellikle insan sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. Arı sütü kovan içi faaliyette bulunan 6-12 günlük genç işçi arıların mandibular ve hipofarengeal bezlerinden salgılanan homojen yapıda, sarımsı beyaz renge sahip ve kremsi bir sıvıdır (Shen vd., 2010; Karakoç, 2018).

Arı sütü, genç larvaların beslenmesi ve buna bağlı olarak sosyal sınıfların belirlenmesi için esastır. Üç gün süren yumurta aşamasının ardından gelen larva döneminde işçi arı olarak gelişecek bireyler üç gün boyunca arı sütü ile beslenir. Bununla birlikte ana arı olarak gelişecek bireylerin ise tüm larva dönemi boyunca tükettikleri gıda arı sütüdür. Söz konusu iki günlük besleme değişimi bireyin ana arı ya da işçi arı olarak gelişmesindeki temel farklılık olarak öne çıkmaktadır.

Bazı morfolojik ve fizyolojik özellik bakımından işçi arılardan ayrılan ana arı, kolonide üreme yeteneğine sahip tek dişî bireydir (Karakoç, 2018). Sezona bağlı olarak değişmekle birlikte aktivitelerin yoğunlaştığı yaz sezonunda bir işçi arının ömrü yaklaşık 6-7 hafta iken günde binlerce yumurta bırakarak koloninin devamlılığını sağlayan ana arıların ömrü beş yıla kadar uzayabilmektedir. Üreme sisteminin gelişmesinin yanı sıra ana arının ömür uzunluğunda da arı sütünün etkili olduğu bilinmektedir (Shi vd., 2011). Ayrıca ana arının ergin yaşamı boyunca temel gıda olarak arı sütü ile beslenmesi, işçi arıları etkileyebilen birçok hastalık ve zararlıya karşı korunmasına katkı sağlamaktadır (Kolaylı vd., 2015).

Temel bileşeni su (%50-70) olan arı sütünün yapısında proteinler (%9-18), karbonhidratlar (%7-18), lipitler (%3-8), düşük miktarlarda bulunan mineraller (%0,8-3), vitaminler, aminoasitler ve fenoller bulunmaktadır (Collazo vd., 2021).

Deney hayvanları üzerinde yürütülen çalışmalarda antitümör, antioksidan, antiinflamatuvar, antibakteriyel, antialerjik, yaşlanma karşıtı ve antihipertansif özellikler dahil olmak üzere birçok farmakolojik aktiviteye sahip olduğu ortaya koyulan arı sütünün ağız yoluyla alınması insanlarda lipoprotein metabolizmasını iyileştirmekte, toplam kolesterol ile LDL (Low-density lipoprotein) kolesterolü düzeylerini azaltmaktadır (Morita vd., 2012; Yavaş, 2017). Diğer taraftan insanlarda cinsiyet hormonlarını düzenleyebildiği bilinen arı sütünün en dikkat çekici etkileri arasında yaşlanmayı geciktirebilmesi ile birlikte yaşam süresini uzatabilmesi de yer almaktadır (Matsumoto vd., 2007; Enomoto vd., 2008; Arfa vd., 2021; Mutlu vd., 2023).

Benzer özellikler ile arı sütü günümüz apiterapi uygulamalarında sıklıkla gündeme gelmektedir. Ayrıca gelişen tüketici taleplerine bağlı olarak insan sağlığına doğrudan katkı sağlayacak doğal ürünlere erişim isteği diğer arı ürünleri gibi arı sütünün de tanınırlığını artırmaktadır. Bununla birlikte üretiminin mevsime bağlı olarak sınırlı olması ve yüksek sayılabilecek pazar fiyatı arı sütünde tağşiş ve taklit sorununu da beraberinde getirebilmektedir.

Çalışmalar arı sütünün proteinler, peptitler ve royalisin gibi farklı biyoaktif bileşenleri arasında yer alan trans-10-hidroksi-2-desenoik asit (10-HDA) 'in bağışıklık sistemi üzerinde düzenleyici etkisine dikkat çekmektedir (Civelek, 2022; Botezan vd., 2023). Arı sütü için başlıca yağ asidi olarak kabul edilen 10-HDA, bitkisel ve hayvansal gıdalarda bulunmayan kısa zincirli 8-10 karbonlu dikarboksilik asitler arasında yer almaktadır. Arı sütünün kuru ağırlığının %0.5-3.5'ini oluşturan 10-HDA'nın yalnızca arı sütünde bulunması, ürün için bir belirteç olarak öne çıkmasını sağlamaktadır (Antinelli vd., 2003; Peng vd., 2017; Keskin vd., 2020).

Ürünün arı sütü olarak nitelendirilebilmesi için yürütülen çalışmalar 10-HDA'nın varlığı ve

oranı üzerine odaklanmaktadır. Bununla birlikte ana arının hem larva döneminde hem de yaşamı süresi boyunca, diğer bireylerin de larva dönemlerinde beslenmeleri için kullanılan arı sütünün içeriğinin, dolayısıyla 10-HDA oranının değişik faktörlerin etkisiyle değişebilmesi mümkündür.

2. BİR KALİTE ÖLÇÜSÜ OLARAK 10-HDA

Arı sütünün toplam organik asit içeriğinin önemli bir kısmını oluşturan 10-HDA, antimikrobiyal etkisinin yanında antiinflamatuvar, immünomodülatör ve antikanser özellikleri ile (Šedivá vd., 2018; Ahmad vd., 2020; Nader vd., 2021; Collazo vd., 2021; Guo vd., 2021; Mutlu vd., 2023) fonksiyonel bir ürünün önemli bir belirteci olarak ortaya çıkmaktadır. Buna bağlı olarak arı sütünün kalitesinin belirlenmesinde diğer serbest aminoasitler ile birlikte indeks olarak kabul edilmektedir (Duonga vd., 2020).

Doğal yapıda sadece arı sütünde bulunması nedeniyle 10-HDA bir yandan ürünün hileli olup olmadığının belirlenmesinde kullanılabilirken bir yandan da tazeliğini ortaya koymak için ele alınabilmektedir (Bloodworth vd., 1995. Sabatini vd., 2009; Yavuz, 2021; Kolaylı vd., 2016; Fratini vd., 2016; Uçak Koç ve Bakır, 2021). Doğal bir yağ asidi preparatı olarak kabul edildiğinden arı sütünde belli standartlarda bulunması gerekir.

Arı sütüne yönelik standart geliştiren sayılı ülkelerden olan ve dünya arı sütü piyasasını büyük oranda elinde bulunduran Çin, Ulusal Arı Sütü Standardında (GB 9697-2008), nitelikli bir arı sütünün % 1,4 premium ürünlerinin ise %1,8 oranında 10-HDA içeriğine sahip olması gerektiğini belirtmektedir (Yang vd., 2020). Benzer şekilde, Türkiye’de de konuya yönelik çalışmalar sonucunda TS 6666 numara ile belirlenen standarda göre arı sütünde 10-HDA içeriği en az %1,4 olmalıdır (TSE, 2010).

Farmakolojik özelliklerine bağlı olarak ilaç, gıda ve kozmetik endüstrileri için önemli bir ticari ürün olarak kullanılan arı sütüne (Nagai ve Inoue 2004) talep her geçen gün giderek artmaktadır. 2021 yılı verilerine göre küresel arı sütü pazarı 1,3 milyar dolara yaklaşmıştır. Ayrıca Bileşik Yıllık Büyüme Oranı (CAGR) ile 2031 bu pazarın % 3,9 büyüme ile 2 milyar doları aşacağı ön görülmektedir (Anonim, 2023). Talep artışı pazar büyüklüğüne yansımakla birlikte söz konusu artışı karşılayabilecek üretimin olmama olasılığı beraberinde arı sütünde taşıdığı konusunu gündeme getirebilmektedir. Bu aşamada arı sütünün gerek farmakolojik değerini gerekse tazelik ve taşıdığı özelliklerini belirlemek amacıyla belirteç olarak değerlendirilen 10-HDA önemli kriter olarak ortaya çıkmaktadır.

Koloni yaşantısı için esas olan görev dağılımında içerisinde, genel anlamda 5-15 günlük yaş aralığına sahip işçi arıların arı sütü salgılayabildikleri bilinmektedir (Al-Kahtani ve Taha, 2020; Ahmad vd., 2020; Chen vd., 2023). Bununla birlikte iklim, flora, bal arısının ırkı ile ek besleme gibi yetiştiricilik uygulamaları arı sütü bileşimini etkileyebilmektedir (Bayrak, 2020). Benzer şekilde hasat zamanı, depolama koşulları, üretim teknikleri ve işçi arıların yaşı gibi faktörlerin arı sütü içeriğinin belirlenmesi çalışmalarında dikkate alınması gerekmektedir.

3. 10-HDA’YI ETKİLEYEN BAZI FAKTÖRLER

Bal arılarında koloni yaşantısına dolaylı olarak olsa da etki eden bazı faktörlerin arı sütü üretim miktarına ve içeriğine etki etmesi muhtemeldir. Bu amaçla ilk akla gelen faktörler arasında yer alan besleme, bir yandan yetiştirici tarafından şekillendirilirken bir yandan da doğal çevrenin sınırlayıcılığı altındadır. Bu nedenle arı sütünde 10-HDA içeriğini etkileyen faktörler değerlendirilirken her birinin diğerleri tarafından etkilenebileceği dikkate alınmalıdır.

3.1. Besleme

Arı sütünün salgılandığı hipofaringeal bezler arıların başında, gözler ile beyin arasında bulunur. Bezler en büyük boyutlarına işçi arılar 5-10 günlük yaşta ulaşır (Corby-Harris ve

Snyder, 2018) Polen tüketimi ile bez gelişimi arasındaki pozitif ilişkiden dolayı (Crailsheim ve Stolberg 1989; Hrassnigg ve Crailsheim 1998; Pernal ve Currie, 2000; Corby-Harris vd., 2015) bezlerin normal gelişimleri için ise işçi arıların bu yaşlara ulaşınca kadar proteince zengin beslenmeleri oldukça önemlidir (Omar vd., 2017)

Farklı protein deseninin arı sütü üzerine etkisini belirlemeyi amaçlayan ve Tayland'da yürütülen bir çalışmada, çay (*Camellia sinensis*), kahve (*Coffea arabica*) ve acı çalı (*Eupatorium odoratum* L.) olmak üzere üç tür monofloral polen kullanılarak koloniler beslenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen arı sütleri benzer protein deseni sergilese de acı çalı ve kahve bitkisi polenleri ile beslenen arı kolonilerinden toplanan örneklerin çay bitkisi poleni ile beslenen arı kolonilerinden toplanan örneklerden daha yüksek 10-HDA seviyelerine sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Pattamayutanon vd., 2018).

Vitaminli şeker şurubu ve % 10 ekmekek mayalı şurubu kullanarak kolonilerin beslendiği farklı bir çalışmada elde edilen arı sütleri 1:1 oranında şeker şurubu ile beslenen kontrol grubu kolonilerinden elde edilenler ile çeşitli ölçütle bakımından karşılaştırılmıştır. Toplam 50 örneğin analiz edildiği ve ekmekek mayalı grubun kontrol grubu örneklerine göre daha yüksek oranda 10-HDA içeriğe sahip olduğu belirlenen araştırma çalışması sonucunda araştırmacı, protein açısından zengin gıda kaynaklarının kullanımının arı sütünde 10-HDA değerini artırabileceği kararına varmışlardır (Balkanska, 2018).

Ek beslemelerin arı sütü üretimine etkisini ele alan ve çalışmalarına 10-HDA içeriğini de dahil eden Oskay ve Bayrak (2022), üretim kolonilerini besleme yapılmayan grup, şeker şurubu ile beslenen grup ve şeker şurubu+polen ile beslenen grup olarak ayırmışlardır. Çalışma sonucunda besleme yapılmayan grupta yüksüklere koyulan arı sütü miktarının ortalama 420 mg olarak hesaplayan araştırmacılar ek beslemenin 10-HDA üzerinde etkisinin önemli olduğunu sonucuna varmışlardır.

Sakkarozla beslemenin arı sütünün kalitesi arasındaki ilişkiye dair farklı görüşler olmakla birlikte sakkaroz ve bal ile beslenen kolonilerden elde edilen arı sütlerini karşılaştıran araştırmada, sakkarozla beslenen kolonilerin arı sütünde belirli aminoasitlerin daha yüksek seviyelerde olduğu belirlenirken nem içeriği, ham protein ve 10-HDA açısından gruplar arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Araştırmacılar bunun nedenini, her iki besleme tipinde de 10-HDA sentezi için gerekli karbon ihtiyacının karşılanmamış olabileceği şeklinde ifade etmişlerdir (Wang vd., 2023).

Arılar doğadan topladıkları nektarı enerji için kullanırken poleni ise temel olarak protein, yağ ve mikro besin kaynağı olarak değerlendirmektedir. Yavru üretimi için esas olan polen, arı sütü salgı bezlerinin görevini yerine getirebilmesi için oldukça önemlidir. Bal arısı kolonilerinin doğru yönetilebilmesi için besleme gerekli bir uygulamadır. Özellikle besin kaynağının yeterli olmadığı dönemlerde farklı içeriklerde ve protein açısından zengin ek beslemeler yapıyor olmakla birlikte besleme yöntemlerine veya besin kaynaklarına ilişkin bir standart bulunmamaktadır. Son dönemlerde yaklaşık 2 µm büyüklüğünde fotosentetik tek hücreli organizmalar olan mikro algler de insan ve hayvan beslenmesinin yanı sıra bal arıları için alternatif besin kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu amaçla kolza poleni takviye edilmiş *Chlorella sorokiana* 'ı kullanan araştırmacılar yavru üretimi ve koloni gücü bakımından elde ettikleri artışın yanında arı sütü 10-HDA içeriğinde olumlu gelişmenin olduğunu belirtmişlerdir (Jang vd., 2023).

Bal arısı kolonilerine uygulanan besin takviyeleri arı sütü üretim miktarını artırmaktadır. Bununla birlikte aşırı besleme yerine uygun aralıklarla sık beslemenin daha uygun olacağı belirtilmektedir. Diğer taraftan üretim döneminde arılara sağlanacak su kaynaklarının da sağlanan arı sütünü artırdığı da bilinmektedir (Karlıdağ ve Genç, 2008).

Türkiye'nin farklı yörelerinden toplanan arı sütü örneklerini hasat dönemlerini (Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos) de dikkate alarak fizikokimyasal özellikler ve 10-HDA içeriği bakımından değerlendiren Emir (2020), 10-HDA içeriğinde ayın anlamlı etkisinin olduğunu ve en yüksek ortalama değerini Haziran ayında gözlemlendiğini belirlemiştir. Araştırmada ortaya çıkan farkta polen ve nektar kaynaklarındaki artışın yanında kolonide bakıcı işçi arı sayısındaki değişimin etkili olduğu düşünülmektedir.

3.2. Bal arısı ırkı

Arı sütünün kimyasal bileşiminin ırklara göre değiştiği yönünde ifadeler karşın (Brouwers vd., 1987; Arfa vd., 2021; Uversky vd., 2021; Botezan vd., 2023) konuya yönelik daha net ifadeler kullanılabilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Mevcut araştırmalarda bal arısı ırkına göre 10-HDA içeriğinin değiştiği net olarak ifade edilmemiştir. Araştırmalar daha çok üretim miktarı ve üretimde oldukça önemli olan larva kabul oranı üzerine yoğunlaşmıştır.

Arı sütü üretimine yönelik seleksiyon ve ıslah çalışmalarına ilk olarak Çinli araştırmacılar tarafından 1980'li yıllarda başlanmış bu çalışmalarda İtalyan arılarını (*Apis mellifera ligustica*) kullanmışlardır. Günümüz koşullarında mevcut hattan geliştirildikleri ırka oranla verimleri 10 kat fazla ürün elde etmek mümkün hale gelmiştir (Altay vd., 2019).

Bal arısı ırkının, ek beslemenin ve koloni gücünün arı sütü üretimine etkisini ele alan bir çalışmada, her grubun güçlü kolonileri zayıf olanlara göre daha fazla arı sütü ürettiği ortaya koyulmakla birlikte Karniyol ve İtalyan melezleri arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir (Salem vd., 2021). Buna karşılık benzer bir çalışmada söz konusu ırkları kabul oranını ve arı sütü üretimi bakımından karşılaştıran Khan vd. (2021) koloni başına ortalama arı sütü verimini İtalyan ve Karniyol ırkları için sırasıyla, ortalama 13.10 ve 9.66 g olarak hesaplayarak gruplar arası farkın önemli olduğuna ($p < 0.001$) karar vermişlerdir. Daha önce yapılmış diğer bir çalışmada da Şahinler ve Kaftanoğlu (2005), Karniyol (*Apis mellifera carnica*), Anadolu arısının ekotipi olan Muğla (*Apis mellifera anatoliaca*) ve Kafkas (*Apis mellifera caucasica*) arı kolonilerinde arı sütü verim ortalamalarını sırasıyla 0.372, 0.325 ve 0.200 g olduğu belirlemişler ve farkın istatistik olarak önemli ($P < 0.01$) olduğunu ifade etmişlerdir.

Coğrafi kökenin arı sütündeki 10-HDA içeriği üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla Çin'in 19 eyaletinden toplanan örneklerle yürütülen çalışmada, bal arısı ırklarının farkı da ele alınarak *Apis mellifera ligustica* ile aynı ırkın *Apis mellifera carnica* ile melezleri de değerlendirmeye alınmıştır. Araştırma sonucunda 10-HDA'nın yöreye göre değiştiği net olarak ortaya koyulurken melez arılar lehine gözlenen farkın İtalyan arıların yüksek arı sütü üretimi ile açıklanmıştır. Daha net bir ifade ile araştırmacılar üretim miktarı arttıkça içeriğindeki 10-HDA'nın azaldığına vurgu yapmışlardır (Wei vd., 2013). Söz konusu belirleme araştırma sonuçlarının değerlendirilmesine önemli katkı sağlamaktadır.

3.3. Hasat zamanı

Ticari arı sütü üretimi 1 günlük yaşa sahip dömlü larvaların ana arı yüksüklerine aşılması esasıyla yürütülür (Chen vd., 2002). Yüksüklere koyulan arı sütleri farklı zamanlarda hasat edilebilmesine rağmen üretimin en üst seviyeye ulaşmasından dolayı hasat çoğunlukla aşılama işleminden 3 gün (72 saat) sonra yapılmaktadır (Lercker vd., 1985). Bununla birlikte üretim döneminin kısaltılması gibi nedenlere bağlı olarak özellikle erken hasat da yapılabilmektedir.

Aşılama 24, 48 ve 72 saat sonra hasat edilen arı sütünün kimyasal bileşimleri bakımından değerlendiren Zheng vd. (2011) arı sütü nem içeriğinin zamana bağlı olarak arttığını belirlerken 10-HDA'nın en yüksek seviyesinin 24 saatlik dönemde ölçmüşlerdir. Yine aşılama 24, 48 ve 72 saat sonra hasat edilen arı sütlerinde antioksidan etkinin ele alındığı farklı bir çalışmada (Liu vd., 2008), 24 saat hasat edilen arı sütünde, aşılama 48 veya 72

saat sonra toplanana göre daha yüksek protein ve polifenolik bileşik içeriği belirlenmiştir.

Hasat zamanının arı sütü verimi üzerindeki etkisini incelemek için aşılamadan 24, 48 ve 72 saat sonra hasat edilen ürünleri değerlendiren Al-Kahtani ve Taha (2020a), yüksek verime aşılamadan 72 saat sonra yapılan hasatta ulaşıldığını belirlerken en yüksek lipit içeriğinin aşılamadan 24 saat sonra toplanan arı sütlerinde ulaşıldığını ifade etmişlerdir. Hasat süresine ilişkin karşılaştırmaya larva aşılamadan 96 saatlik sürenin de eklendiği farklı çalışmada arı içeriğine yönelik benzer bulgular elde edilmiş, en yüksek üretim miktarına 72 saatlik grupta ulaşılmıştır Al-Kahtani ve Taha (2020b).

Larva transferinden sonra farklı zaman aralıklarında (24, 48 ve 72 saat sonra) hasat edilen arı sütlerindeki bazı biyokimyasal değişimlerin ortaya konulması amaçlayan ve arı sütünde temel şeker bileşenleri (fruktoz, glikoz ve sakkaroz) ile birlikte 10-HDA içeriğini de değerlendirmeye alan Kösoğlu vd. (2013), diğer çalışmalardan farklı olarak en yüksek 10-HDA düzeyini 72 saatlik grupta elde etmişlerdir.

Hasat zamanının (24, 48 ve 72 saat) 10-HDA üzerine etkisini üretim kolonilerinin ana arılı ve ana arısız olması ile birlikte değerlendiren Uçak Koç vd. (2022), en yüksek 10-HDA ortalamasına % 3.14 ile 24 saatlik grupta ulaşılmıştır.

3.4. Aşılanan larva sayısı

Arı sütü üretimi larva transfer edilen ana arı gözlerine genç işçi arıların arı sütü salgılamasıyla başlar ve temel olarak 72 saat sonra gözlerden toplanarak hasat işlemi tamamlanır. Arı sütü verimi yüksek bal arısı hatlarında koloni başına 200 adetten fazla transfer yapılabilmektedir. Ancak bu yüksek sayının üretime olumlu yansımaya rağmen 10-HDA miktarını azalttığı düşünülmektedir (Yamaguchi, 2019). Ancak aşılanan larva sayısının arı sütü özelliklerine doğrudan etkisine ilişkin çalışma sayısı sınırlıdır.

Aşılanan larva sayısı ile ilgili araştırma sayısının azlığına dikkat çeken Uçak Koç vd., (2021) araştırmalarında, yüksek sayısına bağlı olarak 10-HDA içeriğini değerlendirmişler ve aşılanan larva sayısı arttıkça (30, 60 ve 120) değerlerin azaldığını (%3.2, %2.84 ve %2.16) belirlemişlerdir.

Konuyla doğrudan ilgili bir diğer çalışmada Ma vd. (2022), larva transfer sayısının arı sütü üzerindeki değişiklikleri ele almışlar ve bu amaçla kolonilere her biri 64 adet yüksek içeren 1 ila 5 çita vermişlerdir. Larva kabul oranı verileri de dikkate alan araştırmacılar yüksek başına arı sütü üretimin 5 çitalı olanlarda önemli ölçüde azaldığını, 1 ve 5 çitalı kolonilerde 10-HDA oranlarını sırasıyla %2.01 ve %1.52 şeklinde gerçekleştiğini belirterek üretim miktarı arttıkça 10-HDA oranının azalmasının önüne geçebilmek için içeriği artırıcı besin takviyelerini de önermişlerdir.

3.5. Depolama

Arı sütünün gerek işlenmesi gerekse saklanması sırasında maruz kalabildiği şartlar arı sütü özelliklerini olumsuz etkileyebileceği gibi bozulmasına dahi neden olabilmektedir. Taze arı sütü 4 °C ile -20 °C arasında muhafaza edilebilmekle birlikte 0-5 °C'lik ortamda bir yıla kadar saklanabileceği bilinmektedir. Buna karşılık kapsül ya da tablet formlarının yapılmasına olanak sağlayan liyofilize formu daha uzun saklanabilmesine olanak sağlamaktadır (Messia vd., 2005).

Arı sütünün -20 °C, 4 °C ve oda sıcaklıklarında karanlık ve aydınlık koşullarda 7 aya kadar muhafaza edilerek değişimlerinin değerlendirildiği araştırmada rengin, viskozitenin, suda çözünür protein fraksiyonların ve basit şekerlerin oda sıcaklığında depolama sırasında önemli ölçüde değişmesine rağmen -20 °C'de değişmediği belirlenmiştir (Chen ve Chen, 1995). Benzer şekilde arı sütünün depolanma koşullarının özellikle renk, tat ve viskoziteyi etkileyebileceğini bildiren Uçar (2018), depolamanın uygun bir şekilde yapılmadığı durumda rengin koyulaşmaya

başlayacağını ve tadın ekşiyeceğini ifade etmiştir. Araştırmacıya göre viskozite arı sütünün su içeriği ve yaşına bağlı olarak değişir ve böylece oda sıcaklığında muhafaza edilmesi durumunda artış gösterir; bu nedenlerden dolayı arı sütünün dondurularak saklanması gerekir.

Depolama şekli ve koşulları ile ilgili Antinelli ve diğerleri (2003) yürüttükleri çalışmada Fransa ve Tayland'da alınan arı sütü örneklerini 12 ay boyunca kontrollü sıcaklıklarda depolamışlardır. Araştırmacılar çalışma sonunda, örneklerin alındığı kaynaklardan bağımsız olarak, 10-HDA içerik kaybı oranları -18 °C ve 4 °C için sırasıyla %0.1 ve %0.2 hesaplamışlar ve 10-HDA içeriği ile depolama süresi arasında herhangi bir korelasyon bulunmaması nedeniyle özelliğin arı sütü örneklerinin saklama durumunu ve süresini tahmin etmek bir ölçüt olarak kullanılmasının uygun olmayacağını belirtmişlerdir.

Donmuş üründen suyun vakumla uzaklaştırılması temeline dayana liyofilizasyon işlemi, arı sütünün kalitesini korumanın en iyi yolu olarak kabul edilir. Yüksek higroskopik özelliğinden dolayı depolama sırasında ürünün hava geçirmez kaplarda saklanması gerekmektedir. Bu sayede bir yıl buzdolabı sıcaklığında (3-5 °C), iki yıl süresinde de dondurucu koşullarında (-18 °C) saklanacağını belirtilmektedir (Bogdanov, 2016). Biyolojik olarak aktif bileşeni olan 10-HDA içeriğinin izlenmesiyle depolama koşulların değerlendirildiği çalışmada liyofilize arı sütünün 10-HDA içeriği raf ömrü boyunca beyan edilen %3.5'in altına düşmediği gözlemlenmiştir (Lalić vd., 2020)

Depolama sıcaklığı ve depolama süresinin arı sütünün kalitesi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, ıhlamur, lahana ve akasya ağaçlarının yoğun bulunduğu alanlardan elde edilen arı sütü örneklerinde toplam protein, 10-HDA, serbest şeker, serbest aminoasit ve serbest yağ asidi içeriklerini belirlemeyi amaçlayan çalışmada farklı nektar kaynakları arasında toplam protein içeriği ve 10-HDA içeriği açısından önemli farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında kısa süreli depolama, toplam protein içeriği ve 10-HDA içeriğinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir (Lihan vd 2023).

4. SONUÇ

Bal arısı larvaları ve ana arının beslenmesi gibi koloni yaşantısı için oldukça büyük bir öneme sahip olan arı sütü, biyoaktif bileşenleri sayesinde farklı sektörlerde aranan bir arıcılık ürünüdür. İşçi arılar tarafından salgılanan arı sütü saklama koşulları ve işleme teknolojilerine bağlı olarak kolay bozulabilmektedir. Diğer taraftan üretiminin mevsime bağlı olarak az miktarda olması ve pazar fiyatının yüksek olması taşıması edilebilmesi sorunlarını beraberinde getirmektedir. Bu aşamada doğal olarak sadece arı sütünde bulunan 10-HDA, karmaşık bir kimyasal yapıya sahip olan arı sütünün tazelik, orijinallik ve taşımasına yönelik bir belirteç olarak gündeme gelmektedir.

Arı sütüne yönelik kriterler geliştirme çalışmalarına ilk başlayan ülke 1979 yılında Arjantin olmuştur. Daha sonra 1984 yılında Bulgaristan, 1996 yılında Polonya, 2001 yılında Brezilya, 2003 yılında Sırbistan, 2005 yılında İsviçre, 2008 yılında Japonya ve Çin, 2012 yılında Hindistan, 2014 yılında da G. Kore kendi kriterlerini geliştirmişlerdir (Kamyab vd., 2020). Arı sütüne yönelik standartlar geliştirilmesinde 10-HDA esas alınmaktadır. Türkiye'de 15.12.2000 tarihinde TS 6666 numara ile belirlenen standarda göre taze arı sütünde 10-HDA oranı en az %1.4 olmalıdır (TSE, 2000). Buna karşılık araştırmalar söz konusu oranın beslenme, bal arısı ırkı, hasat zamanı, aşılardan larva sayısı ve depolama şekli gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebildiğini de ortaya koymaktadır. Kaldı ki söz konusu faktörlerden bazılarının birbirleri ile ilişkili olmaları kaçınılmazdır. Bu nedenle yeni araştırmalarla konunun kapsamlı olarak ele alınması yerinde olacaktır. Böylece bir yandan ülke arı sütü standartları oluşturulmasına katkı sağlanabileceken bir yanda da belirlemeler daha net yapılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, S., Campos, M. G., Fratini, F., Altaye, S. Z., & Li, J. (2020). New insights into the biological and pharmaceutical properties of royal jelly. *International journal of molecular sciences*, 21(2), 382.
- Al-Kahtani, S. N., & Taha, E. K. A. (2020b). Post grafting time significantly influences royal jelly yield and content of macro and trace elements. *PloS one*, 15(9), e0238751.
- Al-Kahtani, S., & Taha, E. K. A. (2020a). Effect of harvest time on royal jelly yield and chemical composition. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 93(2), 132-139.
- Altaye, S. Z., Meng, L., & Li, J. (2019). Molecular insights into the enhanced performance of royal jelly secretion by a stock of honeybee (*Apis mellifera ligustica*) selected for increasing royal jelly production. *Apidologie*, 50, 436-453.
- Anonim, (2023). <https://www.alliedmarketresearch.com/royal-jelly-market-A15111>. Erişim tarihi: 07.09.2023
- Antinelli, J. F., Zeggane, S., Davico, R., Rognone, C., Faucon, J. P., & Lizzani, L. (2003). Evaluation of (E)-10-hydroxydec-2-enoic acid as a freshness parameter for royal jelly. *Food chemistry*, 80(1), 85-89.
- Antinelli, J. F., Zeggane, S., Davico, R., Rognone, C., Faucon, J. P., & Lizzani, L. (2003). Evaluation of (E)-10-hydroxydec-2-enoic acid as a freshness parameter for royal jelly. *Food chemistry*, 80(1), 85-89.
- Arfa, A., Riad, Y. M., & El Nikeety, M. (2021). Quality Parameters of Royal Jelly in national and international standards: Specifications, differences and suggestions. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 7977-7997.
- Balkanska, R. (2018). Determination of trans-10-hydroxy-2-decenoic acid in royal jelly by high performance liquid chromatography after different bee feeding. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(4), 3738-3743.
- Bayrak, G. (2020). *İkame yemlerle beslenen bal arısı kolonilerinden hasat edilen arı sütlerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin incelenmesi* (Master's thesis, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi).
- Bloodworth, B. C., Harn, C. S., Hock, C. T., & Boon, Y. O. (1995). Liquid chromatographic determination of trans-10-hydroxy-2-decenoic acid content of commercial products containing royal jelly. *Journal of AOAC International*, 78(4), 1019-1023.
- Bogdanov, S. (2016). The Royal Jelly Book For so work the honey-bees. *no. April*.
- Botezan, S., Baci, G. M., Bagameri, L., Paşca, C., & Dezmirean, D. S. (2023). Current Status of the Bioactive Properties of Royal Jelly: A Comprehensive Review with a Focus on Its Anticancer, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Effects. *Molecules*, 28(3), 1510.
- Brouwers, E. V. M., Ebert, R., & Beetsma, J. (1987). Behavioural and physiological aspects of nurse bees in relation to the composition of larval food during caste differentiation in the honeybee. *Journal of Apicultural Research*, 26(1), 11-23.
- Chen, C., & Chen, S. Y. (1995). Changes in protein components and storage stability of royal jelly under various conditions. *Food chemistry*, 54(2), 195-200.
- Chen, L., Ning, F., Zhao, L., Ming, H., Zhang, J., Yu, W., & Luo, L. (2023). Quality assessment of royal jelly based on physicochemical properties and flavor profiles using HS-SPME-GC/MS combined with electronic nose and electronic tongue analyses. *Food*

Chemistry, 403, 134392.

- Chen, S., Su, S., & Lin, X. (2002). An introduction to high-yielding royal jelly production methods in China. *Bee World*, 83(2), 69-77.
- Civelek, İ. (2022). Biological activities of royal jelly: a mini-review. *Anatolian Journal of Biology*, 3(1), 1-8.
- Collazo, N., Carpena, M., Nuñez-Estevez, B., Otero, P., Simal-Gandara, J., & Prieto, M. A. (2021). Health promoting properties of bee royal jelly: Food of the queens. *Nutrients*, 13(2), 543.
- Corby-Harris, V., & Snyder, L. A. (2018). Measuring hypopharyngeal gland acinus size in honey bee (*Apis mellifera*) workers. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (139), e58261.
- Corby-Harris, V., Meador, C. A., Snyder, L. A., Schwan, M. R., Maes, P., Jones, B. M., ... & Anderson, K. E. (2016). Transcriptional, translational, and physiological signatures of undernourished honey bees (*Apis mellifera*) suggest a role for hormonal factors in hypopharyngeal gland degradation. *Journal of insect physiology*, 85, 65-75.
- Crailsheim, K., & Stolberg, E. (1989). Influence of diet, age and colony condition upon intestinal proteolytic activity and size of the hypopharyngeal glands in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology*, 35(8), 595-602.
- Duong, H. A., Vu, M. T., Nguyen, T. D., Nguyen, M. H., & Mai, T. D. (2020). Determination of 10-hydroxy-2-decenoic acid and free amino acids in royal jelly supplements with purpose-made capillary electrophoresis coupled with contactless conductivity detection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 87, 103422.
- Emir, M. (2020). Effect of harvesting period on chemical and bioactive properties of royal jelly from Turkey. *European Food Science and Engineering*, 1(1), 9-12.
- Enomoto, M., Adachi, H., Fukami, A., Furuki, K., Satoh, A., Otsuka, M., ... & Imaizumi, T. (2008). Serum dehydroepiandrosterone sulfate levels predict longevity in men: 27-year follow-up study in a community-based cohort (Tanushimaru study). *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(6), 994-998.
- Fratini, F., Cilia, G., Mancini, S., & Felicioli, A. (2016). Royal Jelly: An ancient remedy with remarkable antibacterial properties. *Microbiological research*, 192, 130-141.
- Guo, J., Wang, Z., Chen, Y., Cao, J., Tian, W., Ma, B., & Dong, Y. (2021). Active components and biological functions of royal jelly. *Journal of Functional Foods*, 82, 104514.
- Hrassnigg, N., & Crailsheim, K. (1998). Adaptation of hypopharyngeal gland development to the brood status of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Journal of insect Physiology*, 44(10), 929-939.
- Jang, H., Ghosh, S., Sun, S., Nam, H. W., Cheon, K. J., Jeong, S., & Jung, C. (2023). Influence of Chlorella supplemented diet on honey bee (*Apis mellifera*) colony health. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 26(2), 102096.
- Kamyab, S., Gharachorloo, M., Honarvar, M., & Ghavami, M. (2020). Quantitative analysis of bioactive compounds present in Iranian royal jelly. *Journal of Apicultural Research*, 59(1), 42-52.
- Karakoç, B. R. (2018). Plastik Ve Doğal Balmumu Yüksüklerde Üretilen Arı Sütlerinin Mikrobiyal Yüklerinin, Protein İçeriklerinin Ve Antimikrobiyal Etkinliklerinin Araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı*

Yüksek Lisans Tezi 2018 Ankara.

- Karlıdağ, S., & Ferat, G. E. N. Ç. (2009). Arı Sütü Verimine Etki Eden Faktörler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 127-132.
- Keskin, M., Özkök, A., Karahalil, F., & Kolaylı, S. (2020). Arı sütü 10-Hidroksi-2-Dekanoik asit (10-HDA) miktarı ne olmalıdır?. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3), 347-350.
- Khan, K. A., Ghramh, H. A., Ahmad, Z., El-Niweiri, M. A., & Ahamed Mohammed, M. E. (2021). Queen cells acceptance rate and royal jelly production in worker honey bees of two *Apis mellifera* races. *PloS one*, 16(4), e0248593.
- Kolaylı, S. And Şahin, H. And Can, Z. And Yıldız, O. Meltem, M. And Asadow, A. (2016). "A Member of Complementary Medicinal Food: Anatolian Royal Jellies, Their Chemical Compositions, and Antioxidant Properties" *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine* Volume 21, Issue 4, October 2016, Pages NP43-NP48
- Kösoğlu, M., Yücel, B., Gökbulut, C., Konak, R., & Bircan, C. (2013). Hasat zamanının arı sütünün kimi biyokimyasal ve iz element kompozisyonları üzerine etkisi. *Kafkas Üniv Fak Derg*, 19(2), 233-237.
- Lalić, M., Soldić, A., Lalić, A., & Lalić, Z. (2020). Stability of 10-hda in lyophilized royal jelly and in the finished products. *Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku*, 9(2), 69-73.
- Lercker, G., Caboni, M. F., Vecchi, M. A., Sabatini, A. G., Nanetti, A., & Piana, L. (1985). Compoizione della frazione glucidica della gelatina reale e della gelatina delle api operaie in relazione all'età larvare.
- Lihan, X.I.A.O., Meiguo, X. I. N., Wenjing, L. U., Qin, Y. E., Cen, Z. H. A. N. G., Chaogeng, X. I. A. O., & Di, C. H. E. N. (2023). Effects of different storage conditions on quality of royal jelly from three pollen sources. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 35(5), 1161.
- Liu, J. R., Yang, Y. C., Shi, L. S., & Peng, C. C. (2008). Antioxidant properties of royal jelly associated with larval age and time of harvest. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(23), 11447-11452.
- Ma, C., Ahmat, B., & Li, J. (2022). Effect of queen cell numbers on royal jelly production and quality. *Current Research in Food Science*, 5, 1818-1825.
- Matsumoto, M., Ishizuka, T., Kajita, K., Sugiyama, C., Morita, H., Uno, Y., & Yasuda, K. (2007). Dehydroepiandrosterone-sulfate concentration in men from a Japanese longevity district. *Geriatrics & gerontology international*, 7(4), 352-356.
- Messia, M. C., Caboni, M. F., & Marconi, E. (2005). Storage stability assessment of freeze-dried royal jelly by furosine determination. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(11), 4440-4443.
- Morita, H., Ikeda, T., Kajita, K., Fujioka, K., Mori, I., Okada, H., & Ishizuka, T. (2012). Effect of royal jelly ingestion for six months on healthy volunteers. *Nutrition journal*, 11, 1-7.
- Mutlu, G., Akbulut, D., Aydın, N. S., & Mutlu, C. (2023). Fonksiyonel Bir Arıcılık Ürünü Olan Arı Sütünün Bazı Özellikleri ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 23(1), 138-152.
- Nader, R. A., Mackieh, R., Wehbe, R., El Obeid, D., Sabatier, J. M., & Fajloun, Z. (2021). Beehive products as antibacterial agents: a review. *Antibiotics*, 10(6), 717.

- Nagai, T., & Inoue, R. (2004). Preparation and the functional properties of water extract and alkaline extract of royal jelly. *Food chemistry*, 84(2), 181-186.
- Omar, E., Abd-Ella, A. A., Khodairy, M. M., Moosbeckhofer, R., Crailsheim, K., & Brodschneider, R. (2017). Influence of different pollen diets on the development of hypopharyngeal glands and size of acid gland sacs in caged honey bees (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 48, 425-436.
- Oskay, D., & Bayrak, G. (2022). Investigation of Yield and Some Quality Features of Royal Jelly Harvested from Honeybee Colonies Fed with Food Substitutes. *Hayvansal Üretim*, 63(2), 98-104.
- Pattamayutanon, P., Peng, C. C., Sinpoo, C., & Chantawannakul, P. (2018). Effects of pollen feeding on quality of royal jelly. *Journal of economic entomology*, 111(6), 2974-2978.
- Peng, C. C., Sun, H. T., Lin, I., Kuo, P. C., & Li, J. C. (2017). The functional property of royal jelly 10-hydroxy-2-decenoic acid as a melanogenesis inhibitor. *BMC complementary and alternative medicine*, 17(1), 1-8.
- Pernal, S. F., & Currie, R. W. (2000). Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 31(3), 387-409.
- Sabatini, A. G., Marcazzan, G. L., Caboni, M. F., Bogdanov, S., & Almeida-Muradian, L. B. D. (2009). Quality and standardisation of royal jelly. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 1(1), 1-6.
- Salem, M. A., Yousif, S. I., El Shakaa, S. M. A., & Abd Alla, S. M. (2021). Studies On Some Factors Affecting Royal Jelly Production Of Honeybee Colonies, *Apis mellifera* L. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 48(3), 671-678.
- Šedivá, M., Laho, M., Kohútová, L., Mojžišová, A., Majtán, J., & Klaudiny, J. (2018). 10-HDA, a major fatty acid of royal jelly, exhibits pH dependent growth-inhibitory activity against different strains of *Paenibacillus* larvae. *Molecules*, 23(12), 3236.
- Shen, L., Zhang, W., Jin, F., Zhang, L., Chen, Z., Liu, L., & Li, D. (2010). Expression of recombinant AccMRJP1 protein from royal jelly of Chinese honeybee in *Pichia pastoris* and its proliferation activity in an insect cell line. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(16), 9190-9197.
- Shi, Y. Y., Huang, Z. Y., Zeng, Z. J., Wang, Z. L., Wu, X. B., & Yan, W. Y. (2011). Diet and cell size both affect queen-worker differentiation through DNA methylation in honey bees (*Apis mellifera*, Apidae). *PloS one*, 6(4), e18808.
- Şahinler, N., & Kaftanoğlu, O. (2005). The effects of season and honeybee (*Apis mellifera* L.) genotype on acceptance rates and royal jelly production. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 29(2), 499-503.
- TSE, (2010). TSE: ICS 65.140:67230, *Türk Standartları*, TS 6666/T1, 2010.
- Uçak Koç, A. Ve Bakır, Z. B. (2021). Major Arı Sütü Proteinleri. *Hayvansal Üretim*, 62(2), 171-178.
- Uçak Koc, A., Karacaoglu, Bakır, Z. B., & Kızılkaya, K. (2022) Determination of total protein, trans-10-Hydroxy-2-Decenoic Acid (10-HDA) and major royal jelly proteins in royal jelly produced at different harvest times in queenless and queenright colonies. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1), 109-117.
- Uçak Koc, A., Karacaoglu, M., Uygun, M., Bakır, Z. B., & Keser, B. (2021). Effect of harvesting time and the number of queen cell cups on royal jelly composition. *Journal of*

Apicultural Research, 62(3), 478-484.

- Uçar, M. (2018). Arı sütünün büyüme, yaşlanma ve üreme sağlığına etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 193-202.
- Uversky, V. N., Albar, A. H., Khan, R. H., & Redwan, E. M. (2021). Multifunctionality and intrinsic disorder of royal jelly proteome. *Proteomics*, 21(6), 2000237.
- Wang, Y., Ma, L., Wang, H., Liu, Z., Chi, X., & Xu, B. (2023). Effects of Sucrose Feeding on the Quality of Royal Jelly Produced by Honeybee *Apis mellifera* L. *Insects*, 14(9), 742.
- Wei, W. T., Hu, Y. Q., Zheng, H. Q., Cao, L. F., Hu, F. L., & Hepburn, H. R. (2013). Geographical influences on content of 10-hydroxy-trans-2-decenoic acid in royal jelly in China. *Journal of Economic Entomology*, 106(5), 1958-1963.
- Yamaguchi, K. (2019). Kikuji Yamaguchi principles of natural beekeeping: a novel bio-method of natural beekeeping for high quality royal jelly production. In *Modern Beekeeping-Bases for Sustainable Production*. IntechOpen.
- Yang, X., Li, Y., Wang, L., Li, L., Guo, L., Yang, M., ... & Zhao, H. (2020). Determination of 10-HDA in royal jelly by ATR-FTMIR and NIR spectral combining with data fusion strategy. *Optik*, 203, 164052.
- Yavaş, Ş. (2018). *Arı sütünün diyabetik sıçan testis dokularındaki apoptoz, proliferasyon ve insl3 immunre aktivitelere etkisi* (Master's thesis, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Yavuz, İ. (2021). Apiterapi karışımlarında kullanılan arı sütünde 10-HDA'nın termal degradasyonunun belirlenmesi ve arı sütünün fonksiyonel gıda üretiminde kullanımı. *Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Antalya*.
- Zheng, H. Q., Hu, F. L., & Dietemann, V. (2011). Changes in composition of royal jelly harvested at different times: consequences for quality standards. *Apidologie*, 42, 39-47.

ARI SÜTÜNÜN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Yahya Yasin YILMAZ*

Özet: Bu çalışma ile arı sütünün temel özellikleri ve fonksiyonları verilmeye çalışılmıştır. Arı sütü %60-70 oranında nem içermektedir ve kuru maddenin önemli bir kısmını protein ve peptidler oluşturmaktadır. Bunun yanında arı sütü lipit, karbohidrat, vitamin, mineral ve çeşitli küçük bileşenlerden oluşmaktadır. Arı sütü içeriği sayesinde antiviral, antibakteriyel özellikler göstermekle beraber yaşlanma karşıtı etkileri, kardiyovasküler sistem, sinir sistemi, sindirim sistemi, immün modüle edici özelliği bakımından tüketiciye fayda sağlamanın yanında kronik toksisite ve alerjen etkileri bakımından daha fazla çalışma yapılmasına gerek duyulan, önemli bir arı ürünüdür.

Anahtar kelimeler: Arı sütü, biyoteknoloji, arı ürünü.

BASIC FEATURES OF ROYAL JELLY

Abstract: In this study, the basic properties and functions of royal jelly were tried to be given. Royal jelly contains 60-70% moisture and a significant portion of the dry matter consists of proteins and peptides. In addition, royal jelly consists of lipids, carbohydrates, vitamins, minerals and various small components. Royal jelly, thanks to its antiviral and antibacterial properties thanks to its content, provides benefits to the consumer in terms of its anti-aging effects, cardiovascular system, nervous system, digestive system and immune modulating properties, and is an important bee product that requires further studies in terms of chronic toxicity and allergenic effects.

Key words: Royal jelly, biotechnology, bee product.

*Bayburt University, Demirözü Vocational School, Department of Veterinary Medicine, Bayburt, Turkey.
*yahyayilmaz@bayburt.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-1015-7197

1. GİRİŞ

Arı sütü, yetişkin kraliçe arıyı ve genç larvaları beslemek için bazen kuluçka bezi olarak da adlandırılan genç işçi arıların hipofarengeal bezinden salgılanır. Kraliçe arılar ve larvalar salgılandığı için depolanmadan doğrudan arı sütü ile beslenirler. Bu nedenle arı sütü geleneksel bir arıcılık ürünü değildir. Daha önce kraliçe arı olarak yetiştirildiği belirlenen larva, bol miktarda arı sütü ile beslendiğinde hasat edilebiliyor. Kraliçe larvası, yiyeceği kraliçe hücrelerine bırakıldığı kadar çabuk tüketemez. Kraliçe ve işçi arılar arasındaki fark, larva dönemlerindeki beslenmeyle ilgilidir. Nitekim dişi yumurtaların tamamından kraliçe arı üretilebilmektedir (Genç ve Cengiz 2019, Önk at all 2016). Ancak bu durum larvaların tam gelişimi sırasında özellikle ilk dört günde meydana gelir ve bu larvalar kraliçe arı gibi beslenir ve bakılır. Kraliçe yetiştirme, kovan içindeki karmaşık mekanizmalar tarafından düzenlenir. Genç bir larvada bir dizi hormonal ve biyokimyasal etki ve reaksiyonla meydana gelen değişiklikler, kraliçe arının gelişmesini sağlar. Kraliçe arı, işçi arıdan birçok açıdan farklılık gösterir: Morfolojisinde, işçi arıda polen sepetleriyle ilgili organlar, güçlü çeneler, yavru besleme bezleri ve balmumu bezleri gelişirken, kraliçe arıda üreme organları gelişir. Gelişim Döneminde işçi arının gelişimi 21 güne ihtiyaç duyarken, kraliçe arının gelişimi ortalama 15,5 günde gerçekleşir. İşçi arı birkaç ay, kraliçe arı ise birkaç yıl yaşar. Davranışlarında işçi arı nadiren yumurta bırakırken, kraliçe arı günde birkaç bin yumurta bırakır. Kraliçe arı, işçilerin aksine genel kovan faaliyetlerine katılmaz. Hatta kraliçe arının yalnızca arı sütüyle beslenmesi nedeniyle, uzun ömürlülüğü ve olağanüstü üretkenliğinin insanlarda da benzer etkiler yaratacağına inanılıyor. 1950'lerin başında, çeşitli hastanelerde yürütülen araştırmalara dayanarak, arı sütünün özelliklerini öven Fransız arıcılık yayınları ortaya çıkmaya başladı.

Arı sütü olgusu, bir yandan şaşırtıcı biyolojik gerçeklerle, diğer yandan entomologlar ve fizyologlar tarafından elde edilen ilk sonuçlara dayanan ticari spekülasyonlarla, bu bilinmeyen ve nadir ürüne ikna olmak isteyen tüketicilerin hayal gücünden yararlanılmasıyla başladı. Aslında arı sütü o kadar nadir ve az biliniyordu ki, pek çok üründe bu çekiciliği bulmak imkansızdı. İlerleyen yıllarda arı sütü kısa sürede geniş kitleler tarafından tanındı ve tüketildi. Artan talepler, uzmanları yeni üretim teknikleri geliştirmeye yöneltti ve birçok arıcı bu faaliyette uzmanlaşmaya daha fazla zaman harcadı.

Aynı zamanda ticari ürünün kalite kontrolü ile biyolojik ve klinik özellikleri üzerine araştırmalar yapıldı. İnsan sağlığına katkısı bilimsel olarak kanıtlanmamış olsa da arı sütü tüketimi her geçen gün artmaktadır. Batılı tıp kurumları, bu ürünün iddia edilen etkileri konusunda her zaman şüpheci olmuşlardır, ancak başlangıçta bu ürünü tüketmek amacıyla geniş çapta tanıtıldığını kabul etmemektedir. Arı sütünün faydaları hakkında övgü dolu yayınlar ve kısmen bol miktarda bibliyografya bulunmasına rağmen, arı sütünün klinik etkileri konusunda halen ciddi bir bilimsel veri eksikliği bulunmaktadır.

2. ARI SÜTÜNÜN YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Arı sütü oldukça akışkan ve hamurlu bir yapıya sahip olmasına rağmen homojen bir maddedir. Hafif bey ve sarımsı-beyazımsı bir renge, keskin fenolik kokuya ve karakteristik ekşi bir tada sahiptir. Yoğunluğu yaklaşık 1,1 g/cm³ olup suda kısmen çözünür. Viskozitesi su içeriğine ve zamana göre değişir. Oda sıcaklığında tutulduğunda veya 5°C'de soğutulduğunda yavaş yavaş daha viskoz hale gelir. Viskozitedeki artış, serbest amino asitler ve çözünür nitrojendeki azalmayla birlikte suda çözünmeyen azotlu bileşiklerdeki artışla ilişkilidir. Bu değişiklikler kısmen lipitler ve protein fraksiyonları arasındaki etkileşime ve sürekli enzimatik aktivitelere atfedilir. Arı sütüne sakkaroz eklenirse daha akışkan hale gelir. Viskozitedeki bu tür değişiklikler, arı kolonisindeki kast farklılaşmasını düzenleyen olgularla ilişkilidir. Arı sütünde bulunan larva kabuğu parçaları gibi kalıntılar onun saflığını gösterir. Az ya da çok mum

kalıntılarına da rastlanabilir. Ancak bunların varlığı büyük ölçüde toplama yöntemine bağlıdır. Depolanan arı sütünde, içindeki bileşenlerin çökmesi nedeniyle sıklıkla küçük parçacıklar oluşabilmektedir.

Yıllardır arı sütünün kimyasal analizi ile ilgili çok sayıda yayın yapılmıştır. Ancak son yıllarda üstün teknolojiler sayesinde asidik yapısının karmaşıklığı (pH 3.6-4.2) ve özel yapısının detaylı analizleri verilmiştir. Arı sütünün ana yapıları su, protein, şekerler, yağlar ve mineral tuzlardır. Yapısında değişiklikler olmasına rağmen (Tablo 1), hasat zamanı ve farklı koloniler karşılaştırıldığında arı ırkı nispeten sabit kalmaktadır (Cengiz 2021).

Tablo 1. Arı Sütünün Temel İçeriği

| <i>İçerik</i> | Minimum Değerler | Maksimum Değerler |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | %60 | %70 |
| <i>Su</i> | | |
| <i>Protein</i> | Kuru madde içerisindeki oran %17 | Kuru madde içerisindeki oran %45 |
| <i>Karbohidrat</i> | Kuru madde içerisindeki oran %18 | Kuru madde içerisindeki oran %52 |
| <i>Lipit</i> | Kuru madde içerisindeki oran %3.5 | Kuru madde içerisindeki oran %19 |
| <i>Mineral</i> | Kuru madde içerisindeki oran %2 | Kuru madde içerisindeki oran %3 |

Taze arı sütünün 2/3'ü sudur. Ancak kuru ağırlığının en önemli kısmını proteinler ve şekerler oluşturur. Azotlu maddelerin ortalama %73,9 seviyesinde altı büyük protein ve dört glikoprotein bulunur. Azotlu yapılardan serbest amino asitler ortalama %2,3, peptidler ise %0,16 oranındadır. İnsanlar için gerekli olan tüm amino asitler ve 29 amino asidin tamamı ve bunların türevleri bulunmaktadır. En önemlileri aspartik asit ve glutamik asittir. Prolin ve lisin serbest amino asitlerdir. Glikoz oksidaz, fosfataz ve kolinesteraz dahil olmak üzere çeşitli enzimler vardır.

Şekerler çoğunlukla baldakine benzer ve sabit oranlarda fruktoz ve glikozdan oluşur. Fruktoz daha fazladır. Birçok nedenden dolayı fruktoz ve glikoz birlikte toplam şekerin %90'ını oluşturur. Sükroz içeriği bir örnekten diğerine önemli ölçüde değişir. Daha az miktarda bulunan diğer şekerler ise maltoz, trihaloz, melibiyoz, riboz ve erlostur.

Lipid içeriği arı sütünün çok ilginç bir özelliğidir. Lipid fraksiyonu özel ve genel yapılarıyla serbest yağ asitlerinin %80-90'ını oluşturur. Lipitler, hayvanlarda ve bitkilerde yaygın olarak bulunan 14-20 karbon atomlu yağ asitlerinin aksine, çoğunlukla kısa zincirli hidroksi yağ asitleri veya dikarboksilik asitlerden (8-10 karbon atomlu) oluşur. Bu yağ asitleri, arı sütünün rapor edilen birçok biyolojik özelliğinden sorumludur. Ana asit, yaklaşık %1,9 oranında oluşan 10 hidroksi-2-dekonoik asittir ve bunu doymuş eşdeğeri olan 10 hidroksidekonoik asit takip eder. Serbest yağ asitlerine ek olarak, lipit fraksiyonları bazı nötr lipitleri, steroller (kolesterol dahil) ve balmumu ekstraktlarına benzer şekilde hidrokarbonların sabunlaştırılmayan fraksiyonlarını içerir.

Arı sütünün toplam kül miktarı taze ağırlığının %1'i veya kuru ağırlığının %2-3'ü kadardır. En bol bulunan mineraller Ca, Na, Zn, Fe, Cu ve Mn'dir, ancak en yaygın olanı K'dır.

Vitamin içeriği şu anda çok sayıda çalışmanın konusudur. İlk araştırma çalışmasında arı sütünün vitamin açısından son derece zengin olduğu gösterildi. Tablo 2'de suda çözünen vitaminler hakkında bilgi verilmektedir. Sadece C vitamini izleri bulundu. Başlangıçta E vitamini içeren arı sütünün kraliçe arıya üreme verimliliği sağladığı ve bu verimliliğin yağda çözünen vitaminlerle ilişkilendirildiği düşünülüyordu. Ancak araştırmalar durumun böyle olmadığını göstermiştir. Ayrıca A, D,E ve K vitaminlerini de içerir.

İlk çalışmalar sırasında arı sütünde seks hormonlarının araştırılmasına ilişkin önemli bulgular ortaya çıktı. Dişi sıçanlarda gonadotropik etkinin olmaması, herhangi bir seks

hormonunun bulunmadığını açıkça ortaya koymuştur. Çok hassas radyoimmünolojik yöntemlerle son derece küçük miktarlarda hormon (0,012 µg/g ıslak ağırlık) içerdiği gösterilmiştir. Öte yandan bir erkek günde 1 gr taze arı sütünde bulunan miktarın 250.000-1.000.000 katı kadar bu hormonu üretir. Bu kadar küçük bir miktarla hiçbir biyolojik etki gözlenemez. Arı sütünde farklı kimyasal sınıflara ait çok sayıda bileşik bulunmuştur. İki heterosiklik madde olan biopterin ve neopterin, arı sütünde yaş ağırlıkça sırasıyla 25 ve 5 µg/g oranında bulunur. Bu bileşikler işçi arı larvalarının besinlerinde yaklaşık 1/10 oranında bulunur. Serbest bazlar (adenosin, üridin, guanozin, iridin ve sitidin), fosfatazlar AMP, ADP ve ATP, asetilkolin (1 mg/g kuru ağırlık) ve glukonik asit (%0,6 ıslak ağırlık) gibi çeşitli nükleotidler içeren maddeler de tanımlanmıştır.

Tüm popüler ve bilimsel literatürde arı sütünün “diğer, henüz bilinmeyen” olarak tanımlanan bir kısmı bulunmaktadır. Bu açıklama yalnızca ürünle ilgili eksik analitik bilgiyi vurgulamakla kalmıyor, aynı zamanda arı sütünün biyolojik aktivitelerine ilişkin anlayış eksikliğini de ortaya koyuyor. Bugüne kadar yapılan birçok çalışmaya rağmen bu aktivitelerin çoğu kesin olarak kanıtlanamamıştır ve bilinen herhangi bir bileşikle bağlantısı kurulamamıştır.

ARI SÜTÜNÜN BİLEŞİMİ

2.1.Nem

Arı sütünün ana bileşenini oluşturan en önemli unsur %60-70 nemdir. Kuru maddenin temel yapısını proteinler, karbonhidratlar ve yağlar oluştururken, kuru maddenin içeriğinde mineraller ve vitaminler de yer alır.

2.2.Peptit ve Proteinler

Arı sütünün kuru ağırlığının yaklaşık %30'unu proteinler ve peptidler oluşturur. Bu maddelerin yaklaşık %55-65'i suda çözünür. Ayrıca L serisinde toplam protein yapısının yaklaşık %1-1,5'ine karşılık gelen serbest amino asitler de bulunmaktadır. Bu amino asitlerin en önemlileri prolin ve lizin amino asitleridir. Oda sıcaklığında saklandığında proteolitik enzim aktivitesine bağlı olarak prolin ve lizin amino asit seviyeleri zamanla artabilir.

2.3.Yağlar

Kuru madde ağırlığında proteinden sonra en yüksek orana (%3-19) sahip olan lipitler büyük oranda serbest yağ asitlerinden oluşur, geri kalan kısmı ise nötr yağlar, hidrokarbonlar ve sterollerdir. Arı sütünde bulunan organik asitlerin çoğu serbest formda bulunur ve bu organik asitler doğada nadiren bulunan olağandışı maddelerdir. Bunlara örnek olarak 8-10 karbonlu dikarboksilik asitler ile mono- ve di-hidroksi asitleri verebiliriz. Bu organik asitlerin tanımlanması arı sütünün orijinalliğinin bir göstergesi olabilir. Özellikle arı sütünün orijinallik testinde 10-hidroksi-2-desenoik (HDA) asidin kullanımı kabul görmüştür. Ayrıca arı sütünde bulunan birçok yağ asidi antibakteriyel fonksiyona sahip olduğundan daha hijyenik bir ortam sağlar.

2.4.Karbohidratlar

Arı sütü büyük oranlarda früktoz, glikoz ve sukrozdan oluşmakla birlikte iz miktarlarda da melibiyoz, trehaloz, maltoz, erlos ve riboz içermektedir. Karbohidrat içeriği arı sütünün yüksek enerjili gıda olmasını sağlamaktadır.

2.5. Mineraller

Mineraller (kül içeriği) arı sütü içeriğinin %1-3'ünü oluşturur. Bu kül içeriğinde bulunan elementler Na, Al, Zn, K, S, Cu, P, Mn, Fe, Ca ve Mg'den oluşmakta olup eser miktarda Ni, Sn, Cr, Ti, Bi ve Sb bulunmaktadır.

2.6. Vitaminler

Arı sütünün vitamin içeriği riboflavin, niasin, folik asit ve tiamin ile daha az miktarda biyotin, pantotenik asit, inositol ve piridoksinden oluşur. Öte yandan eser miktarda C vitamini bulunurken ama A, D, E, K vitaminleri bulunmamaktadır.

Tablo 2: Arı sütünün vitamin içeriği ($\mu\text{g/g}$)

| | Thiamin | Riboflavin | Pantotenik Asit | Pridoksin | Niasin | Folik Asit | Inositol | Biotin |
|-----------------|---------|------------|-----------------|-----------|--------|------------|----------|--------|
| <i>Minimum</i> | 1.44 | 5 | 159 | 1 | 48 | 0.13 | 80 | 1.10 |
| <i>Maksimum</i> | 6.70 | 25 | 265 | 48 | 88 | 0.53 | 350 | 19.80 |

2.7. Diğer Küçük Bileşenler

Arı sütündeki diğer bileşenlere bakıldığında biopterin ve neopterin gibi heterosiklik maddelerin yanı sıra serbest bazlar (üridin, adenozin, guanozin, iridin ve sitidin), fosfat bileşikler, sitrik asit, laktik asit, malik asit gibi maddeler de bulunmaktadır. Ayrıca benzoik asit, glukonik asit ve asetilkolin eser miktarda bulunur.

3. ARI SÜTÜNÜN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Arı sütü sağaltıcı etkisiyle ön plana çıkmaktadır. Kimi çalışmalarda arı sütünün enjekte edilebileceğine yönelik ifadeler bulunsa da ağız yoluyla alınması en sağlıklı yöntemdir.

3.1. Antibakteriyel, Antiviral ve Fungisidal Etkiler

Arı sütünün antibakteriyel özelliklerini açıklamaya yönelik birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalar sonucunda özellikle gram pozitif bakteriler ve gram negatif bakteriler üzerinde inhibitör etkisi olduğu rapor edilmiştir. Arı sütünün içerdiği çeşitli protein ve peptidler ile HDA'nın birçok bakteri türüne karşı aktivite gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca *Pseudomonas aeruginosa* gibi antibiyotiğe dirençli birçok bakteriyi engellemek için arı sütü tavsiye edilmektedir.

3.2. Biyo-Uyarıcı ve Yaşlanma Karşıtı Aktivite

Arı sütünün arı larvalarının büyüme süreçlerini tetiklediği ve arı kolonisi gelişiminde metabolizmayı hızlandırdığı gözlemlenmiştir. Arı sütünün arı larvalarıyla birlikte verildiğinde çeşitli hayvanlarda kilo alımını arttırdığı gözlemlenmiş, dokulara taşınan oksijen miktarında ve metabolik aktivitelerde artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bu etkiler oksidatif fosforilasyon süreci ve artan solunumla açıklandı. Çeşitli insan doku ve hücre çalışmalarında hücre ömrünü uzatıcı etkiye sahip olduğu fark edilmiştir.

3.3. İmmün Modüle Edici Etkileri

Arı sütü immünomodülatör faktörler üzerinde aktive edici veya aktiviteyi sonlandırıcı etkilere sahiptir ve özellikle alfa globulin fraksiyonunu etkiler. Vücudun virüslere ve kanser vakalarına karşı bağışıklık tepkisini kontrol eden T-lenfositlerin oluşumunu tetikler. Ayrıca arı

sütünün metastaz etkisini engellediği ve aynı zamanda antiinflamatuvar etkiye sahip olduğu da gözlemlenmiştir.

3.4. Sinir Sistemi Üzerindeki Etkileri

Arı sütü verilen farelerde merkezi sinir sistemi fosforilasyon sürecinde ve kolinesteraz enzim aktivitesinde artış gözlemlendi. Ayrıca yüksek dozlarda verilen çalışmalarda sinir nöronlarında yapısal değişikliklere neden olduğu gözlemlenmiştir. Arı sütü dışında başka hiçbir maddede bulunmayan cAMP-N1 oksit bileşiği, nöronal değişimi doğrudan etkileyerek farklı beyin hücrelerinin oluşumunu tetikliyor. Bununla birlikte nöronlar, astrositler ve oligodendrositler gibi çeşitli beyin hücrelerinin farklılaşmasını da kolaylaştırır.

Parkinson ve Alzheimer hastalıklarında nöronal gerilemeyi baskılayıcı ve nörojenezini arttırıcı etkisi olduğu düşünülüyor ve bununla ilgili çalışmalar devam ediyor.

3.5. Kardiyovasküler Etkileri

Arı sütünün serum kolesterol ve trigliserit gibi farklı kan parametrelerini etkileyerek plazma fibrinojen düzeylerinde azalmaya ve yüksek yoğunluklu lipoprotein-kolesterol düzeylerinde artışa neden olduğu açıklandı. Çeşitli çalışmalar sonucunda kalp koruyucu olarak önerilen arı sütü, adrenal kaynaklı miyokardit üzerinde olumlu etkilere sahiptir.

3.6. Kronik Toksikite Etkileri

Arı sütü ile ilgili çeşitli toksisite çalışmaları devam etmekle birlikte net toksisite bilgisi ifade edilememektedir. Bazı durumlarda düşük dozlarda toksik özellik gösterirken, yüksek dozlarda toksik özellik göstermez. Bu konuyla ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

3.7. Alerjen Etkileri

Son yıllarda arı sütünün alerjik reaksiyonlara neden olduğuna dair pek çok bilgi var. Bu veriler arı sütünün daha çok tüketildiği Doğu Asya ülkelerinden gelse de Avrupa ülkelerinden elde edilen veriler de arı sütünün neden olduğu alerjik reaksiyonların daha az görüldüğünü gösteriyor. Alerji ve astım öyküsü olan kişilerin arı sütü tüketmeden önce alerji testi yaptırması, bronş spazmı ve anafilaktik şoka karşı dikkatli olması önerilir. Hamile veya emziren kadınlar ile küçük çocuklara ekstra dikkat edilmesi gerektiği belirtildi.

3.8. Diğer Etkileri

Arı sütünün karaciğeri koruyucu, radyasyondan koruyucu etkileri, anti-oksidatif etkileri, insülin direncini önlediği, osteoporozu önlediği ve kemik oluşumunu desteklediği, kollajen

4. SONUÇ

Arı sütü, genç işçi arıların, yetişkin kraliçe arıyı ve genç larvaları beslemek için bazen yavru besleme bezleri olarak da adlandırılan hipofarengal bezlerinden salgıladıkları, nem içeriği yüksek, karbonhidrat, lipit, mineral ve vitamin bakımından zengin bir arı ürünüdür. büyük miktarda protein, peptid içerir. Arı sütü, bal arısı larvalarının gelişiminde oldukça etkili olup, insan ve diğer hayvanların sağlıklı beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Arı sütü, sinir sistemi ve kalp-damar sisteminin gelişimine önemli katkı sağlayan, aynı zamanda antibakteriyel özellikleri, yaşlanma karşıtı etkileri, biyoyumumluluğu ve bağışıklığı destekleyici özellikleri açısından da büyük katkılar sağlayan eşsiz bir arı ürünüdür. Ancak toksik özellikleri konusunda

daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır ve alerjik reaksiyonlara neden olması durumunda dikkatli olunmalıdır.

Bütün bunlarla birlikte arı sütü, içeriği henüz tam olarak netlik kazanmamış bir ürün ancak canlı sistemler üzerindeki olağanüstü etkileri nedeniyle alerjik reaksiyon testleri yaptırılarak tüketilmesini öneriyoruz.

KAYNAKLAR

- Akbay, R., 1995. Arı ve İpek Böceği Yetiştirme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1428.
- Anonymous, 1993. A Study on Relationship Between Number of Queen Cells and Yield and Quality of Royal Jelly. China Popular Science Press. p. 92-103.
- Cengiz, M. M., Diler, A. & Yazıcı, K. (2022a). Structural Status of Beekeepers and Beekeeping Enterprises in Ardahan. Arı ve Arıcılık Teknolojileri Dergisi, 1(1), 19-28.
- Cengiz, M. M., Diler, A., Ürüsan, H. (2022b). Ergin Bal Arılarının Beslenmesi. Y. ERDOĞAN, Y. Y. YILMAZ (Ed.), Arı ve Arıcılık (196-214. ss.), İksad Yayınevi, Ankara.
- Cengiz, M. M., 2021. Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinde Muhtemel Kışlama Kayıpları Sebepleri ve Stratejik Öneriler. Tarım Ve Hayvancılık Üzerine Bilimsel Çalışmalar (121-150 ss), İksad Yayınevi, Ankara.
- Fuhai, L., Fuxiu, L., Shengming, H., Shibi, C., 1993. Study on the Relationship Between Royal Jelly Yield and Supplementary Feeding. China Popular Science Press. p. 131-144.
- Genç, F., & Cengiz, M. M. (2019). Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Anatomisi, Genetik ve Islahı ile Ana Arı Yetiştiriciliği. Gece Kitaplığı, Ankara, 203.
- Gül, M. A., Kaftanoğlu, O., 1986. Çukurova Bölgesi Koşullarında Ana Arı Yetiştiriciliğinde Uygulanan Larva Transfer Yöntemlerinin Yetiştirilen Ana Arıların Kalitelerine Olan Etkilerinin Üzerinde Bir Araştırma. ÇÜ. Fen ve Müh. Bil. Der. 4(2):41-53.
- Jianke, L., Weitua, Y., 1995. Interrelationship Between Number of Queen Cells and Royal Jelly Quantity and Quality. Apimondia Zhengzhou Animal Husbandry Engineering Collage Zhengzhou. China.
- Ji-kai, S., 1993. Relationship of Jelly Collection Circle and Instar of Larvae to Royal Jelly Yield. China Popular Science Press. p. 145-150.
- Kaftanoğlu, O., Kumova, U., Yeninar, H., 1992. Ana Arı Yetiştiriciliğinin Önemi ve Ana Arı Kalitesini Etkileyen Faktörler. Doğu Anadolu Bölgesi I. Arıcılık Semineri. 3-4 Haziran 1992. s. 48-60.
- Krell, R., 1996. Value-Added Products from Beekeeping. FAOAgricultural Services Bulletin No. 124
- Laidlaw, H. H., 1979. Contemporary Queen Rearing. Dadant and Sons. Hamilton. Illinois.
- Önk, K., Cengiz, M. M., & Kırmızıbayrak, T. (2016). Kafkas Irkı (*Apis mellifera caucasica*) Ana Arılarının Bazı Üreme Özellikleri Üzerine Yetiştirme Dönemlerinin Etkisi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi.
- Öztürk, C., 1995. Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinden Elde Edilen Arı Sütünün Önemi, Üretim Tekniği, Saklanması ve Kullanım Olanakları. ÇÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootekni Anabilim Dalı. Bölüm İçi Seminerleri.
- Öztürk, C., Kumova, U., 1998. Çukurova Koşullarında Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerine Uygulanacak Farklı Besleme ve Yetiştirme Yöntemlerinin Arı Sütü Verimine Olan Etkilerinin Araştırılması. Teknik Arıcılık Dergisi. Sayı :59.
- Root, A. I., 1978. ABC and XYZ of Bee Culture. The A. I. Root Company. Medina. Ohio. USA.
- Salow, M. H., 1985. Some Affecting Factors on the Royal Jelly Production. Mosul Univ. (Iraq). Coll. Of Agriculturer and Forestry. p.147.
- Shengming, H., Shibi, C., Fuhai, L., Fuxiu, L., 1991. Relationship Between Temperature and Storage Jelly Amount in the Queen Cell on Royal Jelly Frame. China Popular Science Press. p. 112-125.
- Shibi, C., 1993. The Technique of Upgrading the Output and Quality of Royal Jelly. China Popular Science Press. p. 1-6.

- Shibi, C., Shengming, H., Fuhai, L., Fuxiu, L., 1993 a. Study on the Relationship Between the Yield and Quality of Royal Jelly and the Age of Grafted Larvae. China Popular Science Press. p. 67-81.
- Shibi, C., Shengming, H., Fuhai, L., Fuxiu, L., 1993 b. Study on the Correlation of the Age of Nurse Bee with Royal Jelly Yield and Quality. China Popular Science Press. p. 82-91.
- Tolon, B., 1996. Arı Ürünleri Standartlarının Üretim ve İhracat Açısından İrdelenmesi. Hayvancılık'96 Ulusal Kongresi. 18-20 Eylül 1996. İzmir.
- TSE, 1989. Türk Standartları. Arı Sütü. TS 6666. Türk Standartları Enstitüsü
- Witherell, 1984. Other Products of the Hive. Edited by Dadant and Sons. Hamilton. Illinois.

KİMYASAL İÇERİK VE BİYOLOJİK AKTİVİTE AÇISINDAN PROPOLİS

Yahya Yasin YILMAZ*

Özet: Propolis milattan önce Mısır, Roma, Pers ve Yunanlılar tarafından tedavi edici özellikleri amacıyla açık yaralarda, mide rahatsızlıklarında kullanılmıştır ve diğer arı ürünleri (bal, polen, arısütü) gibi tarih boyunca dikkat çekilmiştir. Propolis çeşitli ve zengin kimyasal içeriğe sahiptir ve bu durum kullanım çeşitliliğini ve önemini artırmaktadır. Bu özelliği propolisin biyolojik aktivitesini artırmakta, tıp,eczacılık ve gıda sektöründeki kullanım çeşitliliğini artırmaktadır. Ayrıca kimyasal içeriğinin çeşitliliğini oluşturan bitkilerin bulunduğu yöre, iklim, coğrafya ve kıtalara özgü propolis özellikleri de değişiklikler göstermektedir. Bu derlemede propolisin kimyasal içeriği ve farmakolojik etki alanları verilmektedir.

Anahtar kelimeler: Propolis, Arı ürünü, Kimyasal içerik, Biyolojik aktivite, Biyoteknoloji

PROPOLIS IN TERMS OF CHEMICAL CONTENT AND BIOLOGICAL ACTIVITY

Abstract: Propolis was used by the Egyptians, Romans, Persians and Greeks for its therapeutic properties in open wounds and stomach ailments before Christ, and has been taken into consideration throughout history, like other bee products (honey, pollen, royal jelly). Propolis has a diverse and rich chemical content, and this increases the diversity and increase of its use. This feature increases the biological degradation of propolis and increases its diversity of use in medicine, pharmacy and food sectors. In addition, the characteristics of propolis, which contain various elements of its chemical content, vary depending on the region, climate, geography and continents. In this part, the chemical content and pharmacological effects of propolis are given.

Key words: Propolis, Bee product, Chemical content, Biological activity, Biotechnology

*Bayburt University, Demirözü Vocational School, Department of Veterinary Medicine, Bayburt, Turkey.

*yahyayilmaz@bayburt.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-1015-7197

1. GİRİŞ

Propolis veya bazen "arı tutkalı" olarak da adlandırılan propolis, bal arıları (örn. *Apis mellifera* L.) ve iğnesiz arılar (örn. *Tetragonisca angustula* Illiger) dahil olmak üzere farklı arı türleri tarafından toplanan lipofilik, yapışkan, sakızimsı ve reçineli bir maddedir (Simone-Finstrom ve ark. 2010; Kuropatnicki ve ark, 2013; Pujirahayu ve ark, 2019). Arılar bunu kovanlarındaki delikleri kapatmak, iç duvarları düzeltmek ve girişi davetsiz misafirlere karşı korumak için kullanırlar. Ayrıca kovan içindeki bakteriyel, viral veya mantar enfeksiyonlarını önlemek için doğal bir antibiyotik görevi görür (De Castro, 2001; Dos Santos ve ark, 2003; Wagh, 2013; Sanpa ve ark, 2015). Arılar, kavak, kozalaklı ağaç (örneğin çam ve selvi), huş ağacı, kızılâğaç, söğüt, palmye, kestane ve hatta okaliptüs, akasya, klusia gibi ağaçların farklı türleri de dahil olmak üzere farklı ağaçların kabuk ve yaprak tomurcuklarındaki çatlaklardan reçine toplar. Arılar, topladıkları reçineye tükürük enzimleri katar, balmumu ile karıştırır ve kısmen sindirilmiş bu maddeyi kovanlarında kullanırlar. Propolis adı, Helenistik antik Yunanca'da "banliyö/arı tutkalı" veya "şehrin savunulması" anlamına gelen kelimeden türetilmiştir. Propolisin kullanımı M.Ö. 300'lü yıllara kadar uzanır ve Mısırlılar, Persler, Yunanlılar ve Romalılar tarafından kullanılmıştır. Mısırlılar tarafından mumyalama işleminde kullanımı tercih edilen propolis, tedavi amacıyla kesikler, ülserler, yaralar ve diğer dermatolojik problemler için topikal krem olarak kullanılmıştır. Ancak orta çağda propolisin kullanımı pek popüler değildi. Çoğunlukla Doğu Avrupa'da, özellikle daha sonra "Rus penisilini" olarak anılacak olan Rusya'da alternatif bir bitkisel ilaç olarak kaldı. Propolisin kullanımı Rönesans'ta eski öğretilerin ve tıbbın popüleritesinin artmasıyla yeniden keşfedildi. Propolisin ilk bilimsel araştırmaları 19. yüzyılda damıtılmasıyla başlamış ve kimyanın gelişmesiyle yakından bağlantılı olmuştur. İlk büyük kimyasal araştırma 20. yüzyılın başında propolisin fraksiyonlanmasıyla yapıldı. Propolisten izole edilen ilk bileşenler vanilin, sinamik asit ve sinamil alkoldür. 1970'lerin başında, farklı propolis örneklerinden giderek daha yeni bileşenlerin izolasyonunu sağlayan kromatografik analitik yöntemlerdeki ilerlemelerle daha da büyük bir atılım gerçekleşti.

21. yüzyılın başlarında Marcucci (1995) ve Bankova ve ark. (2000) propoliste 300'den fazla bileşen kaydetti ve sadece 2000 ile 2012 yılları arasında propolisten en az 241 yeni bileşik izole edildi. Daha sonra 2012 yılında bileşen sayısı 500'ün üzerine çıktı ve propoliste farklı bölgelerden ve bitki kökenlerinden yeni bileşenlerin keşfedilmesiyle her yıl daha da artıyor. Farmakolojideki ilerlemelere rağmen, propolisin günümüzdeki preparasyonları ve kullanım listesi hala çok geniştir; çoğunlukla antiseptik, bakteriyostatik, antibakteriyel, antimikotik, antiviral, antiprotozoal, antioksidatif, spazmolitik, kolerik, büzücü, antiinflamatuvar, anestezi, antitümör, immün sistemi uyarıcı, sitostatik, hepatoprotektif ve diğer özellikler (Huang ve ark, 2014).

Propolis birkaç farklı şekilde tiplendirilebilir. "Toplayıcılarına" göre propolisin iki ana türü bilinmektedir; birincisi bal arıları tarafından toplanan "normal" propolis, ikincisi ise propolis karışımlarına toprak da ekleyen iğnesiz arılar tarafından toplanan sözde geopropolistir. Bitki kaynaklarına göre propolis; propolisin en yaygın türü olan kavak propolisi (Avrupa, Kuzey Amerika, Asya'nın tropik olmayan bölgeleri) (Bankova ve ark, 2000), *Baccharis* veya Brezilya yeşil propolisi (Alencar ve ark, 2007), kırmızı propolis, okaliptüs propolisi (Abu-Mellal ve ark, 2012), Macaranga veya Tayvan yeşil propolisi (Huang ve ark, 2007), huş ağacı propolisi (Popravko ve Sokolov, 1980) ve Akdeniz propolisi (Popova ve ark, 2010) olmak üzere yedi ana türe ayrılmıştır. Bu arada Graikou ve ark. (2016) propolisi farklı özellikleri bakımından yine yedi türe ayırmıştır. Bunlar; kavak türü (Avrupa, Asya'nın tropikal olmayan bölgeleri, Yeni Zelanda ve Kuzey Amerika), huş ağacı türü (Rusya), yeşil tür (Brezilya), kırmızı tür (Brezilya)

Brezilya, Küba ve Meksika), klusia tipi (Küba ve Venezuela), Pasifik veya Macaranga tipi (Japonya, Tayvan ve Endonezya'daki Okinawa vilayeti) ve Akdeniz tipi (Yunanistan, Sicilya ve Malta). Bununla birlikte, farklı bitki kökenli propolis türlerinin giderek daha fazla keşfedilmesi nedeniyle propolisin sınıflandırılması yazarlar arasında farklılık göstermektedir. Örneğin Park ve ark. (2000) halihazırda Brezilya propolisinin yaklaşık 12 türünü tanımlamıştı; ancak birkaç yıl sonra yeni, kırmızı bir Brezilya propolis türü eklendi.

Tüm propolis türlerinden kavak ve Brezilya yeşil propolisi, ticari olarak en kolay bulunabilen ve güçlü farmakolojik aktivitelerinden dolayı en çok araştırılanlardır. Propolisin bileşimi büyük ölçüde ana bitki kaynağına, mevsime ve arı türlerine bağlıdır; ancak genel olarak %50 bitkisel balsam ve reçine, %30 arı mumu, %10 esansiyel ve aromatik yağlar, %5 polen ve %5 diğer organik ve inorganik moleküllerden oluşur. Bu özellikle kavak türü propolis için geçerlidir.

Propolisin rengi yaşına ve birincil bitki kaynağına bağlıdır ve sarı, yeşil, kırmızı ve koyu kahverengi arasında değişmekle birlikte şeffaf propolis de rapor edilmiştir. Kimyasal bileşimi son derece çeşitlidir. 2012 yılına kadar farklı bitki kaynaklarından ve ülkelerden propoliste 500'den fazla bileşen kaydedilmiştir (Huang ve ark, 2014) ve 2018 yılına kadar bu sayı en az 305 artmıştır. Ancak her propolis örneği yaklaşık 80-100 farklı bileşen içermektedir. Bunlar arasında fenolik asitler ve esterler, birçok flavonoid türü ve diğer fenolik moleküller, terpenler, ketonlar, aromatik aldehitler ve alkoller, proteinler, yağ asitleri, mumsu asitler, amino asitler, steroidler, stilbenler, şekerler, vitaminler (B1, B2, B3) yer alır. B5, B6, C ve E), mineraller (en az 35, bazıları sadece eser miktarda bulunur) ve hatta enzimler (örn. b-glikosidaz) (Walker ve Crane, 1987; Cvek ve ark, 2008; Cantarelli ve ark, 2011; Zhang ve ark, 2012). Bazı bileşik grupları, örneğin glikozitler oldukça geç keşfedildi ve bazıları, örneğin alkaloidler ve tanenler ancak yakın zamanda bulunmuştur. Her yıl propolisin giderek daha fazla bileşeni ilk kez rapor ediliyor ve bunların bazıları bilim için tamamen yenidir.

2. KİMYASAL İÇERİK

Propolisin kimyasal profili, araştırmacıların devamlı bir şekilde dünya çapında propolis üzerinde çalışmasının ana nedenidir. Propolisin kimyasal karmaşıklığı, botanik kaynaklarının büyük değişkenliğinden kaynaklanmaktadır. Aslında arılar propolisi bölgede bulunan bitkilerden toplamaktadır ve bölge bitki örtüsü açısından ne kadar zenginse propolisin kimyasal bileşimi de o kadar karmaşıktır.

Propolisin kimyasal bileşimi, botanik kökenine, arı ırklarına, bölgedeki iklim koşullarına vb. bağlıdır. Propolisin kimyasal profilinin incelenmesi uzun zaman önce başlamıştır, ancak son zamanlarda tanımlanan moleküllerin sayısı büyük ölçüde artmıştır. Bu kesinlikle yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), ince tabaka kromatografisi (TLC), gaz kromatografisi (GC) ve kütle spektroskopisi (MS) gibi nükleer manyetik rezonans (NMR) ve kütle spektroskopisine (GC-MS) bağlı gaz kromatografisi teknikleri gibi ayırma ve saflaştırmaya yönelik yeni karmaşık analitik tekniklerin geliştirilmesinden kaynaklanmaktadır. 1900'den 1979'a kadar Ghisalberti (1979), dünyanın farklı bölgelerinden propoliste tanımlanan kimyasal bileşiklerinceleyen ilk yazardı. Bu incelemede Ghisalberti (1979), fenolik asitler, flavonoidler vb. gibi farklı kimyasal sınıflara ait 34 bileşen rapor etmektedir. Aslında 1900'den 1927'ye kadar sadece sinamil alkol, sinnamik asit ve vanilin den oluşan 3 molekül tanımlandı. On altı yıl sonra Jaubert ve arkadaşları (1926) tarafından krisin (flavonoid) adı verilen yeni bir bileşik tanımlandı. O tarihten 1969 yılına kadar propoliste yeni bir molekül rapor edilmedi. Ghisalberti (1979) bunu propolisin inatçı doğası nedeniyle ilginin az olması ve ayırma ve analiz

tekniklerinin bulunmaması ile açıkladı. 1969'dan beri bazı uygun ayırma ve tanımlama tekniklerinin geliştirilmesiyle birçok molekül tanımlanmıştır. Propolisin kimyasal bileşimi ile ilgili ikinci ilginç inceleme makalesi Walker ve Crane'in (1987) makalesidir. 1987'den bu yana propoliste 22 mineral elementin yanı sıra 149 bileşik tespit edilmiştir. Bu sayı hızla arttı ve Marcucci (1995) 1995 yılına kadar propoliste 209 bileşiğin tanımlandığını bildirdi. 1995'ten 2000'e kadar propoliste 78 yeni bileşik tanımlandı. Bu moleküller farklı kimyasal gruplara aittir; aromatik bileşikler (8 molekül), flavonoidler (7 molekül), prenilenmiş p-kumarik asitler (8 molekül), asetofenon türevleri (3 molekül), kafeoilkinik asitler (8 molekül), lignanlar (7 bileşen), diterpenik asitler (10 mol kül), triterpenler (2 molekül), monoterpenler, seskiterpenler ve aromatik bileşikler (uçucu bileşikler), şekerler ve şeker alkoller (10 molekül). 2000 yılına kadar propoliste en az 300 bileşen tespit edilmiştir. Huang ve ark.(2014) yaptıkları incelemede 2000'den 2012'ye kadar propolisin tespit edilen yeni bileşenlerini rapor ettikleri çalışmalarında bu dönem için ilk kez 241 yeni bileşik tanımlanmıştır. Bu moleküller flavonoidlere, fenilpropanoidlere, terpenlere, stilbenlere, lignanlara, kumarinlere ve bunların prenilenmiş türevlerine aittir. Toplamda 2000 yılına kadar tanımlanan 300 molekülden propoliste tanımlanan bileşen sayısı 2012 yılında 541 moleküle çıkmıştır. 2012 yılından sonra ise analitik teknikler dünya çapında birçok laboratuvarında kullanılabilir hale gelmiştir. Bu nedenle propolisten yeni bileşiklerin tanımlanması 2013-2018 yılları arasında önemli ölçüde arttı. Hatta bu süre zarfında 305 bileşik tespit edilmiştir (Sturm ve ark, 2019). Ayrıca şaşırtıcı bir şekilde propolisten alkaloidler ilk kez bu dönemde izole edilmiştir (Coelho ve ark, 2015; Soltani ve ark, 2017). 2011-2012 yılları arasında tanımlanan bu yeni bileşiklerle 2018 yılına kadar tanımlanan toplam bileşik sayısı 850 molekülün üzerinde olmuştur. Şu ana kadar propoliste birçok yeni bileşen tanımlandı. Hatta 2018'den 2021'e kadar propoliste ilk kez 36 bileşik tanımlandı. Bu bileşikler dünyanın farklı bölgelerinden alınan propolis örneklerinde tanımlanmış olup farklı kimyasal gruplara aittir. Yeni moleküllerin araştırılması PubMed, Web of Science, Medline, Scopus, Science-Direct ve Google Scholar gibi çeşitli bilimsel veri tabanları kullanılarak yapılmıştır.

Propolis esas olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşur: reçineler ve bitkisel balsam (%50), balmumu (%30), uçucu yağlar (%10), polen (%5) ve şekerler, amino asitler, vitaminler ve mineraller (%5) (Tompson, 1990). Reçineler ve mumlar dışında propoliste bulunan ana kimyasal bileşik grupları şunlardır: fenoller (örn. flavonoidler, polifenoller, fenolik asitler ve diğer fenolik bileşikler) ve bunların esterleri, terpenleri ve terpenoidleri, steroidler, aromatik asitler, aromatik esterler, aldehytler, alkoller, şekerler, şeker alkoller ve asitleri, amino asitler, vitaminler, yağ asitleri, hidrokarbonlar, mineral elementler ve alkoller (Huang ve ark, 2014; Pasupuleti ve ark, 2017; Madrigal-Santillan ve ark, 2014). Propoliste bulunan fenolik bileşiklerin ana grubu, propolisin biyolojik ve farmakolojik aktivitelerine büyük katkı sağlayan flavonoid grubudur. Kimyasal yapıya göre propoliste bulunan flavonoidler şu şekilde sınıflandırılır: flavonlar, flavonoller, flavanonlar, flavanonoller, kalkonlar, dihidrokalkonlar, izoflavonlar, izodihidroflavonlar, flavanlar, izoflavanlar ve neoflavonoidler (Huang ve ark, 2014). Propolisteki flavonoid grubu temel olarak aşağıdaki maddeleri içerir: krisin, pinocembrin, apigenin, rutin, luteolin, galangin, kaempferol, mirisetin, kateşin, naringenin, kersetin, tektokrisin, pinostrobin, akasetin ve diğerleri (Volpi, 2004; Przybyłek ve ark, 2019; Zabaiou ve ark, 2017). Propoliste bulunan bir diğer önemli bileşik grubu fenolik asitlerdir; bunların arasında en sık ferulik, sinamik, kafeik, benzoik, salisilik ve p-kumarik asitler bulunur. Propoliste stilbenler ve stilben türevi resveratrolün yanı sıra diğer fenolik bileşikler de (örn. artepilin C) bulunmuştur (Volpi, 2004; Przybyłek ve ark, 2019; Zabaiou ve ark, 2017). Terpenler ve terpenoidler gibi uçucu bileşiklerin propoliste sadece %10 oranında mevcut olduğu ancak propolisin biyolojik ve farmakolojik aktivitelerine büyük katkı sağladığı ve karakteristik kokusundan sorumlu olduğu bildirilmektedir neoflavonoidler (Huang ve ark,

2014). Bunlardan terpineol, kafur, geraniol, nerol ve farnesol bugüne kadar tespit edilmiştir (Volpi, 2004; Przybyłek ve ark, 2019; Zabaïou ve ark, 2017). Propoliste farklı tipteki terpenoidlerin varlığının propolisin coğrafi kökenine bağılı olarak değişiklik gösterdiği fark edilmiştir (Volpi, 2004; Przybyłek ve ark, 2019; Zabaïou ve ark, 2017). Alkanlar, alkenler, alkadienler, monoesterler, diesterler, aromatik esterler, yağ asitleri ve steroidler gibi hidrokarbonlar bugüne kadar birçok farklı propolis türünde tanımlanmıştır (Huang ve ark, 2014). Süksinik dehidrojenaz, glikoz-6-fosfataz, adenozin trifosfataz ve asit fosfataz gibi bazı enzimler de propoliste bulunur (Lofty, 2006; Pasupuleti ve ark, 2017; Volpi, 2004; Przybyłek ve ark, 2019; Zabaïou ve ark, 2017), Na, Mg, Mn, Fe, Si, Zn, Se, Cu, Ni, Al, B, Ba, Cr ve Sr'dir (Lofty, 2006; Pasupuleti ve ark, 2017). Propolisin iz element profilleri, farklı propolis örneklerinin konumlarına göre tanımlanmasında kullanılabilir. Propoliste özellikle endüstriyel ve kirli alanlardan toplanan propolis örneklerinde As, Cd, Hg ve Pb gibi bazı toksik elementler de bulunmuştur, bu nedenle ham propolisin element analizleri çevresel kirlilik faktörlerin bir göstergesi olarak kullanılabilir. Propolis B kompleks vitaminleri, C ve E vitaminleri gibi bazı önemli vitaminleri içerir bulunur (Lofty, 2006; Pasupuleti ve ark, 2017; Volpi, 2004; Przybyłek ve ark, 2019; Zabaïou ve ark, 2017). Propolisin kimyasal bileşimine ilişkin verilerin çoğu, farklı propolis ekstraktlarının analiziyle elde edilmiştir. Propolisin çözünmesi ve biyolojik olarak aktif bileşiklerin ekstraksiyonu için birkaç farklı çözücü kullanılabilir: su, alkoller (örneğin etanol ve metanol), glikoller (örneğin propilen glikol), yağlar (örneğin zeytinyağı) ve çok daha az ölçüde ve yalnızca analitik amaçlı heksan, aseton, diklorometan ve kloroform gibi diğer organik çözücüler kullanılabilir. Bahsi geçen solventlerin, özellikle de su-etanol karışımlarının kullanılması da oldukça yaygındır (Bogdanov, 2012). Propolis polar ve polar olmayan bileşiklerin bir karışımını temsil ettiğinden en uygun ekstraksiyon sistemleri hidroalkolik çözeltilerdir (Alberti ve ark, 2019). Ayrıca bazı bileşiklerin lipofilik özelliğinden ve sudaki düşük çözünürlüğünden dolayı ticari propolis formülasyonları sıklıkla etanol veya glikol bazlıdır (Alberti ve ark, 2019). Farklı propolis örneklerinde bulunan çok çeşitli kimyasal bileşiklere rağmen, spesifik bileşiklere bakılmaksızın propolisin "temel" biyolojik aktivitelerinden sorumlu olan bazı genel kimyasal grupları vardır.

3. BİYOLOJİK AKTİVİTE

Propolis ve ekstraktları, geniş biyolojik aktivite yelpazesinden dolayı çeşitli hastalıkların tedavisinde çok sayıda uygulamaya sahiptir. Propolis ve bileşenlerinin antimikrobiyal (antibakteriyel, antiviral, antifungal), antioksidan, antiinflamatuvar, immünomodülatör ve antiproliferatif aktivitelere sahip olduğu bulunmuştur (Sforcin ve ark, 2016; Pasupuleti ve ark, 2017). Ayrıca propolis ve bileşenleri, hücre dışı matris bileşenlerinin (kollajen gibi) sentezini, fibroblastların çoğalmasını ve göçünü, hücrelerin farklılaşmasını (Volpi, 2004) uyarabilir ve hem normal hücrelere karşı anti-apoptotik -bazı kanser hücre hatlarına apoptotik aktiviteye sahip olabilir hem de aynı zamanda proaktif etki gösterebilir. Propolisin aktivitesi coğrafi kökenine dair kimyasal bileşime bağılıdır (Przybyłek, 2019). Propolisin bazı biyolojik aktiviteleri, propolis türüne ve kökenine (örneğin antimikrobiyal ve antioksidan) bakılmaksızın benzersizdir; bazı spesifik biyolojik fonksiyonlar ise, propolisin botanik kökeniyle ve ayrıca propolisin yapısında bulunan bazı biyolojik olarak aktif bileşiklerin varlığına bağılıdır. Önemli bir antimikrobiyal arı ürünü olan propolis, hem Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı hem de Gram pozitif bakterilere göre biraz daha yüksek aktiviteye sahip aerobik ve anaerobik bakterilere karşı etki göstermektedir (Sforcin ve ark, 2011). Propolis antibakteriyel etkisini iki düzeyde gösterir: mikroorganizmalara doğrudan etki ederek ve organizmanın doğal savunma mekanizmalarının aktivasyonu ile sonuçlanan bağışıklık sistemini uyararak (Sforcin ve ark, 2011). Zengin kimyasal profili ve çok çeşitli biyolojik aktiviteleri nedeniyle propolis, büyük farmakolojik ve terapötik uygulamalara sahip olabilir ve doğal antiseptik, antiinflamatuvar,

antioksidan, antimikrobiyal (antibakteriyel, antiviral, antifungal), antikanser, immünomodülatör ve yara iyileştirici olarak kullanılabilirdiği gibi çeşitli preparatlarda ve çok çeşitli durum ve bozuklukların tedavisi için bazı ilaçların parçası olarak kullanılabilir (Sforcin ve ark, 2016; Pasupuleti ve ark, 2017). Şimdiye kadar propolisin şu farmakolojik özellikleri rapor edilmiştir: antiülser, antiasit, antihistaminerjik, antiinflamatuvar, antitümör, anestezi özellikler, hepatoprotektif, nefroprotektif, kardiyoprotektif, nöroprotektif ve pankreatoprotektif aktiviteler (Sforcin ve ark, 2016; Pasupuleti ve ark, 2017; Sforcin ve ark, 2011; Zakerkish ve ark, 2019). Ayrıca son çalışmalar propolisin hipoglisemik aktiviteye sahip olduğunu ve bunun da diyabet komplikasyonları üzerinde olumlu etkisi olabileceğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda kan lipid düzeylerinin metabolizmasını da modüle ederek lipid peroksidasyonunu azaltır ve serbest radikalleri temizler (Zakerkish ve ark, 2019).

Propolisin diş hastalıklarının tedavisinde, anti-kanser tedavisinde yardımcı madde olarak, kozmetik ürünlerde kullanımında, anti-inflamatuvar ajan olarak ve doğal antibiyotik olarak kullanılmasının önerildiği bazı patentlerde önerilmiştir (De Figueiredo ve ark, 2014). Sıçanlarda deneysel olarak oluşturulan birçok karaciğer hasarı modelinde propolisin hepatoprotektif etkisi rapor edilmiştir (Madrigal-Santillan ve ark, 2014). Malezya propolisinin sıçanlarda deneysel olarak oluşturulan iskemiye karşı kardiyoprotektif etkisi, anti-lipoperoksidatif ve antioksidan etkilerine bağlanmıştır (Ahmad ve ark, 2017). Propolisin nefroprotektif etkisi de sisplatinin doza bağlı olarak böbrek dokusunda oluşturduğu önemli hasara karşı gösterilmiştir (Yuluğ ve ark, 2019). Propolis ve flavonoid bileşenlerinin antioksidan, antiinflamatuvar ve immünomodülatör özellikleri yoluyla in vitro ve in vivo çalışmalarda nöroprotektif özellikler gösterdiği bildirildiğinden, nörolojik hastalıklarda oksidatif stres ve nöroinflamasyonun önlenmesi veya tedavisi için etkili bir aday olarak önerilmiştir (Farooqui ve ark, 2012).

Propolisin diyabetik sıçanların karaciğeri üzerindeki koruyucu etkileri rapor edilmiş ve oksidatif stresin, inflamasyonun ve hepatositlerin apoptozunun bastırılmasına, aynı zamanda hepatositlerin proliferasyonunu artırarak diyabetik durumda karaciğer fonksiyonunu tamamen iyileştirmesine bağlanmıştır (Nna ve ark, 2013). Etanollü propolis ekstraktının kardiyovasküler sistem ve hepatorenal fonksiyonlar üzerindeki koruyucu etkileri bildirilmiş ve propolisin antihiperlipidemik ve antioksidan aktivitesine işaret edilmiştir; bu da propolisin hiperlipidemik bozukluklarda gıda takviyesi formunda bir adjuvan ajan olarak geleneksel kullanımını desteklemektedir (Orsolice ve ark, 2019). Oral yoldan iyi biyoyararlanımı ve immünomodülatör aktivitesi nedeniyle propolisin adjuvan antikanser tedavisi için iyi bir aday olduğu bildirilmektedir (Chan ve ark, 2013). Propolisin antiinflamatuvar aktivitesinin yanı sıra özellikle *Candida* türlerine karşı antimikrobiyal aktivitesinden dolayı jinekolojik bozuklukların tedavisinde kullanıldığı bildirilmektedir (Pasupuleti ve ark, 2017). Propolis, kronik vajinit, vajinal sağlığın iyileştirilmesi, tekrarlayan vulvovajinal kandidiyazis ve diğer jinekolojik bozukluklar için alternatif bir tedavi olarak önerilmektedir (Pasupuleti ve ark, 2017).

4. SONUÇ

Propolis, kökenine ve toplanıp üretildiği bitki kaynaklarına bağlı olarak kimyasal bileşim açısından büyük bir çeşitlilik gösterir. Farklı kimyasal bileşim, propolisin spesifik biyolojik aktivitesini belirleyebilir, ancak kimyasal bileşimdeki çeşitliliğe rağmen, propolisin biyolojik ve farmakolojik özellikleri temelde benzerlik göstermektedir. Propolise dair çalışma-inceleme alanları geniştir ve ileride de genişlemeye devam edecektir. Bu durum göz önüne alındığında özellikle propolisde bulunan farmakolojik aktif bileşikler üzerine ve henüz aydınlatılmamış çeşitli içerik bileşiklerinin tespiti üzerine çalışmalar yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abu-Mellal A, Koolaji N, Duke RK, Tran VH, Duke CC. Prenylated cinnamate and stilbenes from Kangaroo Island propolis and their antioxidant activity. *Phytochemistry* 2012;77:251–9.
- Ahmed R, Tanvir EM, Hossen MS, Afroz R, Ahmmed I, Rumpa NE, et al. Antioxidant Properties and Cardioprotective Mechanism of Malaysian Propolis in Rats. *Evid Based Complement Alternat Med* 2017; 2017: 5370545
- Alberti T, Coelho D, Voytena A, Iacovski R, Mazzarino L, Maraschin M, et al. Effect of Propolis Nanoparticles on Early-Stage Wound Healing in a Diabetic Non contractile Wound Model. *Nanotechnol Adv Mater Sci* 2019;2(1):1-10.
- Alencar SM, Oldoni TLC, Castro ML, Cabral ISR, Costa-Neto CM, Cury JA, et al. Chemical composition and biological activity of a new type of Brazilian propolis: red propolis. *J Ethnopharmacol* 2007;113:278–83.
- Bogdanov S. Propolis: Composition, Health, Medicine: A Review. 2012; Available from: [http://www.beehexagon.net/files/file/fileE/Health/PropolisBookReview .pdf](http://www.beehexagon.net/files/file/fileE/Health/PropolisBookReview.pdf).
- Bankova VS, de Castro SL, Marcucci MC. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie* 2000;31:3–15.
- Chan GC, Cheung KW, Sze DM. The immunomodulatory and anticancer properties of propolis. *Clin Rev Allergy Immunol* 2013;44(3):262-73.
- Cantarelli MA, Camiña JM, Pettenati EM, Marchevsky EJ, Pellerano RG. Trace mineral content of Argentinean raw propolis by neutron activation analysis (NAA): assessment of geographical provenance by chemometrics. *LWT – Food Sci Technol* 2011;44:256–60.
- Cvek J, Medić-Šarić M, Vitali D, Vedrinar-Dragojević I, Šmit Z, Tomić S. The content of essential and toxic elements in Croatian propolis samples and their tinctures. *J Apicult Res* 2008;47:35–45.
- Coelho, G. R.; Mendonça, R. Z.; Vilar, K. D. S.; Figueiredo, C. A.; Badari, J. C.; Taniwaki, N.; Namiyama, G.; Oliveira, M. I. D.; Curti, S. P.; Evelyn Silva, P. Antiviral Action of Hydromethanolic Extract of Geopropolis from *Scaptotrigona Postica* Against Antihherpes Simplex Virus (HSV-1). *Evid. Based Complement. Altern. Med.* 2015, 2015, 1–10. DOI: 10.1155/2015/296086.
- De Castro SL. Propolis: biological and pharmacological activities. Therapeutic uses of this bee-product. *Ann Rev Biomed Sci* 2001;3:49–83.
- Dos Santos Pereira A, Bicalho B, de Aquino Neto FR. Comparison of propolis from *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula*. *Apidologie* 2003;34:291–8.
- De Figueiredo SM, Nogueira-Machado JA, Almeida Bde M, Abreu SR, de Abreu JA, Filho SA, et al. Immunomodulatory properties of green propolis. *Recent Pat Endocr Metab Immune Drug Discov* 2014;8(2):85-94.
- Ghisalberti, E. L. Propolis: A Review. *Bee World.* 1979, 60(2), 59–84. DOI: 10.1080/0005772X.1979.11097738.
- Graikou K, Popova M, Gortzi O, Bankova V, Chinou I. Characterization and biological evaluation of selected Mediterranean propolis samples. Is it a new type? *LWT – Food Sci Technol* 2016;65:261–7.
- Huang S, Zhang CP, Wang K, Li GQ, Hu FL. Recent advances in the chemical composition of propolis. *Molecules* 2014;19:19610–32.
- Huang WJ, Huang CH, Wu CL, Lin JK, Chen YW, Lin CL, et al. Propolin G, a prenylflavanone, isolated from Taiwanese propolis, induces caspase-dependent apoptosis in brain cancer cells. *J Agric Food Chem* 2007;55:7366–76.

- Farooqui T, Farooqui AA. Beneficial effects of propolis on human health and neurological diseases. *Front Biosci (Elite Ed)* 2012;4:779-93.
- Jaubert, G. F. Origin of the Colour of Beeswax and the Composition of Propolis. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de L'Académie des Sciences*. 1926, 184, 1134–1136.
- Kuropatnicki AK, Szliszka E, Krol W. Historical aspects of propolis research in modern times. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013;2013:964149.
- Lotfy M. Biological activity of bee propolis in health and disease. *Asian Pac J Cancer P* 2006;7(1):22-31
- Madrigal-Santillán E, Madrigal-Bujaidar E, Álvarez González I, Sumaya-Martínez MT, Gutiérrez-Salinas J, Bautista M, et al. Review of natural products with hepatoprotective effects. *World J Gastroenterol* 2014; 20(40):14787-804.
- Marcucci MC. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie* 1995;26:83–99.
- Nna VU, Bakar ABA, Mohamed M. Malaysian propolis, metformin and their combination, exert hepatoprotective effect in streptozotocin-induced diabetic rats. *Life Sci* 2018;211:40-50.
- Oršolić N, Landeka Jurčević I, Đikić D, Rogić D, Odeh D, Balta V, et al. Effect of Propolis on Diet-Induced Hyperlipidemia and Atherogenic Indices in Mice. *Antioxidants (Basel)* 2019;8(6):E156.
- Park YK, Ikegaki M, Alencar SM de, Moura FF de. Evaluation of Brazilian propolis by both physicochemical methods and biological activity. *Honeybee Science* 2000;21:85–90.
- Pasupuleti VR, Sammugam L, Ramesh N, Gan SH. Honey, Propolis, and Royal Jelly: A Comprehensive Review of Their Biological Actions and Health Benefits. *Oxid Med Cell Longev* 2017;2017:1259510.
- Popova MP, Graikou K, Chinou I, Bankova VS. GC-MS profiling of diterpene compounds in Mediterranean propolis from Greece. *J Agric Food Chem* 2010;58:3167–76.
- Popravko SA, Sokolov MV. Plant sources of propolis. *Pchelovodstvo* 1980;2:28–9.
- Przybyłek I, Karpiński TM. Antibacterial Properties of Propolis. *Molecules* 2019;24(11):E2047.
- Pujirahayu N, Suzuki T, Katayama T. Cycloartane Type Triterpenes and Botanical Origin of Propolis of Stingless Indonesian Bee *Tetragonula sapiens*. *Plants (Basel)* 2019;8(3):E57.
- Sanpa S, Popova M, Bankova V, Tunkasiri T, Eitssayeam S, Chantawannakul P. Antibacterial compounds from propolis of *Tetragonula laeviceps* and *Tetrigona melanoleuca* (Hymenoptera: Apidae) from Thailand. *PLoS One* 2015;10:e0126886.
- Sforcin JM. Biological Properties and Therapeutic Applications of Propolis. *Phytother Res* 2016; 30(6): 894-905.
- Sforcin JM, Bankova V. Propolis: Is there a potential for the development of new drugs? *J Ethnopharmacol* 2011;133:253-60.
- Simone-Finstrom M, Spivak M. Propolis and bee health: the natural history and significance of resin use by honey bees. *Apidologie* 2010;41:295-311.
- Soltani, E.-K.; Cerezuela, R.; Charef, N.; Mezaache-Aichour, S.; Esteban, M. A.; Zerroug, M. M. Algerian Propolis Extracts: Chemical Composition, Bactericidal Activity and in vitro Effects on Gilthead Seabream Innate Immune Responses. *Fish Shellfish Immunol.* 2017, 62, 57–67. DOI: 10.1016/j.fsi.2017.01.009.
- Sturm, L.; Ulrih, N. P. Advances in the Propolis Chemical Composition Between 2013 and 2018: A Review. *Efood.* 2019, 1(1), 24. DOI: 10.2991/efood.k.191029.001.
- Thomson M, "Propolis," *Medical Journal of Australia*, vol. 153, article 654, 1990.

- Volpi N. Separation of flavonoids and phenolic acids from propolis by capillary zone electrophoresis. *Electrophoresis* 2004;25(12):1872-8.
- Wagh VD. Propolis: a wonder bees product and its pharmacological potentials. *Adv Pharmacol Sci* 2013;2013:11.
- Walker P, Crane E. Constituents of propolis. *Apidologie* 1987;18:327–34.
- Yuluğ E, Türedi S, Yıldırım Ö, Yenilmez E, Aliyazıcıoğlu Y, Demir S, et al. Biochemical and morphological evaluation of the effects of propolis on cisplatin induced kidney damage in rats. *Biotech Histochem* 2019;94(3):204-13.
- Zabaiou N, Fouache A, Trousson A, Baron S, Zellagui A, Lahouel M, et al. Biological properties of propolis extracts: Something new from an ancient product. *Chem Phys Lipids* 2017;207(Pt B):214-22.
- Zakerkish M, Jenabi M, Zaeemzadeh N, Hemmati AA, Neisi N. The Effect of Iranian Propolis on Glucose Metabolism, Lipid Profile, Insulin Resistance, Renal Function and Inflammatory Biomarkers in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized DoubleBlind Clinical Trial. *Sci Rep* 2019;9(1):7289.
- Zhang CP, Liu G, Hu FL. Hydrolysis of flavonoid glycosides by propolis b-glycosidase. *Nat Prod Res* 2012;26:270–3.