

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### BAL ARILARINDA (*Apis mellifera* L.) İKİ ANALI KOLONİ YÖNETİMİNİN KOLONİ PERFORMANSI VE VARROA (*Varroa destructor* Anderson & Trueman) BULAŞIKLIK DÜZEYİNE ETKİSİ

The Effect of The Two-Queen Colony Management Practice on Colony Performance and Varroa (*Varroa Destructor* Anderson&Trueman) Infestation Levels In Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Colonies

Emir Han CENGİZ<sup>1</sup>, Ferat GENÇ<sup>1</sup>, Mahir Murat CENGİZ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Erzurum –TURKEY, ORCID No.: 0000-0002-4388-8965; E-posta: fgenc@atauni.edu.tr, ORCID No.: 0000-0003-3906-4442

<sup>2</sup>Ataturk University Erzurum Vocational School, Erzurum-TURKEY, ORCID No.: 0000-0002-9844-4229

\*Yazışma yazarı/Corresponding author: mcengiz@atauni.edu.tr

Geliş tarihi / Received:12.09.2018 Kabul Tarihi / Accepted: 28.11.2018 DOI:https://doi.org/10.31467/uluaricilik.568092

#### ÖZ

2017 yılında yürütülen bu çalışmada, Erzurum şartlarında iki ana arılı koloni yönetiminin koloni performansına etkileri incelenmiştir. Koloni başına ortalama arılı çerçeve sayısı tek analı kolonilerde  $15.20 \pm 0.84$  adet, iki analı kolonilerde  $21.75 \pm 1.63$  adet olarak bulunmuştur. Ortalama arılı çerçeve miktarı bakımından gruplar arasında gözlenen farklılık Mayıs ayında istatistiki açıdan önemsizken, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Koloni başına ortalama yavru alanı miktarı tek ve iki analı kolonilerde sırasıyla  $4016.85 \pm 508.65$  cm<sup>2</sup> ve  $5300.31 \pm 380.73$  cm<sup>2</sup> olarak gerçekleşirken; kuluçka alanı gelişimi bakımından grupların birbirlerinden farkı çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. İki analı kolonilerde koloni başına ortalama  $22.74 \pm 1.94$  kg bal elde edilirken tek analı kolonilerde bu değer  $15.76 \pm 1.64$  kg olarak tespit edilmiştir. Koloni başına ortalama varroa bulaşıklık oranı tek analı ve iki analı kolonilerde sırasıyla  $4.30 \pm 0.55$  ve  $7.62 \pm 1.12$  olarak belirlendi. Varroa bulaşıklık oranı açısından ortalama değerler Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sırasıyla  $0.89 \pm 0.76$ ,  $3.17 \pm 0.27$ ,  $6.36 \pm 0.63$  ve  $13.05 \pm 1.23$  olarak bulundu.

**Anahtar Kelimeler:** Balarısı (*Apis mellifera* L.), İki analı koloni, Fizyolojik özellikler, Koloni performansı

#### ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of a colony management practice that uses two queens on colony performances and varroa infestation levels located in Erzurum throughout 2017. The average number of frames covered with bees was found to be  $15.20 \pm 0.84$  for single-queen colonies and  $21.75 \pm 1.63$  for two-queen colonies. The difference between the two groups in terms of frames covered with bees in May was not statistically significant, but the difference between the two groups in June, July and August was statistically significant ( $p < 0.01$ ). The average amount of brood in single-queen and two-queen groups were found to be  $4016.85 \pm 508.65$  and  $5300.31 \pm 380.73$  cm<sup>2</sup> per colony, respectively. The difference between the two groups in terms of brood area was also very significant ( $p < 0.01$ ). The average amount of honey obtained per colony in two-queen colonies was  $22.74 \pm 1.94$  kg, whereas this value was found to be  $15.76 \pm 1.64$  kg in single-queen colonies. The average varroa infestation level of colonies were found  $4.30 \pm 0.55\%$  and  $7.62 \pm 1.12\%$  in the single-queen and two-queen colonies, respectively. The mean values, in term of varroa level, in May, June, July, and August were found  $0.89 \pm 0.76\%$ ,  $3.17 \pm 0.27\%$ ,  $6.36 \pm 0.63\%$  and  $13.05 \pm 1.23\%$  respectively.

**Keywords:** Honey bee (*Apis mellifera* L.), Two-queen colony, Physiological characters, Colony performances

# ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## EXTENDED ABSTRACT

**Goal:** In this study, the effects of colony management practices on colony performance of two-queen colonies located in Erzurum, throughout 2017, was investigated. We aimed to increase the honey yield by spreading out the strong population of bees in the region by using the two-queen colony management method.

**Materials and Methods:** This study was carried out in 2017, the effect of the two-queen colony management practice on colony performance, located in Erzurum, was examined. Carniolan honey bees (*Apis mellifera carnica*) were used in the study. Queen bees used were imported from Germany. By investigating each of the bee breeders, the best breeder was chosen by considering economic characteristics such as colony development and honey yield. Sisters queens were reared from bee breeders by grafting one day old larvae and placing them in queenless cell builders. The queen cells were taken from the cell builders and each of them was placed into mating colonies two days before emerging. In our study, 10 single-queen and 10 two-queen honey bee colonies were used. The colonies were checked regularly, the amount of adult bees on the honeycomb and the brood area was calculated by using the Puchta method. We recorded this data at 30-day intervals. Honey was harvested at the end of the season and this was used to determine the honey yield of the colonies, beyond what was left for the colony to make it through the winter.

**Results:** Although difference between the two groups in terms of frames covered with bees in May was not statistically significant, the difference between the two groups in June, July and August was found to be statistically significant ( $p < 0.01$ ). The average amount of brood in a single-queen and two-queen colonies were  $4016.85 \pm 508.65$  and  $5300.31 \pm 380.73$  cm<sup>2</sup> per colony, respectively. The difference between the two groups in terms of brood area was calculated to be very significant ( $p < 0.01$ ). The average weight gain of colonies during the nectar flow period was found to be  $33.67 \pm 3.34$  kg per colony for single-queen colonies and  $47.90 \pm 3.88$  kg per colony for two-queen colonies. The average weight gain of colonies varied between 12.62 kg and 56.66 kg. The average varroa infestation level of colonies were found to be  $4.30 \pm 0.55\%$  and  $7.62 \pm 1.12\%$  in the single-queen and two-queen colonies, respectively. The mean values, in term of varroa infestation levels, in May, June, July and August were found to be  $0.89 \pm 0.76\%$ ,  $3.17 \pm 0.27\%$ ,  $6.36 \pm 0.63\%$  and  $13.05 \pm 1.23\%$ , respectively. As a result of a Analysis of Variance Analysis applied to varroa infestation levels, the difference between the groups was found to be statistically significant ( $p < 0.01$ ).

**Conclusion;** As a result, two-queen colonies organized and managed under these conditions had a positive effect on both lowering the varroa infestation levels and significantly increasing the number of bees found on the honeycomb, the brood area, and the weight gain of the hive in the nectar flow period, resulting in higher honey yields per colony.

## GİRİŞ

Normal olarak bal arısı kolonilerinde ana arı, erkek arılar ve işçi arılar bulunur. Fakat, ana arı anatomik, fizyolojik, davranış özellikleri ve koloni içerisindeki işlevleri esas alındığında kolonideki en önemli bireyin ana arı olduğu söylenebilir. Öyle ki, koloni performansını ana arının performansı ile özdeşleştirmek mümkündür (Öztürk, 2014).

Bir kolonide bir ana arının bulunuşu olağan sayılır. Bununla beraber, arı yetiştiricileri bazen aynı koloni içerisinde yaşlı bir ana arı ile kendi yavrularından bir ana arının aynı veya yakınında bir çerçeveye yumurta bıraktığını gözleyebilirler. Ana nektar akımı sonunda ana arı denetimleri yapıldığında kolonilerin yaklaşık %5'inde ana-kız beraberliği ile karşılaşılır (Doğaroğlu, 2008).

Çeşitli araştırmacılarca uygulanan bütün yöntemlerde aynı anda yumurtlayan iki ana arının varlığı bal üretimini önemli ölçüde artırmıştır (Duff ve Furgala, 1990; Gris Valle ve ark.,2004). Bunun nedeni popülasyon artıktıkça buna bağlı olarak bal veriminin doğrusal artışıdır (Szabo ve Lefkovitch, 1989).

Yeni Zelanda'da 296 koloniyile 2 yıl yürütülen bir çalışmada, iki analı koloni yönetim sisteminin tek analı sisteme göre %60-75 daha fazla bal üretildiği ve daha az miktarda kovan ekipmanı, zaman ve işçiliğe gereksinim olduğu belirlenmiştir (Walton, 1974). Doğaroğlu (2008) ise, iki analı kolonilerin ortalama veriminin, tek analı kolonilerden 50.80 kg ve paket kolonilerden 73.93 kg daha fazla olduğunu bildirmiştir.

Horizontal, vertikal ve paket arılarla oluşturulan iki ana arılı koloni yönetim sistemleriyle iki yıl üst üste

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

yürütülen bir araştırmada; kolonilerin ortalama bal verimleri verilen sırayla, 12246 kg, 113.85 kg ve 118.38 kg olmuştur (Duff ve Furgala, 1990). Meksika'da iki analı ve tek analı koloni sistemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ise, iki analı kolonilerden ortalama 53.2±2.4 kg bal elde edilirken; tek analı kolonilerden 26.4 ± 1.8 kg bal elde edildiği ve iki analı kolonilerin tek analı olanlara nazaran %101.2 daha fazla bal ürettiği belirlenmiştir (Gris Valle vd., 2004).

İki ana arılı koloni yönetim sisteminin diğer bir avantajı ise; iki ana arının varlığı kovan içinde daha yoğun bir ana arı feromonuna neden olmakta ve bu da işçi arıların yeni bir ana arı yetiştirmesini engellemektedir (Lensky ve Slabezki, 1981; Winston vd. 1991).

Tek analı kolonilerde her üniteye arı sayısı çoğalarak en yüksek seviyeye ulaşır. İkinci bir ana arı kullanıldığı takdirde arı miktarı daha fazla artacak ve elde edilecek verim de buna paralel olarak yükselecektir. Küçük kolonilerin kadroları geç gelişeceğinden böyle kolonilerin üretimde etkili olabilmeleri ancak çok uzun bir nektar akımı devresinde mümkün olabilir. Bununla beraber geniş kadrolu koloniler, nektar akımı ister kısa isterse uzun olsun, kadrolarının kuvvetli oluşu sebebiyle, ana nektar akımından azami istifadeyi sağlayarak fazla miktarda bal depolarlar.

Bu yönetim sisteminde iki ana arının aynı kolonide bir ana arı ızgarasıyla farklı kuluçkalıklarda yumurtlaması bal arısı popülasyonunu ve dolayısıyla bal verimini artırmaktadır (Winston ve Mitchell, 1986). Bu koloni yönetim sisteminin pozitif yönlerine ilaveten arı popülasyon artışına paralel olarak varroa bulaşıklık seviyesini artırmak gibi negatif bir yönü de vardır. Van Engelsdorp vd., (2009) yaptıkları çalışmada; iki analı koloni yönetim sisteminde varroa paraziti artışının kapalı erkek arı gözlerinin kovandan çıkarılmasıyla elimine edilebileceğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma, Erzurum şartlarında iki ana arılı koloni yönetiminin koloni performansına etkileri incelenip karşılaştırılarak; iki analı koloni yönetim sisteminin fizyolojik özellikler üzerine etkilerini belirlemek ve iki analı koloni yönetimiyle yörede güçlü popülasyonlarla çalışmanın yaygınlaştırılması suretiyle bal veriminin artmasına etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

### GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma şubat-mayıs aylarında Oltu Ayvalı köyünde (enlem: 40°45'3.36"K, boylam: 41°53'9.23"D ve rakım 600 metre) mayıs ayından sonra ise Erzurum'a 20 km mesafedeki Akdağ köyünde (enlem: 40° 5'49.40"K, boylam: 41°21'43.34"D ve rakım 1800 metre) bir arılıta yapılmıştır. Araştırmada karniyol bal arıları (*Apis mellifera carnica*) kullanılmıştır. Damızlık olarak kullanılan ana arılar Almanya'dan ithal edilmiştir. Damızlıkların koloni kartlarından ana ve baba hatlarına bakılarak koloni gelişimi ve bal verimi gibi ekonomik özellikleri dikkate alınarak içlerinden en iyisi damızlık olarak seçilmiştir. Kız kardeş ana arıların yetiştirilmesi amacıyla damızlık koloniden temin edilen günlük larvalar transfer edilmiş ve bir aşılama çerçevesi yardımıyla 1 gün öncesinden ana arısı alınan başlatıcı kolonilere verilmiştir (Arslan ve Hamgir, 2010; Önk vd., 2016). Kapalı ana arı yüksükleri 11. gün ana arı yetiştirme kolonilerinden alınarak doğal yolla çiftleşmeleri için çiftleşme kutularına verilmiştir. Başarılı bir şekilde çiftleşerek yumurtlayan ana arılarla 6 çerçeveli ruşet kovanlar oluşturulmuştur.

Şansa bağlı olarak belirlenen iki analı koloniler için 2016 yılında ana arı verilerek hazırlanan 6 çerçeveli ruşetler kullanılmıştır. Baharda ruşetler üst üste konularak uçuş yapmaları sağlanmış daha sonra ruşetlerin biri Langstroth tipi ahşap kovanın kuluçkalığına diğeri ise uçuş deliğine sahip ballığa konularak ana arı ızgarası ve bir tor marifetiyle ayrılmış ve 10 çerçeveyi tamamlayıncaya kadar bu şekilde gelişmeleri sağlanmıştır. İki analı kolonilerde kovan içindeki boşluklar arılar gelişinceye kadar straför bölme tahtasıyla kapatılmıştır. Tek analı koloniler 10 çerçeve iki analı koloniler ise kuluçkalıkta ve ballıkta ana arıların her birinin 5'er çerçeve arı ile çalışmaları sağlanmıştır. Kat döneminde ise ana arı ızgarası üzerindeki tor kaldırılarak birleştirme kokusu yardımıyla koloniler birleştirilmiştir.

2017 yılı mayıs ayı başında arı ve yavru varlığı ile gıda stoku bakımından eşitlenen koloniler ile deneme grupları oluşturulmuştur. Araştırma 10 adet tek analı ve 10 adet iki analı olmak üzere 20 kolonide uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan bütün kolonilere ilkbahar döneminde her gün düzenli olarak 1:1'lik şeker şurubuyla yemleme yapılmıştır.

Ergin arı gelişiminin ölçüsü olarak arılı çerçeve sayıları kullanılmış ve araştırma kolonilerinde mayıs ayından ağustos ayının sonuna kadar geçen dönem

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

boyunca 1 aylık periyotlarla arı ile kaplı çerçeve sayıları belirlenmiştir (Cengiz ve Dülger, 2018). Kolonilerinin bütün yavrulu çerçeveler üzerindeki kapalı kuluçka alanları mayıs ayından balın hasat edildiği ağustos ayının sonuna kadar devam eden süre zarfında 1 aylık periyotlarla PUCHTA yöntemiyle ölçülmüş ve kuluçka üretiminin ölçüsü olarak değerlendirilmiştir (Genç vd., 1999; Arslan, 2003; Akyol vd., 2014). Bütün koloniler nektar akımının başlangıcında ve sonunda tartılarak nektar akımı dönemindeki ağırlık kazançları belirlenmiştir. Her koloniye ait bal verimi, koloninin kendi kışlık ihtiyacı haricinde üretmiş olduğu bal miktarı esas alınmıştır. Bu maksatla, her koloninin ballıklarında oluşan bal alınarak tartılmış, süzüm yapıldıktan sonra boş petekler tekrar tartılarak dara düşülmüştür (Akyol vd., 2014; Cengiz ve Erdoğan 2017).

Deneme kolonilerinde haziran, temmuz başları ve ağustos ayında yapılan bal hasadı öncesinde varroa bulaşıklık oranı belirlenmiştir. Bu amaçla kuluçka merkezindeki açık yavrunun bol olduğu bir çerçeve çıkarılıp üzerindeki yaşlı arıların uçması sağlanmıştır (Gençunal, 2012). Çerçeve üzerinde kalan genç işçi arılardan 3 mm gözenek büyüklüğüne sahip kapağı olan cam bir kavanoza 300 adet işçi arı alınmış ve kavanozdaki arılar üzerine 3-4 çorba kaşığı pudra şekeri dökülmüştür. Daha sonra kavanoz 1 dakika süre ile kendi etrafında dairesel olarak döndürülmek sureti ile pudra şekeri ve arıların iyice karışması ve parazitlerin arılardan ayrılması sağlanmıştır. Kavanoz ters çevrilip beyaz bir porselen tabak üzerine 4 dakika silkelenerek pudra şekeri ve varroa parazitleri porselen tabağa elenmiştir. Tabaktaki karışıma yeterince su ilave edilip karıştırılarak su üzerine çıkan varroalar sayılmıştır (Oliver, 2008; Çakmak vd., 2011). Daha sonra her kolonideki varroa sayısının ergin arı sayısına bölünmesiyle Varroa bulaşıklık oranı % olarak tespit edilmiştir (Giacomelli vd., 2016; Gregorc vd., 2017).

Verilerin analizinde "SPSS" adlı paket programı kullanılmıştır. Deneme grupları için elde edilen koloni gelişimi, ağırlık kazancı, bal verimi ve varroa bulaşıklık oranı değerleri tekrarlanan ölçümler

varyans analizi tekniği ile test edilmiştir (Genç, 1990; Budak, 1992; Cengiz, 2007). Tek analı ve iki analı gruplar için verilerin değerlendirilmesinde t testi kullanılmıştır (Cengiz ve Dülger, 2018).

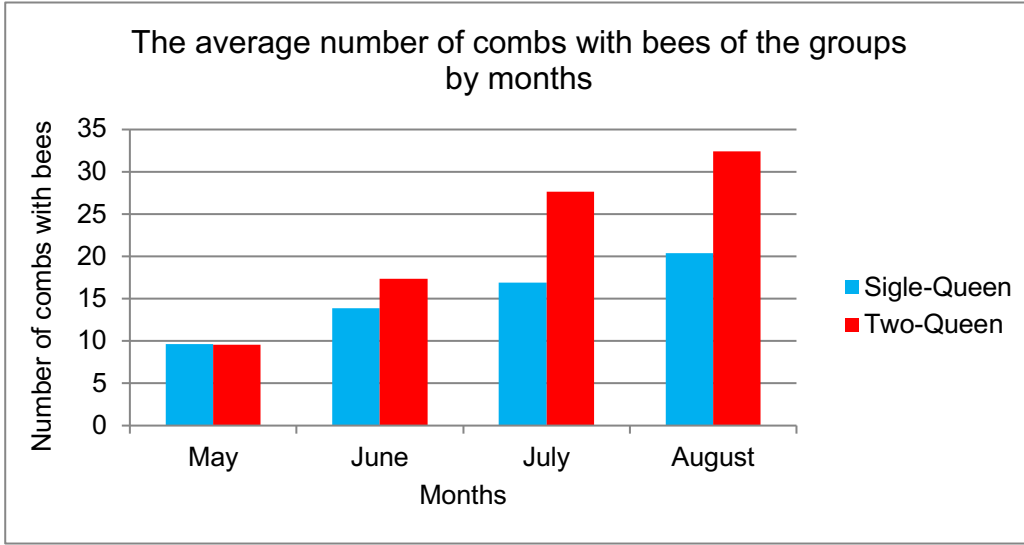
### BULGULAR

#### Ergin arı gelişimi

Deneme; her grupta 10'ar koloni olacak şekilde 20 koloni ile başlatılmış ancak, üretim döneminde iki analı kolonilerden 1 tanesi deneme dışı kalınca araştırma 19 koloni ile sürdürülmüştür. İki analı ve tek analı gruplardan 1 aylık periyotlarla dört ayrı dönemde elde edilen arılı çerçeve sayılarına ilişkin veriler şekil 1'de özetlenmiştir.

Koloni başına ortalama arılı çerçeve sayısı tek analı kolonilerde  $15.20 \pm 0.84$  adet, iki analı kolonilerde  $21.75 \pm 1.63$  adet olarak belirlenmiştir. Her iki grup için mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında ortalama arılı çerçeve sayıları ise sırasıyla  $9.57 \pm 0.30$  adet,  $15.52 \pm 0.55$  adet,  $22.00 \pm 1.49$  adet,  $26.11 \pm 1.34$  adet olarak bulunmuştur. Tek analı ve iki analı deneme kolonilerinde farklı aylardaki ergin arı gelişimi değerlerine uygulanan varyans analizinde ayların grupların ergin arı gelişimi üzerine etkisi çok önemli ( $p < 0.01$ ) olmuştur. Gruplardaki kolonilerin ergin arı gelişimini ifade eden arılı çerçeve sayılarına uygulanan t testi sonucunda; araştırma bölgesi şartlarında mayıs ayında koloni başına ortalama arılı çerçeve miktarı bakımından gruplar arasında herhangi bir fark görülmezken, haziran, temmuz ve ağustos aylarında ortalama arılı çerçeve miktarı bakımından gruplar arasında belirlenen farklılığın istatistiksel açıdan da çok önemli ( $p < 0.01$ ) olduğu görülmüştür. Bir başka deyişle iki analı ve tek analı koloniler arasında sezonun başında ergin arı popülasyonu bakımından bir fark oluşmamış; ancak sezonun ilerlemesiyle birlikte iki analı kolonilerin tek analı kolonilerden daha hızlı bir gelişim sergiledikleri ve gruplar arasındaki farkın üretim dönemi boyunca devam ettiği görülmektedir.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

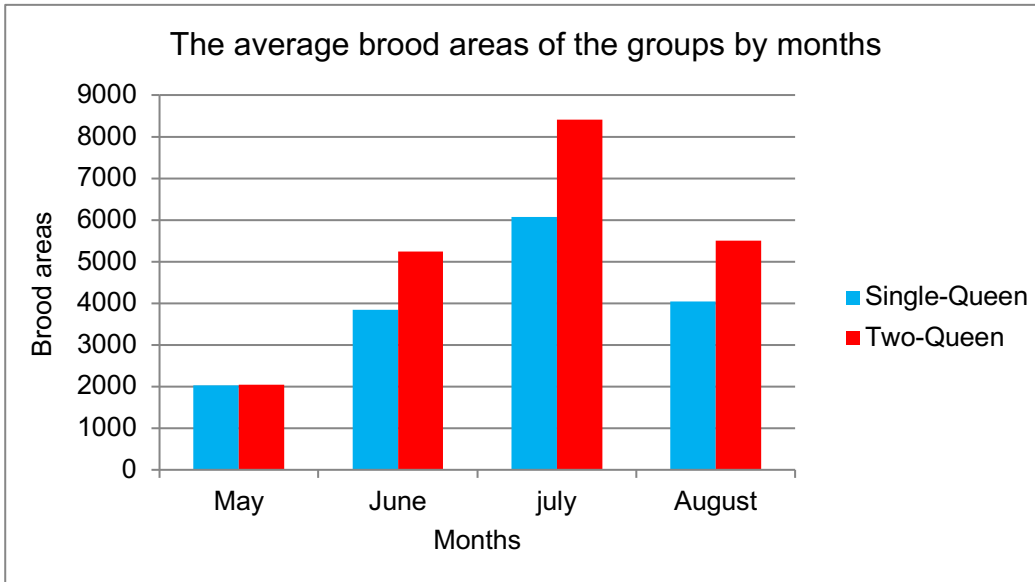


Şekil 1. Grupların aylara göre ortalama arılı çerçeve sayıları

Figure 1. The average number of combs with bees of the groups by months

### Kuluçka alanı gelişimi

Araştırmayı tamamlayabilen tek analı grupta 10 ve iki analı grupta 9 koloninin kapalı yavru alanlarına ait ortalama değerler şekil 2'de özetlenmiştir.



Şekil 2. Grupların aylara göre ortalama kuluçka alanları (cm<sup>2</sup>/koloni)

Figure 2. The average brood areas (cm<sup>2</sup>/colony) of the groups by months

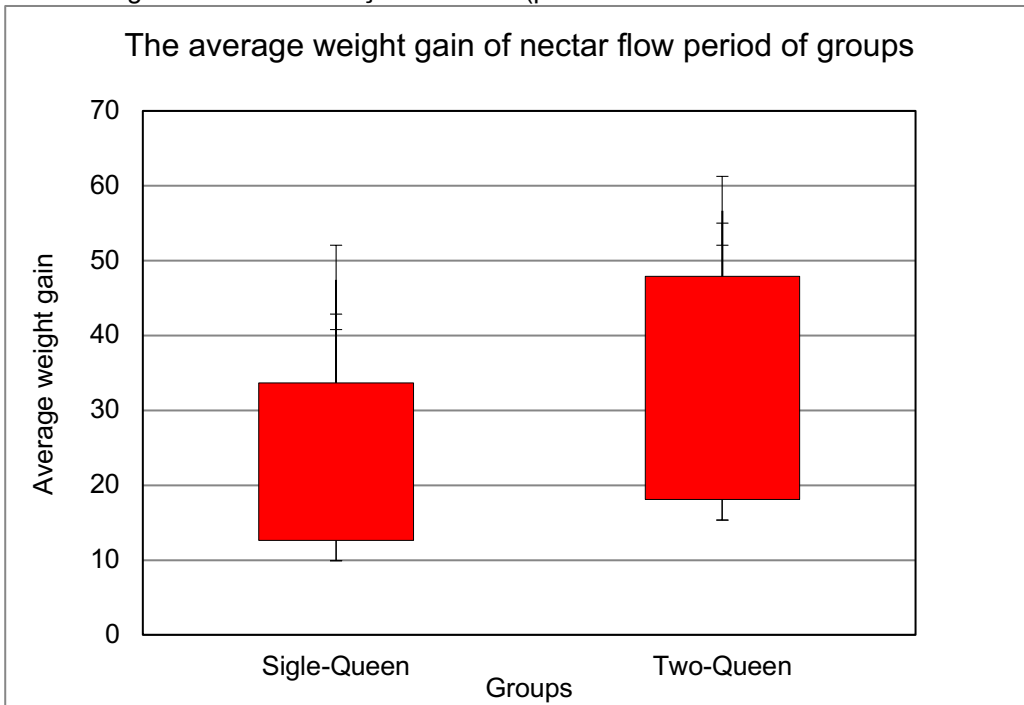
## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Koloni başına ortalama yavru alanı miktarı tek analı ve iki analı kolonilerde sırasıyla  $4016.85 \pm 508.65 \text{ cm}^2$  ve  $5300.31 \pm 380.73 \text{ cm}^2$  olarak belirlenmiştir. Grupların ortalama kuluçka alanları aylar itibarı ile mayıs ayında  $2087.01 \pm 67.35 \text{ cm}^2$ , haziran ayında, temmuz ayında  $7180.88 \pm 536.29 \text{ cm}^2$  ve ağustos ayında ise  $4303.89 \pm 378.88 \text{ cm}^2$  olarak ölçülmüştür. Kolonilerin kuluçka alanı büyüklükleri  $1538.49 \text{ cm}^2/\text{koloni}$  ile  $11660.96 \text{ cm}^2/\text{koloni}$  arasında değişim göstermiş ve nektar akımıyla doğru orantılı olarak temmuz ayında en yüksek değere ulaşmıştır.

Uygulanan t testinde tek ve iki analı grupların haziran, temmuz ve ağustos aylarına ait ortalamalar arasında gözlenen farklılık çok önemli ( $p < 0.01$ )

bulunurken, mayıs aylarına ait ortalamaları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

**Kolonilerin nektar akım dönemi ağırlık kazançları**  
Kolonilerin ana nektar akımı başlangıcında ve sonundaki ağırlık farkları her bir koloninin nektar akımı dönemi ağırlık kazancı olarak değerlendirilmiştir. Nektar akımı döneminde koloni başına sağlanan ortalama ağırlık kazancı tek analı kolonilerde  $33.67 \pm 3.34 \text{ kg}$ , iki analı kolonilerde ise  $47.90 \pm 3.88$  olarak gerçekleşmiştir ve grupların nektar akımı döneminde ortalama ağırlık kazançları  $12.62 \text{ kg}$  ile  $56.66 \text{ kg}$  arasında değişim göstermiştir (şekil 3).



**Şekil 3. Grupların nektar akımı dönemi ortalama ağırlık kazancı değerleri (kg/koloni)**

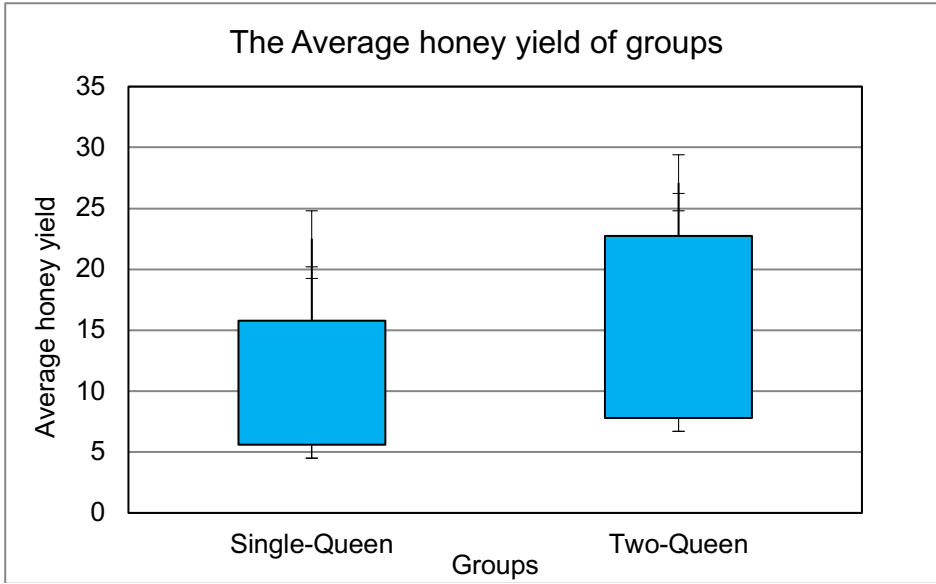
**Figure 3. Average weight gain values (kg/colony) of nectar flow period of groups**

Ana arı sayısı ele alınarak yapılan değerlendirmede iki analı kolonilerde nektar akımı döneminde ortalama ağırlık kazançları  $47.90 \pm 3.88 \text{ kg}$  olarak gerçekleşirken; bu değer tek analı kolonilerde  $33.67 \pm 3.34 \text{ kg}$  olarak tespit edilmiştir. Ana arı sayısının nektar dönemi ağırlık kazancına etkisi istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

### Bal üretimi

Arıların kışlık gereksinimleri için her bir kovana ortalama  $20 \text{ kg}$  bal bırakılmıştır. Her koloninin bireysel bal üretimi, koloninin kışlatma için gerekli

ihtiyacı dışında üretmiş olduğu bal miktarı bulunarak tespit edilmiştir. Bu maksatla, her koloninin ballıklarında oluşan bal alınarak tartılmış, süzme işlemi yapıldıktan sonra boş petekler tekrar tartılarak dara düşülmüştür. Grupların ortalama bal verimleri  $5.6 \text{ kg}$  ile  $27.10 \text{ kg}$  arasında değişim göstermiştir. Tek analı kolonilerde ortalama bal verimi  $15.76 \pm 1.64 \text{ kg/koloni}$  olarak gerçekleşirken, bu değer iki analı kolonilerde  $22.74 \pm 1.94 \text{ kg/koloni}$  olarak belirlenmiştir (şekil 4).



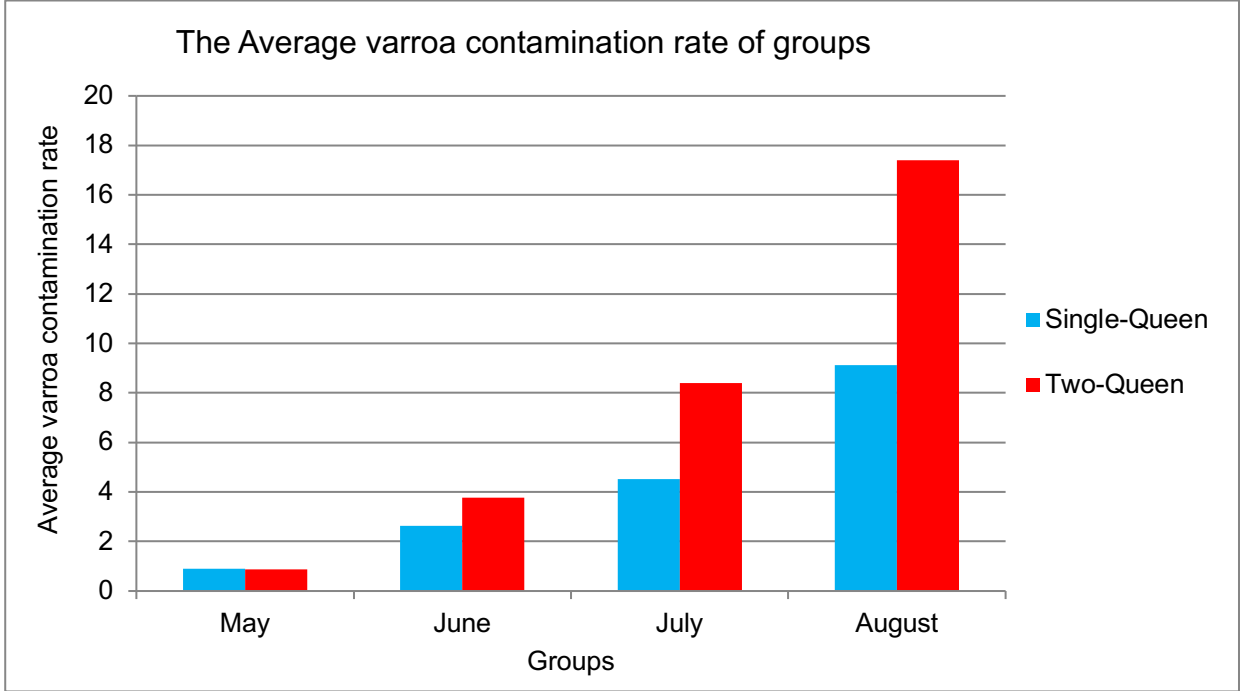
**Şekil 4. Grupların ortalama süzme bal verimi (kg/koloni)**

**Figure 4. Average honey yield (kg/colony) of the groups**

Alınan sonuçlara göre; iki analı kolonilerde koloni başına ortalama 22.74±1.94 kg bal elde edilirken tek analı kolonilerde bu değer 15.76±1.64 kg olarak belirlenmiştir. Grupların 2017 yılı üretim sezonundaki süzme bal üretimi değerlerine varyans analizi uygulanmış ve bal üretimi bakımından tek analı ve iki analı koloniler arasındaki farkın önemli ( $p<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Başka bir ifade ile, kolonileri iki analı olarak oluşturmak toplam bal veriminde %30.69'luk bir artışa neden olduğu söylenebilir (Şekil 4).

#### **Varroa Bulaşıklık Oranı (%)**

Koloni başına ortalama varroa bulaşıklık oranı tek analı ve iki analı kolonilerde sırasıyla %4.30±0.55 ve %7.62±1.12 olarak gerçekleşirken; bu değerler ortalama olarak mayıs ayında %0.89±0.76, haziran ayında %3.17±0.27, temmuz ayında %6.36±0.63 ve ağustos ayında ise %13.05±1.23 olarak tespit edilmiştir. Koloni başına düşen varroa bulaşıklık seviyesi haziran ayından itibaren düzenli bir artış göstererek ağustos ayında en üst düzeye çıkmıştır (şekil 5).



Şekil 5. Grupların ortalama varroa bulaşıklık oranları (%)

Figure 5. Average varroa contamination rate the groups (%)

Gurupların ortalama varroa bulaşıklık oranlarına uygulanan t testi sonucu gruplar arasındaki fark mayıs ayında önemsiz bulunurken; haziran ayında önemli ( $p < 0.05$ ) ve temmuz, ağustos aylarında ise çok önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

## TARTIŞMA

Bu araştırmada kolonilerin genel ortalama  $18.30 \pm 0.89$  adet/koloni olarak elde edilen arılı çerçeve sayısı; Alata, Trakya, Gökçeada, Muğla, Kafkas ve Anadolu gruplarıyla göçer arıcılık şartlarında yürütülen bir çalışmada (Güler ve Kaftanoğlu, 1999); bu gruplar için sırasıyla  $13.84 \pm 0.61$  adet,  $8.52 \pm 0.40$  adet,  $13.94 \pm 0.79$  adet,  $17.04 \pm 9.76$  adet,  $8.68 \pm 0.57$  adet ve  $7.54 \pm 0.37$  adet/koloni olarak bildirdikleri ve Kafkas x Kafkas ve Kafkas x Muğla gruplarıyla göçer arıcılık şartlarında yaptıkları çalışmada (Akyol ve Kaftanoğlu, 2001); bu gruplar için sırasıyla  $11.06 \pm 0.4$  ve  $11.5 \pm 0.5$ , adet/koloni olarak bildirilen ortalama arılı çerçeve sayılarından yüksek bulunmuştur. Bu araştırmada, elde edilen  $18.30 \pm 0.89$  adet/koloni genel ortalama koloni popülasyonu değeri Genç vd., (1999)'nin Erzurum şartlarında  $18.49 \pm 1.25$  adet/koloni olarak

Erzurum ekotipi için bildirilen değerle ve Akyol ve Kaftanoğlu (2001)'nin Muğla x Kafkas ve Muğla x Muğla arıları için bildirdikleri  $17.2 \pm 0.9$  ve  $17.8 \pm 1.0$  değerlerle uyumlu bulunmuştur.

Bu çalışmada tek analı ve iki analı grupları için en yüksek kapalı yavru üretimi Temmuz ayında ve sırasıyla  $6065.97 \pm 230.51 \text{ cm}^2$ ,  $8419.67 \pm 536.78 \text{ cm}^2$  olarak belirlenmiştir. Dodoloğlu ve Genç (2002) ise Kafkas grubu için  $6196.80 \pm 130.32 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ , Kafkas x Anadolu grubu için  $6727.44 \pm 110.27 \text{ cm}^2/\text{koloni}$ , Anadolu x Kafkas grubu için  $6492.92 \pm 110.27 \text{ cm}^2/\text{koloni}$  ve Anadolu grubu için  $6146.29 \pm 130.32 \text{ cm}^2/\text{koloni}$  olarak belirlemiştir.

Alınan sonuçlar kuluçka üretiminin en yüksek olduğu ay itibarıyla literatür bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Fakat kapalı yavru üretimi ile ilgili olarak belirlenen maksimum değerler tek analı grupta literatür bildirişiyile uyuşurken, iki analı gruptaki ortalama değer literatür bildirişinden daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar iki analı koloni yönetiminin kapalı yavru üretiminde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Bir önceki dönemden kalan süzölmüş peteklerin kolonilere verilmesiyle yürütülen araştırmada



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

ortalama nektar akımı ağırlık kazancı değeri 40.41±2.99 kg/koloni olarak belirlenmiştir. Bu değer Dodoloğlu ve Genç (2002) tarafından aynı metodun kullanıldığı araştırma için bildirilen 19.63±1.12 kg değerinden daha yüksek bulunurken, Genç (1996) tarafından aynı metodun kullanıldığı araştırma için 44.80±1.46 kg/koloni olarak bildirdiği değerle uyusmaktadır.

Alınan sonuçlara göre, iki analı kolonilerin koloni gelişimi bakımından tek analı kolonilere olan üstünlüklerini nektar dönemi ağırlık artışı sağlama bakımından da sürdürmüştür. Başka bir deyişle iki analı koloniler nektar akımına daha büyük popülasyonlarla girerek daha fazla ağırlık artışı kaydetmişlerdir.

Araştırmada iki analı ve tek analı kolonilerden elde edilen ortalama bal verimi değerleri, Walton (1974), Duff ve Furgala (1990) gibi çeşitli araştırmacılar tarafından iki analı kolonilerin tek analı olanlara göre daha fazla bal verdikleri yönündeki literatür bildirişleriyle uyusmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen ortalama bal verimi değerleri Erzurum koşullarında Kafkas, Anadolu ve Erzurum ekotipleri için sırasıyla ortalama 30.62±3.22 kg, 32.63±5.17 kg ve 35.41±5.36 kg (Genç ve ark., 1999); Kafkas, Kafkas x Muğla, Muğla x Kafkas ve Muğla genotipleri için sırası ile 36.3±3.5, 33.1±3.5, 55.3±4.5 ve 43.0±4.1kg (Akyol ve Kaftanoğlu, 2001); Buckfast, Karniol, Kafkas ve Erzurum grupları için sırasıyla 28.08±2.37, 29.94±2.17, 19.28±2.13 ve 23.36±2.15 kg (Cengiz ve Erdoğan, 2017) olarak bildirilen değerlerden daha düşük iken; Tokat, Muğla, Karniyol, Kafkas-TKV, İtalyan ve Kafkas-Camili arılarıyla Tokat'ta yapılan bir çalışmada (Arslan, 2003); genotiplerin ortalama bal verimleri olarak bulunan sırasıyla 15.12±1.26, 14.22±1.04, 19.40±1.98, 15.87± 1.81, 19.55±1.78 ve 11.52±1.01 kg şeklindeki değerlerle benzerlik göstermektedir.

Araştırmada ilaçlama öncesi araştırma kolonilerinden elde edilen varroa bulaşıklık seviyesi %9.13±0.78 ile %17.41±1.39 arasında değişmiş ve ortalama %13.05±1.23 olarak bulunmuştur. Araştırmada kolonilerinden elde edilen ortalama %13.05±1.23 bulaşıklık oranı Emsen ve Dodoloğlu (2015)'nin farklı muamele grupları için bildirdiği (%16.06, %15.93, %14.36) ve Akyol ve Yeninar (2008)'in bildirdikleri %24,27 değerlerinden daha düşük bulunurken, Akyol vd., (2007)'nin bir yaşlı ana arıya sahip ve iki yaşlı ana arıya sahip koloniler için bildirdikleri (5.96; 11.58) varroa bulaşıklık

değerlerinden yüksek, Kumova (2001)'nin bildirdiği %13.32±0.29 değerle uyumlu bulunmuştur. Bu araştırmada gruplar arasında varroa bulaşıklık oranı bakımından gözlenen farklılık birçok araştırmacının varroa bulaşıklık oranı bakımından araştırma grupları arasında fark olmadığı yönündeki tespitleriyle çelişmektedir (Wagnitz ve Ellis., 2010; Cengiz, 2012; Giacomelli vd., 2016). Bu durumun iki analı koloni yönetim sisteminde iki ana arının varlığına bağlı olarak kuluçka etkinliğinin daha fazla olması ve bunun varroa bulaşıklık oranını artırdığı düşünülmektedir.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak araştırma koşullarında kolonilerin iki analı olarak düzenlenip yönetilmesi; ergin arı sayısı, kapalı yavru alanı, nektar akımı dönemi ağırlık kazancı, bal verimi bakımından önemli bir pozitif etki sağlarken; varroa parazitinin üreme hızını artırarak varroa bulaşıklık oranı bakımından da önemli bir artışa sebep olmuştur.

Bal akımından önce iki ana arılı sisteme dönüştürülen bir koloninin, tek ana arılı bir koloniden daha kalabalık bir popülasyon oluşturabilmesi nedeniyle sistem entansif bir yönetim sistemi olarak önem kazanmaktadır. Ancak, sistemin bütün yörelerde ve bütün uygulamalarda aynı ölçülerde başarılı olacağını düşünmek doğru değildir. Üretici kendine özgü üretim koşullarında birkaç kovanla işe başlamalı ve kendi koşullarına uygunluğunu belirlemelidir. Özellikle koşulların bölgeden bölgeye ve hatta aynı bölge içerisinde bile değişiklik gösterdiği göz önüne alınmalıdır.

### KAYNAKLAR

- Akyol, E., Kaftanoğlu O. (2001). Colony Characteristics and the Performance of Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) Bees and Their Reciprocal Crosses. *Journal of Apicultural Research*. 40(3-4):11-15.
- Akyol, E., Yeninar, H., Karatepe, B., Karatepe, M., Özkök, D. (2007). Effects of Queen age on Varroa (*Varroa destructor*) infestation level in honeybee (*Apis mellifera caucasica*) colonies and Colony Performance. *Italian Journal and Animal Sciences*. 6:143-149.
- Akyol, E., Yeninar, H. (2008). Controlling of Varroa desrtructor (Acari: Varroidae) in honeybee:

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies by using of Thymovar® and BeeVital. *Italian Journal and Animal Sciences*. 7(2):237-242.
- Akyol, E., Ünal A., Yeninar, H., Özkök D., Öztürk, C. (2014). Comparison of Colony Performances of Anatolian, Caucasian and Carniolan Honeybee (*Apis mellifera* L.) Genotypes in Temperate Climate Conditions. *Ital J Anim Sci*. 13:637-640.
- 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.
- Arslan, S., Hamgir, B. (2010). Ana Arı Üretiminde Farklı Koloni Populasyonuna Sahip Analı ve Anasız Başlatma Kolonileri İle Üretim Mevsiminin Ana Arı Kalitesi ve Yetiştiricilik Parametreleri Üzerine Etkileri. *JAFAG*, 2010(2):81-88.
- Budak, ME. (1992). Türkiye’de Çeşitli Kurumlarda Yetiştirilen Ana Arılar İle Oluşturulan Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Fizyolojik, Morfolojik ve Davranış Farklılıklarının Araştırılması. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Ankara.
- Cengiz, MM. (2007). Kontrollü Şartlarda Yetiştirilen Ana Arılarla Oluşturulan Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Farklı İşletmelerdeki Performanslarının Belirlenmesi. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Erzurum.
- Cengiz, MM. (2012). In honey bee Colonies (*Apis mellifera* L.), Usage of different organics compounds and their effects to colony performance against *Varroa destructor* infestation. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. 18(Supplement A):133-137.
- Cengiz, MM., Erdoğan, Y. (2017). Comparison of Wintering Ability and Colony Performances of Different Honeybee (*Apis mellifera* L.) Genotypes in Eastern Anatolian/Turkey Conditions. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. 23:865-870.
- Cengiz, MM., Dülger, C. (2018). Gezginci ve Sabit Arıcılık İşletmelerinde Kontrollü Şartlarda Yetiştirilen Ana Arılarla Oluşturulan Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Bazı Fizyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg*. 13: 19-27.
- Çakmak, İ., Çakmak, S., Fuchs, S., Yeninar, H. (2011). Balarısı Kolonilerinde Varroa Bulaşıklık Seviyesinin Belirlenmesinde Pudra Şekeri ve Deterjan Yönteminin Karşılaştırılması. *U. Bee J. / U. Arı D*. 11:63-68.
- Dodoloğlu, A., Genç, F. (2002). Kafkas ve Anadolu balarısı (*Apis mellifera* L.) ırkları ile karşılıklı melezlerinin bazı fizyolojik özellikleri. *Turk J Vet Anim Sci*. 26:715-722.
- Doğaroğlu, M., 2008. Modern Arıcılık Teknikleri. Anadolu Ofset San. Tic. Ltd. Şti., 304 s, Bağcılar/İstanbul. ISBN: 975-94210-0-3.
- Duff, R., Furgala B. (1990). A Comparison of Three Non-Migratory Systems for Managing Honey Bees (*Apis mellifera* L.) in Minnesota. *Am Bee J*. 130:44-48.
- Emsen, B., Dodoloğlu, A. (2015). The efficacy of thymol and oxalic acid in bee cake against bee mite (*Varroa destructor* Anderson&Trueman) in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Univ Vet Fak Derg*. 21:41-45.
- 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 Bilimleri Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Erzurum.
- Genç, F. (1996). Erzurum Koşullarında Ahşap ve Strafor Kovanlardaki Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Kışlatma Sonrası Sezonadaki Performanslarının Karşılaştırılması. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg*. 27:398-410.
- Genç, F., Dülger, C., Dodoloğlu, A. ve Kutluca, S. (1999). Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum Balarısı (*Apis mellifera* L.) genotiplerinin Erzurum koşullarındaki bazı fizyolojik özelliklerinin Karşılaştırılması. *Turk J Vet Anim Sci*. 23:645-650.
- Gençünal, M. (2012). Organik Asitlerle Yapılan Varroa Mücadelesi ve Uygulama Yöntemleri. *U Arı D. / U. Bee J*. 12:111-114.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Giacomelli, A., Pietropaoli, M., Carvelli, A., Iacoponi, F., Formato, G. (2016). Combination of thymol treatment (Apiguard®) and caging the queen technique to fight *Varroa destructor*. *Apidologie*. 47: 606-616.
- Gregorc, A., Knight, PR., Adamczyk, J. (2017). Powdered sugar shake to monitor and oxalic acid treatments to control varroa mites (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research*. 56:71-75.
- Gris Valle, AG., Guzman-Noova, E., Benitez AC., Rubio JAZ. (2004). The effect of using two honey bee (*Apis mellifera* L) queens on colony population, honey production, and profitability in the Mexican high plateau. *Tec. Pecu. Mex*. 42:361.377.
- Güler, A., Kaftanoğlu, O. (1999). Türkiye'deki önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin göçer arıcılık koşullarında performanslarının karşılaştırılması. *Turk J Vet Anim Sci*. 23:577-581.
- Kumova U. (2001). *Varroa jacobsoni* kontrolünde ülkemizde kullanılan bazı ilaçların etkinliğinin araştırılması. *Turk J Vet Anim Sci*. 25:597-602.
- Lensky, Y., Slabezki, Y. (1981). The inhibiting effect of the queen bee (*Apis mellifera* L.) foot-print pheromone on the construction of swarming queen cups. *Journal of Insect Physiology*, 27:313-323.
- Oliver, R. (2008). Powdered sugar dusting—sweet and safe- but does it really work? Part-1. *Am Bee J*. 148:1077-1084.
- Önk, K., Cengiz, MM., Yazıcı, K., Kırmızıbayrak, T. (2016). Effects of Rearing Periods on Some Reproductive Characteristics of Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) Queen Bees. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 11(3), 259-266.
- Öztürk, Aİ. (2014). Ana arıda kalite kavramı ve ana arı kalitesini etkileyen faktörler. *Anadolu*, 24(1):53-59.
- Szabo, TI., Lefkovitch, LP. (1989). Effect of brood production and population size on honey production of honeybee colonies in Alberta, Canada. *Apidologie*. 20:157-163.
- van Engelsdorp, D, Gebauer S, Underwood, R. (2009). A modified two-queen system: “tower” colonies allowing for easy drone brood removal for varroa mite control. *Science of Bee Culture*.1:1-5.
- Wagnitz, JJ., Ellis, MD. (2010). Combining an artificial break in brood rearing with oxalic acid treatment to reduce varroa mite levels. *Science of Bee Culture*. 2:6-8.
- Walton, GM. (1974). The single-queen and two-queen systems of colony management under commercial beekeeping conditions. *J Roy New Zeal Hort*. 2:34-43.
- Winston, ML., Mitchell, SR. (1986). Timing of package honey bee (*Hymenoptera: Apidae*) production and use of two-queen management in southwestern British Columbia Canada. *Journal of Economic Entomology*. 79:952-956.
- Winston, ML., Higo HA., Colley, SJ., Pankiw, T., Slessor, KN. (1991). The role of queen mandibular pheromone and colony congestion in honey bee (*Apis mellifera* L.) reproductive swarming (*Hymenoptera: Apidae*). *Journal of Insect Behavior*. 4:649-660.

## ASSESSMENT OF API TOURISM IN TURKEY BY SWOT ANALYSIS

### Sağlık Turizmi Açısından Api Turizmin SWOT Analizi İle Değerlendirilmesi

Belma SUNA

Tourism and Hotel Management Vocational School, Gaziantep University, Gaziantep/TURKEY, E-posta: belma974@hotmail.com, ORCID No.: 0000 0003 0710 2677

Geliş tarihi / Received:25.09.2018 Kabul Tarihi / Accepted:20.12.2018 DOI: <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.568241>

#### ABSTRACT

In this research, the api tourism potential of Turkey was evaluated by SWOT analysis. The purpose of the study is to determine current situation of api tourism in Turkey within the scope of health tourism. Statistical databases of Turkey Bee Breeding Center Union, Turkey Statistical Institute and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the findings achieved by international and national studies have been utilized in the paper. At the end of the SWOT analysis strengths, weaknesses, opportunities and risks of the api tourism in Turkey has been determined. According to the findings, having the 3rd most significant beehive reserve in the world, being one of the 12 most essential gene centers of the world concerning flora, and applying apitherapy methods that are considered as a part of the traditional and complementary medicine in accommodation centers is already legalized by the Ministry of health. Its weaknesses are absence of provinces that have the most beehives in Turkey among the api routes, deficiency on promoting and marketing as a bee route, and underdeveloped api tourism consciousness.

**Keywords:** Health Tourism, Traditional and Complementary Medicine, Api tourism, Turkey

#### ÖZ

Bu araştırmada Türkiye'nin api turizm potansiyeli SWOT analizi ile değerlendirilmiştir. Araştırma; api turizmin Türkiye'deki şimdiki durumunu tespit etmek ve sağlık turizmi kapsamındaki potansiyelinin değerlendirilmesi amacını taşımaktadır. Çalışmada, Türkiye Arı Yetiştiriciliği Merkez Birliği, Türkiye İstatistik Kurumu ve Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)'a ait istatistiki verilerinden ve konu ile ilgili uluslararası ve ulusal düzeyde yapılmış çalışma bulgularından yararlanılmıştır. Yapılan SWOT analizi sonucunda, Türkiye'de api turizmin güçlü ve zayıf yönleri ile fırsatları ve tehdit unsurları tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, Türkiye'de api turizmin en güçlü yönleri; dünyada üçüncü sırada kovan varlığına sahip olması, flora açısından dünyanın en önemli 12 gen merkezi arasında yer alması ve geleneksel ve tamamlayıcı tıp yöntemlerinden biri olarak kabul edilen api terapinin konaklama tesisleri içinde uygulanmasının Sağlık Bakanlığı'nca onaylanmış olmasıdır. Api turizmin en zayıf yönleri ise; Türkiye'de en fazla arı kovanına sahip olan illerin henüz arı rotası kapsamında değerlendirilmemesi, arı rotası olarak tanıtım ve pazarlama çalışmalarının eksikliği ve yeterince gelişmemiş api turizm bilinci olduğudur.

**Anahtar Kelimeler:** Sağlık turizmi, Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp, Api turizm, Türkiye

#### GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

**Amaç:** Araştırma; api turizmin Türkiye'deki şimdiki durumunu ortaya koymak ve tedavi amaçlı kullanılan, arıdan elde edilen polen, propolis gibi tıbbî ürünlerin geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında sağlık

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

turizmi kapsamındaki potansiyelinin değerlendirilmesi amacını taşımaktadır. Bu araştırma sağlık turizmi açısından api turizmin yeri ve Türkiye için önemini belirtmek amacıyla hazırlanmış bir derleme çalışmasıdır. Bu çalışma api turizmin sağlık turizmi içindeki yerini belirleyerek, arıcılığın yaygın olduğu ülkemizde, çeşitli bölge veya illerde api terapi uygulama merkezleri kurulması konusunda farkındalık yaratması açısından önem taşımaktadır.

**Gereç ve Yöntem:** Bu araştırma kavramsal nitelik taşımaktadır. Bunun yanı sıra araştırma için Türkiye Arı Yetiştiriciliği Merkez Birliği, Türkiye İstatistik Kurumu ve Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)'a ait istatistiki verilerinden ve konu ile ilgili uluslararası ve ulusal düzeyde yapılmış çalışma bulgularından yararlanılmıştır. Yapılan SWOT analizi sonucunda, Türkiye'de api turizmin güçlü ve zayıf yönleri ile fırsatları ve tehdit unsurları tespit edilmiştir.

**Bulgular:** Türkiye'de api turizmin en güçlü yönleri; dünyada üçüncü sırada kovan varlığına sahip olması, flora açısından dünyanın en önemli 12 gen merkezi arasında yer alması ve geleneksel ve tamamlayıcı tıp yöntemlerinden biri olarak kabul edilen api terapinin konaklama tesisleri içinde uygulanmasının Sağlık Bakanlığı'nca onaylanmış olmasıdır. Api turizmin en zayıf yönleri ise; Türkiye'de en fazla arı kovanına sahip olan illerin henüz arı rotası kapsamında değerlendirilmemesi, arı rotası olarak tanıtım ve pazarlama çalışmalarının eksikliği ve yeterince gelişmemiş api turizm bilinci olduğudur.

Türkiye'nin api turizmi açısından fırsatları arasında, Avrupa'da yaşayan yaşlı nüfusun fazla olması sebebiyle bazı hastalık durumlarında uzun süre beklemek yerine farklı ülkelerde tedavi olma arayışları içerisinde olmaları, bununla birlikte turizm anlayışının değişmesi ile birlikte doğaya ve doğal olana talebin artması sonucu arının ekolojik denge içindeki öneminin artması sayılabilir. Türkiye'nin Ortadoğu'da olan savaşlara olan yakınlığı, siyasi krizler ve terör olaylarından kaynaklanan diğer ülkelere karşı bazı olumsuz imajı olması ve Avrupalı seyyahların çoğunun Slovenya, Polonya ve Ukrayna gibi api turizmde gelişmiş bu ülkelere gitmeyi tercih etmesi, Türkiye'nin api turizm açısından karşı karşıya kaldığı tehditlerden bazılarıdır.

**Sonuç:** Api turizmin Türkiye'deki şimdiki durumunu ortaya koymak ve tedavi amaçlı kullanılan, arıdan elde edilen polen, propolis gibi tıbbi ürünlerin geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında sağlık turizmi kapsamındaki potansiyelinin değerlendirilmesi amacını taşıyan bu çalışmada Türkiye'nin api terapi uygulamalarının gerçekleştirildiği api turizm türü için çok elverişli bir altyapı sergilediğini söylemek mümkündür. Ancak var olan bu potansiyelin farkında olarak doğru adım atmak henüz gelişmekte olan bir api turizm türünün daha sağlam temellere dayandırılmasını sağlayacaktır.

Bu kapsamda yapılması gereken en önemli şey Sağlık Bakanlığı, Turizm Bakanlığı, Tarım Bakanlığı, Arıcılar Birliği, Arıcılık Araştırma Enstitüsü, Api terapi Derneği, Arı Üreticileri ve TURSAB yetkililerinin bir araya gelerek bu konuda bir fikir birliğine vararak Api terapi uygulamaları için Api Turizm Modeli geliştirmek olacaktır. Aksi takdirde uyumlu bir hareket planı olmadığı için dünyada var olan arı turizmin Türkiye'de hak ettiği yere gelmesi zaman alacaktır. Bu gecikme başlangıçta arı üreticileri ve yerel halk için bir kazanç kaybı olabileceği gibi uzun vadede ülkemiz için döviz girişi kaybı şeklinde sonuçlanacaktır.

### INTRODUCTION

The standard definition of tourism includes the travel of people away from their traditional residing or working places, amenities provided within the interval of traveling and established facilities to respond to the needs of travelers (Mathiesson and Wall, 1982).

As a result of technological developments, increased tourism demands resulted in the emergence of different tourism types such as mass tourism, alternative tourism, cultural, nature, social and, recreational tourism (Tutorialspoint, 2016). Health

tourism, one of the recently emerged tourism types, can be defined as the travel made to improve or maintain one's health by visiting weight-loss camps, naturopathy centers and, health resorts (Tutorialspoint, 2016). For the case of the api tourism that is a subtype of the health tourism, products obtained from bees such as honey, pollen, propolis, bee venom is used in the habitat of bees with the goal of improving and maintaining human health (Suna, 2018).

This study is crucial to determine the position of the api tourism in the health tourism and to raise awareness about establishing api therapy centers in

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

certain locations among various regions or provinces where beekeeping is common.

Although tourism has been realized in the first ages for economic, faith, health, and sports purposes, it has become a phenomenon aimed at free time, rest, relaxation, adventure and hobbies (Yıldız, 2011). This changing phenomenon has caused the emergence of different types of tourism such as cultural heritage tourism, ethnic tourism, plateau tourism, camping and caravan tourism, cave tourism, sports tourism, hunting tourism and so on. Health tourism is the tourism types that has emerged as a result of this change.

Health tourism is activities of one's visits and accommodations in facilities with natural resources with the aim of treatment, health protection, surgical intervention, cures, and other similar needs for a while (Albayrak, 2013; Cemal, 2000). Another definition of health tourism is travel of one to other countries from the residential country in order to regain health (Albayrak, 2013; Salem, 2002).

Cultural differences and similarities between societies, differences between the levels of income, education, knowledge among the people are among the variables of health tourism. Accordingly, some people who benefit from health tourism are only interested in the medical services they will receive, while others are researching package tourism services (Lagiewski and Myers, 2008). Some of the main reasons why people consider health tourism are high costs of alternatives, long waiting lists, differences in quality levels and social reasons. (Albayrak, 2013).

Health tourism is handled in two categories as medical tourism and thermal tourism. Thermal tourism is a tourism type does not require medical treatment. During thermal tourism curing natural water containing salts and minerals at a certain temperature covers the need for resting and recreation. On the other hand, medical tourism consists of travels for the needs of medical treatment or medication (Albayrak, 2013). Api tourism, subject of this study, includes both types of health tourism. While the products obtained from bee such as pollen, propolis, bee venom, honey, beeswax can be evaluated within the scope of medical tourism. It is necessary to go to the place where the service is offered, as in thermal tourism, to perform other treatment applications such as api bed (bee bed) or api air (bee air). For these reasons, while api tourism is considered within the scope of health tourism, it is

included in both medical tourism and thermal tourism type.

Apitherapy is a method of treatment by using bee products such as honey, pollen, royal jelly, and propolis to improve health or prevent disease (Çelik and Aşgun, 2014). Api-tourism's definition starts with bee culture and continues with raising the awareness of the environment and human life together with travel and education experiences. As a new concept in the travel and travel industry, api-tourism has emerged and developed as an essential component of the green economy (Korosec, 2016). In other words, api tourism is a collection of activities that occur in a period when a special mass having knowledge of the bee culture goes to bee's natural environment and accommodate there in order have a better grasp of apiculture, to maintain a healthy life or for treatment. (Suna, 2018).

### MATERIAL and METHODS

This research is written in the conceptual type. SWOT Analysis has been used for this paper in order to determine the situation of Api Tourism in Turkey within the scope of health tourism. The SWOT analysis (assessment of strengths, weaknesses, opportunities, and threats) is not a new technique but has been developed previously to assess the situation and expectations of businesses, a particular region or a new concept.

### RESULTS

Strengths and weaknesses are the characteristics of the region or organization that under the assessment. Opportunities and threats address the broader context or environment of the existence of the organization or region (Lawhead, Veglak & Thomas, 1992).

#### Strengths

Turkey's strengths and weaknesses concerning api tourism is as follows:

- By comparison, hospitals in Turkey has better infrastructure and technological equipment than other countries (Albayrak, 2013).
- There are cheaper health services compared to other European countries in Turkey which provides a price advantage to people (Selvi, 2008).
- Quality of accommodation, recreation, and

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

entertainment services are adequate (Edinsel and Adigüzel, 2014).

- Level of knowledge and experience that allows doctors and services in Turkey conform to specified standards (Edinsel and Adigüzel, 2014).
- Due to its long-lasting climate and its location in the middle of Asia and Europe, it has geographic areas with historical, natural and cultural attractions.
- Thanks to its close relationship with the European Union and Muslim society, it can be easily incorporated into both western and eastern markets.
- Due to the beautiful and diverse climate, a tourism package including other types of tourism can be easily prepared.
- Turkey has placed the first ranks in the world in beekeeping industry which consist production of bee products such as honey and beeswax (Food and Agriculture Organization, 2013).
- The beekeeping activities are carried out in almost every region of Turkey and Turkey has been located as an essential gene center between the three continents (Çelik and Aşgun, 2014).
- It has 75% of the world's honey producing vegetation and also has more than 9000 flowery plant species, of which 3000 are endemic within the 11,500 flowery plants species of Europe continent (Beekeeping Sector Meeting Report, 2016).
- The 80% of pine honey production in Turkey is carried out in Muğla. Its sixth position concerning tourist attraction among Turkey cities will contribute positively to the creation of an api tourism package (Bahar and Yılmaz, 2016).
- According to the data of the beekeeping sector meeting in 2016, Turkey ranks 3rd in the world concerning hive assets (Beekeeping Sector Meeting Report, 2016).
- The implementation of apitherapy, which considered as one of the traditional and complementary medicine methods, within the accommodation facilities has been approved by the Ministry of Health (Ministry of Health, 2017).

### Weaknesses

- Api tourism does not have the necessary organization to perform activities because it is a new type of tourism in Turkey.
- Apitherapy practices have been applied in hospitals in a separate department, but it has not been noticed that apitherapy can also be applied in the accommodation centers.
- Owing to the insufficient knowledge of the

tourism agencies, promotion, and marketing activities have not started yet.

- The marketing and strategy development efforts required for Turkey's api tourism, have not been started yet.
- Although some countries like Slovenia, Germany, Britain, Ukraine and, Poland have already formed a bee tourism trail, Turkey is not placed in that route yet (Apimondia Working Group, 2014; Hellner et. al. 2008)
- Besides that, no cooperation or connection has been established with api tourism routes in other countries.
- Activities of api tourism will be carried out in rural areas (near the hives), it will take time to inform beekeepers, local people and local governments about.
- Similarly, the lack of adequate accommodation, food, and beverage companies to accommodate tourists for these activities which will be carried out in rural areas (near the hives) poses a problem.

### Opportunities

The opportunities and threats concerning Turkey's api tourism are as follows:

- The importance of bee in the ecological balance is the attraction for tourists because of the understanding of tourism that shaped by the increase in demand for natural and natural products (İçöz, 2009).
- Airline companies and airports are owned by Turkey can even facilitate transportations from far away (Albayrak, 2013)
- Because of the large number of older adults living in Europe, in some cases, patients tend to seek treatment in different countries instead of waiting for a long time (Gülen and Demirci, 2012).
- Bee products gained from Turkey's 3,000 endemic flower plant will provide extra charm (Semerci, 2017).

### Threats

- Turkey has a negative image resulting from its proximity to war in the Middle East, political crises and terrorism (Ministry of Health of Turkey, Strategic Plan, 2013-2017)
- This negative image leads to bad publicity and lobbying against Turkey applied in some countries.
- Most European travelers go to developed countries concerning Api tourism such as Slovenia,

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Poland, and Ukraine (Gleeson, 2014; Wos, 2014).

- In Turkey, the average efficiency is 14.3 kg per colony, which is 32% lower than the world average. As a result, Turkey has a low efficiency in the production of honey per colony (Çevrimli and Sakarya, 2018).

- There is the danger that apitherapy, which can be administered unconsciously by beekeepers, will spread away from the legal framework (Ministry of Health, 2017).

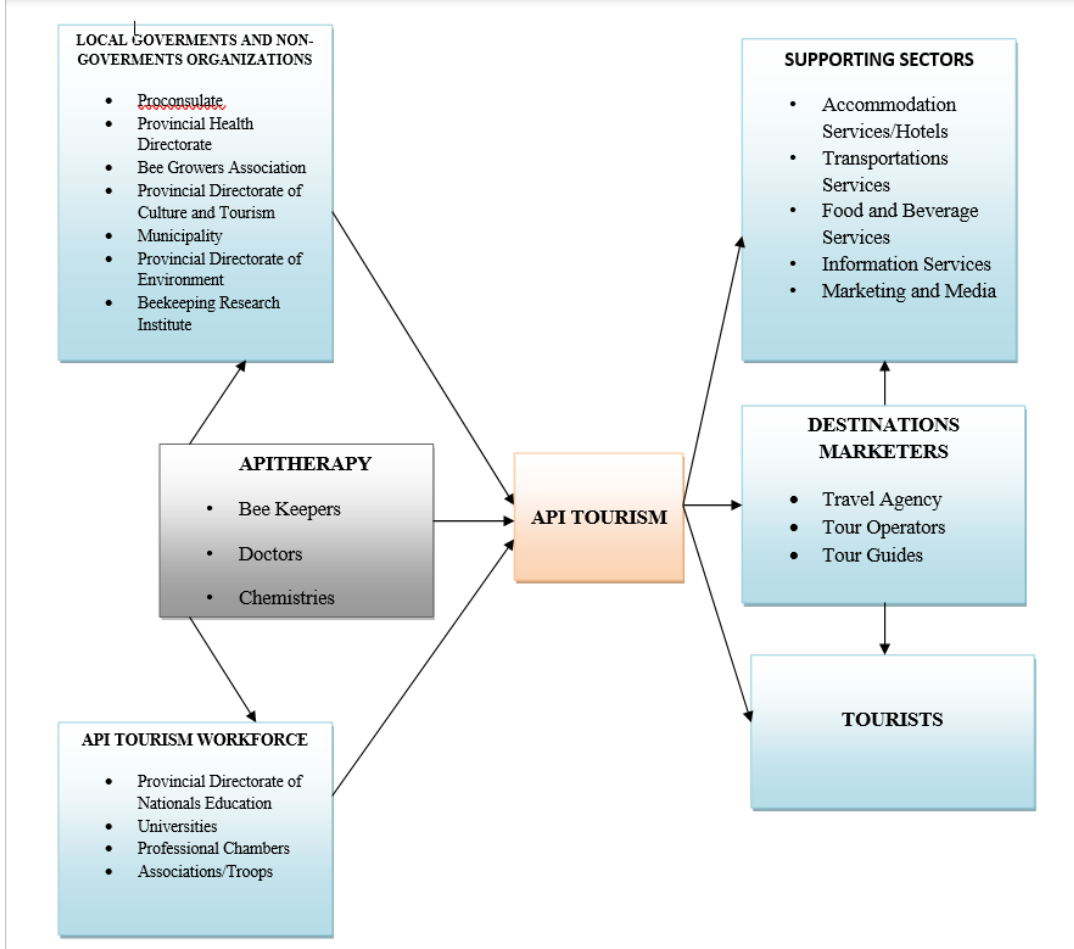


Figure 1: A Model of Api Tourism Development

### DISCUSSION AND CONCLUSION

The first purpose of this research is to determine the current situation of Api tourism in Turkey. The second one is to evaluate the potential of bee products used in traditional and complementary medicine applications within the scope of wellness tourism. As a consequence, the most remarkable result is that Turkey has sufficient substructure for api tourism where api therapy implementations are applied.

The most important thing to be done within this

scope will be gathering of Ministry of Health, Ministry of Tourism, Ministry of Agriculture, Beekeepers Association, Apiculture Research Institute, Api Therapy Association, Bee Producers and TURSAB officials for the agreement on this issue and the development Api Tourism Model for Apitherapy applications. Otherwise, since there is no compatible action plan, it will take time to come to the position Turkey deserves among all the api tourism points that exist all over the world. This delay will initially be a loss of earnings for bee producers and residents. However, in long-term, it will result in a loss of foreign



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

exchange flows to our country.

Another problem that the lack of coordination and action plan might reveal is that people ability of implementation of whom is not qualified for apitherapy. This kind of implementations might cause death and cause undesirable results by putting people who are allergic to bee and bee products into more significant hazards. In the light of the findings obtained an api tourism improve model are given Figure 1:

Consequently, in our country, which has a vibrant flora of plants, the indispensable value of the bee in the ecological balance should be kept in mind. Basing on this logic api tourism will provide extra income for beekeepers and local public. Thus, it will contribute to regional development. Also, api tourism implementation plan which can be applied for both therapeutic and preventive, protection purposes should be laid out to cover all stakeholders and must be urgently implemented.

Finally, this research has been limited as a conceptional article; this issue can be studied as a research article for further investigation.

### REFERENCES

- Albayrak, A. (2013). Alternatif Turizm, Ankara, Detay Yayıncılık, s. 31-112.
- APIMONDIA Working Group: Apimondia and Apitourism 3 rd International Conference of the Beekeeping Associations organised by Slovenian Beekeepers' Association Brdo pri Lukovici, Slovenia 20.-21. November 2014
- Bahar, O. ve Yılmaz, E. (2016). Arı Turizmi ve Muğla'da Uygulanabilirliği, Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Beekeeping Sector Meeting Report, 2016,
- Cemal, D. (2000). Ankara'da Termal Turizm Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Ana Bilim Dalı s.4.
- Çelik, K. and Aşgun, H.F. (2014). Apiterapi El Kitabı, AB Projesi.
- Çevrimli, M.B. and Sakarya, E. (2018), Türkiye Arıcılık Sektöründe Mevcut Durum, Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 15(1), 58-67.
- Edinsel, S. And Adıgüzel, O. (2014), Türkiye'nin Sağlık Turizmi Açısından Son Beş Yıldaki Dünya Ülkeleri İçindeki Konumu ve Gelişmeleri, Çankırı Karatekin University *Journal of The Faculty of Economics and Administrative Sciences*, Volume 4, Issue 2, pp.167-190.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations,2013.
- Gleeson, G. M. 2014. "Aritours Travel Agency Api Routes
- Gülen, K.G. ve Demirci S. (2012). "Türkiye'de Sağlık Turizmi Sektörü", İstanbul Ticaret Odası, Sektörel Etütler ve Araştırmalar, İstanbul, s. 160.
- Hellner, M., Winter, D. Georgi, R.V. and Münstedt, K. Apitherapy: Usage And Experience In German Beekeepers, Evid Based Complement Alternat Med. 2008 Dec; 5(4): 475-479.
- İçöz, O. (2009). Sağlık Turizmi Kapsamında Medikal (Tıbbi) Turizm ve Türkiye'nin Olanakları, *Journal of Yaşar University* 4(14).
- Korosec, T.A. (2016). Api Turizmi, Api Sağlık, Api Terapi, Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Lagiewski R. M. ve Myers W. (2008). "Medical Tourism: Perspectives and Applications For Destination Development", Croatia: American College Of Management And Technology.
- Lawhead, T., Veglak, P. & Thomas, P. (1992). Ecotourism in the Pacific. Workshop: Summary of Proceedings and Outcomes. (pp. 179-186). Auckland University.
- Mathieson, A. ve Wall, G. (1982). Tourism: Economic, Physical and Social Impacts. Longman. Michigan University.
- Salem, H.S. (2002). Curative Tourism in Jordan a Potential Development, Bournemouth University, Thesis for the Fulfillment of Main European Tourism Management, United Kingdom, s. 24.
- Selvi, Murat S. (2008): "Sağlık Turizmi", Turistik Ürün Çeşitlendirmesi, (içinde) Editörler: N. Hacıoğlu ve C. Avcıkurt, Nobel Yayın, Ankara, 2008, ss. 275-29
- Semerci, A. (2017), Türkiye Arıcılığının Genel Durumu ve Geleceğe Yönelik Beklentiler, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2):107-118.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Suna, B. (2018). Api Turizm'in Türkiye'deki Yeri ve Önemi, *U. Arı D. / U. Bee J.* 2018, 18 (1): 42-51.
- Ministry Of Health Of Turkey, Strategic Plan, 2013-2017.  
<https://sgb.saglik.gov.tr/Dkmanlar/Strategic%20Plan%202013-2017.pdf>.
- Ministry Of Health Of Turkey 2017, Apiterapi Uygulaması Hakkında Bilgilendirme, <http://getatportal.saglik.gov.tr/TR,24674/apiterapi-uygulamasi-hakkinda-bilgilendirme.html>.
- Ministry Of Health Of Turkey, Traditional and Complementary Medicine Methods, (2014), <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=7.5.20164&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=geleneksel%20ve%20tamamlay%C4%B1c%C4%B1>.
- Tutorialspoint, (2016), Tourism Management, Simply Easy Learning.
- Wos, B. (2014), Api Tourism in Europe, *Journal of Environmental and Tourism Analyses* Vol. 2. 1 (2014) 66-74.
- Urry J. (2002). *The Tourist Gaze*, 2nd edition, London: SAGE.
- Yıldız, Z. (2011), Turizmin Sektörünün Gelişimi Ve İstihdam Üzerindeki Etkisi, *Süleyman Demirel Vizyoner Dergisi*, Y.2011, C.3, S.5. s.54-71.

## LD<sub>50</sub> VALUES MAY BE MISLEADING PREDICTORS OF NEONICOTINOID TOXICITY ACROSS DIFFERENT BEE SPECIES

Neonikotinoidlerin Zehir Etkilerini Belirlemede LD<sub>50</sub> Değerleri Farklı Arı Türleri İçin Yanıltıcı Bir Öngösterge Olabilir

Christopher MAYACK<sup>1,2,3</sup>, Samuel BOFF<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Institute for Biology /General Zoology, 06120 Halle (Saale), GERMANY

<sup>2</sup>Swarthmore College, Biology Department, Swarthmore, PA, 19081, USA

<sup>3</sup>Molecular Biology, Genetics, and Bioengineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Sabancı University, Istanbul, 34956, TURKEY, Corresponding author/Yazışma yazarı: cmayack@gmail.com, ORCID No.: 000-003-0213-2149

<sup>4</sup>Federal University of Grande Dourados, Faculty of Biological and Environmental Sciences, 79804-970, Dourados, BRASIL, ORCID No.: 0000-0003-2649-3619

Geliş tarihi / Received: 16.11.2018 Kabul Tarihi / Accepted: 11.01.2019 DOI: <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.568251>

### ABSTRACT

The importance of not only honey bees (*Apis mellifera*) but also other non-managed bee species and their pollination services has come to light with their recently reported declines. One contributing factor in these declines is thought to be sub-lethal exposure to neonicotinoid insecticides such as thiacloprid. However, current government regulatory agencies do not require the assessment of insecticide toxicity on bee species other than the honey bee, even though previous studies have demonstrated that sensitivity to insecticides is not likely to be generalizable from honey bees to non-managed bee species. Replicating standardized protocols and testing five different doses of thiacloprid on individual caged bees, we assessed the acute contact toxicity by calculating mortality and the lethal dose (LD<sub>50</sub>) value for three bee species with different life history traits: *Apis mellifera*, *Bombus terrestris*, and *Osmia bicornis*. We found that *Apis mellifera* and *Osmia bicornis* had significantly higher mortality in comparison to *Bombus terrestris*, but there was no dose-dependent response for any of the three bee species. Bee size and sex were also not useful predictors of thiacloprid toxicity. These results suggest that solely relying on LD<sub>50</sub> values, especially when they do not produce a dose-dependent response, may be misleading when assessing insecticide toxicity risk for honey bees and other non-managed bee species.

**Keywords:** Neonicotinoid, Thiacloprid, Bee health, Mortality, Toxicity

### ÖZ

Son yapılan kayıp raporları ile sadece bal arıları değil diğer yabani arılar ve onların yaptığı tozlaşma hizmeti gündeme gelmiş oldu. Bu kayıpların oluşmasında önemli faktörlerden biri örneğin thiacloprid gibi neonikotinoid böcek öldürücülerin ölümcül etkinin altındaki dozları düşünülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar göstermişti ki böcek öldürücülere karşı duyarlılığı bal arıları üzerinde yapılan çalışmaları kullanarak yabani arılar için genelleştirmek doğru olmaz. Gerçi güncel devlet düzenleme kurumları bal arısı dışında diğer arılar üzerinde böcek öldürücüler ile ilgili değerlendirmeyi gerekli görmez. Kafese konulmuş her bir arı üzerinde thiacloprid'in beş farklı dozunu test ve standart protokolü tekrar ederek farklı yaşam karakterlerine sahip üç farklı arı türü için ani temas ile zehirlenmeyi ölüm oranlarını hesaplayarak ve ölümcül doz (LD<sub>50</sub>) değerlerini kullanarak belirledik. Bu

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

çalışma ile *Apis mellifera* ve *Osmia bicornis* türlerinde *Bombus terrestris*'e göre ciddi derecede yüksek arı ölümleri tespit ettik. Fakat üç farklı arı türü için doza bağlı bir reaksiyon görülmemiştir. Arı büyüklüğü ve cinsiyet thiacloprid zehirlenmesi için yararlı bir öngösterge değildir. Bu sonuçlara göre doza bağlı bir reaksiyon üretilmeden tamamen LD<sub>50</sub> değerlerine güvenmek, bal arılarında ve yabani arı türlerinde böcek öldürücülerin zehir seviyesini belirlemede yanıltıcı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Neonikotinoid, Thiacloprid, Arı sağlığı, Ölüm oranı, Zehirlilik

### GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

**Amaç:** Son yapılan kayıp raporları ile sadece bal arıları değil diğer yabani arılar ve onların yaptığı tozlaşma hizmeti gündeme gelmiş oldu. Bu kayıpların oluşmasında önemli faktörlerden biri örneğin thiacloprid gibi neonicotinoid gibi böcek öldürücülerin ölümcül etkinin altındaki dozları düşünülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar göstermiştir ki böcek öldürücülere karşı duyarlılığı bal arıları üzerinde yapılan çalışmaları kullanarak yabani arılar için genelleştirmek doğru olmaz. Gerçi güncel devlet düzenleme kurumları bal arısı dışında diğer arılar üzerinde böcek öldürücüler ile ilgili değerlendirmeyi gerekli görmemez.

Bu nedenle bu çalışmanın amacı bal arılarındaki thiacloprid zehir seviyesinin diğer arılar için genelleme yapılabileceği yapılamayacağıdır.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışma Almanya Martin Luther Üniversitesi Genel Zooloji bölümünde Arı laboratuvarında yapılmıştır. Çalışma 2014 yılı Haziran-Ağustos arasında 24 °C de laboratuvar koşullarında yapılmıştır.

*Osmia bicornis* kozaları önceki yıl kültüre alınmış *Phragmites* köklerini içeren suni yuva kutularından hasad edilmiştir. Kozalar köklerden alınıp 4 °C ihtiyaç olana kadar tutulmuştur. *Bombus terrestris* yuvaları ise ticari olarak KOPPERT Deutschland'den satın alınmış, üç yuva 24 °C laboratuvarında tutulmuş ve ağızdan sukroz ve polen ile beslenmiştir. Yeni çıkan dişi işçi arılar üç yuvadan böcek vakumu kullanılarak tesadüfi olarak toplanmıştır. Her gurup için en az 30 işçi arı kullanılmıştır.

Yeni çıkan *Apis mellifera* arılarını tedarik etmek için 3 farklı kökenli koloniden yavru çerçeveleri alındı ve 35 °C inkübatörde tutulurken gece ergin arı olarak çıkmışlardır. Bu çerçevelerden (< 24 saat) deneme için çıkan arılar tesadüfi olarak alınmıştır. Her bir deneme gurubu için en az 30 işçi kullanılmıştır. Daha sonra *Apis mellifera*'da zehirlenme araştırmaları için standart kılavuz takip edilmiştir (Medrzycki et al. 2013). Kafese konulmuş her bir arı üzerinde thiacloprid'in beş farklı dozunu test ve standart protokolü tekrar ederek farklı yaşam karakterlerine sahip üç farklı arı türü için ani temas ile zehirlenmeyi, ölüm oranlarını hesaplayarak ve ölümcül doz (LD<sub>50</sub>) değerlerini kullanarak belirledik.

**Bulgular:** Bu çalışmada *Apis mellifera* ve *Osmia bicornis* türlerinde *Bombus terrestris*'e göre ciddi derecede yüksek arı ölümleri tespit ettik. Ek olarak işlem görmeyen kontrol arıları böcek öldürücüler ile muamale edilen arılar göre ciddi derecede yüksek yaşama seviyesi göstermiştir. Fakat üç farklı arı türü için doza bağlı bir reaksiyon görülmemiştir.

*Apis mellifera* and *Osmia bicornis* türleri *Bombus terrestris*'e göre thiacloprid'e oransal olarak daha yüksek ani temas hassasiyeti göstermiştir. Gerçi *A. mellifera* ve *O. bicornis* vücut büyüklüğü olarak benzer fakat oldukça farklı LD<sub>50</sub> değerlerine sahiptir.

**Sonuç:** Arı büyüklüğü ve cinsiyet thiacloprid zehirlenmesi için yararlı bir öngösterge değildir. Bu sonuçlara göre doza bağlı bir reaksiyon üretilmeden tamamen LD<sub>50</sub> değerlerine güvenmek, bal arılarında ve yabani arı türlerinde böcek öldürücülerin zehir seviyesini belirlemede yanıltıcı olabilir.

Bu yüzden karar alıcılardan sadece doğal ortamda böcek öldürücüler için uzun süreli hassas testlerin ve öldürücü dozun altındaki etkisinin uzun süreli etkilerinin yapılmasının tavsiye edilmesi değil aynı zamanda farklı arı türleri üzerinde böcek öldürücülerin zehir seviyesini belirlemede LD<sub>50</sub> sayılarının değerlendirmesinin kullanılması tekrar düşünülebilir. Hatta tarım ilaçlarının zehir seviyesini rakamsal olarak değerlendirmede standart ölçüt olarak düşünülebilir.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### INTRODUCTION

With intensified agricultural production required to meet growing food demands around the world, we rely upon the pollination service of bees to increase per capita agricultural output (Winfree et al., 2011). Pollinators not only increase crop yields, they also increase the quality of produce as well (Aizen and Harder, 2009; Klein et al., 2007). Not only honey bees, but also wild native bees are important for the pollination of agricultural crops (Brittain et al., 2013; Giannini et al., 2014; Garibaldi et al., 2016); their combined pollination service has been economically valued at 15 billion USD in the United States, 11.40 billion USD (43 billion Brazilian reais) in Brazil alone and 202 billion USD on a global scale (Calderone, 2012; Gallai et al., 2009; Hein, 2009; Wolowski et al., 2019). Bees and especially solitary bees provide an essential ecosystem service of pollination that plays a major role in sustaining biodiversity of primary forests and other ecosystems (Bawa, 1990).

Despite our dependence on bees for their pollination services and maintaining ecosystem stability, there is a consistent and recent decline of both managed (e.g. honey bees and some bumble bees) and non-managed (wild) bee populations in many northern temperate regions of the world (Biesmeijer et al., 2006; Brown and Paxton, 2009; Freitas et al., 2009; Potts et al., 2010; Ricketts et al., 2008). Since the first report of bee declines, multiple stressors have been identified as playing possible roles, including parasites, insecticides, loss of foraging habitat, and loss of nesting habitat (Potts et al., 2010). There are numerous studies demonstrating that sub-lethal exposure to insecticides, and in particular exposure to neonicotinoids, is likely one of the factors impacting bee health. Although not linked to outright increases in mortality based on lab studies, sub-lethal exposure to neonicotinoids alone results in impaired navigation, a loss of fecundity, premature mortality, and in the case of honey bees, causes a loss of colony strength in terms of brood production (Blacquière et al., 2012; Doublet et al., 2015; Fischer et al., 2014; Henry et al., 2012; Jin et al., 2015; Krupke et al., 2012; Rundlöf et al., 2015; Sandrock et al., 2014a; Sandrock et al., 2014b; van der Sluijs et al., 2013; Whitehorn et al., 2012) and reduction of social interaction as shown to eusocial stingless bees (Boff et al., 2018). Neonicotinoid insecticides, the most common of which include imidacloprid, acetamiprid, thiacloprid and thiamethoxam, deserve special attention because they are known to have varying toxicity levels (Sanchez-Bayo and Goka,

2014), even though they all mechanistically act in a similar manner as an antagonist of insect nicotinic acetylcholine receptors (nAChR) (Elbert et al., 2008; Matsuda et al., 2001). There is difficulty in generalizing neonicotinoid toxicity, despite the numerous studies demonstrating sub-lethal effects, so this has raised the question if the standard acute honey bee contact toxicological assays can be used as a reliable indicator of the potential risks these insecticides pose to other wild bee species (Decourtye et al., 2013).

There are over 20.000 bee species that live in diverse habitats and vary vastly in life-history and morphological traits (Michener, 2000); all of these factors are likely to affect the route of insecticide exposure and the subsequent insecticide toxicity level for each bee species. Despite this variability across bee species, the honeybee alone serves as the model for insecticide toxicity testing. Regulation agencies do not require toxicity testing on other non-managed bee species and, although there are advantages to using the commercially available honey bee due to practical considerations and the important role they play for their pollination services in several crops (Hein, 2009), recent evidence suggests that non-managed bees are much more sensitive to insecticide exposure in a field setting (Rundlöf et al., 2015; Gradish et al., 2018). This finding suggests that other non-honey bee species need to be considered in their own right when assessing the risk of insecticide use; they should not be neglected when assessing toxicity effects of pesticide on non-target insect species (Park et al., 2015).

Addressing this concern, several pesticides have been tested in ecotoxicological studies across bee species in order to understand their toxicity on not only the honey bee (Cresswell et al., 2012; Iwasa et al., 2004) but also on bumble bees (Laycock et al., 2012; Scott-Dupree et al., 2009; Whitehorn et al., 2012), leafcutter bees (Scott-Dupree et al., 2009), and stingless bees (Boff et al., 2018). Results are consistent in that insecticide exposure increases mortality rates, though rates vary across bee species. But comparative studies under controlled laboratory conditions, seeking to draw generalities regarding bee insecticide toxicity, are relatively rare (Blacquière et al., 2012). Previous studies using metadata have shown that the level of pesticide toxicity for a particular bee species is dependent upon the kind of insecticide class, age of the bee, and route of exposure (Arena and Sgolastra, 2014).

But in general, the toxicity of insecticides across different bee species based on lethal dose 50 (LD<sub>50</sub>) values in a controlled laboratory setting is variable.

We have therefore chosen three different representative bee species: *Apis mellifera*, *Bombus terrestris*, and *Osmia bicornis* that vary drastically in life history traits, in their level of sociality, individual body size and morphology, to assess the toxicity of the neonicotinoid thiacloprid. Our goal was to replicate the standard toxicity testing established by government guidelines, which includes assessing bee mortality after acute contact exposure to establish LD<sub>50</sub> values for each bee species. We tested five different thiacloprid concentrations—and we measured bee size to determine if it could be used as a reliable predictor of toxicity. We also accounted for sex differences in *Osmia bicornis*. Typically, only female honey bee worker are used to assess insecticide effects; however, in solitary bees the sex ratio and male survival is likely more equally weighted in terms of population stability (Seidelmann, 2014) and therefore male survival is also critical for population viability. From these assessments, we then determined if honeybee thiacloprid toxicity levels could be generalizable to other bee species.

### MATERIAL AND METHODS

The study took place in the Bee Lab of the Department of General Zoology in the Martin Luther University Halle-Wittenberg, in Halle Germany. The experiment was conducted in laboratory conditions at 24°C during summer (June – August) of 2014.

#### **Collection of bees**

*Osmia bicornis* cocoons were harvested from artificial nest boxes containing *Phragmites* stems, which were cultured in Halle (Saale) the previous year. Cocoons from the stems were stored in the refrigerator (4°C) until needed. The cocoons were sexed based on size and this was then verified by carefully opening the cocoon to check whether the bee had white hair above the clypeus (which indicated it was a male bee). Each intact cocoon was then placed into an Eppendorf tube (2 mL) with holes for aeration; tubes were held in an incubator at 24°C and 70% relative humidity, until they emerged. At least 30 individuals were collected per sex per treatment group.

Three *Bombus terrestris* nests were commercially purchased from Koppert Deutschland GmbH. All three nests were kept at 24°C inside the laboratory and were fed sucrose solution and pollen *ad libitum*. Freshly emerged female worker bees were collected randomly from all three nests using an insect vacuum. At least 30 worker bees were collected per treatment group.

To obtain newly emerged *Apis mellifera* bees, we took brood frame from 3 different source colonies and placed frames in an incubator held at 35°C, from which adults hatched out overnight. From these frames we randomly took freshly emerged (< 24 h) workers for experimentation. At least 30 workers were harvested per treatment group.

#### **Insecticide preparation and application**

We followed the guidelines of standard methods for toxicology research to test acute topical insecticide toxicity on *Apis mellifera* (Medrzycki et al., 2013). First, we prepared a total of five thiacloprid insecticide doses relative to the already established acute contact toxicity LD<sub>50</sub> value (38,83 µg/bee, our 100% dose) of honey bees (FERA, 2013). We made the following thiacloprid concentrations using acetone as solvent: 125% (48,54 µg/bee), 25% (9,71 µg/bee), 2% (0,79 µg/bee) and 1% (0,39 µg/bee) of the honeybee LD<sub>50</sub> value along with 0% (0 µg/bee), which served as a control to account for the effects of acetone (Di Prisco et al., 2013). The 2% sub-lethal dose represents a realistic field exposure dose (Smodiš Škerl et al., 2009) and a 1% dose represents what is considered to be sub-lethal exposure for the honeybee (Vidau et al., 2011). The 25% dose was chosen to be scaled as one fourth less than the LD<sub>50</sub> value but greater than the known sub-lethal exposure values of 1%. The 125% dose was chosen as a positive control, a value that was certain to cause some sort of mortality after 48 hours. Right before application, all thiacloprid insecticide dosages were vortexed vigorously for at least 1 min to force the thiacloprid into solution.

Each individual from the three species was transferred one at a time to a honeybee queen marking cage to immobilize the bee, whereupon it received a 1 µl topical insecticide application on the back of the thorax using a micropipette. Immediately after the application, individual bees were transferred to metal cages (10 × 10 × 6 cm) where they remained individually and were fed *ad libitum* 50% sucrose solution with 1% Provita Bee protein supplement using a 1,5 mL Eppendorf® tube with 3

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

holes as feeder to facilitate feeding. Cages were maintained in a temperature-controlled laboratory (24°C) with exposure to natural light from the window. Bees were observed every 24 h for a total of five days and were considered dead if they had stopped moving, even after shaking the cage. All the dead bees during the census were recorded, removed from their cage, and stored at -20°C. At any one trial there were up to 17 bees tested at a time individually and up to 4 trials were carried out consecutively until there was roughly a sample size of 30 bees per species, per sex, per treatment group (see total sample size in Table 1). After 5 days all live bees were freeze-killed at -20°C. We measured the intertegular span of each bee using a digital camera (Olympus DP21) attached to stereomicroscope (Olympus SZX7) (20x) and this was used as an indicator of body size. To standardize measurements in µm using cellSens V1.3 (Olympus) software, a straight-line segment between the compound eyes had to pass through all three ocelli on top of the bee head to insure the measurement was consistent (Cane, 1987).

### Statistical Analyses

A Cox regression analysis was performed as a survival analysis across the 5 days of the experiment. The hazard ratio, calculated by the cox regression, was considered as the dependent variable, the insecticide dose, size, sex, and species of bee were considered as the fixed factors, and trial was considered as a random effect. The hazard ratio

is defined as the probability that death will occur at a given time, and it is calculated by dividing the probability of the treatment group by the probability of the control group. This hazard ratio represents the instantaneous death rate for an individual who has already survived to this given time point. The insecticide dose of 0,00 µg/bee for the insecticide dose factor and *A. mellifera* for the species factor served as the null model, respectively, for the cox regression analysis (shown in Table 1). Further analysis using a Cox regression was carried out to determine if there was a relationship between size and mortality within each bee species. In addition, Cox regression followed by a Wald test was used to determine if there was a significant difference in survival between male and female *O. bicornis*. Post hoc analysis included a Tukey test for multiple comparisons across the hazard ratios derived from the Cox regressions. Log dose-response curves were used for the determination of LD<sub>50</sub> values according to probit analysis (Finney, 1952). Then a generalized linear model (GLM) logistic regression on the original dataset was conducted to analyze if there was a dose-dependent response, where 48-hour mortality served as the dependent variable, to match standard conventions to assess acute mortality, and the dose administered was considered as the independent variable. All statistical analyses were performed in R studio v. 2.15.2 (R Development Team, 2008).

**Table 1. Results of the Cox regression.** Results of the survival analysis: mortality (hazard ratio) as the dependent variable and insecticide treatment (dose) and species as fixed factors. This was done to verify that mortality was significantly higher than the control treatment of 0,00 µg/bee. The beta coefficients represent the magnitude of change in the hazard ratio based on the given factor in the table below with Exp representing the exponent of the beta coefficient and SE representing the standard error of the beta coefficient. Asterisks indicate significant p-values at the alpha = 0.05 level.

Factor	Beta Coefficient	Exp of the Beta coeff	SE of the Beta coeff	Z-score	P-value
Insecticide dose					
0,00 (µg/bee) (null model)	4,11e-15	1,000	0,109	0,00	1,00
0,39 (µg/bee)	0,8827	2,4175	0,1815	4,863	< 0,001*
0,79 (µg/bee)	0,9929	2,6992	0,1805	5,502	< 0,001*
9,71 (µg/bee)	0,9462	2,5759	0,1790	5,286	< 0,001*
38,83 (µg/bee)	1,0075	2,7388	0,1797	5,607	< 0,001*
48,54 (µg/bee)	0,9215	2,5131	0,1790	5,147	< 0,001*
Species					
<i>A. mellifera</i> (null model)	4,11e-15	1,000	0,109	0,00	1,00
<i>B. terrestris</i>	-0,814	0,443	0,136	-5,973	< 0,001*
<i>O. bicornis</i>	0,082	1,085	0,116	0,706	0,48

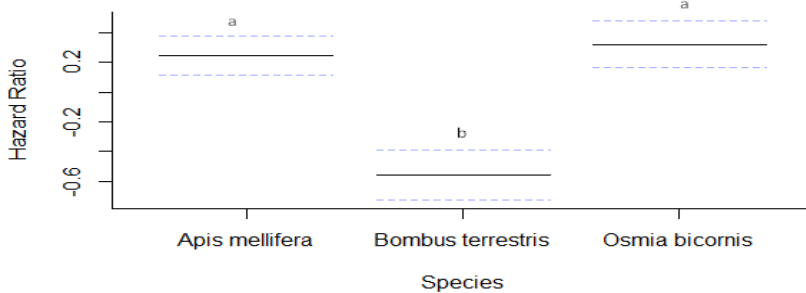
**RESULTS**

Overall, *A. mellifera* and *O. bicornis* exhibited significantly higher mortality in comparison to *B. terrestris* across the 5 days of the survival experiment ( $P < 0,001$ ). In addition, the untreated control bees had significantly higher survival in comparison to the insecticide treated bees ( $P < 0,001$ , Table 1, Fig. 1).

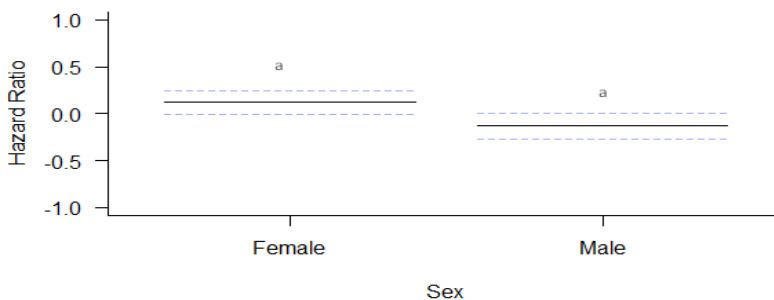
There was a strong trend, of *O. bicornis* males dying faster than females (Wald test:  $X^2_{1,303} = 3,66$ ,  $P = 0,056$ , Fig. 2). Additionally, there was a significant increase in mortality in the treated bees in comparison to the control bees, except for *B. terrestris*. For all three bee species, there was no differences in mortality within species over the five days across the insecticide doses administered, as

indicated by the hazard ratios for *A. mellifera* (Fig. 3a), *B. terrestris* (Fig. 3b), and *O. bicornis* (Fig. 3c, Table 1). This result is independent of body size within a species as there is no significant relationship between size and mortality for *A. mellifera* (Cox regression:  $r^2 = 0,005$ ,  $N = 219$ ,  $P = 0,30$ ), *B. terrestris* ( $r^2 = 0,013$ ,  $N = 190$ ,  $P = 0,12$ ) or *O. bicornis* ( $r^2 = 0,002$ ,  $N = 304$ ,  $P = 0,48$ ).

The LD<sub>50</sub> calculated for *A. mellifera* is 11,42 µg/bee, 9566,31 µg/bee for *B. terrestris*, and 4862,98 µg/bee for *O. bicornis* (Table 2). However, there was no dose-dependent response for *A. mellifera* (logistic regression:  $N = 182$ , slope = -0,0045,  $P = 0,51$ ), *B. terrestris* ( $N = 157$ , slope = 0,0077,  $P = 0,34$ ), and *O. bicornis* ( $N = 252$ , slope = -0,0041,  $P = 0,54$ , Fig. 4)



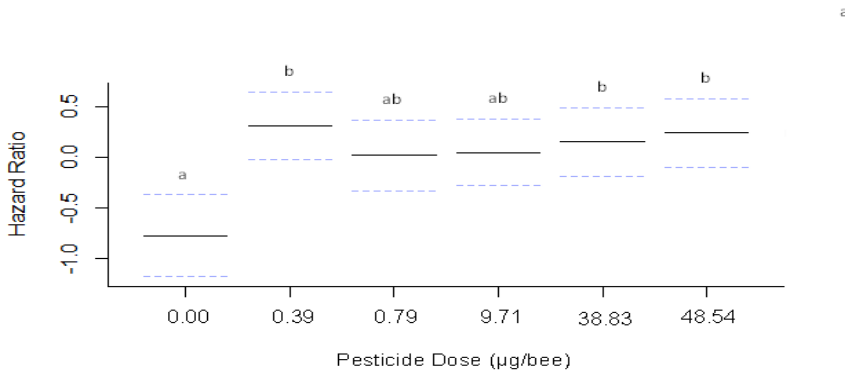
**Figure 1.** Mortality of the three bee species (*Apis mellifera*, *Bombus terrestris*, and *Osmia bicornis*) across the duration of the five day experiment plotted in terms of a hazard ratio defined as the instantaneous risk of death. Each line represents the mean ( $\pm$  SE) with letters denoting significant differences at the 0.05 alpha level resulting from a Tukey post hoc multiple comparisons test.



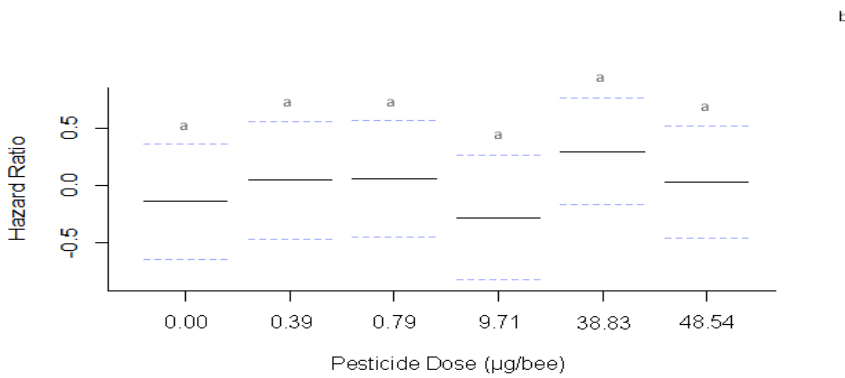
**Figure 2.** Mortality of male and female *Osmia bicornis* bees across the duration of the five day experiment represented as hazard ratios defined as the instantaneous risk of death. Each line represents the mean ( $\pm$  SE), with letters denoting significant differences at the 0.05 alpha level.



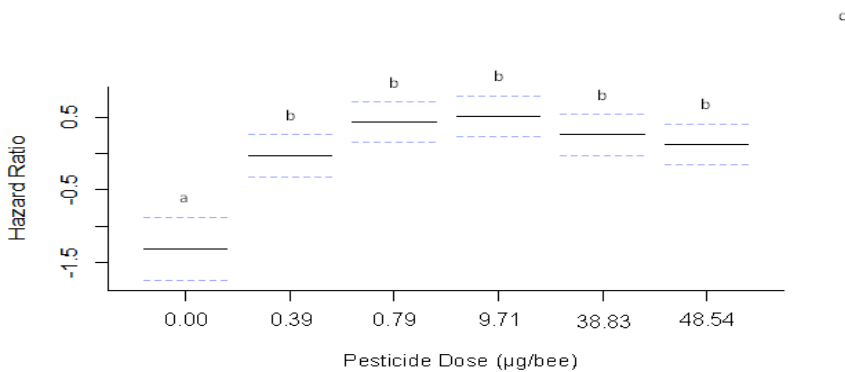
## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



### *Apis mellifera*



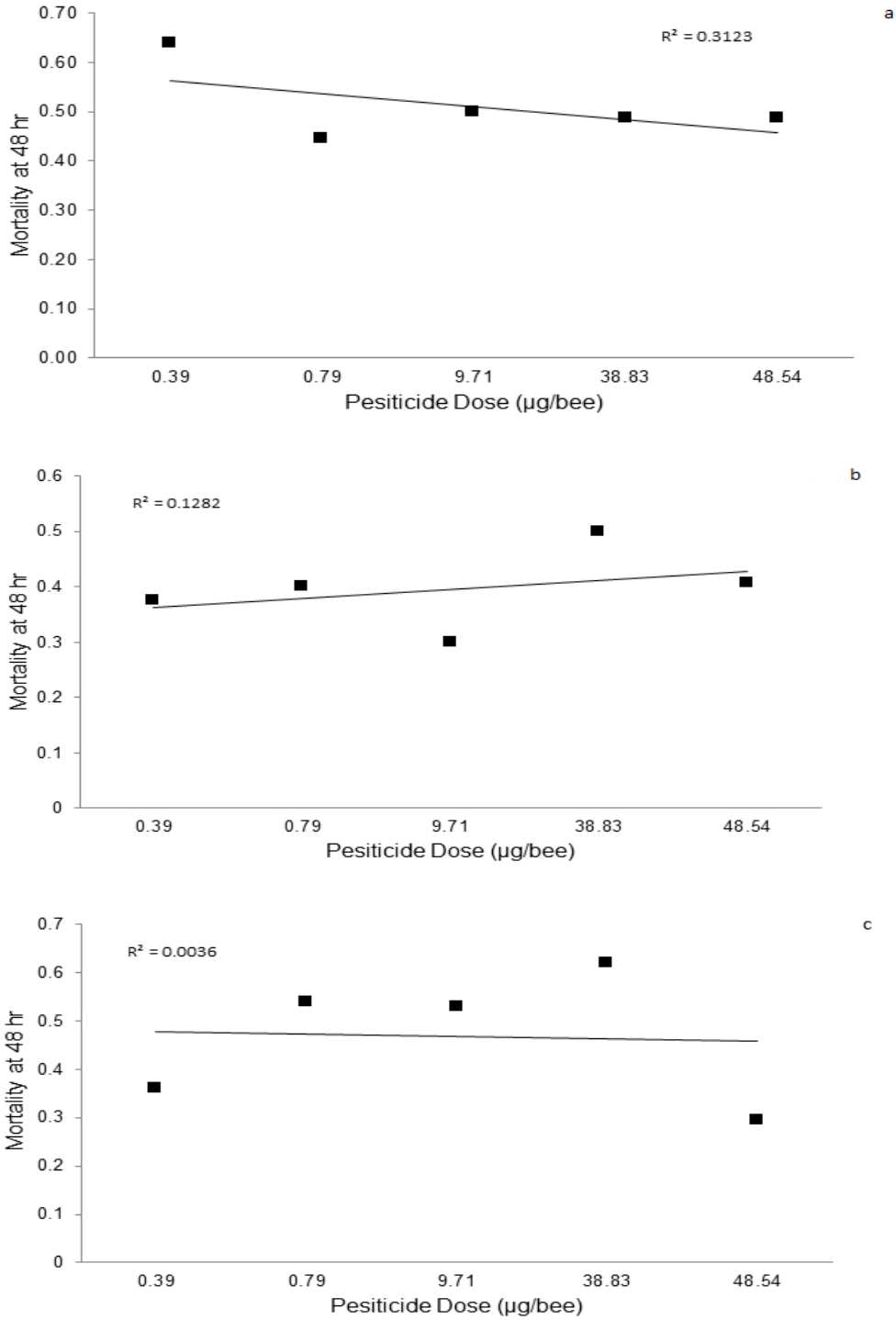
### *Bombus terrestris*



### *Osmia bicornis*

**Figure 3.** Mortality of *Apis mellifera* (a), *Bombus terrestris* (b), and *Osmia bicornis* (c) represented as hazard ratio defined as the instantaneous risk of death calculated from the five day survival experiment. Five different pesticide doses are presented from lowest to highest which includes a sublethal dose of 1/100<sup>th</sup> the LD50 value, 0.39 µg/bee, a field exposure equivalent of 1/50<sup>th</sup> of the LD50 value, 0.79 µg/bee, 1/4<sup>th</sup> of the LD50 value 9.71 µg/bee, the LD50 value of 38.83 µg/bee, 1/4<sup>th</sup> increase of the LD50 value, 48.54 µg/bee, and controls treated with 0.0 µg/bee. Each line represents the mean ( $\pm$  SE) with letters denoting significant differences at the 0.05 alpha level resulting from a Tukey post hoc multiple comparisons test.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



**Figure 4.** The LD<sub>50</sub> dose dependent curves for *Apis mellifera* (a) *Bombus terrestris* (b), and *Osmia bicornis* (c). Based on 48 hour mortality after the start of the survival experiment.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

**Table 2. LD<sub>50</sub> Calculations.** The LD<sub>50</sub> values back calculated in original units across the three bee species calculated from a log-dose response curve using an Abbot transformation and probit analysis. SE stands for standard error of the slope estimate.

Bee Species	Sample size (N)	LD <sub>50</sub> (µg/bee)	Slope (b)	SE (slope)	χ <sup>2</sup>
<i>Apis mellifera</i>	182	1,42	-0,09306	0,10807	0,74
<i>Bombus terrestris</i>	157	9566,31	0,0779	0,1171	0,44
<i>Osmia bicornis</i>	252	4862,98	0,02718	0,09197	0,087

### DISCUSSION

*Apis mellifera* and *Osmia bicornis* have relatively higher acute contact sensitivity to thiacloprid than *Bombus terrestris*. Although *A. mellifera* and *O. bicornis* are similar in size, they have widely different LD<sub>50</sub> values. Our results based on LD<sub>50</sub> values are in agreement with previous studies that show *A. mellifera* tends to be relatively more sensitive to contact insecticide exposure when comparing across many bee species (Arena and Sgolastra, 2014; Del Sarto et al., 2014). Although both of these meta-analyses (Arena and Sgolastra, 2014; Del Sarto et al., 2014) demonstrate a large range in sensitivity to insecticides and that generally *Apis* bees are more sensitive to pesticides than *Osmia* bees, we demonstrate here based on mortality that *O. bicornis* is just as sensitive to thiacloprid as *A. mellifera*. This finding therefore highlights the need for more empirical tests to be conducted under controlled laboratory conditions so that accurate comparisons of insecticide sensitivity can be made across different bee species, as the toxicity of insecticides is a result of a set of complex interactions.

Heard et al. (2017) [references listesinde yok] tested a range of pesticides on *O. bicornis* and *B. terrestris* in the lab and compared their toxicity with *A. mellifera*, they found relatively consistent results, but thiacloprid was not included in their study and they tested pesticides via oral exposure, which tends to have more consistent effects in comparison to contact exposure. In this study they also found a few exceptions to the reproducibility of the pesticide tests across species when a time component was considered. Gradish et al. (2018), when comparing pesticide exposure across bee species, mentions that bumble bees are more sensitive, but they largely refer to the queen bumble bee, which overwinters in the soil and suspect that the route of exposure the pesticides may be different in comparison to foraging honey and bumble bees. Our mortality results support the findings that in well controlled laboratory

tests bumble bees with contact exposure to pesticides are generally less sensitive in comparison to honey bees (Sanchez-Bayo and Goka, 2014).

The LD<sub>50</sub> values we calculated are not indicative of bee sensitivity to insecticide exposure and this is likely due to the fact that we did not find a dose-dependent response across any of the three bee species. Our non-dose-dependent curves are responsible for the large variance in the predicted LD<sub>50</sub> values for each of the three bee species. This finding may not only be dependent upon pesticide type, but also the route of exposure (Badawy et al., 2015). In addition, each neonicotinoid can have dramatically different relative toxicological effects across bee species (Badawy et al., 2015; Biddinger et al., 2013; Iwasa et al., 2004; Valdovinos-Nunez et al., 2009), despite each neonicotinoid insecticide belonging to the same family, which operate in a mechanistically similar manner (Tomizawa and Casida, 2005). However, despite the differences resulting from the factors mentioned above, we would interpret the relative lower sensitivity to thiacloprid, as indicated by the much higher LD<sub>50</sub> values in our study, with caution, because it contradicts the relatively high sensitivity to sublethal insecticide exposure of *Bombus* or *Osmia* bees in a more natural context (Gill and Raine, 2014; Gill et al., 2012; Mommaerts et al., 2010; Rundlöf et al., 2015; Sandrock et al., 2014a; Whitehorn et al., 2012). The *A. mellifera* LD<sub>50</sub> value of 11,42 µg/bee is lower than the previously reported 38,83 µg/bee or 14,6 µg/bee (EPPO, 1992; Iwasa et al., 2004), suggesting higher sensitivity than previously thought. These discrepancies lead us to question the reproducibility of LD<sub>50</sub> values, especially when there is consistently a low dose-dependent response to thiacloprid. In contrast to Iwasa et al. (2004), we did not find a dose-dependent response following standard methods to construct an LD<sub>50</sub> curve based on 48-hour mortality. Furthermore, there is no dose dependent response when considering mortality measured across the entire 5-day experiment

represented by the hazard ratios. Our LD<sub>50</sub> values are significant when considering them with the probit analysis as the chi square value reflects that the observed model fits the predicted one. But as we point out here, without a dose-dependent response, the LD<sub>50</sub> value to assess insecticide sensitivity may not be very accurate. Our lack of dose-dependency may have resulted from our using newly emerged bees instead of older bees. Newly emerged bees have less developed and hardened exoskeletons (Falcón et al., 2014), which may increase the amount of absorption through the exoskeleton and therefore bees in this part of their life-cycle may be particularly sensitive to insecticide exposure by contact. Based on our results the LD<sub>50</sub> value appears to be close and reproducible for *A. mellifera* but not for *B. terrestris* or *O. bicornis* as the latter two have vastly different LD<sub>50</sub> values, which are not reflected in their overall hazard ratios determined from the 5-day survival curve analysis.

Despite selecting five insecticide doses, which includes a large range around the previously reported LD<sub>50</sub> value for *A. mellifera*, to construct a dose-response curve, one could argue that we should have administered a larger range of insecticide concentrations to achieve a dose-dependent response. However, when measuring the bee size underneath the dissecting microscope, we noticed crystallization of the insecticide in the hair on the back of thorax of the three bee's species treated with the highest dose of the insecticide, suggesting that higher doses of thiacloprid are not absorbed into the bee and instead crystallize on the surface of the bee. This lack of absorption would possibly explain why we do not see a relatively higher mortality in bees treated with higher doses. Therefore, we speculate that administering higher concentrations of insecticides would not result in higher mortality; instead we found, although not significantly, lower mortality. In summary, our results suggest that it may not be practical to administer thiacloprid via contact exposure, at very high concentrations, in the laboratory setting.

In theory if lower concentrations were administered than used in this study, perhaps we would have observed significantly lower mortality, but we did not detect lower mortality in bees treated with 1/50<sup>th</sup> of LD<sub>50</sub> value (2%), which is considered to be a dose to which honeybees could be potentially exposed in a natural context (Smodiš Škerl et al., 2009), or even with a sublethal dose of 1/100<sup>th</sup> of the LD<sub>50</sub> value (1%) for *Apis mellifera* (Vidau et al., 2011).

Therefore, unless the dose-response curve (Figure 4) accompanies the LD<sub>50</sub> value so that a dose dependent response can be confirmed, the LD<sub>50</sub> value can only serve as a rough benchmark for gauging insecticide toxicity. Due to the lack of slope or strong correlation between dose and mortality, slight differences in mortality can cause large differences in predicting the LD<sub>50</sub> value across bee species.

Our results suggest that other toxicology models such as the threshold model or the more common Hormetic Dose-Response Model would not be a better fit unless there is a dose-dependent response to the insecticide administered (Calabrese and Baldwin, 2003). Another valid explanation, however, is that no dose-dependence exists for thiacloprid on an individual level, which has been demonstrated for toxicity exposure in other species (Sheehan et al., 1999); even a minute quantity of insecticide exposure causes bee mortality. Therefore, defining a sublethal insecticide dose based on an LD<sub>50</sub> value may have to be reconsidered until a dose-response curve can be demonstrated.

Despite a higher surface area to volume ratio in smaller bees in which a higher proportion of insecticide would be absorbed per unit area of bee tissue (Schmidt-Nielsen, 1984), we did not find bee size within a species to be a significant predictor of mortality. With respect to sex, we found a trend for higher female versus male *O. bicornis* mortality. The higher female sensitivity to insecticides may explain a male biased production when exposed to thiamethoxam and clothianidin in a natural context as the production of females rely on more parental investment such as more foraging trips and bees stressed from pesticide exposure may not be able to afford this additional energetic cost to produce females (Sandrock et al., 2014a).

*Osmia bicornis*, and wild bees in particular, seem to be more sensitive to pesticides than *A. mellifera* in a natural context, which is attributed to the large variation in life-history traits found across bee species and the lack of social 'buffer' (Rundlöf et al., 2015; Sandrock et al., 2014a). However, according to our results size does not correspond to insecticide toxicity. Instead a possible explanation for the variation observed in mortality to contact exposure across bee species might be due to the varying capacity of detoxification (Iwasa et al., 2004). We speculate that variation in other phenotypic traits across bee species, such as thicker hair, thicker wax

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

cuticle, or a denser exoskeleton (Moussian, 2010), might act as a physical barrier preventing the absorption of insecticides when exposed by contact.

In our experimental design the fact that each bee was maintained individually per cage, one might predict that *O. bicornis*, being a solitary bee (Seidelmann, 2014), would have the highest survival as social isolation has been shown to stress *A. mellifera* (Jorand et al., 1989). But our results show similar survival of these two bee species, though both were significantly lower than *B. terrestris*. Therefore, our design does not appear to negatively affect social bees, suggesting that our results are comparable across bee species. Moreover, when using this experimental design, there is an additional benefit of eliminating a possible cage effect as we can insure that there is no accidental ingestion of the insecticide from social behaviors such as allogrooming, trophallaxis, or incidental contact with other insecticide treated individuals.

In summary, our findings support the idea that more rigorous testing and a more holistic approach to assess insecticide toxicity are needed (Decourtye et al., 2013; Desneux et al., 2007; Mommaerts et al., 2010; van der Sluijs et al., 2013). In addition, our findings also support the idea that toxicity of insecticides based on honeybees cannot be generalized to other bee species or provide realistic risk assessment for bee species in a more natural context (Rundlöf et al., 2015). Even for honeybees it has already been demonstrated that relying only on LD<sub>50</sub> values for risk assessment does not account for the detrimental long-term impacts that neonicotinoids have in a more natural context (Sandrock et al., 2014b). Uhl et al. (2018), for example, found that *Osmia bicornis* is less sensitive to pesticides in comparison to *A. mellifera*, but the LD<sub>50</sub> value for *O. bicornis* was calculated from a lab experiment and then compared to previously published LD<sub>50</sub> values of *A. mellifera*. Since our results shows LD<sub>50</sub> values can vary greatly if there is no dose dependent response to the pesticide, our calculated LD<sub>50</sub> values should be interpreted with caution. To make LD<sub>50</sub> values more informative, error estimations of the dose-response curve slope and ideally the dose-response curve itself should always accompany the LD<sub>50</sub> value, which has been lacking in previous reports of *A. mellifera* (EPPO, 1992; FERA, 2013). Moreover, age differences should be accounted for as we find no dose-dependent response when testing newly emerged bees. Therefore, policy makers should not only be

advised to demand more rigorous testing of insecticides in terms of considering their long term and sub-lethal chronic effects in a natural context (EASAC, 2015), they should also reconsider the extent to which the LD<sub>50</sub> value evaluation system can be used to assess the relative toxicity of insecticides across different bee species, even if it is considered as a standard benchmark to quantify pesticide toxicity.

### Acknowledgements

We thank Adrian Schaar and Josephine Buchholz for assistance with data collection, Prof. Karsten Seidelmann for providing the *Osmia bicornis* cocoons, and Bayer for providing the thiacloprid. This work was supported by an Alexander von Humboldt Foundation Fellowship awarded to C.M. and a Science without Borders Program of CNPq (National Council for Scientific and Technological Development, Brazil) Fellowship award to S.B.

### REFERENCES

- Aizen MA, Harder LD. 2009. The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. *Current Biology* 19(11):915-918.
- Arena M, Sgolastra F. 2014. A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides. *Ecotoxicology* 23(3):324-334.
- Badawy MEI, Nasr HM, Rabea EI. 2015. Toxicity and biochemical changes in the honey bee *Apis mellifera* exposed to four insecticides under laboratory conditions. *Apidologie* 46(2):177-193.
- Bawa KS. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. 1990. *Annu Rev Ecol Syst* 21:399-422. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.21.1.399. PubMed PMID: WOS:A1990EK83300016.
- Biddinger DJ, Robertson JL, Mullin C, Frazier J, Ashcraft SA, Rajotte EG, Joshi NK, Vaughn M. 2013. Comparative Toxicities and Synergism of Apple Orchard Pesticides to *Apis mellifera* (L.) and *Osmia cornifrons* (Radoszkowski). *PLoS ONE* 8(9):e72587.
- Biesmeijer JC, Roberts SPM, Reemer M, Ohlemüller R, Edwards M, Peeters T, Schaffers AP, Potts SG, Kleukers R, Thomas CD and others. 2006. Parallel declines in pollinators

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- and insect-pollinated plants in Britain and Netherlands. *Science* 313:351-354.
- Blacquière T, Smagge G, van Gestel CM, Mommaerts V. 2012. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology* 21(4):973-992.
- Boff S, Friedel A, Mussury RM, Lenis PR, Raizer J. 2018. Changes in social behavior are induced by pesticide ingestion in a Neotropical stingless bee. *Ecotox Environ Safe* 164:548-553. doi:10.1016/j.ecocnv.2018.08.061
- Brittain C, Williams N, Kremen C, Klein A-M. 2013. Synergistic effects of non-Apis bees and honey bees for pollination services. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280(1754).
- Brown MJF, Paxton RJ. 2009. The conservation of bees: a global perspective. *Apidologie*. 40(3):410-6.
- Calabrese EJ, Baldwin LA. 2003. The hormetic dose-response model is more common than the threshold model in toxicology. *Toxicological Sciences* 71(2):246-250.
- Calderone NW. 2012. Insect Pollinated Crops, Insect Pollinators and US Agriculture: Trend Analysis of Aggregate Data for the Period 1992–2009. *PLoS ONE* 7(5):e37235.
- Cane JH. Estimation of Bee Size Using Intertegular Span (Apoidea). 1987. *J Kans Entomol Soc.* 60(1):145-7.
- Cresswell JE, Desneux N, vanEngelsdorp D. 2012. Dietary traces of neonicotinoid pesticides as a cause of population declines in honey bees: an evaluation by Hill's epidemiological criteria. *Pest Management Science* 68(6):819-827.
- Decourtye A, Henry M, Desneux N. 2013. Overhaul pesticide testing on bees. *Nature* 497(7448):188-188.
- Del Sarto MCL, Oliveira EE, Guedes RNC, Campos LAO. 2014. Differential insecticide susceptibility of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera*. *Apidologie* 45(5):626-636.
- Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology. Palo Alto: Annual Reviews.* p 81-106.
- Di Prisco G, Cavaliere V, Annoscia D, Varricchio P, Caprio E, Nazzi F, Gargiulo G, Pennacchio F. 2013. Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(46):18466-18471.
- Doublet V, Labarussias M, de Miranda JR, Moritz RFA, Paxton RJ. 2015. Bees under stress: sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honey bee mortality across the life cycle. *Environmental Microbiology* 17(4):969-983.
- EASAC. 2015. Ecosystem services, agriculture and neonicotinoids. In: Council EASA, editor. p 62.
- Elbert A, Haas M, Springer B, Thielert W, Nauen R. 2008. Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. *Pest Management Science* 64(11):1099-1105.
- EPPO. 1992. Guideline on the test methods for evaluating the side-effects of plant protection products on honeybees. *EPPO Bulletin* 22(2):203-215.
- Falc3n T, Ferreira-Caliman MJ, Franco Nunes FM, Tanaka  D, do Nascimento FS, Gentile Bitondi MM. 2014. Exoskeleton formation in *Apis mellifera*: Cuticular hydrocarbons profiles and expression of desaturase and elongase genes during pupal and adult development. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 50(0):68-81.
- FERA. 2013. Neonicotinoid Pesticides and Bees: Report to Syngenta Ltd. In: Agency TFaER, editor. p 133.
- Finney DJ. 1952. Probit Analysis. *Journal of the Institute of Actuaries* (1886-1994) 78(3):388-390.
- Fischer J, M ller T, Spatz A-K, Greggers U, Grünewald B, Menzel R. 2014. Neonicotinoids Interfere with Specific Components of Navigation in Honeybees. *PLoS ONE* 9(3):e91364.
- Freitas BF, Imperatriz-Fonseca VL, Medina LM, Kleinert AMP, Galetto L, Nates-Parra G, Quezada-Eu n JGG. 2009. Diversity, threats

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40:332-346.
- Gallai N, Salles J-M, Settele J, Vaissière BE. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68(3):810-821.
- Garibaldi LA, Carvalheiro LG, Vaissière BE, Gemmill-Herren B, Hipólito J, Freitas BM, Ngo HT, Azzu N, Sáez A, Åström J and others. 2016. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science* 351(6271):388-391.
- Giannini TC, Boff S, Cordeiro GD, Cartolano EA, Veiga AK, Imperatriz-Fonseca VL, Saraiva AM. 2015 (this year in 2014 in the text) Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie*. 46(2):209-23.
- Gill RJ, Raine NE. 2014. Chronic impairment of bumblebee natural foraging behaviour induced by sublethal pesticide exposure. *Functional Ecology* 28(6):1459-1471.
- Gill RJ, Ramos-Rodriguez O, Raine NE. 2012. Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature* 491(7422):105-108.
- Gradish AE, van der Steen J, Scott-Dupree CD, Cabrera AR, Cutler GC, Goulson D, et al. 2018. Comparison of Pesticide Exposure in Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) and Bumble Bees (Hymenoptera: Apidae): Implications for Risk Assessments. *Environmental Entomology*. doi: 10.1093/ee/nvy168.
- Hein L. 2009. The Economic Value of the Pollination Service, a Review Across Scales. *The Open Ecology Journal* 2:74-82.
- Henry M, Béguin M, Requier F, Rollin O, Odoux J-F, Aupinel P, Aptel J, Tchamitchian S, Decourtye A. 2012. A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. *Science* 336(6079):348-350.
- Iwasa T, Motoyama N, Ambrose JT, Roe RM. 2004. Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Protection* 23(5):371-378.
- Jin N, Klein S, Leimig F, Bischoff G, Menzel R. 2015. The neonicotinoid clothianidin interferes with navigation of the solitary bee *Osmia cornuta* in a laboratory test. *Journal of Experimental Biology* 218(18):2821-2825.
- Jorand JP, Bounias M, Chauvin R. 1989. The Survival Hormones - Azelaic and Pimelic Acids, Suppress the Stress Elicited by Isolation Conditions on the Steroids and Phospholipids of Adult Worker Honeybees. *Hormone and Metabolic Research* 21(10):553-557.
- Klein A, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharntke T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society London B: Biological Sciences* 274:303-313.
- Krupke CH, Hunt GJ, Eitzer BD, Andino G, Given K. 2012. Multiple Routes of Pesticide Exposure for Honey Bees Living Near Agricultural Fields. *PLoS ONE* 7(1):e29268.
- Laurino D, Porporato M, Patetta A, Manino A. 2011. Toxicity of neonicotinoid insecticides to honey bees: laboratory tests. *Bulletin of Insectology* 64(1):107-113.
- Laycock I, Lenthall KM, Barratt AT, Cresswell JE. 2012. Effects of imidacloprid, a neonicotinoid pesticide, on reproduction in worker bumble bees (*Bombus terrestris*). *Ecotoxicology* 21(7):1937-1945.
- Matsuda K, Buckingham SD, Kleier D, Rauh JJ, Grauso M, Sattelle DB. 2001. Neonicotinoids: insecticides acting on insect nicotinic acetylcholine receptors. *Trends in Pharmacological Sciences* 22(11):573-580.
- Medrzycki P, Giffard H, Aupinel P, Belzunces LP, Chauzat MP, Classen C, Colin ME, Dupont T, Girolami V, Johnson R and others. 2013. Standard methods for toxicology research in *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research* 52(4):1-60.
- Michener C, D. 2000. *The Bees of the World*: Johns Hopkins University Press. 913 p.
- Mommaerts V, Reynders S, Boulet J, Besard L, Sterk G, Smagghe G. 2010. Risk assessment for side-effects of neonicotinoids against bumblebees with and without impairing foraging behavior. *Ecotoxicology* 19(1):207-215.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Moussian B. 2010. Recent advances in understanding mechanisms of insect cuticle differentiation. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 40(5):363-375.
- Park MG, Blitzer EJ, Gibbs J, Losey JE, Danforth BN. 2015. Negative effects of pesticides on wild bee communities can be buffered by landscape context. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 282(1809):9.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25(6):345-353.
- Ricketts TH, Regetz J, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Bogdanski A, Gemmill-Herren B, Greenleaf SS, Klein AM, Mayfield MM and others. 2008. [metinde 2010] Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters* 11(5):499-515.
- R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Rundlöf M, Andersson GKS, Bommarco R, Fries I, Hederstrom V, Herbertsson L, Jonsson O, Klatt BK, Pedersen TR, Yourstone J and others. 2015. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature* 521(7550):77-U162.
- Sanchez-Bayo F, Goka K. 2014. Pesticide Residues and Bees - A Risk Assessment. *PLoS ONE* 9(4):e94482.
- Sandrock C, Tanadini LG, Pettis JS, Biesmeijer JC, Potts SG, Neumann P. 2014a. Sublethal neonicotinoid insecticide exposure reduces solitary bee reproductive success. *Agricultural and Forest Entomology* 16(2):119-128.
- Sandrock C, Tanadini M, Tanadini LG, Fauser-Misslin A, Potts SG, Neumann P. 2014b. Impact of Chronic Neonicotinoid Exposure on Honeybee Colony Performance and Queen Supersedure. *PLoS ONE* 9(8):e103592.
- Schmidt-Nielsen K. 1984. *Scaling: Why is Animal Size so Important?* New York: Cambridge University Press. 256 p.
- Scott-Dupree CD, Conroy L, Harris CR. 2009. Impact of Currently Used or Potentially Useful Insecticides for Canola Agroecosystems on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae), *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), and *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of Economic Entomology* 102(1):177-182.
- Seidelmann K. 2014. Optimal progeny body size in a solitary bee, *Osmia bicornis* (Apoidea: Megachilidae). *Ecological Entomology* 39(5):656-663.
- Sheehan DM, Willingham E, Gaylor D, Bergeron JM, Crews D. 1999. No threshold dose for estradiol-induced sex reversal of turtle embryos: How little is too much? *Environmental Health Perspectives* 107(2):155-159.
- Smodiš Škerl M, Velikonja Bolta Š, Baša Česnik H, Gregorc A. 2009. Residues of Pesticides in Honeybee (*Apis mellifera carnica*) Bee Bread and in Pollen Loads from Treated Apple Orchards. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 83(3):374-377.
- Team RDC. R: A language and environment for statistical computing Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2008. Available from: <http://www.R-project.org>.
- Tomizawa M, Casida JE. 2005. Neonicotinoid Insecticide Toxicology: Mechanisms of Selective Action. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology* 45(1):247-268.
- Uhl P, Awanbor O, Schulz RS, Brühl CA. 2018. *Osmia bicornis* is rarely an adequate regulatory surrogate species. Comparing its acute sensitivity towards multiple insecticides with regulatory *Apis mellifera* endpoints. bioRxiv. 366237. doi: 10.1101/366237.
- Valdovinos-Nunez GR, Quezada-Euan JJG, Ancona-Xiu P, Moo-Valle H, Carmona A, Sanchez ER. 2009. Comparative Toxicity of Pesticides to Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Journal of Economic Entomology* 102(5):1737-1742.
- van der Sluijs JP, Simon-Delso N, Goulson D, Maxim L, Bonmatin J-M, Belzunces LP. 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5(3-4):293-305.
- Vidau C, Diogon M, Aufauvre J, Fontbonne R, Vignes B, Brunet JL, et al. 2011. Exposure to Sublethal Doses of Fipronil and Thiacloprid Highly Increases Mortality of Honeybees Previously Infected by *Nosema ceranae*. *Plos One*. 6(6):8. doi: 10.1371/journal.pone.0021550. PubMed PMID: WOS:000292142800039.
- Whitehorn PR, O'Connor S, Wackers FL, Goulson D. 2012. Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production. *Science* 336(6079):351-352.
- Winfree R, Bartomeus I, Cariveau DP. 2011. Native Pollinators in Anthropogenic Habitats. In: Futuyma DJ, Shaffer HB, Simberloff D, editors. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Vol 42. *Palo Alto: Annual Reviews*. p 1-22.
- Wolowski M, Agostini K, Rech A, Varassin I, Maués M, Freitas L, Carneiro L, Bueno R, Consolaro H, Carvalheiro L, Saraiva C, Inês da Silva C. 2019. Sumário para tomadores de decisão do 1º Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. DOI: 10.5935/978-85-5697-762-5.

## FARKLI YÖNTEMLER KULLANILARAK ÜRETİLEN PROPOLİS ÖRNEKLERİNDE BİYOLOJİK OLARAK AKTİF BİLEŞENLERİN BELİRLENMESİ

Determination of Biological Active Components in Propolis Samples Produced by Using Different Methods

Semiramis KARLIDAĞ<sup>1\*</sup>, Ferat GENÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Akçadağ Meslek Yüksekokulu, Malatya, ORCID No: 0000-0002-9637-2479, Yazışma yazarı / Corresponding author: E-mail: semiramis.karlidag@ozal.edu.tr

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Erzurum, E-posta: fgenc@atauni.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-3906-4442

Geliş tarihi / Received:04.01.2019 Kabul Tarihi / Accepted:28.02.2019 DOI: <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.568297>

### ÖZ

Bu çalışmada, farklı propolis üretim yöntemleri kullanılarak farklı dönemlerde üretilen propolis örneklerinin biyolojik olarak aktif bileşenleri tespit edildi. Çalışmada Langstroth tipi ahşap arı kovanları kullanıldı. Propolis örnekleri, nektar dönemi ve kışlatma öncesi dönem olmak üzere yılda iki dönem olmak üzere 2 yıl boyunca toplandı. Propolis üretim tuzağı olarak plastik ızgaralı örtü tahtası ile kovan ön ve yan yüzüne monte edilen Bell Board tipi ahşap tuzaklar kullanıldı. Toplandıktan sonra toz haline getirilen propolis örnekleri %96'lık etanol ile bir hafta boyunca karıştırılarak propolis ekstraktları elde edildi. Elde edilen propolisin etanolik ekstraktlarının fenolik bileşenleri GC-MS ile belirlendi. Propolis ekstraktlarının benzoik asit, kumarik asit, heksadekanoik asit, sinamik asit, eudesmol ve bisabolol türevlerini içerdiği tespit edildi. Farklı dönem ve yıllarda üretilen propolislerin 17 adet bileşeni ortak olarak içerdiği tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Propolis, Fenolik İçerik, GS-MS, Propolis tuzağı, Bell Board

### ABSTRACT

In this study, biologically active compounds were investigated in propolis samples produced in different periods by using different propolis production methods. Langstroth type wooden beehives were used in the study. Propolis samples were collected in the nectar period and in the pre-winter period for the two years. As propolis production traps, plastic grid inner cover, with wooden Bell Board types attached to the front and side face of the hive were used. The powdered propolis samples were extracted by using 96% ethanol for one week to obtain the solution. The phenolic components of propolis extracts were determined by GC-MS. The most common compounds in propolis samples are benzoic acids, coumaric acids, hexadecanoic acid, cinnamic acids, eudesmol and bisabolol and their derivatives. Propolis produced in different periods and years were found to contain 17 components in common.

**Key Words:** Propolis, Phenolic Content, GS- MS, Propolis trap, Bell Board

# ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## EXTENDED ABSTRACT

**Introduction:** Propolis is an important bee product which collected by bees from pine, oak, birch, eucalyptus, poplar, chestnut, some herbaceous plants. It consists of exudate from plants mixed with beeswax. It is used for many purposes in the hive. Propolis is a substance used in pharmaceutical, cosmetic industries and apitherapy and it is used by bees in the hive for its antibacterial, antiviral, fungicidal, antiulcer, anti-tumour etc effects. In this study, the phenolic components of propolis samples produced at different periods by using different propolis production methods and the chemical component was determined by using GC-MS.

**Materials and Methods:** The propolis samples were collected during the nectar period and pre-winter period for the two years by using different propolis production methods (plastic grid inner cover, with wooden Bell Board types attached to the front and side face of the hive). In the spring of 2001 year, Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) was purchased from the market and replaced by the queen bees of the colonies. The plastic grid inner cover traps were get from abroad. Bell Board type traps were specially prepared. For this purpose, wooden Bell Board type traps were attached to the front or side face of the hive. The width of the wooden trap is 7.5 cm. 8 slits, each 0.46 cm wide, were opened to the trap (Iannuzzi 1993). Samples of finely powdered propolis were shaken continuously with 96% ethanol (10g propolis: 100ml ethanol) at room temperature for one week. One week later the extraction was filtered through filter paper (Whatmann No 1). The phenolic components of propolis extracts were determined by GC-MS.

**Results and Discussion:** In this study, the results of the propolis samples produced by using different periods and methods and their chemical components were determined by using GC-MS. The most common compounds in propolis samples are found benzoic acids, coumaric acids, hexadecanoic acid, cinnamic acids, eudesmol and bisabolol and their derivatives. Generally, hexadecanoic acid and 9-octadecenoic acid are from fatty acids, coumaric acid is from aromatic acids, 3,4-dimethoxycinnamic acid and 3-hydroxy-4-methoxycinnamic acid, alcohol and terpenes are from glycerin, alpha-eudesmol, beta-eudesmol, alpha-bisabolol and krisophanol and esters of acetic acid ethyl esters are the most frequently detected and ketones are the highest concentrations.

**Conclusion:** The chemical composition of propolis is very complex and its color, odor and medical characteristics are very different each other because the composition changes depending on the plant, region, season and colony. When the bees are unable to collect propolis from the environment, they have to collect the substances containing various dyes, asphalt and minarel oils to use them as propolis. We have to attention to the quality of propolis.

## GİRİŞ

Balarısı (*Apis mellifera* L.) bitkilerdeki yabancı tozlaşmayı gerçekleştirmesi yanında ürettiği bal, balmumu, polen, arı sütü gibi arı ürünlerinin kazandırdığı ekonomik yararlar nedeniyle, binlerce yıldır insanlar tarafından dünyanın hemen her yerinde yetiştirilen sosyal bir böcektir (Genç ve Dodoloğlu 2002).

Bal arılarının birçok amaca yönelik olarak kovanlarında kullanmak amacıyla ürettikleri önemli bir arı ürünü olan propolis, çam, meşe, huş, okaliptüs, kavak, kestane vb. ağaçlar ve bazı otsu bitkilerin tomurcuk, yaprak ve benzeri kısımlarından arılar tarafından toplanan ve mumla karıştırılarak kovan içerisinde kullanılan zambak gibi yapışkan, reçinemsi kokulu ve rengi koyu sarıdan kahverengiye kadar değişen bir balsamdır (Ghisalberti 1979, Gençay ve Sorkun 2002a,

Kumova vd., 2002, Waykar ve Alqadhi 2016, Oruç vd., 2017).

Balarılarının depoladığı propolis, bazı bitkilerin yapışkan salgıları olan zambak, sakız, lipofilik maddeler olabileceği gibi resin, bitki ve ağaçların öz suyu olan sızıntılar da olabilmektedir (Crane 1991). Arı bu balsamı, polenle ve başı ile toraksı arasında bulunan bezlerden salgılamış olduğu aktif enzimlerle karıştırmaktadır (Gençay ve Sorkun 2002a, Oruç vd., 2017).

Geleneksel hekimlikte yaygın olarak kullanılan propolis, çok eski çağlardan bu yana insanlar tarafından ya çeşitli hastalıkların tedavisinde ya da hastalıkların etkilerinin azaltılmasında kullanılmıştır (Alencar vd., 2007, Bankova et al. 2014, Waykar ve Alqadhi 2016). Ayrıca propolisin ahşap koruma ve vernikleme veya cilalamada kullanıldığı, bu nedenle cilalanmasında propolis kullanılan kemanların 400

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

yıldan fazla sağlam kalarak günümüze kadar ulaştığı ifade edilmektedir (Jolly 1978, Gençay ve Sorkun 2002b).

Propolis çok farklı biyolojik aktif bileşen içermesi ve bu bileşenlerin antibakteriyel etkisinden dolayı kovan içinde arılar tarafından kullanımı dışında, ilaç ve kozmetik sanayisi ile apiterapi merkezlerinde de çok yönlü olarak kullanılan bir maddedir (Bankova vd., 2014, Oruç vd., 2017).

Propolis bileşimi bitkiye, bölgeye, mevsime, koloniye, arıların kullandığı toplama tekniklerine bağlı olarak değiştiğinden dolayı her propolisin rengi, kokusu, tıbbi karakterleri ve kimyasal kompozisyonu da farklılık gösterir (Bankova et al. 1998, Sforcin et al. 2000, Uzel et al. 2005, Bankova et al. 2014, Oruç et al. 2017). Arılar bitkinin resinlerini ve sızıntılarını propolis üretmek için kullandığından propolisin kimyasal kompozisyonu oldukça kompleks bir hale gelmektedir (Schmidt ve Buchmann 1992).

Yapılan bu çalışmada, farklı propolis üretim yöntemleri kullanılarak farklı dönemlerde üretilen propolis örneklerinin içerdiği fenolik bileşenler GC-MS kullanılarak aydınlatılmıştır.

### GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan propolis örnekleri, farklı propolis üretim yöntemleri kullanılarak (plastik ızgaralı örtü tahtası ile kovan ön ve yan yüzüne monte edilen Bell Board tipi ahşap tuzaklar) 2001 ve 2002 yıllarında nektar dönemi (Temmuz) ve kışlatma öncesi dönemlerde (Ağustos–Kasım) toplanmıştır.

#### Arı Materyali

Araştırmanın arı materyalini Atatürk Üniversitesi İspir Hamza Polat Meslek Yüksekokulu Eğitim ve Araştırma arılığında bulunan koloniler oluşturmuştur. 2001 yılı ilkbaharında Kafkas (*Apis mellifera caucasica*) ana arıları piyasadan satın alınarak kolonilerin ana arıları ile şansa bağlı olarak değiştirilmiştir. Propolis örnekleri 2001 ve 2002 yılının nektar döneminde ve kışlatma öncesi döneminde toplanmıştır. Her bir yöntem için 2001 yılında 6'şar adet, 2002 yılında ise 5'er adet propolis tuzaklı arılı kovan kullanılmıştır.

#### Kovan ve Propolis Tuzakları

Araştırmada standart ölçülerde Langstroth tipi ahşap arı kovanları kullanılmıştır. Propolis üretim tuzakları olarak plastik ızgaralı örtü tahtası (plastik tuzak) ile kovan ön (önden tuzak) ve yan (yandan tuzak)

yüzüne monte edilen Bell Board tipi ahşap tuzaklar kullanılmıştır. Propolis üretiminde gerekli olan plastik tuzaklar yurt dışından (J&D Manufacturing, Romeo şirketi) sağlanmıştır. Bell Board yöntemi için ise Langstroth tipi ahşap kovanlar özel olarak hazırlanmıştır. Bu amaçla bir grubun kovanın sadece ön yüzünde, diğer bir grubun kovanın ise sadece yan yüzünde 7.5 cm genişliğinde boyasız gürgen tahta parçası kullanılmıştır. Bu tahta parçasına 0.46 cm genişliğinde 8 yarık açılmış ve arıların bu yarıkları propolisle kapatmaları sağlanmıştır (Iannuzzi 1993). Kullanılan propolis tuzakları Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4' te gösterilmiştir.



Şekil 1. Plastik ızgaralı örtü tahtası biçimindeki propolis tuzakları

Figure 1. Plastic Propolis Trap



Şekil 2. Ön yüzüne Bell Board tipi ahşap propolis tuzakları takılmış koloniler

Figure 2. Colonies with pre-placed Bell Board type wood propolis trap

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Şekil 3. Ön ve yan yüzüne Bell Board tipi ahşap propolis tuzağı takılmış koloniler

Figure 3. Front and side face of colonies fitted with Bell Board type wood propolis trap



Şekil 4. Bell Board tipi ahşap propolis tuzağı  
Figure 4. Bell Board Type Wood Propolis Trap

### Propolis ekstraktlarının hazırlanması

Propolis örnekleri ekstraksiyon işlemine kadar derin dondurucuda (-20°C) muhafaza edilmiştir. Araştırma tamamlandıktan sonra derin dondurucuda donmuş olan propolis örnekleri havanda dövülerek toz haline getirilmiştir. Elekten geçirilen ince toz halindeki propolis örnekleri %96'lık etanol ile (10g propolis:100ml etanol) oda sıcaklığında bir hafta tutularak sürekli karıştırılmıştır. Bir hafta sonra elde edilen karışım filtre kağıdından (Whatmann No 1) geçirilerek filtre edilmiştir. Elde edilen her bir özüt koyu renkli şişelerde ve buzdolabında (+4°C) saklanmıştır (Sforcin et al. 2000, Karlıdağ ve Genç 2007). Buzdolabında saklanmış olan özütlerden 0,6ml alınarak 0,4ml metanol ile seyreltilmiştir. Elde edilen örneklerin GC-MS de analizleri Tübitak ATAL Laboratuvarında yapılmıştır.

### GC-MS analiz şartları

GC-MS analizleri için Agilent 6890 GC'ye bağlı 5973N Mass Selective Detektörden oluşan GC-MS'de Zebron (ZB-1) %100 methyl polysiloxane capillary GC kolon (30m Lx0.25mm 10x0.25µm)df

kullanılmıştır. Cihaz analiz şartları Tablo 1' de belirtilmiştir. GC-MS kütüphanesinden yararlanılarak örneklerde bulunan bileşiklerin tespiti yapılmıştır.

### İstatistik

Elde edilen deneysel verilerin istatistiksel hesaplamaları Microsoft excel programı kullanılarak yapıldı. Tablo 2, Şekil 5' de standart sapma değerleri  $p < 0.01$  olduğu için standart sapma değerleri verilmemiştir.

Tablo 1. GC-MS analizi için gerekli olan koşullar

Table 1. GC-MS conditions (Silici, 2003)

Kolon	Zebron ZB-1 (%100 polydimethyl siloxane)
Başlangıç sıcaklığı (°C)	100
Başlangıç zamanı (dakika)	0.00
Oran 1 (derece/dakika)	5
Son sıcaklık 1(°C)	150
Tutunma zamanı (dakika)	0.00
Oran 2 (derece/dakika)	3
Son sıcaklık 2 (°C)	280
Tutunma zamanı (dk)	20

### BULGULAR

Yapılan bu çalışmada 2001 ve 2002 yıllarında plastik tuzak ile kovanın ön ve yan yüzüne monte edilen Bell Board tipi ahşap tuzaklardan nektar dönemi ve kışlatma öncesi dönemde toplanan propolis örneklerinin kimyasal içerikleri tespit edilmiştir. Önden ve yandan tuzakların kullanıldığı kolonilerde nektar döneminde propolis toplanamamıştır. Arılar nektar döneminde bu tuzakları havalandırma olarak kullanmışlar ve tuzakta bulunan boşlukları propolisle kapatmamışlardır.

Tuzaklardan nektar dönemi ve kışlatma öncesi dönemde toplanan propolis örneklerinin kimyasal içerikleri GS-MS'de incelenmiş ve toplam 80 fenolik bileşik tespit edilmiştir. Her bir dönem ve yöntem için propolis örneklerinde major olarak bulunan 17 fenolik bileşik Tablo 2 ve Şekil 5' de özetlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda istatistiki olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Farklı dönemler ve yöntemler kullanılarak elde edilen propolis örneklerinin heksadekanoik asit miktarının %0.33-1.82, benzoik asit miktarının %0.30-1.25, kumarik asit miktarının %0.30-0.54, sinamik asit miktarının % 0.72-1.49, alfa ve beta eudesmol miktarlarının %0.30-2.73, krisofanol miktarının ise % 3.03-23.91 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı dönemler ve yöntemler kullanılarak elde edilen propolis örneklerinde 17 major bileşen tespit edilmiştir. Hekzadekanoik asit, gliserin, beta eudesmol ve alfa-bisabolol en bol miktarda bulunan bileşikler olarak tespit edilmiştir.

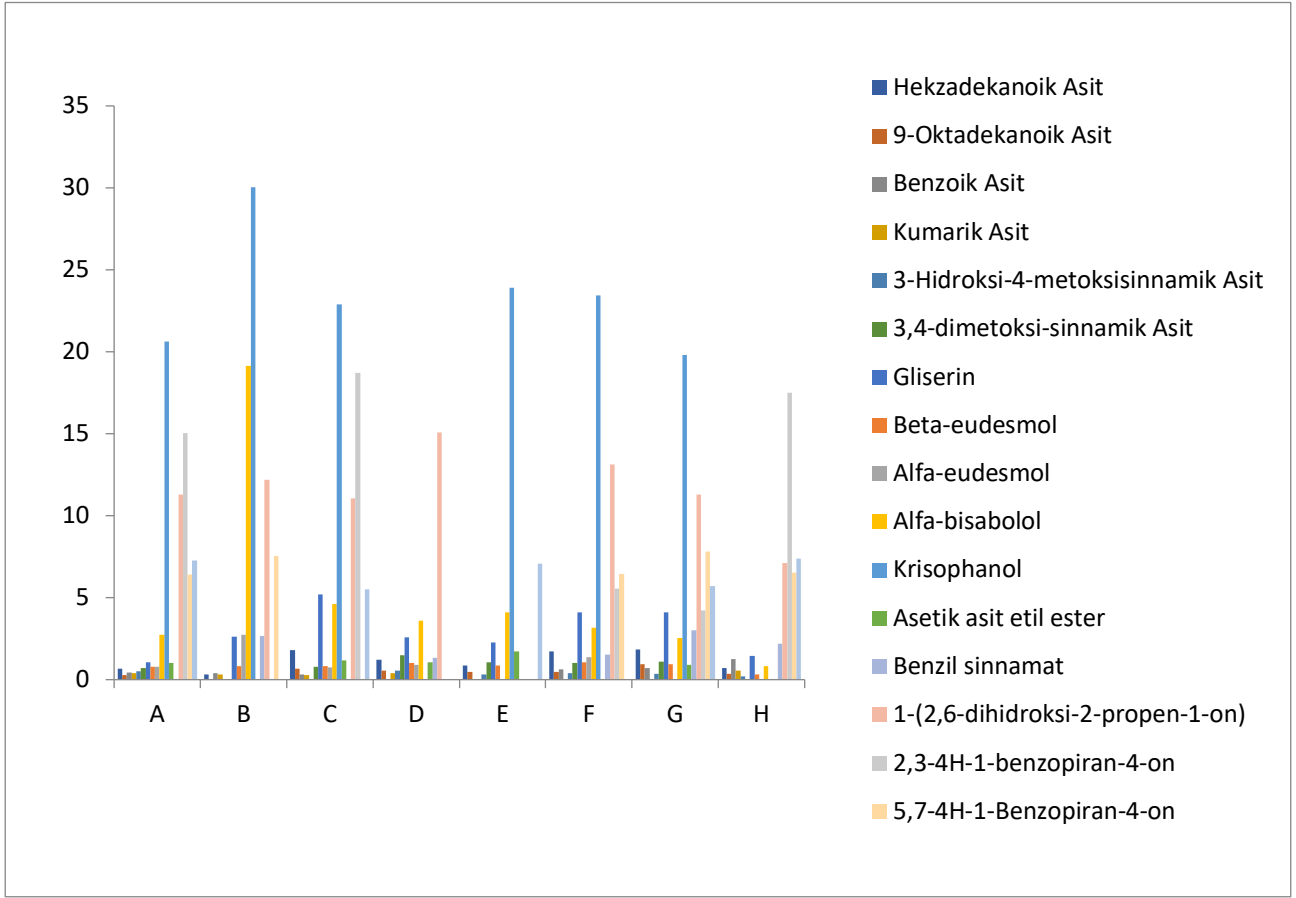
Diğer fenolik bileşikler 9-oktadekanoik asit, benzoik asit, 3-hidroksi-4-metoksisinnamik asit, 3,4-dimetoksi-sinnamik asit, krisofanol ve 1-(2,6-dihidroksi-2-propen-1-on) da bütün propolis örneklerinde yüksek oranlarda bulunmuştur (Tablo 2, Şekil 5).

Tablo 2. Farklı Dönemlerde elde edilen propolislerin kimyasal içeriği

Table 2. The chemical composition of propolis which collected at different times

Kafkas Arı Irkı	A		B		C		D		E		F		G		H	
Yağ asitleri	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%	RT	%
Hekzadekanoik asit	33.61	0.65	33.56	0.33	33.59	1.80	33.59	1.21	33.58	0.87	33.57	1.73	33.57	1.82	33.59	0.70
9-Oktadekanoik asit	38.97	0.28	-	-	38.95	0.66	38.95	0.55	38.95	0.48	38.94	0.49	38.94	0.96	38.97	0.36
<b>Aromatik asitler</b>																
Benzoik asit	9.09	0.43	9.06	0.40	9.02	0.30	-	-	-	-	9.05	0.63	9.06	0.70	9.14	1.25
Kumarik asit	29.46	0.40	29.39	0.30	29.40	0.29	26.53	0.38	-	-	-	-	-	-	26.58	0.54
3-Hidroksi-4-metoksisinnamik asit	30.41	0.25	-	-	-	-	30.35	0.56	30.34	0.32	30.31	0.40	41.69	0.34	30.36	0.21
3,4-dimetoksi-sinnamik asit	30.75	0.72	-	-	30.68	0.79	30.72	1.49	30.69	1.04	30.66	1.01	30.67	1.08	-	-
<b>Alkoller, Terpenler, Sesquiterpenler</b>																
Gliserin	5.45	1.04	5.46	2.62	5.43	5.18	5.46	2.59	5.45	2.26	5.44	4.10	5.47	4.12	5.46	1.43
Beta-eudesmol	24.08	0.77	24.20	0.83	24.07	0.83	24.07	1.00	24.07	0.86	24.07	1.06	24.06	0.96	24.07	0.30
Alfa-eudesmol	24.22	0.77	24.94	2.73	24.20	0.73	24.20	0.89	-	-	24.21	1.37	-	-	-	-
Alfa-bisabolol	24.94	2.73	52.16	19.16	24.93	4.61	24.92	3.59	24.93	4.09	24.92	3.16	24.91	2.53	24.92	0.81
Krisofanol	52.28	20.64	53.57	3.03	52.14	22.88	-	-	52.16	23.91	52.10	23.45	52.11	19.81	-	-
<b>Esterler</b>																
Asetik asit etil ester	3.19	1.02	-	-	3.19	1.18	3.19	1.06	3.19	1.71	-	-	3.19	0.92	-	-
Benzil sinamat	-	-	36.97	2.67	-	-	36.98	1.35	-	-	36.98	1.54	36.98	3.00	37.00	2.18
<b>Ketonlar</b>																
1-(2,6-Dihidroksi-2-propen-1-on)	45.44	11.28	45.37	12.20	45.38	11.04	45.40	15.08	-	-	45.37	13.11	45.36	11.30	45.40	7.10
2,3--4H-1-benzopiran-4-on	47.46	15.06	-	-	47.35	18.73	-	-	-	-	53.89	5.54	50.54	4.23	47.44	17.52
5,7--4H-1-Benzopiran-4-on	52.64	6.41	52.51	7.55	-	-	-	-	-	-	52.41	6.45	52.44	7.83	52.59	6.54
2-2,4-Sikloheptadien-1-on	54.05	7.25	-	-	53.92	5.52	-	-	53.93	7.09	-	-	53.88	5.71	54.00	7.39

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Şekil 5. Farklı Dönemlerde elde edilen propolislerin kimyasal içeriği

Figure 5. The chemical composition of propolis which collected at different times

Standart sapma değerleri  $p < 0.01$  olduğu için grafiğe yansıtılmamıştır.

A: 2001 yılı nektar dönemi plastik ızgaralı örtü tahtalı kolonilerden toplanan propolis, B: 2002 yılı nektar dönemi plastik ızgaralı örtü tahtalı kolonilerden toplanan propolis, C: 2001 yılı kışlatma öncesi dönemi önden ahşap tuzaklı kolonilerden toplanan propolis, D: 2001 yılı kışlatma öncesi dönemi yandan ahşap tuzaklı kolonilerden toplanan propolis, E: 2001 yılı kışlatma öncesi dönemi plastik ızgaralı örtü tahtalı kolonilerden toplanan propolis, F: 2002 yılı kışlatma öncesi dönemi önden ahşap tuzaklı kolonilerden toplanan propolis, G: 2002 yılı kışlatma öncesi dönemi yandan ahşap tuzaklı kolonilerden toplanan propolis, H: 2002 yılı kışlatma öncesi dönemi plastik ızgaralı örtü tahtalı kolonilerden toplanan propolis.

Farklı dönemler ve yöntemler kullanılarak 2001 ve 2002 yıllarında üretilen propolis örneklerinin yapılan kimyasal analizleri sonucunda, örneklerin kimyasal kompozisyonları benzerlik göstermiştir. Plastik tuzakların propolis örnekleri nektar dönemi için değerlendirildiğinde, örneklerin kimyasal kompozisyonlarında özellikle ketonların yüksek oranda bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yağ asitlerinden hegzadekanoik asit ve 9-oktadekanoik asit, aromatik asitlerden benzoik asit ve kumarik asit, alkollerden gliserin, beta-eudesmol, alfa-eudesmol, alfa bisabolol, krisofanol; esterlerden asetik asit etil ester bileşiklerinin propolis örneklerinde genel olarak

buldukları tespit edilmiş ve Tablo 2, Şekil 5'te verilmiştir.

Kışlatma öncesi dönemde önden tuzaklı yöntemin propolis örneklerinin kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, genellikle krisofanol ile ketonların konsantrasyonlarının yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Yağ asitlerinden hegzadekanoik asit ve 9-oktadekanoik asit, aromatik asitlerden 3,4-dimetoksisinnamik asit, 3-hidroksi-4-metoksisinnamik asit, alkollerden gliserin, alfa-eudesmol, beta-eudesmol ve alfa-bisabolol, esterlerden asetik asit etil ester bileşiklerinin daha

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

düşük oranlarda propolis örneklerinde tespit edilmiştir.

Kışlatma öncesi dönemde yandan tuzaklı yöntemin propolis örneklerinin kimyasal bileşimleri karşılaştırıldıklarında, kimyasal bileşikler açısından büyük benzerlikler olduğu saptanmıştır. Aromatik asitlerden hegzadekanik asit ve 9-oktadekanik asit, aromatik asitlerden 3-hidroksi-4-metoksisinnamik asit, 3,4-dimetoksisinnamik asit, alkollerden gliserin, alfa-eudesmol, beta-eudesmol, alfa-bisabolol ve krisofanol, esterlerden ise asetik asit etil ester ve benzil sinamat örneklerin içeriklerinde çoğunlukla bulunurken, 1-(2,6-Dihidroksi-2-propen-1-on diğer tuzak tipi örneklerinde olduğu gibi yüksek oranda bulunmuştur.

Kışlatma öncesi dönemde plastik tuzakların propolis örneklerinin kimyasal analizi sonucunda, diğer yöntem örneklerinde olduğu gibi 3-hidroksi-4-metoksisinnamik asit, 3,4-dimetoksisinnamik asit, gliserin, beta-eudesmol, alfa-bisabolol, asetik asit etil ester, hegzadekanik asit ve 9-oktadekanik asit gibi bileşiklerin yaygın olduğu, krisofanol ve ketonların ise daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir.

Bileşiklerden hegzadekanik asit propolis örneklerinin tümünde mevcut olup, plastik tuzakların örneklerinde oranı düşük iken, önden ve yandan tuzaklı örneklerinde daha yüksek ve benzer oranlarda tespit edilmiştir. Yine gliserin ve beta-eudesmol tüm örneklerde mevcut olup, gliserin önden tuzaklı propolis örneklerinde diğer örneklere göre daha yüksek oranlarda belirlenmiştir. Propolis örneklerinde Beta-eudesmol ise birbirlerine benzer oranlarda olduğu gözlenmiştir.

Oruç vd., (2017) tarafından yapılan çalışmada *p*-kumarik asit miktarı sonbaharda yaz dönemine göre daha yüksek olduğu tespit edilirken, yapılan bu çalışmada kumarik asit oranları nektar ve kışlatma öncesi dönemlerde benzer oranlarda oldukları belirlenmiştir. Hegazi vd., (2000) tarafından Avusturya, Almanya ve Fransa propolis örneklerinde yapılan bir çalışmada, Benzoik asit oranının Avusturya ve Fransa örneklerinde Almanya örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve yapılan bu çalışmada dönem ve yöntemler bakımından benzoik asit oranları daha düşük bulunmuştur. Uzel vd., (2005) Bartın, Trabzon, Bursa ve Ankara illerinin propolis örneklerinin kimyasal kompozisyonu ve antimikrobiyal özelliklerini araştırmışlar ve Bartın, Ankara ve

Trabzon propolis örneklerinde bulunan alfa-bisabolol oranının, yapılan bu çalışmada tespit edilen alfa-bisabolol oranından oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan aynı çalışmada 4 ilin propolis örneklerinde tespit edilen benzoik asit ve 1-3-hidroksi-4-metoksisinnamik asit bileşikleri oranı bu çalışmada elde edilen sonuçlara yakın oranlarda olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada farklı dönemlerde önden, yandan ve plastik tuzakların propolis örneklerinin içerdiği reçine miktarları % 21.22 – 47.00 arasında değişmiştir (Karlıdağ ve Genç 2007). Ancak tespit edilen kimyasal bileşikler ve bu bileşiklerin oranları bakımından belirgin farklılıklar olmamıştır.

Sorkun vd., (2001) Erzurum, Trabzon ve Gümüşhane propolis örneklerinin kimyasal bileşik karşılaştırmalarında, Trabzon ve Gümüşhane örneklerinin birbiriyle benzer olduğunu, ancak Erzurum propolis örneğinin farklılıklar gösterdiğini ve özellikle amino asit içeriğinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Erzurum örneğinin temel bileşiklerinin aromatik asit esterler ve alkoller olarak bildirilmesi yapılan bu çalışmanın analiz sonuçlarıyla uygunluk göstermiştir.

Silici (2003)'nin tespit etmiş olduğu, Bursa propolis örneğindeki miristik asit ve benzoik asit; Artvin propolis örneğindeki 9-oktadekanik asit, miristik asit, hegzadekanik, benzoik asit ve heptadekan; Hatay propolis örneğindeki 9-oktadekanik asit, benzoik asit, benzil sinamat ve oktadekan; Kayseri propolis örneğindeki Hekzadekanik asit ve benzoik asit; Yozgat propolis örneğindeki benzoik asit; İzmir propolis örneğindeki benzoik asit ve miristik asit ile Adana propolis örneğindeki miristik asit bileşikleri elde ettiğim bileşiklerle benzerlik göstermiştir. Bununla birlikte, bölgeler arasında kimyasal bileşiklerin bireysel benzerlikleri yanında genelde farklı kimyasal bileşikler içerdiği gözlenmiştir. Bu farklılıklar propolis örneklerinin farklı iklimsel özellikler ve farklı bitki örtülerine sahip coğrafik bölgelerden alınmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü propolisin bileşimi bitkiye, bölgeye, arıcıların kullandığı toplama tekniklerine bağlı olarak değişebilmektedir (Uzel vd., 2005, Bankova vd., 2014, Oruç vd., 2017).

Oruç vd., (2017) ve Keskin ve Kolaylı (2018)' de bahsedilen propolis standardizasyonu ile ilgili yapılan çalışmaları destekler nitelikte veriler elde edilmiştir. Keskin ve Kolaylı (2018) analizlenen farklı bölgelere ait propolis örneklerinin kumarik asit miktarının 0,27-4,30 mg fenolik bileşen/g aralığında



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

değiştiğini, sinnamik asit miktarının ise 0,01-1,85 mg fenolik bileşen/g aralığında değiştiğini ifade etmiştir. Oruç et al. (2017)' de ise farklı dönem ve yerlerden elde edilen propolis örneklerinin kumarik asit miktarının 0,13-0,21 mg/g DPEE olarak değiştiğini belirtmiştir. Çalışmamızda elde edilen verilerin literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür. Silici (2008) yapmış olduğu çalışmada farklı bitki türlerinden elde edilen propolislerin kimyasal kompozisyonlarını kıyaslamıştır. Bu çalışmaya göre sinnamik asit miktarının % 0,51- 2,30 arasında değiştiği, gliserol miktarının % 0,38-1,65 arasında değiştiği ifade edilmiştir. Çalışmamız neticesinde elde ettiğimiz gliserin miktarının literatür ile uyumlu olduğu tespit edildi. Ayrıca Bankova et al. (2014)'de poplar tip propolisin eudesmol ve türevlerini içerdiği belirtilmiştir. Elde edilen veriler literatür verileri ile kıyaslandığında farklı dönem ve yöntemler ile elde edilen propolis örneklerinin hezadekanoik asit, benzoik asit, kumaik asit, sinnamik asit ve türevleri, gliserin, eudesmol ve türevleri, krisofan gibi bileşenleri ortak olarak içerdiği tespit edilmiştir. Neredeyse analizlenen tüm örneklerde ortak olan bu bileşenler ham propolisin içermesi gereken bileşenlerin aydınlatılmasını sağlamış ve propolis olarak isimlendirilen örneklerin gerçekten propolis olup olmadığına dair fikir elde edilmesini sağlamıştır.

### SONUÇ

Bu çalışmada, farklı propolis üretim yöntemleri kullanılarak farklı dönemlerde toplanan propolis örneklerinin kimyasal analizleri yapılmıştır. Farklı sezon ve üretim yöntemiyle elde edilen propolis örneklerinin 17 bileşeni ortak olarak içerdiği belirlenmiş ve elde edilen sonuçlarda istatistiki olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Propolisin kimyasal kompozisyonu çok kompleks olup bileşimi bitkiye, bölgeye, mevsime ve koloniye bağlı olarak değiştiğinden renk, koku ve tıbbi karakterleri de farklılık göstermektedir. Bu nedenle ekstraktları halinde tüketilen propolisin piyasaya sürülen ürünlerinin gerçekte propolis olup olmadığının anlaşılabilirliği ve haksız kazançların önlenmesi açısından kimyasal kompozisyonların aydınlatılması ve propolis major bileşenlerin tespit edilmesi önem arz etmektedir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Dr. Semiramis KARLIDAĞ'ın doktora tezinden türetilmiştir. Çalışma için plastik tuzakları

gönderen J&D Manufacturing (Romeo) firmasına (www.propolistrap.com) ve katkılarından dolayı Tübitak ATAL'a teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

- Alencar, S.M., Oldoni, T.L.C., Castro, M.L., Cabral, I.S.R., Costa- Neto, C.M., Cury, J.A., Rosalen, P.L., Ikegaki, M. (2007). Chemical composition and biological activity of a new type of Brazilian propolis: Red propolis. *Journal of Ethnopharmacology*. 113 (2): 278-283.
- Bankova, V.S., Christov, R.S., Tejera, A.D. (1998). Lignans and other constituents of propolis from the Canary Islands. *Phytochemistry*. 49 (5): 1411-1415.
- Bankova, V., Popova, M., Trusheva, B. (2014). Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review. *Chemistry Central J*. 8:28.
- Crane, E. (1991). The plant resources of honeybees (first part). *Apiacta*. 26: 57-64.
- Genç, F., Dodoloğlu, A. (2002). Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Zir. Fak., Ders Yayınları No: 166, Erzurum, 338s.
- Gençay, Ö., Sorkun, K. (2002a). Propolis hakkında neler biliyoruz? *Teknik Arıcılık Derg.* 75: 17-21.
- Gençay, Ö., Sorkun, K. (2002b). Propolisin kullanım alanları. *Teknik Arıcılık Derg.* 76: 11-14.
- Ghisalberti, E.L. (1979). Propolis: A Review. *Bee World*. 60: 59-84.
- Hegazi, A.G., Faten, K., Abd El Hadyb, F.K., Abd Allah, F. A. M. (2000). Chemical composition and antimicrobial activity of European propolis. *Z. Naturforsch.* 55c. 70-75.
- Iannuzzi, J. (1993). Propolis collectors. *Am. Bee J.* 133 (2): 104-107.
- Jolly, V. G. (1978). Propolis varnish for violins. *J. Bee World*. 59:4.
- Karlıdağ, K.S., Genç F. (2007). Farklı Balarısı (*Apis Mellifera*) İrk ve Yöntemleri İle Üretilen Propolis Örneklerinin Reçine Miktarları. *U. Arı D. / U. Bee J.* 52-58.
- Keskin, M., Kolaylı, S. (2018). Standardization of propolis, is it possible? *U. Arı D. / U. Bee J.* 18 (2): 101-110.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Kumova, U., Korkmaz, A., Avcı, B.C., Ceyran, G. (2002). Önemli bir arı ürünü: propolis. *U. Arı Drg/ U. Bee J. 2* (2): 10-24.
- Oruç, H.H., Sorucu, A., Ünal, H.H., Aydın L. (2017). Mevsim ve rakımın propolisteki biyolojik olarak aktif belirli fenolik bileşiklerin düzeylerine etkisi ve propolisin kısmi standardizasyonu. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 64, 13-20.
- Schmidt, J.O., Buchmann, S.L. (1992). Other products of the hive. *The Hive and Honey Bee, Dadant and Sons Hamilton Illinois*. 928-977 p.
- Sforcin, J.M., Fernandes Jr, A., Lopes, C.A.M., Bankova, V., Funari, S.R.C. (2000). Seasonal effect on Brazilian propolis antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology*. 73: 243–249.
- Silici, S. (2003). Propolisin bazı antimikrobiyel ve farmakolijik aktiviteleri üzerine bir araştırma. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Zootekni Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Adana.
- Silici, S. (2008). Farklı botanik orjine sahip propolis örneklerinde biyolojik olarak aktif bileşenlerin belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Derg.* 24 (1-2): 120 – 128.
- Sorkun, K., Suer, B., Salih, B. (2001). Determination of chemical composition of Turkish propolis. *Zeitschrift fur Naturforschung C-A Journal of Biosciences*. 56 (7-8): 666-668.
- Waykar, B., Alqadhi, Y.A. (2016). Beekeeping and Bee Products; Boon for Human Health and Wealth. *Indian J. Pharm. Biol. Res.* 4 (3): 20-27. ISSN: 2320-926.
- Uzel, A., Sorkun, K., Önçağ, Ö., Çoğulu, D., Gençay, Ö., Salih, B. (2005). Chemical compositions and antimicrobial activities of four different Anatolian propolis samples. *Microbiological Research*. 160: 189-195.

## TİCARİ PROPOLİS EKSTRAKTLARININ KALİTE PARAMETRELERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

### A Comparison of Commercial Propolis Extracts in Terms of Quality Parameters

Merve KESKİN\*, Sevgi KOLAYLI

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Trabzon, E-posta: skolayli61@yahoo.com, ORCID No: 0000-0001-9365-334X,

Yazışma yazarı / Corresponding author: e-mail: merveozdemirkeskin@gmail.com

\*ORCID No: 0000-0003-0437-6139

Geliş tarihi / Received:06.02.2019 Kabul Tarihi / Accepted:11.03.2019 DOI: <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.568302>

#### ÖZ

Propolis biyolojik aktif değeri yüksek doğal bir arı ürün olduğu için takviye edici gıda olarak değişik formülasyon ve paketlerde tüketilmektedir. Propolisin içeriği toplanma biçimi ve zamanı, arı ırkı ve toplandığı bölgenin florasına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle standardize ham propolis elde etmek mümkün değildir fakat farklı çözücüler kullanılarak hazırlanan propolis ekstraktlarının standardize edilmesi mümkündür. Yapılan bu çalışma da Türkiye'nin değişik market ve aktarlarından toplanan ticari propolis ekstraktlarının bazı kalite parametreleri karşılaştırıldı. 20 değişik propolis ekstraktının briks, balsam, toplam fenolik madde miktarı (TFM), toplam flavonoid madde miktarı (TFMM) ve kondense tanen madde (KTM) miktarları ölçüldü. Çalışma sonucunda briks değerinin etanolik propolis ekstraktları için 25 ile 61 arasında, balsam değerlerinin %7.1 ile %95 arasında, TFM'nin %1 ile %95 arasında, TFMM'nin %0.1 ile %7.8 arasında ve KTM'nin %0.04 ile %0.4 arasında değiştiği tespit edildi. Propolis özütlerinin hazırlanması, tüketilmesi ve standardize edilmesinde bu parametrelerin önemli rol alabileceği görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ticari propolis ekstraktı, Polifenoller, Flavanoidler, Balsam, Briks

#### ABSTRACT

Propolis is a natural bee product, which contains a high amount of biological active components. It is consumed in different extract forms as supplementary food. Standardization of raw propolis is difficult because the composition of raw propolis depends on many factors such as flora of the area, harvesting season, collection style, and bee strain. However, standardization of propolis extract prepared with ethanol rather than raw propolis is achievable. In this study, different commercial propolis extracts were purchased from markets and their quality parameters were compared with each other. The amount of brix, balsam, total phenolic, total flavonoids and condensed tannins were determined in twenty different commercial propolis extracts. Results showed that the amount of brix ranges from 0 to 61, balsam from 7.1% to 95%, total phenolic content from 1% to 9.5%, total flavonoids from 0.1% to 7.8%, and condensed tannins from 0.004% to 0.4% for the ethanolic propolis extracts. Our results suggest that these parameters may play an important role in the preparation, consumption, and standardization of propolis extracts.

**Key words:** Commercial propolis extracts, Polyphenols, Flavonoids, Balsam, Brix

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### EXTENDED ABSTRACT

**Goal:** Propolis, is a resinous mixture, collected by honeybees from tree bud and exudates of the plants. Propolis is collected by bees to coat cracks in their hives and also to protect hives against microorganisms. Propolis contains flavonoids, aromatic acids, diterpenic acids and phenolic compounds and these components are responsible for its antitumor, anticancer, antiviral and antifungal effects. Propolis was widely used in ancient cultures as folk medicine. The use of natural drugs has increased in the last 20 years due to the emergence of side effects of synthetic drugs and resistance to these drugs. This makes propolis popular as an alternative and complementary medicine. Nowadays propolis is used in different forms and formulations as food additive, complementary medicine, cosmetic products, etc. The consumption of raw propolis is not advised by the doctors. It should be extracted to convert it into consumable form but because of its complex resinous nature, the solubility of propolis differs according to solvent used for extraction. Solvents used for propolis extraction should solve the propolis and be nontoxic. Today, there are various propolis extracts prepared with many different solvents such as alcohol, olive oil, glycerol, polyethylene glycol, dimethylsulfoxide (DMSO) and mineral salts in pharmacies and markets. Most of these extracts are produced by uncontrolled manner by unqualified persons. It is obvious that this situation could cause real health problems. In this study, different commercial propolis extracts was purchased from markets and their quality parameters compared with each other.

**Material and Method:** The amount of brix, balsam, total phenolic compounds, total flavonoids and condensed tannin were determined in twenty different commercial propolis extracts.

**Results:** Results showed that the amount of brix changes from 25 to 61, balsam from 7.1% to 95%, total phenolic compounds from 1% to 9.5%, total flavonoids from 0.2% to 5% and condensed tannin from 0.004% to 0.4% for the ethanolic propolis extracts.

**Conclusion:** It can be seen that these parameters may play an important role in the preparation, consumption and standardization of propolis extracts.

### GİRİŞ

"Apiterapi" arı ürünleri ile yapılan tedavi olup, geleneksel ve tamamlayıcı tıp içinde yer alan ve son zamanlarda kullanımı bir hayli artan bir tedavi şeklidir. Bal, polen, propolis, arı sütü, arı zehri gibi arı ürünleri apiterapik amaçla çok eski çağlardan günümüze kadar kullanılagelen doğal ürünlerdir. Kemoterapötik ilaçların insan sağlığına olumsuz etkileri ve antibiyotik dirençliliği gibi nedenlerden dolayı son zamanlarda geleneksel ve doğal yöntemler ile tedavi yöntemlerine eğilimler artmış bulunmaktadır. Hatta bu konuda Sağlık Bakanlıkları yasal mevzuatlar oluşturmuş, sertifika programları açılmış ve apiterapi klinikleri oluşturulmuş ve sağlık turizminin de önemli bir parçası haline gelmiştir.

Propolis; çeşitli bitkilerin yaprak, tomurcuk, kabuk vb. kısımlarından işçi arılar tarafından toplanan, reçinemi, suda az çözünen vizkoz, yapışkan, keskin kokulu bir karışımdır. Bal arıları kovanlarını her türlü fiziksel ve kimyasal tehlikeye karşı savunma amacıyla propolis kullanırlar. Propolisin fiziksel ve kimyasal özellikleri elde edildiği coğrafi bölgeye göre değişiklik göstermekle birlikte içerdiği uçucu yağlar ve polifenoller nedeniyle yüksek

antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve antitumoral özellikler sergilemektedir. Ham propolis %40-50 reçine, %20-30 mum, %5-10 uçucu yağlar, %1-5 polen, çeşitli fenolik bileşikler ve organik asitlerden oluşur. Propolis çürümeyi önleyici özelliği bilindiğinden dolayı eski çağlardan beri mumyalamada, vücudun enfeksiyonlara karşı savunma mekanizmasını arttırmada ve yaraları kapatarak tedavi etmekte doğal bir ilaç olarak kullanılmaktadır (Ahn v.d., 2007; Li v.d., 2008; Aliyazıcıoğlu v.d., 2013).

Propolis biyolojik aktif potansiyeli yüksek olduğu için apiterapi amaçlı uygulamalarda son derece umut vaat etmektedir. Ancak reçinemi kompleks matris yapısının çözünürlüğü önemli bir problem olup, insan sağlığına zarar vermeyecek güvenilir propolis ekstraktlarının hazırlanarak kullanıma arz edilmesi gerekmektedir. Son 20 yıl içerisinde sentetik ilaçların yan etkilerinin ortaya çıkması ve hastalık etmenlerinin bu ilaçlara karşı dirençli olması nedeniyle doğal ilaçların kullanımına karşı eğilim artmıştır. Bu durum propolisi alternatif ve tamamlayıcı tıp ürünü olarak popüler kılmıştır.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Yapılan bilimsel çalışmalarda propolisin bileşiminde bulunan terpen, terpenoid, seskoterpen gibi uçucu bileşenlerin yanında içerdiği sayısız polifenolik bileşiğin biyolojik aktiviteden sorumlu olduğu ve bu bileşenlerin polardan apolara doğru çözünürlüklerinin değiştiği bildirilmektedir (Sahlan ve Supardi, 2013 ve Huang v.d., 2014). Fenolik asitler nispeten polar karakterde olduğu için suda çözünürlükleri fazladır, fakat flavanoidlerin sudaki çözünürlükleri modifikasyonlarına göre değişmektedir. Hidroksil grupları sayısı fazla ve şekerler ile glikozit bağı oluşturan flavanoidlerin sudaki çözünürlüğü daha yüksek, ancak alkil grubu içeren flavanoidlerin çözünürlüğü düşüktür (Pujirahayu v.d., 2014). Örneğin, kafeik asitin suda çözünürlüğü yüksek olduğu halde kafeik asit fenetil esterlerinin (CAPE) düşüktür. Ancak alkolün insan sağlığına olumsuz etkileri (Ahmet, 2008) insanları farklı çözücüler bulmaya yöneltmiştir. Bugün çeşitli aktarlar ve eczanelerde alkol, zeytinyağı, gliserol, polietilen glikol, dimetilsülfoksit (DMSO) ve mineral tuzlar, gibi pek çok değişik çözücüler ile hazırlanan propolis ekstraktları bulunmaktadır. Bunların bir kısmı Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı izni ile takviye edici gıda olarak satılmakla birlikte pek çoğu merdiven altı tekniklerle üretilmekte ve içeriği analiz edilmeden etiketsiz olarak satılmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile farklı çözücüler kullanılarak piyasaya sunulan ticari propolis örneklerini biyokimyasal açıdan değerlendirilmesi ve ürünler arasındaki farklılıklar ortaya konması ve propolis standardının çıkarılması hedeflenmiştir.

### GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamızda rastgele örnekleme yöntemine göre piyasada satışa sunulan ve Türkiye de üretilen ticari propolis örnekleri kullanıldı. Bu amaçla, 20 farklı propolis özütü (ekstraktları) toplandı ve +4 °C' da buzdolabında çalışma için bekletildi. Bu çalışmada kullanılan ticari markalar zikredilmemiş olup sadece örnekler numaralandırıldı.

### Briks Değeri Tayini

Ticari olarak temin edilen numunelerin % çözünen katı miktarını tayin edebilmek amacıyla refraktometre cihazı (Atago, Germany) kullanıldı. Refraktometre kullanılarak ölçülen değerler etanolik propolis ekstraktı Briks değeri olarak ifade edildi.

### Balsam Miktarı Tayini (%)

Balsam miktarı tayini etil alkol ekstraksiyon yöntemine göre yapıldı (Popova et.al., 2017). Bu amaçla sabit tartıma gelmiş evaporatör balonu tartılarak ağırlığı tayin edildi (boş tartım) daha sonra balona 2 mL propolis ekstraktı ilave edildi ve etil alkol uçuruldu. Bu işlemten sonra sabit tartıma getirilen balonun ağırlığı belirlendi (dolu tartım). Dolu ve boş kapların tartımı arasındaki fark üzerinden % balsam değeri hesaplandı.

### Toplam Fenolik Madde Miktarı

Folin metodu kullanılarak propolis ekstraktlarının toplam polifenol miktarı belirlendi (Singleton ve Rossi, 1965; Singleton v.d., 1999). Gallik asit (GA) standardı kullanılarak kalibrasyon grafiği Gallik asitin farklı konsantrasyonlarda (1,0; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625 ve 0,03125 mg/mL) çözeltileri kullanılarak hazırlandı ve sonuçlar Gallik asit eşdeğeri cinsinden mg GAE/mL propolis ekstraktı olarak ifade edildi.

### Toplam Flavanoid Tayini

Toplam flavonoid madde miktarı tayini Fukumoto ve Mazza (2000)'ya göre yapıldı. Alüminyum klorür kolorimetrik yöntemi olarak da adlandırılan bu metodun prensibi, alüminyum klorürün, flavonoidlerin 4-keto ve C-3 ya da C-5 (ya da her ikisi) hidroksil grubu ile kararlı bir asit kompleksinin oluşturulmasına dayanmaktadır. Standart olarak farklı konsantrasyonlarda (0,25; 0,125; 0,0625; 0,03125; 0,015625 ve 0,0078125 mg/mL) kuersetin (KE) kullanıldı ve toplam flavanoid miktarı Kuersetin eşdeğeri cinsinden mg KE/ mL propolis ekstraktı olarak ifade edildi.

### Kondanse Tanen Miktarı Tayini

Kondanse tanen miktarı tayini Julkunen-Titto (1985)' in belirttiği metoda göre yapıldı. Farklı konsantrasyonlarda (1,0; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625 ve 0,03125 mg/mL) kateşin içeren tüplerin 500 nm' de ölçülen absorbans değerleri konsantrasyona karşı grafiğe geçirildi. Elde edilen kalibrasyon grafiğine göre propolis ekstraktlarının kondanse tanen madde miktarı hesaplandı. Örneklerin kondanse tanen madde miktarı Kateşin eş değeri cinsinden mg KatE/mL propolis ekstraktı olarak ifade edildi.

### İstatistik

Elde edilen deneysel verilerin ortalama değer, standart sapma ve korelasyon hesaplamaları Microsoft excel programı kullanılarak yapıldı.

### BULGULAR

#### Briks Değeri Tayini

Yapılan analizler neticesinde piyasadan temin edilen örneklerin Briks değerinin 0-100 arasında değiştiği tespit edildi.

#### Balsam Miktarı Tayini

Etanolik ekstrakt içerisinde çözülmüş madde miktarı olarak ifade edilen balsam miktarının ticari örneklerde %0.11 ± 0.02 ile %95.07±0.05 arasında değiştiği tespit edildi. Elde edilen veriler Tablo 1'de özetlendi.

#### Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Ticari ekstraktların toplam fenolik madde miktarının (TFM) 0.25±0.01 mg GAE/mL ile 77.68±6.34 mg GAE/mL arasında değiştiği tespit edildi ve elde edilen veriler Tablo 1'de özetlendi.

#### Toplam Flavanoid Tayini

Ticari propolis ekstraktlarının en yüksek toplam flavanoid miktarının (TFMM) 23.33±0.23 mg KE/mL olduğu tespit edildi ve elde edilen veriler Tablo 1'de özetlendi.

#### Kondanse Tanen Miktarı Tayini

Ticari ekstraktların en yüksek kondanse tanen madde miktarının 5.78±0.08 mg KatE/mL olduğu tespit edildi ve elde edilen veriler Tablo 1'de özetlendi.

#### İstatistik

Elde edilen Briks ve toplam fenolik madde miktarı verilerinin arasında korelasyon olduğu görüldü. Briks değeri ve TFM arasındaki korelasyon değerinin 0.9 olduğu görüldü. Bu katsayı briks değeri ve TFM arasında oldukça iyi bir ilişki olduğunu göstermektedir.

### TARTIŞMA

Ham propolis yapısında bulunan reçine ve mum benzeri maddelerden dolayı kolay tüketilebilen bir doğal karışım değildir. Bu nedenle yapısında az miktarda bulunan biyolojik açıdan aktif bileşenlerin bu matriks yapıdan izole edilerek tüketilmesi yıllardır uygulana gelen bir yöntem olup adına ekstraksiyon veya özütlenme adı verilmektedir. Bu amaçla etanol başta olmak üzere, gliserol, polietilen/ polipropilen glikol, gliserol, su, zeytinyağı gibi çözücüler kullanılmaktadır.

Bir çözelti içerisinde çözülmüş olan maddenin miktarı bilinmiyorsa maddenin kırılma indisini bularak miktarını tayin etmek mümkündür. Kırılma indisi maddenin fiziksel özelliğidir ve her maddenin

kendine özgü bir kırılma indeksi vardır. Refraktometreler çözelti içerisindeki katı veya çözülmüş madde miktarını ve kırılma indisini ölçmeye yarayan cihazlar olup gıda kimyası için çok önemlidirler. Refraktometrelerin kuru madde çizelgesi 20°C' deki sakkaroz çözeltilerine göre ayarlanmıştır. Bu nedenle elde edilen Briks değerlerinin % çözümlü kuru madde miktarı sakkaroz cinsinden ifade edilmektedir. Daha çok sulu çözeltilere uygulanan bu teknik etanolik propolis özütleri için de kullanılmaktadır (Cardoso v.d., 2016; Pastor v.d., 2011; Popova v.d., 2017).

Tablo 1' de çalışma sonucu elde edilen Briks değerleri verilmektedir. Çalışmada ölçülen etanolik ve sulu propolis ekstraktları Briks değerlerinin 0 ile 61 arasında değişim gösterdiği tespit edildi. Su ve etanol dışında çözücü kullanılması durumunda Briks değerinin oldukça yükseldiği ve hatta tayin sınırının dışına çıktığı tespit edildi. Keskin (2018) yaptığı çalışmada ham propolisler kullanılarak hazırlanan propolis ekstraktlarının Briks değerlerinin 20-27.50 Briks arasında değiştiğini ifade etmiştir. Cardoso et.al. (2016) hazırladıkları propolis ekstraktlarının Briks değerini 25.9 Briks bulurken, Pastor v.d., (2011) ekstraktların Briks değerini 18.5-20 Briks arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Ticari numunelerin Briks değerlerinin içerdikleri safsızlıklar veya çözümlülüğü etkileyen farklı çözücüler nedeniyle oldukça değişken olduğu tespit edildi. Bu durum propolis ekstraktı hazırlanırken etanol dışında bir çözücü kullanılıp kullanılmadığı açısından da fikir edinmemizi sağlamaktadır. Ayrıca etanolik propolis ekstraktları briks ve toplam polifenol verileri arasındaki korelasyondan (korelasyon katsayısı 0.9) yola çıkılarak ekstraktın içerdiği toplam polifenol miktarı hakkında da tahminde bulunulabilir.

Etanolde çözünen kısım olarak tanımlanan balsam miktarı arttıkça propolisin kalitesinin arttığı ifade edilmektedir. Çalışma sonucu elde edilen balsam değerinin sulu ve etanolik propolis ekstraktları için %0.1-95 arasında değiştiği tespit edildi. Sulu ve etanolik propolis ekstraktlarının balsam miktarı arasındaki farkın yüksekliği balsam miktarının çözücüye bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Etanol dışında bir çözücü kullanıldığında, çözücünün uçurulması zorlaşmakta ve hatta kullanılan bazı çözücülerin evaporasyon sonrası kalıntı bıraktığı (hesaplanan balsam miktarı üç tekrar neticesinde >%100 olduğu görüldü) tespit edildi. Popova v.d., (2017) tarafından Bulgaristan'ın değişik bölgelerinden toplanan propolis örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri değerlendirilmiştir. Etanol de

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

çözünen kısım olarak ifade edilen balsam miktarı %33 ile %88 arasında değiştiği belirtilmektedir. İspanyadan toplanan propolis örneklerinin bazı değerleri belirlenmiştir (Bonhevi ve Gutierrez, 2011). Bu çalışmaya göre balsam değeri %52.5-76.2 arasında değiştiği ifade edilmektedir. Balsam miktarının oldukça değişken olduğu görülmektedir. Ancak ticari propolis örneklerinde yapılmış çalışmaların azlığından dolayı, bulgularımızı literatürdeki işlenmiş propolis örnekleri ile karşılaştırmak mümkün olmadı.

Propolisin iyi bir polifenol kaynağı olması bakımından takviye edici gıda rolü bulunmaktadır. Toplam polifenol miktarı en kolay spektrofotometrik yöntemler kullanılarak tespit edilmektedir (Baltas v.d., 2016). Ham propoliste polifenolik madde miktarı pek çok parametreden etkilenmektedir, ancak başta propolis'in toplandığı flora olmak üzere, propolisin toplanma biçimi ve hasat zamanı ile toplam biçimi en çok etkileyen faktörlerdir. Ancak ticari propolis ekstraktlarındaki toplam polifenolik madde miktarını, birim hacim çözücüde çözünen ham propolis miktarı, ekstraksiyon süresi ve kullanılan ham propolis

kalitesi belirlemektedir. Birim hacim çözücüde çözünen ham propolis miktarı arttıkça Briks değeri, balsam değeri ve ona bağlı olarak da toplam polifenolik madde miktarı artmaktadır. Çalışmamız sonucu elde edilen veriler dikkate alındığında ise toplam polifenolik madde miktarlarının sulu ve etanolik propolis ekstraktları için 0.1 (%0.01) ile 78 mg GAE/mL (%7.8) arasında değişim gösterdiği bulundu. Herrera v.d., (2010) ticari propolis ekstraktları ile yapmış oldukları bir çalışmada ticari Şili propolis ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerini ve toplam polifenol miktarını belirlemişlerdir. Bu çalışmaya göre ticari Şili propolis ekstraktlarının toplam polifenol madde miktarı 9.0 ile 85.00 mg GAE/mL arasında değişmektedir. Çalışmamızda elde ettiğimiz toplam fenolik madde miktarının literatür ile uyumlu olduğu, bu miktarın çözelti derişimine, propolis kaynağına ve kullanılan çözücüye göre değişiklik gösterdiği görülmektedir. Literatürdeki propolislere ait toplam polifenolik madde miktarları daha çok ham propolis içerisindeki polifenolik içeriğin ölçülmesi olarak rapor edilirken, ticari örnekler için fazla çalışma bulunmamaktadır.

Tablo 1: Propolis ekstraktlarının kalite parametreleri açısından değerlendirilmesi

Table 1: Evaluation of propolis extracts in terms of quality parameters

Numune /Samples	Kullanılan Ekstraksiyon Çözücüsü / The solvent of extraction	Briks/ Brix*	% Balsam	Toplam Polifenol Miktarı mg GAE/mL/ Total polyphenol content	Toplam Flavanoid Miktarı mg KE/mL/ Total flavonoid content	Kondanse Tanen Miktarı mg KatE/mL/ Amount of condensed tanin
1	EtOH	29	9.21 ± 0.08	21.12±0.90	21.12±0.90	0.36±0.05
2	EtOH	27	8.13 ± 0.2	11.15±0.25	11.15±0.25	0.34±0.04
3	EtOH	53	33.62±0.02	41.89±1.30	41.89±1.30	2.29±0.18
4	EtOH	35	63.03 ± 0.1	28.85±0.21	28.85±0.21	0.57±0.13
5	EtOH	61	95.07±0.05	77.68±6.34	77.68±6.34	2.21±1.30
6	EtOH	42	19.21 ± 0.2	38.85±0.63	38.85±0.63	0.90±0.28
7	EtOH	36	32.16±0.05	11.47±0.01	11.47±0.01	0.11±0.01
8	EtOH	31	42.73±0.06	28.15±0.09	28.15±0.09	3.63±0.08
9	EtOH	27	15.62±0.1	22.48±0.95	22.48±0.95	0.23±0.03
10	EtOH	40	18.66±0.06	37.58 ±0.69	37.58 ±0.69	0.52±0.03
11	EtOH	25	7.13±0.03	10.48±0.12	10.48±0.12	T.E
12	EtOH	33	32.17±0.05	25.620±0.16	25.620±0.16	1.65±0.04
13	EtOH	35	42.60±0.1	40.740±0.9	40.740±0.9	5.78±0.08
14	Su/Water	0	34.80±0.05	6.83±0.09	6.83±0.09	0.29±0.03
15	Su/Water	0	0.11 ± 0.02	0.25±0.01	0.25±0.01	T.E
16	Su/Water	0	0.22 ± 0.02	0.90±0.07	0.90±0.07	T.E
17	Su/Water	0	0.14 ± 0.02	0.09±0.01	0.09±0.01	T.E
18	Yağ/Oil	85	T.E	12.58±0.93	12.58±0.93	T.E
19	Çözücü Belli Değil/The solvent is not clear	96	T.E	58.70±1.09	58.70±1.09	1.14±0.00
20	Çözücü Belli Değil/The solvent is not clear	37	T.E	3.40±0.32	3.40±0.32	T.E

\*Analiz sonuçları üç tekrarlı olarak elde edilmiş, Briks tayininde standart sapma < 0,01 olduğu için tablo değerlerine yansıtılmamıştır.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Nitekim ham propolis örneklerine ait toplam polifenolik madde miktarlarının ortalama %2 ile %20 arasında değiştiği ve bunun floral kaynaklardan etkilendiği de belirtilmektedir. Woisky ve Salatino (1998) Brezilya propolislerinde toplam polifenol miktarının %8.8 ile 13.70 arasında değiştiği rapor ederlerken; flavonoid miktarının minimum %0.35 maksimum %2.70 olduğunu belirtmişlerdir. Bulgaristan propolisinin kimyasal bileşenlerini belirlemek ve basit bir standardizasyon çalışması yapmak amacıyla Bulgaristan'ın farklı bölgelerinden toplanan propolis örneklerinin toplam polifenol ve flavonoid miktarları belirlenmiş ve toplam polifenol miktarının yaklaşık %11.2 ve toplam flavonoid miktarının ise %2.90 olduğu ifade edilmiştir (Popova v.d., 2017).

Yapılan bir başka çalışmada Brezilya propolis ekstraktları fenolik bileşenlerini araştırılmış (Cunha v.d., (2004). Bu çalışmada farklı ekstraksiyon metodları kullanılarak metodların fenolik içeriğe etkisi araştırılmıştır. Propolis ekstraktları Soxhlet cihazı ile ayrı ayrı 10 gün ve 20 gün boyunca alkolle muamele sonucu elde edildiği bildirilmiş. Sırasıyla polifenol değerleri %13.34, 11.50 ve 11.87 bulunduğu bildirilmiştir. Fenolik içerikler %30, %50 ve %70'lik alkol çözeltileri kullanılarak elde edildiği bildirilmiştir. Alkol oranı arttıkça bileşenlerin miktarının da arttığı rapor edilmiştir. Keskin ve Kolaylı (2018) ise yapmış olduğu çalışmada etanolik propolis ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarının yaklaşık %5 ile %16 arasında değiştiğini, toplam flavanoid miktarının 51.23 mg KE/g ile 1.24 mg KE/g arasında değiştiğini ve kondanse tanen madde miktarının 8.47 mg KatE/g ile 2.53 mg KatE/g arasında değiştiğini ifade etmiştir.

Polifenoller yaklaşık 8-10 bin üyesi bulunan geniş sekonder metabolit ailesi olup, fenolik asitler, flavanoidler, tanenler, prosyaninler, ligninler, gibi çok alt sınıfa ayrılırlar. Flavanoidler fenolik asitlere göre nispeten apolar moleküller olup bitkilerin renk, koku, aroma ve diğer biyolojik aktif değerinden sorumlu ajanlardır. Yüksek flavanoid madde miktarı yüksek antioksidan, antibakteriyal, anti-inflamatuar kapasite gibi özellikleri yansıtmaktadır. Ticari propolis özütlerinin total flavanoid madde miktarlarının 0.01 ile 23.33 mg KE/mL arasında değişim gösterdiği tespit edildi. Etanolik ekstraktların total flavanoid madde miktarlarının yüksek, sulu özütlerde ise düşük olduğu dikkati çekmektedir.

Tanenler, polifenoller ailesinin bir üyesi olup, boyar maddeden yapıştırmacı madde yapımına kadar çok

geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Tanenler; ellagitanenler, gallotanenler, kompleks tanenler ve kondense tanenler olarak 4 alt sınıfta toplanırlar. Daha çok ağaç kabuklarında yer alan bu kompleks polifenolik moleküller kateşin, gallik asit, elagik asit ve onların polimerleridir (Khanbabae ve Ree, 2001, Mayworm v.d., 2014). Kondanse tanenler veya proantosyanidinleri bir grup kateşin oligomerleridir. Spektrofotometrik bir yöntemle ölçülen kondanse tanen madde miktarları 0.23 ile 5.78 mg KatE/mL arasında değişim göstermektedir. Keskin ve Kolaylı (2018) yapmış olduğu çalışmada etanolik propolis ekstraktlarının kondanse tanen miktarının 2.53 ile 8.47 mg KatE/mL arasında değiştiğini ifade etmiştir. Propoliste tanen ölçümü ile literatürde fazla çalışma bulunmadığından verileri karşılaştırmak mümkün değildir.

### SONUÇ

Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Yönetmeliğinde de yer alan ve takviye edici gıda olarak da kullanılan propolis özütlerinin hazırlanması ve piyasaya arz edilmesinde bazı kriterlerin bulunması ve standardize edilmesi gerekmektedir. Ancak bu ürünlerin nasıl standardize edilmesi gerektiği tam bir tartışma konusudur. Yapılan bu çalışma ile Türkiye de ticari olarak satışa sunulan propolis özütlerinin bazı parametreleri karşılaştırıldı. Briks, balsam, toplam fenolik madde miktarı ve toplam flavanoid madde miktarlarının referans alınarak ölçüldüğü bu çalışma ile her bir parametrenin gerek ham propolis kalitesinin ve gerekse de işlenmiş propolis özütlerinin kalitesinin belirlenmesinde önemli kriterler olduğu görülmektedir. Propolis özütlerinin tüketilmesinde, etiketlenmesinde, fiyatlandırılmasında bu kriterlerin göz önüne alınarak standardize edilmesi mümkün görülmektedir.

### KAYNAKLAR

- Ahmet, F. (2008). Toxicological effects of ethanol on human health, *Critical Reviews in Toxicology* 25 (4): 347-367.
- Ahn, M. R., Kumazawa, S., Usui, Y., Nakamura, J., Matsuka, M., Zhu, F., Nakayama, T. (2007). Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of China, *Food Chemistry* 101: 1383-1392.
- Aliyazıcıoğlu, R., Sahin, H., Ertürk, O., Ulusoy, E., Kolaylı, S. (2013). Properties of phenolic composition and biological activity of



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- propolis from Turkey. *International Journal of Food Properties* 16: 277-287.
- Baltas, N., Karaoglu, S.A., Tarakci, C., Kolayli, S. (2016). Effect of propolis in gastric disorders: inhibition studies on the growth of *Helicobacter pylori* and production of its urease. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry* 31:2.
- Bonvehi, J. S., Gutierrez, A. L. (2011). Antioxidant activity and total phenolics of propolis from the Basque Country (Northeastern Spain). *Am. Oil Chem. So.* 88: 1387-1395.
- Cardoso, J.G., Ioriob, N.L.P., Rodrigues, L.F., Courib, M.L.B., Farah, A., Maia, L.C., Antonio, A.G. (2016). Influence of a Brazilian wild green propolis on the enamel mineral loss and *Streptococcus mutans*' count in dental biofilm. *Archives of Oral Biology* 65: 77-81.
- Cunha, I.B. S., Sawaya, A. C.H.F., Caetano, F.M., Shimizu, M.T., Marcucci, M.C., Drezza, F.T., Povia, G.S., Carvalho, P. (2004). Factors that Influence the yield and composition of Brazilian propolis extracts. *J. Braz. Chem. Soc.* 15 (6): 964-970.
- Fukumoto L. R., Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal Agriculture Food Chemistry* 48: 3597-3604.
- Herrera, C.L., Alvear, M., Barrientos, L., Montenegro, G., Salazar, L.A. (2010). The antifungal effect of six commercial extracts of Chilean propolis on *Candida* spp., *Cien. Inv. Agr.* 37(1):75-84.
- Huang, S., Zhang, C., Wang, K., Li, G., Hu, F. (2014). Recent advances in the chemical composition of propolis. *Molecules.* 19: 19610-19632.
- Julkunen-Titto R. (1985). Phenolic constituents in the leaves of Northern Willows: Methods for the analysis of certain phenolics. *J. Agric. Food Chem.* 33: 213-217.
- Keskin, M. (2018). Propolis ve Özütlelerinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi ve Enkapsülasyonu. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Keskin, M., Kolaylı, S. (2018). Standardization of propolis, Is it possible?, *U. Bee J.* 18 (2): 101-110.
- Khanbabae, K., Ree, T. (2001). Tannins: Classification and definition, *Nat. Prod. Rep.* 18: 641-649.
- Li, F., Awale, S., Tezuka, Y., Kadota, S. (2008). Cytotoxic constituents from Brazilian red propolis and their structure-activity relationship, *Bioorg. Med. Chem.* 16: 5434-5440.
- Mayworm, M. A. S., Lima, C. A., Tomba, A. C. B., Fernandes-Silva, C. C., Salatino, M. L. F., Salatino, A. (2014). Does propolis contain tannins? *Complementary and Alternative Medicine.* 4.
- Pastor, C., Sánchez-González, L., Marcilla, A., Chiralt, A., Cháfer, M., Chelo González-Martínez, C. (2011). Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. *Postharvest Biology and Technology.* 60: 64-70.
- Popova, M., Giannopoulou, E., Skalicka-Woźniak, K., Graikou, K., Widelski, J., Bankova, V., Kalofonos, H., Sivolapenko, G., Gawel-Beben, K., Antosiewicz, B., Chinou, I. (2017). Characterization and biological evaluation of propolis from Poland. *Molecules.* 22: 1159.
- Pujirahayu, N., Ritonga, H., Uslinawaty, Z. (2014). Properties an flavonoids content in propolis of some extraction method of raw propolis. *Innovare Academic Sciences.* 6 (6): 338-340.
- Sahlan, M., Supardi, T. (2013). Encapsulation of Indonesian propolis by *Casein Micelle*. *International Journal of Pharma and Bio Sciences.* 4(1): 297-305.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture.* 16: 144-158.
- Singleton, V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology.* 299: 152-178.
- Woisky, R. G., Salatino, A. (1998). Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research.* 37(2): 99-105.

## ARICILIK İŞLETMELERİNDE MEVCUT DURUM, TEMEL SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA (BİNGÖL İLİ ÖRNEĞİ)

A Research on Present Situation, Basic Problems and Solution Proposals in Beekeeping Enterprises (A Case Study Bingol Province)

Bünyamin SÖĞÜT<sup>1</sup>, Helda Ebru ŞEVİŞ<sup>1</sup>, Ersin KARAKAYA<sup>2\*</sup>, Hakan İNCİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi / Zootekni Bölümü Bingöl, Türkiye, bunyaminsogut@hotmail.com<sup>1</sup>, ORCID No: 0000-0002-7644-7226; heldaeburu22@gmail.com<sup>1</sup> ORCID No: No:0000-0003-2975-2276 hakaninci2565@hotmail.com<sup>1</sup>, ORCID No: 0000-0002-9791-0435

<sup>2\*</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi / Tarım Ekonomisi Bölümü Bingöl, Türkiye, Corresponding author/Yazışma yazarı: e-mail: karakayaersin@hotmail.com<sup>2</sup>, ORCID No: 0000-0002-6734

Geliş tarihi / Received:14.02.2019 Kabul Tarihi / Accepted:05.03.2019 DOI:https://doi.org/10.31467/uluaricilik.527115

### ÖZ

Bu çalışma, Bingöl ilinde arıcılık yapan işletmelerinin yapısal durumunu, temel sorunlarını ve çözüm önerilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Kovan başına bal verimini etkileyen faktörlerin belirlenmesinde regresyon analizi kullanılmıştır. Oransal örnekleme yöntemiyle 87 adet işletmeyle anket yapılmıştır.

Araştırma bulgularına göre, yetiştiricilerin yaş ortalaması 47,3, ortalama arıcılık yapma süresi 18,11 yıl, üretici başına düşen mevcut kovan sayıları ortalaması 133,6 adet ve koloni başına bal verimi ortalaması ise 11,1 kg olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda yetiştiricilerin büyük bir kısmının (%84) gezginci arıcılık yaptığı ve arıcıların %78,2'sinin yer ve konaklama sorunu olduğu saptanmıştır. Yetiştiricilerin Bingöl arıcılık sektörünün gelişmesinin önündeki en büyük etken olarak ilk 3 sırada %32,2 ile arıcıların yeterli bilgiye sahip olmaması, %29,9 ile desteklemenin yetersiz olması ve %23 ile pazarlama sorununu gördükleri belirlenmiştir. Mesleki deneyim süresi fazla, kovan sayısı az ve gezgin arıcılık yapan işletmelerin bal verimlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; mesleki deneyimi fazla ve konaklama sorununu çözmeyi başaran gezginci arıcılık yapan yetiştiricilere yönelik strateji ve politikaların geliştirilmesi bölgede bal üretim ve verim miktarını önemli oranda arttıracığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bingöl, Gezginci arıcılık, Kovan sayısı, Desteklemeler

### ABSTRACT

This study was carried out in the province of Bingol, in order to determine the structural status, basic problems, and solution of solutions for beekeeping enterprises. A questionnaire was administered to 87 individuals using a proportional sampling method. A regression analysis was then used to determine the factors affecting yield of honey yield per hive.

According to results of the study, the average age of the farmers was 47.3, years the average duration of beekeeping was 18.1 years, the average number of hives was 133.6 per beekeeper and the average amount of honey yield per colony was 11.1 kg. A large part (84%) of the

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

beekeepers were migratory beekeepers and 78,2% of the beekeepers had placement and accommodation problems. It was determined that the three most important factors for the beekeepers in the development of the Bingol beekeeping; not enough knowledge in beekeeping (32.2%), inadequate subsidies (29.9%), and marketing problems (23%). It was also observed that the honey yields were higher in beekeeping enterprises that had with more professional experience, fewer hives, and were in the migratory beekeeping business.

As a result, it was also determined that the development of strategies and policies aimed at farmers engaged in migratory beekeeping, in which succeeded in solving the problem of accommodation and occupational experience, will significantly increase honey production and yield in the region.

**Keywords:** Bingol, Migratory beekeeping, Hive number, Subsidies

### EXTENDED ABSTRACT

**Purpose:** There are 84047 number of beekeeping businesses in Turkey. There are 2983 beekeeping businesses in the TRB1 region of Turkey. The percentage of beekeeping enterprises in the TRB1 region was determined to be 3.5%. The percentage of beekeeping enterprises of the Bingol province was determined to be 21% of the TRB1 region. The honey production was determined to be 105727 tons in Turkey, 2522 tons in TRB1, and 873 tons in Bingol. Therefore, 2.3% of Turkey's honey production is from the TRB1 region. In addition, 34.6% of TRB1 region's honey production is from Bingol. This study was carried out in order to determine the current organization of beekeeping in the Bingöl province, the problems of the beekeepers, suggestions for solutions of the problems, and the factors affecting honey yield per hive.

**Material and Method:** A questionnaire was administered to 87 individuals using the proportional sampling method. A regression analysis was used to determine the factors affecting honey yield per hive.

**Results:** According to the research findings, Bingöl honey yield was found to be below Turkey's average. The beekeeping organization of the Bingol province was therefore determined. This was carried out in accordance with the migratory beekeeping monitoring that is regularly performed in Turkey. Our findings show similarities with the findings of previously conducted studies, it was determined that Turkey's beekeeping main problem is the accommodation problem and this should be in the forefront of Bingol beekeeping priorities. Another general result revealed by our study is that the beekeepers are both insufficient in terms of knowledge and material at the point of production, and the beekeepers who overcome this deficiency have problems with marketing. The average time of being a beekeeper was higher than the other studies. While the number of hives available had a significant effect on the description of the model, the results showed that beekeeping, requeening, and number of individuals in the family were significant factors in the model. Professional experience had less of a significant effect on the model.

**Conclusion:** It was determined that the training of beekeeping should be taken into account seriously, and consequently, local and national education should be provided. A background in beekeeping and the marketing of bee products should be carried out for beekeeping organizations. It was also determined that the development of strategies and policies aimed at farmers engaged in migratory beekeeping, which succeeded in solving the problem of accommodation and occupational experience, will significantly increase honey production yield in the region.

### GİRİŞ

Dünya'da hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde sanayi ve hizmetler sektöründe yaşanan

gelişmelerden dolayı, kırsal kesimden kentlere göç artmıştır. Bundan dolayı işlenmiş gıda tüketimi

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

artmış, fakat son zamanlarda işlenmiş gıdalarda yaşanan olumsuzluklardan dolayı bal gibi yaygın olan doğal gıdalara olan istek artmıştır (Demen 2015). Arıcılık, bitkisel üretime katkı sağlaması, kısa sürede gelir elde edilmesi, küçük bir sermaye ile yapılabilmesi ve arazi varlığına bağlı olmaması gibi nitelikleriyle tarımsal faaliyetler içinde farklı bir konuma sahiptir. Arıcılıkta işletme maliyetlerinin az olması, diğer üretim dallarına nazaran daha az işgücü ile yapılabilmesi, ürünlerin kolayca saklanabilmesi ve değer fiyatla satışa sunulması sebebi ile arıcılık, gelişmekte olan ülkelerdeki kırsal nüfusa iş, gelir ve sağlıklı beslenme olanağı sağlamaktadır (Günbey 2007, Kızılaslan ve Kızılaslan 2007, Uzundumlu v.d. 2011, Karakaya ve

Kızıloğlu. 2015). Dünya bal üretiminin yaklaşık %30'u Avrupa kıtasından, %29'u Amerika kıtasından ve %23'ü de Asya kıtasından karşılanmaktadır. Türkiye, 107 bin tonluk üretimiyle dünya bal üretiminde Çin'den sonra ikinci sırada gelmektedir. Koloni başına verim Türkiye ortalaması 14,3 kg olup, dünya ortalamasından %32 daha düşüktür (Semerci 2017). Türkiye'de yaklaşık 140 bin sabit ve 40 bin gezginci olmak üzere 180 bin arı yetiştiricisinin var olduğu ve arıcıların sahip oldukları 5 milyonun üzerinde koloni varlığı ile yılda yaklaşık 81 bin ton bal ve 4,5 bin ton balmumu üretimiyle Türkiye ekonomisine yıllık 150 milyon TL'lik katkı sağladığı belirlenmiştir (Pirim v.d. 2011).

**Tablo 1.** Türkiye, TRB1 bölgesine (Bingöl, Elazığ, Mlatya ve Tunceli) ait arıcılıkla ilgili veriler

**Table 1.** Data on beekeeping belongs Turkey, TRB1 region (Bingol, Elazığ, Malatya and Tunceli)

	İşletme sayısı (Adet)	Yeni kovan (Adet)	Eski kovan (Adet)	Toplam kovan (Adet)	Bal üretimi (Ton)	Bal mumu üretimi (Ton)
<b>Türkiye</b>	84.047	7.679.482	220.882	7.900.364	105727	4440
<b>TRB1</b>	2.983 (%3.5)	343.225	3.321	346.546	2522	100
<b>Bingöl</b>	628 (%21)	126.523	320	126.843	873	24

Kaynak: TÜİK 2016

TÜİK verilerine göre 2016 yılında Türkiye'deki arıcılık işletme sayısı 84.047 adet iken, bunun %3,5'i (2.983 Adet) TRB1 bölgesine ait, TRB1 bölgesi içinde Bingöl ili arıcılık işletmelerinin oranı ise %21 olarak belirlenmiştir. Bingöl ilindeki işletmelerin Türkiye içindeki payı ise %0,7 olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de 105727 ton olan bal üretimi TRB1 bölgesinde 2522 ton iken Bingöl'de 873 ton olarak gerçekleşmiş, TRB1 bölgesinin bal üretimi açısından Türkiye içindeki payı %2,3 Bingöl'ün TRB1 bölgesi içindeki payı ise %34,6 olarak saptanmıştır (Tablo 1).

Bu çalışma Bingöl il genelinde yürütülen arıcılığın mevcut yapısını ve arıcıların ne tür sorunlarla karşı karşıya olduklarını ve karşılaşılan sorunların irdelenerek çözüme ilişkin önerilerin sunulması ve kovan başına bal verimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

### GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada 2017 yılı Mart ayında Bingöl İli Arı Yetiştiricileri Birliğine bağlı 87 üreticiden anket yoluyla elde edilen veriler kullanılmıştır. Örnek hacmi

oransal örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir (Newbold 1995, Miran 2007, Günden v.d. 2008, Şahin v.d. 2008, Uzundumlu v.d. 2011).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{px}^2 + p(1-p)}$$

n: Örnek hacmi

N: Popülasyondaki işletme sayısı,

p: arıcılık konusunda yeterli bilgi sahibi olan üreticilerin oranı, (maksimum örnek hacmine ulaşmak için 0,50 alınmıştır)

$\sigma_{px}^2$ : Varyansı vermektedir.

İlde birliğe kayıtlı toplam 857 adet arıcı bulunmaktadır. %90 güven aralığında ve %10 hata ile örnek hacmi 87 olarak bulunmuştur. Arıcılık sektörü kovan başına bal verimi aşağıda verilen bağımsız değişkenler tarafından açıklanmıştır.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

$V = f(\text{EGT, YAS, DEN, ADI, AMC, KSA, BSA, ARI, AYŞ})$

Denkleme:

V: Kovan başına bal verimi (kg)

EGT: Eğitim durumu (yıl)

YAŞ: Çiftçi yaşı (yıl)

DEN: Mesleki deneyim (yıl)

ADI: Arıcılık dışı iş yapma (yapıyor:1, yapmıyor:0)

AMC: Amaç (esas geçim kaynağı:1, diğerleri:0)

KSA: Kovan sayısı (adet)

BSA: Ailedeki birey sayısı (kişi)

ARI: Ana arı değişim sıklığı (yıl)

AYŞ: Arıcılık yapma şekli (Gezgin:1, Sabit:0)

Model sonuçları istatistik ve ekonomik teoriye uygunluk yönünden incelenmiş ve yorumlanarak

sunulmuştur. Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde, SPSS paket programı kullanılmıştır.

### BULGULAR

#### Yetiştiricilere Ait Sosyo-Ekonomik Nitelikler

Arıcılığın diğer hayvancılık dalları gibi tecrübe gerektiren bir tarımsal faaliyet olması, yüksek yaş grubunda bulunan işletmelerdeki arıcıların, kovan sayısının daha fazla olması beklentisini oluştururken, aynı zamanda üretim biçiminin riskli olması nedeniyle genç girişimcilerin büyük işletmeleri daha çok tercih etmesi ihtimalini de düşündürmektedir (Aydın 2014). Yetiştiricilerin yaşlarının 22 ile 70 arasında değiştiği ve ortalama olarak 47,3 olduğu, bal verimlerinin ise 8 ile 24 kg arasında değiştiği ve ortalama olarak 11,12 kg olduğu saptanmıştır. Yetiştiricilerin arıcılık yapma sürelerinin 2 ile 44 yıl arasında değiştiği ve ortalama olarak 18 yıl olduğu belirlenmiştir. Yetiştiricilerin mevcut kovan sayısının 30 ile 250 adet arasında değiştiği ve ortalama 133.6 adet olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Yetiştiricilere ait bazı özellikler için tanımlayıcı değerler

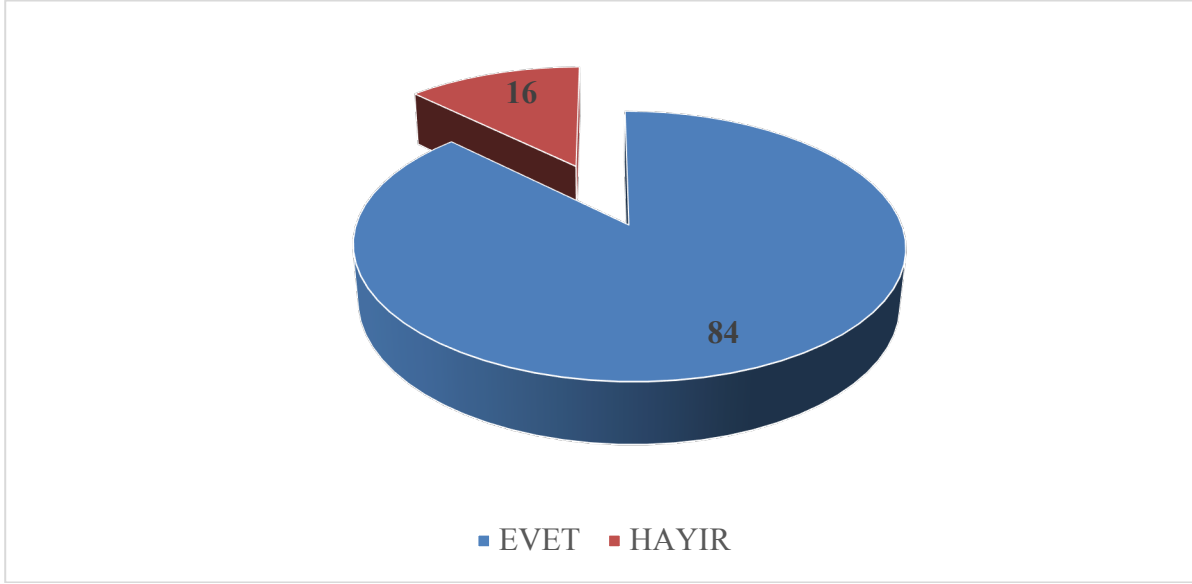
**Table 2.** Descriptive values for some properties of beekeepers

	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart sapma
Yaş (yıl)	22	70	47.3	12.0
Arıcılık yapma süresi (yıl)	2	44	18.13	10.120
Mevcut kovan sayısı (adet)	30	250	133.66	60.522
Bal verimi	8	24	11.12	8.93

#### Yetiştiricilerin Gezginci Arıcılık Yapıp Yapmama Durumları

Gezginci arıcılıkta, yüksek verim elde edilmesiyle daha fazla gelir sağlanmaktadır. Gezginci arıcılık nektar ve polen kaynaklarına bağlı olarak kolonilerin belirli zaman aralıkları dikkate alınarak farklı yerlere götürülmesi esasına dayanır. Türkiye'de farklı coğrafik bölgelerde farklı iklim şartlarının yaşanması gezginci arıcılık için ideal bir ortam oluşturmaktadır.

Gezginci arıcılar üretim dönemi içerisinde önce Ege, Akdeniz ve Karadeniz Bölgesi'nden başlayarak Orta ve Doğu Anadolu'ya doğru hareket etmekte; daha sonra bu bölgelerden de tekrar Ege Bölgesi'ndeki çam balı alanlarına ya da mevsimsel şartların daha ideal olduğu bölgelere gitmektedirler (Günbey 2007). Şekil 1'de yetiştiricilerin gezginci arıcılık yapma durumlarının dağılımı verilmiştir. Yetiştiricilerin büyük bir kısmının (%84) gezginci arıcılık yaptığı belirlenmiştir.



Şekil 1. Yetiştiricilerin gezginci arıcılık yapıp yapmama durumları %

Figure 1. The migratory beekeeping status of beekeepers

### Yetiştiricilerin Gezginci Arıcılıkta Karşılaştıkları Sorunlar

Konuyla ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalar sonucunda, Türkiye’de arıcılık faaliyetlerinin büyük çoğunluğunun gezginci arıcılık şeklinde yapıldığı saptanmıştır. Bu nedenle gezginci arıcıların

karşılaştıkları sorunlar, büyük ölçüde ülke arıcılığının sorunlarını yansıtmaktadır. Tablo 3’te görüldüğü üzere, Bingöl’de gezginci arıcıların %78,2’sinin yer ve konaklama, %12,6’sının kayıp, %3,4’ünün yabancı hayvan saldırısı ve zirai ilaç ve %2,3’ünün ise nakliye sorunu olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Yetiştiricilerin gezginci arıcılıkta karşılaştıkları sorunlar

Table 3. Beekeepers' problems in migratory beekeeping

Sorun	Sayı	Oran (%)
Yer/konaklama	68	78.2
Zirai ilaç	3	3.4
Yabancı hayvan saldırısı	3	3.4
Nakliye	2	2.3
Kayıp	11	12.6
Toplam	87	100.0

### Yetiştiricilere Göre Bingöl Arıcılık Sektörünün Gelişmesinin Önündeki En Büyük Etken

Ankete katılan yetiştiricilere genel olarak Bingöl arıcılığının gelişmesini etkileyen en büyük etken ya da sorun nedir diye sorulan soruya verilen cevapların dağılımı tablo 4’te oransal olarak

verilmiştir. Yetiştiricilerin Bingöl arıcılık sektörünün gelişmesinin önündeki en büyük etken olarak ilk 3 sırada %32,2 ile arıcıların yeterli bilgiye sahip olmaması, %29,9 ile desteklemenin yetersiz olması ve %23 ile pazarlama sorununun yer aldığı belirlenmiştir.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

**Tablo 4.** Bingöl arıcılık sektörünün gelişmesinin önündeki en büyük etken

**Table 4.** The most important factor in the development of beekeeping sector in Bingöl

	Sayı	Oran (%)
Olumsuz iklim şartları	3	3.4
Konaklama yeri yetersizliği	1	1.1
Ana arı üretiminin olmaması	7	8.0
Arıcıların yeterli bilgiye sahip olmaması	28	32.2
Bal ormanlarının olmaması	1	1.1
Pazarlama sorunu	20	23.0
Bölgeye uygun arı ırkı yetiştirilmemesi	1	1.1
Desteklemenin yetersiz olması	26	29.9
Toplam	87	100.0

### Regresyon Analiz Sonuçları

Anket uygulanan yetiştiricilerin yaş ortalamasının yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 5). Kovan sayısının 30 ile 250 arasında değiştiği, anket uygulanan üreticilerin mesleki deneyimlerinin 18 yıl

olduğu tespit edilmiştir. Yetiştiricilerin %84'ünün gezgin arıcılık yaptığı, ana arı değişim süresinin ortalama 2 yıl olduğu ve yetiştiricilerin %38'inin arıcılık dışında başka işlerde yaptıkları belirlenmiştir.

**Tablo 5.** Değişkenlerin tanımlanması ve istatistiki özetler

**Table 5.** Defining variables and statistical summaries

	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Verim (kg/kovan)	11.12	8.936	8	24
Yaş (yıl)	47.34	12.077	22	70
Mesleki deneyim (yıl)	18.28	10.078	2	44
Ailedeki birey sayısı	4.95	1.615	2	9
Mevcut kovan sayısı	133.12	60.666	30	250
Ana arı değişimi (yıl)	2.05	0.507	1	3
Arıcılık yapma şekli (Gezgin=1; Sabit=0)	0.84	0.371	0	1
Eğitim durumu (yıl)	10.45	2.556	0	15
Arıcılık dışı iş yapma (Evet=1; Hayır=0)	0.38	0.489	0	1
Arıcılık yapma amacı (Ana geçim kaynağı=1; Diğerleri=0)	0.51	0.503	0	1

Kovan başına bal veriminin bağımlı değişken olarak alındığı regresyon modeli 10 adet bağımsız değişkenle açıklanmaya çalışılmıştır. Modeldeki değişkenlerin katsayıları önemli ve anlamlı bulunmuştur. Modelin açıklayıcılığını gösteren R<sup>2</sup> değeri 0,65 ve düzeltilmiş R<sup>2</sup> değeri ise 0,61 olarak bulunmuştur (Tablo 6). Yatay kesit verilerinde çok rastlanan farklı varyans (heteroskedasticity) olup olmadığı irdelenmiştir. Farklı varyans problemiyle karşılaşıldığı için model yarı logaritmik olarak koşulmuş ve sorun varyanslar eşit hale getirilerek giderilmiştir. Çoklu eş doğrusallık (multicollinearity) problemine bakılmış VIF (variation inflation factor) değerleri 10'un altında çıktığı için Multicollinearity

probleminin olmadığı görülmüştür. Yine modele spesifikasyon testi yapılmış ve ikinci dereceden terimlere ihtiyaç olmadığı tespit edilmiştir. Bal verimine etki eden değişkenler sırasıyla işletmecinin eğitim durumu, yaşı, mesleki deneyimi, arıcılık dışında iş yapma, arıcılığın yapılış amacı, arıcılığın yapılış şekli, mevcut kovan sayısı, ailedeki birey sayısı ve anaarı değişim sıklığı şeklinde sıralanmaktadır.

Çiftçi yaşı ve eğitim seviyesi önemli bulunmazken mesleki deneyim önemli bulunmuştur. Mesleki deneyim arttıkça kovan başına verimin artması beklenmektedir. Mesleki deneyim ile kovan başına

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

verim arasında pozitif önemli ilişki vardır. Ailedeki birey sayısının artmasının kovan başına verimi artıracağı ve ailedeki birey sayısı ile kovan başına verim arasında pozitif önemli ilişki olduğu sonucu bulunmuştur. Mevcut kovan sayısı ile kovan başına verim arasında ters yönlü istatistiki olarak önemli bir ilişkinin olduğu ve kovan sayısı arttıkça kovan başına verimin azalmakta olduğu sonucu saptanmıştır. Arıcılıkta anaarının ideal sürede değiştirilmesi gerekmektedir. Anaarının değiştirilmemesi veya geç

değiştirilmesi bal verimini olumsuz etkilemektedir. Analiz sonucunda da görüldüğü gibi anaarı değiştirme süresi uzadıkça bal verimi azalmaktadır. Ana arı değişim süresi ile bal verimi arasında ters yönde ve önemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Arıcının gezgin olması bal verimini pozitif yönde etkilemektedir. Bu değişkenin katsayısına bakıldığında modeli açıklamada önemli etkiye sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 6.** Regresyon analizi sonuçları

**Table 6.** The results of regression analyses

Değişkenler	B	Std. hata	t hesap değeri	P değeri
Sabit	-2.365	7.528	-0.314	0.754
Yaş	0.006	0.081	0.074	0.941
Mesleki deneyim	0.004	0.090	0.042	0.067*
Ailedeki birey sayısı	0.782	0.408	1.916	0.017**
Mevcut kovan sayısı	-0.120	0.011	10.690	0.000***
Ana arı değişimi	-1.808	1.380	1.310	0.014**
Arıcılık şekli	1.800	1.885	-0.955	0.043**
Eğitim durumu	0.244	0.301	0.808	0.421
Arıcılık dışı iş yapma	-0.862	1.443	-0.597	0.552
Arıcılık amacı	-1.602	1.456	-1.100	0.275

R<sup>2</sup>=0.659; Düzeltilmiş R<sup>2</sup>= 0,614;  
F(10,75) = 14,574; P değeri = 0.000  
Breusch-Pagan Test = 10,136; P değeri = 0,076; Ramsey Reset Test = 1,354; P değeri = 0,232  
Durbin Watson test değeri= 1,171

\*: 0.10, \*\*: 0.05, \*\*\*: 0.01

### TARTIŞMA

Parlakay (2004) tarafından Tokat ili Merkez ilçede yapılan bir çalışmada, yetiştiricilerin yaş ortalaması 49,3, Çivi Yalçın (2014) tarafından Tokat ili Merkez ilçede yapılan diğer bir çalışmada ise yetiştiricilerin yaş ortalaması 50,3 olarak bildirilmiştir. İzmir ili Kemalpaşa ilçesinde Saner v.d. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise yetiştiricilerin yaş ortalaması 50,08 olarak belirlenmiştir. Diyarbakır ilinde yapılan bir çalışmada ise arıcıların yaş ortalaması 46,38 olarak bildirilmiştir (Demen 2015). Sezgin ve Kara (2011) tarafından TRA2 bölgesinde (Ağrı, Ardahan, Iğdır ve Kars) yürütülen bir araştırmada yetiştiricilerin büyük bir çoğunluğunun (%89,4) 35 yaşından büyük olduğu sonucu tespit

edilmiştir. Kırşehir ilinde yapılan bir çalışmada, 30 yaş üzerinde arıcılık yapan kişi sayısının daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tunca ve Çimrin 2012). Tokat ilinde yapılan bir çalışmada 50 yaş üstünde olan yetiştirici oranı %42,8 olarak bildirilmiştir (Öztürk 2013). Aydın (2014) tarafından Ardahan ilinde yapılan bir çalışmada, yetiştiricilerin %42'sinin 50 ve üstü yaş grubunda olduğu saptanmıştır. Adıyaman ilinde Özmen Özbakır v.d. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada arıcıların %47,7'sinin 51-75 yaş aralığında olduğu bildirilmiştir. Uzundumlu v.d. (2011) tarafından Bingöl ilinde yapılan bir başka çalışmada da yetiştiricilerin %55,5'inin 51 yaş üzerinde olduğu sonucu belirlenmiştir. Üçeş ve Erişir (2016) Erzincan ilinde arıcıların %14,8'inin yaşlarının 35'ten küçük



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

olduğunu bildirmişlerdir. Güney Marmara Bölgesinde Borum (2017) tarafından yapılan çalışmada arıcıların %71,25'inin 40 yaş ve üzeri olduğu saptanmıştır. Çalışmamızın sonuçlarının diğer literatür bildirişlerinin sonuçlarıyla birebir uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Günbey (2007) tarafından Van ilinde yapılan bir çalışmada yetiştiricilerin yaş ortalaması 39,7 ve Kutlu v.d. (2016) tarafından Bitlis ili Hizan ilçesinde yapılan çalışma da yetiştiricilerin %92'sinin 51 yaşından küçük olduğu sonucu çalışmamızın sonuçlarıyla farklı bir durum ortaya koymuştur.

Yapılan bir çalışmada mevcut kovan sayısı Van'a gelen gezginci arıcılar için ortalama 195 adet, yerli gezginci arıcılar için ise ortalama 138 adet olarak tespit edilirken, arıcılık yapma süresinin 11-20 yıl olduğu bildirilmiştir (Günbey 2007). Uzundumlu v.d. (2011) tarafından Bingöl ilinde yapılan başka bir çalışmada, ortalama kovan sayısı 115,1 adet olarak bulunmuştur. Öztürk (2013) tarafından ordu ilinde yapılan çalışmada, arıcılık yapma süresi 23,7 yıl ve mevcut kovan sayısı 263,7 adet olarak bildirilmiştir. Saner v.d. (2011) tarafından İzmir Kemalpaşa'da yapılan çalışmada, araştırmadaki üreticilerin ortalama 11,08 yıllık bir arıcılık deneyimine sahip oldukları, Çivi Yalçın (2014) tarafından Tokat ili merkez ilçede yapılan araştırmada ise üreticilerin ortalama olarak 16,95 yıllık arıcılık deneyimleri olduğu tespit edilmiştir. Demen (2015) tarafından Diyarbakır da yapılan bir çalışmada arıcılık deneyiminin 13,83 yıl, Hatay'da Şahinler ve Gül (2003) tarafından yapılan bir çalışmada da arıcılık deneyiminin 10,5 yıl olduğu bildirilmiştir. Erzincan ilinde yapılan bir araştırmada üreticilerin büyük bir kısmının (%44) deneyim süresinin 10 yıldan az olduğu sonucu bulunmuştur (Üçeş ve Erişir 2016). Kutlu v.d. (2016) tarafından Bitlis ili Hizan ilçesinde yapılan çalışmada 10 yıl ve altında arıcılık deneyimine sahip olan yetiştiricilerin oranının %66 olduğu tespit edilmiştir. Türkiye genelinde 38 farklı ilde Kekeçoğlu v.d. (2007) tarafından yürütülen çalışmada, üreticilerin yaklaşık olarak %75'inin 10 yıl ya da daha fazla süredir arıcılık yaptıkları saptanmıştır. Tunca ve Çimrin (2012)'in Kırşehir ilinde yürüttüğü bir çalışmada, yerli arıcıların %77'sinin 10 yıl ve daha az süredir, gezginci arıcıların ise %26'sının 10 yıl ve daha az süredir arıcılık yaptığı belirlenmiştir. Ardahan ilinde Aydın (2014)'in yürüttüğü çalışmada yetiştiricilerin %21.2'sinin mesleki deneyim süresi 10 yıldan az olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuçlar Günbey (2007), Kekeçoğlu v.d. (2007)

ve Aydın (2014)'in çalışma bulgularıyla kısmen benzer sonuçlar ortaya koyarken, Şahinler ve Gül (2003), Saner v.d. (2011), Uzundumlu v.d. (2011), Öztürk (2013), Çivi Yalçın (2014), Demen (2015), Kutlu v.d. (2016), Üçeş ve Erişir (2016)'in çalışma bulgularıyla ise kısmen farklı sonuçlar ortaya koymuştur.

Sezgin ve Kara (2011) tarafından yapılan çalışmada koloni başına bal verimi dünya ortalamasının 24 kg olduğu, Türkiye ortalamasının ise 16-17 kg arasında değiştiği bildirilmiştir. Kekeçoğlu ve Göç Rasgele (2013) yaptıkları çalışmada Düzce ili için koloni başına bal verimini 5,67 kg olarak hesaplamışlardır. Öztürk (2013) tarafından yapılan çalışmada 2011 yılında Ordu ili kovan başına bal veriminin 38 kg olduğu bildirilmiştir. Tokat ilinde yapılan bir çalışmada, kovan başına bal verimi 18,79 kg olarak belirlenmiştir (Çivi Yalçın 2014). Kadirhanogulları v.d. (2016) yaptıkları çalışmada, kovan başına bal verimi dünya ortalamasını 20,5 kg, Türkiye ortalamasını 13,9 kg olarak ve Iğdır ili ortalamasını ise 9,78 kg olarak bildirmişlerdir. Özmen Özbakır v.d. (2016) Adıyaman ilinde yaptıkları çalışmada kovan başına bal verimini 7,7 kg olarak saptamışlardır. Çalışmada bulunan değer Türkiye ortalamasından, Ordu ve Tokat illerinin ortalamasından düşük olarak belirlenirken Iğdır, Düzce ve Adıyaman illerinin ortalamasından yüksek bulunmuştur.

Van ilinde Günbey (2007) tarafından yapılan çalışmada arıcıların tamamının gezginci arıcılık yaptığı, ordu ilinde Öztürk (2013)'ün yürütmüş olduğu çalışmada da arıcıların tamamının gezginci arıcılık yaptığı belirlenmiştir. Karahan ve Karaca (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada, gezginci arıcılık yapan yetiştirici oranı Adana ili için %96, Konya ili için ise %89 olarak bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada, Adıyaman ilinde gezginci arıcılık yapanların oranı %53,5 olarak saptanmıştır (Özmen Özbakır v.d. 2016). Çalışma bulgularıyla diğer çalışma bulgularının benzer olduğu görülmüştür. Kekeçoğlu ve Göç Rasgele (2013)'nin Düzce'de yürütmüş olduğu çalışmada arıcıların %20,5'inin, Aydın (2014)'in Ardahan ilinde yürütmüş olduğu çalışmada %43'ünün, Kutlu v.d. (2016)'nin Bitlis ilinde yürütmüş olduğu çalışmada ise %31'inin gezginci arıcılık yaptıkları tespit edilmiştir. Çalışma bulguları Kekeçoğlu ve Göç Rasgele (2013)'nin, Aydın (2014)'in ve Kutlu v.d. (2016)'nin bulgularıyla farklı sonuç ortaya koymuştur.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Günbey (2007)'in Van'da yürütmüş olduğu çalışmada, arıcıların %27,50'si konaklama ve koloni güvenliği bakımından sorun yaşadığını bildirirken %22,50'si başlıca sorunlarının koloni yoğunluğu ve ulaşım olduğunu belirtmiştir. Çalışmada, arıcıların %50,0'si tüm bu sorunların yanında arı nakil belgesi, yol denetimleri ve tarımsal mücadele çalışmalarının da sorun yarattığını ifade etmiştir. Karahan ve Karaca (2016) Adana ve Konya illerini kapsayan çalışmada, her iki ilde de arıcıların ağırlıklı sorununun ürettikleri ürünün pazarlanması olduğunu, pazarlamadan sonra gelen sorunun ise yine her iki il için de konaklama olduğunu bildirmişlerdir. Adıyaman ilinde yürütülen çalışmada arıcıların %30,2'sinin konaklama alanları ile ilgili sorun yaşadıkları belirlenmiştir (Özmen Özbakır v.d. 2016). Demen (2015) tarafından Diyarbakır ilinde yürütülen çalışmada, yöredeki arıcıların sorunları arasında, konaklama, desteklemelerin miktarı, uygulama yöntemi ve arıcılığın örgütlü bir yapıdan uzak olmaları öne çıkanlar olarak belirlenmiştir. Ordu ilinde Sıralı (2017) tarafından yapılan bir çalışmada da gezginci arıcılıkta yaşanan en büyük sorunun konaklama olduğu bildirilmiştir. Engindeniz v.d. (2014) tarafından İzmir'de ve Öztürk (2017) tarafından Muğla İli Ula ilçesinde yapılan çalışmalarda, ankete katılan arıcıların büyük bir kısmı bal fiyatlarının düşük oluşunu, pazarlama ve gezginci arıcılıkta yaşanan konaklama konularını arıcılığın en önemli sorunu olarak bildirmişlerdir. Çalışma bulgularının daha önce yapılmış diğer çalışma bulgularıyla benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Öztürk (2013) tarafından yapılmış olan çalışmada, anaarı değişim süresi ile bal verimi arasında ters yönde ve önemli bir ilişki, kovan sayısı ile kovan başına verim arasında ters yönlü istatistiki olarak önemli ilişki olduğu, kovan başına bal veriminde çiftçi yaşı ve eğitim seviyesi değişkenleri istatistiki olarak önemli bulunmazken mesleki deneyim önemli bulunmuştur. Bingöl ilinde yapılan bir başka çalışmada, çiftçi yaşının artması, toplam kovan sayısının artması ve arıcının gezgin olmasının bal verimini pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir (Uzundumlu v.d. 2011). Çalışma bulguları diğer literatür bildirişlerinin bulgularıyla kısmen benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. Soysal ve Gürcan (2005) tarafından yapılan bir çalışmada eğitim seviyesi arttıkça arıcılık ile ilgilenme oranının düştüğü belirlenmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda Türkiye'de arıcılık sektörünün çeşitli yıllar itibarıyla yaşanan gelişmeler

ışığında, sürekli gelişme gösterdiği tespit edilmiş ve arıcılıkta üretimi artırmaya yönelik öngörülerde bulunulması ve yeni politikalar geliştirilip arıcılık sektörüne yukarı yönlü bir ivme kazandırılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Burcu ve Gülse Bal 2017; Sıralı v.d. 2018).

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızın genel sonucu olarak, Bingöl ili arıcılık işletmelerinin Türkiye genelinde yapılan yetiştiriciliklerle benzer sonuç ortaya koyduğu ve Bingöl'deki yetiştiricilerin de daha çok orta yaş ve üstü grupta yer aldığı belirlenmiştir. Bingöl'deki yetiştiricilerin orta yaş ve üstü grupta yer almasının en önemli sebebi olarak ailedeki genç yaşta bireylerin, sadece arıcılığın geçim kaynağı için yeterli olmamasından dolayı il dışında başka işlerde çalışıyor olmasından kaynaklanmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ışığında Bingöl ilinde arıcılık yapma süresinin diğer çalışmalara nazaran fazla olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Kovan başına Türkiye bal verimi dünya ortalamasının altında olduğu gibi iyi bir arıcılık potansiyeline sahip olan Bingöl ilinin de bal veriminin Türkiye ortalamasının altında olduğu saptanmıştır. Bingöl ili arıcılık yapısının Türkiye genelinde yapıldığı gibi gezginci arıcılık şeklinde olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Çalışma bulgularının daha önce yapılmış diğer çalışma bulgularıyla benzerlik gösterdiği, Türkiye arıcılığının temel sorunu olan konaklama sorununun Bingöl arıcılığı içinde ön planda olduğu belirlenmiştir. Çalışma bulgularının ortaya çıkardığı diğer bir genel sonuç, yetiştiricilerin üretim noktasında hem bilgi hem maddi açıdan yetersiz kaldığı, bu yetersizliği gideren yetiştiricilerin ise ürünü pazarlama noktasında sorun yaşadığı şeklindedir. Mevcut kovan sayısı modelin açıklanmasında çok önemli etkiye sahip iken, arıcılık şekli, ana arı değişimi ve ailedeki birey sayısı değişkenlerinin ise önemli etkiye sahip oldukları sonucu saptanmıştır. Mesleki deneyim değişkeni ise modeli açıklamada daha az bir etkiye sahiptir.

Sonuç olarak, arı yetiştiriciliğinde eğitim konusunun ciddi düzeyde ele alınarak yerel ve ulusal basında eğitimlerin verilmesi, arıcılıkla ilgili girdi temini ve arı ürünlerinin pazarlanmasında üretici örgütlerinin etkinleştirilmesi için çalışmaların yapılması önem arz etmektedir. Gezginci arıcılık ve konaklama problemlerini çözmeyi başaran arıcılık modellerinin tespit edilerek Bingöl arı yetiştiricilerine benimsetmek ve uygulamak için stratejilerin

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

geliştirilmesi hedeflenmelidir. Mesleki deneyimi fazla ve konaklama sorununu çözmeyi başaran gezginci arıcılık yapan yetiştiricilere yönelik strateji ve politikaların geliştirilmesi bölgede bal üretim ve verim miktarını artırabilir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiş olup, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi ile Bingöl İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü arasında 07.04.2017 tarihinde imzalanan Ortak Araştırma ve Geliştirme (AR-GE) Proje Protokolü çerçevesinde yürütüldüğü Doç. Dr. Bünyamin SÖĞÜT tarafından yapılan "Bingöl Bal Arıcılığının Teknik ve Yapısal Açıldan İncelenmesi" isimli projenin bir kısmıdır.

### KAYNAKLAR

- Aydın, A. (2014) Ardahan ilinde arıcılık faaliyetleri ve sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Ana Bilim Dalı, Atatürk üniversitesi.
- Burucu, V., Gülse Bal, H. S., (2017). Türkiye'de Arıcılığın Mevcut Durumu ve Bal Üretim Öngörüsü. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*. 3 (1): 28-37. Ankara.
- Borum, A.E. (2017). Güney Marmara Bölgesi'nde arıcılık anket çalışması. *U. Arı D./ U. Bee J.*, 17 (1): 24-34.
- Çivi Yalçın, F. (2014) Tokat ili merkez ilçede arıcılık yapan işletmelerde bal ve diğer arı ürünlerinin organik üretim potansiyeli. T.C. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Tokat.
- Demem, H. (2015) Diyarbakır İlinde Arıcılığın Yapısı ve Sorunların Belirlenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Adnan Menderes Üniversitesi - 021.
- Engindeniz, S., Uçar, K., Başaran, C. (2014) İzmir ilinde arıcılığın ekonomik yönleri ve sorunları. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 20(2): 113-120.
- Günbey, V.S. (2007) Van ili gezginci arıcılık hareketlerinin belirlenmesi. Yüksek lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Günden, C., Miran, B., Uysal, ÖK., Bektaş, ZK. (2008) İzmir ilinde gıda güvenliği, kalite ve fiyat açısından tüketicilerin yaş meyve ve

sebze satın alma yeri tercihlerinin analitik hiyerarşi süreciyle belirlenmesi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar* 45(522): 29-40.

- Kadirhanoğulları, İ.H., Karadaş, K., Külekçi, M. 2016. Iğdır İlinde Bal Üretim Maliyetinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 6(4): 115-120.
- Karahan, A., Karaca, İ., (2016) Adana ve Konya illerindeki arıcılık faaliyetleri ve koloni kayıpları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Cilt 20, Sayı 2, 226-235.
- Karakaya, E., Kızıloğlu, S. (2015) Bingöl ili bal üretimi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 5(2): 25-31.
- Kekeçoğlu, M. ve Göç Rasgele, P. (2013) Düzce İli Yığılca ilçesindeki arıcılık faaliyetleri üzerine bir çalışma. *U. Arı D./ U. Bee J.*, 13(1): 23-32.
- Kekeçoğlu, M., Gürcan, EK., Soysal, M.I. (2007) Türkiye arı yetiştiriciliğinin bal üretimi bakımından durumu. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(2): 227-236.
- Kizilaslan, H., Kizilaslan, N. 2007. Factors Affecting Honey Production in Apiculture in Turkey. *Journal of Applied Sciences Research* 3(10): 983-987.
- Kutlu, M.A., Özdemir, F.A., Kılıç, Ö. (2016) Hizan (Bitlis) ilçesinde arıcılık faaliyetleri üzerine bir araştırma. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 197-206.
- Miran, B. (2007) Temel İstatistik. Ders Kitabı. ISBN:975-93088-00, İzmir.
- Newbold, P. (1995) Statistics for Business and Economics, Prentice-Hall International, New Jersey.
- Özmen Özbakır, G., Doğan, Z., Öztokmak, A. (2016) Adıyaman İli arıcılık faaliyetlerinin incelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 20(2): 119-126.
- Öztürk, G.F. (2013) Ordu ili arıcılık sektörünün ekonomik yapısı üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi.
- Öztürk, İ.A. (2017) Muğla ili ula ilçesi arıcılığının bazı teknik özelliklerinin belirlenmesi. *Hayvansal Üretim* 58(2):52-57.
- Parlakay, O. (2004) Tokat ili Merkez ilçede arıcılık faaliyetlerinin ekonomik analizi ve işletmecilik

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- sorunları. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi
- Pirim, L., Çan, M.F., Sönmez, M.M. (2011) Bingöl arıcılık raporu, sektörel araştırmalar serisi 4.
- Saner, G., Yücel, B., Yercan, M., Karaturhan, B., Engindeniz, S., Çukur, F., Kösoğlu, M. (2011) Organik ve konvansiyonel bal üretiminin teknik ve ekonomik yönden geliştirilmesi ve alternatif pazar olanaklarının saptanması üzerine bir araştırma: İzmir ili Kemalpaşa ilçesi örneği. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayın No:195, Ankara
- Sezgin, A., Kara, M. (2011) Arıcılıkta verim artışı üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesine yönelik bir araştırma: TRA2 Bölgesi örneği. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15(4): 31-38.
- Semerci, A. (2017). Türkiye Arıcılığının Genel Durumu ve Geleceğe Yönelik Beklentiler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 22(2):107-118.
- Sıralı, R. (2017). Ordu arıcılığının başlıca sorunları ve çözüm yolları. *U. Arı D./ U. Bee J.*, 17 (1): 35-43.
- Sıralı, R., Maraz, Z., Aksoy, D. (2018) Türkiye arıcılığının 1935 yılından 2015 yılına kadar değerlendirilmesi. *U. Arı D. – U. Bee J.* 18 (1): 52-62.
- Soysal, M.İ., Gürçan, E.K. (2005). Tekirdağ ili arı yetiştiriciliği üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2: 161-165.
- Şahin, A., Cankurt, M., Günden, C., ve Miran, B. (2008) Çiftçilerin risk davranışları: bir yapısal eşitlik modeli uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 23(2): 153-172.
- Şahinler, N., Gül, A. (2003) Hatay ilinde arıcılığın yapısal analizi, sorunları ve çözüm önerileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8(1-2): 105-118.
- TUİK, 2016.Hayvansal Üretim İstatistikleri. (www.tuik.gov.tr) (erişim tarihi: 22.02.2017).
- Tunca Rİ, Çimrin T (2012) Kırşehir ilinde bal arısı yetiştiricilik aktiviteleri üzerine anket çalışması. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2): 99-108.
- Uzundumlu, A.S., Aksoy, A., Işık, B.H. (2011) Arıcılık işletmelerinde mevcut yapı ve temel sorunlar. Bingöl ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak Dergisi* 42(1): 49-55.
- Üçeş, E., Erişir Z. (2016) Erzincan İli Arıcılığının Sosyo-Ekonomik Yapısı. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Fakültesi Dergisi* 30(1): 33-38.

**COMPARISON OF COMMERCIAL AND ANATOLIAN BEE VENOM IN TERMS OF CHEMICAL COMPOSITION**

**Anadolu Bal Arısı Arı Zehrinin ve Ticari Olarak Elde Edilen Arı Zehirlerinin Kimyasal İçerik Bakımından Karşılaştırılması**

**Taylan SAMANCI<sup>1</sup>, Meral KEKEÇOĞLU<sup>2,3\*</sup>**

<sup>1</sup>Duzce University, Institute of Science, Department of Biology, Düzce/TURKEY, taylansamanci@gmail.com, ORCID No:0000-0003-1323-2209

<sup>2</sup>Düzce University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Konuralp, Duzce, TURKEY,

<sup>3</sup>Düzce University, Beekeeping Research Development and Application Centre (DAGEM), Yığılca, TURKEY,

\*Corresponding author/Yazışma yazarı: meralkekecoglu@duzce.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-2564-8343

Geliş tarihi / Received:16.02.2019 Kabul Tarihi / Accepted:17.03.2019 DOI: <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.527986>

**ABSTRACT**

We compared fresh bee venom samples produced by Anatolian beekeepers with commercial bee venom samples based on physicochemical analyses results. Sugar content analysis was conducted using HPLC-RID, moisture content analysis was performed using a moisture analyzer and melittin, apamin and phospholipase A<sub>2</sub> contents were analyzed via HPLC-UV. When we compared the commercial bee venom samples with the freshly collected Anatolian honey bee venom, it was determined that the apamin, melittin and phospholipase A<sub>2</sub> contents were generally lower in the commercial bee venom samples. Additionally, there was a statistically significant difference between the groups in terms of the moisture and phospholipase A<sub>2</sub> contents ( $p < 0.5$ ). When we evaluated the sugar profile analysis, other than in maltose and erlose no difference was found between the two groups. The results showed that the content quality of the fresh bee venom samples collected from Anatolian honey bees was higher than that of the commercially sold bee venom samples. This result clearly indicated that bee venom samples intended for use in apitherapy or for cosmetic purposes should be obtained fresh or kept under very good conditions.

**Keywords:** Bee venom, Apamin, Melittin, Phospholipase A<sub>2</sub>, Anatolia

**ÖZ**

Bu çalışmada. Anadolu bal arısından taze olarak elde edilen ve ticari olarak satılan arı zehri örnekleri içerik analizleri bakımından karşılaştırıldı. Nem tayin cihazı kullanılarak nem içeriği, HPLC-UV kullanılarak Melittin, Apamin, Fosfolipaz A<sub>2</sub> içeriği ve HPLC-RID kullanılarak şeker profil analizi gerçekleştirildi. Ticari arı zehri örnekleri Anadolu bal arısından taze olarak toplanan arı zehri örnekleri ile karşılaştırıldığında genel olarak apamin, melittin ve fosfolipaz A<sub>2</sub> içeriğinin ticari olarak satılan arı zehri örneklerinde daha düşük olduğu; nem ve fosfolipaz A<sub>2</sub> bakımından gruplar arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık olduğu belirlendi ( $P < .05$ ). Şeker profil analizleri değerlendirildiğinde ise maltoz ve erloz dışında şeker içerikleri bakımından iki grup arasında bir farklılık olmadığı belirlendi. Sonuçlar Anadolu bal arısından elde edilen taze arı zehri örneklerinin ticari olarak satılan arı zehri örneklerinden içerik bakımından daha kaliteli olduğunu gösterdi. Bu sonuç özellikle apiterapi veya kozmetik amaçlı kullanılacak olan zehir örneklerinin taze olarak elde edilmesi veya çok iyi koşullarda muhafaza edilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Arı zehri, Apamin, Melittin, Fosfolipaz A<sub>2</sub>, Anadolu

### GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

**Amaç:** Bal arısı zehri; bal arılarının zehir bezleri tarafından kolonilerini koruyabilmek için düşmanlarına karşı savunma amaçlı salgıladıkları ve iğneleri aracılığı ile zerk ettikleri protein, lipit ve düşük moleküllerden oluşan spesifik bir karışımdır. Bal arısı zehri ve içerdiği maddeler son zamanlarda geleneksel ve tamamlayıcı tıpta kozmetikte ve yeni ilaç geliştirme aşamalarında oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Piyasadaki üretim talebinin artması sonrasında ticari amaçla ürünlere eklenen ilave maddelerin tespit edilmesi ve bal arısı zehrinin belirli bir standardının olmaması büyük bir problem haline gelmiştir. Birçok araştırmacı bal arısı zehrinin içerik analizini yapmış olmasına rağmen hala toplanması ve içeriği ile ilgili geçerli bir standart yöntem oluşturulmamıştır. Zehrin toplanması, depolanması ve içeriğinin, özellikle etken maddelerin stabilitesi ürünün kalitesi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada Anadolu arısından taze olarak elde edilen arı zehri örnekleri ticari olarak satılan arı zehri örnekleri ile karşılaştırılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmada 2018 yılında toplanan; 2 adet ticari bal arısı zehri ve 3 adet özel olarak üretilmiş Anadolu bal arısı zehri kullanıldı. Çalışmada kullanılan tüm örnekler elektroşok yöntemi ile elde edildi. Nem tayin cihazı kullanılarak % nem içeriği belirlendi. HPLC-UV kullanılarak % Melittin, % Apamin, % Fosfolipaz A2 içeriği ve HPLC-RID kullanılarak şeker profil analizi gerçekleştirildi. Sonuçlar MINITAB programında Tukey testi ile karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Ticari arı zehri örnekleri Anadolu bal arısından taze olarak toplanan arı zehri örnekleri ile karşılaştırıldığında genel olarak apamin, melittin ve fosfolipaz A2 içeriğinin ticari olarak satılan arı zehri örneklerinde daha düşük olduğu; nem ve fosfolipaz A2 bakımından gruplar arasında istatistiki olarak önemli düzeyde farklılık olduğu belirlendi ( $P < .05$ ). Şeker profil analizleri değerlendirildiğinde ise maltoz ve erloz dışında şeker içerikleri bakımından ise iki grup arasında bir farklılık bulunamamıştır.

**Sonuç:** Sonuçlar taze olarak Anadolu bal arısından elde edilen arı zehri örneklerinin ticari olarak satılan arı zehri örneklerinden içerik bakımından daha kaliteli olduğunu gösterdi. Bu sonuç özellikle apiterapi veya kozmetik amaçlı kullanılacak olan zehir örneklerinin taze olarak elde edilmesi veya çok iyi koşullarda muhafaza edilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymuştur. Ticari olarak üretimi yapılan ve kozmetik ya da apiterapi gibi sebeplerle kullanılacak olan arı zehri içeriğinin kalite standartlarının belirlenmesi ve uygulamaya konulması ürünlerin etkinliği ve güvenilirliği açısından oldukça önemlidir. Bu zamana kadar arı zehrinin gıda ya da ilaç kategorisinde değerlendirilmemesinden ve Türkiye’de yaygın üretiminin olmamasından dolayı ürünün toplanması ya da içerik analizi ile ilgili herhangi bir standardizasyon yapılmamıştır. Bal arısı zehrinin önemi ve piyasadaki geleceği göz önüne alındığında ileriki safhalarda yaşanabilecek problemlerin öngörü ile engellenebilmesi için bu konuda kapsamlı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Arı zehri, apamin, melittin, fosfolipaz A2, Anatolia

### INTRODUCTION

Beekeeping is an important sector for the Turkish economy. According to FAOSTAT 2017 (Anonym, 2017) data, the total number of hives and total honey yield of Turkey are the second largest in the world. However, in terms of the honey yield per hive and the production and diversity of other bee products, it is far behind other countries. According to the statistics, total honey production in 2017 was 114,471 tons and the total number of hives was 7,991,072, with a yield of 14.32 kg / hive. Beeswax production was 4,488 tons and royal jelly production was 228 kg in 2016. According to official records, the production of bee venom has not yet begun. However, it is important to note that some

beekeepers have recently started to produce bee venom.

In recent years, traditional and complementary medicine have been applied together with modern medicine. Many people tend to use herbal and other natural products for their beneficial effects and to avoid medication or surgical intervention due to side effects. Bee products have an important place among these natural products. Every product to be used for health purposes should be used in a controlled manner. Therefore, investigation into the use of natural products for health problems has begun and sound evidence of the mechanism of action of natural products is being found.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Honey bee venom (BV) is a bitter, colorless liquid produced by the venom glands in worker bees and stored in the venom sacs. Newborn bees have very little ability to produce venom. The venom glands begin to function soon after the transformation period from juvenile to adult and peak production level is reached within two or three weeks. The composition of the worker bee venom changes over time. This is probably related to the transition from 'house bee activity' to 'field bee activity'. A worker bee is capable of producing about 0.1 µg of dry venom during its life. Ten thousand bee stings (the yield of a small colony) are required to produce 1 g of dried venom (Hider 1988).

Bee venom contains pharmacologically important active substances. The components of bee venom have been characterized as a mixture of proteins, peptides and low-molecular components. Although the composition of fresh and dried bee venom differs substantially from the volatile components, the overall biological activities are similar (Pak 2017).

Bee venom from *Apis mellifera* L. is a mixture of at least 18 complex active components. These components have a wide variety of properties. Bee venom has been used in traditional medicine to treat chronic inflammatory diseases such as rheumatoid arthritis and to relieve pain (Kang et al. 2002; Kwon et al. 2002; Son et al. 2007). A number of studies have been published recently indicating its antimutagenic, radioprotective, antinociceptive, anti-inflammatory and anticancer effects (Varanda and Tavares 1998; Kim et al. 2003; Lee et al. 2004; Son et al. 2007; Gajski and Garaj-Vrhovac 2009).

Bee venom includes melittin, apamin, secapin, procapine, histamine, adolapin, catecholamines and mast cell degranulating peptide components. The dominant enzymes are phospholipase A<sub>2</sub> followed by hyaluronidase, acid phosphomonoesterase, lysophospholipase and glucosidase. Bee venom also contains several physiologically active amines, fructose, glucose and phospholipids, all having effects on many cellular systems (Neuman and Habermann 1954; Habermann 1972; Gauldie et al. 1976; Stuhlmeier 2007).

Enzymes are proteins that catalyze specific reactions. For example, phospholipase A<sub>2</sub> is an enzyme that deacetylates to produce disphospholipids and long-chain fatty acids which catalyze the hydrolysis of natural lipids. Hyaluronidase catalyzes the hydrolysis of hyaluronic acid in the viscous mucopolysaccharide structure in

the interstitial substrate of connective tissue (Banks and Shipolini 1986).

Apamine is a peptide component of bee venom and has anti-inflammatory properties (Son et al. 2007). The most important component of the chemical composition in bee venom is the melittin in the polypeptide structure. Melittin (MEL) is the main active ingredient of 40–50% of the total dry weight of bee venom. It is water-soluble, linear, cationic, hemolytic and amphipathic. It is a peptide with a weight of 2840 Da and consists of 26 amino acids. Melittin binds to the negatively-charged cell membrane and disrupts the integrity of the phospholipid double layers with increased penetration of atomic ions and molecules, ultimately leading to cell destruction. Due to this feature, it is an important component for use in cancer treatment (Sobral 2016; Rady et al. 2017).

A search of the literature revealed that bee venom can be used for many diseases. Moreover, it has been shown that bee venom not only has a protective effect in the treatment of disease but is also capable of producing biological and chemical effects against radiation energy (Varanda and Tavares 1998).

Apitherapy is an old medical treatment that includes the use of bee products such as honey, pollen, propolis, royal jelly and bee venom for medicinal purposes. In the United States, apitherapy has a 100-year history. Bee venom can also be used by injection in apitherapy acupuncture. The immune system is a complex mechanism responsible for recognizing and combating foreign invaders such as bacteria and viruses and also for eliminating cells undergoing malignant transformation. Thus, bee venom treatment is also a kind of immunotherapy.

Bee venom, when properly produced and stored, provides many extremely important benefits to human health. The active ingredients of bee venom which are widely used in apitherapy and cosmetics must be preserved and it should not contain any chemical additives. The aim of this study was to draw attention to the need for establishing standard criteria for handling bee venom.

As of 2018 there had been 700 scientific studies on bee venom. However, there have not been many studies on bee venom content and standardization (Bogdanov 2015; Banks and Shipolini 1986; Moreno and Giralte 2015). Our aim with this study was to determine the changes in chemical content of bee

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

venom depending on the holding period. Hence, the goal was to establish standard criteria by determining the changes occurring in the quality of bee venom to be used for treatment purposes according to the storage conditions. In this study, apamin, melittin, phospholipase A<sub>2</sub> and sugar profile analyses of bee venom were conducted using HPLC, and the moisture content of bee venom was measured using a moisture analyzer.

The findings of this study will be useful in determining quality criteria for the bee venom intended for use in traditional and complementary medicine.

### MATERIALS AND METHODS

#### Chemicals

Products purchased from Sigma–Aldrich and TCI used in the study included melittin from honey bee venom (Sigma-Aldrich, CAS = 20449-79-0), apamin (Sigma-Aldrich, CAS = 24345-16-2), phospholipase A<sub>2</sub> from honey bee venom (Sigma-Aldrich, CAS =

9001-84-7), D-(+) sucrose (TCI, CAS = 57-50-1), D-(+) glucose (TCI, CAS = 50-99-7), D-(-) fructose (TCI, CAS = 57-48-7), melezitose monohydrate (Sigma-Aldrich, CAS = 10030-67-8), D-(+) turanose (TCI, CAS = 547-25-1), D-(+) maltose monohydrate (TCI, CAS = 6363-53-7), maltotriose (Sigma-Aldrich, CAS = 1109-28-0), D-(+) trihalose dihydrate (Sigma-Aldrich, CAS = 6138-23-4), D- turanose (Sigma-Aldrich, CAS = 547-25-1) and erlose (Sigma-Aldrich, CAS = 13101-54-7). Those provided by Carlo Erba and Merck included triflor acetic acid (Carlo Erba, CAS = 76-05-1) and acetonitrile (Merck, CAS = 75-05-8). The water used throughout the study was purified using a Water Pro BT Purification System device from LABCONCO (Kansas City, MO, USA).

#### Sample collection and preparation

The bee venom used in this study (Fig. 1) included two commercial bee venoms and three bee venoms specially produced by Anatolian beekeepers, collected by electroshock in 2018 and kept at -18 °C in the dark.



**Figure 1.** Bee venom samples

**Şekil 1.** Arı zehiri örnekleri

For the analyses, samples were prepared by diluting 5 mg of each of the bee venoms with 10 mL of ultrapure water and then filtering them for HPLC UV analysis. Three replicates of each sample were studied.

#### Moisture content analysis

The moisture content of all samples was determined by an infrared heated moisture analyzer using a modified AOAC 934.01 method.



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

### HPLC-UV analysis: Melittin, apamin, phospholipase A<sub>2</sub> content

The HPLC technique used in this study has been fully described previously (Zenon and Kokot, 2009). The Supelcosil Ic-318 5 µm. 4.6 × 250 mm column (Supelcosil HPLC Products) was used. The bee venom was separated by linear gradient 5% B – 80% B at 30 min (eluent A – 0.1% TFA in water; eluent B – 0.1 % TFA in acetonitrile: water (80:20)). The flow rate of the mobile phase was maintained at 1 mL/min with an injection volume of 40 µL at a separation temperature of 25 °C. The analysis was monitored at 220 nm. The HITACHI HPLC system consisted of a quaternary 5160 pump, a 5260 auto sampler, a 5450 RI dedector, a 5410 UV dedector and a 5310 column oven. Control of the instrumentation, data acquisition and data reporting was performed by using Chromaster computer software. The concentrations of the analyzed honeybee venom constituents were calculated from the standard calibration curve equations.

### HPLC-RID analysis: Sugar profile analysis

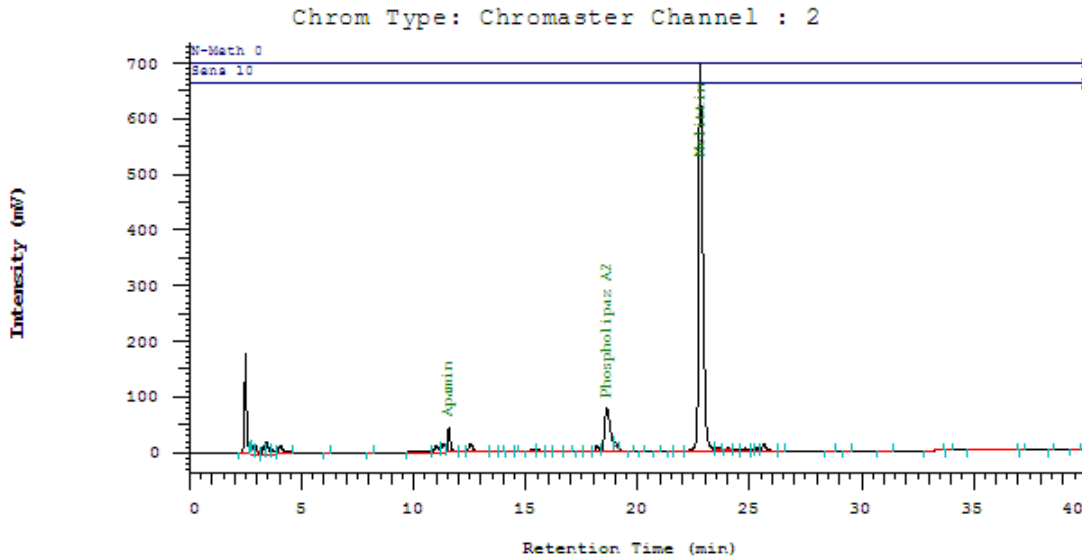
The sugars in the 0.5-g bee venom samples were extracted using an acetonitrile-water solution and

Carrez I-II and then analyzed by centrifugation and filtration for HPLC-RID analysis. Three replicates of each sample were studied.

The DIN 10758 modified method was applied. The isocratic analysis used the acetonitrile: ultra-pure water mobile phase. The HITACHI HPLC system consisted of a quaternary 5160 pump, a 5260 auto sampler, a 5450 RI dedector, a 5410 UV dedector and a 5310 column oven. The Thermo Scientific Hypersil C18 column (250 × 4.0 mm id, 5-µm particle size) was used. Control of the instrumentation, data acquisition and data reporting was performed using Chromaster computer software. The concentrations of the analyzed honeybee venom constituents were calculated from the standard calibration curve equations.

## RESULTS

The HPLC-UV studies demonstrated that a very good separation of apamine, phospholipase A<sub>2</sub> and melittin had been achieved by using the Supelcosil LC -318 (Supelcosil HPLC Products -250\*4.6, 5-µm particle size) column and gradient elution (Fig. 2).



**Figure 2.** Chromatogram of main bee venom components.

**Şekil 2.** Arı zehri ana bileşen kromatogramı.

The HPLC-RID studies demonstrated that there was a good separation of fructose, glucose, saccharose, turanose, maltose, isomaltose, erlose and

melezitose using the APS-2-HYPERSIL (thermo scientific -250\*4, 5-µm particle size) column and gradient elution.

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

The results of the analysis of the bee venom are given in Tables 1 and 2. These results showed that the apamine, melittin and phospholipase A<sub>2</sub> contents of the commercial bee venoms were lower than those of the Anatolian bee venom. Analysis of

variance (ANOVA) was applied using the statistical MINITAB software package. The differences in means (averages) between groups was confirmed by the Tukey test.

**Table 1.** Content analysis of bee venoms: Moisture, apamine, phospholipase A<sub>2</sub> and melittin

**Tablo 1.** Arı zehri içeriği nem, apamin, fosfolipaz A<sub>2</sub>, melittin analizleri

Sample Type	Sample Code	Number of Repetitions	Moisture Content %	Apamine (%)	Phospholipase A <sub>2</sub> (%)	Melittin (%)
Fresh Anatolian Bee Venom	BV1	3	10.47±1.54 <sup>b</sup>	2.61±0.07 <sup>a</sup>	10.83±0.21 <sup>ab</sup>	46.85±0.82 <sup>a</sup>
	BV2	3	9.53±1.67 <sup>b</sup>	2.09±0.11 <sup>b</sup>	10.52±0.15 <sup>b</sup>	36.95±0.36 <sup>b</sup>
	BV3	3	8.91±0.28 <sup>b</sup>	2.63±0.24 <sup>a</sup>	11.00±0.18 <sup>a</sup>	38.92±0.09 <sup>ab</sup>
Commercial Bee Venom	BV4	3	13.93±0.63 <sup>a</sup>	0.91±0.02 <sup>d</sup>	9.08±0.11 <sup>c</sup>	18.76±0.13 <sup>d</sup>
	BV5	3	9.68±0.52 <sup>b</sup>	1.60±0.01 <sup>c</sup>	6.90±0.06 <sup>d</sup>	25.3±0.44 <sup>c</sup>

The same letters are not significantly different ( $P < 0.05$ )

When we examined the sugar profile, no difference was found between the two groups (Table 2). However, the glucose content of the BV5 sample

was higher than the other samples, so it was believed that the product might have been adulterated.

**Table 2.** Sugar profile analysis of bee venoms

**Tablo 2.** Arı zehri şeker profil analizleri

	Sample code	Number of Replicates	Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Turanose (%)	Maltose (%)	isomaltose (%)	Erllose (%)	Melezitose (%)
Fresh Anatolian Bee Venom	BV 1	3	2.97±0.12 <sup>c</sup>	0.07±0.06 <sup>d</sup>	1.37±0.40 <sup>a</sup>	0.67±0.35 <sup>a</sup>	0.03±0.06 <sup>b</sup>	0.30±0.30 <sup>b</sup>	0.17±0.21 <sup>a</sup>	0.10±0.10 <sup>b</sup>
	BV 2	3	3.77±0.06 <sup>b</sup>	2.93±0.06 <sup>c</sup>	1.90±0.52 <sup>a</sup>	0.03±0.06 <sup>b</sup>	0.27±0.46 <sup>ab</sup>	0.33±0.21 <sup>a</sup>	0.60±0.10 <sup>a</sup>	0.03±0.06 <sup>b</sup>
	BV 3	3	7.93±0.15 <sup>a</sup>	5.67±0.06 <sup>b</sup>	2.03±0.06 <sup>a</sup>	0.07±0.06 <sup>b</sup>	0.03±0.06 <sup>b</sup>	0.23±0.06 <sup>b</sup>	0.37±0.12 <sup>a</sup>	1.30±0.10 <sup>a</sup>
Commercial Bee Venom	BV 4	3	1.07±0.06 <sup>d</sup>	0.03±0.06 <sup>d</sup>	0.10±0.10 <sup>b</sup>	0.03±0.06 <sup>b</sup>	0.63±0.06 <sup>a</sup>	0.77±0.06 <sup>a</sup>	0.23±0.12 <sup>a</sup>	0.03±0.058 <sup>b</sup>
	BV 5	3	0.37±0.06 <sup>e</sup>	36.53±0.12 <sup>a</sup>	0.13±0.06 <sup>b</sup>	0.03±0.06 <sup>b</sup>	0.03±0.06 <sup>b</sup>	0.03±0.06 <sup>b</sup>	0.23±0.40 <sup>a</sup>	0.17±0.15 <sup>b</sup>

The same letters are not significantly different ( $P < 0.05$ ).

### DISCUSSION

We analyzed and compared three dried fresh Anatolian BV and two dried commercial BV samples. Chemical analyses were generally carried out via HPLC and focused on phospholipase A<sub>2</sub>, melittin and apamine. Since the stated molecules are the major biologically active components of BV, we conducted our study through the analysis of those proteins and peptides. Additionally, we analyzed the sugar profile of the samples using HPLC.

According to the Russian BV standard presented by Bogdanov (2015), the humidity content of dried bee

venom should be less than 12%. Although the moisture value in the commercial sample BV4 was above this limit, suitable values were observed in the other samples.

Melittin is one of the most important indicator components in BV and it is important to determine the standard values as found in the literature if it is to be used for apitherapeutic or cosmetic purposes (Banks and Shipolini 1986). In previous studies, the value of the melittin component was reported as 40–50% (Ali 2012; Banks and Shipolini 1986; Bogdanov 2015; Kye-Sung and Ki-Rok 2009; Moreno and

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Giralt 2015; Zhou et al. 2010;). In other previous studies, the highest melittin reported was determined in Polish BV samples (70.15%) (Rybak-Chmielewska and Szczêsna 2004), while the lowest melittin content was seen in Romanian BV samples (27.66%) (Ionete et al. 2013). According to our results, the melittin value of the Anatolian BV samples was found to be 36.95%–46.85%, whereas in the commercial BV samples it was determined as 18.76%–25.3%. In the current study, the highest melittin content was found in fresh Anatolian BV1 (46.85%), while the lowest was found in the commercial BV4 sample (18.76%).

In the previous studies, the apamine content of BV has been reported as 2–3% and the phospholipase A<sub>2</sub> component in the range of 10–12% (Banks and Shipolini 1986; Bogdanov 2015; Moreno and Giralt 2015). When our data were compared with the literature, the amounts of apamine and phospholipase A<sub>2</sub> in commercial honey bee venom were found to be lower than the literature average.

The sugar profile analyses in recent studies have generally focused on fructose and glucose content analyses, with the average range reported as 2–4%. The highest glucose content in the current BV samples was determined as 36.53% in the commercial BV5 sample, which is quite a bit higher than found in the literature (Ali 2012; Bogdanov 2015). When we compared the sugar profile analyses of the commercial and Anatolian BV groups, no differences were observed except for maltose and erlose.

The results of the physicochemical analyses showed that Anatolian BV samples contained higher amounts of apamin, phospholipase A<sub>2</sub> and melittin than the commercial samples.

As a result of our findings, it was recommended that BV should be used fresh and that the collection and storage conditions during the BV production process must be upgraded and standardized to improve the quality of the product.

### CONCLUSION

In this study the main components of bee venom, the sugar profile and the moisture content were analyzed. According to the results, a difference in chemical content was observed between the commercial and the Anatolian bee venom. Moreover, the color of the BV5 sample was darker

than the other bee venom samples. Therefore, bee venom samples should be analyzed before use. Because of its great financial value, bee venom is frequently adulterated with additives in the commercial sector. In addition, the bee venom intended for use in apitherapy and for cosmetics should be stored in the dark at -18 °C. The aim of this study was to draw attention to the necessity of establishing standard criteria for bee venom production. We believe that this study will light the way for further research seeking to standardize bee venom and to determine its storage conditions and shelf life.

**Acknowledgment:** This article was prepared from the Master's thesis of the first author.

### REFERENCES

- Anonym, (2017) Food Animal organization Statistic (FAOSTAT)
- Ali, M.A.A.M. (2012). Studies on Bee Venom and Its Medical Uses. *IJART* 1 (2) Studies on Bee Venom and Its Medical Uses. *Int. J. Adv. Res. Tech.* 1: 1-11.
- Banks, B.E.C., Shipolini, R.A. (1986). Chemistry and pharmacology of honeybee venom. In *Venoms of the Hymenoptera*, Piek, T. (ed.). Academic Press: London, chpt. 7, pp. 329-416.
- Bogdanov, S. (2015). Bee venom: Composition, health, medicine: A review. *Peptides* 1: 1–20.
- Gajski, G., Garaj-Vrhovac, V. (2009). Radioprotective effects of honeybee venom (*Apis mellifera*) against 915-MHz microwave radiation-induced DNA damage in Wistar rat lymphocytes: In vitro study. *Int. J. Toxicol.* 28: 88–98.
- Gauldie, J., Hanson, J.M., Rumjanek, F.D., Shipolini, R.A., Vernon, C.A. (1976). The peptide components of bee venom. *Eur. J. Biochem.* 1: 369–376.
- Habermann, E. (1972). Bee and wasp venoms: The biochemistry and pharmacology of their peptides and enzymes are reviewed. *Science* 177: 314–322.
- Hider, R.C. (1988). Honeybee venom: A rich source of pharmacologically active peptides. *Endeavour* 12(2): 60–65.
- Ionete, R.E., Dinca, O.R., Tamaian, R., Geana, E.I. (2013). Exploring *Apis mellifera* Venom

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Compounds Using Highly Efficient Methods. *Progress of Cryogenics and Isotopes Separation* 16(2): 89-100.
- Kang, S.S., Pak, S.C., Choi, S.H. (2002). The effect of whole bee venom on arthritis. *Am. J. Chin. Med.* 30: 73–80.
- Kim, H.W., Kwon, Y.B., Ham, T.W., Roh, D.H., Yoon, S.Y., Lee, H.J., Han, H.J., Yang, I.S., Beitz, A.J., Lee, J.H. (2003). Acupoint stimulation using bee venom attenuates formalin-induced pain behavior and spinal cord fos expression in rats. *J. Vet. Med. Sci.* 65: 349–355.
- Kwon, Y.B., Lee, H.J., Han, H.J., Mar, W.C., Kang, S.K., Yoon, O.B., Beitz, A.J., Lee, J.H. (2002). The water-soluble fraction of bee venom produces antinociceptive and anti-inflammatory effects on rheumatoid arthritis in rats. *Life Sci.* 71: 191–204.
- Kye-Sung, K., Ki-Rok, K. (2009). Experimental studies of validation and stability of sweet bee venom using HPLC. *J. Pharmacopuncture* 12(4): 33-50.
- Lee, E., Oh, E., Lee, J., Sul, D., Lee, J. (2004). Use of the tail moment of the lymphocytes to evaluate DNA damage in human biomonitoring studies. *Toxicol. Sci.* 81: 121–132.
- Moreno, M., Giralt, E. (2015). Three Valuable Peptides from Bee and Wasp Venoms for Therapeutic and Biotechnological Use: Melittin, Apamin and Mastoparan. *Toxins* 7: 1126-1150; doi:10.3390/toxins7041126.
- Neuman, W., Habermann, E. (1954). Characterization of the substances of the bee venom. *Naunyn. Schmiedeberg's. Arch. Exp. Pathol. Pharmacol.* 222: 267–287.
- Pak, S.C. (2017). Chemical Composition of Bee Venom. In: *Bee Products- Chemical and Biological Properties*. Cham: Springer, pp. 279–285.
- Rady, I. Siddiqui, I.A. Rady, M., Mukhtar, H. (2017). Melittin, a major peptide component of bee venom, and its conjugates in cancer therapy. *Cancer Lett.* 402: 16–31.
- Rybak-Chmielewska, H., Szczesna, T. (2004). HPLC study of chemical composition of honeybee (*Apis mellifera* L.) venom. *J. Apic. Sci.* 48(2): 103-109.
- Sobral, F. (2016). Chemical characterization, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic properties of bee venom collected in Northeast Portugal. *Food Chem. Toxicol.* 94: 172–177.
- Son, D.J., Lee, J.W. Lee, Y.H., Song, H.S. Lee, C.K., Hong, J.T. (2007). Therapeutic application of anti-arthritis, pain-releasing, and anti-cancer effects of bee venom and its constituent compounds. *Pharmacol. Ther.* 115(2): 246–270.
- Stuhlmeier, K.M. (2007). *Apis mellifera* venom and melittin block neither NF-kappa B-p50-DNA interactions nor the activation of NF-kappa B, instead they activate the transcription of proinflammatory genes and the release of reactive oxygen intermediates. *J. Immunol.* 179: 655–664.
- Varanda, E.A., Tavares D.C. (1998). Radioprotection: Mechanisms and Radioprotective Agents Including Honeybee Venom. *J. Venom. Anim. Toxins* 4(1): 5–21.
- Zenon, J., Kokot, J.M. (2009). Simultaneous Determination of Major Constituents of Honeybee Venom by LC-DAD. GWV Fachverlage GmbH. Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Poznan University of Medical Sciences, Poland.
- Zhou, J., Zhao J., Zhang S., Shen J., Qi Y., Xue X., Li Y., Wu L., Zhang J., Chen F., Chen L. (2010). Quantification of melittin and apamin in bee venom lyophilized powder from *Apis mellifera* by liquid chromatography-diode array detector-tandem mass spectrometry, *Anal Biochem.* 404(2):171-178, doi: 10.1016/j.ab.2010.05.014.

## KARAÇALI (*Paliurus spina-christi* Mill.) BALININ KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

Characteristic Properties of Jerusalem Thorn (*Paliurus spina-christi* Mill.) Honey

Meltem MALKOÇ<sup>1\*</sup>, Yakup, KARA<sup>2</sup>, Aslı ÖZKÖK,<sup>3</sup> Ömer ERTÜRK,<sup>4</sup> Sevgi KOLAYLI<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Trabzon, TÜRKİYE, YazışmaYazarı / Corresponding Author: meltemmalkoc69@gmail.com. ORCID No: 0000-0002-8652-941X

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Trabzon, TÜRKİYE, yakupkara@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3121-5023; skolayli61@yahoo.com, ORCID No: 0000-0003-0437-6139

<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi, Arı ve Arı Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, TÜRKİYE, asozkok@gmail.com, ORCID No: 0000-0002-7336-2892

<sup>4</sup>Ordu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ordu, TÜRKİYE, oseerturk@hotmail.com, ORCID No: 0000-0001-5837-6893

Geliş tarihi / Received: 05.03.2019 Kabul Tarihi / Accepted: 17.04.2019 DOI: <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.535658>

### ÖZ

Yapılan bu çalışma ile Türkiye'nin Marmara bölgesinin farklı lokasyonlarında üretilen karaçalı (*Paliurus spina-christi* Miller) ballarının karakteristik özellikleri ile biyolojik aktif değerleri aydınlatılmıştır. 2018 yılında bal hasat sezonunda toplanan 18 adet karaçalı balları, Bursa, Edirne ve Kırklareli'nin tecrübeli arıcılardan ve çevresindeki üreticilerden temin edilmiştir. Balların melissopalinojik analizleri, fizikokimyasal parametre olarak, pH, nem, renk, iletkenlik ve optik rotasyon değerleri, kimyasal parametre olarak, prolin, şeker bileşenleri, toplam fenolik, flavonoid, tanen miktarları ve fenolik profil analizleri yapılmıştır. Biyolojik aktif özellik olarak antioksidan ve antimikrobiyal aktivite çalışılmıştır. Çalışmanın palinolojik analiz sonuçlarına göre balların %69.5 ile %96 arasında monofloral özelliğe sahip olduğu bulunmuştur. Karaçalı ballarının çalışılan 10 farklı patojenik mikroorganizmaya karşı Manuka balları ve standart antibiyotiklere göre oldukça yüksek antibakteriyel ve antifungal aktiviteleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak, monofloral özellikteki Karaçalı ballarının yüksek biyolojik aktivite değerlerine sahip olduğu ve apiterapi uygulamaları için iyi bir ajan olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karaçalı balı, *Paliurus spina-christi* Miller, Antioksidan, Polifenol

### ABSTRACT

In this study characteristic properties of Jerusalem thorn, Christ's thorn or Garland thorn honey (*Paliurus spina-christi* Mill.) were investigated that obtained from different locations of Marmara and Trakya regions of Turkey. Eighteen honey samples were collected from Bursa, Edirne and Kırklareli regions by experienced beekeepers in 2018. Melissopalynological analysis, physicochemical parameters, pH, moisture, color, conductivity and optical rotation values, chemical parameters, proline, sugar components, total phenolic, flavonoid, tannin amounts and phenolic profile analyzes were analyzed of the honey samples. Antioxidant and antimicrobial activities were tested as biological activities. According to the results of the study, it was found that the honey has a highly monofloral properties ranged from 69.5% and 96%. Antimicrobial activity values of the honey were compared with standard antibiotics and two different Manuka honeys. It was found that the honeys were showed higher antimicrobial and antifungal activities against 10 different pathogenic than Manuka honeys. As a result, it is thought that Jerusalem thorn honey have high biological active potential as monofloral honey for apitherapy applications.

**Key words:** Jerusalem thorn, *Paliurus spina-christi* Miller, Antioxidant, Polyphenol

### EXTENDED ABSTRACT

**Goal:** Honey is very a valuable natural product, is used for many purposes. Turkey is a bridge between Asia and European and has the richest floral sources. There are many kind of honey species, both of honeydew and blossom honeys. Recently, the importance of monofloral honeys has increased considerably in the world. Jerusalem thorn, Christ's thorn or Garland thorn is also known as *Paliurus spina-christi* Mill. It is a member of Rhamnaceae family plant, has a good nectar sources for honey production. The Jerusalem thorn honey mostly is produced in Marmara and Trakya region of Turkey.

**Materials and methods:** In this study, we have studied the characteristic properties and biological active features of Jerusalem thorn honey samples. Eighteen honey samples were obtained from Bursa, Edirne and Kırklareli regions from the experienced beekeepers in July and August 2018. Melissopalynological analysis, pH, moisture, color, conductivity and optical rotation values, proline, sugar components, total phenolic, flavonoid, tannin amounts and phenolic profile analyzes were performed. Antioxidant activity and antimicrobial activity capacity were investigated.

**Result:** According to the results of the study, it was found that the honey has high monofloral properties ranged from 69.5% to 96%. In this study, it was studied some physicochemical and antioxidant and antimicrobial properties of the samples. Antimicrobial features were also compared Manuka honeys, which is known have high antimicrobial potentials in the world. Prolin contents of the honey were ranged from 300 mg/kg to 995 mg/kg, ratio of Fructose/Glucose were changed from 1.18 to 1.46. Total phenolic contents of the samples were ranged from 33 mgGAE/100 g to 85 mgGAE/100 g, and total flavonoid amount were 0.50 mgQE/100 g to 2.40 mgQE/100 g and condensed tannin were not detected in the honeys. Total antioxidant capacities of the honey were measured by ferric reducing antioxidant power test (FRAP) and the values were found between 560 and 1841  $\mu\text{mol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}/100 \text{ g}$  and free radical scavenging capacity of the samples were measured by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method, and the result were ranged from 13.49 to 18.86 mg/mL. All honey samples showed a good antioxidant potential. Pinocembrin, caffeic acid, caffeic acid phenyl ester (CAPE), chrysin, and protocatechuic acid are the main phenolic component of the honeys. The flavonoids were very valuable secondary metabolites in apitherapeutic applications. When compared the antimicrobial activities with Manuka honeys (UMF10+ and UMF 20+), jerusalem thorn honeys were showed higher antimicrobial activities than the Manuka honeys.

**Conclusion:** jerusalem thorn honeys have high nutraceutical potential, and could be used for apitherapeutic applications.

### GİRİŞ

Bal, bal arılarının çiçek nektarları ve bitkilerin salgılarından topladıkları ve kendi salgıları ile karıştırarak değişime uğrattıkları, bal peteklerinde depoladıkları tatlı viskoz doğal bir karışımdır (Anonim, 2012). Balların bileşimi ve insan sağlığı için yararlı özellikleri arının nektar topladığı bitkilerin türüne, çevresel koşullara ve üretim şekline göre değişim göstermektedir (Anklam, 1998). Ballar içerdikleri floral kaynaklara göre monofloral ballar ve polifloral ballar olarak sınıflandırılırlar. Türkiye bulunduğu coğrafik iklim kuşağından dolayı Dünya'da bal çeşidi bakımından en zengin ülkelerden biridir (Can vd., 2015; Kenjerić vd., 2008).

Karaçalı olarak adlandırılan *Paliurus spina-christi* Miller Rhamnaceae familyasına ait bir çalı bitkisidir. Bitki kurak topraklarda iyi gelişim gösterdiğinden dolayı erozyonla mücadelede oldukça etkilidir.

Bilinen beş türü olup, Türkiye florasında, bu beş türden sadece *Paliurus spina-christi* Mill bulunmaktadır (Güner, 2005). *Paliurus spina-christi* Mill. bitkisi, Türkiye, Güney Avrupa, Balkanlar ve Kafkaslarda yayılış gösteren bir bitkidir (Deligöz vd., 2007). Türkiye'de karacalı balı olarak daha çok Marmara ve Trakya bölgelerinde üretimi yapılmaktadır. Karaçalı bitkisinin çiçekleri Mayıs-Temmuz ayları arasında hava şartlarına bağlı olarak gelişmekte olup, sarı renkli, orta tatlılıkta ve hafif acılığa sahip olan ve çok hızlı kristalleşen ballar vermektedir. Karaçalı halk arasında mesih diken, draga diken, öküz gözü, ilme, çaltı diken, sarı çalı, sarı diken, gibi yerel isimlerle de adlandırılmakta olup, idrar söktürücü, antiromatizmal, hipokolesterolemik, tonik ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı tedavisinde geleneksel olarak kullanılmaktadır (Zor vd., 2017; Şen., 2018). Karaçalı meyve özütlerinin antidiyabetik etkisi

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

olduğu da belirtilmektedir (Takim,2018). Karaçalı ekstraktları fitokimyasal yönden incelendiğinde bitkinin bütün kısımlarında flavonoidlerin ve tanenlerin, kabuklarda amino asitler, alkaloitler ve meyvelerde ise sterollerin bulunduğu belirlenmiştir (Brantner ve Males.,1999). Karaçalı meyveleri ayrıca alkaloitler, steroller, tanenler, rutin ve isoquercetin, quercetin-3- rutinosid-7-rhamnosid, kaempferol-3-glikozit epigloalkatekol, galloalkatekol, katekol gibi flavonoidleri de içermektedir. Karaçalı bitkisinin sulu ekstraktlarındaki bu bileşenler antimikrobiyal, antibakteriyel, antifungal, hipolipidemik ve antioksidan özellik gösterir. Özellikle flavonoidlerinin antidiüretik aktiviteden, fenollerinin ise antibakteriyel aktiviteden sorumlu olduğu bildirilmektedir (Zor vd., 2017). Balın gerçek kalitesi onun biyolojik aktif değeri ile ölçülür. Yeni Zelanda'nın Manuka balı antimikrobiyal aktivitesi yüksek değerli ballardan biridir. Bu balın antimikrobiyal aktivitesinin bir sekonder metabolit olan ve hemen her balda düşük miktarda bulunan metilglioksilat (MGO) bileşiminden ileri geldiği bildirilmektedir. İçerdiği MGO miktarına bağlı olarak bal kategorize edilmektedir. UMF10+, en düşük ve UMF20+ en yüksek antimikrobiyal değere sahip ballar olarak tüketime sunulmaktadır (Carter vd., 2016).

Bu çalışma ile Türkiye'de yöresel ve sınırlı olarak üretimi yapılan karaçalı balının botanik, fizikokimyasal, fenolik kompozisyonu ile biyolojik aktif değerini içine alan bir karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Ayrıca karaçalı ballarının antimikrobiyal aktivitesi manuka balları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları karaçalı ballarına ait kodeks verilerinin oluşmasına katkı sağlayarak, karaçalı balı üretiminin artırılması konusunda farkındalık oluşturacaktır.

### GEREÇ VE YÖNTEM

#### Örneklerin Temini ve Ekstraksiyon

Bu çalışmada kullanılan 18 adet bal örneği, Bursa, Edirne ve Kırklareli'nin tecrübeli arıcılarından, 2018 yılında bal hasat sezonunda temin edilmiştir. Taze balların fiziksel parametreleri çalışıldıktan sonra diğer analizler için +4°C de bekletilmiştir. Çalışmada antimikrobiyal aktiviteleri karşılaştırma maksadıyla iki farklı dereceye sahip manuka balı (UMF+10) ve (UMF+20) kullanılmıştır. Sertifikalı ballar, İngiltere'deki The Real Honey Company'den temin edilmiştir.

#### Balların Palinolojik Testi

Balların botanik orijin özelliklerini belirlemek amacıyla melissopalinojik analizler yapılmıştır (Wodehouse., 1935; Louveaux vd., 1978). Bunun için 10 gram bal örneği üzerine 20 mL distile su ilave edilerek tamamen homojen hale getirilmiş ve 3000-4000 rpm'de 30- 40 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında süpernatant kısmı dipteki pelet kısmından ayrılmıştır. Bir diseksiyon iğnesi ile gliserin jelâtinden bir parça alınarak tüpün dibine çöken kısma değdirilip, çökelti ile bulaşık gliserin jelâtin lam üzerine konularak üzerine lamel kapatılmış ve mikroskop (Olympus CX21) altında sayım yapılmıştır. Polen teşhisinde çeşitli literatür kaynaklardan ve Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü referans polen preparatları koleksiyonundan yararlanılmıştır. Sayım sonuçlarına göre polenlerin oranları saptanmış ve oranlar dominant polen (%45 ve daha fazlası), sekonder polen (%16-44), minör polen (%3-15 ), eser polen (%3 ve daha az), olarak sınıflandırılmıştır. Manuka balı ticari ve sertifikalı bir ürün olduğu için palinolojik analizleri yapılmamıştır.

#### Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Balların rengi Hunter (L, a, b) renk ölçüm sistemine göre (CR-400, Minolta, Osaka, Japan) tayin edilmiştir. Hunter L a,b yöntemine göre ölçülen renk değerlerinden L değeri balın koyuluk ve açıklığını (0'a yakın koyu ballar yani siyah; 100'e yakın açık renk yani beyaz) gösterirken, a değeri sifıra yakın değerler yeşillik ve 100'e yakın değerler kırmızılığı, ve b ise mavilikten sarılığa doğru gıda renklerini ifade etmektedir (Can vd., 2015). Nem refraktometrik olarak (Atago, Tokyo, Japan) kırılma indisinden tespit edilmiştir. İletkenlik kondüktivimetre ile (Hanna Instrument, HI 2030-02, Romania), balların optik rotasyon değerleri polarimetre ile ölçülmüştür (Beta PPP7, England). Prolin içeriği ninhidrin reaksiyonuna göre spektrofotometrik olarak (Ough, 1960) (Thermo Scientific EvolutionTM 201, UV-VIS Spectrophotometer, USA) belirlenmiştir. Numunelerin şeker analizi, HPLC (Elite LaChrom, Hitachi, Japonya) ve bir ters faz-amid kolonu (200 / 4.6 Nucleosil 100-5 NH2) içeren bir kırılma detektörü (RID) kullanılarak yapılmıştır.

#### Toplam Fenolik İçerik Tayini

Falkon tüpe (50 mL) yaklaşık 10 g tartılan bal örneği analize hazırlanmak üzere 24 saat süreyle oda sıcaklığında %99'luk metanol ilave edilerek (30mL) çalkalanmış (Heidolph Promax 2020, Schwabach, Germany), adi süzgeç kağıdından, süzülüş ve

+4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Ekstrakt iki kısma ayrılmıştır. 10 mL'lik ilk kısmı antioksidan analizler için ayrılmıştır. İkinci kısım ise HPLC'de fenolik bileşen analizi için sıvı-sıvı ekstraksiyon prosedürüne göre hazırlanmıştır (Can vd., 2015). Toplam fenolik madde miktarı Folin yöntemine göre tayin edilmiştir (Singleton ve Rossi., 1965; Singleton vd., 1999). Yöntem çözeltide bulunan tüm fenolik yapıları içine alan fenolik asitleri, flavonoidleri ve antosiyaninler, tanenler vs. toplam miktarını göstermektedir. Reaksiyon sonucu oluşan mavi rengin şiddetinden yararlanılarak 760 nm'de okuma yapılmış ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri cinsinden mg GAE/100g olarak ifade edilmiştir.

### Toplam Flavanoid Tayini

Toplam flavonoid madde miktarı tayini Fukumoto ve Mazza (2000)'ya göre yapılmıştır. Standart olarak farklı konsantrasyonlarda kuersetin (KE) standardı kullanılmış ve toplam flavonoid miktarı kuersetin eşdeğeri cinsinden mg KE/g bal olarak ifade edilmiştir.

### Kondanse Tanen Miktarını Belirleme

Kondanse tanen miktarı tayini Julkunen-Tiitto (1985)'nin belirttiği metoda göre yapılmıştır. Standart olarak kateşinin (0.05-1 mg/mL) kullanılmıştır. 25 µL bal ekstresi, 750 µL metanol içerisinde hazırlanmış % 4 vanilin ve 375 µL konsantre HCl ile karıştırılmıştır. Çözelti, karanlıkta oda sıcaklığında 20 dakika süreyle inkübe edilmiş ve 500 nm'de Spektrofotometrik ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar, 100 gram numune için mg Kateşin Eşdeğeri (CE) olarak ifade edilmiştir.

### Demir (III) İndirgeme Antioksidan Güç (FRAP) Tayini

Bu yöntem (Fe(III)-TPTZ-2,4,6-tris(2-pyridyl)-S-triazin) kompleksinde yer alan Fe(III) iyonunun antioksidan bir madde varlığında indirgenmesi esasına dayanmaktadır (Benzie ve Strain, 1996). Standart olarak FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O'nun değışen

konsantrasyonları (31.25 ile 1000 µM arasında) kullanılmıştır. 593 nm'de okuma yapılarak mavi rengin şiddeti ölçülmüştür. Sonuçlar µM FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O eşdeğeri antioksidan güç olarak ifade edilmiştir.

### DPPH Radikalini Temizleme Aktivitesi Tayini

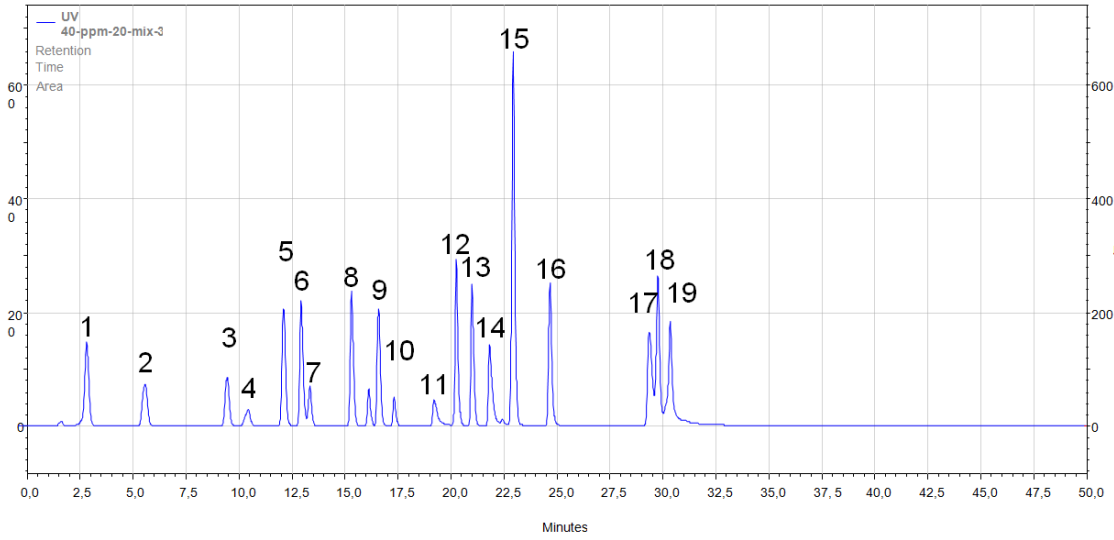
Yöntemin esası DPPH içeren çözelti ile hidrojen atomu verme eğilimi olan bir molekülün (antioksidan) çözeltisinin karıştırılması sonucu DPPH radikalının indirgenmesine ve çözeltinin başlangıçta mor olan renginin kaybolmasına dayanır. Mor renkli çözeltinin 517 nm civarındaki absorbanasının azalması ölçülerek reaksiyon takip edilir. Antioksidan aktivite başlangıçtaki DPPH derişiminin %50'sinin azalması için harcanan antioksidan miktarını ifade eden IC<sub>50</sub> (etkin konsantrasyon) değeri ile verilir (Brand-Williams vd., 1995).

### RP-HPLC-UV ile Fenolik Bileşenlerin Analizi

Karaçalı ballarının fenolik kompozisyonları 19 adet standarta göre yapılmıştır. Standartlara ait kromatogram Şekli 1'de verilmiştir. On dokuz fenolik standardın (Kateşin, Epikateşin, Rutin, Daidzein, Mirisetin, Luteolin, Hesperetin, Krisin, Pinosembriin, Protokatekuik asit, Şiringik asit, Gallik asit, p-OH Benzoik asit, Kafeik asit, Ferulik asit, p-Kumarik asit, t-Sinnamik asit, Kafeik asit fenetilester, Resveratrol) kullanıldığı bu çalışmada analizler HPLC (Elite LaChrom Hitachi, Japan)'de UV dedektör ile yapılmıştır. Analizler ters faz C18 kolonu (150 mm x 4.6 mm, 5 µm; Fortis) kullanılarak ve asetonitril, su ve asetik asitle gradient program uygulanarak gerçekleştirilmiştir (De Villers vd., 2004). A rezervuarında %2 asetik asit (saf suda) ve B rezervuarında %70-30 asetonitril-saf su bulunan gradient program uygulanmıştır. Ayrıca numune ve standartların enjeksiyon hacmi 25 µL'ye, mobil faz akış hızı 0,75 mL.dk<sup>-1</sup>'ya ve kolon sıcaklığı kolon fırınında 30°C'ye ayarlanarak çalışma optimizasyonu sağlanmıştır (Can vd., 2015). Tüm fenolik bileşenler için kalibrasyon değeri 0.998 ile 0.999 arasındadır.



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



**Şekil 1.** Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.) balının fenolik bileşen kromatogramları

**Figure 1.** Phenolic component chromatograms of Jerusalem thorn (*Paliurus spina-christi* Mill.) honey

1. Gallik asit, 2. Protokatekik asit 3. p-OH Benzoik asit, 4. Kateşin, 5. Kafeik asit, 6. Şiringik asit, 7. Epikateşin, 8. p-Kumarik asit, 9. Ferulik asit, 10. Rutin, 11. Mirisetin, 12. Resveratrol, 13. Daidzein, 14. Luteolin, 15. t-Sinnamik asit, 16. Hesperetin, 17. Krisin, 18. Pinosembrin, 19. CAPE.

### Antimikrobiyal Analiz

#### Besi yerleri

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde kullanılacak olan disk difüzyon ve ağar dilüsyon yönteminde; bakteriler için Muller Hinton Agar, funguslar (mantarlar) için Sabouraud Dextrose Agar besiyerleri mikroorganizmaların üremesini sağlamak için Muller Hinton Broth ve Sabouraud Dextrose Broth besiyerleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada polifenol değeri en yüksek ve en düşük karaçalı balının ve orta değere sahip 3 adet balın antimikrobiyal etkisi 10 adet mikroorganizmaya karşı incelenmiştir

#### Mikroorganizmalar

Antibakteriyel etki belirlemede kullanılan mikroorganizmalar; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 Gram (-), *Proteus vulgaris* ATCC 7829 Gram(-), *Escherichia coli* ATCC 25922 Gram(-), *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 Gram(-), *Listeria monocytogenes* ATCC 7677 Gram(+), *Clostridium perfringens* ATCC 313124 Gram (-), *Salmonella enteric* ATCC 14028, Gram (-), *Bacillus subtilis* B209, Gram (+), *Streptococcus mutans* RSHE 676, Gram(+), *Micrococcus luteus* B1018, Gram(+), *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 Gram (+), *Yersinia enterocolitica* ATCC 27729 Gram(-),

*Bacillus cereus* ATCC 10876 Gram (+), *Candida albicans* ATCC 10231, *Aspergillus niger* ATCC 9642.

#### Disk difüzyon deneyi

Antimikrobiyal aktivite yöntemi Ronald'a göre yapılmıştır (Ronald, 1990). Her bir petri kabına bakteriler için Mueller Hinton Agar (MHA) ortamı (Merck, 40 mL) ve mantarlar ile mayalar için Sabouraud Dextrose Agar (SDA) ortamı (Oxoid, 40 mL) dökülmüştür. Tüm bakteri suşları MHB'de 24 saat 37° C'de ve maya ile mantar suşları Sabouraud Dextrose Broth (SDB)'de (Difco) 27°C'de 48 saat boyunca büyütülmüştür. Gece kültürleri, sıvı besiyeri ile seyreltilmiş ve son bakteri ile maya/mantar hücre konsantrasyonları, sırasıyla 600 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülerek  $1 \times 10^8$  ve  $1 \times 10^7$  hücrelere/mL'ye ayarlanmıştır. Her seyreltilmiş nümunedan (1:3) bal/alkol 25 µL, petri kaplarına agar üzerine aktarılmış ve yayılmıştır. Mantarlar ile mayalar için Nystatin ve bakteriler için Ampicillin ile Cephazolin pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Negatif kontrol olarak alkol ve hegzan kullanılmıştır. Antibakteriyel ve antifungal aktiviteler için, 37°C'de ve 28°C'de 24-48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra ortamda oluşan inhibisyon zonları, sırasıyla milimetre (mm) olarak

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

ölçülmüştür. Tüm testler üç kopya halinde yapılmıştır.

### BULGULAR

#### Palinolojik bulgular

Çalışmada kullanılan 18 adet bal örneğine ait palinolojik değerlendirmeler sonucunda balların %69.5 ile %96 arasında monofloral özelliğe sahip olduğu bulunmuştur. Kestane, ökaliptus, ıhlamur, kekik, lavanta gibi ballar hariç diğer çiçek ballarında bir balın monofloral niteliğe sahip olması için minimum %45 ve üzerinde major polen içermesi gerekmektedir (Sorkun, 2008). Çalışmada kullanılan ballara ait bitkilerin sekonder polenleri Rosaceae (%7.48), Asteraceae (%6.9) ve *Salix* spp. (%6.4) olarak belirlenmiştir. Minor polenlerinin familyalar ise şöyle sıralanmaktadır; *Trifolium* spp., Apiaceae, Poaceae, *Echium* spp., Rosaceae, *Sanguisorba* spp., Asteraceae, Cistaceae, Brassicaceae, *Salix* spp., Fabaceae ve Chenopodiaceae.

#### Fizikokimyasal bulgular

Karaçalı bal örneklerinin fiziko-kimyasal özellikleri olarak ölçülen nem, pH, iletkenlik, renk, optik rotasyon, şeker oranları, prolin analizleri sonuçları Tablo 1'de özetlenmiştir. Balların nem değerleri %12 ile %16 arasında bulunurken, optik rotasyon değerleri negatif bulunmuştur. Bir bal örneği hariç diğer tüm balların Hunter renk parametresinin açıklık koyuluk değerini gösteren L değerleri oldukça düşük 35.45 olarak bulunmuştur. Bu değer karaçalı ballarının açık renkli çiçek balları niteliğinde olduğunu göstermektedir. Balların prolin değerleri bir bal örneğinde 310 mg/kg bulunurken, diğer tüm ballarda 600 mg/kg 'ın üzerinde bulunmuş ve ortalama değer 720 mg/kg olarak bulunurken standart sapma çok yüksek bulunmuştur Ortalamayı sapan değer çıkarıldığında ise ortalama değer 807,57±213,50 mg/kg olarak prolin değeri bulunmuştur Balların şeker profili olarak sadece 3 şeker türü HPLC-RID ile tespit edilmiştir. Fruktoz değeri min %30 ve max %38 bulunurken, glukoz değeri, %23 ile %30 arasında bulunmuştur. Sukroz yani çay şekeri ise bazı ballarda tayin değerlerinin altında çıkarken bazı ballarda ise % 1'in altında tespit edilmiştir. F/G oranları ise 1.18 ile 1.46 arasında tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill) balının fizikokimyasal özellikleri

**Table 1.** Physicochemical properties of Jerusalem thorn (*Paliurus spina-christi* Mill) honey

	Minumum	Maksimum	Ortalama
%Nem	12.00	16.00	14.75±1.89
pH	4.21	6.27	5.11±0.75
İletkenlik (mS/cm)	0.26	1.25	0.53±0.27
Renk (L,ab)*			
L	17.91	62.38	35.45±11.58
a	14.93	39.20	27.63±8.80
b	24.07	92.02	58.19±16.54
Optik Rotasyon[α] <sub>20 °C</sub>	-1.50	-3.45	-2.24
Prolin (mg/kg)	310.50	995.24	720.15±240.60
Şeker profili			
%Fruktoz	30.32	38.70	34.69±2.60
%Glukoz	23.17	30.50	26.68±2.29
%Sukroz	0.00	1.05	0.14±0.30
F/G	1.18	1.46	1.30±0.08

#### Toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite

Balların toplam fenolik madde miktarları gallik asit cinsinden spektrofotometrik olarak hesaplanmış ve minimum 32 mg gallik asit/100 g ile maksimum 85.35 mg gallik/100 g arasında bulunmuştur. Toplam

flavonoid madde miktarları ise 0.50 ile 2.24 mg KE /100 g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Kondanse tanen madde miktarının ise tayin sınırlarının altında olduğu ve tespit edilemediği Tablo 2 de bildirilmektedir. Balların toplam antioksidan kapasiteleri ise demir (III) indirgeme

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

kapasitesi testi ile tayin edilmiştir Elde edilen veriler Tablo 2'de özetlenmiş ve 560 ile 1800  $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$  arasında değişen antioksidan kapasiteye sahip oldukları görülmektedir. Balların antioksidan değerleri serbest radikal temizleme

kapasitesi testine göre DPPH ile ölçülmüş ve radikalın %50'sini temizleyen bal miktarlarının 13.49 mg/mL ile 18 mg/mL arasında değiştiği bulunmuştur. Burada düşük  $\text{SC}_{50}$  değeri yüksek radikal temizleme yeteneğini yansıtmaktadır.

**Tablo 2.** Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.) balının fenolik içerik ve antioksidan kapasitesi

**Table 2.** Phenolic content and antioxidant capacity of the Jerusalem thorn (*Paliurus spina-christi* Mill.) honey

	Minumum	Maksimum	Ortalama	
Polifenolik içerik	Toplam Polifenol (mg GAE/100 g)	32.53	85.34	53.12±19.52
	Toplam Flavanoid (mgKE/100g sample)	0.50	2.40	1.20±0.86
	KondanseTanen (mg tannik asid/100 g)	TE	TE	TE
Antioksidan kapasite	FRAP ( $\mu\text{molFeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$ )	560.00	1841.00	1014.91±470.99
	DPPH $\text{SC}_{50}$ (mg/mL)	13.49	18.86	16.06±2.60

**Tablo 3.** Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.) ballarının fenolik profili

**Table 3.** Phenolic compounds of Jerusalem thorn (*Paliurus spina-christi* Mill.) honey

Standartlar	Minimum değer ( $\mu\text{g fenolik/100g}$ )	Maksimum değer ( $\mu\text{g fenolik/100g}$ )	Ortalama
<b>Kateşinler</b>			
(+)-Kateşin	TE	TE	TE
(-)-Epikateşin	TE	TE	TE
<b>Flavonoller</b>			
Rutin	TE	2.98	1.61±1.45
Mirisetin	TE	TE	TE
<b>İzoflavonlar</b>			
Daidzein	TE	TE	TE
<b>Flavonlar</b>			
Luteolin	TE	2.98	1.61±1.45
<b>Flavanonlar</b>			
Hesperetin	TE	TE	TE
Krisin	2.40	209.60	111.23±113.86
Pinosembrin	5.50	630.80	249.15±307.36
<b>Hidroksi benzoik asitler</b>			
Protokatekuik asit	16.30	213.00	74.34±89.72
Şiringik asit	TE	TE	TE
Gallik asit	TE	TE	TE
p-OH Benzoik asit	0.00	177.80	97.64±80.84
<b>Hidroksi sinamik asitler</b>			
Kaffeik asit	22.10	305.60	170.84±107.25
Ferulik asit	0.00	89.00	49.02±41.66
p-Kumarik asit	8.70	79.00	55.22±27.88
t-Sinamik asit	TE	TE	TE
CAPE	3.88	108.20	48.68±56.90
Resveratrol	TE	TE	TE

TE: Tespit edilemedi.

### Fenolik Kompozisyon

Fenolik bileşikler yapılarına göre alt sınıflara ayrılmış ve ölçülen kalitatif ve kantitatif değerler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir (Tablo 3) Buna göre ballarda kateşin sınıfına ait fenolik bileşikler, mrisetin, daidzein, hesperetin şiringik asit, gallik asit t-sinamik asit ve resveratrol tespit edilememiştir. Flavanollerden ise en fazla rutin ve luteolin 2,98 µg/100g, bulunurken, krisin 209,60µg/100g olarak bulunmuştur Pinosembriin tüm fenolikler içinde en fazla bulunan flavanon bileşik olarak 630.80 µg/100g tespit edilmiştir Hidroksi benzoik asitlerden en fazla protokatekuik asit 213,00 µg/100g, p-OH benzoik asit 177,80 µg/100g olarak bulunmuştur. Hidroksi sinamik

asitlerden en fazla oranda kafeik asit, ferulik asit, ve p-kumarik asit sırasıyla (305 µg/100g, 89.00ve 79.00 µg/100g) bulunurken CAPE ise 108.20 µg/100g olarak tespit edilmiştir.

### Antimikrobiyal aktivite

Çalışmada 10 farklı ve patojenik mikroorganizma kullanılarak yapılan disk difüzyon metoduna göre antimikrobiyal aktivite değerleri Tablo 4 de özetlenmiştir. Farklı polifenolik madde miktarları seçilen 3 adet karaçalı ve iki adet manuka balının yapılan 3 paralel test ile bulunan zon büyüklükleri hemen hemen yakın oldukları tespit edilmiştir.

**Tablo 4.** Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.) ballarının antimikrobiyal aktiviteler (mm çap büyüklükleri)

**Table 4.** Antimicrobial activities of Jerusalem thorn (*Paliurus spina-christi* Mill.) honey (mm diameter sizes)

Örnek	Kç.Bal 1	Kç.Bal 2	Kç.Bal 3	Manuka (UMF10+)	Manuka (UMF20+)	Ampicillin	Cephazolin	Nystatin
S. a.	17.10±0.96	14.80±0.67	15.80±0.32	18.8±0.37	19.0±0.46	10.00±0.33	7.00±0.45	-
B. c.	20.00±0.66	19.10±1,00	18.30±0.61	19.8±0.62	10.3±0.16	26.50±0.35	27.90±0.67	-
K.p.	16.50±0.35	17.60±0.26	15.80±0.22	15.6±0.23	19.8±0.54	15.30±0.23	16.20±0.76	-
E.coli	15.10±0.55	16.30±0.51	14.50±0.05	16.9±0.08	14.5±0.44	19.80±0.23	18.80±0.56	-
C.fre.	17.80±1.33	15.60±1.06	14.70±0.46	14.7±0.48	15.5±0.06	16.30±0.43	16.20±0.46	-
B.sub.	16.50±1.37	17.60±0.34	17.60±0.16	16.6±0.14	15.4±0.75	30.5±0.45	33.6±0.67	-
E. fea.	18.10±0.83	17.50±0.33	17.50±0.65	18.5±0.65	18.3±0.55	34.00±0.58	28.20±0.44	-
C. alb.	21.10±0.32	19.20±0.36	19.30±0.37	18.2±0.35	18.4±0.28	-	-	17.30±0.32
A.niger	19.50±0.71	18.50±0.74	19.60±0.68	19.6±0.60	18.5±0.84	-	-	17.70±0.55
P.a.	17.80±0.29	15.70±0.35	16.70±0.95	17.7±0.94	14.4±0.55	28.60±0.23	27.90±0.57	-

Kç.Bal1 (Karaçalı balı 1); Kç Bal 2 (Karaçalı balı 2); Kç.Bal3 (Karaçalı bal3); Manuka balı (UMF10+, UMF20+); Ampicillin, Cephazolin ve Nystatin (25µl/20mg/mL); (S.a.):*Staphylococcus aureus* (ATCC 6538); (B.c.): *Bacillus cereus* (ATCC 11778) (K.p.): *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 13883), (E.coli): *Escherichia coli* (ATCC 25922); (C.fre.): *Citrobacter freundii* (ATCC 43864); (B.sub.): *Bacillus subtilis* (B209); (E.fea.): *Enterococcus faecalis* (ATCC 29121); (C.alb.): *Candida albicans* (ATCC 10231); (A.nig.): *Aspergillus niger* (ATCC 9642); (P.a.): *Pseudomonas aeruginosa* (NRRL B-2679). (-): Test edilmedi.

### TARTIŞMA

Balların polen analizi bala kaynak olan nektarlı bitkilerin kökeni, coğrafik orijini ve balın kalitesi hakkında bilgi verir. Yaptığımız çalışmada ilk olarak güvenilir üreticilerden temin edilen ve karaçalı balı olarak üretilen çiçek ballarının polen analizi yapılmıştır. Çalışılan tüm ballarda dominant polenin oranı en düşük %69.5, en yüksek %96 olarak *Paliurus spina-christi* Mill. polenine ait olduğu tespit edilmiştir. Ballarda bulunun ortak sekonder polenler ise bölge florasına uyumlu olarak Rosaceae (%7.48), Asteraceae (%6.9) ve *Salix* spp. (%6.4) olarak belirlenmiştir.

Karaçalı ballarının fizikokimyasal özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Ortalama nem miktarı, %14.75, pH 5.11 ve iletkenlik değeri 0.53 mS/cm olarak bulunmuştur. Ballarda nem değerinin düşük olması balın fermentasyon ihtimalini azaltmakta ve raf ömrünün uygun olduğunu göstermektedir. Nem değeri düşük olması balların asit özelliği ile ilişkilendirilmektedir. Elektriksel iletkenlik, çiçek balı ile salgı balı arasındaki farklılığı belirlemede kullanılan parametreler arasındadır. Elektriksel iletkenlik balın organik asitler, proteinler, şekerler, ve mineral içeriğine bağlıdır (Machado De-Melo vd.,2018). Daniela vd., (2008) karaçalı balında

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

yaptıkları araştırmada nem miktarını %16.6, pH'sını 4.80, iletkenlik değerini 0,68 olarak tespit etmişlerdir. Akdeniz vd., (2013) Edirne iline ait karaçalı bal analizinde nem miktarı %16.26, pH 5.88, iletkenlik 0.78 olarak belirtmişlerdir.

Balların en önemli fiziksel karakteristiklerinden biri renkleridir. Balın rengi nektar kaynağı ve polen içeriği ile bunlardan kaynaklanan çeşitli renk pigmentleri (antosiyantinler, fenolik asitler, proantosiyanidinler ve flavonoidler) ve minerallerden ileri gelir (Gonzales vd., 1999). Karaçalı balının L değeri  $35.45 \pm 11.58$  olarak a değeri  $27.63 \pm 8.80$ , b değeri ise  $58.19 \pm 16.54$  bulunmuştur. Bu değerler açık renkli ballar sınıfında yer alan akasya, orman gülü, lavanta ballarının değerleri ile uyumludur (Can vd. 2015).

Bir balın çiçek veya salgı balı olup olmadığını en iyi gösteren parametrelerden bir optik rotasyon değeridir. Pozitif optik rotasyon değeri salgı ballarını, negatif optik rotasyon değeri ise çiçek ballarını göstermektedir (Çakır vd.,2017). Karaçalı balının optik çevirme açısı  $-2.24$  olarak tespit edilirken balın çiçek balı yani nektar balı olduğunu ispatlamaktadır.

Bal bileşimi itibarıyla iyi bir karbonhidrat kaynağıdır. Ancak balda çok düşük miktarda %1 'in altında amino asitler, kısa peptitler ve enzimler yer almaktadır. Ballarda maksimum oranda bulunan aminoasit ise prolidir. Prolin ise proteini oluşturan 20 aminoasitten balın saflık derecesini, kalitesini gösteren en önemli aminoasittir. Baldaki prolin seviyesi bal taşı için önemli bir belirteç olarak kabul edilmektedir. Türk Gıda Kodeksi'nde daha önce alt sınırı 180 mg olan prolin değeri, 2012 yılında 300 mg'a çıkarılmıştır (Alimentarius, 2001). Bizim çalışmamızda Karaçalı balında ise prolin değeri minimum 310.50mg/kg maksimum 995.24mg/kg arasında bulunmuştur.

Bal kuru ağırlığının yaklaşık %95 oranında karbonhidrat içerir. Bala tadını veren en bol bulunan şekerler fruktoz olup, fruktoz ve glukoz major monosakkaritleridir. Balda bu iki monosakkarit dışında en az 20-25 adet mono-, di-, tri-, oligo ve polisakkaritler olarak tespit edilen şekerler mevcuttur. Ancak bu şekerlerin hem tespit edilmesi zordur ve hem de kodekste yeri şimdilik mevcut değildir (Kolaylı vd., 2012). Bütün bal çeşitlerinde fruktoz miktarı glukoz oranla daha fazladır. Sakkaroz (sukroz) şekeri çiçek nektarlarında fazla miktarda bulunmayan bir şeker olup, balda bulunan invertaz enzimi etkisi ile fruktoz ve glikoza dönüşmektedir. Bala dışarıdan çok büyük çay şekeri

taşıması olursa sukroz miktarı artar. Kodekste kabul edilen değer %5'in altında olup, bu çalışmada tüm ballarda %1'in altında tespit edilmiştir Balda F/G oranı 1'e yaklaştıkça balın kristalizasyonu artar, uzaklaştıkça ise azalır. Örneğin kestane ballarına bu oran daima 1.5'dan büyüktür ve kestane balı kolay kristalize olmaz (Yıldız vd.,2016). Yapılan bir çalışmada karaçalı balında glukoz değerleri %33.8 ve fruktoz değeri %38.1 ve sukroz ise %2.2, F/G oranı 1.5 olarak tespit edilmiştir (Daniela vd., 2008). Yapılan bu çalışmada ise ortalama glikoz değerleri  $34.69 \pm 2.60$  g/100 g, fruktoz  $26.68 \pm 2.29$  g/100 g ve sukroz ise  $0.14 \pm 0.30$  g/100 g olarak tespit edilmiştir. F/G oranı ise %1.30'dur. Bu oran Türk Gıda Kodeksi'nde çiçek balları için önerilen %0,9-1.4 standartlarının içindedir (Akdeniz vd., 2013). Monofloral bir bal olan karahindiba balında yapılan bir çalışmada benzer olarak glikoz %35.21, Fruktoz % 46.02 ve F/G oranı 1.3 olarak tespit edilmiştir (Özenirler vd., 2018).

Balın gerçek kalitesi ve elbette biyolojik aktif değeri, onun içerdiği şekerlerden ziyade yapısında bulunan ve çeşitli sekonder metabolitlerden ileri gelmektedir. Balda sekonder metabolit olarak en fazla buluna biyoaktif bileşenlerin başında polifenoller gelmektedir. Balda buluna polifenollerin miktarı ile balın rengi arasında ve antioksidan kapasitesi arasında sıkı bir ilişki vardır (Al-Mamary vd.,2002). Toplam polifenolik (TP) madde miktarı ile toplam flavonoid madde miktarları balın antioksidan kapasitesi için bir indikatördür (Kolaylı vd., 2016; Saral vd., 2016). Tablo 2'de çalışılan karaçalı ballarına ait toplam polifenol madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri gösterilmiştir. Fenolik maddelerin konsantrasyonu ve türü, balın çiçek kökenine bağlıdır ve temel olarak biyolojik aktivitelerinden sorumludur (Moniruzzaman vd., 2014). Karaçalı balında TP miktarı en düşük 32.53 mg GAE/100 g en yüksek 85.34 mg GAE/100 g arasında tespit edilmiştir. Türkiye ballarına ait yapılan bir çalışmada ise bazı monofloral balların toplam polifenol miktarını, kestane (52.4–105.0 mg GAE/100 g), çam (58.6–74.6 mg GAE/100 g), geven (42.0–75.1 mgGAE/100g), ve akasya (9.80–12.20mg GAE/100 g) olduğu belirtilmiş (Kaygusuz vd. 2016). Karaçalı ballarının akasya ve geven ballarından daha yüksek polifenol içerdiği görülmektedir.

Flavonoidler ise polifenollerin bir alt sınıfını oluşturan oldukça geniş bir polifenol sınıfı olup renk ve aroma ile antioksidan, antiinflamatuvar potansiyelinden sorumlu bileşiklerdir. Çalışmamızda karaçalı

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

ballarının toplam flavonoid miktarlarının 0.50-2.40 mgKE/g arasında değiştiğini tespit ettik. Monofloral özellikte 10 adet İran balında yapılan bir araştırmada toplam flavonoid miktarlarını 1.7 ile 4.5 mgKE/100 g olarak belirlemişlerdir. Bu bileşiklerin konsantrasyonu, balın çiçek orijinine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Khalafi vd.,2016). Kestane ve meşe ballarında bu değer daha yüksek olduğu belirtilmiştir (SaraI vd., 2016).

Kondanse tanenler proantosiyandinler olarak isimlendirilir. Kondanse tanenlerin ana bileşenleri kateşinler (flavan-3-oller) ve lokoantosiyandinler (flavan-3,4-dioller)'dir. Flavonoid grubuna dahil olan bu bileşikler bitkilerde, özellikle ağaç kabuklarında oldukça geniş yayılış göstermektedir (Mayworm vd., 2014). Besin tanenleri genellikle kateşin ve epikateşinin polimerleridir (Çakır vd., 2017). Yapılan bu çalışmada karaçalı balında kondanse tanen miktarı tespit edilememiştir. Tanenler daha çok ağaçlarda bulunun polifenollerinin polimerleri olup, orman ballarında yüksek bulunur (Kolaylı vd., 2016). Bunun nedeni tanenlerin ağaçların kabuklarından bala nüfuz etmesi ve çiçek ballarından daha çok orman ballarında tespit edilmesidir.

Canlı organizmalarda oksidasyonu önleyen ya da oluşmuş oksidasyonu azaltan veya tamamen yok eden moleküller antioksidanlar olarak bilinir. İçerdiği sekonder metabolitler nedeniyle, bal iyi bir antioksidan kaynağıdır. Balın antioksidan kapasitesi ise bitki türlerine bağlı olarak değişir (Can vd., 2015). Bu çalışmada balların antioksidan kapasiteleri FRAP ve DPPH radikal temizleyici aktivite testleri yapılarak belirlenmiştir. Karaçalı ballarında ortalama FRAP değeri  $1014.91 \pm 470.99 \mu\text{molFeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O/g}$ , DPPH radikalini temizleme aktivitesi  $16.06 \pm 2.60 \text{ mg/mL}$  olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada 10 çeşit monofloral balda antioksidan kapasiteyi ortalama  $27.30 \pm 231.87 \mu\text{M Fe(II)/100g}$  ve DPPH ise  $36.95 \pm 20.53$  bulmuştur (Moniruzzaman vd., 2014). Bu sonuçlara göre karaçalı balı diğer monofloral ballara göre çok daha yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir.

Karaçalı balının fenolik profili on dokuz adet fenolik standart, kullanılarak RP-HPLC-UV ile analiz edilmiştir (Tablo 3). Bu sonuçlara göre karaçalı balında kateşin, epikateşin, mirisetin, daidzein, hesperetin, şiringik asit, gallik asit t-sinnamik asit ve resveratrol tespit edilememiştir. Major seviyede pinosembrin ( $249.15 \pm 307.36 \mu\text{g/100g}$ ), kafeik asit ( $170.84 \pm 107.25 \mu\text{g/100g}$ ) ve krisin ( $111.23 \pm 113.86 \mu\text{g/100g}$ ) olduğu tespit edilirken, p-OH benzoik asit

( $97.64 \pm 80.84 \mu\text{g/100g}$ ), p-kumarik asit ( $55.22 \pm 27.88 \mu\text{g/100g}$ ), ferulik asit ( $49.02 \pm 41.66 \mu\text{g/100g}$ ), CAPE ( $48.68 \pm 56.90 \mu\text{g/100g}$ ) ve rutin ile lutein ( $1.61 \pm 1.45 \mu\text{g/100g}$ ) fenolikleri tespit edilmiştir. Pinosembrin karaçalı balının marker bileşeni olabilir ve bu antimikrobiyal, antienflamatuar, antioksidan, antifungal ve antikanser aktiviteleri de dahil olmak üzere farmakolojik aktiviteleri araştırılmış önemli bir flavonoid molekülüdür. Serebral iskemi, nörodejeneratif hastalıklar, kardiyovasküler hastalıklar ve aterosklerozun yanı sıra diğer klinik durumların tedavisi için bir ilaç potansiyeline sahiptir. Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı ve çeşitli nörodejeneratif hastalıkların önlenmesinde ve iyileştirilmesinde önemli bir rol oynar (Nyokat vd., 2017). Kafeik asit, hidrokisamik bir asit türevi polifenoldür. Serbest radikallerin neden olduğu DNA hasarını önleyerek antioksidan, antienflamatuar ve antineoplastik aktiviteler sergilerler. Son araştırmalara göre, kafeik asit, LDL oksidasyonunu inhibe edilmesinde p-kumarik ve ferulik asitlerle karşılaştırıldığında üstün bir antioksidan özellik göstermektedir (Gülçin, 2006). Balların önemli bir bileşiği olan krisinin ise kanser hücrelerinde poliferasyonu azalttığı apoptozu indükleyerek antitümör ve antioksidan etki gösterdiği belirtilmektedir (Samarghandian vd.,2011).

Çalışmada kullanılan 18 adet karaçalı balından 3 adet bal örneği seçilerek antimikrobiyal aktiviteleri çalışılmıştır. Bu üç örnek toplam polifenolik madde en yüksek olan baldan (Kç-Bal 1,2 ve 3) etanol ile 1/3 seyreltilerek antimikrobiyal aktiviteler 48 saat inkübasyondan sonra ölçülmüştür. Tablo 4 de özetlenen zon çaplarına göre her üç balın çalışılan mikroorganizmalara karşı oldukça yüksek aktivite gösterdikleri tespit edilmiştir. Balların antimikrobiyal aktivitelerinin Manuka (UMF10+) ve Manuka (UMF20+)’a eşit veya daha yüksek aktiviteye sahip oldukları görülmektedir. Ancak polifenol içeriği yüksek olan balların bazı mikroorganizmalara karşı daha yüksek aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin, *Bacillus cereus* ve *Citrobacter freundii* bakterilerinde balların fenolik madde miktarları ile antibakteriyel aktiviteler arasında doğru orantı olduğu görülmüştür. Bal iyi bir antimikrobiyal ajan olup özellikle yaraların tedavisinde kullanımı insanlık tarihi kadar eskidir (Matejczyk vd., 2018). Balın antimikrobiyal aktivitesi onun viskozitesinden, pH’sından ve içerdiği glukoz oksidaz kaynaklı hidrojen peroksitten ve içerdiği bir takım sekonder metabolik ajanlardan ileri gelmektedir (Molan, 1997). Bu çalışmada balın antimikrobiyal aktivitesinin daha

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

çok sekonder metabolik ajanlardan ileri geldiğini söylemek mümkündür. Çünkü bal 1/3 oranda alkol ile dilue edilerek kullanıldığı için içindeki bazı enzimler ve dolayısıyla hidrojen peroksit kaybolmuş olabilir. Sonuç olarak tüm karaçalı ballarında bulunan krisin, kafeik asit, pinosembrin ve CAPE gibi polifenolik moleküllerin antimikrobiyal olarak patojenik mikroorganizmaların çoğalmasını inhibe etmiş olabilir (Matejczyk vd., 2018).

### SONUÇ

Bu çalışma ile Türkiye'nin Marmara bölgesinde sınırlı olarak üretimi yapılan karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.) balının ilk kez kimyasal karakterizasyonu, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri belirlenmiştir. Karaçalı balının yüksek antioksidan ve antimikrobiyal değere sahip monofloral bir çiçek balı olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmadaki veriler dikkate alındığında ise bu balda parmak izi niteliğinde bulunan fenolik bileşenler; kafeik asit, protokateşik asit, krisin, pinosembrin ve CAPE'in major seviyede tüm ballarda tespit edilmiştir. Elde edilen bilgiler balın coğrafik işaretlenmesinde ve bal kodeksinde önemli bilgiler sağlayacaktır.

### KAYNAKLAR

- Akdeniz, G., Şahin, S., Yılmaz, Ö., Karataş, Ü., Karmaz, E., Kabakçı, D., & Yaşar, N. (2013). Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Miller) ve Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Ballarının Mikroskopik Yapısı ve Biyokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Aricılık Araştırma Dergisi*, 5(9), 22-25.
- Alimentarius C. Revised codex standard for honey. Codex Stan. 2001,12:1982.
- Al-Mamary, M., Al-Meer, A., & Al-Habori, M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition research*, 22(9), 1041-1047.
- Anklam, E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chem*, 63, 549-562.
- Anonim. (2012). Türk Gıda Kodeksi, Bal Tebliği (2012/58). Bakanlık Basımevi, Ankara.
- Benzie, I.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1). 70-76.

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Brantner, A.H., and Males, Z. (1999). Quality assessment of *Paliurus spina-christi* extracts. *Journal of ethnopharmacology*, 66(2), 175-179.
- Can, Z., Yıldız, O., Şahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S., & Kolaylı, S. (2015). An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180, 133-141.
- Carter, D. A., Blair, S. E., Cokcetin, N. N., Bouzo, D., Brooks, P., Schothauer, R., & Harry, E. J. (2016). Therapeutic manuka honey: no longer so alternative. *Frontiers in microbiology*, 7, 569.
- Çakır, H., Şirin, Y., Zehra, C. A. N., & Kolaylı, S. (2017) Doğu Karadeniz Bölgesi Salgi Balinin Karakteristik Özellikleri. *Aricılık Araştırma Dergisi*, 9(1), 24-31.
- Daniela, K., Ljiljana, P., Dragan, B., Frane, Č., and Ivan, C. (2008). Palynological And Physicochemical Characterisation Of Croatian Honeys-Christ's Thorn (*Paliurus spina-christi* Mill.) Honey Palinološka I Fizikalno-Kemijska Karakterizacija Hrvatskog Meda-Dračin (*Paliurus Spina Christi* Mill.) Med. *Journal Of Central European Agriculture*, 9(4), 689-696.
- De Villiers, A., Lynen, F., Crouch, A., Sandra, P. (2004). Development of a solid-phase extraction procedure for the simultaneous determination of polyphenols, organic acids and sugars in wine. *Chromatographia*, 59(7-8),403-409.
- Deligöz, A., Gültekin, H., Yıldız, D., Gültekin, Ü., Genç M. (2007). Karaçalı (*Paliurus Spina-Christi* Mill.) ve Hünnap (*ZizyphusJujuba* Mill.) Tohumlarının Çimlendirilmesi Üzerine Ga<sub>3</sub>, Çitlatma ve Ekim Zamanının Etkileri. *Turkish Journal Of Forestry*, 2,51-60.
- Fukumoto, L.R., Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 48, 3597-3604.
- Gonzales., A.P., Burin L., Buera, M.P. (1999). Color changes during storage of honeys in relation

## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- to their composition and initial color, *Food Research International*, 32, 185-191.
- Gülçin, İ. (2006). Antioxidant activity of caffeic acid (3, 4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology*, 217(2-3), 213-220.
- Güner, N.D. (2005). *Paliurus spina-chiristi* Mill. Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar, MSc, Hacettepe University Institute of Medical Sciences, Ankara.
- Julkunen-Tiitto R. (1985). Phenolic constituents in the leaves of northern willows: methods for the analysis of certain phenolics. *J Agr Food Chem*, 33, 213-217.
- Kaygusuz, H., Tezcan, F., Erim, F. B., Yildiz, O., Sahin, H., Can, Z., & Kolaylı, S. (2016). Characterization of Anatolian honeys based on minerals, bioactive components and principal component analysis. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 273-279.
- Kenjerić, D., Primorac, L. J., Bubalo, D., Čačić, F., Corn, I. (2008): Palynological and physicochemical characterisation of Croatian honeys-Christ's thorn (*Paliurus spina Christi* Mill.) honey. *J. Cent. Eur. Agric*, 9(4): 689-696.
- Khalafi, R., Goli, S.A.H., & Behjatian, M. (2016). Characterization and classification of several monofloral Iranian honeys based on physicochemical properties and antioxidant activity. *International journal of food properties*, 19(5), 1065-1079.
- Kolaylı, S., Boukraâ, L., Şahin, H., & Abdellah, F. (2012). Sugars in honey. *Dietary sugars: Chemistry, analysis, function and effects*, 3-15.
- Kolaylı, S., Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H., Alpay Karaoglu, S. (2016). A comparative study of the antihyaluronidase, antiurease, antioxidant, antimicrobial and physicochemical properties of different unifloral degrees of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) honeys. *Journal of Enzyme Inhibition Medicinal Chemistry*. 31, 3, 96-104.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59(4), 139-157.
- Machado De-Melo, A.A., Almeida-Muradian, L.B.D., Sancho, M.T., & Pascual-Maté, A. (2018). Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 5-37.
- Matejczyk, M., Świsłocka, R., Golonko, A., Lewandowski, W., & Hawrylik, E. (2018). Cytotoxic, genotoxic and antimicrobial activity of caffeic and rosmarinic acids and their lithium, sodium and potassium salts as potential anticancer compounds. *Advances in medical sciences*, 63(1), 14-21.
- Mayworm, M. A., Lima, C. A., Tomba, A. C., Fernandes-Silva, C. C., Salatino, M. L., & Salatino, A. (2014). Does propolis contain tannins? *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014.
- Molan, P.C. (1997). Honey as an antimicrobial agent. In *Bee Products* (pp. 27-37). Springer, Boston, MA.
- Moniruzzaman, M., Yung An, C., Rao, P. V., Hawlader, M. N. I., Azlan, S. A. B. M., Sulaiman, S. A., & Gan, S. H. (2014). Identification of phenolic acids and flavonoids in monofloral honey from Bangladesh by high performance liquid chromatography: determination of antioxidant capacity. *BioMed research international*, 2014.
- Nyokat, N., Yen, K. H., Hamzah, A. S., Lim, I. F., & Saaidin, A. S. (2017). Isolation and synthesis of pinocembrin and pinostrobin from *Artocarpus odoratissimus*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 21(5), 1156-1161.
- Ough C. (1960). Rapid determination of proline in grapes and wines, *Journal Food Science*, 34, 228-230.
- Özenirler, Ç. (2018). Karahindiba Balı: Türkiye Monofloral Balları İçin Yeni Bir Kayıt. *U. Arı D. / U. Bee J.*, 18(2), 87-93.
- Ronald, MA. (1990). *Microbiologia*, Companhia Editorial Continental S.A. de C.V., Mexico, D. F. p.505.
- Samarghandian, S., Afshari, J.T., Davoodi, S. (2011). Chrysin reduces proliferation and induces apoptosis in the human prostate cancer cell line pc-3. *Clinics(Sao Paulo)*. 66(6):1073-9.
- Saral Ö., Yildiz O., Aliyazicioğlu R., Yuluğ E., Canpolat S., Öztürk F., Kolaylı, S. (2016). Apitherapy Products Enhances The Recovery of CCl4-Induced Hepatic Damages In Rats, *Turkish J. Med. Sci*, 194-202.



## ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Singleton V.L., Orthofer R. ve Lamuela-Raventos R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Sorkun, K. (2008) Türkiye'nin Nektarlı Bitkileri, Polenleri ve Balları, Palme Yayıncılık, 341.
- Şen, A. (2018). Antioxidant and anti-inflammatory activity of fruit, leaf and branch extracts of *Paliurus spina-christi* P. Mill. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 22(2).
- Takım, K. (2018). Effect Of Karacali Fruit Extracts On Some Blood Parameters In Diabetic Rats Induced By Streptozotocin. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal Of Natural Sciences*, 21(2), 148-156.
- Wodehouse, R.P. (1935). "Pollen Grains", Mc Graw, Hill N. Y., 106-109 pp.
- Yıldız, İ. (2016). Çam, Pamuk, Yayla Ve Ayçiçeği Ballarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 16(1), 12-19.
- Zor, M., Aydın, S., Güner, N. D., Başaran, N., & Başaran, A. A. (2017). Antigenotoxic properties of *Paliurus spina-christi* Mill fruits and their active compounds. *BMC complementary and alternative medicine*, 17(1), 229.

## APİTERAPİ: 1. ARI ZEHİRİ

### Apitherapy: 1. Bee Venom

Levent ALTINTAŞ<sup>1\*</sup>, Neslihan BEKTAŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Ankara, Eposta: Corresponding author/Yazışma yazarı: leventaltintas@hotmail.com, ORCID No: 0000-0002-5148-723X

<sup>2</sup>Ulusal Gıda Referans Laboratuvarı Veteriner İlacı Kalıntısı Bölümü, Ankara, E-posta: neslihan\_bkts@hotmail.com ORCID No: 0000-0003-1781-8522

Geliş tarihi / Received:11.10.2018 Kabul Tarihi / Accepted:17.12.2018 DOI: <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.568311>

### ÖZ

Arıcılık, ülke ekonomisine katkı sağlayan önemli bir yetiştiricilik alanıdır ve arıcılıktan elde edilen ürünler insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Geçmişten günümüze arı ürünleri besin maddesi olarak değerlendirildiği gibi, içerdiği etkin maddeler sebebiyle tedavi amacıyla da kullanılmıştır. Apiterapi diye de nitelendirilen bu uygulama alanı incelendiğinde, arı zehrinin ayrı bir öneme sahip olduğu dikkati çeker. Apitoksin olarak da bilinen arı zehri; arının karın boşluğunda yer alan zehir bezlerinde üretilen ve biyolojik olarak birçok etkisi (immün sistem, merkezi ve çevresel sinir sistemi, kardiovasküler sistem, antibakteriyel, fungusit, antiviral, antiinflamatuar, antiartrit, antikanser, yara iyileştirici etki gibi) bulunan bir maddedir. Hazırlanan bu derleme kapsamında; arı zehrinin; fiziksel ve kimyasal özellikleri, biyolojik etkileri, üretimi ve kullanımına yönelik özet bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Apiterapi, Apitoksin, Arı zehri tedavisi

### ABSTRACT

Apiculture is an important breeding area that contributes to the country's economy and the products obtained from beekeeping are of great importance for human health. From past to present, bee products are used as nutrient supplements and mecial treatments because they contain biologically active substances. This area of research is known as apitherapy in which bee venom is of particular importance. Apitoxin, also known as bee venom, is a substance produced in the poison glands of the abdominal cavity of the bee and it has many biological effects (e.g. immune system, central and peripheral nervous system, cardiovascular system, antibacterial, fungicide, antiviral, anti-inflammatory, antiarthritis, anticancer, and wound healing effects). In this article, the physical and chemical properties of bee venom, biological effects, production, and its use is summarized.

**Key words:** Apitherapy, Apitoxin, Bee venom therapy

### EXTENDED ABSTRACT

**Goal:** Apitherapy is defined as the use of bee products and poison for treatment purposes. Apitherapy focuses on the use of bee products, their effects from different exposure routes and dosage levels, and possible undesirable effects. In this article, the physical and chemical properties of bee venom, biological effects, production, and its use is summarized.

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

**Discussion:** The origin of apitherapy is as old as the beginnings of humankind civilizations and dates back to over 6000 years ago. Nowadays, apitherapy has gained importance again and apitherapy centers have begun to spread rapidly in recent years. Therefore, bee products need to be reviewed to understand some of the issues (which bee product to use in the treatment and the effects when using the product; for what purpose and for whom the products should be used when the treatment is applied; sensitivity to the products used or determining if careful monitoring of allergies is needed) surrounding the use of them before it is a widespread practice.

It is noteworthy that bee venom has a special importance when it comes to studying apitherapy. Bee venom is produced in the venom sac of bees and this substance is yellowish, bitter, pungent, and normally in liquid form. Bee venom has a very complex chemical structure. The main components consists of various enzymes, proteins, and peptides. Bee venom mainly consists of mellitin, apamin, MCD-peptide, histamine, hyaluronidase, and phospholipase-A2. Bee venom has many biological effects. Bee venom with these active components is used in treating arthritis, central and peripheral nervous system diseases, chest diseases, gastroenterology, cardiovascular system diseases, eye diseases, skin diseases, urology, endocrinology, and cancer diseases. Bee venom is used in the cosmetics industry as well.

Bee venom is produced in the venom glands, located in the abdominal cavity of the honey bee. The amount of this poison, which is stored in the poison sac, weighs approximately 0.3 mg. The bees inject poison with their structurally modified ovipositer during bee stinging process. The queen and worker bees both have the capability of stinging intruders. However, drone bees are unable to sting as they do not have an ovipositor. In traditional medicine, there were two ways used to collect bee venom, the first being the surgical removal of the venom gland and squeezing it until it is empty. However, 88% of the bee venom is made of water and there is only 0.1 microgram of dry poison located within the bee venom sac. Therefore, in order to obtain 1 g of dry poison, approximately 10,000 bees are needed. The dry poison has a light yellow coloration. The reason why some commercial preparations are brown is because the poison proteins experienced oxidation.

**Conclusion:** Bee venom extracts from the bee venom sac can be purchased for use as ampoules or ointments. Therefore, necessary precautions should be taken to account for possible allergic reactions before using these products. Bee venom applications can be referred to in the literature in two different ways, either as Bee Venom Therapy (BVT) or Bee Sting Therapy (BST). The increasing interest in producing natural honey bee products necessitates for more studies evaluating these bee products. In particular, despite the vast potential use of bee venom, which has an important place in apitherapy worldwide, the knowledge of it is very limited in Turkey. For this reason, we highlight the fact that studies on bee venom should be increased.

### GİRİŞ

Ülkemizin doğal koşulları, coğrafi konumu, iklim şartları ve zengin bitki örtüsü; arıcılık faaliyetleri için oldukça elverişlidir. Bu sebeple arıcılık, ülke ekonomisinde önemli bir kazanç kaynağı konumundadır. Arıcılıktan sağlanan bal, polen, arı sütü, propolis, arı zehri ve bal mumu gibi ürünler; insan sağlığı açısından önemlidir. Bu durum da; arı ürünleri ile ilgili yapılan çalışma ve araştırmaların, toplum tarafından dikkatle izlenmesine olanak sağlar (Soysal ve Gürçan, 2005; Parlakay vd., 2008; Topal vd., 2015; Bektaş vd., 2016). Arı ürünleri, besin maddesi olarak değerlendirilmelerinin yanında; içermiş oldukları pek çok biyolojik aktif özelliğe sahip maddeler sebebiyle, tarih boyunca tedavi amacıyla da kullanılmıştır. Apiterapi diye isimlendirilen bu tedavi seçeneğinde; bal, balmumu, propolis, polen, arı sütü ve arı zehri gibi ürünler kullanılır. Apiterapinin

kökünü; insanlık tarihi kadar eski olup, 6000 yıl öncesindeki antik Mısır'a kadar uzanır. Zaman içerisinde Romalılar ve Yunanlılar da arı ürünlerini tıbbi amaçlar için kullanmışlardır. Günümüzde, alternatif tıbbın yeniden önem kazanmasına da paralel olarak, apiterapinin yeniden önem kazanması nedeniyle bu yöntemi uygulayan apiterapi merkezleri de son yıllarda hızla yaygınlaşmaya başlamıştır (Ulusoy, 2012; Topal vd., 2015; Bektaş, 2016; Çelik ve Aşgun, 2016).

Apiterapide arı ürünlerinin kullanımından önce bazı hususların gözden geçirilmesi gerekir. Bu hususlardan özellikle önemli olanlarını; tedavide hangi arı ürününün kullanılacağı ve bu ürün kullanılırken hangi konulara dikkat edilmesi gerektiği, tedavide kullanılacak ürünlerin ne amaçla ve kimin tarafından hangi dozlarda uygulanacağı ve kullanılan ürünlere karşı hassasiyet veya alerji

oluşup-oluşmayacağına dikkatlice izlenmesi oluşturur. Apiterapi alanındaki uygulamalar incelendiğinde, arı zehrinin ayrı bir öneme sahip olduğu dikkati çeker. Arı zehri; arıların zehir kesesinde üretilen, sarımtırak renkli, acımsı tatlı, keskin kokulu, normalde sıvı halde ancak hava ile temasını takiben kuruyarak kristalize olan bir maddedir ve yapısında başlıca melittin olmak üzere apamin, MCD-peptidi, histamin, hyaluronidaz, fosfolipaz-A2 gibi bileşenler bulunur (Parlakay ve ark., 2008; Ulusoy, 2012; Çelik ve Aşgun, 2016). İçerdiği bu aktif bileşenler nedeniyle de; özellikle artrit, merkezi ve çevresel sinir sistemi hastalıkları, göğüs hastalıkları, gastroenteroloji, kalp ve damar sistemi hastalıkları, göz hastalıkları, deri hastalıkları, üroloji, endokrinoloji, kanser hastalıkları ve kozmetik sektöründe kullanım alanı bulur (Kelle, 2007; Atayoğlu ve Atayoğlu, 2015; Çelik ve Aşgun, 2016; Mutlu vd., 2017).

Hazırlanan bu derlemede apiterapide önemli bir yer tutan arı zehrinin; fiziksel ve kimyasal özellikleri, biyolojik etkileri, üretimi ve kullanımına yönelik özet bir bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

### APİTERAPİ

Apiterapi; kelime anlamı olarak, arı ürünleri ve zehrinin tedavi amacıyla kullanılmasıdır (Selçuk vd., 2010; Bektaş vd., 2016). Apiterapide; arı ürünlerinin kullanım alanları, kullanım yolları ve dozları, olası istenmeyen ve zehirli etkileri ile bu ürünleri kullanırken dikkat edilmesi gereken hususlar irdelenir (Atayoğlu ve Atayoğlu, 2015). Günümüzde var olan apiterapi merkezlerinde; apiterapiye bağlı terapötik etkinlikler daha ziyade homeopatik tedavi prensibine göre gerçekleştirilir (Korkmaz ve Korkmaz, 2015). Belirli bir hastalıkta çok küçük dozlarda verilen bir maddenin, o hastalığın yol açtığı belirtilerin aynısını göstermesiyle oluşturduğu terapötik etkinlik; homeopatik tedavi prensibi olarak bilinir. Bu program dâhilinde; her seansı 4-5 günlük bir periyot halinde uygulanan apiterapide, her seanstan sonra 2-3 günlük bir dinlenme dönemi bulunur ve tedavi birkaç seans sürer. Bu şekilde seanslar arası verilen dinlenme dönemi ile hem tedavi süresince oluşabilecek şikâyetlerin giderilmesi hem de olası istenmeyen etkilerin en aza indirgenmesi sağlanmış olur (Kelle, 2007; Bektaş, 2016).

### Apiterapide Kullanılan Ürünler

Tedavi amaçlı olarak bal arısı ürünlerinin kullanımı anlamına gelen apiterapi; çok eskilere dayanan bir alternatif tedavi yöntemidir. Günümüzde; sağlık alanında tedavide doğal yöntemlerin yeniden popülerleşmesine paralel olarak, arı ürünlerinin kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu ürünler içerisinde de bal, polen, propolis, arı sütü, balmumu ve arı zehri en bilinenleridir (Atayoğlu ve Atayoğlu, 2015; Tanyüksel, 2015; Yeşilada, 2015; Bektaş vd., 2016; Çelik ve Aşgun, 2016). Bu ürünlerin yanında apiterapide; kovan havası ve arı sesi gibi uygulamalar da kullanım alanı bulur (Yücel ve Ceylan, 2015).

### ARI ZEHİRİ

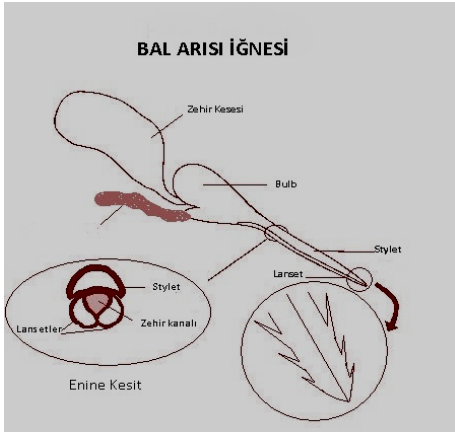
Apitoksin olarak da bilinen arı zehri; arının karın boşluğunda yer alan zehir bezlerinde üretilerek, zehir kesesinde depo edilir (Şahinler, 2000; Kokuludağ, 2015). Zehir kesesinde depolanan bu zehrin miktarı yaklaşık olarak 0,3 mg'dır (Selçuk vd., 2010). Arılar sokma sırasında iğneleri ile zehri enjekte ederler (Resim 1).

Aslında iğne; başta bal arıları olmak üzere, arıların en önemli savunma ve saldırı organıdır. Arı iğnesi, ovipositor adı verilen yumurtlama organının yapısal değişikliğe uğramış şeklidir ve kraliçe ile işçi arılarda bulunur. Erkek arılarda ise iğne bulunmaz; bu sebeple de sokma özelliği, erkek arılar dışındaki kraliçe ve işçi arılarda vardır. Zehir kesesi ile doğrudan bağlantılı olan iğne; çıplak gözle bakıldığında tek parça halinde görülürken, mikroskopla bakıldığında stylet ismi verilen bir üst parça ve lanset ismi verilen iki alt parçadan oluştuğu görülür. Stylet ve lansetler arasında zehir kanalı adı verilen bir yapı bulunur. Her iki parça da; iğnenin ucuna doğru gidildikçe incelirken, arı vücuduna doğru gidildikçe kalınlaşır (Resim 2). Arının sokması esnasında; kasların da hareketiyle birlikte, lansetler ileri doğru harekete geçerken, iğne de sokulan canlının derisinden içeriye doğru ilerler. Bu esnada zehir kesesinde bulunan arı zehri, zehir kanalı aracılığı ile sokulan yere enjekte edilir (Sür, 2013; Korkmaz ve Korkmaz, 2015; Bektaş, 2016).



**Resim 1.** Arı sokması sonrası görünüm (<https://www.taichi-qigong.si/prehranska-dopolnila-prehranski-dodatki-za-100-bolezni/cebelji-piki/>).

**Figure 1.** View after bee sting.



**Resim 2.** Bal arısı iğnesinin görünümü ([http://barnsleybeekeepers.org.uk/bee\\_stings.html](http://barnsleybeekeepers.org.uk/bee_stings.html) sitesinden uyarlanmıştır).

**Figure 2.** Appearance of honeybee stinger.

### Fiziksel Özellikleri

Arı zehiri açık renkte, kokusuz, sıvı bir maddedir (Korkmaz ve Korkmaz, 2015; Bektaş vd., 2016). Keskin ve acı bir tada sahiptir ve ihtiva ettiği alarm feromonlarından dolayı aromatik özelliktedir. Berrak ve asidik yapıda (pH=5.0-5.5) olan arı zehiri; normal sıcaklıkta yaklaşık 20 dakikada kurur ve bu esnada ağırlığının %65-70'ini kaybeder (Derebaşı ve Canbakal, 2009). Arı zehirinin %88'i sudan meydana gelmiştir ve bir arıdan yalnızca 0,1 mikrogram kuru zehir elde edilebilir. 1 gr kuru zehir elde etmek için ise yaklaşık 10 bin adet arıya ihtiyaç vardır (Özbek, 1990; Çelik ve Aşgun, 2016). Kuru zehir açık sarı renktedir. Bazı ticari preparatların kahverengi olmasının sebebi ise, zehir proteinlerinin okside olmasıdır (Korkmaz ve Korkmaz, 2015; Çelik ve Aşgun, 2016).

### Kimyasal Yapısı

Arı zehri oldukça karmaşık bir kimyasal yapıya sahiptir (Selçuk ve ark., 2010). Ana bileşen olarak; çeşitli enzimler, proteinler ve peptidlerden oluşur. Bunlardan bazıları anti-inflamatuvar ve analjezik etkiye sahipken; bazıları toksik ve zararlı etkiye yol açabilir. Bazıları da duruma göre; faydalı veya zararlı etkiye yol açar (Bogdanov, 2015; Kokuludağ, 2015). Arı zehrinin yapısında başlıca melittin olmak üzere apamin, MCD-peptidi, histamin, hyaluronidaz, fosfolipaz-A2 gibi bileşenler bulunur (Şahinler, 2000; Bektaş, 2016). Kelle (2007) tarafından yapılan bir çalışmada arı zehrinin bileşiminde 18 farklı biyoaktif molekül olduğu bildirilmiştir (Çizelge 1).

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

**Çizelge 1.** Arı zehrinin bileşimini oluşturan maddeler (Kelle, 2007; Derebaşı ve Canbakal, 2009; Bogdanov, 2015; Çelik ve Aşgun, 2016; Karaaslan ve Derebaşı, 2018; Mateescu, 2018).

**Table 1.** The composition of bee venom.

Molekül Tipi (Substance Group)	Bileşen (Component)	Kuru ağırlık başına (%) oran (% of dry weight)
Peptitler (Peptides)	Melittin F ve melittin türevleri (Melittin F and melittin derivatives)	40-50
	Apamin (Apamine)	2-3
	Mast hücresi degranülasyon peptidi (MCD peptide)	1-2
	Sekapin (Secapine)	0,5-2
	Tertiapin (Tertiapine)	0,1
	Adolapin (Adolapine)	1
	Proteaz inhibitörleri (Protease inhibitor)	<0,8
	Prokamin A ve B (Procamine A, B)	1,4
Enzimler (Enzymes)	Minimin ve Kardiyopeptin (Minimine, Cardiopep)	13-15
	Fosfolipaz A2 (Phospholipase A2)	10-12
	Hyaluronidaz (Hyaluronidase)	1-3
	Asit fosfomonoesteraz (Acid phosphomonoesterase)	1
	$\alpha$ -Glukozidaz (Glucosidase)	0,6
Lizofosfolipaz (Lysophospholipase)	1	
Aktif Aminler (Biogenic amines)	Histamin (Histamine)	0,6-1,6
	Dopamin (Dopamine)	0,13-1
	Norepinefrin (Norepinephrine)	0,1-0,7
Şekerler (Sugars)	Glukoz ve Fruktoz (Glucose, Fructose)	2
Lipidler (Lipids)	6-fosfolipidler (6-phospholipids)	4-5
Aminoasitler (Amino acids)	A-aminoasitler ( $\alpha$ -amino acids)	1
	Aminobutirik asit (Aminobutyric acid)	<0,5
Mineraller (Minerals)	P, Ca, Mg	3-4
Uçucu Bileşikler (Volatiles)	-	4-8

### Biyolojik Etkileri

Arı zehrinin biyolojik olarak birçok etkisi bulunur. İmmün sistem üzerine etkisi, antibakteriyel, fungusit ve antiviral etkileri, metabolik etkileri, yara iyileştirme üzerine etkisi, merkezi ve periferel sinir

sistemine etkisi, antiinflamatuvar ve antiartrit etkisi, antikanser etkileri ve kardiyovasküler sistem üzerine etkileri bunlardan bazılarıdır (Bogdanov, 2015; Bektaş, 2016). Arı zehri bileşenlerinin etkileri Çizelge 2.'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Arı zehri bileşenlerinin etkileri (Kelle, 2007; Bogdanov, 2015; Karaaslan ve Derebaşı, 2018; Mateescu, 2018).

**Table 2.** Effects of bee venom components.

Bileşen % (Component %)	Etki (Effect)
<b>Melittin (Melittin) %50-55</b>	Membranların yüzey gerilimini düşürür ve onları stabilize eder. Küçük dozlarda antiinflamatuvar etkilidir. Düz kasları uyarır; kapiller geçirgenliği artırır, kan dolaşımını artırır ve kan basıncını düşürür. Koagülasyonu düşürür, immünstimülan ve immünsupresif; radyasyon koruyucu etkilidir. MSS'ni etkiler; antikanser, antibakteriyel, antifungal, antiviral etkilidir. <b>Yüksek dozlarda inflamatuvar ve hemolitik etkiye sahiptir.</b> Membrane-active, diminishes surface tension of membranes and stabilises them. Stimulates smooth muscles; activates the hypophysis and adrenal glands. Anti-inflammatory in very small doses. Increases capillary permeability increasing blood circulation and lowering the blood pressure, lowers blood coagulation. Immunostimulatory and immunosuppressive. Radiation protective. Influences the central nervous system. Anticancer, antibacterial, antifungal, antiviral, antiatherosclerosis. <b>Higher doses are inflammatory and haemolytic.</b>

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

<p><b>Fosfolipaz A (Phospholipase A) %10-12</b></p>	<p>Fosfolipitleri parçalar ve kan yapılarının hücre membranlarını eritir. Kan dolaşımını ve basıncını düşürür ve prion peptitleri tarafından oluşturulan nöronal hücre ölümünü engeller. <b>İnflamasyonu tetikler, güçlü alerjendir ve en zararlı arı zehri bileşenidir.</b> Destroys phospholipids and dissolves the cell membrane of blood bodies. Lowers the blood coagulation and blood pressure. Prevents neuronal cell death caused by prion peptides. <b>Induces inflammation, the strongest allergen and thus the most harmful bee venom component.</b></p>
<p><b>Fosfolipaz B (Phospholipase B) %1</b></p>	<p>Zehrin etkisini engelleyici etkiye sahiptir (Toksik lizolesitinin parçalanmasını sağlar). It has an inhibitory effect on the effect of the poison (It allows the breakdown of toxic lysolecithin).</p>
<p><b>Hyaluronidaz (Hyaluronidase) %1-2</b></p>	<p>Dokuların temel yapı taşı hyaluronik asitlerin hidrolizini katalize eder. Proteinlerin hidrolizini katalizler, böylece dokunun içine arı zehrinin geçmesini olanaklı kılar. Kan damarlarını genişletir ve geçirgenliğini artırır, kan dolaşımının artmasını sağlar. <b>Alerjik etkiye sahiptir.</b> Catalyses the hydrolysis of proteins, thus enabling the penetrating of BV into the tissue. Dilates blood vessels and increases their permeability, causing an increase of blood circulation. <b>Has an allergic effect.</b></p>
<p><b>Apamin (Apamin) %2-3</b></p>	<p>Kortizonun salınımını tetikleyen antiinflamatuvar etkiye sahiptir. Antiserotonin etkilidir. Savunma kapasitesini artırır. İmmüsupressif etki gösterir. Küçük dozlarda MSS'ni tetikler. <b>Yüksek dozlarda nörotoksik etkilidir.</b> Anti-inflammatory stimulating the release of cortisone. Antiserotonine action. Increases the defence capability. Immunosuppressor. If its use of small doses it is triggers CNS. <b>Higher doses are neurotoxic.</b></p>
<p><b>MCD (MCD) %2-3</b></p>	<p>Mast hücrelerini degranüle eden bir peptittir. Mast hücrelerini lize eder, histamin, heparin ve serotonin salınımını artırır, kapillar geçirgenliği artırır, anti inflamatuvar etkiyi artırır, MSS'ni uyarır. Lyses mast cells. Releasing histamine, serotonin and heparine. Increasing capillary permeability. Increasing anti-inflammatory. Stimulates the CNS.</p>
<p><b>Adolapin (Adolapin) %1</b></p>	<p>Siklooksijenaz ve lipoksijenaz gibi spesifik beyin enzimlerini engeller. İnflamasyonu düşürür. Anti-romatizmal etkilidir, ağrıyı hafifletir. Antipiretik etki gösterir. Eritrositlerin kümelenmesini engeller. <b>Düşük toksisiteye sahiptir.</b> It inhibits specific brain enzymes such as cyclooxygenase and lipoxygenase. Reduces inflammation. It is anti-rheumatic effective, relieves pain. Antipyretic effect. It prevents the aggregation of erythrocytes. <b>Has low toxicity.</b></p>
<p><b>Proteaz-inhibitörler (Protease-Inhibitors) %3-4</b></p>	<p>Tripsin, kemotripsin plazmin, trombin gibi farklı proteazların aktivitesini engeller ve böylece inflamasyonu azaltır. Antiromatizmal etki gösterir. <b>Düşük toksisiteye sahiptir.</b> Inhibits the activity of different proteases (trypsin, chymotrypsin, plasmin, thrombin) and thus reduces inflammation. Antirheumatic effect. <b>Has low toxicity.</b></p>
<p><b>Sekapin, tertiapin, minimin, prokamin, kardiyopep (Secapin, tertiapin, minimin procamine, cardiopep) %3-5</b></p>	<p>Arı zehrinin fizyolojik etkilerinde bilinmeyen etkilere sahip peptidlerdir. Radyasyon önleyici etki ve kardiyopep antiaritmik etkileri vardır. They are peptides that have unknown effects in physiological effects of bee venom. Has anti-radiation effect and cardiac peptic antiarrhythmic effects.</p>
<p><b>Histamin (Histamine) %0.7-1,5</b></p>	<p>Nörotransmitter bir maddedir. Kan damarlarını genişletir, kan kapillarlarının geçirgenliğini artırır ve kan dolaşımını artırır. Düz kasları uyarır. <b>Alerjik etkiye sahiptir.</b> Neurotransmitter is a substance. Extends blood vessels, increases the permeability of blood capillaries and improves blood circulation. Stimulates smooth muscles.</p>

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

	<b>Has an allergic effect.</b>
<b>Dopamin, Noradrenalin (Dopamine, Noradrenaline) %0,2-1,5</b>	Nörotransmitter maddelerdir. Arı zehri düşük konsantrasyonda memelilerde fizyolojik etki meydana getirmezken; omurgasızlarda etki oluşturur. Neurotransmitter is a substance. While bee venom does not cause physiological effects in mammals in low concentration, creates an effect on invertebrates.
<b>Alarm feromonları (Alarm pheromones) %4-8</b>	Kompleks eterler, arı kolonilerini alarma geçirecek savunma davranışlarını tetiklerler. Complex ethers stimulate defense behaviors by alarming bee colonies.

\*: Toksik etkiler koyu renk ile gösterilmiştir (Toxic effects are indicated with a bold color).

Arı zehrinin hücre ve hayvan deneylerinde görülen olumlu etkileri Çizelge 3.'de verilmiştir (Bogdanov, 2015).

**Tablo 3.** Arı zehrinin hücre ve hayvan deneylerinde görülen yararlı etkileri (Bogdanov, 2015).

**Table 3.** The beneficial effects of bee venom on cell and animal experiments.

Hedef Sistem veya Etki (Overall effect or target)	Etki Şekli (Specific effects)
<b>Antiinflatuvar ve antiartrit etki</b> <b>Anti-inflammatory and anti-arthritis action</b>	Glikokortikoid ve aspirin benzeri etki Glucocorticoid and aspirin-like effect.
<b>Antikanser etki</b> <b>Anti-cancer effects</b>	Tümör tiplerine göre farklı mekanizmalar aracılığıyla ovaryum, hepatoma, prostat, idrar kesesi, melanoma, ve böbrek kanser hücreleri üzerine anti kanser etki Anti-cancer effect on ovarian, hepatoma, prostate, and urinary bladder, melanoma, and kidney cancer cells via different mechanisms according to tumor types.
<b>Merkezi ve çevresel sinir sistemi</b> <b>CNS, PNS</b>	Birçok periferel kemoreseptörleri stimüle ederek merkezi sinir sisteminin çalışmasını etkiler. Kolinolitik etkiye sahiptir. Polisınaptik nöronal yolların ve vejetatif sinapsların geçişini engeller. Aspirin benzeri etki ile ağrı kesici etki gösterir. Kronik ve yangısal ağrıların yönetiminde kullanılabilir. Davranış modelleri ve beyin EEG üzerine etkilidir. Beyin kan dolaşımını artırır. Rat modellerinde anti-MS etki gösterdiği bildirilmiştir. Oksaliplatin ile oluşturulmuş nöropatileri azaltır. It affects the functioning of the central nervous system by stimulating many peripheral chemoreceptors. It has cholinolytic action. It prevents the passage of polysynaptic neuronal pathways and vegetative synapses. It has like aspirin-like effect with pain relieving effect. It can be used in the management of chronic and inflammatory pain. Behavioral models and brain are effective on EEG. Increases blood circulation in the brain. Rat models have been reported to have anti-MS effect. Reduces oxaliplatin-induced neuropathies.
<b>Bağımlılık giderici etki</b> <b>Anti-addictive effects</b>	Arı zehri akupunkturu metamfetamin ile oluşturulan hiperaktiviteyi modüle eder. Bee venom acupuncture modulates methamphetamine-induced hyperactivity.
<b>Kardiovasküler sistem</b> <b>Cardiovascular system</b>	Koroner ve periferel kan akımını yükseltir, küçük kan dolaşımını geliştirir. Düşük dozda kalp atımını yavaşlatır, yüksek dozda artırır ve kan basıncını düşürür, antiaritmik etkilidir. Kan koagülasyon fibrinolitik etkiye karşı, eritrositlerin yapımını stimüle eder. Increases coronary and peripheral blood flow, improves the blood microcirculation. It is lowers heart rate at low dose; which is use at high dose, heart rate increases, lowers blood pressure and antiarrhythmic effective. Blood coagulation stimulates the construction of erythrocytes, against fibrinolytic action.
<b>İmmün sistem</b> <b>Immune system</b>	İmmünsupressif ve immünstimülant etkilidir. Has immunosuppressant and immunostimulant effect.
<b>Radyasyondan korunma</b> <b>Protection from radiation</b>	Lökositlerin ve eritrositlerin rejenerasyonunu geliştirir. Improves regeneration of leukocytes and erythrocytes.
<b>Bakterisit, fungusit, antiviral etki</b> <b>Bactericide, fungicide, antiviral</b>	Farklı patojen bakterilere, <i>Candida albicans</i> 'a ve Herpes, Leukemia ve HIV virusuna karşı etkilidir. It is effective against different pathogenic bacteria, <i>Candida albicans</i> and Herpes, Leukemia and HIV virus.
<b>Antihipertermik</b> <b>Antihyperthermic</b>	Hipertermiyi yenmek için spesifik vücut sistemini aktive eder. Activates the specific body system to overcome the hyperthermia.
<b>Safra kesesi ve intestinal sistem</b> <b>Gall bladder-intestine system</b>	Kolestrin ve billirubin konsantrasyonlarını artırır. Increases cholestrin and billirubin concentrations.
<b>Endokrin sistem</b> <b>Endocrinological system</b>	Tiroid, hipofiz ve hipotalamus hormonlarının salgısını artırır. Increases the secretion of thyroid, pituitary and hypothalamus hormones.



## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

<b>Metabolik etkiler</b> <b>Metabolic effects</b>	Protein ve nükleotit metabolizmasını artırır. Increases protein and nucleotide metabolism.
<b>Karaciğer koruyucu</b> <b>Liver protecting</b>	TNF-alfa/Act D uygulanmış hepatositlerin anti-apoptik cevabı üzerine baskılayıcı etkilidir. Has suppressive effect on the anti-apoptotic response of TNF-alpha / Act D treated hepatocytes.
<b>Büyüme hızlandırıcı</b> <b>Growth increasing</b>	Broilerlerin büyümesini artırır. Increases the growth of broilers.
<b>Böbrek koruyucu</b> <b>Reno protecting</b>	Farelerde oluşturulan nefrotoksisitede koruyucu etkilidir. Has protective effect in nephrotoxicity created in mice.
<b>Lyme hastalığına karşı</b> <b>Against the Lyme disease</b>	Melittin <i>Borrelia burgdorferi</i> 'yi inhibe eder. Melittin inhibits <i>Borrelia burgdorferi</i> .
<b>İmmünoprofilaktik</b> <b>Immunoprophylactic</b>	Arı zehri spreyi broilerlerde antibiyotik kullanımını azaltır. Bee venom spray reduces the use of antibiotics in broilers.
<b>Yara iyileşme</b> <b>Wound healing</b>	Deri hücre rejenerasyonunu iyileştirir. Promotes skin cell regeneration.
<b>Polikistik ovaryum sendromu</b> <b>Polycystic ovarian syndrome</b>	C reaktif proteinini düşürür. Decreases the C-reactive protein.
<b>Anti-diyabetik</b> <b>Anti-diabetic</b>	Kan glikozunu düşürür ve insülin salgısını artırır. Lowers blood glucose and increases insulin secretion.
<b>Deri kaşıntısı</b> <b>Skin itching</b>	Mast hücre degranülasyonunu ve proinflamatuvar stokin ekspresyonunu inhibe eder. Inhibits the mast cell degranulation cytokine expression.

### Üretimi

Pupadan ergin arının meydana gelmesiyle birlikte zehir bezleri faaliyete geçer ve üç gün gibi kısa bir sürede zehir salgılayabilecek duruma gelir. Zehir miktarı, ilkbahar ve yaz döneminde en yüksek seviyededir (Özbek, 1990; Sunay ve Samancı, 2016). Bir arı iğneleme olayını defalarca kez yapsa da, zehir kesesinde bulunan zehrin tamamını boşaltması mümkün değildir. Tek bir arıdan ancak 0,5-1,0 µl miktarında zehir alınabilir. Bu sebeple de bir arıdan elde edilebilen kuru zehir miktarı da 0,1 µg'dan daha azdır. Geleneksel tıpta arı zehrinin toplanması için genellikle; ya zehir bezinin cerrahi yollarla çıkarılması ya da arının zehrinin boşaltana kadar sıkılması yoluna başvurulur (Korkmaz ve Korkmaz, 2015; Bektaş, 2016).

Arı zehrinin elde edilmesinde kullanılan yöntemlerden biri de arıya elektrik şoku uygulanmasıdır. Geçmiş 1950'li yıllara kadar dayanan bu yöntem; günümüzde modernize edilerek, kovana yerleştirilen tel bir ızgara, ızgaranın alt kısmına sabitlenen geçirgen bir yüzey (genellikle steril bir bez parçası) ve zehrin toplanacağı bölmeden oluşan bir düzenek halini almıştır. Bu düzenekte; kovana aralıklarla (genellikle 30 dakikada bir) verilen elektrik akımını, bir dış tehdit olarak gören bal arısı, tel ızgaraya temas ettiği zaman geçirgen yüzeye iğnesini batırarak, zehrinin enjekte eder. Bu yöntem ile yapılan toplama işlemi arılara fazla zarar vermez. Toplama işlemi sonunda

yüzeyde ve bölmede biriken arı zehri kurutulur. İşlemin başında toplanan zehir berrak bir görünüme sahipken, işlem sonunda beyaz renkli bir toz haline alır. Bir arıdan toplanan zehir miktarı yaklaşık 0,1 µg kuru ağırlığa eşittir. Bir kovanda 10 bin arının olduğunu düşünürsek, 30 dakikalık bir seans sonunda elde edilen zehir miktarı ancak 1g kadar olacaktır. Bu 1 g toz halindeki zehir, kullanılacağı zaman 1 L serum fizyolojik içerisinde çözündürülür. Arı zehri; krem, merhem, solüsyon ya da tablet formunda da kullanılabilir. Arı zehri rutubet ve nemden etkilenmediği sürece 5 yıl boyunca bozulmadan saklanabilir. Arı zehrinin derin dondurucuda muhafaza etmek en uygun yöntemdir (Mihaly, 1996; Kelle, 2007; Bektaş, 2016).

### Arı Zehri Analiz Yöntemleri

Arı zehrinin karakterizasyonu için çeşitli kromatografik yöntemler geliştirilmiş olup; bunlar arasında kapiller elektroforez (CE), kapillar zon elektroforez-diyot array dedektör (CZE-DAD), yüksek performanslı kapiller elektroforez (HPCE), ince tabaka kromatografisi (ITK), ultra performans sıvı kromatografisi (UPLC), yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC), yüksek performanslı sıvı kromatografisi-diyot array dedektörü-tandem kütle spektrofotometresi (HPLC-DAD-MS/MS) ve MALDI-TOF teknikleri başlıca yeri tutar (Sür, 2013; Şirin ve ark., 2016).

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

### Kullanımı

Arı zehrinin etkisi antik dönemlerdeki bazı bilgiler tarafından bilinmekle beraber, bileşimi ancak 1900'lü yıllarda anlaşılmaya başlamıştır. Hippokrates arı zehrinin romatizma ve benzeri hastalıkların tedavisinde kullanıldığından bahsederken, Aeneas Tacticus (M.Ö. 4.yy) ve Appianos; arı zehrinin tedavi edici özelliklerinden ve askeri amaçla kullanımından bahsetmiştir (Bulut ve Lenger, 2015). Tedavi amacıyla arı zehrinin uygulanmasına ilk defa Çin tıbbında kullanılan Nei Jing adlı bir antik kitapta rastlanır (Atayoğlu ve Atayoğlu, 2015).

Tedavi amacıyla arı zehrinin uygulanmasına dair ilk yayınlar 1864 yılında yapılmaya başlanmıştır. Bugün ise dünya literatüründe yaklaşık olarak 1500 çalışmada arı zehrinin, hipertansiyon, migren, epilepsi, artrit ve otoimmün bozukluklar gibi birçok hastalık üzerinde iyileştirici etkisi olduğundan bahsedilir. Apiterapi cemiyetlerinin kontrolünde olan arı zehri tedavisi; Amerika, Çin, Kore, Rusya, Bulgaristan ve bazı Avrupa ülkelerinde uzun zamandır kullanılmaktadır (Kelle, 2007). Günümüzde arı zehri ile tedavi Japonya, Güney Kore, Çin, Rusya, Bulgaristan, Macaristan, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Romanya, Polonya, Almanya, Avusturya, İsviçre ve Fransa'da uygulanmaktadır (Derebaşı ve Canbakal, 2009; Bektaş, 2016).

Uzun yıllar boyunca Avrupa'da; eklem rahatsızlıkları ve romatizmal hastalıklar ile gribal enfeksiyonlar ve

ortopedik hastalıklara karşı iltihap kurutucu ve analjezik (ağrı kesici) olarak arı zehri kullanılmıştır. Günümüzde, Amerikan Apiterapi Birliği tarafından arı zehrinin; mafsallı iltihabı (artrit), doku sertleşmesi, deri veremi, yaşlılarda görülen deri sertleşmesi, kronik yorgunluk sendromu, yara izi, deri kanseri, ekzema gibi hastalıkların tedavisinde kullanılabileceği bildirilmiştir. Bu rahatsızlıkların dışında epilepsi, birçok artrit çeşidi, bazı kanser çeşitleri, boğaz enfeksiyonları, migren, kolesterol, sinüzit, ülser ve astım gibi hastalıkların tedavisinde de arı zehrinin kullanılabileceği bildirilmiştir (Derebaşı ve Canbakal, 2009; Şahinler, 2000).

Batı ülkelerinde alternatif tedavi uygulamaları içerisinde değerlendirilen ve bu kapsamda sıklıkla kullanılan arı zehrinin son 10 yılda sadece Amerika'da pekçok multiple skleroz ve romatoid atrit vakalarında kullanımı tercih edilmiştir. Konuya bu yönüyle bakıldığında, arı zehri; günümüzde son derece etkili, alternatif bir ilaç olarak değerlendirilebilir (Kelle, 2007; Selçuk vd., 2010).

Tıp hekimliği yanında veteriner hekimliğinde de arı zehrinin kullanımına yönelik bir artış dikkati çeker. Son yıllarda birçok araştırmacı tarafından; özellikle kedi, köpek ve at gibi hayvanlar üzerinde, arı zehri ile ilgili çalışmalar yapılmış ve başarılı sonuçların elde edildiği bildirilmiştir (Derebaşı ve Canbakal, 2009).

Arı zehrinin apiterapi amacıyla kullanıldığı bazı durumlar Çizelge 4'de verilmiştir.

**Tablo 4.** Arı zehrinin kullanıldığı bazı hastalıklar (Bogdanov, 2015).

**Table 4.** Use of the bee venom in some diseases.

Hastalık Tipi (Disease type)	Kullanıldığı Durumlar (Application, details)
<b>Artrit Arthritis</b>	Osteoartrit ve romatoid artrit. Osteoarthritis, rheumatic arthritis.
<b>Merkezi Çevresel Sinir Sistemi CNS, PNS</b>	Multiple skleroz, bunama, inme sonrası felç, polinöritis, ganglion sinir iltihabı, serebellar ataksi, sirengomyeli, fasiyal sinir iltihabı, miyopati, trigeminal nöralji, travma sonrası plexus siniri iltihabı, MSS araknoid membran iltihabı, parkinson, bel ağrısı. Multiple sclerosis, dementia, post stroke paralysis, polyneuritis, ganglion nerve inflammation, cerebellar ataxia, syringomyelia, Inflammation of facial nerve, myopathy, trigeminal neuralgia, posttraumatic inflammation of plexus nerve, inflammation of arachnoid CNS membrane, parkinson, against lower back pain.
<b>Kalp ve Damar Sistemi Heart and blood system</b>	Hipertansiyon, arterioskleroz, endarterit (arterlerin iç tabakalarının kronik iltihabı), göğüs anjini, aritmi. Hypertension, arteriosclerosis, endarteritis, angina pectoris, arrhythmia.
<b>Deri Skin diseases</b>	Egzama, dermatit, sedef hastalığı, furunculosis, sikatriks dokusunun iyileşmesi, kellik, akne. Eczema, dermatitis, psoriasis, furunculosis, healing of cicatrices, baldness, acne.

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

<b>Diğer</b>	Göz hastalıkları, gastroenteroloji (kolitis, ülser), göğüs hastalıkları (astım, bronşit), KBB hastalıkları (farenjit, tonsilit, iç kulak iltihabı), endokrinoloji, üroloji, jinekoloji, kanser.
<b>Other disease</b>	Ophthalmology, gastroenterology (colitis, ulcers), pulmonology (asthma, bronchitis), otorinolaringology (pharyngitis, tonsillitis, ear nerve neuritis), endocrinology, urology, gynecology, cancer.

### Kullanımı ile ilgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Günümüzde arı zehri; genellikle canlı bal arısı iğnesi, arı zehri içeren ekstraktların bulunduğu ampuller ve arı zehri içeren merhemler şeklinde kullanılır. Arı zehri uygulamaları (Resim 3), literatürde iki şekilde isimlendirilir; (1) Bee Venom Therapy (BVT) (intradermal, subkutanöz) (2) Bee Sting Therapy (BST)'dir (Tanyüksel, 2015).

Arı zehrinin Multipl Skleroz (MS) tedavisinde kullanımına yönelik Ludyanski tarafından yapılan bir çalışmada, 210 hastadan 175'inin (%83) iyi veya çok iyi düzeyde iyileşme gösterdiği bildirilmiştir. Hauser ve Castro'nun yaptığı iki çalışmada ise %50-60 oranında bir iyileşme olduğu ifade edilmiştir (Akyüz, 2015; Bektaş, 2016).

Osteoartritli hastaların tedavisinde kullanımına yönelik yapılan bir çalışmada; 660 hastadan 544'ünün tamamen iyileştiği, 99'unun iyiye gittiği ve 17 hastada ise tedavinin başarısız olduğu bildirilmiştir (Akyüz, 2015).



**Resim 3.** Arı zehri tedavisi uygulaması (<https://www.youtube.com/watch?v=Z3t-W6rvXRc> sitesinden uyarlanmıştır).

**Figure 3.** Bee venom therapy.

Romatoid artrit tedavisi için yapılan 1 randomize kontrollü, 2 kontrolsüz çalışmada haftada 2 defa 3 ay süreyle arı zehri uygulanmış ve 10 hastadan 2 hastada dikkat çekici oranda bir iyileşme, 5 hastada iyi iyileşme, 2 hastada ise etkili bir iyileşme meydana geldiği bildirilmiştir. 70 hasta üzerinde uygulanan

başka bir çalışmada ise; 11 (%15,7) hastada mükemmel iyileşme, 31 (%44,3) hastada iyi bir iyileşme ve 16 (%22,9) hastada ise yeterli bir iyileşme görüldüğü bildirilmiştir. Yine arı zehri ile 4 hafta süreyle yapılan akupunktur tedavisinin, geleneksel akupunktur tedavisine göre daha etkili olduğu da ifade edilmiştir (Aydın, 2015).

Jo ve ark. (2012), tarafından yapılan bir çalışmada; insan ovaryum kanser hücreleri, SKOV3 ve PA-1 hücre hatlarında ölüm reseptörlerinin (death receptor) ekspresyonlarının tetiklenmesi yolu ile melittin ve arı zehrinin hücre büyümesini engelleyip-engellemeyeceği araştırılmıştır. Uygulanan arı zehri (1-5 µg/ml) ve melittinin (0,5-2 µg/ml), SKOV3'ün ve PA-1'in ovaryum kanser hücrelerinin büyümesini doza bağımlı olarak apoptotik hücre ölümünün tetiklenmesi ile engellediği bildirilmiştir. Arı zehri ve melittinin anti kanser etkisini ölüm reseptörlerini tetiklemesi ve JAK2/STAT3 yollarını engellemesi ile meydana getirdiği de ifade edilmiştir.

Park (2015) tarafından yapılan bir çalışmada; arı zehri terapisinin karaciğer fibrozisi üzerine etkileri araştırılmış ve arı zehrinin TGF-1 üzerine antiapoptotik etkisinin hepatositlerde apoptozisi tetiklediği bildirilmiştir. Ayrıca; arı zehri ile, hücrelerin DNA hasarına karşı önemli ölçüde korunduğu da belirtilmiştir. Yine; arı zehri TGF-1 ile oluşturulan BCL-2 ailesi ve hepatosit apoptozisinin inhibisyonu ile sonuçlanan kaspas protein ailesi aktivasyonunu baskıladığı ifade edilmiştir. Bu sonuçlar, hepatosit apoptozisinin engellenmesi için arı zehrinin potansiyelini ortaya koymasından önemlidir.

Lee ve ark. (2012), tarafından yapılan bir çalışmada; bal arılarından alınan zehrin glutamat ile oluşturulan nörotoksitesiyi engelleyip-engellemeyeceği incelenmiş ve çalışma sonucunda arı zehrinin, glutamatın hücre toksitesisini önemli miktarda engellediği bildirilmiştir. Ayrıca, arı zehrinin uygulama öncesinde koruyucu olarak kullanılmasının, MAP kinaz aktivasyonunu (p38, ERK, JNK) değiştirdiği de belirtilmiştir. Çalışma sonucunda arı zehri ile tedavinin nörodejeneratif hastalıklarda glutaminerjik hücre toksitesinin azaltılmasında yararlı olabileceği yönünde etkili olduğu bildirilmiştir.

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

Pavel (2015b) tarafından yapılan bir çalışmada; arı zehrinin mikrodoz uygulamaları ile nöralji tedavisindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada arı zehrinin mikrodoz halinde birkaç seans halinde uygulandığı 6 adet nöralji vakasından bahsedilmiştir. Her vakada hastaların öncelikle geleneksel tedavi yöntemlerini denediği (bel fitiği operasyonu da dâhil olmak üzere); fakat ağrının devam ettiği ve arı zehri ile tedavi sonrası hızlı ve kalıcı terapötik bir etkinin olduğu bildirilmiştir.

Jang ve Song (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, arı zehrinin A549 insan akciğer kanser hücrelerinde ölüm reseptörleri ekspresyonunun up-regülasyonu ile hücre büyümesinin engellenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuçlara göre arı zehrinin akciğer kanser hücrelerinde ölüm reseptör ekspresyonunun artması ile apoptotik hücre ölümünün tetiklenmesi sonucu anti-tümör etki gösterdiği ve arı zehrinin akciğer kanserinin tedavisi ve önlenmesi için umut vaat edici bir ajan olabileceği sonucu ifade edilmiştir.

Saber vd. (2015), tarafından yapılan bir çalışmada; arı zehri akupunkturunun kronik bel ağrısı tedavisinde tamamlayıcı bir yöntem olarak etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada; arı zehri akupunkturunun şiddetli ağrıyı, fonksiyonel bozuklukları ve hastaların hayat kalitelerini iyileştirmede etkili olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada; bir grup hastada arı zehri akupunkturunu ve ilaç tedavisi birlikte uygulanırken, diğer gruba yalnızca ilaç tedavisi uygulanmıştır. Sonuçlar karşılaştırıldığında her iki grupta da iyileşme gözlemlendiği; fakat, geliştirilmiş arı zehri serumuyla desteklenen gruptaki iyileşmenin çok daha belirgin olduğu ifade edilmiştir.

Krylov ve Bardahcieva (1997) tarafından kornea zedelenmesi olan köpeklerde yapılan bir çalışmada, %0.06 oranında arı zehri içeren merhem şeklindeki formülasyon hayvanlara uygulanmış ve çalışma sonucunda arı zehri uygulanan gruptaki hayvanlarda, kontrol grubuna oranla daha hızlı bir iyileşme görüldüğü bildirilmiştir.

Krylov vd. (2015), tarafından yapılan bir çalışmada; apiterapinin diyabet hastalığı üzerine etkileri araştırılmış ve çalışma sonucunda Tip 1 ve Tip 2 diyabette, kan şekerini arı ürünleri (propolis, arı sütü, arı zehri) içerisinde en fazla arı zehrinin düşürdüğü bildirilmiştir.

Han vd. (2009) tarafından süt ineklerinde görülen mastitis enfeksiyonunda arı zehrinin etkisinin,

meme somatik hücre sayımı ile değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmada; arı zehrinin 12 mg dozunda uygulandığında, tedavinin 3. gününde alınan örneklerde somatik hücre sayısını %55 oranında azalttığını ve arı zehrinin mastitiste antibiyotiklerin yerine alternatif olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Han vd. (2011) tarafından yapılan başka çalışmada ise; farelerin sırt bölgesinde açılan eşit büyüklükteki yaralara arı zehri uygulanmış ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, arı zehri uygulanan farelerde kollajen miktarlarında artış, yara boyutlarında küçülme ve yaralarda hızlı iyileşme görüldüğü bildirilmiştir.

Han vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, bal arısı zehrinin yüz kırışıklıkları üzerine etkisi araştırılmış; çalışmanın 8. haftasından itibaren belirgin bir şekilde kırışıklıklar üzerinde olumlu etkisinin görülmeye başlandığı bildirilmiştir.

Ganbold vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada; alloksan eğilimi olan diyabetik tavşanlarda bal arısı zehrinin hipolipidemi ve kan şekeri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 3 grup (kontrol (6), diyabetik (8) ve arı zehri (8)) oluşturulmuş ve toplamda 22 tavşan kullanılmıştır. Çalışma sonucunda arı zehrinin (BVT); kan glikoz seviyesini düşürüp, alloksanın neden olduğu diyabetik tavşanlarda lipid profilini artırdığı ve diyabet için iyi bir terapötik ajan olabileceği bildirilmiştir.

Lee vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada; in vitro ve in vivo propionibakterium aknesi ile oluşmuş yangısal cevap üzerine purifiye edilmiş arı zehrinin etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda; in vivo ve in vitro yangısal modellerde *P. acnes* ile oluşturulmuş yangısal deri hastalıkları sürecinin önlenmesi için arı zehri uygulamasının yararlı olacağı bildirilmiştir.

Jung vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada; kanatlı endüstrisinde arı zehri broiler civcivlerde *Salmonella gallinarum*'a karşı immunoprotektif amaç için sprey formülasyonunda uygulanmış ve çalışma sonunda özellikle enfekte civcivlerde kilo artışı ve *S. gallinarum* ile ilişkilendirilen nonspesifik antikor oluşumunda artış görüldüğü bildirilmiştir.

An vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada; farelerde dinitrochlorobenzene ile oluşturulmuş atopik dermatitiste arı zehrinin farmakolojik etkileri araştırılmıştır. Arı zehri uygulanan farelerde eozonofil ve mast hücre infiltrasyonunun atopik dermatitisi deride önlediği; yine arı zehrinin

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

histamin ve pro-inflamatuvar sitokinlerin üretimini atopik dermatitisli farelerde azalttığı bildirilmiştir.

Vasily vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada; enerji metabolizması üzerinde hipertermi ve arı zehrinin etkisini araştırmak için, her grupta 5 rattan oluşan 5 deney grubu üzerinde çalışılmıştır. Farklı sıcaklıklar ve arı zehri uygulamaları sonrasında, ATP, ADP, AMP ve glukoz düzeyleri ölçülmüş; terapiyi takiben; 42,5°C hipertermi durumunda ADP ve glukoz konsantrasyonlarında azalma görülürken, 43,5°C hipertermide herhangi bir değişimin gözlenmediği ve 44,5°C hipertermide de tüm değerlerde artış görüldüğü bildirilmiştir.

Pavel (2015) tarafından multiple skleroz'lu bir hastada yapılan çalışmada; arı zehrinin etkileri incelenmiştir. Bu olguda; idrarda tamamen hissizlik ve bacak kaslarında güçsüzlük olan ve tekerlekli sandalyeye mahkûm hastaya haftada 3 kez enjektabl formülasyonunda arı zehri uygulanmış ve 2. ay sonunda idrar hissiyatı ve bacak kaslarında kuvvetlenme görüldüğü bildirilmiştir. Çalışmanın 5. ayından sonra ise; artık sondaya ve tekerlekli sandalyeye ihtiyaç kalmadığı ifade edilmiştir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Arı yetiştiriciliği ve arı ürünleri bakımından zengin bir potansiyele sahip olan ülkemizde; apiterapi alanında, henüz bal dışındaki arı ürünlerinin kullanımında yeterli düzeye ulaşamamıştır. Özellikle doğal üretimin giderek önem kazandığı günümüzde; arı ürünlerine yönelik yapılan çalışmaların artırılmasına ihtiyaç vardır. Bu sayede sağlıklı, ucuz ve istenmeyen etkileri minimum seviyede olan doğal ürünlerin üretimine de katkı sağlanacağı aşikârdır. Elbette apiterapide kullanılacak olan ürünün dozu, kullanım yolu ve tedavi süresi canlıya göre değişir. Yine bu ürünlerin kullanımından önce olası alerjik reaksiyonlara karşı gerekli önlemler de alınmalıdır. Dünya genelinde apiterapide önemli bir yere sahip olan arı zehrinin kullanımı ülkemizde oldukça sınırlıdır. İçermiş olduğu çok sayıdaki ve değişik etkideki aktif maddeler sebebiyle; arı zehrinin, son derece etkili alternatif bir tedavi seçeneği oluşturduğu kabul edilir. Konu bu yönüyle de değerlendirildiğinde, arı zehrine yönelik çalışmaların daha da artırılması gerekir.

### KAYNAKLAR

- Akyüz, E. (2015). Arı zehri bazı nörolojik ve romatizmal hastalıklara çare olabilir mi? Alınmıştır: Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi). Ed.: Akçiçek, E., Yücel, B. Sidas, İzmir. s: 158-163.
- An, H.J., Kim, J.Y., Kim, W.H., Park, K.K., Chung, H. (2015). The inhibitory effects of bee venom on atopic dermatitis in an animal model. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. s: 456-457.
- Atayoğlu, A.T., Atayoğlu, A.G. (2015). Dünyada ve Türkiye'de apiterapi. Alınmıştır: Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi). Ed.: Akçiçek, E., Yücel, B. Sidas, İzmir. s: 24-28.
- Aydın, O.N. (2015). Algolojide arı zehri. Alınmıştır: Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi). Ed.: Akçiçek, E., Yücel, B. Sidas, İzmir. s: 164-172.
- Bektaş, N. (2016). Apiterapide Arı Zehrinin Kullanımı. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Semineri.
- Bektaş, N., Altıntaş, L., Tutun, H., Sevin, S. (2016). Apiterapide Arı Zehrinin Kullanımı. 5. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 01-05 Kasım 2016, Muğla, Türkiye. p.: 352-353.
- Bogdanov, S. (2015). Bee venom: Composition, health, medicine: A review. Erişim adresi: <http://www.bee-hexagon.net/venom/>. Erişim tarihi: 20.05.2018.
- Bulut, S., Lenger, D.S. (2015). Antik dönemde arı ürünlerinin kullanımı. Alınmıştır: Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi). Ed.: Akçiçek, E., Yücel, B. Sidas, İzmir. s: 7-16.
- Çelik, K., Aşgun, H.F. (2016). Arılarla Gelen Sağlık "Apiterapi". Erişim Adresi: <http://apitherapy-project.eu/pdf/20160920/apitherapy-handbook-tr.pdf>. Erişim Tarihi: 01.10.2018.
- Derebaşı, E., Canbakal, E. (2009). Arı zehrinin kimyasal yapısı ve tıbbi çalışmalarda kullanımı. *Arıcılık Araştırma Dergisi*. 1 (2): 32-34.
- Ganbold, S., Tserennadmid, K., Baatartsogt, U. (2015). Hypolipidemic and blood glucose lowering activity of honey bee venom (*Apis mellifera*) in alloxan induced diabetic rabbits. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. s: 304-305.

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- Han, S.M., Lee, K.G., Yeo, H.J., Hwang, S.J., Chenoweth, P.J., Pak, S.C. (2009). Somatic cell count in milk of bee venom treated dairy cows with mastitis. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science* 1 (4): 104–109.
- Han, S.M., Lee, K.G., Yeo, J.H., Kim, W.T., Park, K.K. (2011). Biological effects of treatment of an animal skin wound with honeybee (*Apis mellifera*. L) venom. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. 64: 67-72.
- Han, S., Chun, S., Park, K., Nichollos, Y.M., Pak, S. (2015). Anti-wrinkle effects of honeybee venom serum on facial wrinkles. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. s: 302.
- Jang, D.M., Song, H.S. (2013). Inhibitory Effects of Bee Venom on Growth of A549 Lung Cancer Cells via Induction of Death Receptors. *Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Medicine Society*. 30 (1): 57-70.
- Jo, M., Park, M.H., Kollipara, P.S., An, B.J., Song, H.S., Han, S.B., Kim, J.H., Song, M.J., Hong, J.T. (2012). Anti-cancer effect of bee venom toxin and melittin in ovarian cancer cells through induction of death receptors and inhibition of JAK2/STAT3 pathway. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 258: 72–81.
- Jung, B.G., Lee, J.A., Park, S.B., Hyun, P.M., Park, J.K., Suh, G.H., Lee, B.J. (2013). Immunoprophylactic Effects of Administering Honeybee (*Apis mellifera*) Venom Spray against *Salmonella gallinarum* in Broiler Chicks. *J. Vet. Med. Sci.* 75 (10): 1287–1295.
- Karaaslan, E., Derebaşı, E. (2018). Arı zehrinin kimyasal yapısı ve insan sağlığı üzerine etkileri. Erişim adresi: <https://slideplayer.biz.tr/slide/2721038/>. Erişim tarihi: 15.12.2018.
- Kelle, I. (2007). Apiterapi. *Dicle Tıp Dergisi*, 34 (4): 311-315.
- Kokuludağ, A. (2015). Arı zehiri içeriği ve tıbbi özellikleri. Alınmıştır: Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi). Ed.: Akçiçek, E., Yücel, B. Sidas, İzmir. s: 147-151.
- Korkmaz, A., Korkmaz, V. (2015). Arı zehri üretimi ve apiterapi. 1.Baskı. Samsun İli Arı Yetiştiricileri Birliği, Samsun.
- Krylov, N. V., Bardahchieva, L.V. (1997). The use of ungapiven in veterinary surgery. The XXXVth. Apimondia Congress, 1-6 September, Antwerp Belgium, p:205.
- Krylov, V., Deriugina, A., Barinova, O. (2015). Apitherapy in diabetes. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. p: 302.
- Lee, S.M., Yang, E.J., Choi, S.M., Kim, S.H., Baek, M.G., Jiang, J.H. (2012). Effects of Bee Venom on Glutamate-Induced Toxicity in Neuronal and Glial Cells. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Article ID 368196, DOI: 10.1155/2012/368196.
- Lee, W.R., An, H.J., Kim, J.Y., Chung, H., Park, K.K. (2015). The regulatory effects of purified bee venom on *Propionibacterium acnes*-induced inflammatory responses in vitro and in vivo. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. s: 305-306.
- Mateescu, C. (2018). Arı zehri bileşimi, özellikleri, etki mekanizması. Erişim adresi: [http://www.erzurum.aricilarbirliigi.org/FileUpload/ks69026/File/ari\\_zehri.pdf](http://www.erzurum.aricilarbirliigi.org/FileUpload/ks69026/File/ari_zehri.pdf). Erişim tarihi: 15.12.2018.
- Mihaly, S. (1996). Bee venom: frequently asked questions. *American Bee Journal*. 136(2): 107-109.
- Mutlu, C., Erbaş, M., Tontul, S.A. (2017). Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*. 15 (1): 75-83.
- Özbek, H. (1990). Bal arısı zehri. *Atatürk Ü. Zir. Fak. Der.* 21 (2): 84-100.
- Park, K.K. (2015). The therapeutic effects of bee venom on liver fibrosis. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. s: 279.
- Parlakay, O., Yılmaz, H., Yaşar, B., Seçer, A., Bahadır, B. (2008). Türkiye’de Arıcılık Faaliyetinin Mevcut Durumu ve Trend Analizi Yöntemiyle Geleceğe Yönelik Beklentiler. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 17-24.
- Pavel, C. (2015). New case report of multiple sclerosis treated successfully with apitherapy. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. s: 476.

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- Pavel, C. (2015b). Treatment of neuralgia with microdoses of bee venom. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. s: 301.
- Saber, M., Daoud, E., Gendyl, A.A., Wahhab, K., Hegazi, A. (2015). Effect of Bee venom acupuncture as a complementary modality for treatment of chronic low back pain. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. s: 301.
- Selçuk, M., Dinç, H., Karabağ, K. (2010). Bal arısı zehrinin biyokimyasal yapısı ve tıptaki yeri. MYO-ÖS 2010- Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu.
- Soysal, M.İ., E.K., Gürcan. (2005). Tekirdağ İli Arı Yetiştiriciliği Üzerine Bir Araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2 (2), Tekirdağ.
- Sunay, A.E., Samancı, T. (2016). Arı ürünlerinin üretimi. Erişim adresi: [http://www.ariplatformu.org/storage/ilgi\\_cekici\\_bilgiler.pdf](http://www.ariplatformu.org/storage/ilgi_cekici_bilgiler.pdf). Erişim tarihi: 10.05.2016.
- Sür, E. (2013). Arı zehirlenmeleri ve arı venomunun analiz metotları. Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Bitirme Ödevi.
- Şahinler, N. (2000). Arı ürünleri ve insan sağlığı açısından önemi. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 5 (1-2): 139-148.
- Şirin, Y., Çakır, H.E., Can, Z., Yıldız, O., Kolaylı, S. (2016). Bal arısı zehrinin karakterizasyonunda SDS-PAGE elektroforez kullanılabilirliğinin araştırılması. *U. Arı D. / U. Bee J.* 16 (2): 49-56.
- Tanyüksel, M. (2015). Tıp açısından apiterapi. Alınmıştır: *Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi)*. Ed.: Akçiçek, E., Yücel, B. Sidas, İzmir. s: 29-35.
- Topal, E., Yücel, B., Kösoğlu, M. (2015). Arı Ürünlerinin Hayvancılık Sektöründe Kullanımı. *Hayvansal Üretim*. 56 (2): 48-53.
- Ulusoy, E. (2012). Bal ve ariterapi. *U. Arı D. / U. Bee J.* 12 (3): 89-97.
- Vasily, K., Mikhail, S., Olga, K. (2015). Influence of bee venom and hyperthermia on the energy metabolism of tumor-animals. 44th Apimondia international apicultural congress abstract book. South Korea. s: 464-465.
- Yeşilada, E. (2015). Apiterapi arıyla gelen şifa. 1.baskı. Hayykitap, İstanbul.
- Yücel, B., Ceylan, H. (2015). Arı (kovan) havası ve sesinin apiterapi'de kullanımı. Alınmıştır: *Arı Ürünleri ve Sağlık (Apiterapi)*. Ed.: Akçiçek, E., Yücel, B. Sidas, İzmir. s: 177-182

## VARROA MÜCADELESİNDE SENTETİK VE ORGANİK AKARİSİTLERİN KULLANIM OLANAKLARI

The Usage Possibilities of Synthetic and Organic Acaricides for *Varroa* Control

Mert DEMİREL,<sup>1</sup> Gizem KESKİN<sup>2</sup>, Nabi Alper KUMRAL<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD., Bursa, TÜRKİYE, mertdemirel95@hotmail.com, ORCID No: 0000-0002-7452-30531

<sup>2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD., Bursa, TÜRKİYE, gizemkeskinn94@gmail.com, ORCID No: 0000-0001-8564-5438

<sup>3</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bursa, TÜRKİYE, Yazışma Yazarı / Corresponding Author: akumral@uludag.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-9442-483X

Geliş tarihi / Received:05.11.2018 Kabul Tarihi / Accepted: 02.01.2019 DOI:https://doi.org/10.31467/uluaricilik.568321

### ÖZ

Bal arılarının en önemli paraziti olan *Varroa* spp., bal arıların hemolenfini emerek koloninin zayıflamasına, ileri aşamalarda ise diğer hastalıklara karşı daha duyarlı hale gelmesine ve koloninin sönmesine sebep olmaktadır. Bu zararlı ile mücadele de birçok ruhsatlı kimyasal preparat *Varroa* mücadelesinde etkili olmakta, ancak aynı etken maddenin yoğun kullanılması parazitin bu kimyasallara karşı bağışıklık kazanmasına neden olmaktadır. Bu kimyasalların bilinçsiz kullanımı arıların sağlıklarını tehdit ettiği gibi arı ürünlerinde kalıntı bırakarak insan sağlığını da tehlikeye sokmaktadır. Son yıllarda araştırmalar, doğada kolay parçalanan doğal bileşikler oldukları için ve kimyasal kalıntı bırakmaması ve bağışıklık oluşturmaması gibi özelliklerinden dolayı bitkisel orjinli preparatlara odaklanmıştır. Bazı esansiyel yağ asitleri ile *Varroa* mücadelesinde başlıca thymol, oksalik asit ve kekik [(*Thymus caucasicus*) (Lamiaceae)] yağı olmakla beraber çördük [(*Hyssopus officinalis* L.) (Lamiaceae)] otu yağı, laktik asit, kostik asit, karanfil [(*Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae)] yağı, okaliptüs [(*Eucalyptus globulus*) (Myrtaceae)] yağı ve nane [(*Mentha piperita*) (Lamiaceae)] özütü gibi hem sadece özüt hemde bunların karışımı ile yapılan preparatlar kullanılmakta ve başarılı sonuçlar alınmaktadır. Bu derleme çalışmasında hem sentetik kimyasalların etkinliği ve bazı olumsuz etkilerinden bahsedilirken, aynı zamanda bu organik etken maddelerin *Varroa* ve bal arıları üzerindeki kullanım olanaklarına da değinilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Varroa, Sentetik Akarisitler, Bitkisel Akarisitler, Mücadele, Bal arısı

### ABSTRACT

The most important parasites of honeybees, *Varroa* spp., causes a rapid decrease in honey yield of colonies, weaken colony individuals, and causes bees to be more sensitive to other diseases in advanced stages of infection. To control this pest, many registered chemical formulations are effective, but the intensive use of the same active substance can cause resistance to develop to these chemicals. The prophalatic use of these chemicals threatens the health of the bees as well as human health due to residue build-up in bee products. In recent years, research has focused on the use of botanical origin acaricides, because these are easily degraded and are considered to be natural substances that do not lead to chemical residue build-up in hives. In addition, there is less risk of pesticide resistance developing with the use of more natural alternatives. Some of the essential oil acids used for *Varroa* control are mainly thymol, oxalic acid, and thyme oil [(*Thymus caucasicus*)



## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

(Lamiaceae)], hyssop oil [(*Hyssopus officinalis* L.) (Lamiaceae)], lactic acid, caustic acid, clove oil [(*Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae)], eucalyptus oil [(*Eucalyptus globulus*) (Myrtaceae)] and mint [(*Mentha piperita*) (Lamiaceae)] extracts. Both extracts and mixtures of these have been used yielding successful results. In this review, we evaluate the effectiveness on *Varroa* control using synthetic chemicals and compare their control problems with alternative treatment methods. In addition, the possibilities of using botanical and organic substances to control *Varroa* mites as an alternative to improve honey bee health will also be discussed.

**Key Words:** Varroa, Synthetic Acaricides, Botanical Acaricides, Control, Bee

### EXTENDED ABSTRACT

**Introduction:** Currently, many diseases and parasites threaten honey bee health. These include bacterial, viral and fungal pathogens, but the most important and damaging parasite is the *Varroa* mite. These mite parasites suck the hemolymph of the bees and weaken the colony. They can cause the colony to collapse within a few years if the mite is not controlled. Using a sampling study in Turkey, we determined that the species of mite present is *V. destructor*. *Varroa* populations have spread from Bulgaria to the Thrace region of Turkey in 1976 and infested the hives of Anatolian beekeepers who want to produce honey using sunflowers as a nectar source, from this point they then continued to spread all over the country. After the first infestation was detected, 600,000 colonies died in Turkey.

**Methods and Results:** For the control of the devastating mites, registered synthetic chemicals are used intensively. Currently, in Turkey there are licensed acaricides which contain the following active substances: amitraz, coumaphos, flumethrin and tau-fluvalinate. In 1987, the effectiveness of amitraz against *Varroa* was found to be 95%. Another licensed active substance is Coumaphos. In a study, in Bursa, against *V. destructor* in 2007, coumaphos effectiveness was found to be 90%. Another acaricide is flumethrin. In a study conducted in Slovenia, in 1991, the efficacy of flumethrin against *V. jacobsoni* was over 95%. The other registered acaricides in Turkey contains tau-fluvalinate as an active substance. In a study conducted in North America, in 1998, tau-fluvalinate was tested against *V. jacobsoni* and it was found to have a success of 89% effectiveness, but after some time, its effectiveness decreased due to increased resistance to tau-fluvalinate in many of the bee populations. As you can see from this example, the frequent use of these chemicals pose a risk of resistance increasing and the treatment then becoming ineffective in killing the *Varroa* mites.

With the well-known negative effects of chemicals and the growth of the organic agriculture movement, essential oil acids have been increasingly used as alternative to general synthetic acaricides. Although these oil acids mainly consist of thymol, oxalic acid, and oregano oil, both extracts and a mixture of them are used. Some of the common treatments include: hyssop oil, lactic acid, caustic acid, clove oil, eucalyptus oil, and mint extract. For example, in Spain, oxalic acid was applied to *V. jacobsoni* infested hives and the efficacy was found to be 94% in autumn and 73% in spring. On the other hand, in Iran, oregano and garden mint extracts were found to be 95% effective against *Varroa*. In a study conducted in the Netherlands in 2006, the efficacy of oxalic acid and formic acid was 97% and 96%, respectively. Furthermore, the use of clove oil against *V. destructor* in China has shown that it causes negative effects on the metabolism of mites.

**Conclusion:** In conclusion, synthetic chemicals have significant disadvantages due to their negative effects on honey bees and non-target organisms. Moreover, the effectiveness of the synthetic treatments do not last because of resistance build-up in a short amount of time. On the other hand, it was shown in this review that some of the botanical alternative treatment methods were easily used in practice and their effectiveness was very high. Nowadays, there have been only a few organic acaricides (e.g. formic acid, thymol and thymol + peppermint oil) that have been licensed in Turkey. Moreover, based on the literature review of this paper, some of these organic substances such as oxalic acid, oregano, mint, hyssop oil or mixtures thereof, appear to be very effective in controlling *Varroa* mite populations. Therefore, these organic and herbal extracts deserve further attention as they can be developed and used for widespread *Varroa* control in the future. Consequently, these findings in this review are of great importance to both beekeepers and experts in the area of improving honey bee health.

## GİRİŞ

Kültür bitkilerinin döllenmesinde olduğu kadar ekolojik dengenin korunmasında ve insan beslenmesindeki önemli rolü nedeniyle bal arıları insanlar için vazgeçilmez sosyal böceklerdir (Akyol ve Korkmaz, 2005). Ülkemizde bal, propolis, polen, arı sütü, bal mumu gibi arı ürünlerinden yüksek miktarda gelir (7.9 milyon adet kovanda 106 bin ton bal ve 4488 ton balmumu üretimi) elde edilmekte ve birçok aile geçimini bu ürünlerden sağlamaktadır (Anonim, 2018a). Ülkemiz %6.85'lik bal üretim miktarı ile dünyanın 2. büyük üreticisi durumundadır (Anonim, 2018b).

Arıların faaliyetlerini etkin bir şekilde gerçekleştirebilmelerini sınırlayan faktörlerden birisi de kolonilerin sağlık problemleridir. Tüm canlılarda olduğu gibi arılarda da birçok hastalık ve parazit, arıların yaşamlarını tehdit etmektedir. Hastalık etmenleri bakteriyel [*Paenibacillus larvae larvae* (Amerikan Yavru Çürüklüğü), *Melisococcus pluton* (Avrupa Yavru Çürüklüğü), *Pseudomonas apiseptica* (Septisemi Hastalığı)], viral [IAPV (İsrail Akut Arı Felç Virüsü), CBPV (Kronik Arı Paraliz Virüsü), ABPV (Akut Arı Paraliz Virüsü), DWV (Deforme Kanat Virüsü), BQCV (Siyah Kraliçe Hücre Virüsü), KBV (Kaşmir Arı Virüsü), Sacbrood (Torba Çürüklüğü)] ve fungal [*Ascospaera apis* (Kireç Hastalığı), *Aspergillus flavus* (Taş Hastalığı)], *Nosema apis* ve *N. cerenae* (Nosemosis)] kökenlidir (Uygur ve Girişgin, 2008; Özüçlü ve Aydın, 2018). Dünya genelinde bal arılarının en önemli arthropod parazitleri *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) ve *V. jacobsoni* (Oudemans) (Acari: Varroidae) olup, bu türler arıların hemolenfini emerek beslenmekte, kolonilerin zayıflamasına ve ağır kayıplara neden olmasına hatta önlem alınmadığı takdirde ise koloninin birkaç yıl içinde çökmesine neden olmaktadır (Sırrı v.d., 2006). Bu parazit akar, dünyada ilk kez 1904 yılında Endonezya'nın Java adasında Hint arısı [*Apis indica* F. (Hymenoptera: Apidae)]'nın larva gözlerinde tespit edilmiş ve Qudemans tarafınan 1904 yılında *V. jacobsoni* olarak tanımlanmıştır. Uzakdoğu ve Rusya'da 1952 yılında bu yabancı arıda bulunan parazit akar, 1960 yılında Çin'in güneyinde bal arısı *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)'da görülmüştür (Zhang, 2000; Goodwin ve Eaton, 2001; Sanford, 2001). Gezgin arıcılık, koloniden kaçan bireyler, koloni ve arı satışları gibi yollarla zararlı Filipinler, Hong Kong, Rusya ve Japonya'ya kadar yayılım göstermiştir. Daha sonra Japonya'dan Paraguay'a ithal edilen bulaşık kovanlarla taşındığı ve Güney Amerika'ya

bulaştığı belirlenmiştir. Kafkasya'dan Avrupa ülkelerine 1970'li yıllarda yayılmış, buradan da daha sonra Ortadoğu ülkelerine bulaşmıştır (Anonim, 2001). Bu parazit akar, Türkiye'ye 1976 yılında Bulgaristan üzerinden Trakya bölgesine, oradan da ayçiçeğinde bal üretmek için bölgeye giden Anadolu'daki arıcıların kovanlarına bulaşmış ve bu şekilde Anadolu'ya taşınmıştır. Parazit, Ege Bölgesine 1977-78 yıllarında çam balı üretmek için gelen gezgin arıcılar tarafından özellikle Muğla iline bulaştırılmıştır. Gezgin arıcılık sayesinde 4-5 yıl gibi çok kısa bir süre içerisinde parazit tüm ülkeye yayılmıştır. Parazit ülkemizde ilk bulaşmaya başladığında çok büyük zarar oluşturarak, yaklaşık 600 bin koloninin sönmesine ve 7000-7500 ton arı ürünlerinin kaybına neden olmuştur (Akyol v.d., 1997; Anonim, 2001). Türkiye'de yapılan kapsamlı bir *Varroa* örnekleme çalışmasıyla ülkemizdeki türün *V. destructor* olduğu belirlenmiştir (Aydın v.d., 2007). Parazit akar, ergin arılarda stres, verim düşüklüğü, ömür kısalığı, kraliçe arıda yumurtlamada düşüş, larvalarda kanın emilmesi sonucu kanatsız-bacaksız ergin arılar ve ölüm meydana getirmekte, ayrıca çeşitli bakteriyel ve viral hastalıkları taşıyarak ikincil enfeksiyonlara [Deforme kanat virüsü (DMV), Siyah kraliçe hücre virüsü (BQCV), Kaşmir Arı Virüsü (KBV), İsrail Akut Arı Felç Virüsü (IAPV), Sacbrood Torba Çürüklüğü (SBV)] sebep olmaktadır (Kumova, 2004; Locke ve ark., 2017; Albayrak ve Özcan, 2011).

Bu parazit akarla mücadelede ağırlıklı olarak ruhsatlı kimyasal ilaçlar kullanılmaktadır (Rinkevich v.d., 2017). Ancak bu ruhsatlı preparatların çeşitli olumsuz etkileri ortaya konmuştur. Ayrıca, organik tarımın her geçen gün yaygınlaşması, yeni mücadele yöntemlerine bizi yönlendirmektedir. Uzun yıllardan beri kullanılan kimyasal mücadele yöntemleri kapalı petek gözleri içerisinde larva hemolenfi ile beslenerek çoğalan ve gelişen parazitin etkisini tam olarak azaltmadığı gibi bilinçsizce ve usulüne aykırı kullanılan kimyasallar bal ve balmumunda kalıntı bırakarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Diğer taraftan, parazit de tekrar tekrar kullanılan kimyasallara bağımsızlık kazanmakta ve sürekli yeni kimyasallar kullanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Akyol v.d., 2006; Whalon v.d. 2018). Kimyasal mücadele dışında hastalığın yayılmasına karşı zararlı ile bulaşık yerden kontrolsüz arı satın almamak gibi kültürel önlemlerde yetersiz kalmaktadır (Anonim, 2003). Son yıllarda doğada kolay parçalanması, hedef dışı

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

organizmalara yan etkilerinin az olması, kimyasal kalıntı bırakmaması, bağışıklık oluşmaması gibi özelliklerinden dolayı biyolojik ve biyoteknolojik mücadele yöntemleri üzerinde durulmaktadır (Akyol ve Özkök, 2005). Dolayısıyla, sentetik kimyasallara alternatif olarak son yıllarda geliştirilen bitkisel orjinali ekstratların etkinliği üzerinde çalışmalar hız kazanmıştır. Arı ürünlerinde kalıntı problemlerine karşı organik asitler (formik, laktik, oksalik asit) ile birlikte özellikle thymol içeren kokulu yağlar ve bitki kullanımı gündeme gelmiştir (Çakmak v.d., 2002; Aydın v.d., 2003; Kumova, 2004; Çakmak v.d., 2006). Bu derleme makalede, ülkemizde ve dünyada laboratuvar ve saha çalışmalarıyla *varroa* türlerine karşı etkinlikleri belirlenen kimyasal ve doğal bileşikler hakkında yapılan çalışmalar üzerinde durulacaktır.

### VARROA MÜCADELESİNDE KİMYASAL YÖNTEMLER

#### Sentetik Pestisitler

Günümüzde *varroa* kontrolünde en çok sentetik kimyasallar kullanılmakta olup, çoğu zaman yüksek miktarda başarı sağlamaktadır (Rinkevich v.d., 2017). Günümüzde halen yoğun olarak kullanılan kimyasalların sık kullanılması, parazitin bağışıklık kazanması ve arı ürünlerinde birikerek insan sağlığını tehdit etmesi nedeniyle risk oluşturmaktadır (Ritter, 1981; de Jong v.d., 1982; Peroutka, 1983; Milani ve Barbattini, 1989; Chiesa ve D'Agaro, 1991; Kaftanoğlu v.d., 1995a,b; Akyol v.d., 1998). Türkiye'de ve dünyada *varroa* mücadelesinde kullanılan birçok ruhsatlı sentetik preparat bulunmakta ve ülkemizdeki bu ruhsatlı sentetik ilaçların aktif maddeleri ise tau-fluvalinate, flumetrin, coumaphos ve amitraz'dır (Anonim, 2018c).

#### Amitraz

Geniş spektrumlu insektisit ve akarisit olan amitrazın etki mekanizması ise octopamine reseptör agonistidir (Anonim, 2018d). Ülkemizde ruhsatlı amitraz etken maddeli 500gr aktif madde içeren plastik şerit, 500gr aktif madde içeren ahşap şerit, 265gr aktif madde içeren rulo şerit, 400 gr ve 20.5 gr aktif madde içeren tütsü kağıdı farmakolojik şekilde toplam 5 farklı preparatlar bulunmaktadır (Anonim, 2018c). Bu ürünlerden 500 gr amitraz içeren plastik şerit preparatını uygularken 5 çerçeveye kadar 1 şerit, 5 çerçeveden kuvvetli kolonilerde ise 2 şerit olarak kullanılmaktadır.

Amitraz miktarı 265 gr içeren rulo şerit preparatında, bir tütsü kartonunun körükte yakılmasıyla, 15 kovana 7-8 körüklenme şeklinde eşit verilmektedir. Amitraz miktarı 20.5 gr olan tütsü kağıdı preparatı uygulamasında ise 1 tütsü kartonunun kovan içinde veya polen çekmeceğinde yakılmasıyla olmaktadır. Kovan uçuş deliği kapatılmaz ve 4 gün ara ile 3 uygulama yapılır. Bu amitraz etken maddeli ticari preparatlar bal hasadından sonra büyük bal akımı döneminden 1 ay öncesine kadar ve arıların salkımında olmadığı olan dönemde kullanılmaktadır (Anonim, 2018e; Anonim, 2018f; Anonim, 2018g). Amitraz ülkemizde olduğu gibi dünyanın çeşitli ülkelerinde de *varroa* mücadelesinde kullanılmaktadır. Kimyasalın etkinliğinin belirlendiği bazı bilimsel çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Güney Vietnam'da *V. jacobsoni* ile bulaşık olan bal arısı (*A. mellifera*) kolonilerine amitraz ile uygulama yapılmış ve bu kimyasalın etkinliğinin %95 olduğu bulunmuştur (Woyke, 1987). Elzen v.d., (1999), Kuzey Amerika'da 1998'in sonlarında fluvalinate dirençli *V. jacobsoni*'ye karşı amitraz uygulandığında %75 oranında popülasyonu düşürdüğünü kaydetmişlerdir. Avrupa ülkelerinde *V. jacobsoni*'ye karşı yapılan etkinlik çalışmalarında ortalama medyan ölüm zamanı (LT<sub>50</sub>) Fransa'nın üç bölgesinden toplanan akar popülasyonlarında 57.6±3.5, 45.5±3.8 ve 37.8±3.8 dak. olarak bulunmuştur. 1995 yılında yapılan aynı araştırmayla karşılaştırıldığında (24.9±1.9 dakika) yıllar içinde görülen bu farklılık amitrazın etkinliğinin azaldığını düşündürmüştür (Mathieu ve Faucon, 2000). İtalya'nın Kuzey Sardinya bölgesinde yapılan bir arazi denemesinde amitraz etkinliği araştırılmış ve bu kimyasalın etkinliği %83.8 olarak saptanmıştır (Floris v.d., 2001). Slovenya'da 2007 ve 2008 yılları arasında bal arılarında görülen *V. destructor*'a karşı amitraz etken maddesi ile denemeler yapılmıştır. Dört ardışık amitraz tütsü uygulamasında, nihai akar sayılarında ortalama %94'lük bir azalma meydana getirdiği kaydedilmiştir (Škerl v.d., 2011). Polonya'da 2011 ve 2012 yıllarında yapılan saha çalışmalarında, balarısı kolonilerinde *V. destructor* mücadelesi için amitrazın etkinliği değerlendirilmiştir. Amitrazın ortalama etkinliği 6 ve 8 haftalık çalışmadan sonra sırasıyla, %91 ve %95 bulunmuştur (Semkiw v.d., 2013).

#### Coumaphos

Coumaphos organik fosforlu bir insektisit ve akarisit olup 1B grubuna ait asetilkolinesteraz inhibitörüdür (Anonim, 2018c). Ülkemizde ruhsatlı 400 mg

coumaphos içeren tablet farmakolojik şekline sahip preparatın uygulaması ise 5 çerçeveye kadar yarım tablet, 5 ile 10 çerçeve arası 1 tablet şeklindedir. Bu preparat büyük bal akım döneminden 1.5 ay öncesine kadar ve bal hasadı sonrasında her dönem kullanılmaktadır (Anonim, 2018g). Bu etken madde hakkında ülkemizde ve dünyada yapılan bilimsel çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Elzen v.d., (1999) Kuzey Amerika'da 1998'in sonlarında fluvalinate dirençli *V. jacobsoni*'ye karşı coumaphos uygulandığında %97 oranında başarılı olduğunu belirtmektedirler. Bursa'da *V. destructor* ile doğal bulaşık olan balarası kolonilerinde coumaphos etkinliği araştırılmış %90 etkili olduğu saptanmıştır (Aydın v.d., 2007). Maver ve Poklukar (2003), Slovenya'da arıcıların coumaphos etken maddeli preparatları sık kullandığını ve ilaç kalıntısıyla ilgili sorun yaşandığını bildirmişlerdir. Sorunun gerçek boyutunu araştırmak amacıyla 2000 ve 2002 yıllarında baldan kalıntı analizi için örnek toplanmış ve yapılan çalışmalar sonucunda balın insan tüketimine uygun olduğu saptanmıştır (Maver ve Poklukar, 2003). Uruguay'da farklı *V. destructor* popülasyonlarda coumaphos etken maddesinin etkinliğini ve direç kazanıp kazanmadığını belirlemek amacıyla deneysel çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonuçlarında *V. destructor* tarafından parazitlenen bal arısı kolonilerinde coumaphos'un etkinliği %18'den %94'e kadar değiştiği belirtilmektedir. (Maggi v.d., 2011). Arjantin'de *V. destructor*'e karşı coumaphos'undirencini araştırmak üzere çalışmalar yapılmış dirençli ve duyarlı akarlar arasında belirgin LC<sub>50</sub> farklılıkları tespit edilmiştir. LC<sub>50</sub> değeri baz alındığında bazı *Varroa* popülasyonlarında 197-559 kat direnç gelişiminin olduğu saptanmıştır. (Maggi v.d., 2009).

### Flumethrin

Sentetik piretroit kimyasal grubundan olan flumethrin sodyum kanalı düzenleyici olarak etki mekanizmasına sahip bir insektisit ve akarisitir (Anonim, 2018d). Ülkemizde ruhsatlı flumethrin etken maddeli preparatlar şerit farmakolojik şekline sahip 3.6 mg aktif madde içeren 3 farklı ve 32 mg aktif madde içeren 1 preparat olmak üzere toplam 4 farklı preparat vardır. Bu preparatlar zayıf ve yeni arı kolonileri için 1-2 şerit, normal ve güçlü arı kolonileri için ise 2-4 şerit dozunda kullanılmaktadır. Şeritler 6 haftadan fazla olmamak kaydıyla 4-6 hafta kovanda bırakılır (Anonim, 2018i; Anonim, 2018j; Anonim,

2018k). Flumethrin hakkında ülkemizde ve dünyada yapılan bazı bilimsel çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Bursa'da sonbahar sezonunda parazite karşı flumethrin etkinliğinin belirlenmesi için yapılan arazi çalışmasında flumethrinin etkinliği %95 olarak tespit edilmiştir (Girişgin ve Aydın, 2010). Slovenya'da 1991 yılında *V. jacobsoni*'ye karşı flumethrin etken maddesinin etkinliği araştırılmak üzere çalışmalar yapılmış ve etkinliği %95'in üzerinde bulunmuştur (Ferrer-Dufol v.d., 1991). Škerl v.d., (2011), Slovenya'da 2007 ve 2008 yılları arasında bal arılarında görülen *V. destructor*'a karşı flumethrin ile bazı bilimsel deneyler yapıldığını, flumethrin'in 2007'deki etkinliğinin ortalama %73.62 olduğunu bildirmişlerdir. Flumethrin uygulamasından 4 hafta sonra 2008'de akar sayılarında %12.52'lik bir azalma tespit edilmiştir (Škerl v.d., 2011).

### Tau-fluvalinate

Sentetik piretroit kimyasal grubundan olan tau-fluvalinate sodyum kanalı düzenleyici olarak etki mekanizmasına sahip bir insektisit ve akarisitir (Anonim, 2018d). Ülkemizde ruhsatlı 824 mg tau-fluvalinate etken madde içeren şerit farmakolojik şeklinde preparat bulunmaktadır. Tau-fluvalinate, yaz aylarının sonunda ve bal hasadından sonra uygulandığı zaman etkinliğinin en üst seviyede olduğu, ancak şiddetli endikasyonların olduğu zamanlarda yılın her döneminde kullanılabileceği bildirilmektedir (Anonim, 2018l). Tau-fluvalinate hakkında ülkemizde ve dünyada yapılan bazı bilimsel çalışmalar aşağıda verilmiştir.

*Varroa jacobsoni*'ye karşı 1991'de tau-fluvalinate etken maddesinin etkinliğini araştırmak için bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Sonuç olarak tau-fluvalinate'in etkinliği %95 den fazla bulunmuştur (Ferrer-Dufol ve ark, 1991). Lombardy (İtalya)'nın bazı bölgelerinde *V. jacobsoni*'ye karşı fluvalinate etkinliği araştırılmış ve ortalama etkinliği %44.5 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, fluvalinate'ye karşı farklı direnç seviyelerinin geliştiğini kanısına varılmıştır (Lodesani v.d., 1995). Elzen v.d. (1999). Kuzey Amerika'da 1998'in sonlarında tau-fluvalinate dirençli *V. jacobsoni*'ye karşı bu etken maddeyi içeren şeritlerle yaptıkları bir arazi çalışmasında, popülasyona tau-fluvalinate uygulanması durumunda popülasyonda %89'luk bir artış olduğu için etken maddenin başarılı bir kontrol sağlamadığını kaydetmektedirler (Mozes-Koch v.d., 2000). İsrail'deki *varroa* popülasyonlarında tau-fluvalinate direncini araştırmak ve altta yatan biyokimyasal mekanizmayı belirlemek amacıyla bir

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

çalışma yapmışlar ve beş bölgeden toplanan popülasyonların üçünde tau-fluvalinate direnci belirlemişlerdir. Dirençli akarlarda bir detoksifikasyon enzimi olan monooksijenaz enziminin 20 kat; esteraz aktivitesinin 1.5-2.5 kat yüksek olduğu kaydedilmiştir (Mozes-Koch v.d., 2000). İtalya'nın Sardinia adasında tau-fluvalinate'in *V.jacobsoni*'ye etkinliğinde %96'ya varan düzeyde düşüşlerin bulunduğu dair araştırma bulguları yayınlanmıştır (Floris v.d. 2001). Amerika'da Michigan State Üniversitesindeki arıcılar tau-fluvalinate'yi *Varroa* mücadelesinde ana ajan olarak kullanmışlardır. Bu akarisitin, 1990'lı yıllar boyunca oldukça etkili olduğunu, ancak son zamanlarda akarların birçok popülasyonunda tau-fluvalinate karşı direnç ortaya çıktığı için etkinliğinin azaldığını belirtmişlerdir. *Varroa* akarlarının bazı popülasyonlarında direnç, tau-fluvalinate'in detoksifikasyonunun artması ile ilişkilendirilmiştir. Bal arısı, diğer detoksifikasyon enzimi aileleri, karboksil esterazlar ve glutatyon-S-transferazlar ile birlikte, esas olarak sitokrom-P450 mono oksijenazların aracılık ettiği hızlı detoksifikasyon yoluyla akarisite direnç gösterdiğini kaydetmektedirler (Johnson v.d., 2010).

**Bitkisel Orjinli Pestisitler**Bir önceki bölümde belirtildiği gibi *Varroa* mücadelesinde bazı kimyasal akarisitlerin usulsüzce ve yoğun kullanılması bu ürünlere karşı dirençli akar popülasyonlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Akyol ve ark., 2006; Whalon ve ark. 2018). Bu sorunlara karşı esansiyel yağ asitleri geleneksel akarisitlere alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Esansiyel yağ asitleri ile *Varroa* mücadelesinde başlıca thymol, oksalik asit ve kekik [(*Thymus caucasicus*) (Lamiaceae)] yağı olmakla beraber çördük otu [(*Hyssopus officinalis* L.) (Lamiaceae)] yağı, laktik asit, kostik asit, karanfil [(*Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae)] yağı, okaliptüs [(*Eucalyptus globulus*) (Myrtaceae)] yağı ve nane [(*Mentha piperita*) (Lamiaceae)] özütü gibi hem sadece özüt hemde bunların karışımı ile yapılan preparatlar kullanılmakta ve başarılı sonuçlar alınmaktadır (Tablo 1). Aşağıda verilen çalışmalarda esansiyel yağ asitleri ile yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.

### 1990'lı Yıllarda Yapılan Çalışmalar

Beltsville'de bir kovan denemesinde *V. jacobsoni*'ye karşı thymol, okaliptüs yağı, mentol, kafur karışımı ve linalool denenmiş, ortalama akar ölüm etkinliği thymol esaslı karışım uygulanan kolonilerde %97,

linalool uygulanan kolonilerde ise %28 tespit edilmiştir (Calderone ve Spivak, 1995).

ABD'de *V. jacobsoni* için thymolün cineol, citronelal veya linalool ile 1:1 karışımlarından oluşturularak bir laboratuvar denemesi yapılmıştır. Her karışım 1. grup 25 g ve 2. grup 2 x 12.5 g olarak uygulanmıştır. Thymol ve cineol uygulanan kolonilerdeki ölüm oranı sırasıyla 1. ve 2. gruplar için %56 ve %49, thymol ve linalool için %40 ve %30, thymol ve citronelal için %43 ve %38 ve son olarak kontrol kolonilerinde %28 doğal akar düşüşü olmuştur (Calderone v.d., 1997).

ABD'nin Ithaca şehrinde thymol, formik asit ve tau-fluvalinate'nin *V. jacobsoni* üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Akar ölüm hızı, tau-fluvalinate kullanılan kolonilerde ortalama %99, thymol harmanlı alanlarda %70, formik asit kullananlarda %51 ve kontrol kolonilerinde %33 saptanmıştır (Calderone, 1999).

İspanya'da *V. jacobsoni*'ye karşı sonbaharda ve ilkbaharda beş koloniye, iki oksalik asit uygulaması yapılmıştır. Kolonilere 4 hafta süreyle her 7 günde bir %3 oksalik asit püskürtülmüştür. Diğer beş koloni kontrol olarak kullanılmıştır ve yalnızca su püskürtülmüştür. Sonbaharda oksalik asitin etkinliği %94, ilkbaharda ise %73 olmuştur. Son oksalik asit uygulamasından 3-4 ay sonra kolonilerin uzun dönemli çalışması, asidin damızlık gelişimine istatistiksel olarak önemli bir negatif etkisi olduğu gösterilmiştir (Higes v.d., 1999).

### 2000'li Yıllarda Yapılan Çalışmalar

Kanada'da bal arısı kolonilerinde *V. jacobsoni* mücadelesi için bitki yağları neem, thymol ve kanola incelenmiş, neem yağı spreyi (%5 solüsyon) akarları %90 oranında öldürmüş, %20 kanola yağı + thymol 4.8 g/l solüsyonunda ise ölüm oranı %79 olarak tespit edilmiştir (Whittington v.d., 2000).

İran'da kekik, bahçe nanesi esanslarının *Varroa*'ya karşı öldürücü etkisi araştırılmış, ölüm oranının bahçe nanesinde %97 olduğu saptanmış, kekik ekstratı ise %95 oranında etki göstermiştir. Bu sonuçlara göre kekik ve bahçe nanesi esanslarının *varroa* mücadelesinde kullanılabilir özelliklere sahip olduğu kanısına varılmıştır (Ariana v.d., 2002).

Çördük otu eterik yağının kış döneminde arı paraziti *Varroa destructor*'ün üzerinde 1994-1995 yılında Bulgaristan'da deney arılığında gerçekleştirilen çalışmalar ile etkileri araştırılmıştır. Bu eterik yağın

uzun vadede *V. destructor*'a karşı kullanımının ümit verici olduğu gözlemlenmiştir. Kış döneminde kullanıldığında eterik yağın akar popülasyonlarını %80 oranında azalttığı gözlenmiştir (Nentchev, 2003).

Slovenya'da bal arısı kolonilerine oksalik asit uygulaması yapıldıktan sonra parazit akar popülasyonlarına etkisi araştırılmıştır. Kolonilerde oksalik asit (%2.9) ve sukroz çözeltisi (% 31.9) uygulamasının, akarlarda ölüm oranında belirgin bir artışa neden olduğu kaydedilmiştir. Üç farklı oksalik asit muamelesinden iki gün sonra, akar ölüm oranı sırasıyla %69, %65 ve % 33 olarak belirlenmiştir. İkinci ve dördüncü gün arasındaki akar ölüm oranı sırasıyla %19, %23 ve %14 olarak saptanmıştır (Planinc, 2004).

Hollanda'da ilkbaharda koloni koruma yöntemleri ile birlikte *varroa* kontrolünün etkinliğini test etmek amacıyla 2004 ve 2005 yıllarında deneyler gerçekleştirilmiştir. Bundan sonra koloniler, oksalik asit, formik asit ve oksalik asit muamele edilmiştir. Hem oksalik asit hem de formik asit, sırasıyla %97 ve %96'lık ortalama bir etkinlik ortalaması ile sonuçlanmıştır. Her iki tedavide de bazı işçi arı mortalitesi belirlenmiştir. Oksalik asit %71 ile daha az etkili bulunmuştur ancak herhangi bir işçi arı ölümüne neden olmamıştır. Sonuçlar, *varroa* kontrolünün ilkbaharda etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir (Cornelissen ve Gerritsen, 2006).

Bal arısı kolonilerinde *varroa* zararını azaltmak için oksalik asit'in etkinliğini belirlemek üzere Türkiye'de de bazı çalışmalar yapılmıştır. Çalışmada standart ahşap Langstroth kovanlar'a yerleştirilmiş 20 adet bal arısı kolonisi kullanılmıştır. 30 g %99 saf oksalik asit dihidratın 1 l şeker şurubu 1:1 şeker/su içine çözülmesi ile hazırlanmıştır. İlaç uygulaması 10 gün ara ile iki defa yapılmıştır. Oksalik asitin ilk ve son uygulamalarının etkinliği sırasıyla %85 ve %93 olarak belirlenmiştir (Akyol ve Yeninar, 2009).

Koloni gelişimi üzerine etkileri araştırmak ve baldaki kalıntıları belirlemek için Erzurum'da *A. mellifera*'ya üç farklı yöntemle (toz, damlatılmış ve vermikülit) iki organik bileşik (thymol ve oksalik asit) uygulanmıştır. Tedavilerin, larva miktarı, arı popülasyonu ve yetişkin arı ölümlerine zarar vermediği görülmüştür. Sonuçlar, Dünya Sağlık Örgütü'nün kabul edilebilir sınırının altında kalmıştır (Emsen ve Dodoloğlu, 2009).

Estonya'daki kovan koşullarında çeşitli konsantrasyonlarda su içeren solüsyonların toksisitesini incelemek amacıyla bazı çalışmalar yapılmıştır. *Varroa* akarlarına karşı bal arısı kolonilerine püskürterek oksalik asit dihidrat eklenmiştir. Oksalik asitin %0.5'lik su solüsyonu, akarların etkili kontrolünü sağlamış ve arılar için toksik olmamışken, daha yüksek konsantrasyonları (1.0 ve 1.5%) arılara oldukça toksik bulunmuştur. Oksalik asitin %0.5 solüsyonunun bir ya da iki kez püskürtmesi, arılar için belirgin bir toksisiteye yol açmazken, sırasıyla %93 ve %92 etkinlik belirlenmiştir (Toomemaa v.d., 2010).

### Son Yıllarda Yapılan Çalışmalar

Türkiye'de 2010 yılında yapılan bir çalışmada ise oksalik asit, thymol ve laktik asidin *V. destructor* üzerinde mücadele etkinliği ve koloni gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Oksalik asit, thymol ve laktik asidin etkinlik oranları sırasıyla %85, %90 ve %80 olarak tespit edilmiştir (Cengiz, 2012).

Pakistan'da bir kovan denemesinde oksalik asit ve formik asitin *V.destructor*'e etkinliğini test etmek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. İlk uygulama için 1 litre sıcak suya 1 kg oksalik asit ilave edilerek şeker eritilmiştir ve şuruba 75 gr oksalik asit dihidrat eklenerek %3.2 lik çözelti hazırlanmıştır ve 5 ml olarak uygulanmıştır. Daha sonra 2. Uygulama olarak %65 formik asit kullanılmıştır ve en son kontrol uygulaması yapılmıştır. Etkinlikler sırasıyla %91, %59 ve %20 olarak kaydedilmiştir (Mahmood v.d., 2012).

Pakistan'da bal arılarında *V. destructor*'a karşı yürütülen başka bir çalışmada, 5 koloniye 3 farklı oksalik asit uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar oksalik asitin %4.2, %3.2 ve %2.1 konsantrasyonlarının şeker şurubu içerisinde hazırlanmasıyla yapılmıştır. Uygulamaların etkinliği sırasıyla %95, %81 ve %46 olarak saptanmıştır (Rashid v.d., 2012).

Sırbistan'da bir arazi koşullarında acı meyan [(*Glycyrrhiza echinata*) (Fabaceae)], mabet ağacı [(*Ginkgo biloba*) (Ginkgoaceae)], *Gleditsia chinensis* (Fabaceae) ve ballıbaba [(*Lamium Album*) (Lamiceae)] özütlerinden hazırlanan Argus Ras adlı bir karışımın etkinliği araştırılmıştır. Argus Ras'ın başarısı, iki farklı akarisit, amitraz ve oksalik asit ile ard arda uygulayarak karşılaştırılmıştır. Argus Ras'ın ortalama akarisidal etkinliği %81 bulunarak, daha önce test edilen esansiyel yağlardan daha yüksek olarak saptanmıştır. Ayrıca

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

akarisitlere karşı dirençli akarları elemek için önemli bir potansiyel olduğu belirtilmiştir (Stanimirovic v.d., 2017).

Karanfil yağı Çin'de *V. destructor*'a karşı kullanılmış ve enzim aktiviteleri üzerinde etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, akarların metabolizmasının olumsuz yönünde etkilendiğini göstermiştir (Li v.d., 2017).

Sırbistan'da bal arılarında kekik özütü (60 gr toz kekik) kullanılarak *varroa* akarlarına karşı etkinliği araştırılmış, kekik özütünün 48 saat sonra %72 akar ölüm oranına neden olduğu, bal arılarında yüksek bir ölüm riski taşımadığı ve kovanlarda kullanımının güvenli olduğu kaydedilmiştir (Rahimi v.d., 2017).

Fas'da *V. destructor*'a karşı yapılan bir çalışmada *Thymus satureioides* ve *Origanum elongatum* bitkilerinden elde edilen esansiyel yağ asitleri kullanılmış, en yüksek etkinlik *T. satureioides*'den elde edilen karvakrol ile *O. elongatum*'dan elde edilen borneol esansiyel yağ asitlerin karışımı ile yapılan uygulamalardan elde edilmiştir. Ayrıca yapılan bu çalışma *T. satureioides* ve *O. elongatum* esansiyel yağ asitleri bileşimleri arasında sinerjistik bir etki bulunduğu vurgulanmıştır (Ramzi v.d., 2017).

*Apis mellifera* kolonilerinde *V. destructor* popülasyonlarına oksalik asit ile thymolün etkinliğini belirlemek için Hindistan'da bir araştırma yapılmıştır. Farklı tarihlerde üç kez yirmi bal arısı kolonilerine %3 oksalik asit ile thymol 2, 3 ve 4 mg uygulanmıştır. Bu üç uygulamada etkilenen ortalama *Varroa* akarları sayıları sırasıyla 348, 412 ve 523 bulunmuştur. *Varroa* akarının farklı muamelelerine göre yüzde etkinliği sırasıyla %82, %86 ve %92 bulunmuştur. Sonuçlar, etkinlikler arasında anlamlı bir farklılık göstermiştir. Üçüncü uygulamada maksimum sayıda etkilenen akarlar, en yüksek etkinlik ve üretilen bal miktarı, Thymol 4 mg + %3 oksalik asit uygulamasından elde edildiğini göstermiştir (Dar ve Sheikh, 2017).

Çek Cumhuriyeti, Brno'da gerçekleştirilen bir çalışmada oksalik asitin etkisi ağız yoluyla ve topikal uygulama ile kafes içindeki *Varroa* akarları ile parazitli bal arılarında deneysel olarak incelenmiştir. Ağız yoluyla uygulandığında en kuvvetli akarisidal etki görülürken, oksalik asit topikal olarak uygulandığında ise en düşük akarisidal etki gözlenmiştir (Papežíková v.d., 2017).

Amerika'da bal arısı kolonilerinde *V. destructor*'ın mücadelesi için kış aylarında %31.9'luk sakroz çözeltisi ve %2.9'luk oksalik asit ile 4 kez muamele

edilmiş ve daha sonra son uygulama olarak Tau-fluvalinate şeritlerin kullanıldığını belirtmektedirler. Akarların mücadelesi için yapılan dört ardışık oksalit asit uygulaması ile akar sayısının ortalama 228, 167, 92 ve 27 adet ölüme ulaştığını, ılıman koşullarda ise ergin arılar üzerine damlatılarak dört ardışık oksalik asit uygulamasının %98'lik bir etkinlik sağladığını belirtmişlerdir (Gregorc v.d., 2017).

İtalya'da *Varroa* akarları kontrolü için formik asit içeren yeni bir veteriner tıbbi ürünü geliştirilmiştir. Tedavinin, kraliçe arı, erişkin arılar, yumurta ve larva üzerindeki etkinliğini doğrulamak için İtalya genelinde farklı iklim ve bölgesel koşullarda klinik denemeler yapılmıştır. Ortalama akarisit etkinlik oranı, %95 ile %99 seviyesinde bulunmuştur (Giusti v.d., 2017).

*Varroa destructor*'u etkili bir şekilde kontrol etmek ve bal arılarında düşük toksisiteye sahip doğal bileşenlerin test edilmesi adına Kanada'da bir çalışma yürütülmüştür. Dört haftalık bir sürede üç doğal bileşiğin etkinliği saptanmıştır. İlk uygulama grubunda %65 sakkaroz+%35 su çözeltisine %2'lik oksalik asit eklenerek mukavvaya emdirilmiştir. İkinci uygulamada ise %96 etanol+su+jelatin solüsyonunda kekik ve karanfil yağlarının bir karışımı emici pedlerde emdirilmiştir. Son uygulama olarak kekik yağı tek başına, uçucu yağların varisidal etkinliğini arttıran akarisitlerin sürekli olarak salınması hipotezini test etmek için elektrikli buharlaştırıcılar kullanılarak gönderilmiştir. Sonuç olarak sırasıyla *varroa* ölüm oranları %77, %58 ve %97 olarak saptanmıştır (Sabahi v.d., 2017).

2016 yılında Slovanya'da oksalik asit, thymol ve potasyum sitrat'ın bal arısı canlılığı üzerindeki etkileri ve bazı kalite parametreleri araştırılmıştır. Test edilen *Varroa* mücadele materyalleri ile karıştırılan, şeker şurubu, şekerleme şekeri, bal şekeri, bal jölesi ve kremalı bal gibi farklı beslenme tiplerinin bal arılarındaki potansiyel etkileri incelenmiştir. Çalışma, yüksek oranlardaki oksalik asit, thymol veya potasyum sitratın, bal arılarında pasif olarak etki yaparken, %0.5 kullanıldığında daha fazla tercih edilmiştir. Çalışma aynı zamanda bal jölesi haricinde sıvı ya da katı olarak beslenme şeklinin bal arısı işçilerinin ve arıların hayatta kalma veya incelenen parametreleri üzerinde herhangi bir istenmeyen etkisinin olmadığını kanıtlamıştır. Beslenme türüne bakılmaksızın potasyum ile beslenen arıların, oksalik asit veya thymol ile beslenen arılardan çok daha uzun süre hayatta kalmayı başardıkları gözlenmiştir (Aboushaara v.d., 2017).

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

Yunanistan'da yapışkan anduz otu [(*Dittrichia viscosa*) (Asteraceae)] bitkisinden izole edilen kostik asitin *A. mellifera*'nın paraziti *V. destructor*'a etkinliği

araştırılmıştır. Kostik asitin, parazite karşı akarisit etkinliği bulunduğu ve insanlara oldukça güvenli olduğunu saptanmıştır (Sofou v.d., 2017).

**Tablo 1.** *Varroa* türlerine karşı kullanılan bazı bitkisel ve organik etken maddeler ve etkinlik oranları

Etken madde ismi	Kullanım oranı	Kullanılan akar türü	Etki oranı	Deneme ortamı	Lokasyon	Kaynak
thymol + okaliptüs yağı+ mentol + kafur	% 75 Thymol + % 18 okaliptüs yağı + % 3.5 L-mentol+ % 3.5 kafur	<i>V. jacobsoni</i>	%97	Kovan	ABD	Calderone v.d., 1995
thymol + linalool	25g	<i>V. jacobsoni</i>	%40	Laboratuvar	ABD	Calderone v.d., 1997
thymol + cineol	25g	<i>V. jacobsoni</i>	%56	Laboratuvar	ABD	Calderone v.d., 1997
thymol + citronelal	25g	<i>V. jacobsoni</i>	%43	Laboratuvar	ABD	Calderone v.d., 1997
oksalik asit	7 günde bir 4 hafta süreyle 5 koloniye %3 oksalik asit	<i>V. jacobsoni</i>	%94	Kovan	İspanya	Higes v.d., 1999
neem (azadirachtin)	%0.5 solüsyon	<i>V. jacobsoni</i>	%90	Laboratuvar	Kanada	Whittington v.d., 2000
kanola+ thymol	%20 kanola yağı + thymol 4.8g/lt	<i>V. jacobsoni</i>	%79	Laboratuvar	Kanada	Whittington v.d., 2000
fesleğen ( <i>Origanum vulgare</i> )	%2	<i>V. destructor</i>	%100	Laboratuvar	İran	Ariana v.d., 2002
Nane ( <i>Mentha spicata</i> )	%2	<i>V. destructor</i>	%100	Laboratuvar	İran	Ariana v.d., 2002
Kekik ( <i>Zataria multiflora</i> )	%2,%1	<i>V. destructor</i>	%100	Laboratuvar	İran	Ariana v.d., 2002
lavanta ( <i>Lavandula officinalis</i> )	%2	<i>V. destructor</i>	%98	Laboratuvar	İran	Ariana v.d., 2002
çördük otu	3 ml çördük otu, eterik yağı, emdirilmiş kağıt şeritler	<i>V. destructor</i>	%80	Kovan	Bulgaristan	Nentchev v.d., 2003
oksalik asit + sükroz çözeltisi	%2.9 oksalik asit, %31.9 sükroz	<i>V. destructor</i>	%69	Kovan	Slovenya	Planinc v.d., 2004
oksalik asit	%3 solüsyon	<i>V. destructor</i>	%97	Kovan	Hollanda	Cornelissen ve Gerritsen, 2006
formik asit	%3 solüsyon	<i>V. destructor</i>	%96	Kovan	Hollanda	Cornelissen ve Gerritsen, 2006
oksalik asit	30 g % 99 saf oksalik asit	<i>V. destructor</i>	%93	Kovan	Türkiye	Akyol ve ark.,2009
oksalik asit	0.5 oksalik asit su solüsyonu	<i>V. destructor</i>	%93	Kovan	Estonya	Toomemaa v.d., 2010
oksalik asit	%3.2'lik oksalik asit	<i>V. destructor</i>	%85	Laboratuvar	Türkiye	Cengiz v.d., 2012
thymol	8 gr thymol+ 22 gr pudra şekeri	<i>V. destructor</i>	%90	Laboratuvar	Türkiye	Cengiz v.d., 2012
laktik asit	5 ml laktik asit 3 gün ara ile 6 defa	<i>V. destructor</i>	%80	Laboratuvar	Türkiye	Cengiz v.d., 2012
oksalik asit + formik asit	%3.2 oksalik asit + %65 formik asit	<i>V. destructor</i>	%91	Kovan	Pakistan	Mahmood v.d., 2012
oksalik asit	Oksalik asit (%4.2, %3.2, %2.1)	<i>V. destructor</i>	%95 %81 %46	Kovan	Pakistan	Rashid v.d., 2012
oksalik asit + thymol	Oksalik asit (%3, %2, %3+ 4 mg thymol)	<i>V. destructor</i>	%82 %86 %92	Laboratuvar	Hindistan	Dar v.d.,2017
formik asit	250 gram % 36 formik asit jelinden oluşan bir ped	<i>V. destructor</i>	%95-97	Laboratuvar	İtalya	Giusti v.d., 2017
kekik	%95 etanol+60 gr toz kekik	<i>V. destructor</i>	%72	Laboratuvar	Sırbistan	Rahimi v.d., 2017
oksalik asit	%65 sakroz+ %35 su + %2 oksalik asit	<i>V. destructor</i>	%77	Laboratuvar	Kanada	Sabahi v.d., 2017
kekik	%96 etanol + su + jelatin + 0.85 g kekik yağı	<i>V. destructor</i>	%97	Laboratuvar	Kanada	Sabahi v.d., 2017
kekik + karanfil	%96 etanol + su + jelatin + 0.85g kekik + karanfil yağı	<i>V. destructor</i>	%58	Laboratuvar	Kanada	Sabahi v.d., 2017
Argus Ras (acı meyan + mabet ağacı + <i>Gleditsia chinensis</i> + ballıbaba)	Her kovana 1 şerit	<i>V. destructor</i>	%81	Kovan	Sırbistan	Stanimirovic v.d., 2017



## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

Arjantin'de yetişkin arılarla yapılan in vitro testlerle, uçucu yağ bileşiklerinin thymol, phellandrene, eucalyptol, cinnaaldehyde, myrcene ve carvacrol ikili karışımının hem arılara hem de *V. destructor*'a olan etkisi araştırılmıştır. Thymol ve phellandrene'nin düşük konsantrasyonlarının arılara nazaran akarlar için öldürücü oldukları ortaya çıkmıştır. Sonuçlar, bu tür formülasyonların, parazit için alternatif kontrol olarak düşünülebileceğini göstermiştir (Brasesco v.d., 2016).

Son zamanlarda Formik asit, oksalik asit, thymol ve menthol gibi doğal ilaçlar son zamanlarda *Varroa*'ya karşı alternatif tedaviler olarak kullanılmıştır. Türkiye'de arıların beyin dokularındaki Isı Şok Proteinleri (HSP 70) üzerindeki etkilerini gözlemlemek için çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla, pozitif (tedavi edilmemiş) ve negatif kontroller de dahil olmak üzere formik ve oksalik asit ve thymol-mentol karışımları çeşitli konsantrasyon ve idareleri kullanılarak yedi farklı tedavi grubu oluşturulmuştur. Sonuçlar, *varroa* tedavilerine maruz kalan gruplarda HSP 70 sonuçlarının tedavi edilmeyen gruplara göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Tedavi edilen gruplar arasında thymol-mentol karışımına maruz bırakılan grupta HSP 70 sonuçlarının çok düşük olduğu saptanmıştır (Güneş v.d., 2017).

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, sentetik kimyasalların hem hedef dışı organizma olan bal arılarına olumsuz etkileri hem de parazit akarın özellikle sentetik piretroitlere kısa sürede bağışıklık kazanması nedeniyle önemli dezavantajları bulunmaktadır (Whalon ve ark. 2018). Buna karşılık, yapılan derlemede, ulaşabildiğimiz bilimsel çalışmalara göre bazı bitkisel ve organik orjinli preparatların pratikte rahatça kullanılabilmesi ve etkinliklerinin de çok yüksek olduğu bu derleme çalışmasında görülmüştür. Sunulan derlemede, bu bilimsel araştırmalardan kısa özetler verilmiş olup, ayrıntılı bilgiler kaynak listesinde belirtilen orjinal literatürlerden elde edilebilir. Bu derleme çalışmasında yer alan bileşiklerin ve uygulama yollarının incelenmesi hem bal arısı üreticilerine hem de bu konuda araştırma ve geliştirme yapan uzmanlara önemli bir yol göstereceğini düşünmekteyiz. Türkiye'de *varroa* mücadelesinde formik asit, timol ve timol + nane yağı gibi bazı organik orjinli aktif maddelerin farklı formülasyonlarda ruhsatlandırılması görülmekte olup, bunun yanında oksalik asit, azadirachtin, nane,

kekik, çörodük otu vb. organik etken maddelerin henüz ruhsat almadığı görülmektedir (Anonim, 2018c). Gelecekte, organik ve bitkisel etken maddelerin pratik kullanım için geliştirilmesi ve ticari boyutta kullanımı için daha fazla çalışmanın yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

### KAYNAKLAR

- Aboushaara, H., Staron, M., Cermakova, T. (2017). Impacts of oxalic acid, thymol, and potassium citrate as *Varroa* control materials on some parameters of honey bees. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41(2): 238-247.
- Akyol, E., Kaftanoğlu, O., Özkök, D. (1997). KKTC'li Arıcılara Bal Arısı Hastalık ve Zararlıları Kurs Notları.
- Akyol, E., Kaftanoğlu O., Özkök, D. (1998). Balarısı Hastalıkları, Teşhis-Tedavi ve Kontrol Yöntemleri. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde Arıcılığı Geliştirme Projesi Eğitim Programı Kurs Notları, 45. sayfa, Lefkoşa, K.K.T.C.
- Akyol, E., Özkök, D. (2005). *Varroa (Varroa destructor)* mücadelesinde organik asitlerin kullanımı. *U. Arı D. / U. Bee J.*, (5):167-174
- Akyol, E., Korkmaz, A. (2005). Bal arısı (*Apis mellifera*) zararlısı *Varroa destructor*'un biyolojisi. *U. Arı D. / U. Bee J.* (5): 122-127.
- Akyol, E., Karatepe, B., Karatepe, M., Karaer, Z. (2006). Development and control of the *Varroa (Varroa destructor)* in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies and effects on the colony productivity. *U. Arı D. / U. Bee J.*, 6(4): 149-154.
- Akyol, E., Yeninar, H. (2009). Use of oxalic acid to control *Varroa destructor* in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 33(4): 285-288.
- Albayrak, H., Özan, E. (2011). Akut Arı Paraliz-İsrail Akut Arı Paraliz ve Kaşmir Arı Virus Kompleksi.
- Anonim, 2001. Bal Arılarının Varroosis'ine Karşı Korunma Ve Mücadele Talimatı. Erişim Tarihi: 17.10.2018. [https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/gkgm/balarilarinin\\_varroosis\\_hast\\_mucadele\\_koruma\\_talimatı.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/gkgm/balarilarinin_varroosis_hast_mucadele_koruma_talimatı.pdf)

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- Anonim, 2003. Arıcılık Yönetmeliği. 25 Mayıs 2003 Tarih ve 25118 Sayılı Resmi Gazete.
- Anonim, 2018a. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim tarihi: 17.10.2018. <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degişkenlerUzerindenSorgula.do>
- Anonim, 2018b. FAOSTAT. Erişim tarihi: 17.10.2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>
- Anonim, 2018c. Ruhsatlı Veteriner Tıbbi Ürünler. Erişim Tarihi: 17.10.2018. <https://vtu.tarim.gov.tr/>
- Anonim 2018d. IRAC Mode of Action Classification Scheme. Erişim tarihi: 17.10.2018. <http://www.irc-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf>
- Anonim, 2018e. Varroa Control: Apivar. Erişim Tarihi: 17.10.2018. <http://www.vetopharma.eu/varroa-control/18-apivar.html>
- Anonim, 2018f. RULAMİT-VA. Erişim tarihi: 17.10.2018. [http://www.teknovet.com.tr/\\_upload/22092017\\_030546.Pdf](http://www.teknovet.com.tr/_upload/22092017_030546.Pdf)
- Anonim, 2018g. VARROASON. Erişim tarihi: 17.10.2018. [http://www.vetbb.com/VARROASON\\_\(ILTERIS\)\\_VETBB119RN006Q504](http://www.vetbb.com/VARROASON_(ILTERIS)_VETBB119RN006Q504)
- Anonim, 2018h. ABvarC Tablet. Erişim tarihi: 17.10.2018. <http://www.biohayat.net/urunler/1001/urunler/1007/abvarc-tablet.aspx>
- Anonim, 2018i. Bayvarol. Erişim tarihi: 17.10.2018. <https://vetilac.com/ilac/bayvarol/259>
- Anonim, 2018j. Flumevar. Erişim Tarihi: 17.10.2018. <http://www.vet-hek.com/veteriner-ilaclari/ari-ilaclari/flumevar.html>
- Anonim, 2018k. Bal Arılarındaki Varroosis İçin Ektoparazitler (Akarisit). Erişim tarihi: 17.10.2018. <http://www.lavitaltd.com.tr/index.html>
- Anonim, 2018l. Apistan: Varroa Control. Erişim tarihi: 17.10.2018. <https://www.vita-europe.com/beehealth/products/apistan/#info>
- Ariana, A., Rahim E., Gholamhosein T. (2002). Laboratory evaluation of some plant essences to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Experimental and Applied Acarology* 27.4 (2002): 319-327.
- Aydın, L., Girişgin, O., Kütükoğlu, F., Çakmak, S. (2003). Arıcılıkta ilaç kullanımı ve AB ile uyum. II. Marmara Arıcılık Kongresi Bidiri Kitabı. Uludağ Arıcılık Derneği Yayın, (2): 132-139.
- Aydın, L., Güleğen, E., Çakmak, İ., Girişgin, A. O. (2007). The occurrence of *Varroa destructor* Anderson and Trueman, 2000 on Honey Bees (*Apis mellifera*) in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 31(3): 189-191.
- Brascesco, C., Gende, L., Negri, P., Szawarski, N., Iglesias, A., Eguaras, M., Maggi, M. (2016). Assessing in Vitro Acaricidal Effect and Joint Action of a Binary Mixture Between Essential Oil Compounds (Thymol, Phellandrene, Eucalyptol, Cinnamaldehyde, Myrcene, Carvacrol) Over Ectoparasitic Mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Journal of Apicultural Science*, 61(2): 203-215.
- Calderone, N. W., Spivak, M. (1995). Plant extracts for control of the parasitic mite *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) in colonies of the western honey bee (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 88(5): 1211-1215.
- Calderone, N. W., Wilson, W. T., Spivak, M. (1997). Plant extracts used for control of the parasitic mites *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 90(5): 1080-1086.
- Calderone, N. W. (1999). Evaluation of formic acid and a thymol-based blend of natural products for the fall control of *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) in colonies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 92(2): 253-260.
- Cengiz, M. M. (2012). In honey bee colonies (*Apis mellifera* L.), usage of different organics compounds and their effects to colony performance against *Varroa destructor* infestation. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18: 133-137.
- Chiesa, F., D'Agaro, M. (1991). Effective control of varroosis using powdered thymol. *Apidologie*, 22(2): 135-145.
- Cornelissen, B., Gerritsen, L. J. M. (2006). Swarm prevention and spring treatments against *Varroa destructor* in honey bee colonies. In

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- Proceedings of the section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society Meeting, Ede, The Netherlands, 16 December 2005 (Vol. 17, pp. 133-139).
- Çakmak, I., Aydın, L., Camazine, S., Wells, H. (2002). Pollen traps and walnut-leaf smoke for *Varroa* control. *American Bee Journal*, 142(5): 367-370.
- Çakmak, İ., Aydın, L., and H. Wells. 2006. Walnut Leaf Smoke Versus Mint Leaves In Conjunction With Pollen Traps For Control of *Varroa destructor*. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 50: 477-479
- Dar, S. A., Sheikh B. A. (2017). Effectiveness of Acaricidal Treatments against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) Affecting Honey Bee, *Apis mellifera* L. Colonies. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 6.2: 1574-1579.
- De Jong, D., De Jong, P. H., Goncalves, L. S. (1982). Weight loss and other damage to developing worker honeybees from infestation with *Varroa jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research*, 21(3): 165-167.
- Elzen, P. J., Baxter, J. R., Spivak, M., Wilson, W. T. (1999). Amitraz resistance in varroa: new discovery in North America. *American Bee Journal*, 139(5): 362-362.
- Emsen, B., Dodologlu, A. (2009). The effects of using different organic compounds against honey bee mite (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) on colony developments of honey bee (*Apis mellifera* L.) and residue levels in honey. *J Anim Vet Adv*, 8(5): 1004-1009.
- Ferrer-Dufol, M., Martinez-Vinuales, A. I., Sanchez-Acedo, C. (1991). Comparative tests of fluvalinate and flumethrin to control *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Journal of Apicultural Research*, 30(2): 103-106.
- Floris, I., Cabras, P., Garau, V. L., Minelli, E. V., Satta, A., & Troullier, J. (2001). Persistence and effectiveness of pyrethroids in plastic strips against *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and mite resistance in a Mediterranean area. *Journal of Economic Entomology*, 94(4): 806-810.
- Girişgin, A. O., Aydın, L. (2010). Determining the efficacy of flumethrin (Varostop®) against to *Varroa destructor* in honey bee colonies in fall season. *U. Ari D. / U. Bee J.*10(2): 70-73.
- Giusti, M., Sabelli, C., Di Donato, A., Lamberti, D., Paturzo, C. E., Polignano, V., Felicioli, A. (2017). Efficacy and safety of Varterminator, a new formic acid medicine against the varroa mite. *Journal of Apicultural Research*, 56(2): 162-167.
- Goodwin, M., Eaton, V. C. (2001). Control of *Varroa* a guide for New Zealand beekeepers. New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry.
- Gregorc, A., Knight, P. R., Adamczyk, J. (2017). Powdered sugar shake to monitor and oxalic acid treatments to control varroa mites (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research*, 56(1): 71-75.
- Güneş, N., Aydın, L., Belenli, D., Hranitz, J. M., Mengilig, S., Selova, S. (2017). Stress responses of honey bees to organic acid and essential oil treatments against varroa mites. *Journal of Apicultural Research*, 56(2): 175-181.
- Higes, M., Meana, A., Suárez, M., Llorente, J. (1999). Negative long-term effects on bee colonies treated with oxalic acid against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 30(4): 289-292.
- Johnson, R. M., Huang, Z. Y., Berenbaum, M. R. (2010). Role of detoxification in *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) tolerance of the miticide tau-fluvalinate. *International Journal of Acarology*, 36(1): 1-6.
- Kaftanoğlu, O., Kumova, U., Yeninar, H. (1995a). Effectiveness of drugs commonly used against *Varroa jacobsoni* and their effects on honeybees (*Apis mellifera*). Proc. 34th Int. Congr. Apiculture Apimondia, Lousanne, Sweden, 180pp.
- Kaftanoğlu, O., Kumova, U., Yeninar, H., Özkök, D. (1995b). Türkiye'de balarısı (*Apis mellifera* L.) hastalıklarının dağılımı, koloniler üzerindeki etkileri ve entegre kontrol yöntemlerinin uygulanması. TÜBİTAK VHAG-925 Nolu Proje Raporu.
- Kumova, U. (2004). *Varroa* ile Mücadele Yöntemleri. II. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı. Uludağ Arıcılık Derneği Yayın No: 2 83-131 Uludağ Üniv. Basımevi, Bursa.
- Li, L., Lin, Z. G., Wang, S., Su, X. L., Gong, H. R., Li, H. L., Zheng, H. Q. (2017). The effects of clove oil on the enzyme activity of *Varroa destructor* Anderson and Trueman

- (Arachnida: Acari: Varroidae). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(5): 996-1000.
- Locke, B., Semberg, E., Forsgren, E., De Miranda, J. R. (2017). Persistence of subclinical deformed wing virus infections in honeybees following *Varroa* mite removal and a bee population turnover. *PloS One*, 12(7): e0180910.
- Lodesani, M., Colombo, M., Spreafico, M. (1995). Ineffectiveness of Apistan® treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud in several districts of Lombardy (Italy). *Apidologie*, 26(1): 67-72.
- Maggi, M. D., Ruffinengo, S. R., Damiani, N., Sardella, N. H., Eguaras, M. J. (2009). First detection of *Varroa destructor* resistance to coumaphos in Argentina. *Experimental and Applied Acarology*, 47(4): 317-320.
- Maggi, M. D., Ruffinengo, S. R., Mendoza, Y., Ojeda, P., Ramallo, G., Floris, I., Eguaras, M. J. (2011). Susceptibility of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) to synthetic acaricides in Uruguay: *Varroa* mites' potential to develop acaricide resistance. *Parasitology research*, 108(4): 815-821.
- Mahmood, R., Wagchoure, E. S., Raja, S., Sarwar, G. (2012). Control of *Varroa destructor* using Oxalic acid, Formic acid and Bayvarol strip in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Pakistan Journal of Zoology*, 44(6): 1473-1477.
- Mathieu, L., Faucon, J. P. (2000). Changes in the response time for *Varroa jacobsoni* exposed to amitraz. *Journal of Apicultural Research*, 39(3-4): 155-158.
- Maver, L., Poklukar, J. (2003). Coumaphos and amitraz residues in Slovenian honey. *Apiacta*, 38(2003): 54-57.
- Milani, N., Barbattini, R. (1989). Treatment of varroosis with Bayvarol strips (Flumetrin) in northern Italy. *Apicoltura*, 5: 173-192.
- Özüüçli, M., Aydın, L. (2018). Türkiye Bal Arılarında Ciddi Tehlike; Nosemosis. *Uludag University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 37(2): 35-40.
- Mozes-Koch, R., Slabezki, Y., Efrat, H., Kalev, H., Kamer, Y., Yakobson, B. A., Dag, A. (2000). First detection in Israel of fluvalinate resistance in the varroa mite using bioassay and biochemical methods. *Experimental & Applied Acarology*, 24(1): 35-43.
- Nentchev, P. (2003). *Hyssopus officinalis* L. (çözdük otu) eterik yağının *Varroa destructor*' a karşı kullanımı üzerine gözlemler. *U. Arı D. / U. Bee J.*, (2): 43-44.
- Papežiková, I., Palíková, M., Kremserová, S., Zachová, A., Peterová, H., Babák, V., Navrátil, S. (2017). Effect of oxalic acid on the mite *Varroa destructor* and its host the honey bee *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 56(4): 400-408.
- Peroutka, M. (1983). *Varroa* disease treatment with Bromopropylate in the Folbex-VA preparation, Apimondia, 1983.
- Planinc, A. G. I. (2004). Dynamics of falling varroa mites in honeybee (*Apis mellifera*) colonies following oxalic acid treatments. *Acta Veterinaria Brno*, 73(3): 385-391.
- Rahimi, A., Del, Y. K., Moradpour, F. (2017). The effect of thyme (*Thymus caucasicus*) ethanol extract on *Varroa* mite (*Varroa destructor*), an ectoparasite mite of *Apis mellifera meda* (Hym: Apidae). *Biologija*, 63(2): 177-184.
- Ramzi, H., Ismaili, M. R., Aberchane, M., Zaanoun, S. (2017). Chemical characterization and acaricidal activity of *Thymus satuireioides* C.&B. and *Origanum elongatum* E. & M. (Lamiaceae) essential oils against *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Acari: Varroidae). *Industrial Crops and Products*, 108: 201-207.
- Rashid, M., Wagchoure, E. S., Mohsin, A. U., Raja, S., Sarwar, G. (2012). Control of ectoparasitic mite *Varroa destructor* in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies by using different concentrations of oxalic acid. *J. AnimSci*, 22(1): 72.
- Rinkevich, F. D., Danka, R. G., Healy, K. B. (2017). Influence of varroa mite (*Varroa destructor*) management practices on insecticide sensitivity in the honey bee (*Apis mellifera*). *Insects*, 8(1): 9.
- Ritter, W. (1981). *Varroa* disease of the honeybee *Apis mellifera*. *Bee World*, 62(4): 141-153.
- Sabahi, Q., Gashout, H., Kelly, P. G., Guzman-Novoa, E. (2017). Continuous release of oregano oil effectively and safely controls *Varroa destructor* infestations in honey bee

## DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- colonies in a northern climate. *Experimental and Applied Acarology*, 72(3): 263-275.
- Sanford, M. T. (2001). Introduction, spread and economic impact of *Varroa* mites in North America. *Mites of the honey bee*, Dadant and Sons, Hamilton, Illinois, 149-162.
- Semkiw, P., Skubida, P., Pohorecka, K. (2013). The amitraz strips efficacy in control of *Varroa destructor* after many years application of amitraz in apiaries. *Journal of Apicultural Science*, 57(1): 107-121.
- Sırrı, K., Nesim, K., Güven, E., Karaer, Z. (2006). Yeni Geliştirilen Tespit Kabı ile Ergin Arılarda *Varroa* Enfestasyonunun Belirlenmesi. *U. Arı D. / U. Bee J.*, 2:68-73.
- Škerl S. M. I., Nakrst, M., Žvokelj, L., Gregorc, A. (2011). The acaricidal effect of flumethrin, oxalic acid and amitraz against *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera carnica*) colonies. *Acta Veterinaria Brno*, 80(1): 51-56.
- Sofou, K., Isaakidis, D., Spyros, A., Büttner, A., Giannis, A., Katerinopoulos, H. E. (2017). Use of costic acid, a natural extract from *Dittrichia viscosa*, for the control of *Varroa destructor*, a parasite of the European honey bee. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, 13, 952.
- Stanimirovic, Z., Glavinić, U., Lakić, N., Radović, D., Ristanić, M., Tarić, E., Stevanović, J. (2017). Efficacy of plant-derived formulation "Argus Ras" in *Varroa destructor* control. *Acta Veterinaria*, 67(2): 191-200.
- Toomemaa, K., Martin, A. J., Mänd, M., Williams, I. H. (2010). Using oxalic acid in water solution in control of *Varroa* mites and its influence on honey bees. *Agronomy Research*, 8(Special II): 345-350.
- Uygur, Ş. Ö., Girişgin, A. O. (2008). Bal arısı hastalık ve zararlıları. *U. Arı D. / U. Bee J.*8(4): 130-142.
- Whalon M.E., Mota-Sanchez R.M., Hollingworth R.M., Duynslager L. 2018. Arthropods Resistant to Pesticides Database (ARPD). Erişim Tarihi: 31.12.2018. <http://www.pesticideresistance.org>.
- Whittington, R., Winston, M. L., Melathopoulos, A. P., Higo, H. A. (2000). Evaluation of the botanical oils neem, thymol, and canola sprayed to control *Varroa jacobsoni* Oud. (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) in colonies of honey bees (*Apis mellifera* L., Hymenoptera: Apidae). *American Bee Journal*, 140(7): 567-572.
- Woyke, J. (1987). Infestation of honeybee (*Apis mellifera*) colonies by the parasitic mites *Varroa jacobsoni* and *Tropilaelaps clareae* in South Vietnam and results of chemical treatment. *Journal of Apicultural Research*, 26(1): 64-67.
- Zhang, Z. Q. (2000). Notes on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) parasitic on honeybees in New Zealand. *Systematic and Applied Acarology Special Publications*, 5(1): 9-14.