

EDİTÖRE MEKTUP / LETTER TO THE EDITOR AN EASY, EFFECTIVE AND CHEAP METHOD OF THE EUROPEAN HORNET'S ERADICATION

Avrupa Hornet'in Yok Edilmesi İçin Kolay, Etkili ve Ucuz Bir Yöntem

Alexander P. POKUTSA^{1*}, Jacques MUZART²

¹ Institute of Physical Organic Chemistry and Chemistry of Coal NAS of Ukraine, Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels INaukova Str., 3A, Lviv 79060, UKRAINE, Yazışma Yazarı / Corresponding author: apokutsa@ukr.net; ORCID No. 0000-0001-5564-1997

²Institut de Chimie Moléculaire de Reims, UMR 6229, UFR des Sciences Exactes et Naturelles, CNRS - Université de Reims Champagne-Ardenne BP 1039, 51687, Reims Cedex 2, FRANCE, jacques.muzart@univ-reims.fr; ORCID No. 0000-0002-1276-4206

Geliş Tarihi / Received: 09.05.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 10.06.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1114375

ABSTRACT

A cheap, versatile and effective method of hornets' colony elimination based on the light-provoked contact of flying individuals with the 20-30% solution of NaOH is reported. Importantly, the insects survived from touching with this alkali solution transported the poison to the nest.

Key words: European hornets, Colony elimination, Method, NaOH alkali

ÖZ

Uçan bireylerin %20-30 NaOH çözeltisi ile ışıkla uyarılan temasına dayanan eşek arısı kolonilerinin ortadan kaldırılması için ucuz, çok yönlü ve etkili bir yöntem bildirilmektedir. Daha da önemlisi, bu alkali solüsyonla temastan kurtulan böcekler, zehiri yuvaya taşır.

Anahtar kelimeler: Avrupa eşekarısı, Koloni eliminasyonu, Yöntem, NaOH alkali

The increasing numbers of the bee colonies attacked by the Asian yellow-legged hornets (*Vespa velutina*) reported in Asia, America (Monceau et al. 2017, Requier et al. 2020) and now in Europe (Monceau et al. 2014) become one of the biggest challenges for both scientists and beekeepers. The matter is that when Asian hornets find a honey bee colony, they tend to settle down and specialize in bees as their prey. This issue stimulates the elaboration of methods to minimize the impact of such kind predators on the bee population. The highlighted menace urged us to portray the episode related to this problem. Its concerned the extinction of the bees' colonies by brownish-yellow 3.0-3.5 cm-long hornets (most probably *V. crabro*) was observed in the Eastern

Beskids area (West part of Ukraine). The description of this issue as well as the protocol of its solution is presented therein.

The well-masked hornets' nest was placed in close (about 100 m) proximity to the apiary, between the top of the window and the roof of a hut. The colony was hidden deeply inside the void created with the roof, bricks wall of the hut and wooden side-on desks of the roof (Fig. S1). Such location made the safe elimination of predators almost impossible. Hence, to eradicate the colony we decided to exploit two main instincts of hornets: returning back to the nest at the dark time and their attraction by the light.

EDITÖRE MEKTUP / LETTER TO THE EDITOR

For this aim two plastic trays (20 cm × 10 cm × 3 cm) containing commercial unblock-pipes solutions (about 100 mL of 20-30% aqueous NaOH) were placed on the windowsill of the hut. Switching on the light inside the hut at nightfall prompted the hornets to rush towards the light source. They strongly hit the window glass and fell into the basic solution, leading many of them to death. The survived hornets flew to their nest, transporting the fatal solution to the whole colony. In few days the gradual decrease of the hornet activity was discerned, leading, after a couple of weeks, to the flight of only a very few predators. Next year, no hornets visiting their previous nest were detected.

One year later the carpenter removed one desk from the wooden side-on panel of the roof enabled us to uptake the exiting photo of the former “apartments” of the hornets (Fig. 1 and Fig. S2). What was interesting that the nest was actually assembled with several individual grey-colored moieties separated from each other and glued to the inner side of these vertical desks (Fig. 1 and inset). These counterparts were constructed probably from the soil particles and had a concrete-like hardness.

To prove that the poisoning of the nest by NaOH alkali was the main origin of colony extermination, the several moieties of the nest were rinsed with distilled water. After decantation, the pH of the resulting aqueous phase (according to HANNA pH meter model HI 991002) was 7.78. Such practice is essential, because the soil used by the hornets for building the nests had an acidic pH (Hamkalo et al. 2017). Therefore, we assumed that tiny droplets of NaOH solution unintentionally carried to the nest by the adult hornets was the plausible reason of the colony extinction.

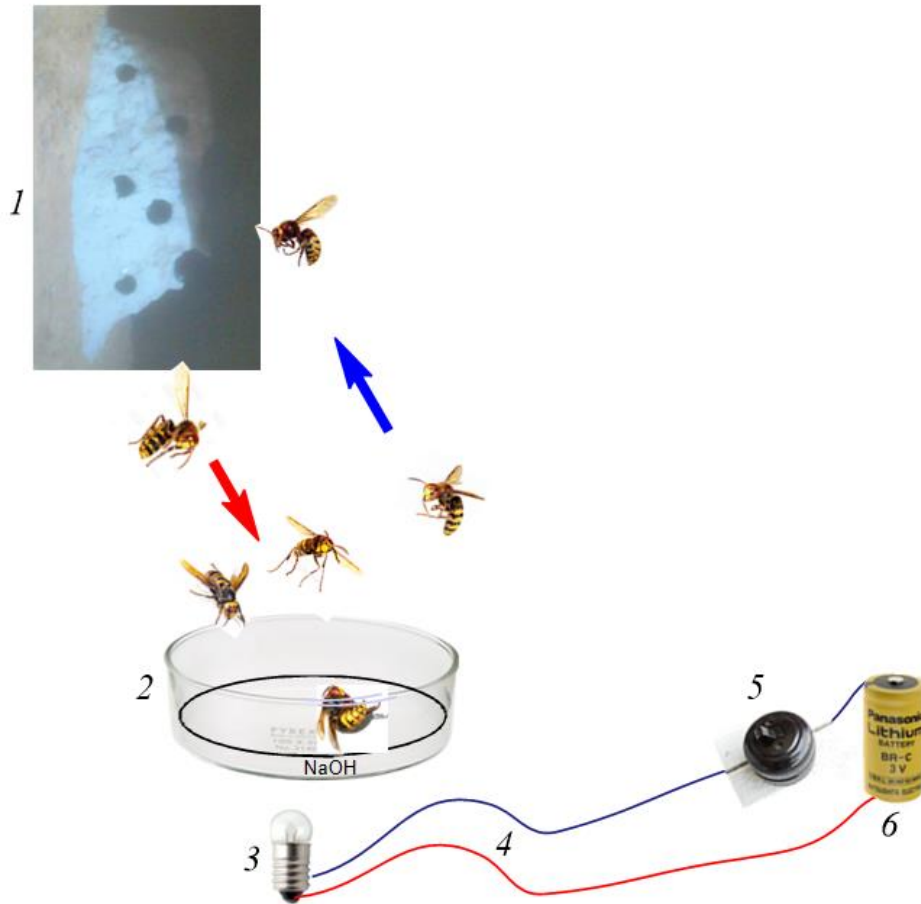
The described method was damaging neither to the bees nor to the people and animals. The matter is that due to the location of the nest (on the side of the hut opposite to the apiary) the bees were not

disturbed by the light. Additionally, the trays with NaOH aqueous solution were placed on the windowsill situated more than 2 m from the ground and were removed early in the morning, daily. We suppose that similar approach may be suggested for keeping the number of akin social winged bee killers, including *Vespa velutina* and *Vespa soror* (Mattila et al. 2020). For this aim, the improved trap device is recommended for installation and testing (Scheme 1).



Fig. 1. The hornets nest. Red arrow at the inset points the residual of the larva dead in its cocoon. The box of matches (4 cm × 5 cm, right up corner on the inset) was added for sake of the nest components size estimation.

EDITOR



Scheme 1. Principal putative scheme of hornets colony extermination using NaOH alkali.

1 - hornets nest; 2 - transparent dish of 10-15 cm diameter contains 20-30% NaOH solution; 3 - source of light; 4 - electric cable; 5 - electric on-off switcher; 6 - 3 V-battery.

Declaration of Conflict of Interest: Authors report no conflict of interest.

Funding: No funding

Ethical issue: Not Applicable.

Author contributions:

Conceptualization: APP

Methodology: APP

Investigation: APP

Visualization: APP, JM

Writing – original draft: APP, JM

Writing – review & editing: APP, JM

Acknowledgements

Authors are indebted to Marta Bosanevych and Mariya Ugryn as well as to Petro Bil’o for technical assistance.

REFERENCES

Hamkalo M, Romaniv P. The soils of the Carpathian region of Ukraine as objects of scientific tourism. *Visnyk of the Lviv University Series Geography*. 2017;51: 80–87, doi.org/10.30970/vgg.2017.51.8740

Mattila, HR, Otis, GW, Nguyen, LTP, Pham, HD, Knight, OM, Phan, NT. Honey bees (*Apis cerana*) use animal feces as a tool to defend

EDITÖRE MEKTUP / LETTER TO THE EDITOR

colonies against group attack by giant hornets (*Vespa soror*). PLoS ONE. 2020;15(12):1-24, doi.org/10.1371/journal.pone.0242668

Monceau K, Bonnard O, Thiéry D. *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. J. Pest. Sci. 2014; 87: 1-16, doi.org/10.1007/s10340-013-0537-3

Monceau K, Thiéry D. The Asian Yellow-legged Hornet: The implacable advance of a bee-killer. British Wildlife. 2017;29(2):79-84.

Requier F, Rome Q, Villemant C, Henry M. A biodiversity friendly method to mitigate the invasive Asian hornet's impact on European honey bees. J. Pest. Sci. 2020; 93: 1-9. doi.org/10.1007/s10340-019-01159-9.

Citation/Atf: El-Naggar, DH, Shebl MA, Ahmed MT, Osman MA. The influence of some insecticides on the abundance and foraging activities of broad bean bee pollinators in Egypt: a case study (Mısır'daki bakla arı tozlayıcılarının bolluğu ve yiyecek arama faaliyetleri üzerine bazı insektisitlerin etkisi: bir vaka çalışması). U. Arı D. / U. Bee J. 2022, 22(2):118-129. DOI: 10.31467/uluaricilik.1085773

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

THE INFLUENCE OF SOME INSECTICIDES ON THE ABUNDANCE AND FORAGING ACTIVITIES OF BROAD BEAN BEE POLLINATORS IN EGYPT: A CASE STUDY

Mısır'daki Bakla Arı Tozlayıcılarının Bolluğu ve Yiyecek Arama Faaliyetleri Üzerine Bazı İsektisitlerin Etkisi: Bir Vaka Çalışması

Doaa H. EL-NAGGAR, Mohamed A. SHEBL, Mohamed T. AHMED, Mohamed A. OSMAN

Suez Canal University, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ismailia 41522, EGYPT, E-posta: doaahamdi579@gmail.com, Corresponding author / Yazışma yazarı: E-posta: mohamedshebl2002@hotmail.com, ORCID No: 0000-0002-4099-9846, E-posta: mohamedtawfic88@gmail.com, ORCID No: 0000-0003-4011-5825, E-posta: naeim70@hotmail.com, ORCID No: 0000-0001-6569-4902

Geliş Tarihi / Received: 11.03.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 27.04.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1085773

ABSTRACT

Insect pollinators provide many essential ecosystem services including pollination, and many others. However, pollinating insects are currently facing potential threats on an unprecedented scale with many species facing decline. Honeybee *Apis mellifera* comprise nearly 68% of those affected insect pollinators. Irrational Insecticides application, with special reference to neonicotinoides group is one of the main causes of this decline. The main objective of the current study is to investigate the impact of some insecticides application on the activity of broad bean flower-visiting bees. Tested insecticides were thiamethoxam, acetamiprid, thiacloprid (neonicotinoids), spinosyns A and D, beside some organophosphates. Changes in the daily activity of bees visiting broad bean flowers following insecticide application was recorded and compared to their activity before application, throughout until the end of blooming season.

Keywords: Bee Decline, Colony Loss, Foraging, Neonicotinoides, Pollination

ÖZ

Böcek tozlayıcıları, tozlaşma ve diğerleri dahil olmak üzere birçok temel ekosistem hizmeti sağlar. Bununla birlikte, tozlaşan böcekler şu anda birçok türün düşüşle karşı karşıya kalmasıyla eşî görülmemiş bir ölçekte potansiyel tehditlerle karşı karşıya. Bal arısı *Apis mellifera*, etkilenen böcek tozlaştırıcılarının yaklaşık %68'ini oluşturur. Neonicotinoides grubuna özel atıfta bulunulan irrasyonel insektisit uygulaması bu düşüşün ana nedenlerinden biridir. Mevcut çalışmanın temel amacı, bazı insektisit uygulamalarının bakla çiçeğini ziyaret eden arıların aktivitesi üzerindeki etkisini araştırmaktır. Test edilen insektisitler, bazı organofosfatların yanında tiyametoksam, asetamiprid, tiakloprid (neonikotinoidler), spinosinler A ve D. Bakla çiçeklerini insektisit uygulaması sonrasında ziyaret eden arıların günlük aktivitelerinde meydana gelen değişimler kayıt altına alınmış ve çiçeklenme döneminin sonuna kadar uygulama öncesindeki aktiviteleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arı azalması, Koloni Kaybı, Tarlacılık, Neonicotinoides, Tozlaşma

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın temel amacı, Mısır'ın İsmailia kentinde çiçek açma mevsimlerinde baklayı ziyaret eden bazı arı türlerinin (*Apis mellifera*, *Andrena ovatula*, *Colletes lacunatus*, *Xylocopa aestuans*) bazı insektisit uygulamalarının aktiviteleri üzerindeki etkisine ışık tutmaktır.

Giriş: Böcek tozlayıcıları, tozlaşma ve diğerleri dahil olmak üzere birçok temel ekosistem hizmeti sağlar. Bununla birlikte, tozlaşan böcekler şu anda birçok türün düşüşle karşı karşıya kalmasıyla eşi görülmemiş bir ölçekte potansiyel tehditlerle karşı karşıya. Bal arısı *Apis mellifera*, etkilenen böcek tozlaştırıcılarının yaklaşık %68'ini oluşturur. Neonikotinoid insektisitlerin, yani thiamethoxam ve thiacloprid'in öldürücü olmayan konsantrasyonlarının arıların yiyecek arama davranışı üzerindeki etkisi, laboratuvar koşullarında bazı çalışmalarda ele alındı, ancak saha çalışmaları oldukça yetersizdir.

Gereç ve yöntem: 2019 Çalışma, İsmailiye Valiliği'ndeki Süveyş Kanalı Üniversitesi'nin deney çiftliğinde gerçekleştirildi. Pestisit listesine neonikotinoidler Actara (25 WG - thiamethoxam), Clipper (%20 SL - asetamiprid) ve Calypso (%48 - thiacloprid) dahildir. Diğer insektisitler Radiant (%12 SC - spinosyns A ve D, *Saccharopolyspora spinosa*) ve malathion (%57 - organofosfat insektisit)

Bulgular ve tartışma: Sonuçlar, bakla çiçeklerini çeken farklı böcek türlerinin oluşumunun ve bolluğunun insektisit tedavisinden önce ve sonra önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir. Ayrıca, düşüşün çiçeklenmenin sonuna kadar devam ettiği oldukça açıktı. Ortalama bal arısı sayısı tedaviden önce 8.57 arı/gün ile karşılaştırıldığında tedaviden önce 38.70 arı/gün olmuştur. insektisit tedavisinden sonra kaydedilen *C. lacunatus*, uygulamadan sonraki 10 günlük süre boyunca yalnızca bir kez kaydedilmiştir. Thiamethoxam, ana böcek tozlaştırıcısı olan bal arısı *A. mellifera* üzerinde en yüksek olumsuz etkiye neden oldu ve tedavi edilmeyen parsellerde 42,2 arı/gün ile karşılaştırıldığında, işlenmiş parsellerde ortalama 1,4 arı/gün olmuştur. Thiacloprid, faydalı böceklere karşı zararlı olması açısından Thiamethoxam'dan sonra ikinci sırada yer almakta, bunu organofosfatlar, spinosinler A ve D ve asetamiprid izlemektedir.

Sonuç: Bu çalışma, bal arısı ve diğer arı tozlayıcılarının Mısır'daki bazı neonikotinoidlere

doğrudan maruz kalmasının etkisini ele alan ilk çalışmadır. Dolayısıyla, bu bulgu, umut verici bir şekilde, iyi tarım uygulamalarının tanıtılmasına ve uyarlanmasına ve tozlayıcıların çeşitliliğinin korunmasına ve bakla ve diğer mahsullerin iyi tozlaşma hizmetlerinin sağlanmasına yardımcı olacak entegre haşere yönetimi programlarının uygulanmasına yol açacaktır. Halkın ve karar vericilerin farkındalığını artırmak, arıların böcek öldürücüler gibi çevresel stres faktörlerini hafifletmesine yardımcı olabilir.

INTRODUCTION

Insect pollinators provide copies essential ecosystem service, including pollination and many others (Gill and Raine 2014). The economic contribution of insect pollinators to crop production globally is estimated to be €153 Billion, this equates to 9.5% of agricultural production (Gallai et al. 2009).

Bees, including honeybees and solitary bees, are generally considered the most important pollinators, accounting for about 80% of all flowering plants including most of the agricultural crops, confirming their major role in ecosystems (Goulson 2003).

Pollinating insects are facing potential threats on an unprecedented scale and are in decline, at worldwide level (Ollerton 2017). The decline of pollinating species, which has grown over the recent decades, may lead to a parallel decrease of plant species (Potts et al. 2010). Eventually this decline might result in great economic losses, human food crisis and loss of natural biodiversity (Allen-Wardell et al. 1998, Nellemann et al. 2009).

Broad bean is one of the strategic crops for Egyptian agriculture and cross-pollinations are crucial for good yield production (Bishnoi et al. 2012). The total cultivated area of broad bean in Egypt in 2019 was 40298 ha which produce about 139303 tones and the crop is bee-dependent (FAO 2019). The diversity of bee visiting broad bean in Egypt has been addressed in several studies (El Berry et al. 1974, Ibrahim 1979) but little was known about the current situation of its diversity since the decline of some bees was proved in terms of species richness and abundance (Shebl and Farag 2015).

Residues of the neonicotinoids insecticides were monitored in pollen and bees collected across the Nile Delta (Codling et al. 2018). Blacquiére et al.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

(20120) have performed some studies to evaluate the adverse effect of neonicotinoids insecticides on the foraging performance and larval development of some managed wild bees such as *Bombus impatiens*, *Osmia lignaria* and *Megachile rotundata*. Nonetheless, there is no sufficient studies on the impact of neonicotinoids insecticides on honeybees in Egypt despite the extensive use of these insecticides for years. So the current study aims to evaluate the impact of some insecticides, with special reference to the neonicotinoids group on broad bean bee-pollinators in the Egyptian agroecosystem.

MATERIAL AND METHODS

Field Experiment:

Field study was conducted during the flowering seasons of broad bean, *Vicia faba*, variety Giza 843, from February to March 2019, at the experimental farm of Suez Canal University at Ismailia Governorate in North-Eastern Egypt

(30°37'15"N 32°15'41"E). The location climate is characterized by mild winter with light rains and hot dry summer with some humidity. The soil texture of experimental site was sandy soil (94.5% sand, 2.5% silt and 3.0% clay) with pH of 7.8.

Insecticides used:

The insecticides used in the present study were Actara (25% WG - thiamethoxam), Clipper (20% SL-acetamiprid), Calypso (48% - thiacloprid), Radiant (12% SC - spinosyns A and D, *Saccharopolyspora spinosa*) and Malathion (57%-organophosphate insecticide). All pesticides were purchased from the local market at Ismailia city.

These insecticides are widely used for controlling several pests on different crops such as aphids, whitefly and others. Solutions of all tested compounds were prepared in distilled water at the recommended field rate (FR) (Table 1). The tested concentrations of all tested insecticides in the present study were prepared one hour prior to conducting the experiments.

Table (1): List of commercial formulations, active ingredient and field rate of tested insecticides

Insecticides	Active ingredient	Recommended dose (FR)	Active ingredient (a.i.)
Actara 25 WG	Thiamethoxam	0.2 g/l	50 mg/l
Radiant 12% SC	Spinosyns A and D	0.5 ml/l	60 mg/l
Clipper 20% SL	Acetamiprid	0.25 ml/l	50 mg/l
Calypso 48% SL	Thiacloprid	0.3 ml/l	144 mg/l
Malathion 57% EC	Organophosphate	1.5 ml/l	855 mg/l

Field Bioassay:

Impact of insecticide application on the foraging activity of bee foragers:

Insecticides were applied using a backpack sprayer in a broadcast application on broad bean plants when the stage was at 70-100 days to flowering. The insecticides treatment was made of five treatments with three replicate plots each (7×7 m). Each replicate was made of 10 rows of broad bean plants. Control treatment was also conducted with the same protocol, applying distilled water without any insecticide.

Population and foraging activity of different species of Hymenopterous bee pollinators visiting broad bean flowers were recorded. Regular counts of the insects above the flowers of broad bean plants were performed 15 days before insecticide application and again, 1, 3, 5, 7 and 10 days post treatment. Three counts a day were taken; e.g. morning at 10-12 am., early afternoon 12-2 pm, and 2-4 pm, with each count lasting about 5 minutes. During direct observation, the number of individuals for each species was counted.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Specimens of the bee pollinators were collected and preserved in the laboratory for identification based on reference collection in the Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Suez Canal University.

Statistical analysis

All obtained data were statistically analyzed using ANOVA. When F-test was significant, means were separated using Tukey's test at the 0.05 level of significance. SPSS and CoStat software were used.

RESULTS

A total of 5 bee species; three long tongued bees and two short tongued bees were recorded on flowers of untreated broad bean plants. The long tongued bee species were *Apis mellifera* L. and *Xylocopa aestuans* Spinola of Apidae and *Chalicodoma siculum*. Meanwhile, Rossi of

Megachilidae was recorded only in the early season. The short tongued bee species recorded were *Andrena ovatula* Kirby of Andrenidae and *Colletes lacunatus* Dours of Colletidae.

Abundance of main bee pollinators on broad bean flowers before and post insecticide application

Occurrence and abundance of different bee species attracted to broad bean flowers significantly varied before and after insecticides treatment. Mean number of honeybees was 38.70 bees/day before insecticide treatment compared to 8.57 bees/day post treatment. Likewise, *A. ovatula* count was 8.53 bees/day before treatment compared to 2.52 bees/day post treatment. Meanwhile *X. aestuans* count was 27.67 bees/day before treatment, and totally disappeared post insecticide treatment (Fig. 1).

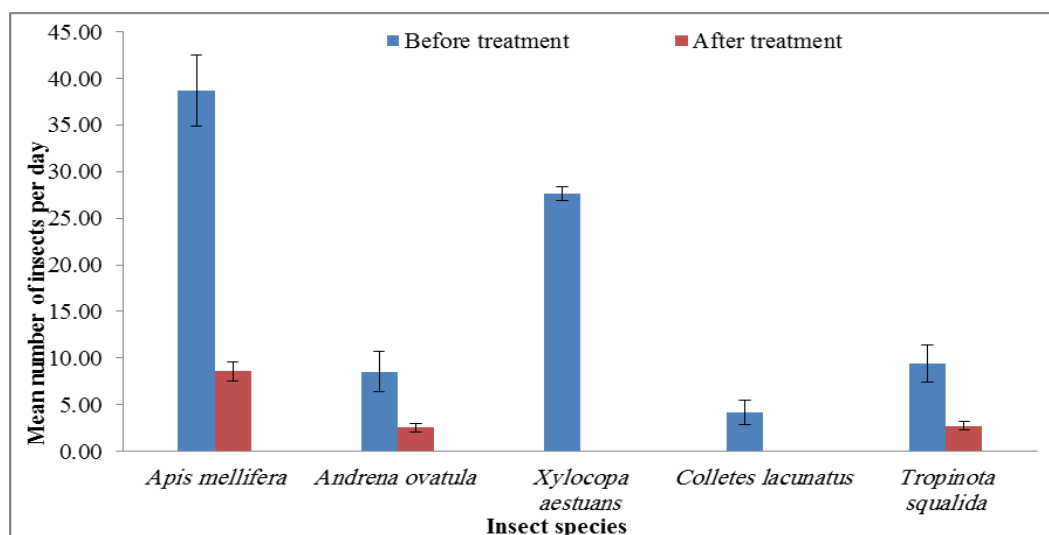


Fig. (1): Impact of insecticides application on the activity of bee pollinators and *Tropinota squalida* on broad bean flowers

Seasonal activity of main bee pollinators on broad bean flowers before and post insecticide application:

Significant decrease in the activity of all bees visiting broad bean flowers was recorded post insecticide application compared to their activity before application, and that decline continued until the end of the blooming season. The decrease was more pronounced in the case of honeybees *A. mellifera*, which was significantly more active prior

to insecticide treatment compared to post treatment. The activity of *A. ovatula* decreased gradually after insecticide application, while *C. lacunatus* was recorded only once over the period of 10 days post application. It is worth noting that no individual of *X. aestuans* was recorded on broad bean flowers after insecticide treatment (Fig. 2). Counts of *Tropinota squalida*, a non pollinator nor a flower visitor was performed for comparison purposes only.

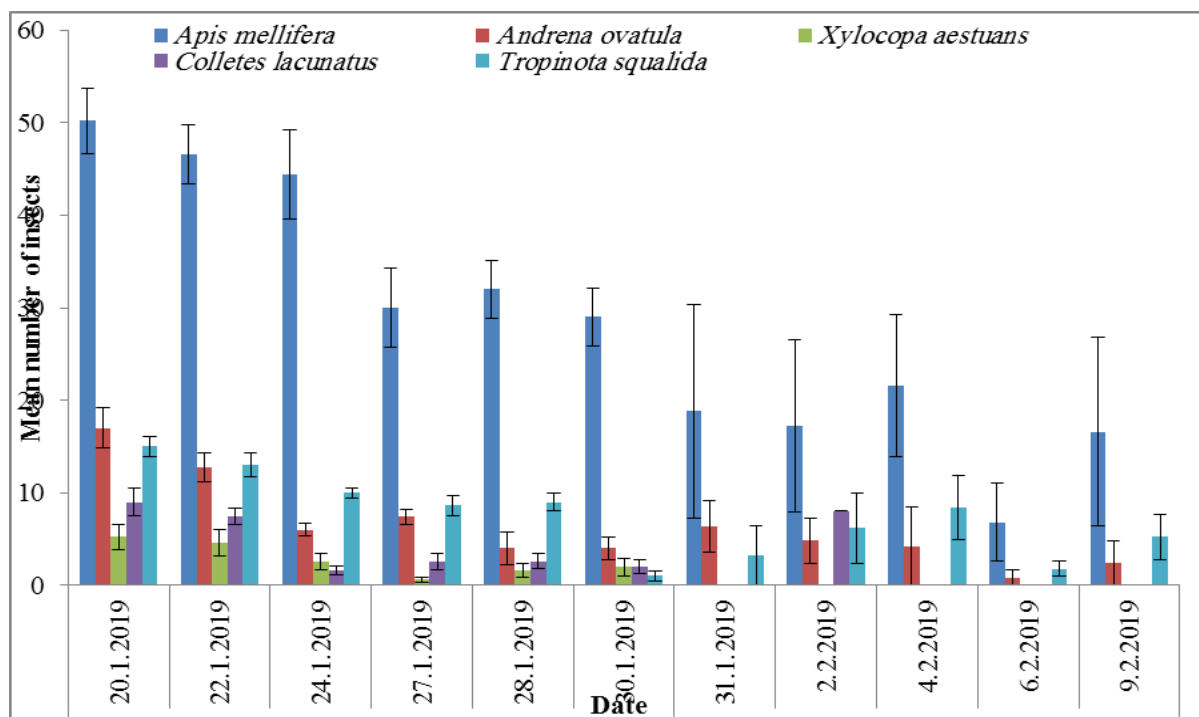


Fig (2): Activity of main insect visitors on broad bean flowers, before and post insecticides application, Ismailia 2019

Daily activity of main bee pollinators and *Tropinota squalida* on broad bean flowers before and post insecticide application:

Daily activity of insects visiting broad bean flowers varied greatly, showing significant decrease after insecticides application compared to their activity before application (Fig. 3). Highest activity of all observed insects, especially honeybee *A. mellifera* was recorded at 12:00-2:00 p.m. before insecticides treatment, meanwhile their activity has significantly decreased after the treatment. The mean averages of *A. mellifera*, *A. ovatula* and *Tropinota squalida* were 14.8, 3.07 and 3.13 individual/interval before treatment compared to 6, 1.13 and 1.77, respectively post treatment.

Impact of tested insecticides on the number and activity of broad bean insect visitor in Ismailia governorate:

Figure (4) indicated that all tested insecticides clearly led to significant decline in the number of insects visiting broad bean flowers. Thiamethoxam caused the highest negative impact on the main insect pollinator, *Apis mellifera*, with an average of 1.4 bees/day in treated plots compared to 42.2 bees/day in untreated plots. Thiacloprid came second in terms of its harmful effect against the beneficial insects, since it caused a cut down of

attracted honey bees to broad bean flowers, though this reduction was less than that caused by Thiamethoxam, accounting for 2.6 bees/day. Meanwhile, the decline in the number of insects visits were even less for organophosphate, spinosyns A and D and acetamiprid with averages of 3.6, 35.8 and 37.8 bees/day, respectively. Similar trend of visits decline was also recorded for the other insect pollinators as well as on *Tropinota squalida*.

As shown in Figure (5) the deleterious impacts of the tested insecticides on the activity of the main insect visitors of broad bean flowers were observed throughout the three various time intervals per day, with no significant differences between the different intervals.

Data presented in Figure (6) indicates that the harmful effects of all tested insecticides on the activity patterns of the main insect visitors of broad bean flowers were recorded shortly one day after application. These effects had increased gradually with the time till the 7th day post application, then decreased again in the 10th day of application except in case of thiacloprid and thiamethoxam, where the impact continued without significant decrease.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

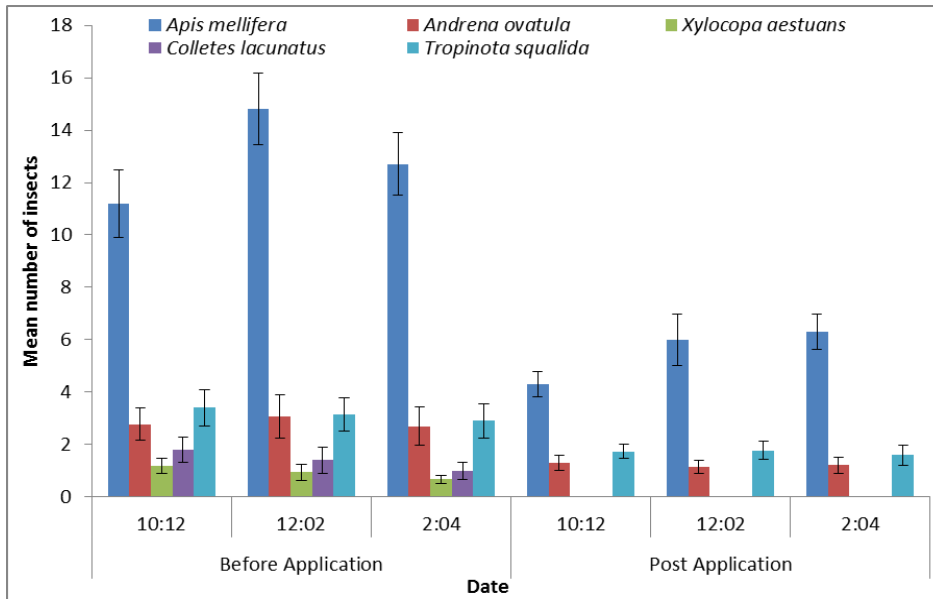


Fig. (3): Daily activity at three collected times of bee pollinators on broad bean before and after insecticides application, Ismailia 2019

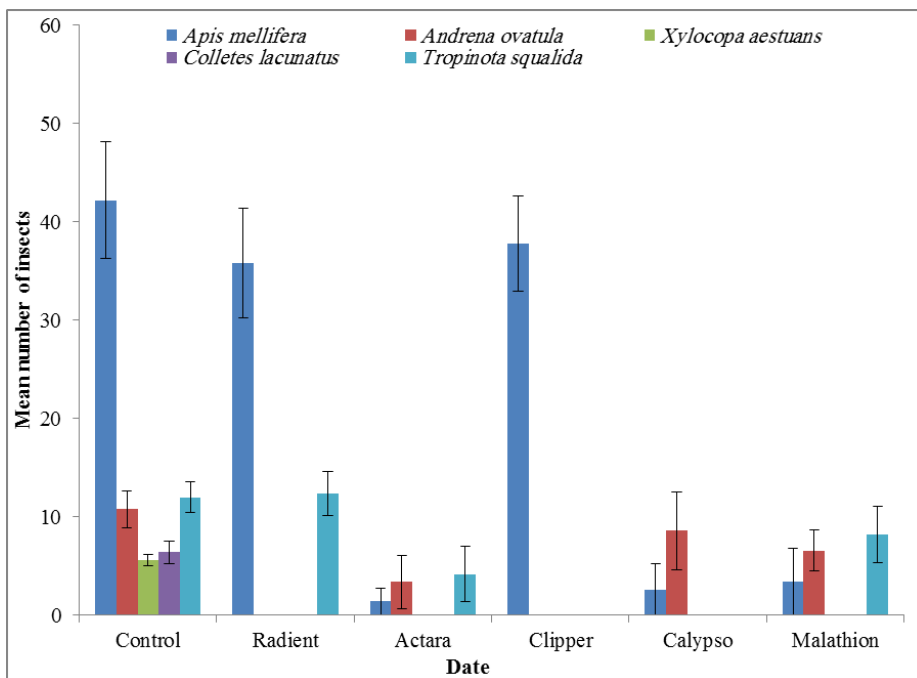


Fig. (4): Effect of insecticides application on the activity of bee pollinators on broad bean flowers, Ismailia 2019

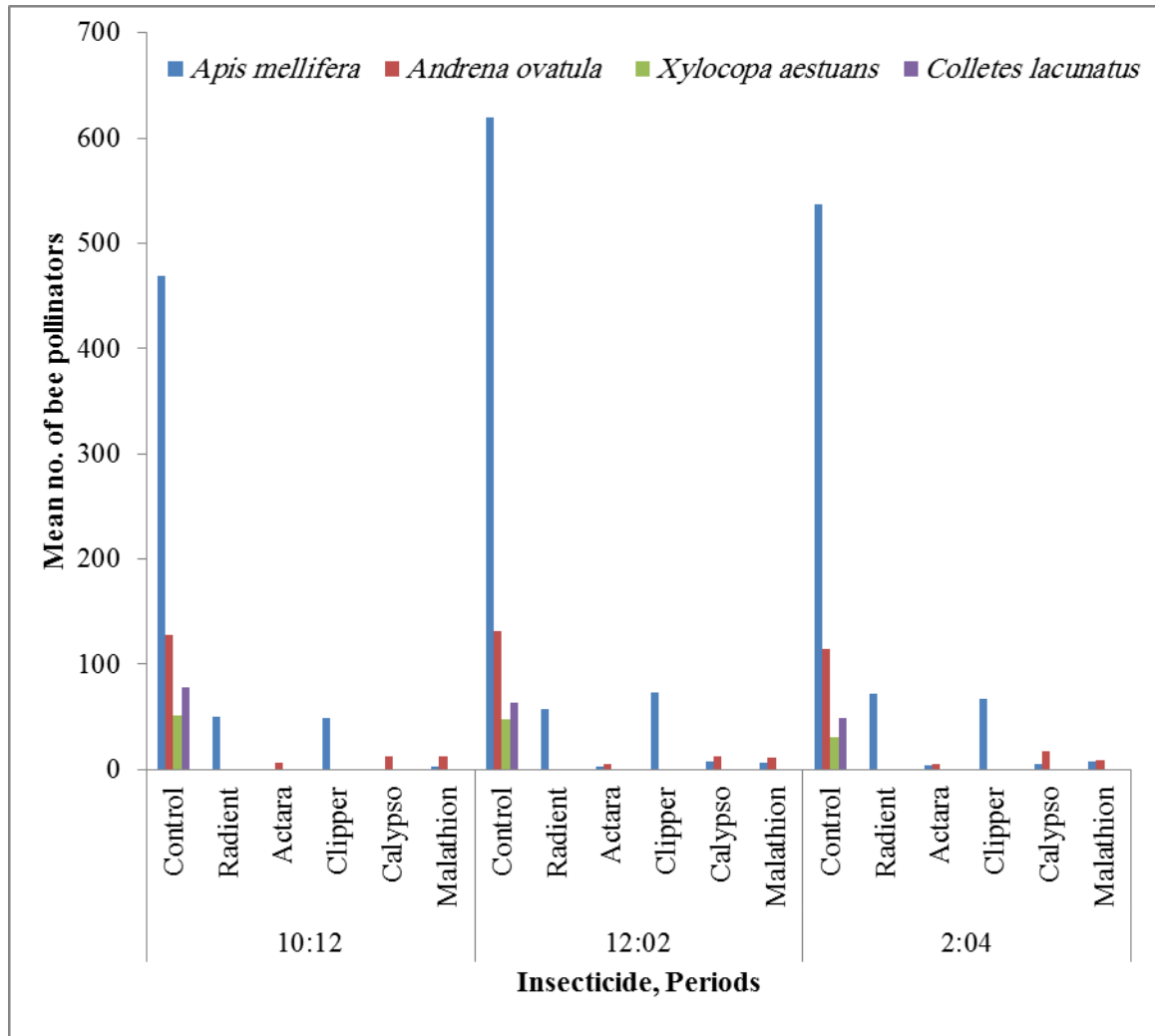
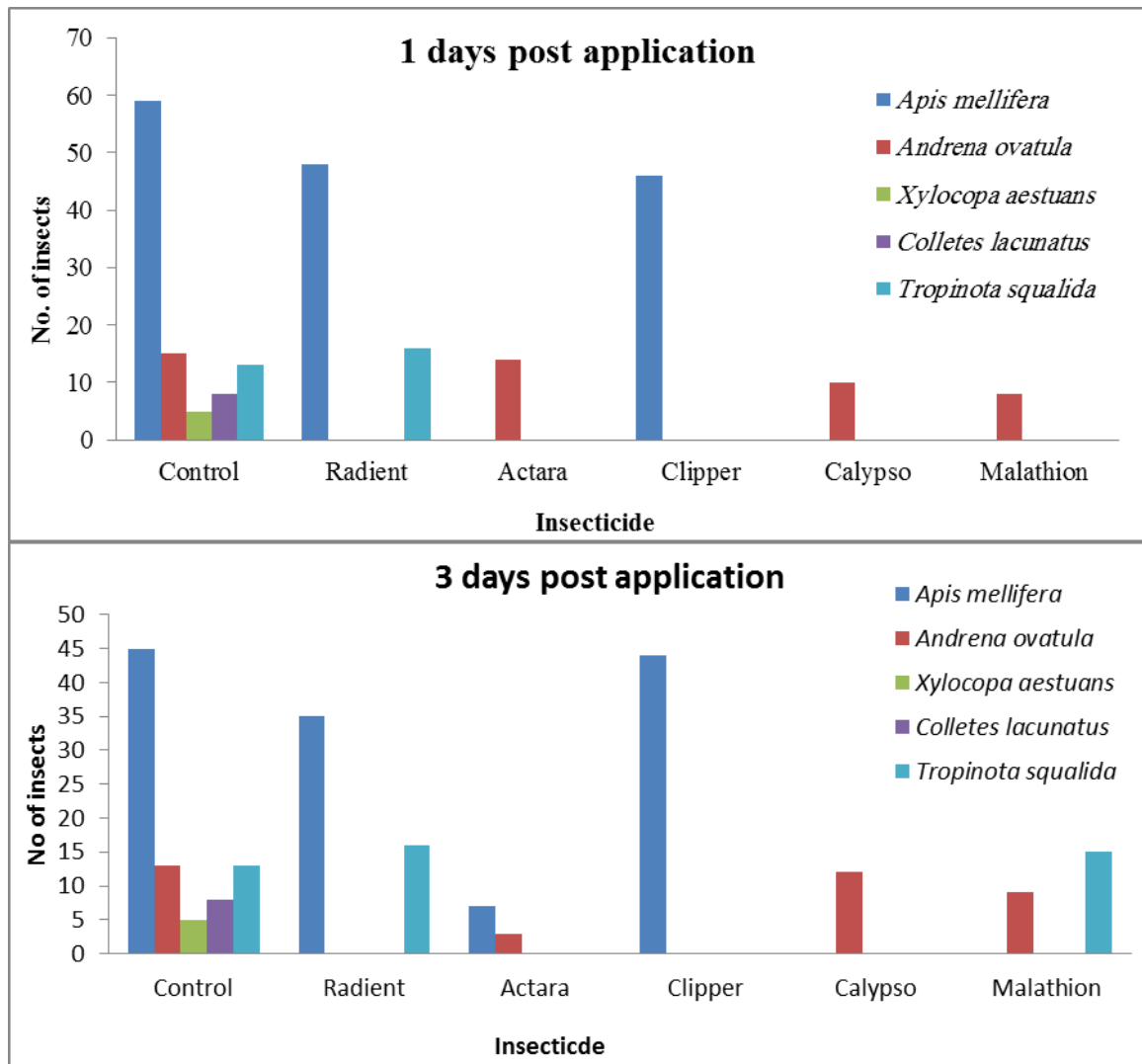
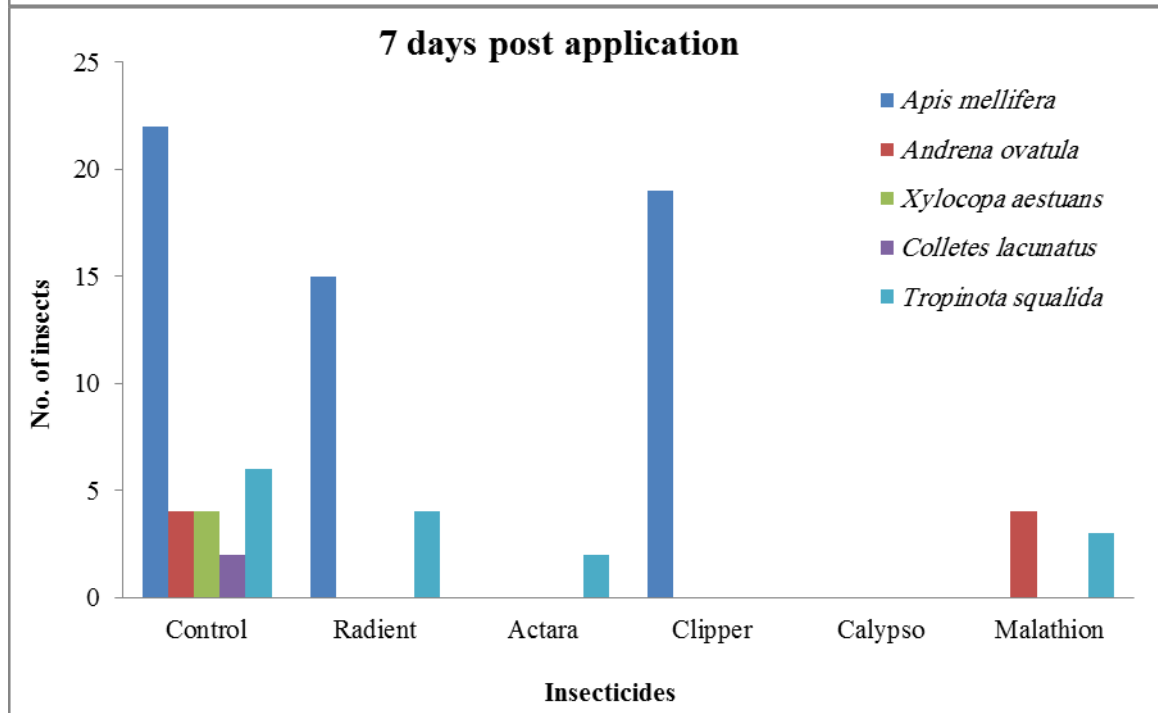
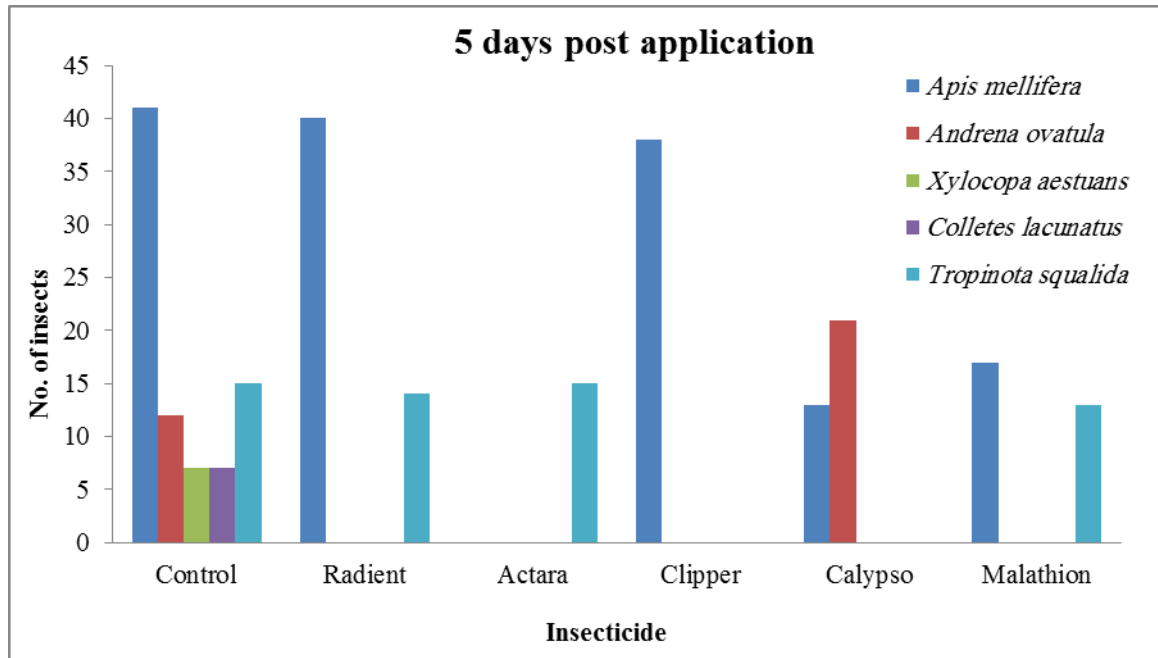


Fig. (5): The effect of insecticides application on the daily activity of bee pollinators on broad bean flowers, Ismailia 2019

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE





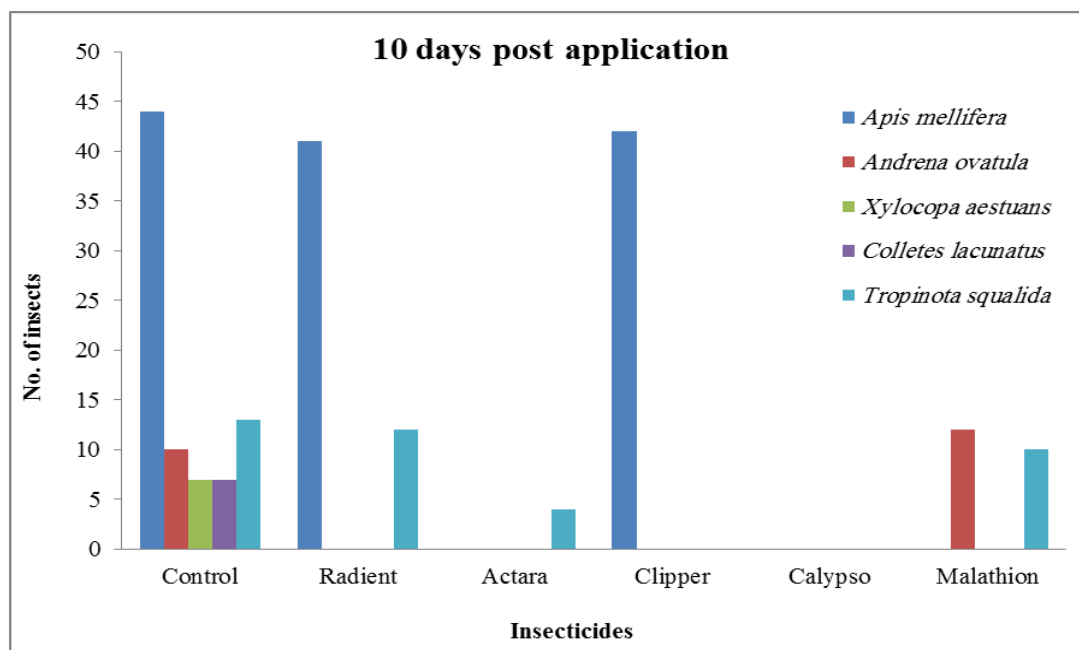


Fig (6): Number of bee pollinators visited broad bean flowers 1, 3, 5, 7 and 10 days post insecticides application, Ismailia 2019.

DISCUSSION

In Egypt, several studies have been addressing levels of pesticides residues in several honeybees colonies products such as honey and pollens (Al Naggar et al. 2015, Abdallah et al. 2017, Codling et al. 2018, El-Hady et al. 2019, El-Nahhal 2020). However, the impact of direct exposure of forager bees to insecticides was not fully studied. The present study is an attempt to fill this gap, trying to figure out the impact inflicted on social and solitary bees forager bees after exposure to neonicotinoids insecticides under field conditions.

The present findings revealed a sharp decline in the abundance of four tested bee species before and after direct exposure to pesticides. Both groups of short and long tongued bees visiting broad bean were affected after direct exposure, and the number of foragers were much less in *A. ovatula*, *A. mellifera*, *C. lacunatus* and *X. aestuans*.

The present findings shed some light on the importance of direct exposure of non-*Apis* species to insecticides, specially thiacloprid and thiamethoxam that negatively affected the pollination services provided by these species. (Shebl and Farag 2015) have also recorded some

significant decline affecting some potential bee pollinators, with special reference to species of genu *Anthophora* due to insecticides use and some intensive agricultural practices.

Strobl et al. (2021) suggested that the mortality is not necessarily the only impacts since colony individual survival and fertility might also be affected by exposure to insecticides. Low doses of thiamethoxam and thiacloprid reduced colony size, queen production and bumblebees worker survival which could have a negative influence on their foraging behavior (Mommaerts et al. 2010, Giri et al. (2018).

Similarly, Giri et al., (2018) reported that thiamethoxam had a negative impact on foraging activity and mortality of worker honeybees 3-4 days post spraying in field conditions. Williamson et al., (2014) have also reported that the bee exposure to thiamethoxam was combined with more time grooming and the exposure to sublethal for 24h has a subtle influence on bee behavior. However, some further work should be carried out to fully ascertain the impact of neonicotinoids on biological and physiological parameters of non *Apis* bees, especially managed species such as leafcutting bees and mason bees.

Conclusion

The major emphases of the present study have focused on how neonicotinoids and some other insecticides would influence pollinators decline, that lead to weaken the role they play in pollination services, agriculture production, biodiversity and other major ecosystem services. Raising awareness of the public and decision makers is one major goal of the present study as the first step to enforce special measures to promote rational use of pesticides in Egypt, and to limit and / or ban the use of neonicotinoids insecticides one of the most serious environmental stressors on bees.

Competing interests: The authors declare that they have no competing interests

Authors' contributions: DE, MS, MT and MO planned and designed the work. DE and MS did field work and collected data. MO and MT analyzed the data and writing the manuscript. All authors read and approved the final manuscript

Source of Finance: Not applicable because there is no funding source for this study

Ethical issue: Not applicable because this study on bees, animals or humans.

Acknowledgements: We are grateful to the Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Suez Canal University for providing research facilities used throughout the course of this work and their general, long-term support of melittological research. In addition, we are grateful to the anonymous reviewers for their helpful inputs on an earlier version of the manuscript.

REFERENCES

Abbott, V.A., Nadeau, J.L., Higo, H.A., Winston, M.L. 2008. Lethal and sublethal effects of imidacloprid on *Osmia lignaria* and clothianidin on *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae). *Journal of Economic Entomology*, 101(3): 784-96. DOI: <https://doi.org/10.1603/0022-0493>.

Abdallah, O.I., Hanafi, A., Abdel Ghani S.B., Ghisoni, S., Lucini, L. 2017. Pesticides contamination in Egyptian honey samples. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 12(4): 317-327. DOI: 10.1007/s00003-017-1133-x.

Allen-Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., Cane, J., Cox, P.A., Dalton, V., Feinsinger, P., Ingram, Inouye, M.D., Jones, C.E., Kennedy, K.,

Kevan, P., Koopowitz, H., Medellin, R., Medellin-Morales, S., Nabhan, G.P., Pavlik, B., Tepedino, V., Torchio P., Walker, S. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation biology*, 12(1):8-17.

Al Nagggar, Y., Codling, G., Vogt, A., Naiem, E., Mona, M., Seif, A., Giesy, J.P. 2015. Organophosphorus insecticides in honey, pollen and bees *Apis mellifera* L. and their potential hazard to bee colonies in Egypt. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 114:1-8. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2014.12.039.

Bishnoi, S.K., Hooda, J.S., Panchta, R., Yadav, I.S. 2012. Advances on heterosis and hybrid breeding in faba bean (*Vicia faba* L.). *Forage Research*, 38 (2): 65-73.

Blacqui re, T., Smagghe, G., van Gestel, C. A. M., Mommaerts, V. 2012. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology*, 21:973–992. DOI 10.1007/s10646-012-0863-x.

Brandt A., Gorenflo, A., Siede, R., Meixner, M., Büchler, R. 2016. The neonicotinoids thiacloprid, imidacloprid, and clothianidin affect the immunocompetence of honey bees *Apis mellifera* L. *Journal of Insect Physiology*, 86: 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2016.01.001>.

Codling, G., Al Nagggar, Y., Giesy, J.P., Robertson, A.J. 2018. Neonicotinoid insecticides in pollen, honey and adult bees in colonies of the European honey bee *Apis mellifera* L. in Egypt. *Ecotoxicology*, 27(2): 122-131. DOI: 10.1007/s10646-017-1876-2.

El-Berry, A.A., Moustafa, M.A., Abdel-Gawaad, A.A., El-Bialek, S. 1974. Pollinators other than honey bees visiting certain vegetable plants in Egypt. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 77(1-4): 106-110.

El-Hady, E.A., El-Sharkawy, H.M., Sanad, R.E. 2019. Evaluates the possible risk of pollen grains contamination by pesticide residues and their affects on honey bee survival. *Journal of Productivity and Development*, 24(4): 869–883. DOI: 10.21608/JPD.2019.81094.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- El-Nahhal, Y. 2020. Pesticide residues in honey and their potential reproductive toxicity. *Science of the Total Environment*, 741: 139953. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139953.
- Food and agriculture organization (FAO). 2019. FAOSTAT Statistical Database of the United Nation Food and Agriculture Organization (FAO) statistical division. Rome <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., Vaissière, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68(3): 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>.
- Gill, R.J., Raine, N.E. 2014. Chronic impairment of bumblebee natural foraging behavior induced by sublethal pesticide exposure. *Functional Ecology*, 28(6): 1459-1471. DOI: doi.org/10.1111/1365-2435.12292.
- Giri, G.S., Bhatt, B., Mall, P., Pandey, R. 2018. Effect of thiamethoxam on foraging activity and mortality of *Apis mellifera* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 52(2): 215-217. DOI: 10.18805/IJArE.A-4907.
- Goulson, D. 2003. Conserving wild bees for crop production. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 1:142-144.
- Ibrahim, M.M. 1979. Breeding and propagation of some efficient insect pollinators in newly reclaimed land in Egypt. Project Report No. 4, pp. 1-67. Ministry of Agriculture, Dokki, Giza, Cairo.
- 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. DOI: 10.1242/jeb.123612.
- Mommaerts, V., Reynder, 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. DOI: 10.1007/s10646-009-0406-2.
- Nellemann, C., Macdevette, M., Manders, T., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A.G., Kaltenborn, B.P. 2009. The Environmental Food Crisis: The Environment's Role in Averting Future Food Crises. A UNEP rapid response assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, www.grida.no, pp 1-104.
- Ollerton J. 2017. Pollinator Diversity: Distribution, Ecological Function, and Conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48: 353-376. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919>.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kreme, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(6): 345-353. DOI: 10.1016/j.tree.2010.01.007.
- Rundlöf, M., Andersson, G.K., Bommarco, R., Fries, I., Hederström, V., Herbertsson, L. & Smith, H.G. 2015. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521(7550): 77-80. DOI: 10.1038/nature14420.
- Shebl, M.A., Farag, M. 2015. Bee diversity (Hymenoptera: Apoidea) visiting Broad Bean (*Vicia faba* L.) flowers in Egypt. *Zoology in the Middle East*, 61(3): 256-263. DOI: 10.1080/09397140.2015.1069245.
- Strobl, V., Albrecht, M., Villamar-Bouza, L., Tosi, S., Neumann, P., Straub, S. 2021. The neonicotinoid thiamethoxam impairs male fertility in solitary bees, *Osmia cornuta*. *Environmental Pollution*, 284: 117106. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.117106.
- Williamson, S.M., Willis, S.J., Wright, G.A. 2014. Exposure to neonicotinoids influences the motor function of adult worker honeybees. *Ecotoxicology*, 23(8): 1409-1418. DOI: 10.1007/s10646-014-1283-x.

Citation/Atıf: Tatlı H, Koç B, Barak D. Türkiye'de tüketicilerin yerel bal ödeme taleplerini etkileyen faktörler: trb1 bölgesinde bir kesit çalışması (Factors affecting consumers' local honey payment demands in Türkiye: a cross section study in trb1 region).U. Arı D. / U. Bee J. 2022, 22(2):130-147. DOI: 10.31467/uluaricilik.1088402

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

TÜRKİYE'DE TÜKETİCİLERİN YEREL BAL ÖDEME TALEPLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER: TRB1 BÖLGESİNDE BİR KESİT ÇALIŞMASI

Factors Affecting Consumers' Local Honey Payment Demands in Turkey: A Cross Section Study in TRB1 Region

Halim TATLI¹, Beşir KOÇ², Doğan BARAK³

¹Bingöl Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, Bingöl, TÜRKİYE, E-posta: htatli@bingol.edu.tr, ORCID No:0000-0002-7940-008712000

²Bingöl Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, Bingöl, TÜRKİYE, Yazışma Yazarı / Corresponding author: E-posta: kocbesir47@gmail.com, ORCID No: 0000-0001-6885-2240

³Bingöl Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, E-posta: dbarak@bingol.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-8812-7668

Geliş Tarihi / Received: 15.03.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 21.04.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1088402

ÖZ

Bu çalışma, TRB1 Bölgesinde bal tüketicilerinin profilini ortaya koymak tüketicilerin ek ödeme istekliliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın kaynağını birincil veriler oluşturmaktadır. Yerel Bal Ödeme İstekliliği için yapılan saha çalışmasının kapsamı TRB1 Bölgesi (Bingöl, Elazığ, Malatya ve Tunceli) kent merkezlerindeki bal tüketicileri olarak belirlenmiştir. Veriler bu bireylerden anket yoluyla ve yüz yüze tekniği ile elde edilmiştir. Ankette bal tüketicilerine 6 farklı senaryo sunulmuş ve tüketicilerin satın almak istedikleri balın özellikleri ve ek ödeme isteklilikleri belirlenmiştir. Bu çalışmanın örnek hacmi “Ana Kitle Oranlarına Dayalı Kümelendirilmemiş Tek Aşamalı Tesadüfi Olasılık Örnekleme” yöntemiyle belirlenmiş ve 393 adet anketle çalışılmıştır. Çalışmada Cluster ve faktör analizleri kullanılmıştır. Cluster analizinde tüketiciler gelirlerine göre kümelere ayrılmışlardır. Buna göre tüketicilerin %51.91'i (204 tüketici) düşük gelir düzeyi grubunda yer alırken, %36.38'i (143 tüketici) orta gelir düzeyi ve %11.71'i (46 tüketici) yüksek gelir düzeyine sahip grupta yer aldığı söylenebilir. Çok değişkenli analiz tekniklerinden olan faktör analiz sonuçlarına göre bal için ek ödeme istekliliği üzerinde etkili olan değişkenler 6 faktörde toplanmış ve bu altı faktörün toplamı, toplam varyansın %63.90'nunu açıkladığı belirlenmiştir. Çalışmanın çıktıları incelendiğinde, tüketiciler genellikle doğal ve organik bal isteklerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Tüketicilere sunulan 6 senaryonun 2'sinde tüketicilerin yerel doğal bal ve özellikle Bingöl balını tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Diğer üç senaryoda ise tüketiciler doğal organik olmak kaydıyla Türkiye'nin her hangi bir bölgesinin balını tercih edebileceklerini belirtmişlerdir. Doğal ve organik bal isteyen tüketicilerin eğitim düzeyleri gelir düzeyleriyle paralel şekilde artış gösterdiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Ek Ödeme İstekliliği, Bal Tüketimi, Cluster Analizi, Faktör Analizi, TRB1

ABSTRACT

This study was carried out to reveal the profile of honey consumers in TRB1 Region and to determine the willingness of consumers to pay additional payments. The source of the study is the primary data. The scope of the fieldwork for Local Honey Payment Willingness was determined as honey consumers in the city centers of TRB1 Region (Bingöl, Elazığ, Malatya and Tunceli). Data were obtained from these individuals through a questionnaire and face-to-face technique. In the survey, 6 different scenarios were presented to honey consumers and the characteristics of the honey they

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

wanted to buy and their willingness to pay additionally were determined. The sample size of this study was determined by the "Unclustered Single Stage Random Probability Sampling Based on Population Ratios" method and was studied with 393 questionnaires. Cluster and factor analyzes were used in the study. In the cluster analysis, consumers are divided into clusters according to their income. Accordingly, 51.91% (204 consumers) of the consumers are in the low-income group, 36.38% (143 consumers) are in the middle-income group and 11.71% (46 consumers) are in the high-income group. According to the factor analysis results, which is one of the multivariate analysis techniques, the variables that affect the willingness to pay extra for honey were collected in 6 factors and it was determined that the sum of these six factors explained 63.90% of the total variance. When the outputs of the study were examined, it was determined that consumers generally expressed their desire for natural and organic honey. They stated that in 2 of the 6 scenarios presented to consumers, consumers prefer local natural honey and especially Bingöl honey. In the other three scenarios, consumers stated that they can prefer honey from any region of Turkey, provided that it is natural organic. It can be said that the education levels of consumers who want natural and organic honey increase in parallel with their income levels.

Keywords: Willingness to Pay Additional Payment, Honey Consumption, Cluster Analysis, Factor Analysis, TRB1

EXTENDED ABSTRACT

Aim: This study was carried out to reveal the profile of honey consumers in TRB1 Region and to determine their willingness to pay additional payments. Analyzing the price acceptability of the honey produced in Bingöl, where industrialization is low and therefore environmental pollution is relatively low, by consumers in its own region (TRB1) is among the important objectives of this study. In this respect, the willingness of consumers to pay for local filtered and comb honey and the factors affecting the ideal honey pricing were determined.

Material and Method: The scope of the fieldwork for Local Honey Payment Willingness was determined as honey consumers in the city centers of TRB1 Region (Bingöl, Elazığ, Malatya and Tunceli). Data were obtained from these individuals through a questionnaire and face-to-face technique. In the survey, 6 different scenarios were presented to honey consumers and the characteristics of the honey they wanted to buy and their willingness to pay additionally were determined. The sample size of this study was determined by the "Unclustered Single Stage Random Probability Sampling Based on Population Ratios" method and was studied with 393 questionnaires. Cluster and factor analyzes were used in the study.

Results and Discussion: According to the results of factor analysis, which is one of the multivariate analysis techniques, 24 variables that affect the willingness to pay additionally for honey were

collected in 6 factors. It was determined that the sum of these six factors explained 63.90% of the total variance. When the outputs of the study were examined, it was determined that consumers generally expressed their desire for natural and organic honey.

It can be said that as income increases, the rate of consumers who state that they consume honey also increases. It can be said that the rate of consumers who consume honey 2-4 times a week increases as they move from low income level to high income level.

Conclusion: In the study, 6 different cards were presented to reveal the desire of consumers to make additional payments. In all cards except the second card, consumers expressed their wishes for natural and organic honey. It can be said that in two of these scenarios, consumers stated that they preferred local natural honey and especially Bingöl honey. In the remaining three scenarios, consumers stated that they can prefer honey from any region of Turkey, provided that it is natural organic. It can be said that the education level of consumers who want natural and organic honey has increased in parallel with their income levels.

GİRİŞ

Bal, sağlık ve içeriğindeki besinler sayesinde tüketiciler tarafında giderek beğenilmektedir (Cosmina vd. 2016). Dolayısıyla çıktıklarıyla insan beslenmesinde, bitkilerin tozlaşmasındaki önemi bakımından bitkisel üretimin sürekliliğini sağlayan,

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

istihdama katkı, gelir artırıcı ve yoksulluğu azaltıcı bir faaliyet olan arıcılık faaliyeti, ekolojik ve ekonomik sonuçları olan bir öneme sahip olduğu söylenebilir (Karahana ve Özbakır, 2020; Kutlu ve Kılıç, 2020). Bu nedenle arıcılık önemini geliştirmiş ve gelişmekte olan bütün ülkelerde koruyan ve devam ettiren bir faaliyet koludur (Koç, ve ark., 2017; Koç ve ark., 2010).

Türkiye’de arıcılık işletmelerinin %3.82’si ile kovan sayısının %4.50’si TRB1 Bölgesinde yer almaktadır. Ayrıca Türkiye bal üretiminin %2.71’i TRB1 Bölgesinden sağlandığı söylenebilir. TRB1 Bölgesinde 3.080 adet arıcılık işletmesi faaliyet göstermektedir. Toplam 365.829 adet kovandan 2.968 ton bal üretilmektedir. Bölgede kovan başına düşen bal verimi ortalama olarak 8.1 kg olarak hesaplanmıştır. Bu rakam Türkiye’nin kovan başına veriminin oldukça altında gerçekleşmiştir (13.4 kg). TRB1 bölgesinde kovan başına verim en yüksek 11.6 kg ile Bingöl ilinde gerçekleşmiştir. Bingöl ilini 7.0 kg ile Elazığ ili takip etmiştir. Malatya ve Tunceli’de kovan başına bal verimi 5 kg’ın biraz üzerinde hesaplanmıştır. TRB1 Bölgesinde arıcılık işletmelerinin %38.18’i Malatya’da yer alırken, kovan sayılarının %36.03’ü ve bal üretiminin ise %51.8’i gibi yüksek oranlarda Bingöl ilinde gerçekleştiği söylenebilir (Anonim, 2020 b).

22 Nisan 2020 tarihli resmi gazetede yayınlanan, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde bal şu şekilde tanımlanmıştır “bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının, bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı, doğası gereği kristalleşebilen doğal ürün”(Anonim, 2020) olarak tanımlanmıştır. Dolayısıyla bu tanıma uygun bal tüketiciler açısından besleyici ve şifa kaynağı bir üründür. Sağlık bilinci arttıkça ve endişeler gıda işleme teknolojilerine odaklandıkça herhangi bir teknolojik işleme tabi tutulmadığı için bal tüketimi günümüze kadar sürekliliğini devam ettirerek (Cosmina ve ark., 2016) kahvaltılarının vazgeçilmezi arasında olduğu söylenebilir. Görüldüğü gibi bal oldukça karmaşık yapısından dolayı hile yapılması kolay ve hile tespitinin kolay olmadığı doğal bir üründür (Güney, 2014). Bundan dolayıdır ki, bal ürününe son zamanlarda yapılan tağşişlerden biride şeker şurubu (Hışıl ve Börekçioğlu, 1986; Özen, 2020) olduğu söylenebilir. Türkiye ve Dünyada bal sektörü gıda güvenliği açısından sorunlu bir piyasa

olduğundan dolayı tüketiciler organik ve doğal olan bala ek ödeme istekliliğinde buldukları söylenebilir.

Dolayısıyla, dünyada ve Türkiye’de gıda güvenliği, gıda hijyeni, gıdaların içeriği çok önem kazanmıştır. Buna paralel olarak tüketicilerin farkındalık ve bilinç düzeyleri, gıda etiketlerinin okunurluğu büyük önem kazanmıştır. Gıda kaynaklı sağlığı tehdit edici faktörler ve tüketicilerin kalite algısının buna paralel olarak değişmesi, dünya gıda piyasasında önemli pay sahibi olan gelişmiş ülkelerde gıda güvenliği ile ilgili düzenlemelerin tekrar gözden geçirilmesini ve ek önlemleri hep gündemde tutmuştur (Koç, 2011).

Bu çalışma, TRB1 Bölgesinde bal tüketicilerinin profilini ortaya koymak tüketicilerin ek ödeme istekliliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Sanayileşmenin az olduğu ve bu nedenle çevre kirliliğinin nispeten az olduğu Bingöl’de, üretilen balın kendi bölgesindeki (TRB1 Bölgesinde) tüketiciler tarafından fiyat kabul edilebilirliğinin analiz edilmesi bu çalışmanın önemli amaçları arasında yer almaktadır. Bu açıdan tüketicilerin yerel süzme ve petek balın ödeme istekliliğinin ortaya konulması ve ideal bal fiyatlandırmasını etkileyen faktörler belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın kaynağını birincil veriler oluşturmaktadır. Yerel Bal Ödeme İstekliliği için yapılan saha çalışmasının kapsamı TRB1 Bölgesi (Bingöl, Elazığ, Malatya ve Tunceli) kent merkezlerindeki bal tüketicileri olarak belirlenmiştir. Veriler bu bireylerden anket yoluyla ve yüz yüze tekniği ile elde edilmiştir. Ayrıca konu ile ilgili olan bilimsel çalışmalar, kitaplar, dergiler ve diğer basın yayın organlarından da yararlanılmıştır. Çalışmanın söz konusu bölgede ilk defa yapılmış olması çalışmanın özgünlüğü bakımından önemli olduğu söylenebilir.

Çalışmada uygulanan anket üç bölümden oluşmuştur. Anketin birinci bölümü, tüketicilerin sosyoekonomik bilgilerinin ve bal tüketim alışkanlıklarına ilişkin genel görüşleri ve deneyimlerine yer verilmiştir. İkinci bölümde yerel balın ödeme istekliliğiyle ilgili bal balın fiyatı, üretim orijini, üretim mekânı, fiziki özeliği ve organik olup olmamasıyla ilgili oluşturulan 6 senaryolu bir görsellere yer verilmiştir. Bu görsel Cosmina vd. (2016) çalışmasından faydalanarak hazırlanmıştır. Son bölümde ise yerel bal ödeme istekliliğini

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

gösteren yargıların yer aldığı likert tipi bir ölçeğe yer verilmiştir. 6 senaryolu görseller katılımcılara tanıtılmış sonra her görsel üzerinde ayrı ayrı tercihte bulunmaları sağlanmıştır. Her bir senaryoyu gösteren seçim görselleri katılımcılara gösterilmiştir.

Bu çalışmanın örnek hacmi “Ana Kitle Oranlarına Dayalı Kümelendirilmemiş Tek Aşamalı Tesadüfi Olasılık Örnekleme” yöntemiyle belirlenmiştir (Collins,1986).

$$n=t^2 [1+(0.02)*(b-1)]*p*q/e^2$$

Tek Aşamalı Tesadüfi Olasılık Örnekleme

n	: Örnek hacmi
t	: %95 (tablo değeri:1.96)
b	: Örnekleme aşaması (çalışma tek aşamalı olduğundan 1 olarak alınmıştır)
p	: İncelenen birimin ana kitle içinde gerçekleşme olasılığı (0.50 alınmıştır)
q	: (q=1-p)
e	: Çalışmada %5,00'lik hata kabul edilecektir

b=1 alındığında eşitlik aşağıdaki şekle dönüşmektedir:

$$n=(t^2/e^2)*p*q$$

Bu formül excel paket programına girildiğinde ise;

$$n=(1.96/5.00)^2*(0.50*0.50)$$

n=385 olarak bulunmuştur. Ancak, örnek büyüklüğünün bu şekilde belirlenmesine karşın, temsil gücünün yüksek olması ve bazı anketlerin tutarsız ve eksik cevaplanabileceği dikkate alınarak bu çalışmada 400 anket yapılmıştır. Analize uygun olmayan anketler çıkarıldıktan sonra kalan 393 adet anketle çalışılmıştır.

Anketleri farklı sosyo-ekonomik tabakalarda dağıtmak üzere, kent merkez ilçelerini oluşturan mahalleleri ve nüfuslarını il belediyelerinin bilgi işlem dairesinden temin edilmiştir. Her ilin TRB1 Bölge nüfusu içindeki payları bulunarak, her ilin sahip olduğu oran, tek tek toplam anket sayısı ile çarpılarak söz konusu ilde yapılacak anket sayısına ulaşılmıştır. Aynı işlem her il merkezinin sahip olduğu mahalleler içinde tekrarlanarak, söz konusu mahallede yapılacak anket sayısına ulaşılmıştır.

Tüketici anketlerinden elde edilen veriler bilgisayar ortamında SPSS 12.0 paket programında analiz edilmiştir. Verilerin analizinde Cluster ve faktör analizleri kullanılmıştır.

Cluster (kümeleme) analizi, bireylerin veya uyarıcıların benzerliklerine göre kümelerde toplanmasını amaçlayan çok değişkenli bir istatistiksel analizdir. Cluster analizi için kullanılan K-means yöntemi ise, bir dizi input değerini temel olarak

verideki benzerlikleri bulmaya çalışır. Aynı özellik gösterenler bir kümede yer alacak şekilde gruplara atanır (Kurtuluş, 1985; Tatlıdil, 1996). Bu tekniğin uygulanmasında, küme sayısı konusunda ön bir bilgi varsa bu durumda, hiyerarşik olmayan (nonhierarchical) kümeleme yöntemleri kullanılmaktadır. Söz konusu bu yöntemlerden en çok tercih edilen ise Mac Queen tarafından geliştirilen K-Mean tekniğidir. K-Mean tekniğinde işletme genişlikleri veya tüketiciler, kümeler içi kareler toplamı en küçük olacak şekilde k kümeye bölünmektedir. Yani, X_1, X_2, \dots, X_n gibi P değişkenli gözlem vektörleri, çok boyutlu X uzayında birer nokta olarak düşünüldüğünde ve aynı zamanda uzayda a_1, \dots, a_k her grup işletme veya kişiler için küme merkezleri seçildiğinde (Tatlıdil, 1996);

$$W_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \min_{1 \leq j \leq k} \|x_i - a_j\|^2$$

İlkesi gereğince tüketiciler gelir düzeylerine göre en yakın kümeye atanmaktadır. K-Mean yönteminde, ilk adımda grup sayısı için karar verildikten sonra ikinci aşamada her bir grubun üyelik koşulları belirlenir. Son adımda ise, her bir grubun belirli özellikleri ortaya konur (Akpınar, 2004).

Çalışmada kümeleme tüketicilerin gelir düzeylerine göre K-Mean tekniğine göre yapılmıştır. Böylece daha önce girilen tüketicilerin gelir düzeyleri kayıtları temel alınarak her bir kayıt en çok benzediği kümeye atanmıştır. Kümelerin

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

oluşumuyla birlikte her bir gruptaki benzerlikler ile gruplar arası farklılıklar ortaya konulmuştur. Buna göre tüketicilerin %51.91'i (204 tüketici) düşük gelir düzeyi grubunda yer alırken, %36.38'i (143 tüketici) orta gelir düzeyi ve %11.71'i (46 tüketici) yüksek gelir düzeyine sahip grupta yer aldığı söylenebilir. Düşük gelir düzeyi grubunda bulunan tüketicilerin aylık ortalama geliri 2.917,65 TL, Orta gelir düzeyi grubunda yer alan tüketicilerin aylık geliri ise 5.974,13 TL ve son olarak yüksek düzey gelir grubunda bulunan tüketicilerin geliri ise 10.782,61 TL olarak belirlenmiştir.

Çalışmada ayrıca dünya pazarlama literatüründe yer bulan ve araştırmalarda genel olarak kullanılan **Çizelge 1. Faktör Analizi Veri Matrisi**

Variables						
Case	X1	X2	X3	.	.	Xp
1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	.	.	x_{1p}
2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	.	.	x_{2p}
3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	.	.	x_{3p}
n	X_{n1}	X_{n2}	X_n	.	.	x_{np}

Kaynak: (Ness, 2002)

Faktör analizinin matematiksel formülü şu şekilde açıklanabilir (Ness, 2002).

$$X_1 = b_{11}f_1 + b_{12}f_2 + \dots + b_{1k}f_k + u_1$$

$$X_2 = b_{21}f_1 + b_{22}f_2 + \dots + b_{2k}f_k + u_2$$

$$X_p = b_{p1}f_1 + b_{p2}f_2 + \dots + b_{pk}f_k + u_p$$

Bazı tanımlar;

f_k = Genel faktörler (k'inci faktörün p'inci değişkeni ölçmedeki önemi veya faktör aralığı)

b_{pk} = Faktör ağırlıkları (p'inci değişken ile k'inci faktör arasındaki korelasyon derecesi)

u_p = Unique faktörü (faktörler tarafından açıklanamayan tüm değişkenlerin kaynakları)

Burada, açıklayıcı değişkenlerin kullanılan analiz için ne derece uygun olduğu Kaiser-Meyer-Oklin (KMO) testi ile ölçülmüştür. KMO örnekleme yeterliliği ölçütü, gözlenen korelasyon katsayılarının büyüklüğü ile kısmi korelasyon katsayısının büyüklüğünü karşılaştırmada kullanılan bir indekstir. KMO değeri azaldıkça, faktör analizi tekniğinin uygulanabilirliğinin de azaldığı söylenebilir. Buna göre KMO değerinin 0.90'larda olması çok mükemmel, 0.80'lerde iyi, 0.70'lerde orta, 0.60'larda düşük, 0.50'lerde çok kötü ve 0.50'nin altında ise

çok değişkenli analiz tekniklerinden Faktör Analiz Yöntemi kullanılmıştır. Faktör analizi, değişkenler arasındaki karşılıklı bağımlılığın sebebini ortaya koymak diye ifade edilebilmektedir. Bu analizin başlıca varsayımları, veri matrisinin analiz öncesi kriter ve tahmin değişkenleri alt matrislerine bölüştürülmemesi ve değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayımdır. Bu sebeple faktör analizi tüketici davranışları, tercihleri ve eğilimleri gibi davranışsal konular olmak üzere çeşitli pazarlama sorunlarında sık sık başvurulan çok değişkenli analiz tekniğidir (Kurtuluş, 1985; Akpınar, 2004; Koç, 2011, s.9). Faktör analizi veri matrisi çizelge 1'de verilmiştir.

kabul edilemez olarak değerlendirilmektedir (Joseph, Hair, Rolph, Ronald ve William, 1992; Emeksiz, Özçiçek, Özdeş Akbay, Usal ve Özel, 2002; Akpınar, 2004). Faktör sayısına karar verilirken dikkate alınan başlıca kriterler öz değer (eigenvalue), varyans ve scree testtir. Çalışmada öz değeri 1'in üzerinde olan faktörler seçilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bal Tüketicilerinin Demografik Yapısı

TRB1 bölgesinde bal tüketicilerinin cinsiyet durumuna bakıldığında bütün gruplarda erkeklerin çoğunlukta olduğu ve tüketicilerin önemli bir kesiminin evli olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin eğitim durumu incelendiğinde, üniversite ve lisansüstü mezunlarının yüksek oranlara sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre gelir yükseldikçe üniversite ve lisansüstü tüketicilerin oranında yükseldiği görülmüştür. Aynı şekilde gelir yükseldikçe lise mezunlarının oranı giderek düştüğü hesaplanmıştır.

Çalışmada tüketicilerin herhangi bir işte çalışıp çalışmadığı da incelenmiştir. Buna göre tüketicilerin geliri arttıkça istihdam oranları da artmıştır. Düşük gelir grubunda istihdam oranı %53.9 olarak bulunurken bu oran orta gelir grubunda %71,3 ve

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

yüksek gelir grubunda ise %93,5 gibi yüksek oranda hesaplanmıştır. Genel ortalamaya göre işsiz tüketicilerin oranı %23,7 olarak bulunmuştur. Gelir yükseldikçe işsizlik oranlarının da giderek düştüğü söylenebilir. Düşük gelir grubunda yer alan

tüketicilerin %19,1'i özel sektör çalışanı iken, orta ve yüksek gelir grubunda ise devlet memurlarının oranı daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu oranlar sırasıyla; %32,2 ve %63 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bal Tüketicilerinin Demografik Yapısı

	Gelir Grupları			Genel %
	Düşük %	Orta %	Yüksek %	
Cinsiyet				
Erkek	67,2	74,1	65,2	69,5
Kadın	32,8	25,9	34,8	30,5
Medeni Durum				
Evli	59,3	65,7	67,4	62,6
Bekâr	38,7	31,5	30,4	35,1
Diğer (Boşanmış ve eşi ölmüş)	2,0	2,8	2,2	2,3
Eğitim Durumu				
Okuryazar değil	1,5	0,0	0,0	0,8
Okur-yazar	2,9	0,7	0,0	1,8
İlkokul	12,7	1,4	0,0	7,1
İlköğretim/ortaokul	9,8	9,1	0,0	8,4
Lise	32,4	25,9	13,0	27,7
Meslek yüksekokulu	11,8	10,5	10,9	11,2
Üniversite ve lisansüstü	28,9	52,4	76,1	43,0
İstihdam Durumu				
Evet	53,9	71,3	93,5	64,9
Hayır	46,1	28,7	6,5	35,1
Meslek Durumu				
Kendi adına çalışan serbest meslek erbabı	3,4	5,6	8,7	4,8
İşyeri/imalathane/işyeri sahibi/tüccar	1,5	7,0	4,3	3,8
Esnaf	9,3	10,5	4,3	9,2
Devlet memuru	9,8	32,2	63,0	24,2
Özel sektör çalışanı	19,1	9,8	10,9	14,8
İşçi	9,3	4,9	2,2	6,9
Çiftçi, balıkçı, Pazarcı	4,4	2,1	0,0	3,1
Çalışmıyor/İşsiz	29,4	21,7	4,3	23,7
Diğer	13,7	6,3	2,2	9,7
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00
N	204	143	46	393
Bazı ortalama Değerler				
Ortalama Yaş (yıl)	36,4	35,7	34,8	36,0
Ailenin Ortalama Geliri (TL)	2.917,64	5.974,12	10.782,60	4.950,38
Aile Büyüklüğü (Birey sayısı)	4,3	4,1	4,4	4,2

Tüketicilerin Bal Tüketim Alışkanlıkları

Genel ortalamaya göre tüketicilerin %98,2'si balın sağlık için faydalı olduğunu ve yaklaşık aynı orandaki tüketicinin ise balın kendilerinde herhangi bir alerjiye sebep olmadığını belirtmişlerdir. Bütün gruplarda tüketicilerin %50'den fazlası bal tükettiğini belirtmiştir. Gelir arttıkça bal tükettiğini belirten tüketicilerin oranının da arttığı söylenebilir. Bal tüketim sıklıkları incelendiğinde, genel ortalamaya göre tüketicilerin %33,3'ü her gün bal tükettiklerini

belirtirken bu oran haftada 2-4 kez bal tüketen tüketicilerin oranı ise %33,6 olarak gerçekleşmiştir. Haftada 2-4 kez bal tüketen tüketicilerin oranı düşük gelir düzeyinden yüksek gelir düzeyine doğru gidilirken yükseldiği söylenebilir. Buna göre düşük gelir grubunda haftada 2-4 kez bal tüketen tüketicilerin oranı %31,9 iken, orta gelir grubunda ise %32,9 ve son olarak yüksek gelir grubunda bu oran %43,5 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Çizelge 3. Tüketicilerin Bal Tüketiminde Tutumları

	Gelir Grupları			Genel %
	Düşük %	Orta %	Yüksek %	
Bal sağlık için iyidir				
Evet	97,1	100,0	97,8	98,2
Hayır	0,5	0,0	0,0	0,3
Kismen	2,5	0,0	2,2	1,5
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
Bal alerjiniz var mı?				
Evet	3,9	1,4	2,2	2,8
Hayır	96,1	98,6	97,8	97,2
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
Ailede bal tüketim durumu				
Herkes tüketir	55,4	58,7	65,2	57,8
Bazısı tüketir	41,7	40,6	32,6	40,2
Hiçbiri	2,9	0,7	2,2	2,0
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
Bal tüketim sıklığı				
Günlük	30,4	38,5	30,4	33,3
Haftada 2-4 kez	31,9	32,9	43,5	33,6
Ayda 2-4 kez	25,0	19,6	19,6	22,4
Yılda 2-4 kez	6,4	5,6	2,2	5,6
Yılda bir veya Nadiren	4,4	3,5	4,3	4,1
Hiç tüketmiyoruz	2,0	0,0	0,0	1,0
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
Bir oturuşta tüketilen bal miktarı				
En fazla bir çay kaşığı	7,8	9,8	2,2	7,9
2 çay kaşığı	26,5	23,1	21,7	24,7
3 çay kaşığı	25,5	30,1	23,9	27,0
4 çay kaşığı	9,8	4,9	13,0	8,4
5 çay kaşığı	5,4	9,1	15,2	7,9
6 ve üstü çay kaşığı	25,0	23,1	23,9	24,1
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
N	204	143	46	393

Tüketicilerin Bal Satın Alma Tercihlerini Belirleyen Faktörlerle ilgili Senaryolar

Tüketicilerin bal satın alma tercihlerini belirleyen unsurlarla ilgili kartlar oluşturulmuştur. Her bir kart farklı bir senaryoyu tüketicinin beğenisine sunmuştur. Bu kartlardan birincisi yani birinci senaryoda tüketiciler B seçeneğini çoğunlukla tercih

etmişlerdir. Gelir artıka söz konusu seçeneği tercih eden tüketicilerin oranı da aynı şekilde artmıştır. Birinci senaryo ile ilgili seçenekler şekil 1'de verilmiştir. Buna göre tüketiciler, kg fiyatı en az 100 TL olan, balın coğrafik menşei Türkiye'nin herhangi bir bölgesi olabileceği ve organik bal doğal petek olan, üretim olarak doğal peyzaj gibi özellikler tercih edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 1).

Çizelge 4. Bal Ödeme İstekliliğinde Birinci Senaryo

	Gelir Grupları			Genel %
	Düşük %	Orta %	Yüksek %	
Birinci Senaryo				
A	37,3	29,4	30,4	33,6
B	47,5	57,3	60,9	52,7
C	12,7	8,4	4,3	10,2
D	2,5	4,9	4,3	3,6
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
N	204	143	46	393

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Senaryo 1	A Seçeneği	B Seçeneği	C Seçeneği	D Seçeneği
Fiyat 1 kg/TL	40 TL	100 TL	35 TL	
Coğrafik Menşe (Balın Coğrafik Kökünü)	Bingöl	Türkiye'nin Diğer Bölgeleri	Diğer Ülkeler	Bunlardan
Balın Kristalleşmesi	Petek Bal (Yarı katı bal)	Doğal Petekli Bal	Süzme Bal (Akışkan)	hiç
Doğal Petekli Bal (Karakovan)		KARA KOVAN ORGANİK		biri
Üretim peyzaj Özeliği (Üretim Yeri)				
Tercih Ederim (Sadece bir kutu seçin) →	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Şekil 1. Tüketicilerin bal satın alma tercihlerini belirleyen birinci senaryo

Sunulan ikinci senaryoda, bal tüketicileri çoğunlukla ikinci kartın a şikkını tercih etmişlerdir. Düşük ve Yüksek gelirli tüketicilerin yer aldığı grupların oranları birbirine yakın iken, orta gelirli grupta yer alan tüketicilerin A şikkını tercih oranları düşük olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla orta gelirli grupta yer alan tüketiciler daha çok ikinci senaryonun B

şikkını tercih ettikleri söylenebilir. Söz konusu ikinci Senaryoda tüketiciler, kilogram fiyatı 40 TL olan, coğrafi menşe olarak Bingöl balı, petekli, doğal petekli olması gerekmeyen, sabit arıcılığın yapılabildiği bir üretim peyzajı tercih edilmiştir (Çizelge 5; Şekil 2).

Çizelge 5. Bal Ödeme İstekliliğinde İkinci Senaryo

	Gelir Grupları			Genel %
	Düşük %	Orta %	Yüksek %	
İkinci Senaryo				
A	47,5	38,5	47,8	44,3
B	32,4	42,7	32,6	36,1
C	17,2	15,4	15,2	16,3
D	2,9	3,5	4,3	3,3
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
N	204	143	46	393

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Senaryo 2	A Seçeneği	B Seçeneği	C Seçeneği	D Seçeneği
Fiyat 1 kg/TL	40 TL	100 TL	35 TL	
Coğrafik Menşe (Balın Coğrafik Kökünü)	 Bingöl	 Diğer Ülkeler	 Türkiye'nin Diğer Bölgeleri	Bunlardan
Balın Kristalleşmesi	Petek Bal (Yarı katı bal)	Doğal Petekli Bal	Süzme Bal (Akışkan)	hiç
Doğal Petekli Bal (Karakovan)				biri
Üretim peyzaj Özeliği (Üretim Yeri)				
Tercih Ederim (Sadece bir kutu seçim) →	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Şekil 2. Tüketicilerin bal satın alma tercihlerini belirleyen ikinci senaryo

Genel ortalamaya göre tüketicilerin %65,1'i üçüncü senaryo için sunulan kartın B şikkını tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Yüksek gelir grubundan düşük gelir grubuna doğru gidildikçe senaryonun B şikkını tercih eden tüketicilerin oranı da artmıştır. Üçüncü Senaryonun B şikkı incelendiğinde, bal tüketicileri

fiyatı 100 TL olan, coğrafik menşe olarak Bingöl'e ait olan, doğal petekli ve organik kara kovan özelliklerine sahip, üretim yeri olarak doğa manzaralı üretim yerlerinin olduğu bal tercih edilmiştir (Çizelge 6; Şekil 3).

Çizelge 6. Bal Ödeme İstekliliğinde Üçüncü Senaryo

	Gelir Grupları			Genel %
	Düşük %	Orta %	Yüksek %	
Üçüncü Senaryo				
A	17,6	23,8	28,3	21,1
B	67,2	62,9	63,0	65,1
C	13,2	12,6	4,3	12,0
D	2,0	0,7	4,3	1,8
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
N	204	143	46	393

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Senaryo 3	A Seçeneği	B Seçeneği	C Seçeneği	D Seçeneği
Fiyat 1 kg/TL	40 TL	100 TL	35 TL	
Coğrafik Menşe (Balın Coğrafik Kökene)	Türkiye'nin Diğer Bölgeleri	Bingöl	Diğer Ülkeler	Bunlardan
Balın Kristalleşmesi	Petek Bal (Yarı katı bal)	Doğal Petekli Bal	Süzme Bal (Akışkan)	hiç
Doğal Petekli Bal (Karakovan)		KARA KOVAN ORGANİK		biri
Üretim peyzaj Özeliği (Üretim Yeri)				
Tercih Ederim (Sadece bir kutu seçin) →	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Şekil 3. Tüketicilerin bal satın alma tercihlerini belirleyen Üçüncü senaryo




Dördüncü senaryo göre tüketiciler A şıkkı ile B şıkkı arasında kararsız kalmışlardır. Bu iki şık hemen hemen eşit oranda tercih edilmişlerdir. Genel ortalamaya göre A şıkkını tercih eden tüketicilerin oranı %35,1 olarak gerçekleşirken, bu oran B şıkkında %35,4 olarak hesaplanmıştır. A şıkkının özellikleri incelendiğinde, kilogram fiyatı 40 TL olan balın coğrafik menşei Türkiye'nin diğer bölgeleri olan, petekli ancak doğal peteğin aranmadığı, yoğun kolonin olduğu ortamda üretilen bal tercih edilmiştir. B şıkkını tercih eden tüketiciler ise, kilogram fiyatı 100 TL olan, diğer ülkelerde üretilmiş

ancak doğal petekli ve organik kara kovan olan, doğal peyzajda üretimi gerçekleştirilen balı tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Konu gelir grupları açısından incelendiğinde, yüksek gelir grubunda yer alan tüketicilerin %43,5'i A şıkkını çoğunlukla tercih ederken, orta gelir grubunda yer alan tüketiciler ise %39,2 oranında B şıkkını daha çok tercih ettikleri belirlenmiştir. Düşük gelir grubunda yer alan tüketiciler ise A ve B şıklarını birbirine yakın oranlarda tercih etmişlerdir (Çizelge 7; Şekil 4).

Çizelge 7. Bal Ödeme İstekliliğinde Dördüncü Senaryo

	Gelir Grupları			Genel %
	Düşük %	Orta %	Yüksek %	
Dördüncü Senaryo				
A	32,8	35,7	43,5	35,1
B	33,8	39,2	30,4	35,4
C	29,9	20,3	21,7	25,4
D	3,4	4,9	4,3	4,1
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
N	204	143	46	393

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Senaryo 4	A Seçeneği	B Seçeneği	C Seçeneği	D Seçeneği
Fiyat 1 kg/TL	40 TL	100 TL	35 TL	
Coğrafik Menşe (Balın Coğrafik Kökeni)	Türkiye'nin Diğer Bölgeleri	Diğer Ülkeler	Bingöl	Bunlardan
Balın Kristalleşmesi	Petek Bal (Yarı katı bal)	Doğal Petekli Bal	Süzme Bal (Akışkan)	hiç
Doğal Petekli Bal (Karakovan)		KARA KOVAN ORGANİK		biri
Üretim peyzaj Özeliği (Üretim Yeri)				
Tercih Ederim (Sadece bir kutu seçin) →	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Şekil 4. Tüketicilerin bal satın alma tercihlerini belirleyen Dördüncü senaryo

Genel ortalamaya göre bal tüketicilerinin %63,1'i beşinci senaryonun B şikkını tercih etmişlerdir. Düşük ve orta gelir gruplarında B şikkını tercih eden tüketicilerin oranı hemen hemen aynı iken, yüksek gelir grubunda ise diğer iki gruba göre daha yüksek oranda gerçekleşmiştir (%67,4). Buna göre tercih edilen B şikkının özellikleri incelendiğinde

tüketicilerin tercih etmek istedikleri bal türü ve özelliklerine ulaşılmaktadır. Tüketiciler kilogram fiyatı 100 TL, coğrafik menşei Bingöl, doğal petek, organik kara kovan ve üretim yeri olarak da doğal peyzajın tercih edildiği bir balı tercih etmişlerdir (Çizelge 8; Şekil 5).

Çizelge 8. Bal Ödeme İstekliliğinde Beşinci Senaryo

	Gelir Grupları			Genel %
	Düşük %	Orta %	Yüksek %	
Beşinci Senaryo				
A	9,8	11,9	10,9	10,7
B	62,7	62,2	67,4	63,1
C	25,5	23,1	15,2	23,4
D	2,0	2,8	6,5	2,8
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
N	204	143	46	393

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Senaryo 5	A Seçeneği	B Seçeneği	C Seçeneği	D Seçeneği
Fiyat 1 kg/TL	40 TL	100 TL	35 TL	
Coğrafik Menşe (Balın Coğrafik Kökene)				Bunlardan
Balın Kristalleşmesi	Petek Bal (Yarı katı bal)	Doğal Petekli Bal	Süzme Bal (Akışkan)	hiç
Doğal Petekli Bal (Karakovan)				biri
Üretim peyzaj Özeliği (Üretim Yeri)				
Tercih Ederim (Sadece bir kutu seçin) →	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Şekil 5. Tüketicilerin bal satın alma tercihlerini belirleyen Beşinci senaryo




Genel ortalamaya göre tüketicilerin %57,3'ü altıncı senaryonun B şikkını tercih etmişlerdir. Konu gruplar bazında incelendiğinde, tüketiciler düşük gelir grubundan yüksek gelir grubuna doğru gidildikçe B şikkını tercih oranları aynı şekilde

artmıştır. Buna göre tüketicilerin istediği balın özelliklerine bakıldığında, fiyatı 100 TL, coğrafik menşei Türkiye'nin diğer bölgeleri, doğal petekli, organik kara kovan gibi özelliklerin ön plana çıktığı söylenebilir (Çizelge 9; Şekil 6).

Çizelge 9. Bal Ödeme İstekliliğinde Altıncı Senaryo

	Gelir Grupları			Genel %
	Düşük %	Orta %	Yüksek %	
Altıncı Senaryo				
A	8,8	11,2	10,9	9,9
B	53,4	60,1	65,2	57,3
C	34,3	25,2	17,4	29,0
D	3,4	3,5	6,5	3,8
Toplam	100,0	100,0	100,0	100,0
N	204	143	46	393

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Senaryo 6	A Seçeneği	B Seçeneği	C Seçeneği	D Seçeneği
Fiyat 1 kg/TL	40 TL	100 TL	35 TL	
Coğrafik Menşe (Balın Coğrafik Kökenti)	Diğer Ülkeler	Türkiye'nin Diğer Bölgeleri	Bingöl	Bunlardan
Balın Kristalleşmesi	Petek Bal (Yarı katı bal)	Doğal Petekli Bal	Süzme Bal (Akışkan)	hiç
Doğal Petekli Bal (Karakovan)		KARA KOVAN ORGANİK		biri
Üretim peyzaj Özeliği (Üretim Yeri)				
Tercih Ederim (Sadece bir kutu seçin) →	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Şekil 6. Tüketicilerin bal satın alma tercihlerini belirleyen altıncı senaryo

Yerel Bal Tüketimini Etkileyen Faktörler

Çalışmada bal tüketiminde ek ödeme istekliliğinde etkili olan faktörlerin ortaya konulmasında çok değişkenli analiz tekniklerinden olan faktör analizi kullanılmıştır.

Birinci adımda, Principal Component Analysis ile uygun faktör sayısı bulunmuştur. TRB1 bölgesinde tüketicilerin bal tüketiminde ek ödeme istekliliği üzerinde etkili olan değişken sayısı 24'ten 6 faktöre düşürülmüştür.

İkinci adımda, belirlenen 6 faktörün hangi değişkenlerden meydana geldiği konusunda Rotation Method Varimax With Kaiser Normalization çözüm tekniği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre faktör yükü 0,50'nin üzerinde olan değişkenler dikkate alınmıştır.

Son olarak elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Buna göre açıklayıcı değişkenlerin analiz için uygunluğu Kaiser Meyer Olkin (KMO) testi ile ölçülmüştür. KMO test değeri 0,864 olarak bulunması değişkenlerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermiştir.

Faktör analiz sonuçlarına göre, bal için ek ödeme istekliliği üzerinde etkili olan değişkenler 6 faktörde

toplanmış ve bu altı faktörün toplamı, toplam varyansın %63,90'nını açıkladığı söylenebilir.

Oluşturulan altı faktör aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır;

Faktör 1: Yerel balın güvenilirliği

Faktör 2: Yerel balın yerel ekonomiye ve çevreye katkısı

Faktör 3: Yerel balın şifa kaynağı olması

Faktör 4: Yerel bal ek ödeme istekliliği

Faktör 5: Türkiye'de gıda güvenirliliği kapsamında bal piyasası

Faktör 6: Pazarlama kanalları ve Ürün güvenirliliği

Birinci faktör "yerel balın güvenilirliği" olarak tanımlanmıştır. Bu faktör kapsamında incelenen değişkenler arasında yerel balın lezzetli olması, yerel balın ithal ballara göre daha kaliteli olması, yerel balın daha az şekerli olması, yerel balın Türkiye'nin diğer bölgelerinde üretilen ballara göre besin değeri açısından daha zengin olması, yerel balın daha sağlıklı olması ve yerel balın kimi alerjilere iyi gelmesi olarak sıralanabilir. Bu faktör toplam varyansın %29,75'ini açıklamaktadır.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Tüketicilerin yerele ait olan bir gıda ürününü benimsemesi anlamlıdır. Çünkü gıda teknolojisinin giderek gelişmesi, ticaretin yaygınlaşması ile birlikte oluşan talebe yerel ürünlerin sunulması, ürün çeşitliliğinin giderek artmasıyla birlikte kalitesiz, katkılı ve genetiği değiştirilmiş gıdaların insan sağlığı üzerinde tehdit oluşturmasını beraberinde getirmiştir. Gıda güvenliği bilincinde olan tüketiciler için bu durum gerçekten kaygı duyulması gereken bir durum olduğu söylenebilir. Artan bu endişeler tüketicilerin bölgesel veya yöresel gıda ürünlerine olan talebini artırmıştır (Toklu, 2016; Teuber, 2011).

İkinci faktör “Yerel balın yerel ekonomiye ve çevreye katkısı” olarak tanımlanmıştır. Bu faktör kapsamında incelenen değişkenler arasında, yerel arı kolonilerinin bitki ve ürünlerin tozlaşmalarına yardımcı olma, yerel balın tüketilmesi ile arıcılık işletmelerinin desteklenmesi yoluyla yerel ekonomiye katkı sağlama, yerel bal satın almak ve yerel ekonominin desteklenmesi, arıcılığın çevreye pozitif dışsallık sağlaması gibi değişkenleri kapsamaktadır.

Tüketiciler yerel kalkınmanın yöresel gıda ürünlerinin pazarının oluşturulması ile sağlanabileceği görüşünde oldukları söylenebilir. Çünkü geleneksel gıdalar veya diğer adıyla yerel gıdalar, üretildiği bölgenin tanıtılmasında ve kalkınmasında önemli bulunmaktadır. Günümüz dünyasında kırsal kalkınma ve yerel kalkınma geleneksel ürünlerin markalaştırılarak üretilmesi ile yatırım olanakları yaratılabilmektedir (Koç ve ark., 2012). Coğrafi işaretleme ile korunan gıda ürünleri yöredeki üreticiye ve yörenin ekonomisine destek sağladığında, coğrafi işaretlemenin oluşturduğu bu değer tüketicilerin de bu tür ürünlere yönelik tutumunu da olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir (Toklu, 2016; Teuber 2011). Çünkü hukuken korunan bir ürün olacağından tüketiciler nezdinde güven verici bir gıda ürünü olacaktır (Toklu, 2016). Dolayısıyla, coğrafi işaretli bal ve türevi ürünler doğru konumlandırılıp ve sürecin sürdürülebilirliği sağlanırsa bölgesel olarak daha geniş bir tabana sahip olacak ve kırsal kalkınmada başarı sağlayabilir (Toklu, 2016; Giovannucci ve ark., 2009). Bu anlamda coğrafi işaretleme bir araç olabilir (Aprile vd. 2012).

Üçüncü faktör “Yerel balın şifa kaynağı olması” olarak ifade edilmiştir. Bu faktör kapsamında, yerel bal tedavi aracı olarak kullanılması, yerel balın iyi bir enerji sağlayıcı olması ve tüketicilerin yerel balı çoğunlukla bir besin kaynağı olarak tüketmeleri gibi

değişkenler incelenmiştir. Bal, sağlığa yararlı birden fazla biyoaktif besin bileşenini barındıran fonksiyonel bir gıdadır. Bileşiminde, bitki nektarı kaynaklı vitamin, karbonhidrat, aminoasit, fenolik ve organik asit bileşikleri barındırmaktadır. Bunun yanı sıra balın antioksidan, antimikrobiyal ve antikarsinojen etkileri de çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır (Mutlu ve ark., 2017). Dolayısıyla balın insan sağlığı üzerindeki etkileri tarih boyunca bilindiği söylenebilir. Bal ve yan gıdaların, baldan üretilen yeni ürünlerin üretilmesi toplum sağlığına fazla katkıda bulunulabileceği düşünülmektedir.

Dördüncü faktör “Yerel bal ek ödeme istekliliği” olarak tanımlanmıştır. Bu kapsamda incelenen değişkenler arasında, doğal balı normal baldan daha yüksek bir fiyata satın alma, Bingöl balının doğal olduğuna inanıldığından açık artırmada yüksek teklif verme ve yerel balın mevcut durumdaki kalitesinden memnun olma gibi değişkenler sıralanabilir. Tüketicilerin yerel bal ile ilgili olarak olumlu algılara sahip olduklarında ek ödeme isteğine sahip olacakları söylenebilir. Söz konusu olumlu algılar balın kalitesi, güvenilir olması, doğal oluşu ve dolayısıyla sağlığa yararlı olması, fiyat açısından bal piyasasının istikrarlı olması burada tüketiciyi kaygılandırarak bir durumun olmaması gibi unsurlar olarak sıralanabilir. Bütün bunlarla birlikte aslında bal piyasasına hukuki güvence getirecek olan ve fiyat açısından tüketiciyi koruyacak ve güven verecek olan sistem balın coğrafi işaretlemesinin yapılmasıdır. Coğrafi işaretleme sistemi ile birlikte tüketicilerin daha fazla ek ödeme istekliliğine sahip olacakları söylenebilir. Dolayısıyla tüketicilerde daha fazla ödeme eğilimini etkileyen unsurlar "farkındalık, kalite, eşsizlik, sosyal imaj, menşei ve kurumsal sosyal sorumluluk" olmak sıralanabilir (Toklu, 2016; Anselmsson vd. 2014).

Beşinci faktör “Türkiye’de gıda güvenirliliği kapsamında bal piyasası” olarak tanımlanmıştır. Bu faktör kapsamına, Türkiye’de bal piyasasında gıda güvenliği açısından risklerin olması ve bal piyasasının diğer gıda piyasalarından daha fazla risk taşıdığı düşünülmesi gibi değişkenler girmektedir. Yazılı ve görsel medyada ve tarım bakanlığının gıda denetimlerini sıklaştırması ve bunları paylaşması sonucu tüketicilerin gıda güvenliği ve özde bal içeriği konusunda çok daha hassas oldukları söylenebilir. Özellikle bal piyasasında arılara şeker şerbeti yedirilmesi ve arıların bunu bala dönüştürmesi veya doğrudan bu şerbetin bala karıştırılması yoluyla sahte balların

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

piyasada ucuza satılması, gerçek bal üreticilerini zor durumda bırakılması sonucunu doğurduğu söylenebilir.

Altıncı faktör “Pazarlama kanalları ve Ürün güvenilirliği” olarak belirtilmiştir. Bu kapsamda incelenen değişken “Büyük perakendecilerden

gelen balın çiftçi pazarlarından gelen baldan daha iyi olduğunun düşünülmesi” olarak belirlenmiştir. Buradaki temel anlayış büyük perakendecilerde satılan balların bir marka adı altında pazara sunulması ve bu büyük markaların sürekli denetimde oldukları düşüncesidir.

Çizelge 10. Faktör Analiz Sonuçları (Rotasyon Çözümü)

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Ortaklık Communalites h ²
Yerel bal daha lezzetlidir	0,780						0,685
Yerel bal Türkiye'nin diğer bölgelerindekinden daha kalitelidir	0,739						0,594
Yerel bal ithal baldan daha kalitelidir	0,678						0,631
Yerel bal diğer bal türlerine göre daha az şekerlidir	0,649						0,508
Yerel bal diğer tür ballara göre vitamin, besin ve mineral açısından daha zengindir.	0,645						0,654
Yerel bal diğer bölgelerdeki ballara göre daha sağlıklıdır	0,588						0,663
Yerel bal alerjinin önüne geçer ve kişiyi yerel polenlerle duyarlı hale getirir	0,529						0,531
Yerel arı kolonileri, yerel bitki ve ürünlerin tozlaşmasına yardımcı olur		0,764					0,617
Yerel bal satın almak yerel işletmeleri ve ekonomiyi destekler		0,708					0,558
Yerel bal üretimi, yerel halk için çevresel açıdan faydalıdır		0,677					0,630
Yerel bal, yerel bitki florasıyla etiketlenmelidir		0,549					0,564
Yerel balın etiketlenmesini geliştirmek, gıda güvenliğini sağlamak açısından kritik öneme sahiptir		0,545					0,513
Yerel bal bir tedavi aracı olarak kullanılır			0,790				0,739
Yerel bal iyi bir enerji sağlayıcıdır			0,737				0,707
Ben çoğunlukla yerel balı bir besin maddesi olarak kullanıyorum			0,686				0,635
Doğal balı (karakovan) normal baldan daha yüksek bir fiyata almaya hazırım				0,740			0,711
Bingöl balının doğal olduğuna inandığım için açık artırmada Bingöl balı için yüksek teklif veririm				0,614			0,607
Yerel bal üreticilerinin ürettiği balın şu andaki kalitesinden memnunum				0,593			0,527
Türkiye bal piyasasında büyük güvenlik risklerinin olduğuna inanıyorum					0,835		0,742
Bal piyasasının diğer gıda piyasalarından daha fazla risk taşıdığını düşünüyorum					0,835		0,750
Büyük perakendecilerden gelen balın çiftçilerin pazarlarından gelen baldan daha iyi olduğunu düşünüyorum.						0,915	0,852
Özdeğer (eigenvalues)	6,24	2,02	1,60	1,28	1,17	1,07	
Varyans	29,75	9,65	7,64	6,13	5,58	5,12	
Kümülatif varyans	29,75	39,41	47,05	53,18	58,77	63,90	
KMO değeri	0,864						

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

TARTIŞMA

Bu çalışma ile elde edilen önemli sonuçlarından biri de tüketici algılamasında yerel ve ulusal düzeydeki organik balın doğal olması nedeniyle gıda güvenliği açısından diğer ballara göre daha çok tercih edildiği belirlenmiştir. Ayrıca tüketicilerin eğitim ve gelir düzeyleri arttıkça yerel doğal balı tercih etme oranları artmıştır. Yapılan benzer bir çalışmada, Artvin balının tüketicilerin coğrafi işaretli Artvin balı algısını ve bu işarete sahip Artvin balı için daha fazla ek ödeme eğilimine sahip oldukları belirlenmiştir (Toklu, 2016). Tokat ilinde yapılan bir çalışmada, tüketicilerin organik ve doğal bala ek ödemeye isteklilik oranı %40 civarında olduğu belirlenmiştir. Eğitim düzeyi yükseldikçe ek ödeme istekliliğinde artışı belirlenmiştir (Onurlubaş, 2015). Yapılan bir başka çalışmada, tüketicilerin %67,9'unun çiçek balını tercih etmesi yerel bal için önemli olduğu söylenebilir (Coşkun, 2019). "Güneydoğu Anadolu'da Arıcılık Faaliyetlerinin ve Bal Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi" isimli çalışmada Tüketiciler bal satın alırken en çok balın fiyatına, markasına, ambalajın cam kavanoz olup olmamasına dikkat ettikleri belirlenmiştir. Tüketicilerin %70,6'sı ise, organik bal için normal bala göre fiyat farkı verebileceklerini belirtmişlerdir. Ancak tüketicilerin yarısından fazlası (%56,6'sı) sahte balların bal tüketim davranışlarını etkilemeyeceğini ifade etmişlerdir (Karahana ve Özbakır, 2020). Tokat ilinde yapılan diğer bir bal tüketim çalışmasında, tüketicilerin ambalaja önem verdikleri ve genel cam kavanoz tercihinde buldukları belirlenmiştir. Tüketiciler ayrıca büyük oranda süzme bal tercih ettikleri ve genelde kış aylarında tükettiklerini ifade etmişlerdir. Hane halkı başına yıllık süzme bal tüketimi 9.43 kg iken bu miktar petekli bal için 10.50 kg olarak hesaplanmıştır (Sayılı, 2013). Türkiye'de Arı Ürünlerinin Bazı İllerdeki Tüketim Alışkanlıklarının ve Farkındalık Düzeylerinin Belirlenmesi adlı çalışma ise, tüketicilerin %39,6'sı aylık olarak 0-500 gram arasında bal tükettiği belirlenmiştir. Tüketicilerin %51,2 si balı tanıdık arıcılardan satın alırken bu oran market ve Pazar için %41 olarak gerçekleşmiştir. Tüketicilerin %45,8 i balın kalitesini anlayabildiğini belirtmişlerdir. Bal Markasına dikkat eden tüketicilerin oranı ise oldukça yüksek gerçekleşmiştir (%52,7).

Sonuç ve Öneriler

Şehirleşmeyle birlikte kentsel nüfusu beslemek için tarımsal üretimde de daha fazla makine, kimyevi

gübre ve ilaç gibi girdilerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bunun sonucunda tarımsal üretim artmış ancak tarımsal üretimi daha da artırmak maliyetleri minimize etmek için Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) üretimi teknolojisi gelişmiş ve bugün sofralarda yenilen pirinç ve mısır başta olmak üzere gittikçe yaygınlaştığı söylenebilir. Üretilen gıda ürünlerinin önemli bir kısmı katma değeri artırılmak üzere paketlenerek son tüketiciye ulaştırılmaktadır. Paketlenen gıda ürünlerinin önemli bir kısmı raf ömrünü uzatmak için bir takım ısı işlemlerden geçen işlenmiş tüketime hazır ürünlerdir. Tüketicilere güven vermek için paketlenmiş gıdaların üzerinde "el değmeden paketlenmiştir" sloganı hiçbir zaman ihmal edilmemiştir. Ancak insanların eğitim ve gelir düzeylerinin giderek yükselmesi beraberinde sağlık ve gıdalar konusunda farkındalık yaratmıştır. Giderek sayıları artan bilinçli tüketici düzeyiyle birlikte gıda etiketlerinin okur-yazarlığının da arttığı söylenebilir.

Son yıllarda tüketiciler entegre büyük tarımsal işletmelerin ürettiği gıda ürünlerini tüketmek yerine küçük aile işletmelerinin ürettiği ve insan elinin daha fazla değdiği ürünleri daha sağlıklı buldukları ve bu tür gıda ürünleri için ek ödeme istekliliğinde buldukları söylenebilir. Bu alanda çalışan birçok bilim insanı, yerel kalkınmanın yerel ürünlerin tanıtımının yapılması ve pazarlanabilir gıda ürünleri haline getirilmesi ile mümkün olabileceği ile ilgili çalışmalar yapmıştır.

Bu çalışmada TRB1 Bölgesinde yerel bal ödeme istekliliği üzerinde durulmuştur. Buna göre tüketicilerin ek ödeme istekliliklerini ortaya koymak üzere 6 farklı senaryo sunulmuştur. İkinci senaryo hariç bütün senaryolarda tüketiciler doğal ve organik bal isteklerini ifade etmişlerdir. Söz konusu bu senaryoların ikisinde tüketicilerin yerel doğal bal ve özellikle Bingöl balını tercih ettiklerini ifade ettikleri söylenebilir. Geriye kalan üç senaryoda ise tüketiciler doğal organik olmak kaydıyla Türkiye'nin her hangi bir bölgesinin balını tercih edebileceklerini belirtmişlerdir. Doğal ve organik bal isteyen tüketicilerin eğitim düzeyleri gelir düzeyleriyle paralel şekilde artış gösterdiği söylenebilir.

Yerel bal için tüketicilerin ek ödeme istekliliğini etkileyen faktörlerin ortaya konulması bu çalışmanın diğer bir önemli sonucu olduğu söylenebilir. Buna göre tüketicilerin yerel balın güvenilirliği konusunda endişeli oldukları, yerel bal piyasasının gıda güvenliği kapsamında söz konusu

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

endişeleri giderecek şekilde yapılanması ve yerel balın bir şifa kaynağı olması gerektiği konusunda görüş birliği içinde oldukları söylenebilir. Bununla birlikte yerel balın yerel ekonominin gelişmesinde ve çevrenin korunmasında arıcılık faaliyetlerinin önemli olduğu görüşünde oldukları ifade edilebilir.

Bu çalışma kapsamında karar alıcılar için, yerel balın yukarıda belirtilen fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için coğrafi işaretlemenin son derece önemli olduğu ve bunun yerel bal piyasasını yasal olarak düzene sokacağı söylenebilir.

Mali Kaynak: Bu çalışma için mali kaynak Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından sağlanmıştır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Yazar katkısı: Halim Tatlı ve Beşir. Koç çalışmanın tasarımı, analizlerin yapılması ve makale yazım aşamalarında görev almışlardır. Halim Tatlı ve Doğan Barak verilerin sahadan toplanması ve verilerin veri tabanlarına aktarılmasında görev almışlardır.

Etik Belgesi: Bu çalışma için etik belgesi gereklidir.

Teşekkür: Bu çalışma, Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından PİKOM-Arı.2019.001 nolu projeye desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Anonim. Tarım ve Orman Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (Tebliğ No:2020/7), Resmi Gazete, Sayı: 31107, 22 Nisan 2020.

Anonim. Tarım ve Orman Bakanlığı, TRB1 Bölgesini oluşturan Tarım İl Müdürlükleri Arıcılık İstatistik Kayıtları, 2020 b.

Akpınar, M. G. Market (Süpermarket-Hipermarket) Markalı Gıda Ürünleri Tüketici Pazarının Analizi: Antalya İli Uygulaması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 2004, Adana.

Anselmsson J, Bondesson N. V, Johansson U. "Brand image and costumers' willingness to pay a price premium for food brands, Journal of Product and Brand Management, 2014, 23 (2): 90-102.

Aprile M. C, Vincenzina C, Nayga R. "Consumers' valuation of food quality labels: the case of the European geographic indication and organic farming labels", International Journal of Consumer Studies, 2012, 36: 158-165. DOI:10.1111/j.1470-6431.2011.01092.x.

Collins M. Sampling (Editor: R. Worcester ve ark.) Consumer Market Research Handbook. Elsevier Science Ltd; Revised, Subsequent edition (November 1, 1986), ISBN-10: 0444876936, ISBN-13: 978-0444876935.

Cosmina M, Gallenti G, Marangon F, Troiano S. Reprint of "Attitudes towards honey among Italian consumers: A choice experiment approach", Appetite 106 (2016) 110-116.

Coşkun A. Türkiye' De Bal Sektörünün Mevcut Durum Değerlendirilmesi Ve Tüketici Eğilimleri, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tarım Ekonomisi Anabilim dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 2019.

Emeksiz F, Özçiçek C, Özdeş Akbay A, Usal G, Özel R. Üniversite Gençliğinde Alkollü İçecek Tüketimi ve Tüketim Kararında Etkili Faktörler, Gıda Dergisi, Dünya Yayıncılık, Sayı: 2002-07, İstanbul.

Giovannucci D, Josling T, Kerr W, O'Connor B, Yeung M. T. "Geographical indications: A guide to global best practices for developing renowned origins", International Trade Center, 2009, Geneva, 5-10.

Güney H. Gıda Güvenliği Açısından Bal Tağışının Aydınlatılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 2104.

Hışıl Y, Börekçioğlu, N. Bal Bileşimi ve Yapılan Hileler, Gıda 11,1986

Karahan Ş, Özbakır Özmen, G. Güneydoğu Anadolu'da Arıcılık Faaliyetlerinin ve Bal Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 7(4): 1148–1158, 2020

Koç B. Ekmek Tüketiminde Tüketici Tercihleri: Van İli Örneği, T.C Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, TEPGE Yayın No:196, ISBN: 978-975-407-336-2. Ankara, 2011.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Koç B, Altun T. G, Güleç H. A, Baydaş A. Geleneksel Gıda Ürünleri Tüketim Pazarının Analizi: Van İli Uygulaması, 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi • 5-7 Eylül 2012 • Konya
- Koç, B., Tatlı, H., Naimoğlu, M. Development of Beekeeping in Bingol Province and Surveyable Beekeeping Possibilities, 4. International Regional Development Conference, 21-23 September 2017, Tunceli.
- Koç B, Terin M, Ceylan M, Dağıstan, E. General Situation of Beekeeping in the Eastern Anatolian Region of Turkey and ARIMA Model with the Help of Long-term Analysis, Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 2010, 5(8): 537-546, DOI: 10.3923/ajava.2010.537.546.
- Kurtuluş K. Pazarlama Araştırmaları, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme İktisadi Enstitüsü, 3. Baskı, İstanbul, 1985.
- Kutlu M. A. Kılıç Ö. Elazığ İli (Türkiye) Arıcılığının Sürdürülebilirliği Üzerine Bir Çalışma, ADYÜTAYAM Cilt 8, Sayı 1: 38-49, 2020.
- Mutlu C, Erbaş, M, Tontul Arslan, S. Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, Akademik Gıda 15(1) 2017, 75-83.
- Ness, M. Multivariate Techniques in Market Research, Course of Agro-Food Marketing, 2001-2002, Zaragoza, Spain. 2002.
- Sayılı M. Tokat İlinde Tüketicilerin Arı Ürünleri Tüketim Durumları Ve Alışkanlıkları, U. Arı Drg. Şubat 2013 / U. Bee J. February 2013, 13 (1): 16-22
- Tatlidil, H. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz, ISBN-97594876-0-8. Sayfa 338, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri, İstatistik Bölümü, 1996, Ankara.
- Teuber R. "Consumers' and producers' expectations towards geographical indications: Empirical evidence for a German case study", British Food Journal, 2011, 113 (7): 900-918.
- Tunca İvgin R. Türkiye'de Arı Ürünlerinin Bazı İllerdeki Tüketim Alışkanlıklarının ve Farkındalık Düzeylerinin Belirlenmesi, Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, Yıl: 2015 Cilt: 3 Sayı: 7 ISSN: 2148-127X / 2148-127X Sayfa Aralığı: 556 – 561.
- Türkmen, Ö. İ. Balda Hile Tespitinde İzotopik Analiz Uygulamaları. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2020; 3(2): 207-212.
- Toklu, İ. T. Tüketiciler Coğrafi İşaret İçin Daha Fazla Ödemek İster mi? Artvin Balı Üzerine Bir Araştırma, Karadeniz Araştırmaları • Kış 2016 • Sayı 52 • s.171-190.
- Onurlubaş, E. Tüketicilerin Gıda Güvenliği Konusunda Bilinç Düzeylerinin Ölçülmesi: Tokat İli Örneği, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Tokat, 2105.

Citation/Atıf: Kara F, Kaya C, Esin Yücel E, Topuz S, Bayram M. Tokat yöresi ballarının bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve Türk Gıda Kodeksi'ne uygunluğunun değerlendirilmesi (Determination of some physicochemical properties of honeys from Tokat region and their compliance with the Turkish Food Codex). U. Arı D. / U. Bee J. 2022, 22(2):148-165. DOI: 10.31467/uluaricilik.1092060

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

TOKAT YÖRESİ BALLARININ BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ve TÜRK GIDA KODEKSİ'NE UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Determination of Some Physicochemical Properties of Honeys from Tokat Region and Their Compliance with the Turkish Food Codex

Funda KARA¹, Cemal KAYA², Esra ESİN YÜCEL^{2*}, Semra TOPUZ²,
Mustafa BAYRAM²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat, TÜRKİYE, E-posta: fundayildirim0@gmail.com, ORCID No: 0000-0001-6534-7230

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Tokat, TÜRKİYE, E-posta: cemal.kaya@gop.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-8354-9565, Yazışma Yazarı / Corresponding author: esinyasemin@yahoo.com, ORCID No:0000-0003-0470-0015, E-posta: semra.topuz@gop.edu.tr, ORCID No:0000-0002-9122-0839, E-posta: mustafa.mbayram@gop.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-8232-226X.

Geliş Tarihi / Received: 25.03.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 05.05.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1092060

ÖZ

Bu çalışmada; bitki çeşitliliğinin oldukça fazla olduğu Tokat ili ve ilçelerinden temin edilen balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. 2019 ve 2020 yıllarında 12 ilçeden temin edilen (toplam 24 adet) çiçek balı örneklerinin Türk Standartları (TS) 3036 Bal Standardı ve uluslararası standartlarda kabul görmüş analiz metotları ile yapılan bazı fizikokimyasal, pestisit ve mineral analizleri sonuçlarının Türk Gıda Kodeksi (TGK) Bal Tebliği'ne (2020/7) uygunlukları incelenmiştir. Bal örneklerinde nem miktarı %13,0-20,0; serbest asitlik $26\pm 0,12-48\pm 0,16$ meq/kg; elektriksel iletkenlik 0,33-0,86 mS/cm; Hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı 0,05-8,69 mg/kg; prolin değeri 422,56-1222,56 mg/kg; diastaz sayısı 0,0-10,9; protein ve ham bal $\Delta 13$ C farkı-0.84-1.23; C4 şeker oranı %0,0-5,26; sakkaroz miktarı %0,30-1,96; früktoz+glukoz miktarı %62,54-76,67; früktoz/glikoz oranı 0,98-2,62 olarak belirlenmiştir. Bal örneklerinde toplam üç numunede pestisit tespit edilmiştir. Bunlar triamenol+triadimefon, metrafenone, cypermethrin, boscalid, deltamethrin, kresoxim methyl olup üç örnekte sınır değerleri aşılmış olup, diğer örneklerde ise limit değerleri aralığındadır. Balların mineral içerikleri (mg/kg); çinko (Zn) 0,0-24,306; nikel (Ni) 0,0-2,906; krom (Cr) 0,0- 3,850; mangan (Mn) 0,0-4,660; bakır (Cu) 0,0-17,099; kurşun (Pb) içeriği 0,314-2,729 aralığında tespit edilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları 254,14-776,94 μg GAE/g bal; serbest radikali giderme aktivitesi 129,47-587,37 μg TE/g bal; kation radikali giderme aktivitesi 93,33-1187,78 μg TE/g bal aralıklarındadır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Pestisit, Çiçek Balı, Diastaz, HMF

ABSTRACT

In this study; some physical and chemical properties of honey taken from the districts of Tokat province, where plant diversity is quite high, were determined. Results of some physicochemical, pesticide, and mineral analyses conducted with Turkish Standards (TS) 3036 Honey Standard and internationally accepted analysis methods of flower honey samples (24 in total) obtained from 12

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

districts in 2019 and 2020 Turkish Food Codex (TGK) Honey Communiqué (2020/7) has been investigated for compliance. Moisture content in honey samples is 13.0-20%; total acidity $26\pm 0.12-48\pm 0.16$ meq/kg; electrical conductivity 0.33-0.86 mS/cm; the amount of hydroxymethylfurfural (HMF) 0.05-8.69 mg/kg; proline value 422.56-1222.56 mg/kg; diastase number 0.0-10.9; protein and raw honey $\Delta^{13}C$ difference -0.84-1.23; C4 sugar content 0.0-5.26%; amount of sucrose 0.30-1.96%; fructose+glucose amount 62.54-76.67%; fructose/glucose ratio was determined as 0.98-2.62. Pesticides were detected in a total of three samples in honey samples. These are triamenol+triadimefon, metrafenone, cypermethrin, boscalid, deltamethrin, and kresoxim methyl. In three samples, the limit values are exceeded, and in the other samples, the limit values are in the range. Mineral content of honey (in mg/kg); zinc (Zn) 0.0-24.306; nickel (Ni) 0.0-2.906; chromium (Cr) 0.0-3.850; manganese (Mn) 0.0-4.660; copper (Cu) 0.0-17.099; lead (Pb) content was determined in the range of 0.314-2.729. The total phenolic content of the samples was 254.14-776.94 μg GAE/g honey; free radical scavenging activity was 129.47-587.37 μg TE/g honey; cation radical scavenging activity was in the range of 93.33-1187.78 μg TE/g honey.

Keywords: Antioxidant, Pesticides, Flower Honey, Diastase, HMF

EXTENDED ABSTRACT

Aim: Honey production in Tokat province becomes more important over time. The abundance of plant diversity of the region increases the importance and quality of Tokat honey. The richness of its content and the difficulty of its production increase the importance and price of honey. Tokat has an important place in honey production due to its climate and endemic plants.

In this study, it is aimed to determine some physical and chemical properties of Tokat province honey, which has a very suitable climate and vegetation for beekeeping activities, to contribute to increasing its recognition in the national and international market, and to determine their compliance with the Turkish Food Codex (2020/7) Honey Communiqué.

Material and Method: In this study, flower honey samples (24 samples) produced in the center and districts of Tokat in 2019 and 2020 and supplied from 12 districts by Tokat Beekeepers Association was used as a material. The samples compliance of the physicochemical, pesticide and mineral analysis results has been checked with the Turkish Food Codex (TGK) Honey Communiqué (2020/7) by the Turkish Standards (TS) 3036 Honey Standard and internationally accepted analysis methods. For this purpose, moisture, sugar composition, proline, diastase number, HMF, electrical conductivity, mineral content, pesticide and residue content, total phenolic compound content and antioxidant capacity analyzes of flower honeys were made.

Results: Moisture content (13.0-20.0%), total acidity ($26\pm 0.12-48\pm 0.16$ meq/kg), electrical conductivity (0.33-0.86 mS/cm),

hydroxymethylfurfural (HMF) (0.05-8.69 mg/kg), proline value (422.56-1222.56 mg/kg), diastase number (0.0-10.9) difference of protein and raw honey $\Delta^{13}C$ (-0.90-1.23), C4 sugar content (0.0-5.26%) amount of sucrose (0.30-1.96%), amount of fructose+glucose (62.53-76.66%), fructose/glucose ratio (0.97-2.61) in honey samples were determined. Pesticide was detected in three honey samples. These were triamenol+triadimefon, cypermethrin, boscalid, deltamethrin, and kresoxim methyl. In three samples, the limit values were exceeded, and in the rest of samples, the limit values were within the range. Mineral content of honeys were determined in terms of mg/kg. Zinc (0.000-24.306), nickel (0.000-2.906), chromium (0.000-3.850), manganese (0.000-4.660), copper (0.000-17.099), lead (0.314-2.729) were detected. The total phenolic compound (254.14-776.94 μg GAE/g honey), free radical scavenging activity (129.47-587.37 μg TE/g honey), cation radical scavenging activity (93.33-1187.78 μg TE/g honey) were determined.

Conclusion: As a result of this study, honeys which are examined in Tokat province, were found to be suitable for the TGK Honey Communiqué in terms of many characteristics. All of the honey samples examined were found to be in compliance with the legislation in terms of carbon isotope ratio, sucrose amount, fructose+glucose amount. The fructose/glucose ratio exceeded the limit values in six samples. In other analyzes such as HMF, moisture, free acidity, proline amount were found in accordance with TGK Honey Communiqué in all samples. Diastase number was determined at low values in seventeen samples and remained below

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

the limits specified in the TKG Honey Communiqué. When the pesticide and residue amounts were examined, six pesticides were detected in only two samples and one pesticide was detected in one sample. It has been determined that the determined values are mostly above the European Union pesticide and residue legislation limits. In addition, it is thought that the study made an important contribution to the literature in terms of determining the properties of honey produced in Tokat province.

GİRİŞ

Bal, içerdiği değerli besin öğelerinden dolayı insanlar için önemli bir gıdadır. Türk Gıda Kodeksi (TKG) Bal Tebliği'ne göre bal; "bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı (*Apis mellifera*) tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğratıldığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı, doğası gereği kristalleşebilen doğal bir üründür" (Tarım ve Orman Bakanlığı 2020).

İşlem görmeden doğal olarak üretilen ve tatlandırıcı madde olarak kullanılabilen bal, yapısal olarak en karmaşık gıda maddelerinden biridir (Kalafat Kul 2020, Yıldırım 2013). Balın sindirimi kolay, besleyici ve pek çok hastalığa karşı koruyucu ve tedavi edici özellik gösteren fonksiyonel bir gıda olması, içeriğindeki aminoasitler, enzimler, flavonoidler, fenolik asitler, mineraller, organik asitler ve vitaminlerden kaynaklıdır (Mutlu vd. 2017). İnsanlık tarihinde geçmişten günümüze bal sadece gıda maddesi ve tatlandırıcı olarak kullanılmamıştır. Aynı zamanda arı sütü, arı zehri, balmumu, polen, propolis gibi diğer arı ürünleri ile birlikte tedavi amaçlı olarak da kullanılmıştır (Kambur vd. 2015). Deri yaralarının ve ciddi gastro-intestinal rahatsızlıkların, astım ve enfeksiyonların tedavisinde başarı ile kullanıldığını gösteren birçok çalışma mevcuttur (Gül ve Pehlivan 2018, Sert 2019).

Arıların bal yapmak için kullandığı bitkiler iklim ve bölgeye göre değişir ve bu durum balın kimyasal bileşimini de etkilemektedir (Kambur vd. 2015, Yıldız 2016). Balın yapısında yaklaşık olarak 200 çeşit bileşen bulunmaktadır (Mutlu vd. 2017). Genel

olarak balın yaklaşık %80'i çeşitli şekerlerden (früktöz, glikoz ve sakkaroz), %17'si sudan, geri kalan %3'ü ise enzimler, mineraller, amino asitler, vitaminler, organik asitler ve aroma maddeleri gibi değerli bileşenlerden meydana gelmektedir (Kambur vd. 2015, Khan vd. 2007, Şahinler vd. 2004).

Türkiye kaliteli bal üretimi için oldukça elverişli iklim ve bitki örtüsüne sahiptir. Dünya üzerinde sayısı 11.500'ü aşan bitki türünden yaklaşık olarak 10.000 türü Türkiye'de bulunmakta ve bunların çoğu endemik bitki florasını oluşturmaktadır (Ölmez 2009). 2019 yılı Dünya bal üretiminde ilk sırada yer alan Çin %24,0'lık pay ile 444 bin ton bal üretirken, Türkiye %6,2'lik payla 114 bin ton bal üreterek Dünya'da ikinci, %4,3'lük pay ile Kanada ise 80 bin ton bal üretimi ile üçüncü sırada yer almaktadır (Burucu 2021).

Tokat yöresinde ise bal üretimi giderek daha önemli hale gelmektedir. Yörenin bitki çeşitliliğinin fazlalığı Tokat ballarının önemini ve kalitesini arttırmaktadır. İçeriğinin zenginliği ve üretiminin zorluğu, balın önemini ve fiyatını arttırmaktadır. Tokat iklimi, sahip olduğu endemik bitkileri sayesinde bal üretiminde önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışmada arıcılık faaliyetleri için oldukça uygun iklim ve bitki örtüsüne sahip olan Tokat yöresinde üretilen balların özelliklerinin belirlenmesi, ulusal ve uluslararası pazarda tanınırlığının artırılmasına katkı sağlanması ve elde edilen bulgularla Türk Gıda Kodeksi (2020/7) Bal Tebliği'ne uygunluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Gereç

Bu çalışmada Tokat merkez ve ilçelerinde üretilen ve Tokat Arı Yetiştiricileri Birliği tarafından temin edilen 24 adet süzme çiçek balı incelenmiştir. Ballar Çizelge 1'de gösterilen 12 ilçeden 2019 ve 2020 yılları içerisinde temin edilmiştir. Numuneler analizleri yapıncaya kadar oda sıcaklığında, direkt ışık almayan kuru bir ortamda metal kapaklı cam kavanozlarda muhafaza edilmiş ve analiz öncesinde kavanoz içeriği bir spatül yardımı ile karıştırılarak homojen hale getirilmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Çizelge 1. Tokat yöresi ballarının numune kodları ve temin edildiği ilçeler

Table 1. Sample codes of Tokat region honey and the districts from which they were supplied

NO	NUMUNE KODU		İLÇE	ÇEŞİT
	2019	2020		
1	A9	A0	Almus	Çiçek Balı
2	AR9	AR0	Artova	Çiçek Balı
3	B9	B0	Başçiftlik	Çiçek Balı
4	E9	E0	Erbaa	Çiçek Balı
5	M9	M0	Merkez	Çiçek Balı
6	N9	N0	Niksar	Çiçek Balı
7	P9	P0	Pazar	Çiçek Balı
8	R9	R0	Reşadiye	Çiçek Balı
9	S9	S0	Sulusaray	Çiçek Balı
10	T9	T0	Turhal	Çiçek Balı
11	Y9	Y0	Yeşilyurt	Çiçek Balı
12	Z9	Z0	Zile	Çiçek Balı

Yöntem

Nem tayini

TS 13365 Bal- su muhtevası tayini standardında belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Buna göre balların nem miktarı, refraktometre kullanılarak tayin edilmiş ve kırılma indisinin karşılığı olan % su miktarı belirlenmiştir (Türk Standartları Enstitüsü 2008a).

Serbest asitlik

TS 13360 Bal-Serbest asit muhtevasının tayini standardında belirtilen yöntemle göre yapılmış ve sonuçlar mmol/kg olarak ifade edilmiştir (Türk Standartları Enstitüsü 2008b).

Elektrik iletkenliği tayini

TS 13366 Bal-Elektrik iletkenliği tayini standardında belirtilen yöntemle göre yapılmıştır (Türk Standartları Enstitüsü 2008c).

Şeker tayini

Bal-früktoz, glikoz, sakkaroz, turanoz ve maltoz muhtevası analizi TS 13359 standardında belirtilen yöntemle göre Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) (Thermo Scientific Ultimate 3000, UHPLC) cihazında ERC Refractomax 520 marka refraktif index dedektörü kullanılarak, Hypersil Gold Amino (250x4,6 mm) kolon ile 282 nm dalga boyunda 1,3 ml/dak akış hızında gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak asetonitril/su karışımı (80:20 v/v) kullanılmış olup, analiz süresi 30 dakika, kolon sıcaklığı ise 30°C'dir. Sonuçlar hazırlanan standart grafiği kullanılmak suretiyle hesaplanmış ve % olarak verilmiştir (Türk Standartları Enstitüsü 2008d).

HMF tayini

HMF analizi TS 13356 Balda HMF muhtevasının tayini standardında belirtilen yöntemle göre Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC)(Thermo Scientific Ultimate 3000 UHPLC) cihazı kullanılarak ODS Hypersil (250x4,6 mm) kolon ile 284 nm dalga boyunda, 1 ml/dak akış hızında gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak %95 disodyum hidrojenfosfat çözeltisi+ %5 metanol kullanılmış olup, analiz süresi 15 dakika, kolon sıcaklığı ise 25°C'dir. HMF miktarı hazırlanan HMF standart grafiği kullanılmak suretiyle hesaplanmış ve sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir (Türk Standartları Enstitüsü 2008e).

Prolin miktarı tayini

TS 13357 Balda prolin muhtevasının tayini standardında belirtilen yöntemle göre yapılmıştır (Türk Standartları Enstitüsü 2008f). 5 g bal tartılıp, 100 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Elde edilen bal çözeltisinden analiz için 0,5 ml, kör numune için 0,5 ml saf su deney tüpüne konmuştur. Üzerlerine formik asit (1ml) ve ninhidrin çözeltisi (%3'lük, 1ml) ilave edilip tüpler 15 dk çalkalanmıştır. Süre bitiminin 15 dk sonrasında 70 °C'lik su banyosunda 10 dk tutulmuştur. Daha sonra tüplere 2-propanol çözeltisi (5 ml) ilave edilmiş ve tüpler karıştırıldıktan sonra 510 nm'de konsantrasyonları okunmuş ve sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

Diastaz aktivitesi tayini

Bal-Diastaz aktivitesi tayini TS 13364 standardında belirtilen yöntemle göre yapılmıştır (Türk Standartları Enstitüsü 2008g).

Karbon izotop oranı ve % C4 şeker analizi

Bu analiz, balda C4 şeker bulunup bulunmadığını tespit etmek amacıyla uygulanır. Yönteme göre ham baldan ve bu baldan elde edilen protein çözeltilisinden tam olarak yakılma sonucu ortaya çıkan CO₂ gazının C atomundaki ¹³C/¹²C oranı kütle spektrometresi ile belirlenmiş ve bu değerden baldaki C4 şeker miktarı hesaplanmıştır (Türk Standartları Enstitüsü 2007).

Pestisit kalıntı analizi

Pestisit analizi AOAC 2007/01 metodunda belirtilen QuEChERS (QuickEasyCheapEfficientRuggedSafe) yöntemi kullanılarak LC/MS/MS cihazı (Shimadzu Kyoto, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir. Analiz için 5 g bal örneği üzerine 10 ml saf su ilavesi yapılmıştır. Daha sonra seyreltilmiş örnek üzerine sırasıyla asetonitril (%1 asetik asit, 15 ml) çözücü ve magnezyum sülfat (6 g) ve sodyum asetat (1.5 g) karıştırılmıştır. Karışım 4000 rpm 'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Üst fazdan 8 ml alınarak, 1200 mg magnezyum sülfat, 400 mg C18, 400 mg PSA ile vorteks cihazıyla karıştırılmış ve karışım 4000 rpm 'de 5 dk tekrar santrifüj edilmiştir. Üst fazdan 1 ml alınarak LC/MS/MS'e (Mobil faz A: Distile su+5 mmol amonyum format, Mobil faz B: Metanol+5 mmol amonyum format, Mobil faz akışı: 0,4 mL/min, kolon fırın sıcaklığı: 35°C, MS gaz sıcaklığı: 300°C, Nebulizatör basıncı: 270 kPa, Enjeksiyon hacmi: 10µl) enjekte edilmiştir. Sonuçlar ppb olarak ifade edilmiştir.

Mineral madde ve ağır metal analizi

Ballar Zn, Ni, Cr, Mn, Cu, Pb içerikleri bakımından incelenmiştir. Bu amaçla 1gr bal numunesi üzerine 1 ml H₂O₂ (%35) ve 3 ml HNO₃ (%65) ilave edilerek çeker ocakta yakma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işlemi gerçekleştikten sonra soğutulan örnekler bidistile su ile 25 ml'ye tamamlanarak analize hazır hale getirilmiştir. Örneklerin mineral madde miktarlarının tayininde İndüktif eşleşmiş plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES, Inductively Coupled Plasma with Optical Emission Spectrometer) cihazı (Thermo İCAP 7200 ICP-OES) kullanılarak aşağıdaki analiz koşulları uygulanmıştır.

RF Güç (W):1150,

Nebulizer gaz akışı (L/dk): 0,50

Soğutucu gaz akışı (L/dk): 12,

Auxiliary gaz akışı (L/dk): 0,5

Pompa hızı: 50 rpm

Dalga boyları (nm): Cr: 205,560; Cu: 324,754; Mn: 257,610; Ni: 221,647; Pb: 220,353; Zn: 213,856

Örneklerin mineral madde miktarları standart grafikler yardımıyla hesaplanmış ve mg/kg olarak belirtilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı tayini

Analiz için 1 g bal örneği üzerine 10 mL etanol ilave edilmiş, daha sonra kaba filtre kağıdı ile süzölmüştür. Tüp içerisine hazırlanan ekstraktlardan 50 µL örnek, üzerine 2N Folin-Ciocalteu (200 µL) reaktif ve destile su (2 mL) eklenmiştir. 3 dk süre ile inkübe edilen karışıma 1 mL sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi (%20'lik) ilave edilerek karıştırılmış ve oda sıcaklığında 1 saat bekledikten sonra spektrofotometre ile 765 nm'de absorbansları okunmuştur. Farklı gallik asit derişimleri (0, 25, 50, 75, 125 mg/L) ile kalibrasyon eğrisi oluşturulmuş, fenolik madde miktarı oluşturulan kalibrasyon eğrisi kullanılarak µg gallik asit eşdeğeri (GAE)/ g cinsinden hesaplanmıştır (Putnik vd. 2017).

Serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH•) tayini

Örneklerin serbest radikali giderme aktivitesi tayini için 1 g bal örneği 10 mL etanol ile seyreltilmiş, daha sonra kaba filtre kağıdı ile filtre edilmiştir. Seyreltilmiş örnekten (100 µL) alınarak üzerine DPPH (0.06 mM) çözeltisi (3.9 mL) eklenmiş ve vorteks ile karıştırma işlemi uygulanmıştır. Elde edilen karışım karanlık bir ortamda, oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. Daha sonra ise spektrofotometre ile 517 nm'de absorbansları okunmuştur. Farklı troloks derişimleri (0, 15, 30, 60, 120, 240, 250 mg/L) ile kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ve sonuçlar bu eğriye göre µg TE/g olarak hesaplanmıştır (Blasi vd. 2016).

Katyon radikali giderme aktivitesi (ABTS•+) tayini

Analiz için ilk aşamada ABTS (7 mM) ve K₂S₂O₈ (2.45 mM) çözeltisi 1:1 oranında karıştırılmış ve karanlık bir ortamda, oda sıcaklığında yaklaşık 16 saat bekletilmiştir. Elde edilen bu karışım etil alkol ile seyreltilerek 734 nm'de 0.700 (±0.02) absorbans değeri veren ABTS çalışma çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra 1 g bal örneği 10 mL etanol ile seyreltilmiş, daha sonra kaba filtre kağıdı ile filtre

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

edilmiştir. Seyreltilen bal örneğinden (40 µL) alınarak üzerine ABTS çalışma çözeltisi (4 mL) ilave edilip karıştırılmıştır. Reaksiyonun gerçekleşmesi için karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 6 dk bekletilmiştir. Karışımın 734 nm'deki absorbanları spektrofotometre ile ölçülmüştür. Farklı troluks derişimleri (0, 30, 60, 120, 240, 360, 480, 500 mg/L) ile kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ve sonuçlar bu eğriye göre µg TE/g olarak hesaplanmıştır (Re vd. 1999).

BULGULAR

Bal örneklerinin bazı fizikokimyasal özellikleri

Tokat yöresine ait bal örneklerinin ham bal ($\Delta 13 C$), Protein ($\Delta 13 C$), protein-ham bal $\Delta 13 C$ farkı, sakkaroz, früktoz+glikoz miktarı ve früktoz/glikoz oranları Çizelge 2' de verilmiştir. Tokat yöresi ballarından alınan örneklerde protein ve ham bal $\Delta C 13$ değerleri arasındaki fark (-0,84)-1,23; $\Delta C 13$ değerinden hesaplanan C4 şeker oranları %0-5,26; sakkaroz miktarları %0,30-1,96; Früktoz+glikoz oranı %62,54-76,67; Früktoz/Glikoz oranları 0,98-2,62 aralığında belirlenmiştir.

Çizelge 2. Tokat yöresi ballarının ham bal $\Delta 13C$, protein $\Delta 13C$, protein-ham bal $\Delta 13C$ farkı, C4 şeker oranı (%), sakkaroz (%), früktoz+glikoz (%), früktoz/glikoz değerleri

Table 2. Raw honey $\Delta 13C$, protein $\Delta 13C$, protein-raw honey $\Delta 13C$ difference, C4 sugar ratio (%), sucrose (%), fructose+glucose (%), fructose/glucose values of Tokat region honey

Bal Örneği	HAM BAL ($\Delta 13C$)	PROTEİN ($\Delta 13C$)	$\Delta 13 C$ Farkı	C4 DEĞERİ (%)	SAKKAROZ (%)	F+G (%)	F/G
A9	-27,10±0,20	-26,83±0,20	0,27	0,00	0,62±0,02	62,54	1,33
A0	-27,32±0,20	-26,50±0,20	0,82	0,00	0,86±0,00	66,16	2,11
AR9	-26,73±0,20	-26,87±0,20	-0,14	0,82	0,86±0,16	71,41	1,28
AR0	-26,41±0,20	-26,68±0,20	-0,27	1,60	0,30±0,00	69,32	1,20
B9	-26,88±0,20	-26,98±0,20	-0,10	0,58	0,99±0,01	62,80	1,06
B0	-25,89±0,20	-26,19±0,20	-0,30	1,83	0,68±0,00	68,42	1,30
E9	-25,55±0,20	-26,39±0,20	-0,84	5,02	0,34±0,00	73,24	1,36
E0	-25,93±0,20	-26,35±0,20	-0,41	2,49	0,74±0,01	72,76	1,47
M9	-26,47±0,20	-25,94±0,20	0,54	0,00	0,66±0,22	70,63	1,27
M0	-26,72±0,20	-25,49±0,20	1,23	0,00	0,48±0,02	67,55	1,21
N9	-26,51±0,20	-26,20±0,20	0,31	0,00	0,78±0,00	73,27	1,18
N0	-26,31±0,20	-26,16±0,20	0,14	0,00	1,07±0,00	66,80	1,86
P9	-26,73±0,20	-27,18±0,20	-0,45	2,59	1,96±0,24	68,73	1,20
P0	-26,40±0,20	-26,35±0,20	0,05	0,00	0,71±0,01	68,27	1,31
R9	-26,87±0,20	-26,54±0,20	0,34	0,00	0,70±0,02	71,79	1,16
R0	-27,17±0,20	-26,50±0,20	0,67	0,00	0,96±0,00	67,85	1,87
S9	-27,04±0,20	-27,09±0,20	-0,05	0,29	0,51±0,18	65,98	1,10
S0	-26,82±0,20	-26,56±0,20	0,27	0,00	1,09±0,00	66,36	1,72
T9	-27,07±0,20	-26,81±0,20	0,26	0,00	0,75±0,18	66,63	1,25
T0	-27,21±0,20	-26,91±0,20	0,52	0,00	0,62±0,00	69,07	2,62
Y9	-26,16±0,20	-26,34±0,20	-0,18	1,07	1,15±0,00	66,62	1,13
Y0	-26,09±0,20	-26,23±0,20	-0,14	0,85	0,74±0,00	67,29	1,13
Z9	-25,98±0,20	-26,89±0,20	-0,90	5,26	1,43±0,00	68,21	1,18
Z0	-25,32±0,20	-26,16±0,20	-0,84	5,12	0,69±0,00	76,67	0,98
Sınır değer	-23 ve daha negatif	-23 ve daha negatif	-1,0 veya daha pozitif	≤7	≤5	≥60	0,9-1,4

Tokat yöresi ballarının serbest asitlik, elektrik iletkenliği, HMF değeri, prolin miktarı, nem ve diastaz değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Tokat yöresine ait bal örneklerinde serbest asitlik miktarı 26±00,12-48±0,16 mmol/kg; elektrik iletkenliği

0,33±0,00-0,86±0,00 mS/cm; HMF miktarı 0,05-8,69 mg/kg; prolin miktarı 422,56-1222,56; nem miktarı %13,0-20,0; diastaz sayısı 0,0-10,9 değerleri aralığında tespit edilmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Çizelge 3. Tokat yöresi ballarının serbest asitlik (mmol/kg), iletkenlik (mS/cm), HMF (mg/kg), prolin (mg/kg), nem (%) ve diastaz sayısı değerleri

Table 3. Free acidity (mmol/kg), conductivity (mS/cm), HMF (mg/kg), proline (mg/kg), moisture (%) and diastase number values of Tokat region honey

Bal Örnekleri	SERBEST ASİTLİK (mmol/kg)	İLETKENLİK (mS/cm)	HMF (mg/kg)	PROLİN (mg/kg)	NEM (%)	DİASTAZ Sayısı
A9	42,00±0,12	0,42±0,00	0,14±0,00	664,62±5,00	17,40±0,00	5,00
A0	36,00±0,24	0,33±0,00	2,71±0,00	459,49±0,90	19,00±0,00	0,00
AR9	34,00±0,50	0,47±0,02	2,31±0,00	783,59±15,00	13,00±0,00	6,50
AR0	37,00±0,14	0,49±0,01	0,26±0,00	927,18±4,00	17,00±0,00	0,00
B9	44,00±0,04	0,53±0,00	0,18±0,03	767,18±5,00	18,60±0,00	6,50
B0	48,00±0,16	0,38±0,00	0,79±0,00	438,98±12,00	13,00±0,00	0,00
E9	26,00±0,12	0,62±0,01	0,05±0,00	504,62±8,00	16,20±0,00	10,90
E0	30,00±0,12	0,62±0,00	0,10±0,00	869,74±0,62	17,20±0,00	0,00
M9	28,00±0,12	0,78±0,00	0,26±0,00	734,36±6,00	13,00±0,00	10,90
M0	44,00±0,16	0,86±0,01	1,83±0,00	1107,69±6,20	15,20±0,00	10,90
N9	40,00±0,12	0,43±0,00	0,22±0,00	455,38±10,00	13,00±0,00	6,50
N0	36,00±0,10	0,33±0,00	7,74±0,00	660,51±8,00	18,80±0,00	0,00
P9	32,00±0,12	0,35±0,00	0,82±0,00	422,56±0,00	13,00±0,00	6,50
P0	42,00±0,24	0,35±0,01	0,75±0,00	1029,74±0,32	13,00±0,00	8,30
R9	40,00±0,12	0,35±0,00	0,68±0,00	500,51±5,00	13,00±0,00	6,50
R0	36,00±0,10	0,64±0,00	1,14±0,00	951,80±10,00	13,00±0,00	8,30
S9	32,00±0,12	0,47±0,01	0,24±0,00	475,90±4,00	16,80±0,00	8,30
S0	38,00±0,20	0,41±0,01	8,69±0,00	767,18±0,49	16,20±0,00	0,00
T9	28,00±0,06	0,78±0,00	0,32±0,00	763,08±6,00	18,60±0,00	10,90
T0	32,00±0,20	0,54±0,00	4,13±0,00	1222,56±0,32	20,00±0,00	0,00
Y9	34,00±0,21	0,45±0,00	2,90±0,00	504,62±0,80	15,60±0,00	0,00
Y0	34,00±0,14	0,40±0,01	1,86±0,00	607,18±2,20	17,20±0,00	0,00
Z9	40,00±0,12	0,42±0,00	5,87±0,00	455,39±0,00	13,00±0,00	5,00
Z0	36,00±0,18	0,51±0,01	1,67±0,00	455,39±5,00	13,00±0,00	0,00
Sınır değeri	≤50	≤0.8	≤40	≥300	≤20	≥8

Bal örneklerinde pestisit kalıntı miktarı

Tokat merkez ve ilçelerine ait ballardan alınan 24 numunede toplam 260 adet pestisit varlığı

incelenmiştir. İncelenen örneklerden üçünde (AR0, M9, Y9), pestisit kalıntısı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Bal numunelerinde tespit edilen pestisit ve kalıntı miktarları (ppb)

Table 4. The amounts of pesticides and residues detected in honey samples (ppb)

Bal Örnekleri	Triadimenol+ Triadimefon	Metrafenone	Cypermethrin	Boscalid	Deltamethrin	Kresoxim Methyl
AR0	3030,38	235,76	245,91	84,77	106,83	42,28
M9	1510,97	117,44	125,86	42,21	48,72	21,12
Y9	60,04	-	-	-	-	-
AB en çok (ppb)	50	50	50	50	50	50

Mineral madde ve ağır metal miktarı

Tokat yöresine ait bal örneklerinde tespit edilen mineral elementler ve ağır metal miktarları Çizelge 5 'de verilmiştir. Tokat yöresine ait bal örneklerinde

çinko (Zn) miktarı 0-24,31mg/kg, nikel (Ni) miktarı 0,00-2,91 mg/kg, krom (Cr) miktarı 0,00- 3,85 mg/kg; mangan (Mn) miktarı 0,00-4,66 mg/kg; bakır (Cu) miktarı 0,00-17,10 mg/kg; kurşun (Pb) miktarı 0,31-2,73 mg/kg aralığında tespit edilmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Çizelge 5. Bal numunelerinde tespit edilen mineral element ve ağır metal miktarları (mg/kg)

Table 5. The amounts of mineral elements and heavy metals detected in honey samples (mg/kg)

Bal Örnekleri	Zn	Ni	Cr	Mn	Cu	Pb
A9	-	2,80	-	1,61	5,89	1,27
A0	4,51	-	-	0,43	6,88	1,74
AR9	11,39	-	2,17	0,84	9,01	1,81
AR0	-	2,70	-	-	-	0,52
B9	4,72	-	-	0,76	-	2,25
B0	-	2,91	-	1,16	4,73	0,70
E9	3,83	-	0,40	-	16,08	0,46
E0	2,35	0,42	-	0,55	16,89	1,19
M9	1,45	1,61	-	0,26	6,56	1,14
M0	3,32	0,46	3,85	0,07	17,10	0,55
N9	24,31	-	-	0,42	16,83	0,76
N0	6,58	-	-	4,66	6,68	1,86
P9	2,11	0,87	-	0,27	12,00	1,44
P0	2,75	-	1,44	1,22	16,54	0,31
R9	3,30	1,39	-	0,35	8,50	1,54
R0	12,20	1,02	-	0,89	8,44	1,21
S9	-	2,78	-	-	4,27	0,82
S0	5,71	-	-	-	-	1,57
T9	5,37	-	-	1,06	6,40	1,81
T0	-	2,77	-	-	9,44	0,34
Y9	-	2,91	-	1,20	1,58	0,78
Y0	10,38	0,31	-	-	9,64	2,73
Z9	1,46	1,62	0,38	0,80	11,41	1,37
Z0	4,02	0,28	-	0,20	14,30	1,31

Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi

Tokat yöresine ait bal numunelerinin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri Çizelge 7'de verilmiştir. Tokat yöresi ballarının toplam

fenolik madde miktarları 254,14-776,94 μg GAE/g bal; serbest radikali giderme aktivitesi 129,47-587,37 μg TE/g bal; katyon radikali giderme aktivitesi 93,33-1187,78 μg TE/g bal olduğu tespit edilmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Çizelge 6. Bal numunelerinin toplam fenolik madde miktarı (μg GAE/g bal), serbest radikali giderme aktivitesi (μg TE/g bal) ve katyon radikali giderme aktivitesi (μg TE/g bal)

Table 6. Total phenolic content (μg GAE/g honey), free radical scavenging activity (μg TE/g honey) and cation radical scavenging activity (μg TE/g honey) of honey samples

Bal Örneği	Toplam fenolik Madde miktarı	Serbest radikali giderme aktivitesi	Katyon radikali giderme aktivitesi
A9	342,36±11,90	321,58±22,33	543,3±55,00
A0	276,69±23,55	216,32±22,33	437,78±15,71
AR9	477,70±20,73	308,42±3,72	543,33±55,00
AR0	444,61±37,37	382,11±18,61	498,89±39,28
B9	362,91±36,47	221,58±7,44	665,56±23,57
B0	411,65±5,85	292,63±18,61	315,56±23,57
E9	349,25±10,10	358,42±29,77	187,78±7,86
E0	370,93±22,21	358,42±14,89	276,67±7,86
M9	735,09±37,70	558,42±14,89	737,78±31,43
M0	479,20±11,90	405,79±22,33	382,22±15,71
N9	367,17±9,93	305,79±29,77	393,33±15,71
N0	342,86±17,68	166,32±11,16	387,78±23,57
P9	288,72±9,77	129,47±3,72	1187,78±7,86
P0	548,37±21,72	408,42±26,05	498,89±55,00
R9	333,33±13,37	205,79±14,89	93,33±15,71
R0	776,94±16,50	587,37±48,38	754,44±39,28
S9	505,51±14,35	440,00±11,16	1032,22±7,86
S0	471,93±12,52	382,11±33,49	693,33±62,85
T9	543,11±17,77	437,37±37,22	898,89±86,42
T0	579,32±37,75	282,11±26,05	760,00±00
Y9	373,18±26,69	355,79±3,72	298,89±7,86
Y0	319,55±6,38	258,42±7,44	204,44±15,71
Z9	394,99±11,51	255,79±11,16	460,00±15,71
Z0	254,14±7,41	184,74±14,89	204,44±15,71

TARTIŞMA

Günümüzde yüksek kalitede ve özellikleri iyi tanımlanmış gıda ürünlerine duyulan gereksinimin artması nedeniyle, balın da dâhil olduğu tüm gıda ürünleri ticarileştirilmeden önce çok sayıda sertifika ve kalite kriterlerini karşılamak zorundadır. Bal besleyici değeri yüksek olması nedeniyle geleneksel bir gıda olarak kullanılmasının yanı sıra çeşitli hastalıklara karşı destekleyici tedavide de kullanılmaktadır. Bu nedenle de insanların tüketimine sunulan balların kalite parametrelerine uygun olması önemlidir (Özök ve Ecem Bayram 2021).

Ballarda karbon izotop ($\Delta^{13}\text{C}$) oranının belirlenerek, C4 şeker miktarının hesaplanması yöntemi ile sahte ve doğal bal ayırımı yapılabilmektedir. Fotosentez sırasında buğday, arpa, yonca ve pamuk gibi bitkilerde olduğu gibi genellikle ilk meydana gelen bileşik 3 karbonlu olup bu bitkiler C-3 bitkileri olarak adlandırılmaktadır. Mısır, darı, şeker kamışı ve sorgum gibi bitkilerde

ise fotosentez esnasında oluşan ilk bileşik 4 karbonlu olduğundan bu bitkilere de C-4 bitkileri adı verilmektedir. Ballarda sahtecilikte kullanılan şeker şurupları C-4 bitkilerinden üretildiğinden, C4 miktarının belirlenmesi ile balın doğal olup olmadığı anlaşılabilir (Belli 2019, Mutlu vd. 2017). Tokat yöresi ballarından alınan örneklerin tamamının protein ve ham bal Δ C13 değerleri arasındaki fark TGK Bal Tebliği'nde belirtilen -1,0 veya daha pozitif olmalı' sınır değerlerine uymaktadır. Bal örneklerinin Δ C13 değerinden hesaplanan C4 şeker oranlarının da TGK Bal Tebliği'nde belirtilen sınır değerle (≤ 7) uyumlu olduğu görülmektedir. Bu durum Tokat yöresi ballarının bal akım döneminde arının aşırı şeker şurubu ile beslenmediğinin, hile ve taşıyıcı yapılmadığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Bal örneklerinde Δ C13 değerinden hesaplanan C4 şeker oranını; Belli (2019) %0,00-16,81; Bengü ve Kutlu (2018) ortalama %1,37±0,21; Bilgen Çınar (2010) %2,30; Can (2014) %0,00-3,35; Çiftçi ve Parlat (2018) %0,00-3,53; Kambur vd. (2015)

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

%0,43-8,72 olarak belirlemişlerdir.

Bal kuru ağırlığının yaklaşık %95 oranında karbonhidrat içermekte olup, fruktoz ve glukoz majör monosakkaritleridir. Bala tadını veren ve miktarca en çok bulunan monosakkarit fruktoz olup, bütün bal çeşitlerinde früktoz miktarı glukozla daha fazladır. Sakkaroz (sukroz) şekeri çiçek nektarlarında fazla miktarda bulunmayan bir şeker olup, balda bulunan invertaz enzimi etkisi ile fruktoz ve glikoza dönüşmektedir. Sakkaroz miktarının yüksek olması arıların arı yetiştiricileri tarafından fazlaca şekerle beslendiği veya balın erken hasat edildiği anlamına gelebilmektedir. (Kalafat Kul 2020). Bal örneklerinde belirlenen sakkaroz miktarlarının TGK Bal Tebliği'nde belirtilen sınıra değere (≤ 5) uygun olduğu görülmüştür. Bu durum Tokat yöresinde bal üretimi yapan üreticilerin çoğunlukla bilinçli olduğu, arıların beslenmesinde doğal yöntemlerin tercih edildiği ve bal hasat zamanına dikkat edildiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Bal örneklerinde sakkaroz miktarlarını Bilgen Çınar (2010) %1,19; Çetin vd. (2011) %0,46-17,10; Kambur vd. (2015) %0- 0,34; Kasırga (2019) %0,00-2,92; Özgüven vd. (2020) Tokat yöresinden temin ettikleri örneklerin bir tanesinde tespit edilmediğini bir diğerinde % 2,52 \pm 0,30; Sunay (2006) %2,50-3,11 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Früktoza göre glikozun suda çözünürlüğü daha az olduğu için fruktoz/glikoz oranından balın kristalizasyonunu değerlendirmede yararlanılmaktadır ve bu oran daha çok nektarın kaynağına bağlıdır (Özgüven vd. 2020). Tokat yöresi ballarının früktoz+glikoz oranı TGK Bal Tebliği'nde belirtilen sınıra değere (≥ 60) uyumlu olduğu tespit edilirken, früktoz/glikoz oranları incelendiğinde altı örneğin (A0, E0, N0, R0, S0, T0), TGK Bal Tebliği'nde belirtilen üst sınıra değerinden (0,9-1,4) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Früktoz/glikoz oranı arttıkça ballarda kristalleşme eğilimi azalır bu sebeple früktoz/glikoz oranları yüksek çıkan örneklerin şekerlenme yani kristalleşme ihtimalinin daha az olduğu sonucuna varılabilir. Araştırmalarında Belli (2019) früktoz+glikoz miktarını %41,61-64,85; Bilgen Çınar (2010) früktoz/glikoz oranını 1,20; Çetin vd. (2011) glikoz+früktoz miktarını %42,44-75,60, früktoz/glikoz oranının ise 1,01-1,85; Çiftçi ve Parlat (2018) früktoz/glikoz oranını 1,06-1,19, früktoz+glikoz miktarını %65,20-73,52; Kambur vd. (2015) früktoz+glikoz miktarını %53,67-59,00, früktoz/glikoz oranını 1,18-1,32; Kaplan (2014) früktoz+glikoz miktarını %54,20-82,22; Kek vd.

(2017) früktoz+glikoz miktarını %24,99-81,93, früktoz/glikoz oranını 0,95-1,81; Özgüven vd. (2020) Tokat yöresinden temin ettikleri örneklerin früktoz/glikoz oranlarını 1,26 \pm 0,02-1,28 \pm 0,03; Sunay (2006) früktoz/glikoz oranını 1,06-1,19; Turan (2012) früktoz+glikoz miktarını %58,2-71,2 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Balın içerisinde bulunan organik asitler tazeliğin, bozulmanın ve orjinalliğin bir göstergesi olup farklı balların kendine özgü aroma ve tadının olmasında rol oynamaktadırlar. Aynı zamanda bu asitler, bala kendine özgü, koku veren maddelerdir ve balın asidik (pH 3,5-5,5) yapıda olmasını sağlamaktadırlar. Ancak bir balın yüksek asitlik göstermesi istenmeyen bir durumdur ve bu durum balın zaman içerisinde fermantasyona uğradığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, unifloral balların otantifikasyonu ve nektar ballarının salgı ballarından ayırt edilmesine yardımcıdır (Özgüven vd. 2020) TGK Bal Tebliği'ne göre serbest asitlik en fazla 50 mmol/kg (meq/kg) olmalıdır. İncelenen bal örneklerinin tamamının serbest asit miktarı bakımından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği' ne uygun olduğu görülmektedir. Balda serbest asitlik miktarını Alak (2015) 4,46-41,11 meq/kg; Belli (2019) 8,95-27,9 meq/kg; Bilgen Çınar (2010) 27,55meq/kg; Çetin vd. (2011) 12,87-39,04 meq/kg; Çiftçi ve Parlat (2018) 22,39-34,06 (meq/kg); Güzel ve Bahçeci (2020) 21,1-47,8 meq/kg; Kalafat Kul (2020) 16,7-59,1 meq/kg; Kambur vd. (2015) 21,0-70,0 meq/kg; Kaplan (2014) 5,80-14,23 meq/kg, olarak belirlemişlerdir.

Elektriksel iletkenlik, çiçek balı ile salgı balı arasındaki farklılığı belirlemede kullanılan parametreler arasındadır. Elektriksel iletkenlik balın organik asitler, proteinler, şekerler, ve mineral içeriğine bağlıdır (Tarım ve Orman Bakanlığı 2020). TGK Bal Tebliği'ne göre salgı ballarının elektrik iletkenliği değeri en az 0,8 mS/cm ve çiçek ballarının ise en fazla 0,8 mS/cm olmalıdır. İncelenen bal örneklerinden bir tanesi (M0) hariç diğerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu durum M0 kodlu bal örneğinin çiçek nektarı ve salgı balı karışımı olabileceğini göstermektedir. Balda elektrik iletkenliğini; Bella vd. (2022) 0,31-0,87 mS/cm; Belli (2019) 0,63-1,67 mS/cm; Çetin vd. (2011) 0,14-0,95 mS/cm Ertop (2020) 1,70-2,11ms/cm; Güzel ve Bahçeci (2020) 205-674 μ S/cm; Kalafat Kul (2020) 0,17-0,99 mS/cm; Kambur vd. (2015) 0,28-0,80 mS/cm; Kasırga (2019) 0,550-1,386 mS/cm; Özgüven vd. (2020) Tokat yöresinden temin ettikleri örneklerde 0,18 \pm 0,00- 0,39 \pm 0,00 mS/cm; olarak

belirlemiştir.

Balın fermente veya kristalize olmasını engellemek için bala ısıtma işlemi uygulanmaktadır. Bu işlemin çok yüksek sıcaklıklarda yapılması ve/veya balın uzun süre uygun olmayan koşullarda muhafaza edilmesi sonucu HMF oluşumu kaçınılmazdır. HMF, ısıtma işlemi sırasında indirgen şekerlerle aminoasitler arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu sonucu oluşan bir ara üründür ve gıdalarda oluşumu istenmemektedir. Balda yüksek miktarda HMF oluşumu, renkte esmerleşme, tat ve koku değişimi ile besleyici özelliklerinde azalmayı göstermektedir. HMF değerinin çok yüksek çıkması ise bala invert şeker katılarak taşınması yapıldığının göstergesidir. Normal koşullarda taze balda HMF bulunmamakta iken HMF değerinin çok yüksek çıkması ise bala invert şeker katılarak taşınması yapıldığının göstergesidir (Can 2014). HMF miktarı, TGK Bal Tebliği'ne göre balda en fazla 40 mg/kg olmalıdır. HMF miktarı bakımından incelenen bal örneklerinin tamamının TGK Bal Tebliği'yle uyumlu olduğu görülmektedir. Bu anlamda Tokat yöresi ballarının zamanında hasat edilen taze ballar olduğu, hile ve taşınması amacıyla invert şeker ilavesi yapılmadığının ve yüksek ısıtma işlemi uygulanmadığı sonucuna varılabilir. Bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda HMF miktarlarını Alak (2015) 1,35-57,12 mg/kg; Belli (2019) 0-93,8 mg/kg; Bengü ve Kutlu (2018) 36,37±2,35 mg/kg; Çiftçi ve Parlat (2018) 4,17- 23,75 mg/kg; Güzel ve Bahçeci (2020) 0,3-36,5 mg/kg; Kalafat Kul (2020) 0,37-18,89 mg/kg; Kambur vd. (2015) 36,02-10,50; Kaplan (2014) 3,39-90,21 mg/kg; Sunay (2006) 5,94-7,17 mg/kg; Turan (2012) 1,1-9,7 mg/kg; Yaşar ve Söğütü (2020) 23,595-42,220; olarak tespit etmişlerdir.

Balın protein miktarının düşük olmasına karşın, 11 ila 21 farklı aminoasidi bileşiminde bulundurması ile aminoasitler açısından zengin bir gıda olduğu bildirilmiştir. Aminoasit bileşiminin %80-90 kadarının, arının nektarı bala dönüştürürken salgıladığı sıvıda ve toplanan nektarlarda bulunan prolin aminoasidi olduğu ve sahte balda hemen hemen hiç bulunmadığı belirtilmiştir. (Mutlu vd. 2017). Bu nedenle prolin içeriği balın kalitesi ve balda yapılan sahtecilik hakkında değerlendirme yapılmasında kullanılan temel kriterlerden birisi olup TGK Bal Tebliği'ne göre balın prolin aminoasidi içeriği 300 mg/kg'dan daha az olmamalıdır. Prolin miktarı bakımından analiz edilen tüm bal örneklerinin TGK Bal Tebliği'ne uygun olduğu görülmektedir. Prolin değerlerinin yüksek çıkması ballarda taşınması yapılmadığının bir göstergesi olarak

kabul edilebilir. Balda prolin değerini Belli (2019) 158,45-1217,45 mg/kg; Çınar ve Aziz (2012) 301-977 mg/kg; Çiftçi ve Parlat (2018) 487,81-699,05 mg/kg; Kalafat Kul (2020) 562,66-146615 mg/kg; Kaplan (2014) 27,41-590,78 mg/kg; Kasırga (2019) 600,67-309,14 mg/kg; Özgüven vd. (2020) Tokat yöresinden temin ettikleri örneklerin 271±12,8-715±13,2 mg/kg; Turan (2012) 385-890 mg/kg aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

Baldaki nem miktarı; hasat sırasındaki iklim koşullarına, balın hasat edildiği aya, nektarın nem miktarına, sırlanmış petek yüzdesine, arı kolonisinin gücüne, balın olgunluk derecesine ve depolama şartlarına göre değişiklik göstermektedir (Kalafat Kul 2020), Su içeriği balın raf ömrü ile olgunluk düzeyinin belirlenmesinde bir kriter olarak kabul edilmekte ve balın kalitesi, viskozitesi, kristalleşmesi ve tadı üzerine etki etmektedir. Düşük su içeriğinin ballarda ozmotolerant mayalar tarafından gerçekleştirilen fermantasyon oluşumunu engellediği, nem oranının yüksek olması mikrobiyal bozulmaya ve kristalizasyona neden olduğundan, balın raf ömrünü kısalttığı, bal da tat ve aroma değişimine neden olduğu bildirilmiştir (Şen 2019). Nem içeriğinin yüksek olması balın olgunlaşmadan petekten alındığını da gösterebilmektedir (Kalafat Kul 2020). Balda nem miktarı TGK Bal Tebliği'ne göre en fazla %20 olmalıdır. Tokat yöresi ballarının tamamının nem değerlerinin TGK Bal Tebliği'ne uygun olduğu görülmektedir. Çalışmamızda tespit etmiş olduğumuz en yüksek nem değeri %20 (T0)'dir. T0 örneğinin nem değerinin diğer ballara göre daha yüksek olması, erken hasat edilmesi ya da hasat edildiği ortamın neminin yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Ancak, T0 örneğine ait nem değeri standartlarda belirtilen sınır değerlere uygunluk göstermektedir. Balda nem miktarını Alak (2015) % 14,6-18,4; Belli (2019) %14,64-20,88; Bengü ve Kutlu (2018) %15,39; Çetin vd. (2011) %14,80-21,60; Çınar ve Aziz (2012) %15,62; Çiftçi ve Parlat (2018) %15,48-17,63; Ertop (2020) 16,48-20,80; Güzel ve Bahçeci (2020) %14,5-21,7; Kalafat Kul (2020) %15,6-20,3; Kambur vd. (2015) %16,20-19,40; Kaplan (2014) %10,50-20; Kasırga (2019) 12-24; Özgüven vd. (2020) Tokat yöresinden temin ettikleri örneklerde %16,3±0,1-%19,3±0,3; Turan (2012) %14,2-17,4 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir.

Bal doğal enzimler bakımından oldukça zengin bir gıda maddesidir. Balın bileşiminde bulunan başlıca enzimler; diastaz (α ve β amilaz), invertaz ve β -glikozidazdır (Karamehmet 2021). Nektar ve arı kaynaklı bir enzim olan diastaz enzimi balda ısıtma

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

işlem uygulamasının belirleyicisidir. Diastaz enzimi ısı işlem uygulandığında inaktif olur. Bu yüzden balın tazeliğinin tespitinde kullanılmaktadır (Sak-Bosnar ve Sakaç 2012). Diastaz sayısı; 100 g balda bulunan amilaz enzimlerinin 38-40°C'de 1 saat içerisinde parçaladığı nişasta miktarını ifade etmektedir (Mutlu vd. 2017). Balda düşük diastaz sayısı balın ısı işleme mağruz bırakıldığını veya taze olmadığını gösterir ve istenmez, aynı zamanda yüksek diastaz sayısında balın asitliğini arttırıp hızlı fermentasyona sebep olabileceğinden yine istenmeyen bir durumdur (Ferek 2016). Balda diğer bir kalite belirleyici özellik olan diastaz sayısı TGK Bal Tebliği'ne göre en az 8 olmalıdır. Çalışmamızda bal örneklerinde 17 numunede (A0, AR9, ARO, B9, B0, E0, N9, N0, P9, R9, S0, T0, Y9, Y0, Z9, Z0) belirlenen diastaz sayısı değeri TGK Bal Tebliği'nde belirtilen sınır değere uygun değildir. Bu durum kod numaraları verilen bal örneklerinin taze olmadığını, balın yüksek ısı işleme veya uygun olmayan muhafaza koşullarına maruz bırakıldığının bir göstergesi olabilir. Çünkü diastaz enzimin miktarı ısı işlem uygulaması veya uygun olmayan muhafaza koşullarında azalmaktadır. Balda diastaz sayısını; Belli (2019) 3,38-13,18; Çetin vd. (2011) 1,0-20,0; Çiftçi ve Parlat (2018) 12,86-22,44; Güzel ve Bahçeci (2020) 0,1-32,2; Kalafat Kul (2020) 25,0-60,0; Kambur vd. (2015) 0-14,29; Kasırğa (2019) 6,0-12,0; Özgüven vd. (2020) 11,6-25,4; Sunay (2006) 13,47-22,52; Turan (2012) 15,2-38,5; Yaşar ve Söğütü (2020) 1,0-17,9 olarak belirlemişlerdir.

Son yıllarda tarımsal uygulamalarda verimi arttırmak, tarım zararlılarıyla mücadele etmek ve masrafların azaltılması amacıyla kimyasal kullanımı oldukça artmıştır (Muku vd. 2019). Bal üretiminde ilaç kalıntısına rastlanılmasının iki önemli sebebi vardır. Bunlardan ilki arı hastalıklarına engel olmak için kovanlara uygulanan ilaçlar, ikincisi ise çiftçilerin kullandıkları zirai ilaçların dolaylı olarak bala geçmesidir (Kutlu ve Bengü 2020). Tokat merkez ve ilçelerine ait ballarda incelenen örneklerden üçünde (AR0, M9, Y9), pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. AR0 kodlu numunede toplam 6 adet pestisit saptanmış olup bir adet pestisit (kresoxim-methly) miktarı Avrupa Birliği pestisit ve kalıntı mevzuatında belirtilen sınır değere uygun bulunmuştur. Diğer 5 adet pestisit (Triadimenol+Triadimefon, Metrafenone, Cypermethrin, Boscalid ve Deltamethrin) miktarlarının Maksimum Kalıntı Limiti (MRL) değerlerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. M9 Kodlu örnekte Triadimenol+Triadimefon, Metrafenone,

Cypermethrin miktarları MRL değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir. Y9 kodlu örnekte Triadimenol+Triadimefon tespit edilmiş olup, miktarının MRL değerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durumun AR0, M9, Y9 kod numaralı bal örneklerinin üretimi sırasında arı hastalıklarına engel olmak için kovanlara ilaçlar uygulandığının ya da bölgede çiftçilerin kullandıkları zirai ilaçların dolaylı olarak bala geçmesinden ya da arı kovanlarının bulunduğu ortamların çevre kirlilik oranlarının yüksek olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer örneklerde hiçbir pestisit ve kalıntı tespit edilmemiştir. Kutlu ve Bengü (2020), yapmış oldukları bir çalışmada Muş ilinden temin ettikleri 10 adet bal örneğinde bromopropylate, chlorfenvinphos, flumethrin, taufluvinate, coumaphos ve amitraz pestisit kalıntılarını araştırmışlar ancak, hiçbir örnekte belirtilen pestisit kalıntılara rastlamamışlardır. Balda Deltamethrin miktarını Canbay vd. (2012) 0,019 ng/g; Kujawski ve Namieśnik (2011) 0,74-0,85 ppb; Toptancı ve Bayrak (2012) 0-23,75 ppb olarak belirtmiştir. Bulunan değerler Avrupa Birliği pestisit ve kalıntı mevzuatında belirlenen MRL değerleri altındadır. Yapılan çalışmalarda balda cypermethrin miktarını Canbay vd. (2012) 0,021 ng/g; Mukherjee (2009) 0-5; Rissato vd. (2007) 0-92 ppb; Toptancı ve Bayrak (2012) 0-19,29 ppb aralığında tespit etmişlerdir. Bulunan değerler Avrupa birliği pestisit ve kalıntı mevzuatında belirlenen MRL değerleri altındadır.

Bal, insanların ihtiyaç duyduğu başlıca mineral ve iz elementlerin iyi bir kaynağı olarak görülmektedir. Ancak, gıda yoluyla alınan bazı elementlerin güvenlik seviyelerini aştıklarında toksik olabileceği de rapor edilmektedir. Na, K, Ca, Zn, Fe ve Cu gibi metallerin, insan vücudunda bazı biyokimyasal ve fizyolojik fonksiyonlar için önemli ve yaşam boyunca sağlığı korumak için gerekli olduğu, ancak Pb, As, Cd ve Hg gibi ağır metallerin özellikle toksik olduğu, bu metallerin gıdalarda aşırı miktarlarda bulunmasının, bazı hastalıklara, özellikle de böbrek, solunum, kalp-damar, sinir ve kemik hastalıklarına neden oldukları, Al'un sinir, kemik ve hemopoietik hücreler üzerinde zararlı etkileri bulunduğu ve Parkinson hastalığı gibi bazı nörodejeneratif hastalıklarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Aygün 2020). Balın içeriğindeki mineral madde içeriği yaklaşık %0,1-1,0 aralığında olup, elde edildiği bitkiye, toprak ve iklime, botanik orjine göre değişir (Şen 2019). Tokat yöresine ait bal örneklerinde çinko (Zn) miktarı 0,00-24,31mg/kg, nikel (Ni) miktarı 0,00-2,91 mg/kg, krom (Cr) miktarı 0,00-3,85 mg/kg; mangan (Mn) miktarı 0,00-4,66 mg/kg;

bakır (Cu) miktarı 0,00-17,10 mg/kg; kurşun (Pb) miktarı 0,31-2,73 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. TGK Bulaşanlar Yönetmeliği'nde (Tarım ve Orman Bakanlığı 2011) balda bulunan ağır metaller ile ilgili herhangi bir limit bulunmamaktadır. Ancak adı geçen aynı yönetmelikte kurşun (Pb) içeriği gıda takviyeleri hariç farklı gıdalarda en çok 1,5 mg/kg olarak sınırlandırılmıştır. Çalışmada incelen örneklerden 8 adedinin (A0, AR9, B9, N0, R9, S0, T9 ve Y0) kurşun miktarlarının diğer yenilebilir gıdalar için belirtilen sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür. Kurşun, balda bulunan en tehlikeli maddelerden birisidir ve ağırlıklı olarak araç trafiğinin yoğun olduğu yerlerde egzoz gazları ile havaya karışarak, doğrudan nektar ve bal özsuğunu kirletmektedir. Bu durum Tokat yöresindeki söz konusu balların ana yollara yakın noktalarda üretiminin gerçekleştirilmiş olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte; Pb, Cd, Ni ve Cr gibi ağır metallerin kanserojen ve sitotoksik etkiye sahip olmaları nedeniyle günlük alım dozunun aşıldığı zamanlarda insan sağlığına zararlı etkilere sahip olabileceği için bu ağır metallerin bal örneklerinde bulunmaması istenir. Celechovska ve Vorlova (2001) Çek Cumhuriyeti ballarında bazı element miktarlarını Cd, 0,5-77,4 µg kg-1; Pb, 0,02-1,0 mg/kg; Hg, 0,67-0,93 mg/kg; Cu, 0,06-1,55 mg/kg ve Zn, 0,2-22,9 mg/kg aralıklarında tespit etmiştir. Kılıç Altun vd. (2017); Türkiye'de 9 farklı şehirden temin ettikleri 71 farklı bal örneğinde 13 adet element tespit etmiş olup bunlar sırasıyla Al, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Na, Ni, Pb, Se ve Zn dir. Araştırmacılar K, Na, ve Ca miktarlarının sırasıyla 1,18-268,00 ppm, 0,57-13,10 ppm, ve 0,77-4,50 ppm, aralığında değiştiğini Pb, Cd, Ni, ve Cr ağır metallerinin çok düşük düzeylerde (<1 ppb) bulunduğunu belirtmişlerdir. Luvanda ve Lyimo (2018); Tanzania'da farklı bölgelerde topladıkları balların mineral madde miktarlarını Zn, 0,38-5,29 mg/kg; Fe, 1,34-18,15 mg/kg; Ca 91,96-508,70 mg/kg; Mg, 7,67-292,41 mg/kg; K, 80,42-961,38 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Silici vd. (2008) yapmış oldukları bir çalışmada Zn, 0,47-6,57 µg/g; Ca 3,28-232 µg/g; Mn 1,11-74,2 µg/g; Cu 9,97-35,8 µg/g; Pb 1,51-55,3 µg/g; Cr 1,24-12,9 µg/g; Ni 1,21-131 µg/g olarak tespit etmişlerdir. Sultanoğlu (2011), Hatay ili ballarında yapmış olduğu element ve ağır metal analizlerinde 17 element (Al, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr ve Zn) tespit etmiştir. Balda en fazla bulunan elementlerin belirlenen değerleri sırasıyla Ca, 219,375 mg/kg; K, 446,930 mg/kg; Mg, 49,064 mg/kg ve Na, 95,910 mg/kg olarak belirtilmiştir.

Diğer elementlerden Al, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr ve Zn miktarları ise sırasıyla 4,434; 4,992; 0,153; 0,033; 0,031; 0,203; 1,249; 15,071; 0,563; 0,345; 0,389; 0,708 ve 4,709 mg/kg olarak belirlenmiştir. Tüzen (2002) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Tokat ilinden toplanan 25 bal numunesi üzerinden çevre kirliliğinin görülmesi için metal düzeyleri araştırılmıştır. Analizi gerçekleştirilen numunelerin ortalama olarak Pb miktarı 0,0406±0,00055 mg/litre (0,0303-0,0580 mg/litre), Cd miktarı 0,0071±0,0006 mg/litre (0,0055-0,0098 mg/litre), Cu miktarı 0,62±0,08 mg/litre (0,25-1,30 mg/litre), Fe miktarı 5,22±0,96 mg/litre (3,45-8,94 mg/litre), Mn miktarı 0,49±0,05 mg/litre (0,32-0,70 mg/litre) ve Zn miktarı 3,45±0,40 mg/litre (1,15-4,95) olarak belirtilmiştir. Metal düzeylerinin yoğunluk açısından Fe>Zn>Cu>Mn>Pb>Cd şeklinde sıralandığı görülmüştür.

Balın antioksidan madde içeriği; üretildiği nektarın toplandığı bitkisel kaynağa, mevsimsel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Spilioti vd. 2014). Tokat yöresi ballarının toplam fenolik madde miktarları 254,14-776,94 µg GAE/g bal; serbest radikali giderme aktivitesi 129,47-587,37 µg TE/g bal; katyon radikali giderme aktivitesi 93,33-1187,78 µg TE/g bal olduğu tespit edilmiştir. Farklı ilçelerden temin edilen bal örneklerinin fenolik madde içeriği arasındaki bu farklılıklarda; yörenin iklim koşullarının, bitki örtüsünün, yükseltilinin ve ürünün üretildiği yılın etkili olabileceği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada Çorum yöresi ballarının antioksidan kapasiteleri ABTS yönteminde 0,466-1,353 mM TE (Trolox Eşdeğeri), DPPH yönteminde ise 0,170-0,605 mM TE, toplam fenolik madde içeriği ise 243-546 mg GAE/kg aralığında olduğu tespit edilmiştir (Güzel ve Bahçeci 2019). Kasırga (2019), yapmış olduğu çalışmada Şırnak yöresi ballarının toplam polifenol miktarlarını 11,940-37,286 mg GAE/100 g, DPPH değerini 34,38-229,22 mg/mL olarak tespit etmiştir. Doğan (2014) ballarda toplam fenolik madde miktarının 449,59 mg GAE/100g; Ulusoy (2010), yapmış olduğu çalışmada Anzer balında toplam fenolik madde miktarlarının 4,26-10,61 mg/g aralığında olduğunu belirtmiştir.

Sonuç

Çalışmamızda Tokat merkez ve ilçelerinden temin edilen 2019 ve 2020 yıllarına ait toplam 24 adet çiçek balının nem miktarı, karbon izotop oranları, şeker içerikleri, mineral içerikleri gibi çeşitli fizikokimyasal özellikleri incelenmiş ve örneklerin

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/12) 'nde belirtilen çeşitli özelliklere ait sınır değerlere uygunluğunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu anlamda Tokat merkez ve ilçelerine ait ballara ilişkin önemli bulgular elde edildiği düşünülmektedir. İncelenen bal örneklerinin tamamı karbon izotop oranı, sakkaroz miktarı, Früktoz+Glikoz miktarı bakımından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/12) 'ne uygun bulunmuştur. Früktoz/Glikoz oranı altı örnekte limit değerleri aşmıştır. HMF, nem, serbest asitlik, prolin miktarı ve elektrik iletkenliği bütün örneklerde TGK Bal Tebliği'ne uygun bulunmuştur. Diastaz sayısı on yedi örnekte düşük değerlerde belirlenmiş olup TGK Bal Tebliği'nde belirtilen limitlerin altında kalmıştır. Pestisit ve kalıntı miktarları incelendiğinde sadece iki örnekte altı pestisit, bir örnekte ise bir pestisit tespit edilmiştir. Belirlenen pestisitlerin çoğunluğunun miktarının Avrupa Birliği pestisit ve kalıntı mevzuatı limitlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulguların Tokat yöresine ait çiçek ballarının ulusal ve uluslararası düzeyde tanınırlığına katkı sağlayabilecek önemli sonuçlar içerdiği düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Durumu: Bu araştırma için etik kurul belgesi gerekli değildir.

Mali Kaynak: Yapılan bu çalışma Funda KARA' nın 'Tokat Yöresi Ballarının Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi' adlı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiş olup, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP 2020/55) tarafından desteklenmiştir.

Yazar Katkıları: Bu çalışmada, Fikir: CK, FK, MB; Analizler: FK, ST; Literatür Taraması: FK; Makale Yazımı: FK, EEY; Eleştirel İnceleme: CK, MB, EEY

Teşekkür: Yapılan bu çalışma Funda KARA' nın 'Tokat Yöresi Ballarının Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi' adlı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiş olup, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP 2020/55) tarafından desteklenmiştir. Ayrıca bal örneklerinin temininde katkı sağlayan Tokat Arıcılar Birliği'ne ve desteği için TOGÜ BAP'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Alak GD. Bal ve bal sirkesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. PAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Denizli, 2015, (erişim tarihi.21.12.2021),

<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.

AOAC. 2007.01. Official Methods of Analysis. Pesticide Residues In Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate. Gas Chromatography/Mass Spectrometry and Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry.

Aygün O. Elazığ'da Üretilen Balların Bazı Toksik Ağır Metal Düzeyleri. FÜMBD. 2020; 32(1): 119-125, doi.org/10.35234/fumbd.593396.

Bella GD, Licata P, Potorti AG, Crupi R, Nava V, Qada B, vd. Mineral Content and Physico-Chemical Parameters of Honey From North Regions of Algeria. Natural Product Research, 2022; 36(2): 636-643, doi.org/10.1080/14786419.2020.1791110.

Belli T. Muğla ilinde üretilen balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. PAU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Denizli, 2019, (erişim tarihi.12.11.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.

Bengü AŞ, Kutlu MA. Bingöl'de Üretilen Ballarda Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. TDFD. 2018;7(1): 7-10.

Bilgen Çınar S. Türk çam balının analitik özellikleri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Ankara, 2010, (erişim tarihi.03.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.

Blasi F, Urbani E, Simonetti MS, Chiesi C. ve Cossignani L. Seasonal Variations in Antioxidant Compounds of *Olea Europaea* Leaves Collected From Different Italian Cultivars. Journal of Applied Botany and Food Quality, 2016; 89, doi.org/10.5073/JABFQ.2016.089.025.

Burucu V. Arıcılık Ürün Raporu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, 2021, TEPGE (330), ISBN 978-605-7599-63-6.

Can Z. Biyoaktiviteleri yönünden türkiye florasına ait baskın ballar ile manuka ballarının karşılaştırılması. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Trabzon, 2014, (erişim tarihi.21.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez>

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- SorguSonucYeni.jsp.
- Canbay HS, Öğüt S, Yilmazer M, Küçüköner E. Seçilen Bazı Pestisitlerin Bal Örneklerinde Analizi. *SDÜFBED*. 2012;16(1): 1-5, doi.org/10.19113/sdufbed.04926.
- Celechovska O, Vorlová L. Groups of Honey-Physicochemical Properties and Heavy Metals. *Acta Veterinaria Brno*, 2001;70: 91-95.
- Çetin K, Alkın E, Uçurum HÖ. Piyasada Satılan Çiçek Ballarının Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 2011;11(8): 49-56.
- Çınar SB, Aziz E. Türkiye’de Üretilen Çam Balının Kimyasal Profili. *Gıda*, 2012;37(3): 149-156.
- Çiftçi M, Parlat SS. Konya Bölgesindeki Marketlerde Satılan Farklı Ticari Çiçek Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi-Bal Tebliğine Uygunluğunun Araştırılması. *Selcuk J Agr Food Sc*. 2018; 32(1): 38-42, doi.org/10.15316/SJAFS.2018.61.
- Doğan H. Çiçek ballarının kimyasal fiziksel ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Erzurum, 2014, (erişim tarihi.12.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez/SorguSonucYeni.jsp>.
- Ertop U. Kastamonu ilinde üretilen kestane ballarının bazı ağır metal içerikleri ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Kastamonu, 2020, (erişim tarihi.12.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez/SorguSonucYeni.jsp>.
- Ferek Ö. Muğla ili çam ballarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. NKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Tekirdağ, 2016, (erişim tarihi.05.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez/SorguSonucYeni.jsp>.
- Gül A, Pehlivan T. Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2018; 25(6): 1056-1065, doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.02.011.
- Güzel N, Bahçeci KS. Çorum Yöresi Ballarının Fenolik Madde İçerikleri ile Renk ve Antioksidan Kapasiteleri Arasındaki İlişki. *Gıda*. 2019; 44(6): 1148-1160, doi.org/10.15237/gida.GD19095.
- Güzel N, Bahçeci KS. Çorum Yöresi Ballarının Bazı Kimyasal Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi. *Gıda*. 2020; 45: 230-241, doi.org/10.15237/gida.gd19129.
- Kalafat Kul M. Gümüşhane yöresi çiçek ballarının kalite özellikleri ve antioksidan aktiviteleri. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Gümüşhane, 2020, (erişim tarihi.05.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez/SorguSonucYeni.jsp>.
- Kambur M, Kekeçoğlu M, Yıldız İ. Assesment of The Honey Samples Produced in Yığılca District of Düzce City By Using Chemical and Palynological Analysis. *U. Bee J*. 2015;15(2): 67-79, doi.org/10.31467/uluaricilik.377032.
- Kaplan HB. Ege bölgesi ballarının kimyasal özellikleri. PAU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Denizli, 2014, (erişim tarihi.02.01.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez/SorguSonucYeni.jsp>.
- Karamehmet H. Rize yöresinden elde edilen kaya balının fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerinin kestane ve çiçek balları ile karşılaştırılması. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Gümüşhane, 2021 (erişim tarihi.05.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez/SorguSonucYeni.jsp>.
- Kasırga O. Şırnak yöresinde üretilen balların fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Bayburt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Bayburt, 2019, (erişim tarihi.02.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tez/SorguSonucYeni.jsp>.
- Kek SP, Chin NL, Tan SW, Yusof YA, Chua LS. Classification of Honey From Its Bee Origin Via Chemical Profiles and Mineral Content. *Food Analytical Methods*, 2017;10(1): 19-30, doi.org/10.1007/s12161-016-0544-0.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Khan FR, Abadin ZU, Rauf N. Honey: Nutritional and Medicinal Value. IJCP. 2007; 61(10): 1705-1707, doi.org/10.1111/j.1742-1241.2007.01417.x.
- Kılıç Altun S, Dinç H, Paksoy N, Temamoğulları FK, Savrunlu M. Analyses of Mineral Content And Heavy Metal of Honey Samples From South And East Region of Turkey by Using ICP-MS. IJAC. 2017,doi.org/10.1155/2017/6391454.
- Kujawski M, Namieśnik J. Levels of 13 Multi-Class Pesticide Residues in Polish Honeys Determined by LC-ESI-MS/MS. Food Control, 2011;22(6): 914-919, doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.11.024.
- Kutlu MA, Bengü AŞ. Muş ilinde Üretilen Ballarda Bazı Kalite Kriterleri ile Antibiyotik ve Pestisit Kalıntılarının Tespiti. BÜSAD, 2020;1(1): 1-6.
- Luvanda FT, Lyimo ME. Evaluation of Antimicrobial and Antioxidant Attributes of Tanzanian Honey From Two Agro-Ecological Areas. AsianJ Nat Prod Biochem. 2018;16(2): 69-82, doi.org/10.13057/biofar/f160203.
- Mukherjee I. Determination of Pesticide Residues in Honey Samples. BECT. 2009; 83 (6): 818-821, doi.org/10.1007/s00128-009-9772-y.
- Muku C, Güçlü G, Selli S. Doğu Akdeniz Bölgesi Ballarının Pestisit ve Naftalin Kalıntılarının LC/MS/MS ve HS-SPME GC/MS Teknikleriyle Belirlenmesi, Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 2019;34(2): 142-148, doi.org/10.36846/CJAFS.2019.6.
- Mutlu C, Erbaş M, Arslan Tontul S. Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Akademik Gıda, 2017;15(1): 75-75, doi.org/10.24323/akademik-gida.306074.
- Ölmez Ç. Türkiye' de üretilen farklı çiçek ve salı bal çeşitlerinin bazı kalitatif ve besinsel özellikleri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Konya, 2009, (erişim tarihi.21.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Özgüven M, Demircan E, Özçelik B. Çeşitli Yörelere Üretilen Çiçek Ballarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi ve Türk Gıda Kodeksi'ne Uygunluğunun Değerlendirilmesi. EJOSAT. 2020; 20: 321-326, doi.org/10.31590/ejosat.758399.
- Özkök A, Ecem Bayram N. Kestane (*Castanea Sativa*) Balı Örneklerinin Botanik Orijinlerinin Doğrulanması ve Toplam Polen Sayıları. U. Arıcılık D. 2021; 21(1): 54-65, doi.org/ 10.31467/Uluaricilik.899782.
- Padovan GJ, De Jong, D, Rodriques LP, Marchini JS. Detection of Adulteration of Commercial Honey Samples by The 13C / 12C Isotopic Ratio, Food Chemistry, 2003;82: 633-636, doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00504-6.
- Putnik P, Barba FJ, Španić I, Zorić Z, Dragović-Uzelac V, Kovačević DB. Green Extraction Approach For The Recovery of Polyphenols From Croatian Olive Leaves (*Olea Europea*). FBP. 2017; 106: 19-28, doi.org/10.1016/j.fbp.2017.08.004.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant Activity Applying An Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. Free Radical Biology and Medicine, 1999; 26(9-10): 1231-1237, doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
- Rissato S, Galhiane M, Marcos VA, Gerenutti M, Apon B. Multiresidue Determination of Pesticides in Honey Samples By Gas Chromatography–Mass Spectrometry and Application in Environmental Contamination. Food Chemistry, 2007;101(4): 1719-1726, doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.034.
- Sak-Bosnar M, Sakač N. Direct Potentiometric Determination of Diastase Activity in Honey. Food Chemistry, 2012;135(2): 827-831, doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.006.
- Sert Ö. Ülkemizin farklı yörelerinde üretilen balların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Adana, 2019, (erişim tarihi.02.01.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Sezen C. Karaman bölgesinde üretilen balların bazı antioksidan ve mineral madde içeriklerinin

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- araştırılması, KMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Karaman, 2020, (erişim tarihi.21.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Silici S, Uluozlu OD, Tuzen M, Soylak M. Assessment of Trace Element Levels in Rhododendron Honeys of Black Sea Region Turkey. *Journal of Hazardous Materials*, 2008;156(1-3):612-618, doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.12.065.
- Spilioti E, Jaakkola M, Tolonen T, Lipponen M, Virtanen V, Chinou I, vd. Phenolic Acid Composition, Antiatherogenic and Anticancer Potential of Honeys Derived From Various Regions in Greece. *PLoS One*, 2014; 9(4), doi.org/10.1371/journal.pone.0094860.
- Sultanoğlu P. Hatay ilinde üretilen balların eser element düzeyleri ve kemometrik yöntemlerle karakterizasyonu. MKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Antakya/Hatay, 2011, (erişim tarihi.21.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Sunay AE. Balda orijin tespiti. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, 2006, (erişim tarihi.19.11.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Şahinler N, Şahinler S, Gül A. Türkiye'de üretilen balların biyokimyasal bileşimi, Arıcılık Araştırmaları Dergisi, 2004;43(2): 53-56.
- Şen K. Trakya yöresi ayçiçeği balı, meşe balı ve karaçalı balı' nın çeşitli kalite özellikleri üzerine bir araştırma. NKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Tekirdağ, 2019, (erişim tarihi.21.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, 2020, (erişim tarihi.11.11.2021).
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği, 2011, (erişim tarihi.11.11.2021).
- Toptancı İ, Bayrak A. Turunçgil Ballarında Pestisit Kalıntı Düzeylerinin Belirlenmesi, *Akademik Gıda*, 2012;10(3): 22-25.
- Turan F. Kırklareli izole bölgesinde yaşayan Trakya Arısı (*Apis Mellifera Carnica*) kolonilerinden elde edilen balların kalite özelliklerinin belirlenmesi. NKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Tekirdağ, 2012, (erişim tarihi.20.02.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Türk Standartları Enstitüsü, Balda Bitki Şekerleri (C4) Tayini-Süreklili Akış Metodu (TS 13262), 2007, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, Bal-Su Muhtevası Tayini (TS 13365), 2008a, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, Bal-Serbest Asit Muhtevasının Tayini (TS 13360), 2008b, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, Bal-Elektrik İletkenliği Tayini (TS 13366), 2008c, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, Bal-Fruktoz, Glukoz, Sakaroz, Turanoz ve Maltoz Muhtevası Tayini -Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Metodu (TS 13359), 2008d, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, Balda Hidroksimetilfurfural Muhtevasının Tayini-Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Metodu (TS 13356), 2008e, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, Balda Prolin Muhtevasının Tayini (TS 13357), 2008f, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, Bal-Diastaz Aktivitesi Tayini (TS 13364), 2008g, Ankara.
- Tuzen M. Determination of Some Metals in Honey Samples for Monitoring Environmental Pollution. *Fresenius Environ. Bull.* 2002;11 (7): 366-370.
- Ulusoy E. Anzer balı ve polenin yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile fenolik bileşiminin belirlenmesi ve antioksidan özellikleri. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Trabzon, 2010, (erişim tarihi.02.02.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yaşar S, Söğütü İ. Bingöl ve İlçelerinde Üretilen

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Bazı Bal Örneklerinin Asitlik, Diyastaz Sayısı, HMF, Suda Çözölme Kuru Madde ve Kül Yüzdesi Değerlerinin Araştırılması. Van Veterinary Journal, 2020;31(1): 42-4, doi.org/10.36483/vanvetj.631565.

Yıldırım A. Bingöl ili ballarının fenolik bileşiklerinin antioksidan ve antimikrobiale etkisinin araştırılması. Bingöl Üniversitesi, Fen

Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Bingöl, 2013, (erişim tarihi.21.12.2021), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.

Yıldız İ. Çam, Pamuk, Yayla ve Ayçiçeği Ballarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. U. Arıcılık D. 2016; 16(1): 12-19, doi.org/10.31467/uluaricilik.379250.

Citation/Atıf: Güneşdoğdu M, Abacı SH, Şekeroğlu A. Bal arısı (*Apis mellifera* L.) zararlısı *Varroa destructor*'a karşı sonbaharda farklı formda uygulanan oksalik ve formik asitin etkisi (The effect of oxalic and formic acids applied in different forms against the honey bee (*Apis mellifera* L.) parasite *Varroa destructor* in autumn U. Arı D. / U. Bee J. 2022, 22(2):166-175. DOI: 10.31467/uluaricilik.1101558

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) ZARARLISI *Varroa destructor*'a KARŞI SONBAHARDA FARKLI FORMDA UYGULANAN OKSALİK VE FORMİK ASİTİN ETKİSİ

The Effect of Oxalic and Formic Acids Applied in Different Forms against the Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Parasite *Varroa destructor* in Autumn

Mustafa GÜNEŞDOĞDU¹, Samet Hasan ABACI², Ahmet ŞEKEROĞLU³

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 49250 Muş, TÜRKİYE. Yazışma Yazarı/Corresponding author E-posta: m.gunesdogdu@alparslan.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-2786-520X

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 55270 Samsun, TÜRKİYE. E-Posta: samet.abaci@omu.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-1341-4056

³Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 51240 Niğde, TÜRKİYE. E-Posta: ahmet.sekeroglu@ohu.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-1896-2449

Geliş Tarihi / Received: 11.04.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 19.07.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1101558

ÖZ

Bu çalışma, dünya çapında bal arısı (*Apis mellifera* L.) yetiştiriciliğinde koloni kayıpları ve verim düşüklüğünün başlıca sebebi olarak görülen *Varroa destructor* parazitine karşı farklı formda uygulanan oksalik ve formik asidin etkinliğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Formik asit iki deneme grubunda (FormicPro™; %70'lik sıvı formik asit), oksalik asit altı deneme grubunda (Damlatma; Sprey; Sublimasyon; Gliserinli Havlu; Ayçiçek Yağlı Havlu; Ultrasonik Sisleme) test edilmiştir. Kontrol grubu, çalışma süresince hiçbir uygulamaya maruz kalmamıştır. Sonuçlara göre, varroaya karşı en yüksek etki FormicPro™ grubunda belirlenmiştir (P<0.001). Ancak, formik asit gruplarında kolonilerin kuluçka faaliyeti neredeyse tamamen durmaktadır. Hiçbir uygulama yapılmayan kontrol grubu ve ultrasonik sisleme makinası ile uygulama yapılan oksalik asit grubunda varroa popülasyonu artış göstermiştir (P<0.001). Sonbaharda, çalışmanın yapıldığı konumda her uygulamanın varroa'ya karşı yeterince etkili kontrol sağlamadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bal arısı, Formik Asit, Oksalik Asit, Etkinlik, *Varroa destructor*

ABSTRACT

This study was carried out to determine different forms of the effectiveness of oxalic and formic acid applied against *Varroa destructor* parasite, which is seen as the main cause of colony losses and low yield in honeybees (*Apis mellifera* L.) worldwide. Formic acid was tested in two trial groups (FormicPro™; 70% liquid formic acid) and oxalic acid in six trial groups (Dribbling; Spray; Sublimation; Glycerine Shop towel; sunflower Oil Shop Towel; Ultrasonic Fogging). The control group was not exposed to the application during the study. According to the results, the highest effect against varroa was determined in the FormicPro™ group (P<0.001). However, incubation activity of colonies almost completely ceases in formic acid groups. The rate of varroa infestation increased control group and the oxalic acid group treated with an ultrasonic fogging machine (P<0.001). In the autumn, it was concluded that not every application provided effective control against varroa at the location where the study was conducted.

Keywords: Honeybee, Formic Acid, Oxalic Acid, Activity, *Varroa destructor*

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

EXTENDED ABSTRACT

Aims: *Varroa destructor* is considered to be the most damaging parasite to honeybees (*Apis mellifera* L.) worldwide from past to present. Against this parasite, organic acids are used with different methods. This study, it was carried out to determine the effectiveness of oxalic and formic acid applied in different forms against *V. destructor* parasite, which is seen as the main cause of economic losses in beekeeping.

Material and Method: FormicPro™ and 70% liquid formic acid were used in the treatment of Formic acid to reduce the infestation rate of the parasite in the colonies. Oxalic acid groups were treated by methods (Dribbling, Spray, Sublimation, Glycerine Shop Towel, sunflower oil Towel, Ultrasonic Fogging). The control group was not exposed to any application during the study. During the study, all group colonies were fed with sugar syrup (1:1) and protein patties.

Results and Discussion: According to the results, the highest efficacy (100%) and the least brood activity against varroa were determined in the FormicPro™ group ($P<0.001$). Brood activity in all colonies decreased or stopped during formic acid treatment. The most effective (82,4%) oxalic acid treatments were determined as oxalic acid sublimation ($P<0.001$). The rate of varroa infestation increased in the control group and the oxalic acid group treated with an ultrasonic fogging machine ($P<0.001$). It was determined that the oxalic acid spray method decreased the brood production of the colonies. Marinelli et al. (2007) reported that the effectiveness of liquid formic acid varies between 89,5 – 97,2%. Menzies et al. (2019) reported that the 14th and 20th-day effect of the commercially named FormicPro™ product was 89,4% and 82,4%, respectively.

Our Oxalic Acid shop towel treatment results are not compatible with Oliver (2018). The least reduction in the number of bee-covered frames was observed in the oxalic acid sublimation method. According to the study conducted by Yücel (2005), it was determined that there was not much decrease in the number of bee-coated and brooded frames as a result of oxalic acid dribble and liquid formic acid treatment.

Conclusion: Turkey has an important position in terms of beekeeping and quality bee products due to its different geographical regions and diverse vegetation. Migratory beekeeping is actively

practiced in every region. Because of this, diseases and pests spread rapidly among apiaries. Beekeepers must fight against diseases and pests with effective methods. It is important to increase scientific studies in order to carry out effective beekeeping activities and minimize the problems encountered.

GİRİŞ

Varroa (Varroa destructor) hastalığı, bal arılarının hem erginlerine hem de kuluçkasına zarar veren bir dış parazittir (Anderson ve Trueman 2000). Bu parazit, orijinal konağı *Apis cerana*'dan *Apis mellifera*'ya transferinden bu yana (Colin 1999), dünya çapında bal arısı (*A.mellifera* L.) kolonilerinde büyük kayıplara sebep olmaktadır (Martin vd. 2012). Parazit, kapalı kuluçka içerisinde arıların vücut yağ dokusu ile beslenmektedir (Ramsey vd. 2019). Bal arısı (*A. mellifera* L.) kolonilerinin bu parazit tarafından bulaşık hale gelmesi, arı yavrularının ve erginlerinin zayıflamasına ve deformasyonuna sebep olmaktadır (Boecking ve Genersch 2008). Akara karşı çeşitli maddeler ve ilaçlar bilinçsizce kullanılmıştır (Akyol vd. 1998). Bilinçsiz kullanımın sonucu olarak bu ilaçlara karşı dirençli varroa hatları oluşmakta, kullanılan ilaçların etkinlikleri azalmakta ve ilaç kalıntıları gıda güvenliği ve insan sağlığı bakımından önemli bir sorun haline gelmektedir (Akyol ve Özkök, 2005, Akyol ve Korkmaz, 2006). Günümüzde bu sorunlara karşı organik bileşikler (Tymol, Oksalik, Formik, Sitrik ve Laktik) kullanımı gittikçe önemini artırmaktadır (Formato ve Smulders 2011, Cengiz 2018, Gregorc ve Sampson 2019). Oksalik asit (O.A), dünya çapında varroaya karşı kullanılan en yaygın doğal kaynaklı sentetik akarisitlerden biridir. Püskürtme ve süblimasyon uygulama tekniklerinin 1980'lerin ortalarından bu yana Doğu Avrupa ve Asya'da yoğun olarak kullanılmasından dolayı varroaya karşı etkileri iyi bilinmektedir (Okada ve Nekane 1987, Popov vd. 1989). Oksalik asidin süblimasyon (Rademacher ve Harz 2006), damlatma ve sprey (Charriere ve Imdorf 2002, Rademacher ve Harz 2006) uygulamalarında en fazla etki gösterebilmesi için kapalı yavru çok az ya da hiç olmamalı, hava sıcaklığı soğuk ve 0°C'tan düşük olmamalıdır (Akyol ve Yeninar, 2009). Formik asit, kapalı kuluçka gözündeki akarılara karşı tek etkili aktif maddedir (Fries 1990, Rosenkranz vd. 2010). Avrupa ülkelerinde 80'lerin başından bu yana yaygın olarak arıcılar tarafından kullanılmaktadır

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

(Ritter ve Ruttner 1980, Wachendörfer vd. 1985, Elzen ve Westervelt 2002). Yaygın kullanımına karşın arıcı için tehlikeli olması, ana arı ölümü, üretkenlikte azalma, koloninin terki ve oğul verme gibi dezavantajları bildirilmektedir (Bolli 1993). Dünya çapında bu asitlerin etkileri, Nanetti vd. (1995), Imdorf ve Charrière (1998), Akyol ve Yeninar (2009), Girişgin ve Aydın (2010), Frey vd. (2011), Mert ve Yücel (2011), Bacandritsos vd. (2007), Seeley ve Smith (2015), Peck ve Seeley (2019) gibi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu çalışmalar, asitlerin etkinliğinin kuluçka miktarına, mevsime, iklime, varroa ve ergin arı popülasyonuna, göçer arıcılığa, sıcaklığa, formik asit kabına, asitlerin dozuna, rüzgâr yönüne, arıcının kolonilere müdahalesine, erkek arı yoğunluğuna, koloninin yapısına ve bölgedeki arı yoğunluğuna göre doğrudan değiştiğini göstermiştir.

Bu çalışma, *V. destructor*'a karşı oksalik ($H_2C_2O_4$) ve formik asit ($HCOOH$) bazlı tedavi yöntemlerinin etkinliğinin araştırılması için yürütülmüştür.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, 10 Eylül – 11 Kasım 2020 tarihleri arasında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi kampüs (36°56'26"N 34°37'31"E) içinde yürütülmüştür.

Kolonilerin Seçimi

Arı kolonisi olarak ahşap, altı ızgaralı Langstroth model kovanlar kullanılmıştır. Kolonilerde güz dönemi olmasından dolayı arılı ve kuluçkalı çerçeve bakımından eşitleme yapılmamıştır. Her bir deneme grubunda 5 adet koloni olmak üzere toplam 45 adet koloni ile çalışma yürütülmüştür. Çalışma süresince tüm grup kolonileri şeker şurubu (1:1) ve ticari olarak piyasadan satın alınan proteinli arı keki ile beslenmiştir.

Oksalik Asit Tedavisi

Oksalik asit kristallerinin havluya emdirmesi bitkisel gliserin ve ayçiçek yağı ile yapılmıştır. Oksalik asit / gliserin (1:2) Oliver (2018)'in formülasyonuna göre yapılmıştır. Oksalik asit / yağ (1:3) Oliver (2018)'in formülasyonunun da kullandığı çözücü gliserin yerine ayçiçek yağı kullanılarak ısıtılma işlemi ile çözdürüldükten sonra 10x10 cm boyutunda bez havlular üzerine dökülerek emdirilme sağlanmıştır. Oksalik / yağ formülasyonunda, bez havlular birbirine sıkıca yapışmasından dolayı etkin kullanım için uygun olmamaktadır. Oksalik asit sprey ve damlatma yöntemiyle %20'lik şeker şurubu çözeltisi

içinde %3,6'lık oranda hazırlandıktan sonra çerçeve başına 5'er ml olarak uygulanmıştır. Oksalik asit süblimasyon ise piknik tüpüne bağlı alev ısıtıcı cihazla her bir koloniye 1 gr olarak uygulanmıştır. Ultrasonik sisleme cihazı ile %15'lik oksalik asit saf su çözeltisi, 30 sn süresince her bir koloniye uygulanmıştır. Ayrıca, Palmera marka buhar makinası ile %15'lik etil alkol oksalik asit çözeltisi 5 sn süresince her bir koloniye uygulanmıştır. Her tedavi ayda bir kez uygulanmıştır (Al-Sayegh 2015, Jack vd. 2020).

Formik Asit Tedavisi

Formik asit tedavisinde FormicPro™ ve %70'lik sıvı formik asit kullanılmıştır. Sıvı formik asit, çerçeve arasına uygun plastik aparat ile 40 ml uygulanmıştır (Norain Sajid vd. 2020). FormicPro™ ise üretici firmanın üzerinde yazılı kullanım talimatına uygun olarak uygulanmıştır (Menzies vd. 2019). Kontrol grubu kolonilerine hiçbir tedavi uygulaması yapılmamıştır.

Varroa Bulaşıklık Belirlemesi

Çalışmadan üç gün önce doğal olarak enfekte olmuş tüm kolonilerin varroa (*Varroa destructor*) bulaşıklık seviyesi pudra şekeri sallama yöntemi ile belirlenmiştir (Ellis ve Acedo 2001, Gregorc ve Sampson 2019). Kısaca, petek gözlerinde çoğunluğu larva periyodunda olan çerçeve üzerinden yaklaşık 200-250 adet ergin arı cam kavanoza alınarak üç dakika süre ile sallandıktan sonra farklı gözenek çaplı elekler vasıtasıyla varroanın ayrıştırılması sağlanmıştır. Varroa bulaşıklık seviyesi (%) ve ilaçların etkinlik seviyesi (%) Çakmak vd. (2011)'in belirttiği eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

İstatistik Analiz

Verilerin normallik varsayımı Kolmogorov – Smirnov testi ile incelenmiş ve verilerin normal dağılım sağlamadığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Veriler için uygun transformasyon (ln, log, karekök) yöntemleri uygulanmasına rağmen normal dağılım sağlanmadığı için verilere parametrik olmayan yöntemlerden permütasyon testi uygulanmıştır. Ortalamaları karşılaştırmak için ikili permütasyon testleri kullanılmıştır (Onder 2007, Anderson 2001). Arı kaplı çerçeve, yavrulu çerçeve ve varroa bulaşıklığı için 99.999 permütasyon yapılmıştır. Analizler, Anderson (2000) tarafından yazılan NPMANOVA yazılımı ile yapılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma sonucunda, zamana bağlı olarak tüm grup

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

kolonilerinde arı kaplı çerçeve sayısında istatistiki farklılık ($P=0.356$) olmamasına rağmen, yavrulu çerçeve sayısında farklılık olduğu belirlenmiştir ($P=0.014$). Muamele grupları arasında arı kaplı ve yavrulu çerçeve sayısında istatistiki farklılık olduğu belirlenmiştir. Zamanla muamele gruplarının yavrulu ve arı kaplı çerçeve sayılarının değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Arı kaplı çerçeve sayısı son ölçüm yapıldığı kasım ayında en az olarak oksalik asit sprey (OAS) tedavi

grubunda olduğu belirlenmiştir. Yavrulu çerçeve sayısında en düşük formik asit grupları (FormicPro™, %70'lik formik asit) olduğu belirlenmiştir. Formik asit uygulamasının kuluçka faaliyetini durdurduğu belirlense de *Varroa destructor* üzerine en etkili olduğu tespit edilmiştir. Hiçbir tedavi uygulanmayan kontrol grubunun (KG) varroa bulaşıklık seviyesi bakımından en kötü grup olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma Süresince Kolonilerin Arı Kaplı ve Kuluçkalı Çerçeve Sayısı (ad.) ve *Varroa destructor* Bulaşıklık Seviyesi (%)

Table 1. The Number of Bee Covered and Brood Frames of Colonies During the Study and *Varroa destructor* Infestation Level (%).

Uygulama Zamanı	Uygulama Tipi	Arılı Kaplı Çerçeve (adet) ($\bar{X} \pm Sx$)	Yavrulu Çerçeve (adet) ($\bar{X} \pm Sx$)	Varroa Bulaşıklık (%) ($\bar{X} \pm Sx$)
10 Eylül	OG	8,00 ± 0,00 ^{ab}	3,5 ± 0,29 ^{a-d}	26,5 ± 5,63 ^a
	OY	8,25 ± 0,25 ^a	3,00 ± 0,41 ^{b-f}	20,75 ± 2,59 ^{a-c}
	FP	7,50 ± 0,65 ^{a-c}	4,25 ± 0,48 ^{ab}	10,25 ± 3,01 ^{b-f}
	OAD	8,00 ± 0,00 ^{ab}	5,00 ± 0,58 ^a	7,50 ± 3,28 ^{c-f}
	OAS	6,75 ± 0,63 ^{a-f}	3,50 ± 1,32 ^{a-d}	12,75 ± 3,07 ^{a-f}
	OASUB	7,50 ± 0,65 ^{a-c}	3,50 ± 0,96 ^{a-d}	8,50 ± 1,89 ^{b-f}
	UOA	7,00 ± 0,41 ^{a-e}	3,75 ± 0,25 ^{a-c}	10,25 ± 2,02 ^{b-f}
	%70 FA	6,25 ± 0,25 ^{b-f}	3,25 ± 0,25 ^{a-e}	2,00 ± 0,41 ^{ef}
	KG	7,25 ± 0,85 ^{a-d}	5,00 ± 0,91 ^a	7,75 ± 1,7 ^{c-f}
09 Ekim	OG	6,75 ± 0,63 ^{a-f}	2,50 ± 0,29 ^{b-f}	6,75 ± 3,9 ^{c-f}
	OY	8,00 ± 0,00 ^{ab}	3,75 ± 0,25 ^{a-c}	6,00 ± 1,22 ^{c-f}
	FP	7,25 ± 0,75 ^{a-d}	1,25 ± 0,48 ^{e-i}	0,00 ± 0,00 ^f
	OAD	7,75 ± 0,25 ^{ab}	3,25 ± 0,48 ^{a-e}	19,00 ± 5,76 ^{a-d}
	OAS	5,75 ± 0,75 ^{c-g}	2,00 ± 0,71 ^{c-h}	5,50 ± 3,18 ^{c-f}
	OASUB	6,75 ± 0,48 ^{a-f}	2,25 ± 0,63 ^{c-g}	0,25 ± 0,25 ^f
	UOA	6,75 ± 0,25 ^{a-f}	2,75 ± 0,25 ^{b-f}	19,25 ± 8,81 ^{a-d}
	%70 FA	6,25 ± 0,25 ^{b-f}	1,25 ± 0,48 ^{e-i}	0,25 ± 0,25 ^f
	KG	5,75 ± 1,49 ^{c-g}	1,88 ± 1,13 ^{c-i}	23,75 ± 11,31 ^{ab}
11 Kasım	OG	5,50 ± 0,65 ^{d-h}	1,50 ± 0,29 ^{d-i}	13,50 ± 4,63 ^{a-f}
	OY	7,25 ± 0,25 ^{a-d}	1,75 ± 0,63 ^{c-i}	7,25 ± 1,31 ^{c-f}
	FP	6,25 ± 0,48 ^{b-f}	0,00 ± 0,00 ⁱ	0,00 ± 0,00 ^f
	OAD	5,75 ± 0,25 ^{c-g}	2,00 ± 0,71 ^{c-h}	4,00 ± 0,71 ^{d-f}
	OAS	3,75 ± 0,48 ^h	0,50 ± 0,29 ^{g-i}	4,50 ± 1,55 ^{d-f}
	OASUB	6,25 ± 0,25 ^{b-f}	1,00 ± 0,41 ^{f-i}	1,50 ± 0,65 ^{ef}
	UOA	5,25 ± 0,48 ^{e-h}	2,00 ± 0,41 ^{c-h}	17,00 ± 7,33 ^{a-e}
	%70 FA	5,00 ± 0,41 ^{f-h}	0,25 ± 0,25 ^{h-i}	0,25 ± 0,25 ^f
	KG	4,25 ± 0,85 ^{gh}	1,25 ± 0,63 ^{e-i}	26,75 ± 12,91 ^a
Varyans Unsurları	F (P)	F (P)	F (P)	
Uygulama Zamanı	1.075 (0.356)	4.534 (0.014)	5.557 (0.004)	
Uygulama Tipi	9.563 (<0.001)	12.451 (<0.001)	3.871 (0.001)	
U. Zamanı * U. Tipi	1.925 (0.030)	1.879 (0.035)	2.644 (0.003)	

*Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki farklılığı gösterir ($P<0.001$), \bar{X} : Ortalama, Sx : Standart Hata

**Oksalik Asit/Gliserin (OG); Oksalik Asit/Yağ (OY); FormicPro™ (FP); Oksalik Asit Damlatma (OAD); Oksalik Asit Sprey (OAS); Oksalik Asit Sublimasyon (OASUB); Ultrasonik Sisleme Oksalik Asit (UOA); %70'lik formik asit (%70 FA); Kontrol Grubu (KG)

Tüm zamanlarda muamele grupları arasında varroa bulaşıklık seviyesi (%) bakımından önemli düzeyde

istatistiki farklılık saptanmıştır ($P<0.001$). Formik asit gruplarının tedavi sonrasında en etkili gruplar

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$; Tablo 2). Hiçbir tedavi uygulanmayan kontrol grubunda (KG) varroa %256,7 artış göstermiştir. En etkisiz tedavinin %15'lik oksalik asitin ultrasonik sisleme (UOA) makinası ile uygulandığı gruplarda olduğu

belirlenmiştir. Özellikle, güz döneminde bu parazite karşı hiçbir uygulama yapılmaması ve düşük etkili ilaç uygulama yöntemleri kolonilerin yoğun parazit altında kaldığı gözlemlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Varroaya Karşı Oksalik ve Formik Asit Uygulamalarının Etkinliği (%)

Table 2. The Efficiency of Oxalic and Formic Acid Applications Against Varroa (%)

	Muamele Grupları								
	OG	OY	FP	OAD	OAS	OASUB	UOA	%70 FA	KG
Metodların Etkinlik Seviyesi (%)	49.1	65.1	100.0	46.7	64.7	82.4	-68.3	87.5	-256.7

**Oksalik Asit/Gliserin (OG); Oksalik Asit/Yağ (OY); FormicPro™ (FP); Oksalik Asit Damlatma (OAD); Oksalik Asit Sprey (OAS); Oksalik Asit Sublimasyon (OASUB); Ultrasonik Sisleme Oksalik Asit (UOA); %70'lik formik asit (%70 FA); Kontrol Grubu (KG)

TARTIŞMA

Giusti vd. (2017) sıvı formik asitin etkinliğini %95 olarak rapor etmişlerdir. Pietropaoli ve Formato (2018) yaptıkları çalışmada farklı bölgelerde %60'lık sıvı formik asitin etkinliğinin %57-72 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Pietropaoli ve Formato (2019)'ya göre, üç farklı (Nassenheider professional®; MAQS®; Varterminator®) ticari formik asit ürününün etkisinin sırasıyla; %73,2, %49,3 ve %81,2 olduğunu bildirmişlerdir. Ek olarak, MAQS® ve Varterminator® ürünlerinin uygulandığı tedavi gruplarında ana arı kayıpları olduğunu rapor etmişlerdir. Marinelli vd. (2007), farklı buharlaştırma aparatları ile uygulanan sıvı formik asitin etkinliğinin aparatın yapısına göre %89,5-97,2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Marinelli vd. (2008), %65'lik Mitegone® ticari ürününün %70,9 ve %65'lik 120 ml sıvı asidin %55,98 etkisini bildirmişlerdir. Yücel (2005), yaptığı çalışmada sonbaharda %65'lik asidin etkisinin %79,12 olduğunu bildirmiştir. Steube vd. (2021), tarafından yapılan %60 ve %85'lik sıvı formik asit çalışmasına göre, çift kuluçkalıklı kolonilerde %85'lik formik asit uygulamasının daha etkili olduğu rapor edilmiştir. Menzies vd. (2019), FormicPro™ ticari isimli ürünün uygulamayı takiben 14. ve 20. gün etkisini sırasıyla; %89,4 ve %82,4 olduğunu ve %65'lik sıvı formik asidin varroaya karşı etkisini %62 olarak bildirmişlerdir. Sıvı formik asidin etkisini Vandervalk vd. (2014), %78 olarak rapor etmişlerdir. Satta vd. (2005) farklı bölgelerde ve farklı yıllarda formik asitin ergin arı, kraliçe ve kuluçka kayıplarına sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Marinelli vd. (2007), çalışmalarında üç farklı (ErForm®, petri kabı, kovan yemliği) buharlaştırma aparatında kraliçe arı

kaybını sırasıyla, %67, %28, %14 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda, formik asit tedavi gruplarının hiç birinde ana arı kaybı olmamıştır. Ancak, oksalik asit ve kontrol gruplarında kuluçka faaliyeti devam ederken formik asit gruplarında tamamen durmuştur.

Oksalik Asit havlu çalışmamızın sonuçlarının, Oliver (2018)'in sonuçları ile benzer olmadığı tespit edilmiştir. Oksalik asit damlatma yönteminde, Adjlane vd. (2016), 5 ml %4,2, %3,2 ve %2,1'lik oksalik asit çözeltisinin varroaya karşı etkinliğini sırasıyla, %81, %72 ve %65 olarak bildirmişlerdir. Ek olarak, %4,2'lik çözeltinin ergin arılar için toksik olduğu ve popülasyonu azalttığını rapor etmişlerdir. Charriere ve Imdorf (2000), varroaya karşı bir litre şeker şurubu içine 45 gr oksalik asit eklemenin %97 ve 30 gr eklemenin %96 varroaya karşı etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Gregorc ve Planinc (2012)'e göre, %3,5'luk tedavinin varroa popülasyonunda azalmaya %41 etkisi olduğunu bildirmiştir. Moosbeckhofer (2003), yaptığı çalışmada, %3,5'luk solüsyonun varroaya karşı %98 etkisini, Gregorc ve Planinc (2001) çalışmalarında yaz sezonunda %4,1 ve %5,2'lik solüsyonun sırasıyla %39 ve %52 etkisini, Rademacher ve Harz (2006), %3,5'luk solüsyonun %90 etkisini bildirmişlerdir. Yaz sezonunda çok kez %3'lük oksalik asit damlatma uygulamasının kuluçka kaybına sebep olacağı bildirilmektedir (Adjlane vd. 2016, Hatjina ve Haristos 2005). Cengiz (2012), Erzurum bölgesinde yürüttüğü çalışmada %3,2'lik oksalik asit şeker şurubu (1 su:1 şeker) damlatma uygulamasının varroaya karşı etkisini %84,9 olarak bildirmiştir. Emsen ve Dodoloğlu (2009) tarafından Erzurum bölgesinde

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

yürütülen çalışmada, oksalik asidin etkinliğinin %95,9 olduğu rapor edilmektedir. Akyol ve Yeninar (2009), oksalik asit damlatma yönteminin varroaya karşı etkinliğini %93,4 olduğunu ve koloni bireyleri üzerinde olumsuz bir etki gözlemediklerini bildirmişlerdir. Radetzki (1994) ve Nanetti vd. (1995), tarafından kolonilerde kapalı kuluçkanın olmadığı dönemde yapılan oksalik asit damlatma uygulamasının etkinliğinin %89,6- %99,5 arasında değiştiği rapor edilmektedir. Akyol ve Güneşdoğdu (2019), %3,5'lük solüsyonun sprey olarak varroa mücadelesinde kullanımında varroa oranının %5,1'den %1,4'e düştüğünü bildirmişlerdir. Bir litre su içine 30 gr eklenen oksalik asidin sprey olarak ergin arılar üzerine uygulanmasının %95 oranında varroa ölümüne sebep olduğu bildirilmiştir (Colin 1999, Charrière vd. 1998, Imdorf vd. 1997). Gregorc vd. (2004), oksalik asitin larvaların orta bağırsağını etkileyerek nekroza sebep olduğunu bildirmişlerdir. Al Toufailia vd. (2018), Rademacher ve Harz (2006), van der Steen ve Vejsnaes (2021) kolonilerde kuluçka olmadığı dönemlerde uygulanan %3,2'lik oksalik asit-su solüsyonunun varroya karşı en etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yücel (2005), yaptığı çalışmada sonbaharda %3,2'lik solüsyonun etkisinin %92,01 olduğunu rapor etmiştir. Al Toufailia vd. (2018) tarafından varroaya karşı oksalik asit buharlaştırma yönteminin iki hafta aralıkla iki kez uygulanmasının %94,4-99,6 oranında etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. Evans vd. (2021)'ne göre, ilkbahar sezonunda uygulanan buharlaştırma tedavisinin varroa popülasyonunu ve bal verimini azalttığı bildirilmektedir. Jack vd. (2020), oksalik asit buharlaştırma ve amitraz uygulamasının varroa'ya karşı etkinliğini incelemiş ve amitraz uygulamanın daha etkili ve koloni sağlığı için daha iyi olduğunu vurgulamışlardır. Yücel (2005) yaptığı bir çalışmada, sonbaharda uyguladığı %3,2'lik oksalik asit grubunda arılı çerçeve sayısını çalışma öncesi 5,88 (adet) ve çalışma sonrası 5,85 (adet), %65'lik sıvı formik asit grubunda ise çalışma öncesi 5,23 (adet) ve çalışma sonrası ise 5,17 (adet) olarak bildirmiştir. Ayrıca, formik asit grubunda yavrulu alan çalışma öncesi 22,41 (dm²) ve çalışma sonrası 20,45 (dm²) olarak bildirmiştir. Çalışmamızda, oksalik asit grubunda çalışma öncesi ve sonrası arılı ve yavrulu çerçeve sayısı bakımından istatistikî fark olduğu ve formik asit grubunda yavru üretiminin neredeyse hiç olmadığı belirlenmiştir (Tablo 1). Maggi vd. (2015), güz sezonunda oksalik asit uygulanan tedavi grubunun çalışma sonunda ortalama arı kaplı çerçeve sayısının 8 adet, yavrulu

çerçeve sayısını ise 3,2 adet olduğunu rapor etmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmayı yürüttüğümüz bölge, özellikle yaz mevsimlerinde göçer arıcılar tarafından yoğun olarak ziyaret edilmesi, bölgedeki arı (*A. mellifera* L.) kolonilerinin varroa tarafından fazla etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu zararlı ile mücadelede, etkisinin fazla ve hızlı olmasından dolayı sentetik kimyasal kullanımının sonucunda, zararlının direnç kazandığı dikkate alınarak daha az zararlı etkisi olduğu düşünülen doğal kaynaklı sentetik organik asitler ile mücadelenin mevsime ve hava koşullarına uygun olarak dönüşümlü ve tüm bölgelerde sistemli olarak kullanılması gerekmektedir. Arıcıların kolonilerinin varroa bulaşıklık seviyesini belli dönemlerde pudra şekeri sallama yöntemi ile kontrol etmesi, bu parazitin koloniler üzerindeki zararının yüksek seviyelere çıkmadan kontrol edilmesine olanak sağlayacaktır. Pudra şekeri sallama yöntemi hem kolay hem de arı sağlığına zararsız bir yöntemdir. Oksalik ya da formik asit uygulamasında arıcının kendini asitlerin zararlarına karşı kesinlikle koruyucu ekipmanlar (gaz maskesi, lateks eldiven, gözlük) kullanması gerekmektedir. Kolonilerde yavru faaliyetinin devam ettiği sezonlarda oksalik asit ile yapılan tedaviler yeterli etki göstermemektedir. Güz dönemi kısa süreli formik asit uygulaması, parazite karşı yüksek etkinlik göstermektedir. Ancak, formik asit uygulanan kolonilerde kuluçka faaliyetinin neredeyse tamamen durması kış arılarının yeterince yetişmemesine sebep olacaktır. Bundan dolayı, formik asit uygulaması bal hasadından kısa süre sonra uygulanarak kolonilerin tekrar yavru faaliyetine geçmesi için takviye besleme yapılması gerekmektedir. Bu uygulamaların yapılmış çalışmalar ile farklılık göstermesi çevresel ve iklimsel değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mali Kaynak: Bu çalışma için sağlanmış mali kaynak bulunmamaktadır.

Etik Belgesi: Bu çalışma için etik belgesi gerekli değildir.

Çıkar Çatışma Beyanı: Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder(ler).

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı: Yazar(lar) makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder(ler).

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Teşekkür: Bu çalışma, rahmetli Prof.Dr. Ethem AKYOL katkıları ile yürütülmüştür.

KAYNAKLAR

- Adjlane N, Tarek EO, Haddad N. Evaluation of Oxalic Acid Treatments against the Mite *Varroa destructor* and Secondary Effects on Honey Bees *Apis mellifera* J Arthropod-Borne Dis. 2016;10(4): 501-509.
- Akyol E, Güneşdoğdu M. Comparison of Effects of Oxalic Acid (C₂H₂O₄) Applied in Different Forms on *Varroa* (*Varroa destructor*) Population in Honeybees (*Apis mellifera* L.). 11th International Congress of the Turkish Journal of Agriculture – Food Sciences and Technology, Antalya - Turkey, 10-12 Ekim 2019, p. 572-575.
- Akyol E, Korkmaz A. Biological Methods to Control of the *Varroa destructor* U. Arı D. - U. Bee J. 2006;2:62-67.
- Akyol E, Özkök D. Use of Organic Acids in the Control of *Varroa* (*Varroa destructor*) U. Arı D. - U. Bee J. 2005;5: 167-174.
- Akyol E, Yeninar H. Use of Oxalic Acid to *Varroa destructor* in Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies Turk. J. Vet. Anim. Sci. 2009;33(4): 285-288, doi:10.3906/vet-0712-16.
- Akyol E, Kaftanoğlu O, Özkök D. Balarısı Hastalıkları, Teşhis-Tedavi ve Kontrol Yöntemleri, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde Arıcılığı Geliştirme Projesi Eğitim Programı Kurs Notları, Lefkoşa, K.K.T.C. 1-5 Nisan, 1998, p.45.
- Al Toufailia H, Scandian L, Shackleton K, Ratnieks FL. Towards Integrated Control of *Varroa*: 4) *Varroa* Mortality from Treating Broodless Winter Colonies Twice with Oxalic Acid via Sublimation J Api. Res. 2018;57(3):438-443, <https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1454035>.
- Al-Sayegh MA. Means and Tools for *Varroa* Nipple Management A Guide to Efficient *Varroa* Sampling and Effective Control from The Book: The Honey Bee Health Coalition, College of Agriculture and Forestry / University of Mosul, Iraq, 2015.
- Anderson DL, Trueman JWH. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is More Than One Species Exp. Appl. Acarol. 2000;24:165–189.
- Anderson MJ. NPMANOVA: A Fortran Computer Program for Non-Parametric Multivariate Analysis of Variance (for Any Two-Factor ANOVA Design) Using Permutation Tests. Department of Statistics: University of Auckland, 2000.
- Anderson MJ. Permutation Tests for Univariate or Multivariate Analysis of Variance and Regression Can. J. Fish. Aquatic Sci. 2001;58: 626–639.
- Bacandritsos N, Papanastasiou I, Saitanis C, Nanetti A, Roinioti E. Efficacy of Repeated Trickle Applications of Oxalic Acid in Syrup for Varroosis Control in *Apis Mellifera*: Influence of Meteorological Conditions and Presence of Brood Vet. Parasitol. 2007;148: 174–178.
- Boecking O, Genersch E. Varroosis the on going Crisis in Bee Keeping J. Verbr Lebensm, 2008;2:221–228.
- Bolli HK, Bogdanov S, Imdorf A, Fluri P. De Zur Wirkungsweise von Ameisensäure bei *Varroa jacobsoni* Oud und der Honigbiene (*Apis mellifera* L.) [Action of formic acid on *Varroa jacobsoni* Oud. and the honey bee (*Apis mellifera* L.)] Apidologie, 1993;24:51–57.
- Cengiz MM. In Honey Bee Colonies (*Apis mellifera* L.), Usage of Different Organics Compounds and Their Effects to Colony Performance Against *Varroa destructor* Infestation. Kafkas Uni. Vet. Fak. Derg, 2012;18:133-137, DOI:10.9775/kvfd.2012.6000.
- Cengiz MM. Effectiveness of Combining Certain Biotechnical Methods with Thymol Treatment against *Varroa destructor* Infestation AJAR, 2018; 13(47): 2735-2740, DOI: 10.5897/AJAR2018.13572.
- Charrière JD, Imdorf A. Acide Oxalique par Dégouttement: essai 1999/ 2000 et Recommandation D'utilisation pour l'Europe Rev. suisse Apic. 2000;97(11-12): 400–407.
- Charriere JD, Imdorf A. Oxalic Acid Treatment by Trickling against *Varroa destructor*: Recommendations for Use in Central Europe and under Temperate Climate Conditions Bee World, 2002;83:51-60.
- Colin ME. Intoxications, Bee Disease Diagnosis",

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Options Méditerranéennes, 1999;25:167–175.
- Çakmak İ, Çakmak SS, Fuchs S, Yeninar H. Bal Arısı Kolonilerinde Varroa Bulaşıklık Seviyesinin Belirlenmesinde Pudra Şekeri ve Deterjan Yönteminin Karşılaştırılması U. Arı D. - U. Bee J. (2011); 11(2): 63-68.
- Ellis MD, Acedo PA. Using the Sugar Roll Technique to Detect Varroa Mites in Honey Bee Colonies Historical Materials from. University of Nebraska- Lincoln Extension, 2001, p.116.
- Elzen PJ, Westervelt D. Detection of Coumaphos Resistance in *Varroa destructor* in Florida Amer. Bee J. 2002;142: 291–292.
- Emsen B, Dodoloğlu A: The Effect of Using Different Organic Compounds Against Honey Bee Mite (*Varroa destructor*, Anderson & Trueman) on Colony Developments of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) and Residue Levels in Honey J. Anim. Vet. Adv. 2009;8(5):1004-1009.
- Evans KC, Underwood RM, Lopez-Urbe MM. Combined Effects of Oxalic Acid Sublimation and Brood Breaks on Varroa Mite (*Varroa destructor*) and Deformed Wing Virus Levels in Newly Established Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies. J. Api. Res. 2021;61(2):197-205, <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1985260>.
- Formato G, Smulders FJ. Risk Management in Primary Apicultural Production. Part 1: Bee Health and Disease Prevention and Associated Best Practices Vet. Q. 2011;31(1):29–47, <https://doi.org/10.1080/01652176.2011.565913>.
- Frey E, Schnell H, Rosenkranz P. Invasion of *Varroa destructor* mites into Mite-Free Honey Bee Colonies under the Controlled Conditions of a Military Training Area J. Api. Res. 2001;50: 138–144.
- Fries I. Short-Interval Treatments with Formic Acid for Control of *Varroa jacobsoni* in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies in Cold Climates. Swedish J. Agric. Res. 1990;19(4):213–216.
- Girişgin AO, Aydın E. Efficacies of Formic, Oxalic and Lactic Acids against *Varroa destructor* in Naturally Infested Honeybee *Apis mellifera* L. Colonies in Turkey Kafkas Uni. Vet. Fak. Derg. 2010;16: 941-945.
- Giusti M, Sabelli C, Di Donato A, Lamberti D, Paturzo CE, Polignano V, Lazzari R, Felicioli A. Efficacy and Safety of Varterminator, A New Formic Acid Medicine against the Varroa Mite J. Apic. Res. 2017;56:162–167.
- Gregorc A, Sampson B. Diagnosis of Varroa Mite (*Varroa destructor*) and Sustainable Control in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies – A Review Diversity, 2019;11(243): 1-11.
- Gregorc A, Planinc I. Using Oxalic Acid for Varroa Mite Controlling in Honeybee Colonies during the Beekeeping Season Slov. Vet. Res. 2004; 41:35-39.
- Gregorc A, Planinc I. Acaricidal Effect of Oxalic Acid in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies Apidologie, 2001;32:333–340.
- Gregorc A, Planinc I. Use of Thymol Formulations, Amitraz and Oxalic Acid for The Control of The Varroa Mite In Honey Bee (*Apis mellifera carnica*) colonies J. Agric. Sci. 2012;56(2): 123–129.
- Hatjina F, Haristos L. Indirect Effects of Oxalic Acid Administered by Trickle Method on Honey Bee Brood J. Api. Res. 2005;44(4):172–174. <https://doi.org/10.1080/00218839.2005.11101174>
- Imdorf A, Charrière JD. Comment Faire la Recrudescence de Varroa résistants? Rev. Suisse Apic. 1998;95: 157-161.
- Imdorf A, Charrière JD, Bachofen B. Efficiency Checking of The *Varroa jacobsoni* Control Methods by Means of Oxalic Acid Apiacta, 1997;32: 89-91.
- Jack CJ, van Santen E, Ellis JD. Evaluating The Efficacy of Oxalic Acid Vaporization And Brood Interruption in Controlling The Honey Bee Pest *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) J. Eco. Entom. 2020;113(2): 582-588.
- Maggi M, Tourn E, Negri P, Szawarski N, Marconi A, Gallez L, Medici S, vd. A New Formulation of Oxalic Acid for *Varroa destructor* Control Applied in *Apis mellifera* Colonies in The Presence of Brood Apidologie, 2015;47: 596-

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

605.

- Marinelli E, De Santis L, De Pace FM, Dell'Aira E, Saccares S, Nisi S, Formato G. Impiego Del Timolo E Dell'acido Formico Per Il Controllo Della Varroatosinel Lazio: Use of Thymol and Formic Acid to Control Varroatososis in Latium Region Apitalia, 2007;1: 1–4.
- Marinelli E, Giacomelli A, Formato G, De Pace FM, Ricci L, Bicocchi R. Utilizzo Del Timolo E Dell'acido Formico Nel Controllo Estivo Della Varroa: Use of Thymol and Formic Acid in Summer Varroa Treatment. Apitalia, 2008;6: 27–34.
- Martin SJ, Highfield AC, Brettell L, Villalobos EM, Budge GC, Powell M, Ni- kaido S, Schroeder DC. Global Honey Bee Viral Landscape Altered by A Parasitic Mite Science, 2012;336:1304– 1306.
- Menzies C, Olmstead S, McCallum R. Cutler C. The Efficacy of Formic Pro™ and 65% Liquid Formic Acid against Varroa Mite (*Varroa destructor*) in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies in Autumn in Nova Scotia Can. J. Acadian Entom. Soc. 2019;15: 40-45.
- Mert G, Yücel B. Efficacy Levels of Organic Acids Are Used for Controlling Varroa (*Varroa jacobsoni* Oudemans) and Their Effects on Colony Development of Honey Bees (*Apis mellifera* L.) J. Anim. Vet. Adv. 2011;10(9):1106–1111.
- Moosbeckhofer R, Pechhacker H, Unterweger H, Bandion F, Heinrich-Lenz A. Investigations on The Oxalic Acid Content of Honey from Oxalic Acid Treated and Untreated Bee Colonies Eur. Food Res. Technol. 2003;217: 49–52.
- Nanetti A, Massi S, Mutinelli F, Cremasco S. L'acido Ossalico Nel Controllo Della Varroasi Note Preliminari Apitalia, 1995;3: 29–32.
- Norain Sajid Z, Aziz MA, Bodlah I, Rana RM, Ghramh HA, Khan KA. Efficacy Assessment of Soft and Hard Acaricides against *Varroa destructor* Mite Infesting Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies, Through Sugar Roll Method Saudi J. Biolog. Sci. 2020;27: 53-59.
- Okada N, Nekane T. Oxalic Acid Fumigations, A New Control Measure of Varroa Mite (in Japanese) Honeybee Sci. 1987;8(3):103-

106.

- Oliver R. Oxalic Shop Towel Updates. Available At: <http://scientificbeekeeping.com/oxalic-shop-towel-updates/> 2018, (Accessed: 20 February 2022).
- Onder H. Using Permutation Tests to Reduce Type I and II Errors for Small Ruminant Research J. Applied Anim. Res. 2007;32:69–72.
- Peck DT, Seeley TD. Mite Bombs Or Robber Lures? The Roles of Drifting and Robbing in *Varroa destructor* Transmission from Collapsing Honey Bee Colonies to Their Neighbors PLoS ONE, 2019;14(6): e0218392, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218392>
- Pietropaoli M, Formato G. Acaricide Efficacy and Honey Bee Toxicity of Three New Formic Acid-Based Products to Control *Varroa destructor* J. Apicul. Res. 2019;58(2):824-830, <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1656788>.
- Pietropaoli M, Giovanni F. Liquid Formic Acid 60% to Control Varroa Mites (*Varroa destructor*) in Honey Bee Colonies (*Apis mellifera*): Protocol Evaluation J. Apicul. Res. 2018;57(2):300-307, <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1376767>.
- Popov ET, Melnik AN, Matchinev AN. Application of Oxalic Acid in Varroatososis. In XXXII International Congress Apimindia, Bucharest, Romania, 1989, p.149.
- Rademacher E, Harz M. Oxalic Acid for The Control of Varroosis in Honey Bee Colonies–A Review Apidologie, 2006;37(1):98–120, <https://doi.org/10.1051/apido:2005063>.
- Radetzki T. Oxalsäure Eine Weitere Organische Säure Zur Varroabekämpfung Allg. Dtsch. Imkerztg. 1994; 12:11-15.
- Ramsey SD, Ochoa R, Bauchan G, Gulbranson C, Mowery JD, Cohen A, Lim D, Joklik J, Cicero JM, Ellis JD, Hawthorne D, VanEngelsdorp D. *Varroa destructor* Feeds Primarily on Honey Bee Fat Body Tissue and Not Hemolymph PNAS, 2019;116:1792-1801.
- Ritter W, Ruttner F. Neue Wege in der Behandlung der Varroatose (New Routes in the

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Treatment of Varroaosis) Allg. Dtsch. Imkerztg. 1980;14: 151–155.
- Rosenkranz P, Aumeier P, Ziegelmann B. Biology and Control of *Varroa destructor* J. Invertebrate Path. 2010;103(1):96-119, <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>.
- Satta A, Floris I, Eguaras M, Cabras P, Garau VL, Melis M. Formic Acid-Based Treatments for Control of *Varroa destructor* in A Mediterranean Area J. Eco. Entomo. 2005;98: 267–273.
- Seeley TD, Smith ML. Crowding Honeybee Colonies in Apiaries Can Increase Their Vulnerability to The Deadly Ectoparasite *Varroa destructor* Apidologie, 2015;46:716–727.
- Steube X, Beinert P, Kirchner WH. Efficacy and Temperature Dependence of 60% and 85% Formic Acid Treatment against *Varroa destructor* Apidologie, 2021;52:720-729, DOI: 10.1007/s13592-021-00859-5.
- van der Steen J, Vejsnaes F. Varroa Control: A Brief Overview of Available Methods Bee World, 2021;98(2): 50-56. DOI: 10.1080/0005772X.2021.1896196.
- Vandervalk LP, Nasr ME, Dosedall LM. New Miticides for Integrated Pest Management of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Honey Bee Colonies on the Canadian Prairies J. Eco. Entomo. 2014: 107(6):2030-2036. <https://doi.org/10.1603/EC14048>.
- Wachendörfer G, Fijalkowski J, Kaiser E, Seinsche D, Siebentritt J. Laboratory and Field Tests with Illertisser Milbenplatte Mite Plate, A New Way of Application of Formic Acid to Control Varroaosis Apidologie, 1985;16(3): 291-306.
- Yücel B. The Effects of Using Different Organic Acids for against Varroa (*Varroa jacobsoni* Q.) Treatment on Colony Performances of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) J. Anim. Prod, 2005;46(2):33-39.

Citation/Atf: Özenirler Ç, Zare G. Evaluation of the polyphenol contents and antioxidant activity of propolis extracted with different techniques (Farklı tekniklerle ekstrakte edilen propolisin polifenol içerikleri ve antioksidan aktivitelerinin değerlendirilmesi). U. Ari D. / U. Bee J. 2022, 22(2):176-187. DOI: 10.31467/uluaricilik.1106415

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

EVALUATION OF THE POLYPHENOL CONTENTS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF PROPOLIS EXTRACTED WITH DIFFERENT TECHNIQUES

Farklı Tekniklerle Ekstrakte Edilen Propolisin Polifenol İçerikleri Ve Antioksidan Aktivitelerinin Değerlendirilmesi

Çiğdem ÖZENİRLER ^{1*}, Golshan ZARE ²

^{1*}Hacettepe University, Faculty of Science, Department of Biology, 06800, Ankara, TÜRKİYE, Corresponding author / Yazışma yazarı: cozenir@hacettepe.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-0390-2416

²Hacettepe University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botany, 06100, Ankara, TÜRKİYE, ORCID No: 0000-0002-5972-5191

Geliş Tarihi / Received: 20.04.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 05.07.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1106415

ABSTRACT

Propolis is classified as an ophoterapeutic medicine due to the botanical origin of the resins. The chemical composition of propolis is greatly influenced by the honeybee species, botanical source and extraction techniques. Within this frame, we compared the same propolis' polyphenol contents and antioxidant activities prepared with different techniques. Four types of extracts were prepared. The first type was prepared classically by ethyl alcohol (POH). The second and third types were extracted by sterile distilled water kept as both sterilised (PS) and non-sterilized (PN). The fourth one was prepared with full vacuumed and dried propolis with honey (PH). The antioxidant activity of extracts was evaluated with DPPH radical scavenging, ABTS radical cation scavenging, Cupric ion reducing antioxidant capacity. Also total phenolic and flavonoid content of extracts were investigated. POH extract showed significantly high content of total phenol and flavonoids which followed by PN, PS and PH. POH showed approximately two times higher activity on DPPH radical (IC₅₀=4,39µg/mL) compared with quercetin as references. The highest activity on DPPH is shown by POH with 4,39 µg/mL of IC₅₀ value which was followed by aqueous extracts 18,08. The lowest activity was shown by PS with 4,39 µg/mL of IC₅₀ value. The highest scavenging activity against ABTS radical cation was shown by POH (73,37 mg TE/g extract) and the lowest activity was shown by PS (34,21 mg TE/g extract). According to the results, the new aqueous extraction technique is promising with relatively high polyphenol contents and antioxidant activities. Also honey with propolis can be an alternative product, although it has relatively lower values of antioxidant activity.

Keywords: Propolis, Antioxidant, Honey, A new aqueous extraction

ÖZ

Propolis, arılardan gelen organik salgıların karmaşık kimyasal bileşimi nedeniyle opoterapotik bir ilaç olarak sınıflandırılır. Propolisin kimyasal bileşimi, bal arısı türü, botanik kaynak ve ekstraksiyon tekniklerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu çerçevede toplanan ham propolisten farklı tekniklerle hazırlanmış ekstaraktlar, polifenol içerikleri ve antioksidan aktiviteleri bazında karşılaştırılmıştır. Dört tip ekstrakt hazırlanmıştır. Birinci tip klasik olarak etil alkol (POH) ile hazırlanmıştır. İkinci ve üçüncü tipler, hem sterilize edilmiş (PS) hem de sterilize edilmemiş (PN) olarak tutulan steril damıtılmış su ile özütlenmiştir. Dördüncüsü ise tamamen vakumlanmış ve kurutulmuş ballı propolis (PH) ile hazırlanmıştır. Ekstraktların antioksidan aktivitesi, DPPH radikal süpürücü, ABTS radikal katyon süpürücü, Kuprik iyonu azaltan antioksidan kapasite, toplam fenolik içerik ve toplam flavonoid içerik deneyleri ile değerlendirilmiştir. POH özütü, önemli ölçüde yüksek

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

toplam fenol ve flavonoid içeriği göstermiş ve bunu PN, PS ve PH izlemiştir. POH, referans olarak kuersetin ile karşılaştırıldığında DPPH radikali (IC₅₀=12,24 µg/mL) üzerinde yaklaşık iki kat daha yüksek aktivite göstermiştir. DPPH üzerindeki en düşük aktivite, 56,72 µg/mL IC₅₀ değeri ile PS tarafından gösterilmiştir. En yüksek aktivite POH (271,75 mg GAE/g ekstraktı) tarafından gösterilirken, bunu su ekstraktları takip etmiş ve en düşük değer HP'ye ait olarak tespit edilmiştir. ABTS radikal katyonuna karşı en yüksek süpürme aktivitesi POH (73,37 mg TE/g özü) ve en düşük aktivite PS (34,21 mg TE/g özü) ile gösterilmiştir. Sonuçlara göre, nispeten yüksek polifenol içerikleri ve antioksidan aktiviteleri ile yeni su ekstraksiyon tekniğinin umut vericidir. Ayrıca propolisli balın, nispeten daha düşük değerlere sahip olmasına rağmen alternatif bir ürün olarak tüketilebileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Propolis, Antioksidan, Bal, Su bazlı yeni bir ekstraksiyon

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, besin takviyesi olarak kullanılmakta olan propolisin su bazlı ekstraktından hazırlanan üç farklı ürünün (balla karıştırılmış propolis, su ile ekstrakte edilmiş ve sonrasında sterilize edilmiş ve edilmemiş propolis), geleneksel yöntemlerden biri olan alkol içerisinde çözme ile üretilmiş propolis ile toplam fenol, flavonoid içeriğini ve antioksidan aktivitesini karşılaştırmaktır.

Gereç-Yöntem: Ham propolis, 2018 ve 2019 yıllarında Türkiye'de Tunceli-Ovacık bölgesinden 9 alt bölgede 12 farklı aralıktan toplanmıştır. Ham propolisin alkol bazlı ekstrasyonunda %99 saf etil alkol kullanılmıştır (POH). Propolis, tam karanlık koşullarda %10 ham propolis ile %90 çözücü kombinasyonunda 4 hafta boyunca alkolde bekletilmiştir. Su bazlı hazırlanan propolis için T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2020 yılında tescil edilen (kayıt no: 007395.20.03.2020) yöntemle pH'ı 4.6 olan steril distile su ile ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Buradan elden edilen ürün sonrasında steril edilmiş (PS) ve edilmemiş (PN) olarak şişelenmiş, ayrıca aynı yöreden toplanan bal ile karıştırılarak (dördüncü bir ürün olarak-PH) saklanmıştır. Ekstraktların antioksidan aktivitesi, DPPH radikal süpürücü, ABTS radikal katyon süpürücü, Kuprik iyonu azaltan antioksidan kapasite, toplam fenolik içerik ve toplam flavonoid içerik deneyleri ile değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Sonuç: Toplam fenol ve flavonoid içerikleri karşılaştırıldığında; alkol ile hazırlanan örnek, su ile hazırlanan örneklerde, steril edilmeyen örnek, steril edilen örnek ve bal ile hazırlanan karışım olarak bir sıralama bulunmuştur. POH, referans olarak kuersetin ile karşılaştırıldığında DPPH radikali (IC₅₀=12,24 µg/mL) üzerinde yaklaşık iki kat daha yüksek aktivite göstermiştir.

DPPH üzerindeki en düşük aktivite, 56,72 µg/mL IC₅₀ değeri ile su ile hazırlanan steril örnekte tarafından görülmüştür. En yüksek aktivite POH (271,75 mg GAE/g ekstraktı) tarafından gösterilirken, bunu su ekstraktları takip etmiş ve en düşük değer HP'ye ait olarak tespit edilmiştir. ABTS radikal katyonuna karşı en yüksek süpürme aktivitesi POH (73,37 mg TE/g özü) ve en düşük aktivite PS (34,21 mg TE/g özü) ile gösterilmiştir. Sonuçlara göre, nispeten yüksek polifenol içerikleri ve antioksidan aktiviteleri ile yeni su ekstraksiyon tekniğinin umut vericidir. Ayrıca propolisli balın, nispeten daha düşük değerlere sahip olmasına rağmen alternatif bir ürün olarak tüketilebileceği düşünülmektedir.

INTRODUCTION

Propolis is the general name of the resinous substance collected by honey bees from different plant sources or wounds on plants (Çelemlı Gençay 2013). These resins then mixed with their waxes and β-glucosidase in the hive. The new material is using by the bee community to coat and strength the inside walls of their hive (Zhang et al. 2011, Simone-Finstrom et al. 2017). Propolis is also used to seal holes, cracks, narrow the burrow entrance hole to prevent the entry of invasive insects, and reduce microbial growth inside the hive. It prevents the humidity and temperature in the interior of the hive to be kept constant as a barrier to factors such as wind and precipitation (Bhargava et al. 2021).

The chemical composition of propolis can be qualified as complex. Approximately three hundreds of compounds have been identified lately in propolis samples of different origins (Pereira et al. 2015,

Salgueiro and Castro 2016, Lorenzon et al. 2018). Among these compounds, flavonoids (flavonols, flavanones, flavanonols, chalcones, dihydrochalcones, isoflavones, isodihydroflavones, flavans and neoflavonoids) are the leading active propolis components, which are responsible for a large part of their biological activity (Huang et al. 2014, Hernandez Zarate et al. 2018, Santos-Buelga et al. 2017). Total flavonoid content can be used as an index to evaluate the quality of propolis. If the flavonoid content is less than 11%, it is classified as low quality, if it is 11-17% and higher, it is classified as good quality and high quality, respectively. (Gardana et al. 2007). Propolis consists of resinous substances such as flavonoid aglycones, phenolic acids and their esters, waxes, which are a mixture of long-chain non-polar compounds, essential oils, pollen, vitamins, minerals, amino acids and fatty acids (Alvarez-Suárez et al. 2010, Escuredo et al. 2013). Propolis contains a large number of enzymes such as adenosine triphosphatase, acid phosphatase, glucose-6-phosphatase and succinic dehydrogenase (Lotfy 2006, Pasupuleti et al. 2017). Propolis also contains β -glucosidase which hydrolyzes flavonoid glycosides into aglycones (Li et al. 2018, Araghi et al. 2021). Propolis is described as an ophthalmic drug due to the complex chemical composition of the organic secretions of honey bees. (Zenebom and Pascuet 2005, Machado et al. 2017). Raw propolis is very difficult to use due to its hard, brittle, poor solubility and low oral bioavailability (Elbaz et al. 2016, Dallabona et al. 2020). In the last three decades, the number of studies on the pharmacological and chemical properties of propolis has increased. From the end of the 20th century, what is known about the chemical properties of propolis began to change. By the 1960s, it was known that propolis was chemically complex, and that it was a very stable compound. It has been understood that the chemical composition of propolis can vary according to bee species, botanical origin and extraction methods. The quality of propolis depends on many biotic and abiotic variables such as beekeeping practices, product processing and storage conditions. (EFSA 2010). The age, gender, physiology and sometimes lifestyle of the user can also affect the effect of propolis on human health (Dezmirean et al. 2021).

The chemical composition of propolis may also vary with the eco-flora in the region where it is produced (Salatino et al. 2005). Honey bees use secretions

from various parts of plants to produce propolis. Due to these differences in plant origin, the complexity and chemical diversity of propolis is directly related to the eco-flora of the area where propolis is produced (Bankova et al. 2014).

This leads to the classification of propolis as different types (e.g. 14 types in Brazil). Propolis-specific components produced in temperate regions of the world are flavonoids without B-ring substituents such as chrysin, galangin, pinocembrin, pinobanksin (Christov et al. 2006, Salatino et al. 2011, Santos-Buelga et al. 2017).

Caffeic acid phenethyl ester, one of the main components of temperate zone propolis, has broad biological activity, including inhibition of nuclear factor κ -B. In general, it inhibits cell proliferation by stopping the cell cycle and inducing apoptosis (Huang et al. 2014, Ristivojević et al. 2015).

In tropical region propolis, especially Brazilian green propolis (CAS: 9009-62-5), the dominating chemical components are prenylated phenylpropanoids (e.g., artemillin C) and diterpenes (Midorikawa et al. 2001, Paviani et al. 2010). The common characteristic of propolis produced in the Pacific and African regions is geranyl flavanones (Bankova 2005, Salatino et al. 2011). Anatolian propolis also differs in terms of its chemical content in parallel with the sources used by honey bees. The propolis derived from *Ferula* spp, *Pinaceae* spp and *Cupressaceae* spp are rich in monoterpenes, sesquiterpenes and diterpenes. (Uzel et al. 2005).

There are several different methods (not the solvents) of extraction models that occur for propolis (Bankova et al. 2021). Some of these methods are commercial while some are just for research. Ethanol is the most commonly used solvent as it has greater extraction capacity. While the propolis removes approximately 50-60% of its components, the classical aqueous extraction method only removes 10% (Park 1998).

The aim of this study is to evaluate the total phenol and flavonoid content antioxidant activity of ethanol extract of propolis, propolis mixed with honey, aqueous sterilised and non-sterilized extract of propolis and assess the chemical composition of it.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

MATERIALS AND METHODS

Preparation of propolis

The raw propolis was collected from Tunceli-Ovacik region in Turkey from 12 different apiaries in 9 sub-localities during 2018 and 2019. In the first step, all of the raw propolis was broken or grated and divided into smaller pieces. Then propolis was washed down with water and the mixture was cooled slowly. During this cooling wax and resin were separated from the mixture with sieves, propolis was moved to a separate area. The cleaned propolis was used for extraction via different solvents.

Extraction techniques

Four types of extracts were prepared. All the extractions were made in registered GMP production laboratories where all the equipment and methods were fully calibrated and validated in 2020 and 2021.

Ethanol extraction: For ethyl alcohol extraction, 99% pure double filtered absolute ethyl alcohol produced by (Botafarm Ltd.) were used. The propolis was extracted in the alcohol for 4 weeks in combination of 10% raw propolis to 90% solvent in full dark conditions.

Aqueous extraction: The propolis was extracted by sterile distilled water with pH of 4.6 with a special method developed by Dr. Aytekin which is registered by the Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry in 2020 (Reg. No: 007395.20.03.2020). This method includes raw steps of the following; It was heated at 45-50°C (12 hours), then left to infuse (2 hours), stirred from time to time. Distilled water propolis ratio was used as 10%. The mixture was cooled slowly, the acidity was lowered and kept for 12 hours in dark conditions. It was brought to normal pH and filtered four times. The filtrate was collected after each filtration. It was heated in a separate bowl and filtered again. The aqueous mixture obtained here was combined with the other mixture. This mixture was stirred from time to time and kept in the oven at 45°C for a while. The mixture was drained. Raw filtered. Then the mixture was divided into sterilised (S1) and non-sterilized (NS1) groups. NS1 group was bottled and covered with a lid immediately and S1 is bottled after sterilisation. One bottle is open and sterilised and revored in Class 10000 Clean room the other is covered with airtighted cups. We used the less effective type of sterilisation in closed glass vials and used hot vapour under high

pressure which is 121°C.

Honey mixed with propolis: The cleaned propolis was dried and full water was evaporated by an industrial type of Vacuum Freeze Dryer model GZL2 (2012) in 12h F-12hD-6hFD conditions. The full vacuumed and dried propolis were mixed with honey (10% propolis and 90% honey from the same apiaries) and kept at room temperature until analysis. For antioxidant assays 5 gr of honey mixed propolis were macerated with 99% ethanol (100 mL) at room temperature for a day and then were filtered. Solvent from the samples was removed using a rotary evaporator.

Antioxidant activity

Determination of total phenolic contents (TPC): TPCs of different propolis and mixture extracts were evaluated by the Folin-Ciocalteu's colorimetric methodology (Slinkard and Singleton, 1977) using regression equation of calibration curve ($Y=0.0114x + 0.1427$, $R^2: 0.9986$) and expressed in gallic acid equivalents: (GAE) / 1g of extract. Folin-Ciocalteu's reagent was diluted with distilled water (1:10) and then 100 µL of solution was mixed with 20 µL of propolis extract. Then different concentrations of reference dissolved in ethanol. Finally, 80 µL %7.5 of Na_2CO_3 solution was added. Final mix was left at room temperature for two hours in the dark. Then at 765 nm the absorbance was measured.

Determination of total flavonoid contents: Aluminium chloride colorimetric methodology (Chang et al., 2002) was used. Flavonoid content of propolis extracts were calculated according to the equation ($y=0.0055x+0.1098$, $R^2=0.9983$) obtained from the calibration curve as quercetin equivalent (mg/g extract). 25 µL of extract and different concentrations of reference dissolved in ethanol were mixed with 75 µL of 95% ethanol, 5 µL of 10% $AlCl_3$, 5 µL of 1 M KCH_3COO and 140 µL of distilled water. After incubation at room temperature for an half hour, the absorbance of the reaction mixture was measured at 415 nm. Quercetin was used as reference.

DPPH radical scavenging capacity assay: According to Brand-Williams et al. (1995). DPPH radical scavenging capacities of propolis extracts were tested at 12.5, 25, 50 and 100 µg/mL concentrations. The inhibition percentage of extracts on DPPH were calculated. 1mM DPPH reagent (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) was solved in ethanol and then 50 µL of this solution was mixed with 150 µL of different concentrations of the

propolis extract and Quercetin as reference. The reaction mixture was incubated at room temperature for an half hour in the dark and at 517 nm the absorbance was measured. Radical scavenging activity was expressed as the inhibition percentage and was calculated using the following formula: Inhibition % = $[(A_{blank} - A_{sample}) / A_{blank}] \times 100$, where A_{blank} is the absorbance of the blank (containing ethanol instead of sample) and A_{sample} is the absorbance of the extracts or reference. IC_{50} value for each extract was calculated from the plotted graph of scavenging activity against the concentrations of the sample.

ABTS radical cation scavenging activity assay: According to Re et al. (1999), ABTS was dissolved in water to a 7 mM concentration. $ABTS^+$ was generated by reacting ABTS stock solution with 2.45 mM $K_2S_2O_8$ and allowing the mixture to stand in the dark at room temperature for 12-16 hours. $ABTS^+$ solution was diluted with ethanol to an absorbance of 0.700 ± 0.02 nm at 734 nm before use. 200 μ L of this solution was mixed with 20 μ L of the extract and different concentrations of reference dissolved in ethanol. The reaction mixture was incubated for 6 minutes at room temperature in the dark, then absorbance was measured at 734 nm. ABTS radical cation scavenging activities of the propolis extracts were determined in accordance with the equation ($y=0,9051x+2,9872$, $R^2=0.995$) of Trolox calibration curve.

Cupric ion reducing antioxidant capacity (CUPRAC) assay: According to Apak et al. (2004), 50 μ L of $CuCl_2$ solution (1.0×10^{-2} M), 50 μ L of neocuproine solution (7.5×10^{-3} M), 50 μ L of NH_4Ac buffer solution at pH 7.0 (1.0 M) were mixed and then 25 μ L of extracts or different concentrations of reference (800 μ g/mL to 25 μ g/ mL) and 25 μ L of distilled water were added to the initial mixture, separately. The absorbance of the final solution was measured at 450 nm after 30 minutes keeping at room temperature in the dark. Cupric ion reducing antioxidant capacities of the propolis extracts were determined according to the equation ($y=0.014x+0.0569$, $R^2=0.9998$) as gallic acid equivalent (mg/g extract).

All total phenol, flavonoid content and antioxidant assay was carried out in three repeats.

Statistical analysis

Principal component analysis (PCA) was performed with PAST (Hammer et al. 2001). The four groups were evaluated with their five-character sets.

RESULTS

According to our study, the amount of total phenolics and flavonoid contents in propolis extracts varied from $58,09 \pm 2,58$ (PH); $286,95 \pm 39,1$ (POH); $125,61 \pm 1,42$ (PS); $142,24 \pm 16,79$ (PN) mg GAE/g extracts and $95,73 \pm 9,55$; $444,33 \pm 20,82$; $103,21 \pm 21,24$; $106,76 \pm 19,29$ mg QE/g respectively (Table 1). These results clearly demonstrated that POH extract showed significantly high content of total phenol and flavonoids which flowed by PN and PS. Lowest amount of total phenol and flavonoid belong to honey-propolis composition extract. As presented in Table 1, the amount of total phenolics and flavonoid contents in propolis extracts varied from 58,09 to 286,95 mg GAE/g extracts and from 95,73 to 444,33 mg QE/g respectively. These results clearly demonstrated that POH extract showed significantly high content of total phenol and flavonoids which flowed by PN and PS. Lowest amount of total phenol and flavonoid belong to honey-propolis composition extract.

Table 1. Total phenolic and flavonoid contents of propolis extracts (POH: ethyl alcohol, PS: extracted by sterile distilled water kept as sterilized, PN: extracted by sterile distilled water kept as non-sterilized, PH: prepared with full vacuumed and dried propolis with honey *GAE: Gallic acid equivalent, **QE: Quercetin equivalent)

Tablo 1. Propolis ekstraktlarının toplam fenolik ve flavonoid içerikleri (POH: etil alkol, PS: steril olarak saklanan steril damıtılmış su ile ekstrakte edilen, PN: sterilize edilmemiş olarak saklanan steril damıtılmış su ile ekstrakte edilen, PH: tamamen vakumlanmış ve bal ile kurutulmuş propolis ile hazırlanan *GAE: Gallik asit eşdeğeri, **QE: kuersetin eşdeğeri)

Extracts	Total phenolic content (mg GAE/g extract)	Total flavonoid content (mg QE ^{**} /g extract)
PH	58,09 ± 2,58	95,73± 9,55
POH	286,95 ± 39,1	444,33± 20,82
PS	125,61 ± 1,42	103,21± 21,24
PN	142,24 ± 16,79	106,76± 19,29

In ABTS and DPPH assay honey mixed propolis, after ethanol extract of propolis has highest activity compared with aqueous extract of propolis. This activity can be caused by honey composition. Honey alone displays significant antioxidant activity, similar to many plants (Gheldof et al. 2002). POH extract showed significantly high content of total

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

phenol and flavonoids which followed by PN, PS and PH. POH showed approximately two times much higher activity on DPPH radical (IC₅₀=12.24 µg/mL) compared with quercetin as references. The lowest activity on DPPH is shown by PS with 56,72 µg/mL of IC₅₀ value. The highest activity was shown by POH (271,75 mg GAE/g extract) which was followed by aqueous extracts and lowest value belonged to HP. The highest scavenging activity against ABTS radical cation was shown by POH (73,37 mg TE/g extract) and the lowest activity was shown by PS (34,21 mg TE/g extract). All propolis extracts showed concentration-dependent inhibitory activity against DPPH radical. IC₅₀ values for DPPH radical scavenging capacity are presented in Table 3. A lower IC₅₀ value belongs to POH (IC₅₀=4.39 µg/mL) which corresponds to a higher antioxidant activity of the extract. POH showed approximately 2 times higher activity on DPPH radical (IC₅₀=12.24 µg/mL) compared with quercetin, as references. The lowest activity on DPPH is shown by PS with 56,72 µg/mL of IC₅₀ value.

ABTS radical cation scavenging activities of the propolis extracts were expressed in terms of Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) in Table 3. A higher TEAC value corresponds to a greater antioxidant activity of the propolis extracts. The

highest scavenging activity against ABTS radical cation was shown by PoH (73,37 mg TE/g extract) and the lowest activity was shown by PS (34,21 mg TE/g extract).

Table 2. The inhibitory effects of propolis extracts on DPPH radical (POH: ethyl alcohol, PS: extracted by sterile distilled water kept as sterilised PN: extracted by sterile distilled water kept as non-sterilized, PH: prepared with full vacuumed and dried propolis with honey)

Tablo 2. Propolis ekstraktlarının DPPH radikali üzerindeki inhibitör etkileri (POH: etil alkol, PS: steril olarak saklanan steril damıtılmış su ile ekstrakte edilen, PN: sterilize edilmemiş olarak saklanan steril damıtılmış su ile ekstrakte edilen, PH: tamamen vakumlanmış ve bal ile kurutulmuş propolis ile hazırlanan).

Propolis extracts	IC ₅₀ value (µg/ml)
PH	18,08
POH	4,39
PS	56,72
PN	47,65
Quercetin	10,83

Table 3. The inhibitory effects of propolis extracts on ABTS radical cation and cupric ion reducing antioxidant capacity (CUPRAC) (POH: ethyl alcohol, PS: extracted by sterile distilled water kept as sterilised PN: extracted by sterile distilled water kept as non-sterilized, PH: prepared with full vacuumed and dried propolis with honey *TEAC: Trolox equivalent antioxidant capacity, **SD: Standard deviation, ***GAE: Gallic acid equivalent)

Tablo 3. Propolis ekstraktlarının ABTS radikal katyonu ve kuprik iyonu antioksidan kapasitesini (CUPRAC) azaltıcı etkisi. (POH: etil alkol, PS: steril olarak saklanan steril damıtılmış su ile ekstrakte edilen, PN: sterilize edilmemiş olarak saklanan steril damıtılmış su ile ekstrakte edilen, PH: tamamen vakumlanmış ve bal ile kurutulmuş propolis ile hazırlanan *TEAC: Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi, **SD: Standart sapma, ***GAE: Gallik asit eşdeğeri)

Extract	TEAC* (mg TE/g extract) (ABTS)	Percentage of inhibition ± SD** against ABTS radical cation	Antioxidant capacity (mg GAE***a/g extract)
PH	65,13 ± 2,33	61,94 ± 2,11	56,78 ± 2,08
POH	73,37 ± 0,31	69,40 ± 3,4	271,75 ± 5,71
PS	34,35 ± 2,07	33,95 ± 1,87	205,23 ± 5,11
PN	34,62 ± 1,64	34,32 ± 1,49	126,13 ± 7,44

Cupric ion reducing antioxidant capacities of the propolis extracts were given in Table 3. The highest activity was shown by POH (271,75 mg GAE/g extract) which was followed by aqueous extract and lowest value belonged to HP.

PCA reduced the dimensionality of our multivariate data to two principal components and it was visualised with minimal loss of information, by using scatter diagram (Fig. 1).

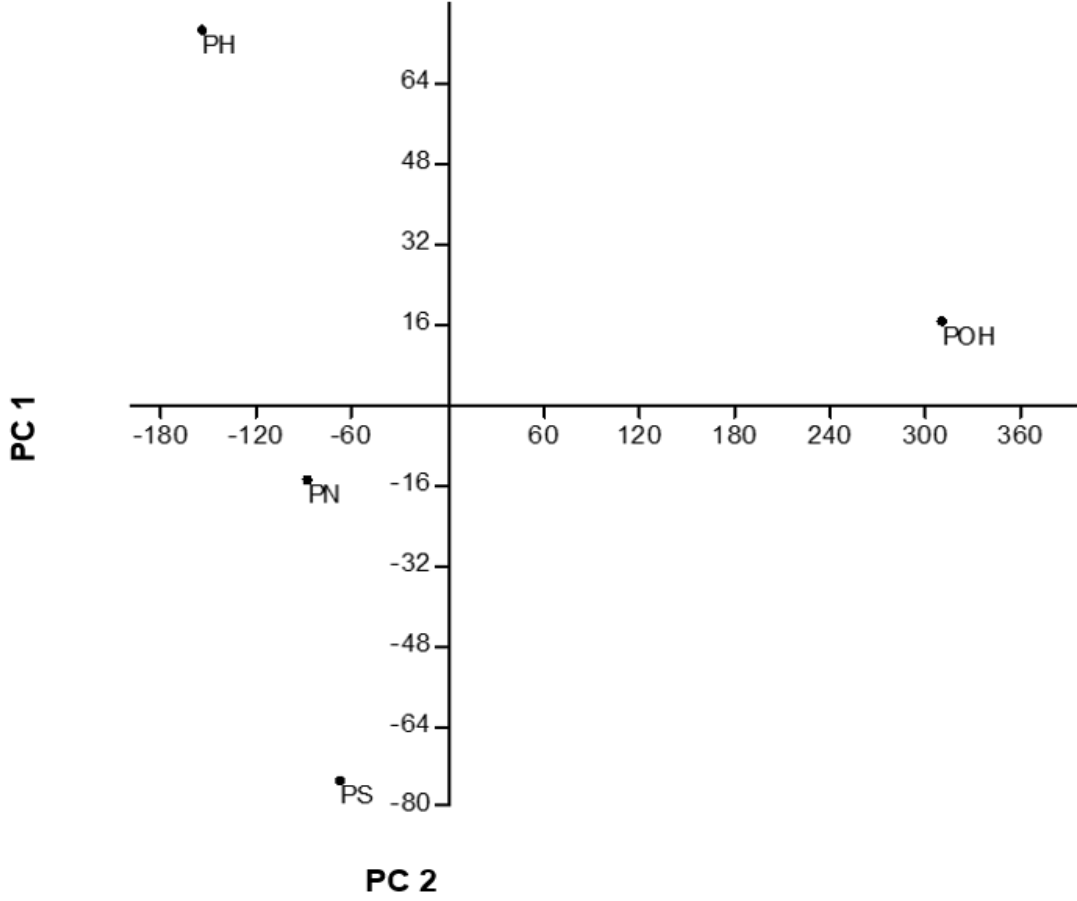


Figure 1. PCA scatter diagram (POH: ethyl alcohol, PS: extracted by sterile distilled water kept as sterilised PN: extracted by sterile distilled water kept as non-sterilized, PH: prepared with full vacuumed and dried propolis with honey).

Şekil 1. Temel bileşenler analizi saçılım grafiği (POH: etil alkol, PS: steril olarak saklanan steril damıtılmış su ile ekstrakte edilen, PN: sterilize edilmemiş olarak saklanan steril damıtılmış su ile ekstrakte edilen, PH: tamamen vakumlanmış ve bal ile kurutulmuş propolis ile hazırlanan).

DISCUSSION

Propolis can be classified biologically according to its producer (depending on the bee species) or botanical origin (depending on the plants used by bees). This resinous substance also can be classified chemically. Differentiation among the extraction methods and solvents can give us varied combinations- even if we use the same propolis with exactly the same biological origin.

According to Nalbantsoy et al. (2022), several external factors are present in the production process of propolis. Within this frame, we aim to evaluate different extraction techniques by comparing antioxidant properties of the same propolis with the use of DPPH, ABTS+ and CUPRAC methods. As an opotherapeutic medicine or a human diet supplement, the most important groups we gain from propolis are polyphenolic compounds, especially flavonoids. The antioxidant activity of propolis appears to be largely influenced by both total polyphenol and total flavonoid contents (Sun et al. 2015, Socha et al. 2014, Narimane et al. 2017). Değirmencioğlu et al. reported in their study that with 19 samples from Turkey, total phenolic content found 11.24 -172.98 mg GAE/g and total flavonoid content was 3.88 -58.31 mg QE/g (Değirmencioğlu et al. 2019). Another research carried out with 23 propolis samples from Turkey the total flavonoid content were determined between 21,28- 152,56 mg QE/g and total phenolic content was found between 34,53-259,4 mg GAE/g (Özkök et al. 2021). Güzelmeriç et al. worked with 47 samples produced in Black Sea Region of Turkey and reported that total phenolic content values between 37.25 ± 0.72 - 592.57 ± 22.39 mg GAE/g; total flavonoid content values between 14.60 ± 0.57 - 125.58 ± 0.58 mg QE/g (Güzelmeriç et al. 2021). The total phenolics and flavonoid contents in our propolis samples are found relatively higher compared with the other studies held in Turkey (Özkök et al. 2021). All propolis types have very low solubility in water and are soluble in organic solvents, because resins are relatively apolar (Bankova et al. 2021). Beside this fact, maybe because of the botanical origin of our samples, water extractions and dried propolis with honey have higher values than some of the samples in other studies extracted with ethanol. Gençay-Çelemlı et al. found that the total phenolic compound of the five samples varies between 27.56 ± 0.05 and 171.93 ± 0.28 mg GAE/g. Also, it was added that total phenolic and flavone-flavonol

contents were found highest in the sample that sourced from the taxa belonging to the Brassicaceae family, which is contrary to common belief since the phenolic content of chestnut propolis is higher (Gençay-Çelemlı et al. 2019).

According phytochemical research on propolis extract, there is generally a positive correlation between the total phenol and flavonoid content in propolis extraction and their antioxidant activity (Güzelmeriç et al. 2021, Degirmencioğlu et al. 2019 Gençay et al. 2019,). Phenolic compounds are likely to contribute to the radical scavenging activity of these extracts. According to the results, the new aqueous extraction technique is promising with relatively high polyphenol contents and antioxidant activities. Besides honey with propolis could be an alternative product, although it has relatively lower values. Probably due to the fact that the amount of propolis extract added to honey was not large enough to significantly increase these parameters as it was done before by Osés et al. 2015.

Total phenol and flavonoid contents in non-sterilized aqueous extract of propolis is slightly higher than sterilised aqueous extract. This may result from damage, reduction or alteration of some compounds during the sterilisation process. They show almost the same activity in the ABTS assay whereas in CUPRAC and DPPH assay the antioxidant capacity of sterilised aqueous extract is higher than non-sterilized extract. As we know, the antioxidant capacity of propolis is dependent on its content, but the studies generally aim to compare antioxidant potential of different propolis extract. Although it is a fact that the antioxidant capacity of ethyl alcohol extractions is higher than the others, many commercial ethanol extracted propolis preparations can cause oral mucosal ulceration or gastrointestinal health problems. Moreover, despite the method differences, the results indicated that Tunceli propolis has a relatively high total phenol and flavonoid content compared to other region in Turkey and subsequently possess a high antioxidant potential (Apak et al. 2004; Özkök et al. 2021, Güzelmeriç et al. 2021).

Conclusion

Propolis, as a nutritious product, provides a rich source of nutrients, such as mineral elements, proteins, and antioxidant compounds. The antioxidant capacity of propolis is related to the flavonoid, mineral, and protein contents which derived from botanical origins of the product and extraction solvents. Among the studied samples,

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

ethyl alcohol extraction of propolis possess highest content of phenol and flavonoid, as well as the highest antioxidant activity. The aqueous extractions also have significant antioxidant capacities. In future studies, there is a need to investigate the eco-floral effect of the antioxidant content of propolis Tunceli-Ovacık region in detail.

Source of Finance: Not applicable.

Conflict of Interest: No conflict of interest was declared by the authors.

Author Contribution: Ç.Ö. and G.Z. carried out the experiments, wrote the manuscript.

Ethical issue: Not applicable.

Acknowledgements: We are thankful to the Beekeepers Association of Tunceli during the conduct of the study. The authors thank Dr Emre Çilden for his constructive comments which improved the main text.

REFERENCES

- Alvarez-Suárez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., & Battino, M. (2010). Contribution of honey in nutrition and human health, a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3(1), 15–23.
- Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Karademir SE. A novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols, vitamin C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: The CUPRAC method. *J. Agric. Food Chem.* 2004; 52(26): 7970-7981, doi.org/10.1021/jf048741x.
- Araghi SH, John A, Googheri, MSS. A molecular dynamics simulations study of the ionic liquid effect on the β -glucosidase active site interactions with a flavonoid glycoside. *Journal of Molecular Liquids.* 2021; 340, 117115, doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117115.
- Bankova V, Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *Journal of ethnopharmacology.* 2005; 100(1-2): 114-117, doi.org/10.1016/j.jep.2005.05.004.
- Bankova V, Popova M, Trusheva B, Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review. *Chemistry Central Journal.* 2014; 8(1): 1-8, doi.org/10.1186/1752-153X-8-28.
- Bankova V, Trusheva B, Popova M, Propolis extraction methods: A review. *Journal of Apicultural Research.* 2021; 60(5): 734-743, doi.org/10.1080/00218839.2021.1901426.
- Bhargava P, Mahanta D, Kaul A, Ishida Y, Terao K, Wadhwa R, Kaul SC, Experimental Evidence for Therapeutic Potentials of Propolis Nutrients. 2021; 13(8): 2528, doi.org/10.3390/nu13082528.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset , Use of free radical method to evaluate antioxidant activity, *LWT-Food Science and Technology*,1995; 28(1): 25-30, doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5.
- Çelemlı Gençay Ö, Atakay M., Sorkun K, The correlation between botanical source and the biologically active compounds of propolis, *İstanbul Journal of Pharmacy*, 2019; 49(2): 81-87, doi.org/10.26650/IstanbulJPharm.2019.435408.
- Çelemlı Gençay Ö, Chemical properties of propolis collected by stingless bees, In *Pot-Honey*. Springer, New York, NY, 2013; pp. 525-537.
- Chang C, Yang M, Wen H, Chern J, Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 2002; 10(3): 178-182.
- Christov R, Trusheva B, Popova M, Bankova V, Bertrand M, Chemical composition of propolis from Canada, its antiradical activity and plant origin. *Nat. Prod. Res.* 2006; 20: 531–536, doi.org/10.1080/14786410500056918.
- Dallabona I D, de Lima GG, Cestaro BI, de Souza Tasso I, Paiva TS., Laureanti EJG, et. al. Development of alginate beads with encapsulated jaboticaba peel and propolis extracts to achieve a new natural colorant antioxidant additive. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2020; 163: 1421-1432, doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.256.
- Degirmencioglu T, Guzelmeric H, Yuksel E, Kirmızıbekmez, PI, Deniz H, Yesilada E, A new type of Anatolian propolis: Evaluation of its chemical composition, activity profile and botanical origin, *Chemistry & biodiversity*

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- 2019; 16(12): e1900492,
doi.org/10.1002/cbdv.201900492.
- Dezmirean DS, Paşca C, Moise AR, Bobiş O, Plant sources responsible for the chemical composition and main bioactive properties of poplar-type propolis Plants, 2021; 10(1): 22, doi.org/10.3390/plants10010022.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to propolis (ID 1242, 1245, 1246, 1247, 1248, 3184) and flavonoids in propolis (ID 1244, 1644, 1645, 3526, 3527, 3798, 3799) pursuant to Article 13 (1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA journal, 2010; 8(10), 1810, doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1810.
- Elbaz NM, Khalil IA, Abd-Rabou AA, El-Sherbiny IM, Chitosan-based nano-in-microparticle carriers for enhanced oral delivery and anticancer activity of propolis international journal of biological macromolecules. 2016; 92: 254-269, doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.07.024.
- Escuredo O, Míguez M, Fernández-González M, Carmen Seijo M, Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area, Food Chemistry, 2013; 138: 851–856. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.015>.
- Gardana C, Scaglianti M, Pietta P, Simonetti P, Analysis of the polyphenolic fraction of propolis from different sources by liquid chromatography–tandem mass spectrometry Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2007; 45(3): 390-399, doi.org/10.1016/j.jpba.2007.06.022
- Gheldof N, Wang XH, Engeseth N, Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources J. Agric. Food Chem. 2002; 50(21): 5870–5877, doi.org/10.1021/jf0256135.
- Güzelmeriç E, Yuksel P I, Yaman BK, Sipahi H, Celik C, Kirmızıbekmez H, et. al. Comparison of antioxidant and anti-inflammatory activity profiles of various chemically characterized Turkish propolis sub-types: Which propolis type is a promising source for pharmaceutical product development? Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2021; 203: 114196, doi.org/10.1016/j.jpba.2021.114196.
- Hammer Ø, Harper DA, Ryan PD, PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia electronica, 2001; 4(1), 9.
- Hernandez Zarate MS, Abraham Juarez MDR, Ceron Garcia A, Ozuna Lopez C, Gutierrez Chavez AJ, Segoviano Garfias JDJN, et. al. Flavonoids, phenolic content, and antioxidant activity of propolis from various areas of Guanajuato, Mexico Food Science and Technology, 2018; 38: 210-215, /doi.org/10.1590/fst.29916.
- Huang S, Zhang CP, Wang K, Li GQ, Hu FL, Recent advances in the chemical composition of propolis, Molecules, 2014; 19: 19610–19632, doi.org/10.3390/molecules191219610.
- Li K, Yao F, Xue Q, Fan, H, Yang, L Li, X., et. al. Inhibitory effects against α -glucosidase and α -amylase of the flavonoids-rich extract from *Scutellaria baicalensis* shoots and interpretation of structure–activity relationship of its eight flavonoids by a refined assign-score method Chemistry Central Journal. 2018; 12(1): 1-11, doi.org/10.1186/s13065-018-0445-y.
- Lorenzon MCA, Castro RN, de Oliveira Pires L, Koshiyama AS, Bento KJB, Biological values of different types of Brazilian propolis Greener Journal of Agricultural Sciences 2018; 8: 90, doi.org/10.15580/GJAS.2018.5.033118054
- Lotfy M, Biological activity of bee propolis in health and disease Asian Pac J Cancer Prev. 2006; 7(1): 22-31.
- Machado B, Pulcino T N, Silva A L, Tadeu D, Melo RGS, Mendonça IG, Propolis as an alternative in prevention and control of dental cavity Immunity. 2017; 19: 24, doi.org/10.5455/ja.20160726115117.
- Midorikawa K, Banskota A H, Tezuka Y, Nagaoka T, Matsushige K, Message D, et. al. Liquid chromatography–mass spectrometry analysis of propolis Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Biochemical Techniques, 2001; 12(6): 366-373, doi.org/10.1002/pca.605.
- Nalbantsoy, A., Sarikahya, N. B., Özverel, C. S., Barlas, A. B., Kırıcı, D., Akgün, İ. H., et. al. Chemical composition and biological activities of Cypriot propolis. *Journal of Apicultural Research* 2022; 61(2): 233-24, doi.org/10.1080/00218839.2021.1977028.
- Narimane S, Demircan E, Salah A, Ozcelik BÖ, Salah R, Correlation between antioxidant activity and phe-nolic acids profile and content of Algerian propolis: influence of solvent *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2017; 30(4):1417–1423.
- Osés, SM, Melgosa L, Pascual-Maté A, Fernández-Muñoz MA, Sancho MT, Design of a food product composed of honey and propolis *Journal of Apicultural Research*, 2015; 54(5): 461-467, doi.org/10.1080/00218839.2016.1183934.
- Özkök A, Keskin M, Samancı AET, Önder EY, Takma Ç, Determination of antioxidant activity and phenolic compounds for basic standardisation of Turkish propolis *Applied Biological Chemistry*, 2021; 64(1): 1-10, doi.org/10.1186/s13765-021-00608-3.
- Park YK, Ikegaki M, Preparation of water and ethanolic extracts of propolis and evaluation of the preparations *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*. 1998; 62(11): 2230-2232, doi.org/10.1271/bbb.62.2230.
- Pasupuleti VR, Sammugam L, Ramesh N, Gan SH, Honey, propolis, and royal jelly: a comprehensive review of their biological actions and health benefits *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2017; doi.org/10.1155/2017/1259510.
- Paviani LC, Dariva C, Marcucci MC, Cabral FA, Supercritical carbon dioxide selectivity to fractionate phenolic compounds from the dry ethanolic extract of propolis, *Journal of Food Process Engineering*. 2010;33(1): 15-27, doi.org/10.1111/j.1745-4530.2008.00256.x.
- Pereira DS, Freitas CIA, Freitas MO, Maracaja P, da Silva JBA, da Silva RA, et. al., Histórico e principais usos da própolis apícola Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C, Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay *Free Radical Biology and Medicine* 1999; 26(9): 1231-1237, doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3.
- Ristivojević P, Trifković J, Andrić F, Milojković-Opšenica D, Poplar-type propolis: chemical composition, botanical origin and biological activity, *Natural product communications*. 2015; 10(11): doi.org/10.1177/1934578X1501001117.
- Salatino A, Fernandes-Silva CC, Righi AA, Salatino MLF, Propolis research and the chemistry of plant products *Natural product reports*. 2011; 28(5): 925-936, doi.org/10.1039/C0NP00072H.
- Salatino A, Teixeira ÉW, Negri G, Origin and chemical variation of Brazilian propolis, *Evidence-based complementary and alternative medicine* 2005; 2(1): 33-38, doi.org/10.1093/ecam/neh060.
- Salgueiro FB, Castro RN, Comparação entre a composição química e capacidade antioxidante de diferentes extratos de própolis verde, *Química Nova*. 2016; 39: 1192-1199, doi.org/10.21577/0100-4042.20160136.
- Santos-Buelga C, González-Paramás AM, Phenolic composition of propolis. In *Bee Products-Chemical and Biological Properties* Springer, Cham.2017, pp. 99-111.
- Simone-Finstrom M, Borba RS., Wilson M, Spivak M, Propolis counteracts some threats to honey bee health, *Insects*. 2017; 8(2): 46, doi.org/10.3390/insects8020046
- Slinkard K, Singleton VL, Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods *American Journal of Enology and Viticulture*. 1977, 28(1): 49-55.
- Socha R, Gałkowska D, Bugaj M, Juszcak L, Phenolic composition and antioxidant activity of propolis from various regions of Poland, *Natural Product Research* 2014; 29(5): pp. 416–422, doi.org/10.1080/14786419.2014.949705.
- Sun C, Wu Z, Wang Z, Zhang H, Effect of ethanol/water solvents on phenolic profiles and

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

antioxidant properties of Beijing propolis extracts Evidence-based Complementary and Alternative Medicine, vol. 2015, Article ID 595393, 9 pages. doi.org/10.1155/2015/595393.

Uzel A, Önçağ Ö, Çoğulu D, Gençay Çelemlı Ö, Chemical compositions and antimicrobial activities of four different Anatolian propolis samples Microbiological research. 2005; 160(2): 189-195, doi.org/10.1016/j.micres.2005.01.002.

Zenebom O, Pascuet N, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos físico-químicos para análise de alimentos 2005; 4.

Zhang CP, Zheng HQ, Hu FL, Extraction, partial characterization, and storage stability of β -glucosidase from propolis Journal of food science. 2011; 76(1): C75-C79, doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01941.x.

Citation/Atf: Mazhitova A, Smanalieva J. Amino acid composition and some physicochemical parameters of multi-floral honey from mountainous regions of Kyrgyzstan (Kırgızistan'ın dağlık bölgelerinden elde edilen polifloralı (çok çiçekli) balın amino asit bileşimi ve bazı fizikokimyasal parametreleri). U. Arı D. / U. Bee J. 2022, 22(2):188-202. DOI: 10.31467/uluaricilik.1143337

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

AMINO ACID COMPOSITION AND SOME PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF MULTI-FLORAL HONEY FROM MOUNTAINOUS REGIONS OF KYRGYZSTAN

Kırgızistan'ın Dağlık Bölgelerinden Elde Edilen Polifloralı (Çok Çiçekli) Balın Amino Asit Bileşimi ve Bazı Fizikokimyasal Parametreleri

Aichurok MAZHITOVA¹, Jamila SMANALIEVA^{2*}

¹Kyrgyz-Turkish Manas University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, pr. Aytmatov 54, 720044 Bishkek, KYRGYZSTAN, aichurok.mazhitova @manas.edu.kg, ORCID: 0000-0003-2090-1116

^{2*}Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Faculty of Technology, Department of Food Production Technology, pr. Aytmatov 66, 720044 Bishkek, KYRGYZSTAN, Corresponding author / Yazışma yazarı jamila.smanalieva@kstu.kg, ORCID: 0000-0002-3929-4291

Geliş Tarihi / Received: 12.07.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 29.08.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1143337

ABSTRACT

Mountain animal food products are at the center of attention due to their intrinsic value and, as such, mountain beekeeping products deserve attention and effort for their valorisation. The work aimed at investigating the quality traits of mountain honey samples from Kyrgyzstan, giving particular emphasis on the amino acid profiles and their possible relationship with the other chemical-physical characteristics. The moisture content, acidity, pH, and diastase activity of honey samples were within the limits established by normative documents. The honey samples showed a higher diastase activity (26.34 – 77.9 Schade units), which demonstrates the high quality and superiority of mountain honey. The amino acid content of Kyrgyz honey was investigated for the first time. The major amino acids were proline (1553 mg/kg), followed by phenylalanine (805 mg/kg), lysine (349 mg/kg), and arginine (261 mg/kg). The sum of essential amino acids ranged from 675 to 4506 mg/kg and that of total amino acids from 1539 to 8958 mg/kg. Weak positive correlations were found between the altitude of the collection area and asparagine, glutamine, histidine, glycine, threonine, alanine, proline, valine, and total amino acids. The results form a basis for the establishment of quality standards for mountain honey.

Keywords: Honey production, Amino acid composition, HPLC analysis, Amylase Activity, Acidity

ÖZ

Dağ hayvanı gıda ürünleri, içsel değerleri nedeniyle ilgi odağındadır ve bu nedenle dağ arıcılık ürünleri, değerlenmeleri için dikkat ve çabayı hak etmektedir. Çalışma, Kırgızistan'dan alınan dağ balı örneklerinin kalite özelliklerini araştırmayı, özellikle amino asit profillerine ve bunların diğer kimyasal-fiziksel özelliklerle olası ilişkilerine vurgu yapmayı amaçladı. Bal örneklerinin nem içeriği, asitliği, pH'ı ve diastaz aktivitesi, normatif belgeler tarafından belirlenen sınırlar içindeydi. Bal örnekleri, dağ balının yüksek kalitesini ve üstünlüğünü gösteren daha yüksek bir diastaz aktivitesi (26.34 – 77.9 Schade birimi) göstermiştir. Kırgız balının amino asit içeriği ilk kez araştırıldı. Başlıca amino asitler prolin (1553 mg/kg), ardından fenilalanin (805 mg/kg), lizin (349 mg/kg) ve arginin (261 mg/kg) idi. Esansiyel amino asitlerin toplamı 675 ila 4506 mg/kg ve toplam amino asitlerin toplamı 1539 ila 8958 mg/kg arasındaydı. Toplama alanının yüksekliği ile asparagin, glutamin, histidin, glisin, treonin,

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

alanin, prolin, valin ve toplam amino asit arasında zayıf pozitif korelasyonlar bulundu. Sonuçlar, dağ balı için kalite standartlarının oluşturulması için bir temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bal üretimi, Amino asit bileşimi, HPLC Analizi, Amilaz aktivitesi, Asitlik

GENİŞLETİLMİŞ TÜRKÇE ÖZET

Amaç: Kırgızistan'da bal üretimi önde gelen bir ekonomik sektördür ve önemi uzun süredir hafife alınmaktadır. Kırgızistan'da 2013 yılında bal üretimi 1609 ton olup, bunun 195 tonu ihraç edilmiştir. Ancak 2019 yılında bal üretimi 2322 tona yükselmiştir (FAOSTAT, 2019). Kırgızistan'da üretilen bal çoğunlukla polifloraldir. Monomorfik veya monofloral balın üretilmesi zordur, çünkü arıcılık mevsimi boyunca aynı anda birkaç mellifeous bitkiler çiçek açar. Bu nedenle Kırgız balının adı genellikle botanik kaynağıyla değil, toplama alanıyla belirtilir. Kırgızistan'daki en popüler ve ünlü bal türleri Toktogul, Sary-Chelek, Kara-Shoro ve At-Bashy gibi dağlık bölgelerden toplanır. Kırgızistan'ın dağ balının fizyokimyasal özelliklerini ve amino asit değerini açıklayan bilimsel çalışmaların eksikliği göz önüne alınarak, bu çalışma Kırgız balının fizyokimyasal parametrelerini ve amino asit içeriğini belirlemeyi ve belgelemeyi amaçlamıştır. Bu da Kırgız balının doğal bir gıda kaynağı olarak daha ileride ticarileştirilmesi için gerekli olan kalite standartlarının oluşturulması için gereklidir. İkinci bir amaç, amino asit içeriğinin balın diğer kalite parametreleri ve toplanan alanın yüksekliği ile korelasyonlarını tespit etmektir.

Gereç ve yöntemler: Araştırma için Kırgızistan'ın yedi dağlık bölgesindeki arıcılardan doğrudan 15 polifloral bal örnekleri (her bölgeden 2 numune) alınmıştır: Suusamy (SU), Sary-Chelek (SC), Toktogul (TO), Issyk-Kul (YK), Talas (TA), Chon-Kemin (CK) ve Kara-Shoro (KS) ve iki toplama sezonu: ilkbahar ve yaz başında – Mayıs, Haziran ve yazın – Temmuz, Ağustos, 2015. İncelenen tüm bal örnekleri, analize kadar buzdolabında 4°C sıcaklıkta saklanmıştır. Numunelerin analizi 2015-2016 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Nem, toplam asitlik, pH ve diastaz aktivitesi gibi kalite parametrelerinin analizi, Avrupa Bal Komisyonu'nun Uyumlaştırılmış Yöntemlerine göre yapılmıştır. Amino asit içeriği Yüksek performanslı sıvı kromatografisi sisteminde tayin edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizi, SPSS yazılımı, sürüm 16.0 kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular ve tartışma: Kırgız balının nem, toplam asitlik ve pH gibi kalite parametreleri uluslararası

bal standardına ve ayrıca asitliği Codex standardına ve diğer araştırmacıların bulgularına uygun olduğu tespit edilmiştir. Araştırılan bal örneklerinin pH'ı tipik bir 3.7-5.5 aralığı ile ortalama 4.4 olmuştur. Bal Kalitesi ve Uluslararası Düzenleyici Standartlara göre, diastaz aktivitesi 8 diastaz birimine eşit veya daha az olmamalıdır. İncelenen bal örneklerinin diastaz sayısı Schade birimlerinde $8,9 \pm 0,1$ ile $77,9 \pm 5,1$ arasında olmuştur. Kırgız balında 19 amino asit tespit edilmiştir. Ortalama amino asit değerlerine göre Kırgız balının başlıca amino asitleri prolin (1553 mg/kg), fenilalanin (905 mg/kg), lizin (349 mg/kg), arginin (261 mg/kg), tirozin (258 mg/kg) ve histidindir (251 mg/kg), son dört amino asit esansiyel amino asitlerdir. Örneklerin prolin içeriği, toplam amino asitlerin %20-50'sini oluşturduğu belirlenmiştir, bir sonraki en belirgin amino asit ise, 85 - 2969 mg/kg arasında olan fenilalanin esansiyel amino asidi olmuştur. Kırgız balındaki özel bir fark, esansiyel amino asit lizinin 242 mg/kg ile 661 mg/kg aralığında üçüncü ana amino asit olmasıdır. Aynı bölgeden fakat farklı mevsimlerden toplanan örneklerdeki toplam amino asit içeriği aynı değildir. Örneklerin yüksek amino asit içeriği ve yüksek değişkenliği, dağ manzarasının biyolojik çeşitliliği ile ilgili olabilir. Çalışmada pH, diastaz aktivitesi, nem içeriği, asit içeriği ve amino asit içeriği arasındaki korelasyon araştırılmıştır. Amino asit içeriği ile pH ($r = 0.284$, $p = 0.585$) ve amino asit içeriği ile diastaz sayısı ($r = -0.074$, $p = 0.890$), amino asit içeriği ile asitlik ($r = -0.429$, $p = 0.05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir. Bununla birlikte, balın amino asit bileşimi, balın nem içeriği ile pozitif bir korelasyonda ($r = 0.905$, $p = 0.05$) olmuştur. Dağ balı ile ilgili sınırlı literatüre katkıda bulunmak için dağ balının antioksidan aktiviteleri ve bunların amino asitlerle ve ayrıca toplam polifenol içeriği ile korelasyonu hakkında daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

INTRODUCTION

Honey is a multi-component natural food, characterized as a supersaturated carbohydrate solution with high viscosity (Smanalieva and Senge 2009). Currently, about 200 components have been found in honey (Alvarez-Suarez et al. 2014). The

sensory and physical properties (colour, flavour), and chemical composition of honey depends on additional factors, such as the botanical origin and the regional and climatic conditions of the area in which it is collected (Lazaridou et al. 2004). Though the major constituents of honey are carbohydrates and water, honey also contains amino acids (AA), phenolic compounds, vitamins, minerals and enzymes. Floral honey contains about 0.1 – 1.6% protein (Chua et al. 2015), while in honeydew honey this quantity is about 3.0% and comes from animal or vegetal (e.g. pollen) sources. The amount of AA is about 1%, and proline is the major amino acid, comprising 50–85% of the total AA content (Anklam 1998, Hermosín et al. 2003). Therefore, the use of proline as an indicator of honey ripeness and naturalness is suggested (Ohe et al. 2000). Normal honey has an average proline content of 200 mg/kg; a value below 180 mg/kg indicates sugar adulteration (Bogdanov et al. 1997; Hermosín et al. 2003; Ampuero et al. 2004). However, naturally, the amount of proline in acacia honey is low (120 mg/kg) (Akgün et al. 2021). Besides proline, honey contains 26 AA, and their amount depends on the origin of the honey (nectar or honeydew), therefore the AA profiles of honey samples could indicate their botanical origin (Anklam 1998, Cotte et al. 2004). According to Chua et al. (2015) honey proteins showed antioxidant activities in the form of free radical scavenging and ferric reducing power. Honey contains many enzymes, and their activity is the basis for assessing honey quality. Diastase (α - and β -amylase) is the most important enzyme that enriches the nutritional and therapeutic function of honey (White and Rudyj 1978, Huang et al. 2019).

In Kyrgyzstan, honey production is a prominent economic sector, and its importance has long been underestimated. The volume of honey production in Kyrgyzstan in 2013 was 1609 tons, of which 195 tons were exported. In 2019, the production of honey increased to 2322 tons (FAOSTAT, 2019). The natural conditions in Kyrgyzstan greatly favour honey production: 90% of the territory of the republic is mountains and the mountain flora is diverse and rich, including 3,500 flowering plants (Fig. 1). There are more than 300 melliferous plants that produce nectar and pollen (Smanalieva 2008). According to Verma (1990), mountain honey produced from diverse melliferous flora is considered better in quality than honey from lowland areas, as a result of which it fetches a higher price.

Honey produced in Kyrgyzstan is mainly polyfloral. Monomorphic or monofloral honey is difficult to produce, as several powerful melliferous plants bloom simultaneously during the beekeeping season. Therefore, the name of Kyrgyz honey is usually indicated by the collection area and not by its botanical source. The most popular and famous kinds of honey in Kyrgyzstan are collected from mountainous regions such as Toktogul, Sary-Chelek, Kara-Shoro, and At-Bashy (Kadyrova and Smanalieva 2017). According to a palynological investigation, Toktogul honey has pollen of such herbs as blueweed (*Echium vulgare*), sainfoin (*Onobrychis* sp.) chervil (*Anthriscus sylvestris*), family *Brassicaceae*, mint (*Mentha* sp.), oregano (*Origanum* sp.), St. John's wort (*Hypericum* sp.), thyme (*Thymus*), sweet clover (*Melilotus officinalis*), dandelion (*Taraxacum*) and many other mountain plants (Smanalieva 2008).



Figure 1: Uzgen district, the flowering plants in June

Sary-Chelek is a nature reserve in Jalal-Abad province in western Kyrgyzstan. The main herbs that grow in this area are St. John's wort (*Hypericum* sp.), wormwood (*Artemisia* sp.), thyme (*Thymus*), blueweed (*Echium vulgare*), blackroot (*Cynoglossum* sp.), members of the family *Brassicaceae*, mint (*Mentha* sp.) and sainfoin (*Onobrychis* sp.). The honey collected in Kara-Shoro contains pollen of thyme (*Thymus*), St. John's wort (*Hypericum* sp.), sainfoin (*Onobrychis* sp.), members of the cruciferous family (*Brassicaceae*), black root (*Cynoglossum* sp.), oregano (*Origanum* sp.), cornflower (*Centaurea* sp.), wormwood (*Artemisia* sp.), bedstraw (*Gallium*) and saw-wort (*Serratula* sp.). In the At-Bashy region, sainfoin (*Onobrychis* sp.) is a main

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

perennial melliferous plant. There are eight species of this unique plant in Kyrgyzstan. Sainfoin honey is light coloured with a very delicate and unobtrusive taste and a pleasant aroma (Smanalieva 2008).

Given the lack of scientific studies describing the physicochemical attributes and amino acid value of mountain honey from Kyrgyzstan, this study aimed to determine and document the physicochemical parameters and amino acid content of Kyrgyz honey for the establishment of quality standards for Kyrgyz honey, which are essential for its further commercialization as a natural food source. A second aim was to test for correlations of amino acid content with other quality parameters of honey and altitude of the collection area.

MATERIALS AND METHODS

Honey samples

For the investigation, 15 polyfloral honey samples were obtained directly from beekeepers in seven mountain regions of Kyrgyzstan: Suusamyr (SU), Sary-Chelek (SC), Toktogul (TO), Issyk-Kul (YK), Talas (TA), Chon-Kemin (CK) and Kara-Shoro (KS), Karkyra (KA) and two collection seasons: in early summer – May, June; and summer – July, August 2015. All investigated honey samples were stored in a refrigerator at a temperature of 4 °C until the analysis. Analysis of the samples was carried out in 2015-2016.

Physicochemical measurements

Analyses of quality parameters such as moisture, total acidity, pH, and diastase activity were conducted according to the Harmonized Methods of the European Honey Commission (Bogdanov et al. 1997). The refractive index of honey samples was measured using a refractometer (Reichert Abbe Mark II Plus Refractometer, Reichert, Inc., NY, USA) at 20°C. The corresponding moisture content (%) was calculated using the relationship between refractive index and water content. The pH was determined in a 10% (w/w) solution of honey in distilled water by means of a pH meter (Mettler Toledo, Gießen, Germany). The free acid content was measured in a 10% (w/w) honey solution by acid-base titration with 0.1 M NaOH up to pH 8.1 (Mettler Toledo, Gießen, Germany) and the results were expressed as the milliequivalents per kg honey (meq/kg) (Bogdanov et al. 1997).

The determination of diastase (α -amylase) activity was performed using a spectrophotometer

(Specord 50, Analytic Jena, Germany) and expressed as Diastase number (DN) in Schade units. DN is defined as the amount of enzyme that will convert 0.01 g of starch to the prescribed endpoint in 1 h at 40 °C under the conditions of the test (Bogdanov et al. 1997).

Determination of amino acid composition

15 honey samples were chosen (2 samples from each region) for the determination of amino acid composition. The 19 AA standards (aspartic acid, glutamic acid, serine, histidine, glycine, threonine, arginine, alanine, proline, tyrosine, valine, methionine, cysteine, isoleucine, leucine, tryptophan, phenylalanine, ornithine, and lysine) were obtained from Merck (Darmstadt, Germany).

Sample preparation, for further determination by High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), was conducted following the methodology proposed by (Bouseta et al. 1992) with some modifications by (Mazhitova and Kulmyrzaev 2016). Briefly, 0.2 g of honey dissolved in approx. 6 ml of high purity water and mixed thoroughly. The pH was adjusted to 3.2 with 0.1 N HCl. After isolation, the final sample volume was adjusted to 10 mL, and the sample was refrigerated before derivatization. The derivatization procedure and quantification by HPLC were conducted according to Hermosín et al. (2003); 0.5 mL of the solution of isolated AA was mixed with 3 μ L of diethyl ethoxymethylenemalonate, 0.75 mL of methanol and 1.747 mL of borate buffer at pH 9.0 (1 M) and placed in a 10 mL tube with screw cap. The tube was closed and briefly shaken. After that, the mixture was placed in an ultrasound bath for 30 min at room temperature. Before injection (20 μ L) into the HPLC (Agilent Technologies 1200, US), derivatized samples were filtered through a 0.45- μ m microfilter. Chromatographic separation was carried out in a C18 column (4.6 mm \times 250 mm \times 5 μ m) (G1316A, Agilent Technologies 1200, US) at 16 °C. Mobile phase consisting of acetonitrile (A) and 0.1 M acetate buffer (B) at pH 6.0 was used with following gradient conditions: 6% (A) at 0 min; 16% (A) at 13 min; 18% (A) at 13.5 min; 18% (A) at 17 min; 22% (A) at 20 min and 32% (A) at 32 min. A diode array detector at 280 nm was used. Identification was made using the retention time obtained from pure compounds and quantification was carried out according to the external standard method with 0.01, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, and 4 μ g/mL concentration levels.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Statistical analysis

Data were analysed by ANOVA using SPSS software, version 16.0 (SPSS Inc.Chicago, IL). A two-step cluster analysis of individual AA by altitude was carried out. According to the two-step cluster analysis of individual AA by altitude, the samples can be divided into three groups: 1. Low and rough mountain honey; 2. Rugged mountain honey and 3. High mountain honey. A comparative analysis of individual AA and total AA between samples was performed using Duncan's test at a significance level of $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$. Pearson's Correlation Coefficient Analysis was carried out to determine the association between the total amino

acid content and altitude, also the physicochemical characteristics of honey.

RESULTS

Quality parameters of Kyrgyz honey

The results of analysis of quality parameters such as moisture, total acidity, and pH are provided in Table 1. The quality parameters of Kyrgyz honey were in compliance with the international honey standard (Codex Alimentarius 2001). The average moisture content was 17.26%, with a min value of 14.7% (KA21) and a max value of 23.7% (KS12).

Table 1. Some physicochemical parameters of the honey samples and the altitude of the collection area

	No of sample	GPS Coordinates	Altitude	Moisture content, %	Acidity, meq/kg	pH	Diastase Number, Schade unit
1.	CH11	Latitude: 42.69 North Longitude: 75.32 East	1225	18.5±0.2	25.0±0.5	5.5±0.0	18.9±0.5
2.	TO11	Latitude: 41.88 North Longitude: 73.38 East	1901	18.0±0.5	18.2±0.4	4.6±0.0	28.8±2.4
3.	TO25	Latitude: 41.88 North Longitude: 73.38 East	1901	16.4±0.6	25.3±0.7	4.5±0.1	77.9±5.1
4.	TA24	Latitude: 40.33 North Longitude: 73.38 East	1372	15.9±0.1	13.6±0.3	4.0±0.1	18.8±1.9
5.	KS11	Latitude: 40.33 North Longitude: 73.38 East	1546	19.5±0.7	20.3±0.5	4.9±0.0	20.0±8.5
6.	KS12	Latitude: 40.33 North Longitude: 73.38 East	1546	23.7±0.2	16.3±0.6	4.6±0.0	33.4±2.8
7.	YK11	Latitude: 42.66 North Longitude: 78.62 East	1874	20.0±0.3	17.1±0.8	4.1±0.0	8.9±0.1
8.	SC22	Latitude: 41.89 North Longitude: 71.95 East	2218	20.3±0.8	20.3±0.5	4.8±0.0	17.0±7.1
9.	SC25	Latitude: 41.89 North Longitude: 71.95 East	2218	15.9±0.3	32.1±0.5	4.5±0.3	38.9±2.5
10.	SU21	Latitude: 42.18 North Longitude: 73.96 East	2132	15.8±0.5	17.2±0.3	4.1±0.0	10.5±0.5
11.	SU24	Latitude: 42.18 North Longitude: 73.96 East	2132	16.2±0.5	18.5±0.6	4.3±0.0	37.2±7.7
12.	CK21	Latitude: 42.76 North Longitude: 76.26 East	2000	15.9±0.2	25.5±0.6	4.4±0.1	32.9±9.8
13.	AB23	Latitude: 41.19 North Longitude: 75.86 East	2121	16.4±0.7	17.2±1.5	3.7±0.1	26.3±5.2
14.	AB24	Latitude: 41.19 North Longitude: 75.86 East	2121	15.3±0.5	25.2±0.2	4.5±0.1	52.9±2.2
15.	KA21	Latitude: 42.75 North Longitude: 79.15 East	2029	14.7±0.1	20.0±0.7	4.2±0.0	38.6±2.3

Means (n = 3), * Standard deviations SD ≤0.5, ** SD ≤0.05; AB-At-Bashy, CH- Chui, CK-Chon-Kemin, KS-Kara-Shoro, SC-Sary-Chelek, SU-Suusamyr, TA-Talas, TO-Tokotogul, YK-Yssyk-Köl, KA-Karkyra.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

The amino acid profile of honey samples

Nineteen AA were determined in Kyrgyz honey. According to the two-step cluster analysis of individual AA by altitude, the samples from cited 7 Kyrgyz regions belonging to one of the 3 altimetric

belts identified: 1. Low and rough mountain honey, 2. Rugged mountain honey and 3. High mountain honey. The mean values of these three groups were compared with one-way ANOVA (Table 2, 3, 4). The average AA content of Kyrgyz honey is depicted in Fig. 2

Table 2. Amino acids of honey samples from rough mountain region (mg/kg)

Amino acid	CH11		TA24		Min	Max
Asp	44.18 ^k	0.23	85.99 ^e	2.46	44.18	85.99
Glu	110.75 ^f	0.27	133.23 ^d	49.56	110.75	133.23
Ser	51.90 ^j	0.03	60.48 ^f	18.96	51.90	60.48
His	178.07 ^e	0.40	82.79 ^e	48.29	82.79	178.07
Gly	24.23 ^m	0.17	21.34 ^h ^j	0.48	21.34	24.23
Thr	35.91 ^l	0.26	17.82 ^j	0.05	17.82	35.91
Arg	242.43 ^d	0.44	141.78 ^d	0.16	141.78	242.43
Ala	59.62 ⁱ	0.16	38.70 ^{gh}	0.39	38.70	59.62
Pro	1128.02 ^a	11.76	656.44 ^a	6.93	656.44	1128.02
Tyr	82.82 ^g	0.39	53.08 ^{fg}	0.34	53.08	82.82
Val	65.68 ^h	7.46	31.58 ^{hi}	0.91	31.58	65.68
Met	3.48 ^o	0.42	2.96 ⁱ	0.08	2.96	3.48
Cys	ND		ND			
Ile	23.17 ^m	0.41	16.63 ^j	2.46	16.63	23.17
Leu	18.63 ^m	0.61	16.44 ^j	0.03	16.44	18.63
Trp	ND		14.89 ^j	1.42	0.00	14.89
Phe	328.25 ^c	0.63	201.22 ^c	0.11	201.22	328.25
Orn	10.44 ⁿ	0.40	3.57 ⁱ	1.04	3.57	10.44
Lys	377.50 ^b	16.88	259.29 ^b	2.94	259.29	377.50
Sum of EAA	935.43		613.91		613.91	935.43
Total	2785.08		1838.23		1838.23	2785.08

Means (n = 3) ± standard deviations within a column with small superscripts differ significantly (p < 0.05). Asp – aspartic acid, Glu – glutamic acid, Ser – serine, His – histidine, Gly – glycine, Thr – threonine, Arg – arginine, Ala – alanine, Pro – proline, Tyr – tyrosine, Val – valine, Met – methionine, Cys – cysteine, Ile – isoleucine, Leu – leucine, Trp – tryptophan, Phe – phenylalanine, Orn – ornithine, Lys – lysine; ND – not detected; EAA- Essential amino acids.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Table 3. Amino acids of honey samples from rugged mountain region (mg/kg)

Amino acid	YK11		TO11		TO25		Min	Max
Asp	51.84 ^{hC}	3.64	89.07 ^{iA}	4.47	79.42 ^{nB}	0.13	51.84	89.07
Glu	107.34 ^{fC}	3.65	182.74 ^{gB}	0.70	252.95 ^{gA}	0.19	107.34	252.95
Ser	55.14 ^{hB}	0.65	101.22 ^{iA}	2.00	101.74 ^{iA}	0.49	55.14	101.74
His	187.90 ^{dC}	1.42	306.26 ^{fB}	4.44	360.91 ^{fA}	1.87	187.90	360.91
Gly	30.68 ^{iC}	0.47	57.70 ^{mB}	1.52	81.26 ^{nA}	0.11	30.68	81.26
Thr	31.58 ^{iC}	0.35	63.69 ^{lB}	1.50	89.21 ^{mA}	0.21	31.58	89.21
Arg	286.46 ^{cC}	0.60	349.52 ^{dB}	1.46	380.70 ^{eA}	0.30	286.46	380.70
Ala	53.14 ^{hC}	0.04	122.95 ^{hB}	0.58	210.39 ^{iA}	0.72	53.14	210.39
Pro	1474.90 ^{aB}	11.58	1295.52 ^{bC}	10.59	2085.53 ^{aA}	13.60	1295.52	2085.53
Tyr	81.11 ^{gC}	1.57	467.25 ^{cA}	1.47	452.07 ^{cB}	0.44	81.11	467.25
Val	140.50 ^{eB}	31.05	124.81 ^{hB}	3.97	169.07 ^{iA}	0.65	124.81	169.07
Met	1.15 ^{kC}	0.27	8.75 ^{oA}	0.34	6.44 ^{pB}	0.58	1.15	8.75
Cys	ND		ND		ND		-	-
Ile	24.49 ^{iC}	0.05	77.95 ^{kB}	8.10	136.86 ^{kA}	0.32	24.49	136.86
Leu	24.56 ^{iC}	0.42	86.14 ^{jB}	5.32	234.79 ^{hA}	0.34	24.56	234.79
Trp	10.46 ^{iC}	0.33	24.97 ^{nB}	5.77	46.36 ^{oA}	0.33	10.46	46.36
Phe	283.77 ^{cC}	6.01	1952.20 ^{aA}	13.48	1495.14 ^{bB}	0.01	283.77	1952.20
Orn	13.19 ^{iA}	0.04	11.55 ^{oB}	0.05	6.38 ^{pC}	0.13	6.38	13.19
Lys	440.42 ^{bA}	6.41	337.50 ^{eC}	0.50	405.97 ^{dB}	0.49	337.50	440.42
Sum of EAA	1038.04^C		3143.25^A		3035.91^B		1038.04	3143.25
Total	3298.62^C		5659.79^B		6595.19^A		3298.62	6595.19

Means (n=3)±standard deviations within a column with small superscripts, within a row with capital superscripts differ significantly (p<0.05). Asp–aspartic acid, Glu–glutamic acid, Ser–serine, His–histidine, Gly–glycine, Thr–threonine, Arg–arginine, Ala–alanine, Pro–proline, Tyr–tyrosine, Val–valine, Met–methionine, Cys–cysteine, Ile–isoleucine, Leu–leucine, Trp–tryptophan, Phe–phenylalanine, Orn–ornithine, Lys–lysine; ND–not detected; EAA–Essential amino acids.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Table 4. Amino acids of honey samples from high mountain region (mg/kg)

Amino acid	SU21	SU24	CK21	AB23	AB24	KA21
Asp	51.11 ^{gG}	49.64 ^{jG}	61.62 ^{iF}	82.61 ^{iE}	43.50 ^{hH}	83.97 ^{iE}
Glu	78.53 ^{fl}	87.65 ^{gH}	108.60 ^{fG}	156.61 ^{gE}	65.62 ^{fJ}	151.08 ^{gF}
Ser	48.61 ^{gG}	59.56 ^{iF}	82.15 ^{gE}	87.14 ^{hD}	48.72 ^{gG}	58.69 ^{iF}
His	167.03 ^{eG}	182.81 ^{eF}	179.51 ^{eF}	209.28 ^{fE}	117.83 ^{dH}	171.34 ^{fG}
Gly	21.77 ^{iG}	25.49 ^{iF}	36.79 ^{mD}	32.80 ^{mE}	14.67 ^{lH}	21.64 ^{nG}
Thr	18.19 ^{ijl}	76.51 ^{hC}	48.23 ^{kF}	44.19 ^{iG}	15.12 ^{lJ}	36.90 ^{lmH}
Arg	161.39 ^{el}	164.76 ^{fH}	233.90 ^{dD}	218.19 ^{eE}	126.24 ^{cJ}	194.95 ^{eG}
Ala	48.29 ^{gH}	48.72 ^{jh}	77.55 ^{hE}	81.74 ^{iD}	24.54 ^{il}	61.79 ^{jG}
Pro	739.65 ^{al}	919.10 ^{aH}	1439.80 ^{bD}	1264.17 ^{bF}	650.29 ^{aJ}	1098.87 ^{bG}
Tyr	315.56 ^{bD}	311.78 ^{bE}	272.25 ^{cF}	530.47 ^{ca}	28.02 ^{ij}	432.48 ^{cB}
Val	36.12 ^{hG}	44.59 ^{kFG}	79.67 ^{ghE}	58.67 ^{kF}	18.74 ^{kH}	107.14 ^{hD}
Met	1.34 ^{lGH}	1.77 ^{oG}	10.33 ^{oD}	8.49 ^{oE}	2.65 ^{oG}	ND
Cys	ND	ND	ND	27.27 ^{nB}	ND	ND
Ile	19.53 ^{ijH}	21.23 ^{mG}	53.43 ^{iE}	58.02 ^{kD}	11.02 ^{ml}	43.41 ^{kIF}
Leu	39.89 ^{hH}	42.66 ^{kG}	51.34 ^{jkF}	66.73 ^{jD}	1.43 ^{oj}	28.94 ^{mnl}
Trp	12.29 ^{jkF}	13.04 ^{nF}	42.08 ^C	57.09 ^{ka}	7.62 ^{nG}	52.99 ^{jkB}
Phe	204.49 ^{dH}	201.70 ^{dH}	1601.27 ^{aC}	2971.61 ^{aA}	86.64 ^{el}	1658.31 ^{aB}
Orn	8.14 ^{klEF}	11.36 ^{nC}	14.90 ^{nB}	8.19 ^{oEF}	8.67 ^{mnE}	4.03 ^{oG}
Lys	242.31 ^{cG}	300.08 ^{cc}	271.52 ^{ccEF}	283.74 ^{dDE}	267.99 ^{bF}	275.29 ^{dDFE}
Sum of EAA	889.72^l	1013.36^G	2430.11^D	4106.29^A	439.24^J	2635.45^C
Total	2214.23^l	2562.44^H	4664.93^E	6247.01^C	1539.32^J	4481.82^F

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Table 4. Amino acids of honey samples from high mountain region (mg/kg) (continuation)

Amino acid	SC22	SC25	KS11	KS12	Min	Max
Asp	231.33 ^{hA}	106.72 ^{gD}	126.79 ^{kC}	163.77 ^{kB}	43.50	231.33
Glu	404.04 ^{eB}	162.08 ^{fD}	308.65 ^{fC}	589.89 ^{dA}	65.62	589.89
Ser	175.57 ^{jB}	81.39 ^{hE}	152.09 ^{jC}	206.55 ^{iA}	48.61	206.55
His	448.30 ^{cC}	218.85 ^{dD}	464.26 ^{cB}	492.10 ^{eA}	117.83	492.10
Gly	105.79 ^{mB}	26.84 ^{fF}	69.73 ^{mC}	148.87 ^{iA}	14.67	148.87
Thr	60.36 nD	56.96 ^{iE}	132.59 ^{kB}	168.02 ^{kA}	15.12	168.02
Arg	307.24 ^{fC}	200.19 ^{eF}	332.67 ^{eB}	582.95 ^{dA}	126.24	582.95
Ala	260.48 ^{gB}	73.88 ^{fF}	225.23 ^{gC}	345.45 ^{gA}	24.54	345.45
Pro	2100.92 ^{aC}	1354.62 ^{aE}	3714.72 ^{aA}	3383.42 ^{aB}	650.29	3714.72
Tyr	185.16 ^{iH}	82.78 ^{hI}	201.35 ^{hG}	385.62 ^{fC}	28.02	530.47
Val	173.97 ^{jC}	47.94 ^{kFG}	190.90 ^{iB}	304.05 ^{hA}	18.74	304.05
Met	17.94 ^{pB}	25.38 ^{iA}	12.25 ^{oC}	6.27 ^{oF}	0.00	25.38
Cys	33.89 ^{oA}	ND	ND	ND	0.00	33.89
Ile	112.78 ^{iC}	53.79 ^{iE}	128.42 ^{kB}	186.07 ^{iA}	11.02	186.07
Leu	157.20 ^{kB}	55.63 ^{iE}	109.06 ^{jC}	212.60 ^{iA}	1.43	212.60
Trp	20.15 ^{pE}	14.29 ^{mF}	18.33 ^{nE}	26.50 ^{mD}	7.62	57.09
Phe	589.45 ^{bE}	349.36 ^{bG}	575.57 ^{bF}	1078.87 ^{bD}	86.64	2971.61
Orn	9.94 ^{qD}	10.23 ^{mD}	7.47 ^{oF}	16.27 ^{nA}	4.03	16.27
Lys	413.87 ^{dB}	286.71 ^{cCD}	424.79 ^{dB}	660.92 ^{cA}	242.31	660.92
Sum of EAA	1764.79^F	972.84^H	1793.28^E	3028.92^B	439.24	4106.29
Total	5808.41^D	3207.65^G	7194.90^B	8958.19^A	1539.32	8958.19

Means (n = 3), SD<10; within a column with small superscripts, within a row with capital superscripts differ significantly (p < 0.05).

Asp – aspartic acid, Glu – glutamic acid, Ser – serine, His – histidine, Gly – glycine, Thr – threonine, Arg – arginine, Ala – alanine, Pro – proline, Tyr – tyrosine, Val – valine, Met – methionine, Cys – cysteine, Ile – isoleucine, Leu – leucine, Trp – tryptophan, Phe – phenylalanine, Orn – ornithine, Lys – lysine; ND – not detected; EAA- Essential amino acids.

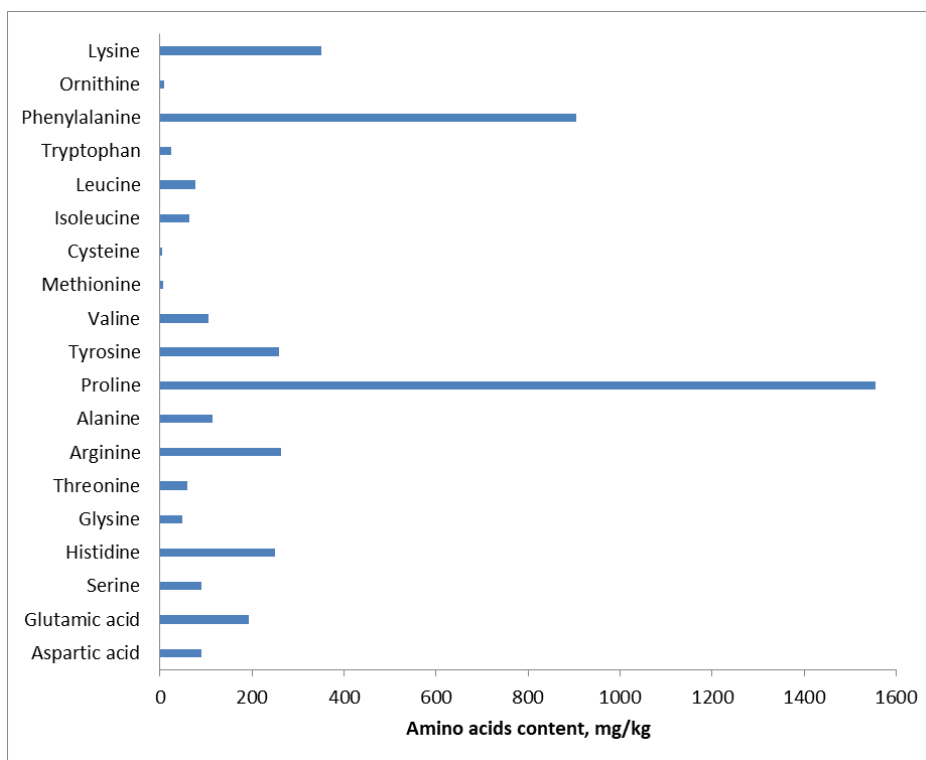


Figure 2: Total amino acids min, max and average values of 15 honey samples (mg/kg)

DISCUSSION

Quality parameters of mountain honey

Moisture content in quantitative terms is one of the most important components of honey. This parameter characterizes the quality of honey and can affect its storage. Honey samples with high moisture levels tend to ferment more easily. Considering that the moisture content of honey should generally be below 20% (Codex Alimentarius, 2001), the values obtained in this study were satisfactory, except of KS12.

The acidity of mountain honey is in accordance with the Codex standard and with findings of other researchers. The samples contained free acids in the range of 13.6–32.1 meq/kg. The average pH of the investigated honey was 4.4, with a typical range of 3.7–5.5. The Codex standard fixed a maximum acidity for honey of 50 meq/kg. According to Ciappini et al (2016) clover and eucalyptus honey from Argentina have an average of 19.5 and 22.3 meq/kg free acids, respectively. The pH of investigated samples was in good accordance with those obtained by Downey et al (2004). The study

on honeydew and mixed honey in Spain has defined the free acidity as 15.87-35.66 meq/kg 22 (Table 1).

According to the Honey Quality and International Regulatory Standards, diastase activity must not be less than or equal to 8 diastase units (Codex Alimentarius 2001). The diastase number of the investigated honey samples was from 8.9 ± 0.1 to 77.9 ± 5.1 in Schade units. The honey samples TO25 and AB24 had high diastase numbers (77.9 ± 5.1 and 52.9 ± 2.2 in Schade units, respectively), demonstrating the high quality of investigated mountain honey. For comparison, Bosnian and Herzegovinian honey had mean diastase activities of 10.2 ± 8.3 (acacia) to 23.4 ± 14.4 Schade units (blossom) (Ciric et al. 2018); honey from Argentina, 21.9 ± 7.1 (clover honey) and 21.7 ± 6.1 (eucalyptus honey) (Ciappini et al., 2016). The diastase number of honey from Greece was in the range of 8.1-15.0 DN (Pasias et al. 2017). In multifloral honey from Turkey, values in the range of 10.7-21.5 DN in Schade units were obtained with Phadebas methods (Gürbüz et al. 2020, Kivrak 2015).

The amino acids of honey samples from the mountain regions

The major AA of Kyrgyz honey are proline (1553 mg/kg), phenylalanine (905 mg/kg), lysine (349 mg/kg), arginine (261 mg/kg), tyrosine (258 mg/kg), and histidine (251 mg/kg), the last four AA are essential (Fig. 2). For comparison, in Turkish honeys, phenylalanine (4024 mg/kg), proline (1138 mg/kg), tyrosine (693 mg/kg), and isoleucine (749 mg/kg) (Kivrak 2015) were detected as the main AA. In acacia honey samples from China, proline, tyrosine, serine, alanine, and histidine were detected as the main AA (Sun et al. 2017), while proline, glutamic acid, phenylalanine, glycine, and serine accounted for the majority of AA in sunflower Serbian honey (Sakač et al. 2019). Other authors reported it as the main AA in Serbian unifloral honey proline, alanine, phenylalanine, threonine, and arginine (Kečkeš et al. 2013).

The proline content of the Kyrgyz honey samples accounted for 20%–50% of the total AA (Fig. 2). The proline content was the highest in samples received from pasture Kara-Shoro KS12 (3383 mg/kg) (Table 4). The samples AB24 (650 mg/kg) (Table 4) and TA24 (656 mg/kg) (Table 2) had a lower level of proline, but this level was in compliance with the defined minimum level for proline (Bogdanov et al. 1997). The proline content in honey harvested in 2005–2006 in Kyrgyzstan was 275–765 mg/kg (Smanalieva 2008). The proline content of Chilean honey was found in the range of 474–4421 mg/kg (Fuentes Molina et al. 2020). The proline content of honey from Serbia was in the range of 459 to 863 mg/kg (Sakač et al. 2019); from France, 208.7–592.3 mg/kg (Cotte et al. 2004) and from Spain 254 and 1992 mg/kg (Manzanares et al. 2014). Proline mainly comes from honey bee salivary secretions during the conversion of nectar or honeydew into honey and depends on the characteristic of slow or rapid honey harvest (Cotte et al. 2004).

The next most prominent AA in the investigated samples was the essential AA phenylalanine, which was found to be from 86 to 2971 mg/kg. The highest phenylalanine content of 2971 mg/kg was found in the sample AB23 (Table 4). In Turkish honey samples, phenylalanine was found as the main AA in the range of 499.6 to 15,047.6 mg/kg of honey. In addition, high levels of phenylalanine have been found in lavender, vitex, thyme, and sunflower honey (Kivrak 2015). Sun et al. (2017) reported that phenylalanine was the dominant AA in

chaste honey samples, with a mean value of 1094.9 mg/kg (Sun et al. 2017). The phenylalanine content of lavender honey was found to be from 615 mg/kg (Hermosin et al. 2003) to 1152.5 mg/kg (Cotte et al. 2004).

A particular difference between Kyrgyz honey and Turkish honey is that lysine is the third major AA in Kyrgyz honey, where it was found in the range of 242 mg/kg (SU21) to 661 mg/kg (KS21) (Table 4), while in Turkish honey lysine was found in small amounts (Kivrak 2015).

The highest content of arginine was observed in KS12 (583 mg/kg) and the lowest in the sample AB 24 (216 mg/kg) (Table 4). The content of arginine in strawberry-tree (*Arbutus unedo* L.) honey was reported in the range of 8–39.8 mg/kg with an average value of 22.6 mg/kg (Afrin et al. 2017). Kivrak (2015) found arginine contents from 1.83 to 132.09 mg/kg in 17 Turkish monofloral honey.

Glutamic acid in honey samples was present in an amount from 65 mg/kg (AB24) to 590 mg/kg (KS12); it was higher than in (Cotte et al. 2004). Other acidic AA were found in a moderate amount. The sulphur-containing AA cysteine was found in only two honey samples AB23 (27.27 mg/kg), and SC22 (33.89 mg/kg). Methionine was the second-lowest amino acid in all of the Kyrgyz honey from 1.34 (SU21) to 25.38 mg/kg (SC25), except the sample KA21, in which methionine was not found. In honey collected in China and Estonia cysteine and methionine were not found (Rebane and Herodes 2008, Sun et al. 2017)

The total content of essential AA (histidine, threonine, arginine, tyrosine, valine, methionine, cysteine, isoleucine, leucine, tryptophan, phenylalanine, and lysine) was the highest in AB23 (4106 mg/kg) and is about two times of non-essentials, followed by TO11 (3143 mg/kg) and TO25 (3036 mg/kg). The content of valine, isoleucine, threonine and tryptophan ranged from 17 to 319 mg/kg, 11 to 186 mg/kg, 13 to 168 mg/kg and 0 to 58 mg/kg, respectively. Based on the calculated values, a higher percentage of essential AAs was found in TO11 (56%), CK21 (52%), AB23 (66%) and KA21 (59%), indicating a rich source of essential AAs that are fundamental for daily diet and human growth.

The highest content of total AA was in the KS12 (8958 mg/kg) sample, and the lowest content was in AB24 (1539 mg/kg), with a mean value for all examined samples of 4470 mg/kg (Fig. 2). The

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

results of amino acid contents were comparable with those obtained by Sun *et al.* (2017) for honey from China, the total amount of amino acids ranged from 3974 mg/kg (rape honey) to 7191 mg/kg (jujube honey). Other authors reported maximum values of AA as 2874.1 mg/kg (Hermosin *et al.* 2003) and 1831.6 mg/kg for lavender honey (Cotte *et al.* 2004). The mean content of free amino acids in honeydew honey was 398.41 mg/kg, in the group of buckwheat 633.5 mg/kg, golden-rod 425.93 mg/kg, and heather honey 414.49 mg/kg (Janiszewska *et al.* 2012).

As the main source of amino acids in honey is pollen (Cotte *et al.* 2004), it can be assumed that Kyrgyz honey samples are collected from flowers rich in pollen. The high proline content of the examined samples could be related to the arid climatic conditions of Kyrgyzstan. The air temperature in Kyrgyzstan in summer is +27°C on average. The average minimum temperature is +16°C and the average maximum temperature is kept at +33°C. Plant nectar may have low moisture content in the hot and dry climatic conditions of the mountains, and the bees may have to process the nectar more with saliva to suck it from the plant. Additionally, according to beekeepers of Kyrgyzstan, in the mountains usually the honeybees have a longer distance from forage to the hive, than in lowlands with agricultural plants. As a result, the collected nectar content of proline in mountain honey increases.

Effect of altitude on the amino acid composition of honey

A comparative analysis of individual AA and total AA between samples was performed using Duncan's test. The content of total AA in samples collected from the same region but from different seasons are not the same (TO25 and TO11). Also, differences in total AA content were observed in honey obtained from the same region and in the same collection seasons (KS11 and KS12, AB23 and AB24, SC25 and SC22). Weak positive correlations were found between the altitude of the collection area and asparagine, glutamine, histamine, glycine, threonine, alanine, proline, valine, and total amino acidity. The Pearson correlation coefficient is shown in Table 5. Thus, differentiation between mountain honey from different altitudes on the basis of the amino acid composition appears to be feasible. According to many researchers, the proteins and AA present in honey are of both animal and plant origin, which

leads to variability of amino acid contents in honey from the same flower (Chua *et al.* 2015, Sun *et al.* 2017). Therefore the high variability of AA content of the samples could be related to the rich biodiversity of the mountain landscape and the long distance to the hive.

Table 5. Pearson's correlation coefficient of altitude of the collection area and individual amino acids

Amino acid	Pearson Correlation
Asp	0.288**
Glu	0.347**
Ser	0.456**
His	0.406**
Gly	0.366**
Thr	0.485**
Arg	0.302**
Ala	0.396**
Pro	0.477**
Tyr	0.468**
Val	0.364**
Met	0.294**
Cys	NS
Ile	0.465**
Leu	0.334**
Trp	NS
Phe	0.329**
Orn	0.350**
Lys	NS
Sum of EAA	0.440**
Total	0.515**

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Asp – aspartic acid, Glu – glutamic acid, Ser – serine, His – histidine, Gly – glycine, Thr – threonine, Arg – arginine, Ala – alanine, Pro – proline, Tyr – tyrosine, Val – valine, Met – methionine, Cys – cysteine, Ile – isoleucine, Leu – leucine, Trp – tryptophan, Phe – phenylalanine, Orn – ornithine, Lys – lysine; NS – not significant; EAA- Essential amino acids.

Correlation of amino acid content with other chemical parameters

In this work, the correlation between pH, diastase activity, moisture content, acid content and amino acid content was investigated (Table 6). Unfortunately, no statistically significant correlation was observed between AA and pH ($r = 0.284$, $p = 0.585$) and AA and diastase number ($r = -0.074$, $p = 0.890$), AA with acidity ($r = -0.429$, $p = 0.05$). However, the amino acid composition of honey was positively correlated with the moisture content of honey ($r = 0.905$, $p = 0.05$). The linear relationship between total AA and moisture content could be explained by the solubility of AA in water.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Table 6. Pearson's Correlation coefficients of total amino acid content with other chemical parameters

	Moisture content, g/100 g	Acidity, g/100 g	pH	Diastase number, Shade Unit	Amino acid, mg/kg
Moisture content, g/100g	1				
Acidity, g/100g	-0.563	1			
pH	0.432	0.177	1		
Diastase number, Shade Unit	-0.324	0.465	0.011	1	
Amino acid, mg/kg	0.905*	-0.429	0.284	-0.074	1

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Conclusion

The study showed that the quality parameters of investigated honey samples such as water content, organic acids, and pH met international standards. A total of 19 AA using HPLC in Kyrgyz honey were determined. The content of individual AA and also total AA in samples collected from the same region and the same collection seasons were different. The major AA of mountain honey were proline, phenylalanine, lysine, histidine, tryptophan, and tyrosine. The high variability and high AA content of the samples could be related to the biodiversity of the mountain landscape. The correlation among diastase activity, moisture content, acid content and AA content revealed that the AA composition of honey is positively correlated with the moisture content of honey. Obtained results provides useful information for the characterization of honey from the mountainous regions of Kyrgyzstan. Further studies of antioxidant activities of mountain honey and their correlation with amino acids and also total polyphenol content are needed to contribute to the limited literature on mountain honey.

Author contributions: AM carried out the chemical analysis; processed the experimental data, drafted the manuscript, and designed the tables. JS conceived and planned the research; processed the experimental data; drafted the manuscript and designed the figures. All authors have read and approved the final manuscript.

Availability of data and material: The datasets analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Code availability: Not applicable

Conflicts of interest/Competing interests: The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Consent for publication: Not applicable

Consent to participate: Not applicable

Ethics approval: This paper does not contain any studies with human or animal subjects

Funding: The authors received no financial support for the research and publication of this article.

Acknowledgment: The authors would like to express their gratitude to M. Malikova and K. Kadyrova for their technical support and to individual beekeepers for supplying honey samples.

REFERENCES

- Afrin S, Forbes-Hernandez TY, Gasparri M, Bompadre S, Quiles JL, Sanna G, et al. Strawberry-tree honey induces growth inhibition of human colon cancer cells and increases ros generation: A comparison with manuka honey. *Int. J. Mol. Sci.* 2017;18(3). doi:10.3390/ijms18030613

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Akgün N, Çelik ÖF, Kelebekli L. Physicochemical properties, total phenolic content, and antioxidant activity of chestnut, rhododendron, acacia and multifloral honey. *J. Food Meas. Charact.* 2021;15(4):3501-3508. doi:10.1007/s11694-021-00937-3
- Alvarez-Suarez J, Gasparri M, Forbes-Hernández T, Mazzoni L, Giampieri F. The composition and biological activity of honey: a focus on manuka honey. *Foods.* 2014;3(3):420-432. doi:10.3390/foods3030420
- Ampuero S, Bogdanov S, Bosset JO. Classification of unifloral honeys with an MS-based electronic nose using different sampling modes: SHS, SPME and INDEX. *Eur. Food Res. Technol.* 2004;218(2):198-207. doi:10.1007/s00217-003-0834-9
- Anklam E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chem.* 1998;63(4):549-562. doi:10.1016/S0308-8146(98)00057-0
- Bogdanov S, Martin P, Lüllmann C. Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie.* 1997; (Extra issue):1-59. <https://www.researchgate.net/publication/292092907>
- Bouseta A, Collin S, Dufour JP. Characteristic aroma profiles of unifloral honeys obtained with a dynamic headspace GC-MS system. *J. Apic. Res.* 1992;31(2):96-109. doi:10.1080/00218839.1992.11101268
- Chua LS, Lee JY, Chan GF. Characterization of the proteins in honey. *Anal. Lett.* 2015;48(4):697-709. doi:10.1080/00032719.2014.952374
- Ciappini M, Vitelleschi M, Calvinò A. Chemometrics Classification of argentine clover and eucalyptus honeys according to palynological, physicochemical, and sensory properties. *Int J Food Prop.* 2016;19(1):111-123. doi:10.1080/10942912.2015.1020436
- Ciric J, Sando D, Spiric D, et al. Characterisation of Bosnia and Herzegovina honeys according to their physico-chemical properties during 2016–2017. *Meat Technol.* 2018;59(1):46-53. doi:10.18485/meattech.2018.59.1.6
- Codex Alimentarius. Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods. Codex Alimentarius Commission FAO/OMS. 2001;11(1987):7.
- Cotte JF, Casabianca H, Giroud B, Albert M, Lheritier J, Grenier-Loustalot MF. Characterization of honey amino acid profiles using high-pressure liquid chromatography to control authenticity. *Anal. Bioanal. Chem.* 2004;378(5):1342-1350. doi:10.1007/s00216-003-2430-z
- Downey G, Hussey K, Daniel Kelly J, Walshe TF, Martin PG. Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico-chemical data. *Food Chem.* 2005;91(2):347-354. doi:10.1016/j.foodchem.2004.06.020
- Gürbüz S, Çakıcı N, Mehmetoğlu S, Atmaca H, Demir T, Arigül Apan M, et al. Physicochemical quality characteristics of southeastern Anatolia honey, Turkey. *Int. J. Anal. Chem.* 2020;8810029. doi:10.1155/2020/8810029
- Hermosín I, Chicón RM, Cabezudo MD. Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food Chem.* 2003;83(2):263-268. doi:10.1016/S0308-8146(03)00089-X
- Huang Z, Liu L, Li G, Li H, Ye D, Li X. Nondestructive determination of diastase activity of honey-based on visible and near-infrared spectroscopy. *Molecules.* 2019;24(7). doi:10.3390/molecules24071244
- Janiszewska K, Aniołowska M, Nowakowski P. Free amino acids content of honeys from Poland. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 2012;62(2):85-89. doi:10.2478/v10222-011-0041-5
- Kadyrova K, Smanalieva J. Determination of physical and chemical properties of honey from the mountainous and lowland regions of Kyrgyzstan. *Manas J. Eng.* 2017;5(1):29-34.
- Kečkeš J, Trifković J, Andrić F, Jovetić M, Tešić Ž, Milojković-Opsenica D. Amino acids profile of Serbian unifloral honeys. *J. Sci. Food Agric.* 2013;93(13):3368-3376. doi:10.1002/jsfa.6187
- Kivrak I. Free amino acid profiles of 17 Turkish unifloral honeys. *J. Liq. Chromatogr. Relat.*

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Technol. 2015;38(8):855-862.
doi:10.1080/10826076.2014.976712
- Lazaridou A, Biliaderis CG, Bacandritsos N, Sabatini AG. Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. *J. Food Eng.* 2004;64(1):9-21. doi:10.1016/J.JFOODENG.2003.09.007
- Manzanares BA, Hernández García Z, Rodríguez Galdón B, Rodríguez Rodríguez E, Díaz Romero C. Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. *LWT-Food Sci Technol.* 2014;55(2):572-578. doi:10.1016/j.lwt.2013.09.024
- Mazhitova AT, Kulmyrzaev AA. Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season. *J.Dairy Sci.* 2016;99(4):2480-2487. doi:10.3168/jds.2015-9717
- Nalda MJN, Yagüe JLB, Diego Calva JC, Gómez MTM. Classifying honeys from the Soria Province of Spain via multivariate analysis. *Anal. Bioanal. Chem.* 2005;382(2):311-319. doi:10.1007/s00216-005-3161-0
- Ohe W von der, Russmann H, Vorwohl G, Oddo P, Sabatini A-G, Marcazzan GL, Piro R, et al. Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: review of the work of the international honey commission the collaborative work of the international honey. *Swiss Bee Research Centre.* 2000;(8):1-15. doi:10.1080/0005772X.1999.11099428
- Pasias IN, Kiriakou IK, Proestos C. HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. *Food Chem.* 2017; 229:425-431. doi:10.1016/j.foodchem.2017.02.084
- Rebane R, Herodes K. Evaluation of the botanical origin of Estonian uni- and polyfloral honeys by amino acid content. *J. Agric. Food Chem.* 2008;56(22):10716-10720. doi:10.1021/jf8018968
- Sakač M, Jovanov P, Marić A, Tomičić Z, Pezo L, Dapčević-Hadnađev T, et al. Free amino acid profiles of honey samples from Vojvodina (Republic of Serbia). *Food Feed Res.* 2019;46(2):179-187. doi:10.5937/ffr1902179s
- Smanalieva J, Senge B. Analytical and rheological investigations into selected unifloral German honey. *Eur. Food Res. Technol.* 2009;229(1):107-113. doi:10.1007/s00217-009-1031-2
- Smanalieva J. Ermittlung Funktioneller Und Materialwissenschaftlicher Kennwerte von Ausgewählten Honigsorten. *VDM Verlag Dr. Müller;* 2008.
- Sun Z, Zhao L, Cheng N, et al. Identification of botanical origin of Chinese unifloral honeys by free amino acid profiles and chemometric methods. *J. Pharm. Anal.* 2017;7(5):317-323. doi:10.1016/j.jpha.2017.06.009
- Verma LR. Beekeeping; In *Integrated Mountain Development: Economic And Scientific Perspectives.* Oxford&IBH Publishing Co. PVT. LTD; 1990, p-5-13.
- White JW, Rudyj ON. The protein content of honey. *J. Apic. Res.* 1978;17(4):234-238. doi:10.1080/00218839.1978.11099932

Citation/Atıf: Pokutsa AP, Zaborovskiy AB. May the Honeycomb architectural deviations reflect the bees engineering Prowess? (Petek mimari sapmaları arıların mühendislik yeteneklerini yansıtabilir mi?). U. Arı D. / U. Bee J. 2022, 22(2):203-210. DOI: 10.31467/uluaricilik.1153269

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

MAY THE HONEYCOMB ARCHITECTURAL DEVIATIONS REFLECT THE BEES ENGINEERING PROWESS?

Petek Mimari Sapmaları Arıların Mühendislik Yeteneklerini Yansıtabilir mi?

Alexander P. POKUTSA*, Andriy B. ZABOROVSKYI

*Institute of Physical Organic Chemistry and Chemistry of Coal NAS of Ukraine, Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels, Naukova Str., 3A, Lviv 79060, UKRAINE, Corresponding author / Yazışma yazarı: apokutsa@ukr.net; ORCID No. 0000-0001-5564-1997, E-posta: nteh@ukr.net, ORCID No: 0000-0001-8292-9785

Geliş Tarihi / Received: 02.08.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 04.10.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1153269

ABSTRACT

This study affords the experimental evidences elucidate the putative mechanism of the bee comb establishing. Furthermore, the first time discerned skewed triangular prism in the bottom of the cells ab initio built up by *Apis mellifera carpatica* indicates that the traditional rhombic dodecahedra is not mandatory element of the comb architecture. The revealed oddity is inherent to about one third of the whole number of the cells constitute the analyzed patterns. The building abnormality presumably developed from the primeval manner of cells construction and may be triggered with the volatile natural factors e.g. geographic location and climatic zone, variety of floral shapes, duration of active season as well as bee race. Disclosed constructional diversity mirror the reaction of the colonies on the highlighted disturbances and might be stipulated by the bees' ability to engineering prowess.

Key words: *Apis mellifera carpatica*, Cells construction, Design fluctuation, Bees' ingenuity

ÖZ

Bu çalışma, arı peteği kurmanın varsayımsal mekanizmasını aydınlatan deneysel kanıtlar sunmaktadır. Ayrıca, *Apis mellifera carpatica* tarafından ab initio olarak inşa edilen hücrelerin alt kısmında ilk kez fark edilen çarpık üçgen prizma, geleneksel eşkenar dörtgen dodecahedra'nın tarak mimarisinin zorunlu ögesi olmadığını gösterir. Ortaya çıkan tuhaflik, analiz edilen kalıpları oluşturan tüm hücre sayısının yaklaşık üçte birine özgüdür. Bina anormalliği muhtemelen ilkel hücre yapımı tarzından gelişmiştir ve uçucu doğal faktörlerle tetiklenebilir, örn. coğrafi konum ve iklim bölgesi, çiçek şekillerinin çeşitliliği, aktif mevsim süresi ve arı ırkı. Açıklanan yapısal çeşitlilik, kolonilerin vurgulanan rahatsızlıklar üzerindeki tepkisini yansıtır ve arıların mühendislik hüneleri tarafından şart koşulabilir.

Anahtar kelimeler: *Apis mellifera carpatica*, Hücre yapımı, Tasarım dalgalanması, Arıların hüneleri

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Amaç: Araştırma, tamamen *Apis mellifera carpatica* tarafından inşa edilmiş (ab initio) petek yapısının özgünlüğünün araştırılmasına yöneliktir.

Gereç ve Yöntem: Tüm petek örnekleri arı tarafından ab initio yapılmış ve en az beş *Apis mellifera carpatica* kolonisinden toplanmıştır. Büyüyen erkek arıları veya arı hücrelerini içeren analiz edilen desenler, çerçevenin alt tahtasına yapıştırıldı ve bir aktif sezon boyunca oluşturuldu. Bir durumda incelenen tarak çerçevenin içine dikilmiştir. Tüm koloniler 10-12 çerçeveli (435×300 mm) Dadant Blatt tipi kovanlarda yaşamış ve her birinin gücü 30-40 bin birey olarak tahmin edilmiştir. Arı kovanının yeri 49°34' K, 22°47' Doğu (Doğu Beskids, Ukrayna) idi. Numunelerin (yetiştirme dronlarından veya arılardan) boyutları (12-13) × (7-8) cm ile (16-18) × (9-10) cm arasında değişmiştir.

Bulgular ve Tartışma: Farklı kolonilerden alınan çok sayıda geri çekilmiş petek deseninin görsel şeklinin incelenmesi, elementlerin yapısındaki sapmanın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Mesele şu ki, tam hücre sayısının yaklaşık %30-40'ının taban profili, ya yetiştirici erkek arılardan oluşuyor ya da arılar, geleneksel üç eşkenar dörtgenden farklıydı ve eğik üçgen prizma olarak tasvir edildi. Geometrik simülasyon nedeniyle, tarağın yapımı, seminal hücrenin yalnızca gelecekteki tarağın bir tarafında temel alınmasından başlayabilir. Bu hücrenin yuvarlak şekilli tabanı tamamlandıktan hemen sonra, ikinci ve üçüncü (sağ veya sol kenarı) petek çekirdeğin her iki yanında aynı anda oluşmaya başlar. Önemli olarak, tarak plakasının bir karşı tarafında bulunan hücrelerin merkezleri, karşı parçaya kıyasla çapının yarısına eşit mesafelerle kaydırılır. Yani hücre tabanının kenarı en yakın komşularla birer nokta temas eder. Başlangıçta, çevreleyen komşuların sayısı iki (hücrelerin bir sırası), sonra dört (hücrenin iki sırası) ve son olarak altıdır (hücrelerin üç ve daha yüksek sırası). Bu mimari sayesinde ve çalışan arıların yükselttiği sıcaklıkla, karşıt yarım küre şeklindeki hücrelerin ortak tabanları neredeyse anında ve kendiliğinden, prizmatik tabanlarla birleştirilmiş iki katmanlı altıgen hücre dizisini oluşturur hale gelir. Böyle bir temas esastır çünkü yokluğunda (örneğin ahşap kovan çerçevelerinin tahtaları bu tür bir bindirmeyi engelliyorsa/ayırıyorsa) hücre tabanının profili yarım küre şeklinde kalır. Önerilen geometriye göre, her hücrenin alt kısmında çarpık üçgen prizmaya sahip olması gerekir. Oysa hücrelerin sadece üçte

biri bu kuralla eşleşir. Açıklanan uyumsuzluk, fiziksel (hava durumu, coğrafi konum, besin temeli, Dünya manyetik alanının gücü) ve biyolojik (arı ırkı) dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden kaynaklanabilir. Öte yandan, bu tür bir etki üzerindeki tepki oranı, eninde sonunda örneğin, hücre elemanlarını düzeltmek için arıların içgüdüsel ustalıklarından gelebilir.

Sonuç: Son olarak, bu sonuçlar, petek oluşumundan sorumlu olabilecek temel faktörler (arıların fiziksel güçleri veya becerisi) hakkında yüzyıllardır devam eden anlaşmazlığın çözülmesine yardımcı olacaktır.

INTRODUCTION

The visible (even not global) changes of dead Nature in most cases modify the living specimens both the shape and behavior. This postulate become the cornerstone of evolutionary theories either classical natural selection (Darwin 1859) or modern genetic (synthetic) (Koonin 2009) ones. Although the replies of living Nature at such impact are postponed and at the first glance not so noticeable as the formers, it has great impact on evolution of the individual species and higher taxonomic ranks. Considering the social insects (e.g. bees) the spotlighted effect may be also reflected with alteration of their engineering capability in the way that "Slight changes in the rules followed by cell builders can cause radical shifts in the final nest architecture" (Oldroyd et al. 2015). As authors claimed, such changes may be triggered by several factors, including bees race, climatic zone (i.e. geographic region), variety of floral shapes, duration of active season, etc. Actually, these elements influence the building process of others kinds of collective insects too. For example, "...termites can be induced to build structures that radically depart from normal nests through targeted interference at critical stages of construction." (Turner 2010). On the other hand, the building action frequently demands connecting the larger drone cells with the smaller ones of workers or encounters the obstacles. In these cases, the bees incorporate the transition zones where the shapes of the comb are often distorted (Sparavigna 2016). Admittedly, such behavior might evolve from the engineering capability of colony.

Then the origin of honey bee awesome architecture intrigued the generations of many brilliant scientists. Up today the true manner of the bees construct

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

their nests remains ambiguous that is reflected with two opposite hypotheses. One of it admits participation solely the physical laws in shaping of the comb cells. The adherents of this postulate, e.g. Middle Age Danish mathematician Bartholin (Bartholin 1660), Thompson (Thompson 1917) Pirk and Karihaloo (Pirk et al. 2004, Karihaloo et al. 2013) suggested that honeybees neither have to measure nor construct the highly regular structures of a honeycomb, and the observed shape of combs can be explained by wax flowing in liquid equilibrium. They theorized that the perfect regular structure results from wax as a thermoplastic building medium, which softens and hardens as result of increasing and decreasing temperatures. Whereas their opponents (Pappus of Alexandria 5th century AD), (Darwin 1859), (Nazzi 2016), (Gallo et al. 2018) advocate the essential role of the individuals and their participation in the whole stages of comb construction all through it foundation to the full size erection. The adepts of the second theory arguing that hexagons on the honeycomb, "...besides perfectly economize labor and wax, also symbolize communication, balance, precision, union, equality and integration thus reflect the bees' masterpiece of art in engineering" (Darwin 1859). Continuing of such approach, Bauer (Bauer et al. 2013) has shown that many of the bees are engaged in direct construction in a way encompasses a regular sequence to manipulate the wax. In this case, some bees have to support their colleagues work by actively warming the wax. The authors reasoned that the wax temperature during the construction of the hexagonal cells was between 33.6 and 37.6 °C whereas existing the wax in the liquid equilibrium (essential for self-organized building) demands 40 °C. Both of these postulates (although utilize the different approaches) devoted to the elucidation a putative mechanism of cells erection. Regardless the long-lasting story of this dispute and apart from a couple theoretical works (Narumi et al. 2018, Narumi et al. 2022), the highlighted hypotheses still lack the consistent experimental data concerns the interim (particularly the ones proceeding right after the cell foundation) stages of honeycomb construction. Then the final decision yet encountered with the key assertion combines the bees architectural creativeness and physical laws.

Cited oddities and claim inspired us to undertake thorough analyze the elements of honeycomb setting up. We reckoned that the cells bottom as the construction fundament may afford the valuable

clue concerning the comb architecture. On the other hand, mentioned moiety deviation might also encode the information relates the evolution of comb design. For this aim the patterns of honeycomb both the rearing drones and bees made up fully (*ab initio*) by the bees were selected. We intentionally did not explore the cells built up on the artificial wax plate as the later already possess the triple-rhomboids printed at it base. The results of such approach are presented therein.

MATERIALS AND METHODS

Honeycomb patterns analysis

All samples of honeycombs were *ab initio*-made by the bee and collected from at least five colonies *Apis mellifera carpatica*. The analyzed patterns, comprised either rearing drones or bee cells, were attached to the bottom plank of the frame and built up during one active season. In one case the examined comb was erected inside the frame. All colonies lived in *Dadant Blatt type beehives with 10-12 frames (435×300 mm) and the strength of each was estimated as 30-40 thousands of individuals*. The location of apiary was 49°34' N, 22°47' E (*Eastern Beskids, Ukraine*). The samples (either from rearing drones or bees) sizes varied within (12-13) × (7-8) cm to (16-18) × (9-10) cm. Magnifying glass was used for inspection the withdrawn comb patterns. Such methodology belonged to the most cheap, handy, non-invasive and non-destructive one thus used broadly for studying the stagnant objects both living and dead Nature (Headstrom 1968). The surface areas of the analyzed samples were calculated by Area Calculator program Scetchandcalc (free trial version is accessible in the net). The percentage (*n*) of comb surface occupied by the cells possess the bases differed (*S_{STP}*) from the triple-rhomboid ones was estimated as:

$n = S_{STP}/S_{tot}$, where: *S_{tot}* - the total area of the comb pattern.

Few examples of such modellings are presented at Fig. S3.

Instruments

The photos of the specimens were taken by Cannon CX 620 HS and HP Photosmart R 707 cameras. Hand lens 5× (occasionally 10×) was used for visual inspection the honeycomb samples.

RESULTS

The manner of the bees may start to erect the honeycomb is imprinted at Fig. 1. Meticulous examination of this fully bee-made pattern unraveled some interesting features. First of all, regardless the edges of the bottoms of starting cells (rows 1 and 2) have a circular full-faces, it profiles, even in a very beginning period of construction, were not plane and encompass the junction structures (Fig. 1a, inset drawn in grey). Starting already from the initial rows this “pre-comb” was constructed from the cells shared it circular-shaped

closed bases. Importantly, the manner of the rows are built up implies the horizontal shifting of the cells centers both at the back and front sides of the comb plate on the distance equal the half of cell diameter d (Fig. 1, a and b). Due to such technique, each cell base contacts by it edge with six surrounding neighbors. Locations of contacts are pointed out by the green double-sided arrows (Fig. 1a and inset). Such mode, on the other hand, affords a triple junction among neighboring circular cells on the both moieties of the same comb plate. It led to formation the curved triangle-looks gaps (pointed by the red arrows, Fig. 1a and inset).

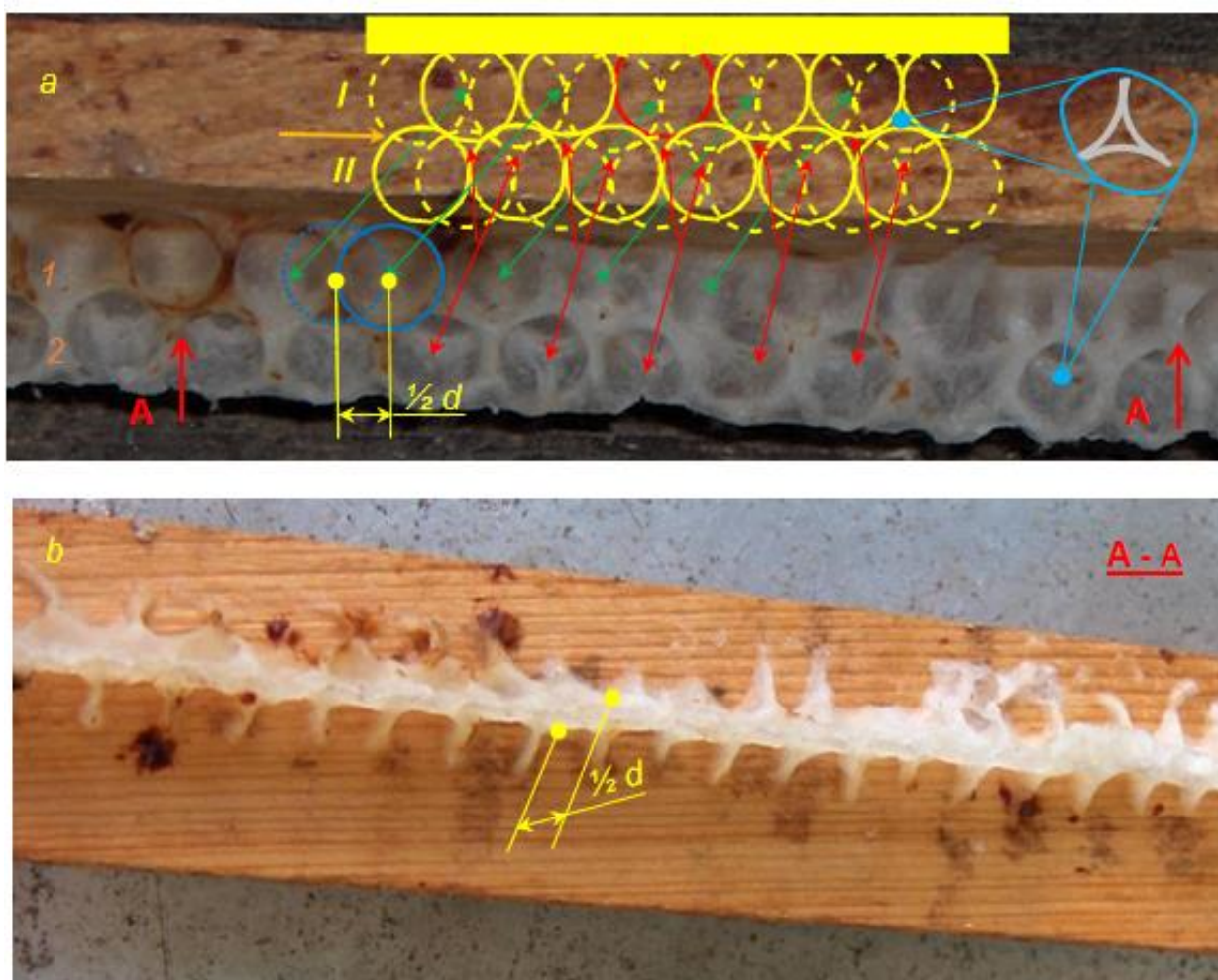


Fig. 1. Two photos on the same section of pattern withdrawn in the very beginning period of it growing. Images represent the front (a) and interior (b) (A-A) side of the same top plank of the wooden hive frame. The edges of the cells bottoms create the rows 1 and 2 are circular (cylinder). The inset at (a) simulates the full face of the cells bottoms where the back and the front moieties are outlined with the dash and solid lines, respectively. The top edge of the putative seminal cell is marked by the red circle. The centers of the back (blue dotted circle) and front (blue solid circle) cells at (a) are pointed with the yellow spots (a, b).

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

The last ones are created by the arcs of each series of three contacted cells (Fig. 1a, inset drawn in grey) along the imaginary border separates the bottom of the row *I* and top of the row *II* (indicated with the gold arrow, Fig. 1a inset). Secondly, the circular-shaped bottoms of the newly-founded cells instantly transformed into the ones formed with trihedral sections of rhombic dodecahedra (Fig. S1; Fig. 2a, the cells spotted by red). Interesting, but when the cells were erected on the solid support it orientation was vertically up or down and hemispherical bottoms remained intact all the way through foundation till full size erection (the red-dotted cells, Fig. 2b, c). Thirdly, scrutinizing the several patterns of honeycombs fully (without using the artificial wax plate) made by the bees revealed

the intriguingly feature of it construction (Fig. 3 and S2). The matter is that the bottom structure of the ca. 30-40 % of the comb cells differs from the traditional tetrahedral one (Fig. S1, S3). Instead, the shape of figure in the base of many cells was associated with the one we called “skewed triangular prism” (Fig. 3 inset). Again, the exhibited oddity was intrinsic exclusively to the honeycomb made fully *ab initio* by the bees (i.e. the cells erected on the artificial wax plates did not display such abnormality which, in fact, was comprehensible due to the triangular prisms originally stamped at it surface). Fourthly, such kind of cells were located compactly i.e. not scattered over the whole area of the comb (Fig. 3, Fig. S2, S3).

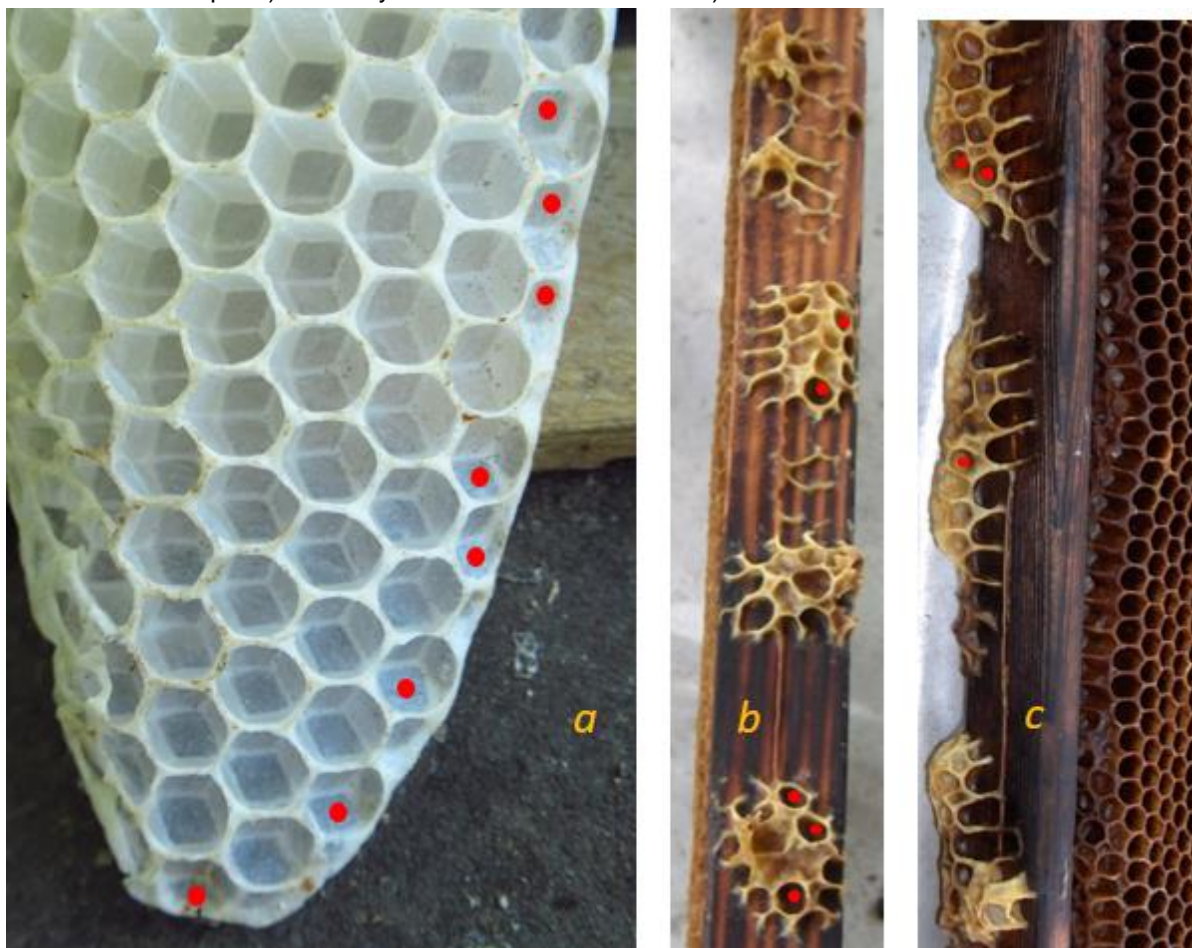


Fig. 2. The totally bee-made segment of the honeycomb (a) and the bee wax structures glued to the exterior part of the top (b) and floor (c) planks of the wooden hive frames. The red spots mark the new-founded cells.

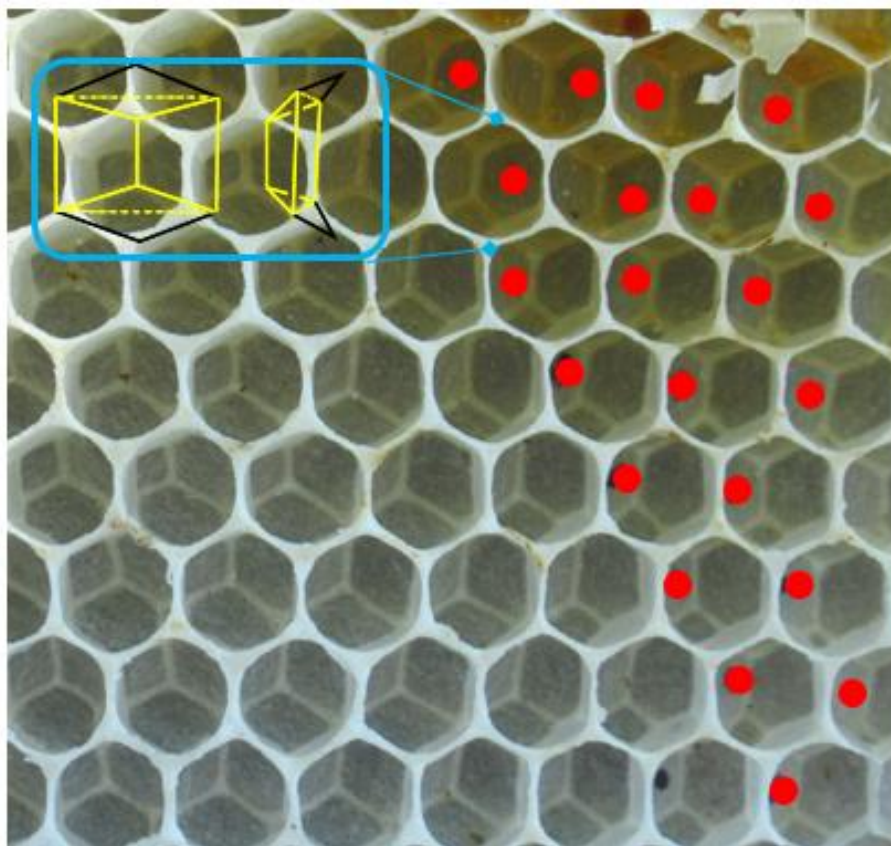


Fig. 3. Photo of the drones comb fragment fully made by the bees visualizes the new shape of cells base structure (yellow-lined figures inside the blue rectangle, left half-part of the view). The best visible “imperfections” (the cells possess the skewed triangular prism bottoms) are spotted by the red circles. The left moiety of the inserted figure (inside the blue-lined rectangle) was obtained by the revolving the right one on 90°.

DISCUSSION

Given the above data, one can assume that construction the initially hemispherical bottoms of the cell at the both sides of the same plate may start from it reciprocal horizontal shifting by the half-cell diameter (Fig. 1). Synchronized building/heating procedures causes the hemispherical bases instant transformation at proper (34-37 °C) temperature (Bauer et al. 2013, Narumi et al. 2018) into it pyramidal derivatives consisting of three rhomboid plates (Fig. 2a, the cells spotted by the red dots). In the absence of superimposed cells (i.e. the cells situated at the opposite sides of the same comb plate and share the same bottoms) the closed ends of the cells remain hemispherical. For example, the planks of wooden hive frames prevent such superimposition (Fig. 2b, c). In this case, the cells can be oriented

vertically up and down only (there are no cells oriented horizontally). Last peculiarities hamper the transformation of hemispherical cells bottoms into three rhomboids (Fig. 2). The revealed instant conversion of circular cell base into rhomboids, in some aspect conflicts with Pirk (Pirk et al. 2004) postulate (“The three apparent rhomboids forming the base of each cell do not exist but arise as optical artefacts from looking through semi-transparent combs”). Nevertheless, on the other side, our results complement the cited work (as well as attachment-excavation model (Narumi T et al. 2022)) in the sense of the comb origination from the wax softening/hardening as result of increasing/decreasing temperature (Karihaloo et al. 2013). Again, the discovered peculiarities of construction relate to the comb fully (ab initio) made by the bees.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Finally, the graphical simulation of building process (Fig. 4 and 3, inset) indicates that geometrically the cells bottoms should be skewed triangular prisms. Whereas in fact the major part (rendering 60-70%) of naturally produced comb is built up from the cells have in it base the rhombic dodecahedra (Fig. 1, 3, S2). This paradox motivated us to undertake thorough inspection the numerous patterns of the combs withdrawn from the different families. Such scrutinizing succeeded in unravelling the already mentioned cells possess the predicted skewed triangular prism-shaped bottoms (Fig. 3 and S2). (Except the base, the other cell elements e.g. its depth, hexagonal shaped rim, the top (opened) area and the slope *upward* value were the same as in the ones possessed the rhombic dodecahedra bottoms). The discussed observations correspond

with the ones distinguished by (Nazzi 2016). For example, similarly as postulated by the cited work, the addition of the new cell between two pre-existing ones (Fig. 4) generates two triple junctions that may exhibit the involvements both the liquid equilibrium process (Pirk et al. 2004) and alternative mechanism (Bauer et al. 2013, Narumi et al. 2022). The construction of the cell walls starts as soon as the cell base reaches a certain size. Consequently, the two sides of the honeycomb grow in synchrony in the manner that the beginning of the construction of the cell base coincides with the construction of the lateral walls of a cell on the opposite side. The described geometry rule consists with the one promoted by Nazzi and accompanies it with the revealed new kind of the cell base.

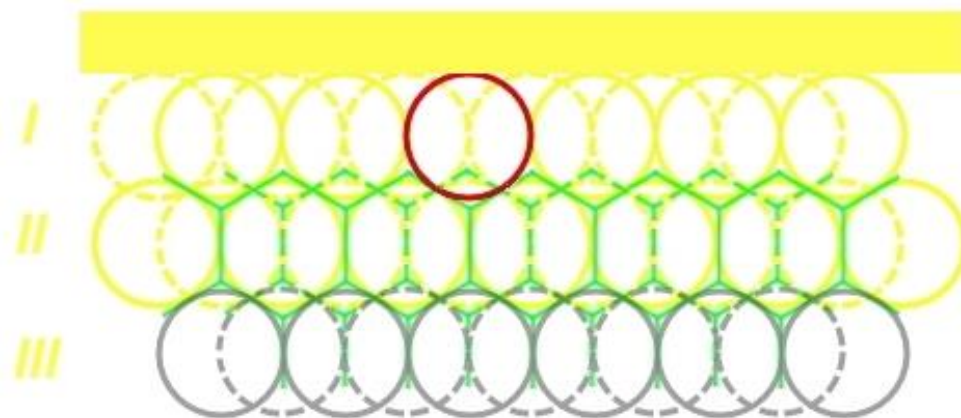


Fig. 4. The graphical simulation the initial three rows of the comb construction. The top of cells and embracing it hexagons are drawn with solid (front) and dash (back) circles, respectively. Similarly, the cells of the imaginary rows III are represented by the solid (front) and dashed (back) grey rings. The purple circle depicts the putative seminal cell.

By now, it is hard to proffer the unequivocal explanation the simultaneous existence two kinds of structures (traditional tetrahedral and newly disclosed skewed triangular prism ones) of the cells bottoms. Supposedly, the discovered diversity of the cells bases may reflect: (i) the engineering prowess of the bees (imprinted with their ability to build up the same-purposed but differently-shaped structural elements); (ii) the traces of bees relict architecture; (iii) sort of “architectural mistake” (actually, the last rationale supports the item (i)). Nevertheless, the reasons of “correction” the forecasted by geometry skewed triangular prism-shaped bottoms to the well-known tetrahedral ones remained to be clarified. To narrow the discussion down the subject related with the deformation the initial circular cell walls to rounded hexagons was not reviewed within the undertaken research (Fig. 4). The detailed putative mechanism of that as well

as further transformation the close packed cylinders into hexagonal prisms can be find in the literature (Talukdar et al. 2019, Nazzi 2016). Again, this study pursued the disclosing of evidences, rules and objectives owing to which the comb may start to originate and lead to the newly revealed kind of cells bottom.

Conclusion

The new kind of the cell bottom profile (skewed triangular prism) was disclosed. The putative mechanism of comb building leads to the revealed oddity presumably evolved from the bees’ ingenuity and triggered by the volatile natural factors. The bee response on such impact eventually depends on the colony/species adaptation to the stress. The velocity of reaction presumably differs from the one to another bee race but still implies the

creativity of individuals imprinted by e.g. their mastering to correct the cell elements. Although such aptitude has been developed by the previous millions honeybees' generations one still might expect to find out the footprint of this ancient mastering. Last suggestion is grounded on the newly revealed shape of the cells base different to the traditional triple-rhomboid ones. This kind of deviation might be explicated by the primal manner of cells construction. Acquired data, on the other hand, may point out that either physics (self-organizing)- or cognitive (behavioral)-grounded approaches are likely involved in honeycomb construction. In truth, both of it are intentional i.e. origin from the coordinated efforts of many inhabitants the bee colony thus cannot be separated from each other. Finally, these results would assist in resolving the centuries-lasting dispute about the key factors (physical forces or skill of bees) may be responsible for the honeycomb formation.

Declaration of Conflict of Interest: Authors report no conflict of interest.

Funding: No funding

Ethical issue: Not Applicable.

Author contributions: Conceptualization: APP, Methodology: APP, Investigation: APP, Visualization: APP, ABZ, Writing – original draft: APP, Writing – review & editing: APP, ABZ

Acknowledgements: Authors thank Dr Jacques Muzart for the valuable comments. We are indebted to Valeriy Petkevych for the assistance in taking the photos.

REFERENCES

- Bartholin E. De Figure Nivis. 1660. In: Gordiani G. De Naturae Mirabilibus, Quaestiones Academicae. Hafniae. 1674.
- Bauer D, Bienefeld K. Hexagonal comb cells of honeybees are not produced via a liquid equilibrium process. *Naturwissenschaften*. 2013; 100:45–49, doi.org/10.1007/s00114-012-0992-3
- Darwin Ch. On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. London. John Murray. 1859.
- Gallo V and Chittka L. Cognitive Aspects of Comb-Building in the Honeybee? *Front. Psychol*. 2018; 9: 900, doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00900.

- Headstrom R. *Nature in Miniature*. Random House. 1968.
- Karihaloo, BL, Zhang K, Wang J. Honeybee combs: how the circular cells transform into rounded hexagons. *J. R. Soc. Interface*. 2013; 10: 1-4, doi.org/10.1098/rsif.2013.0299.
- Koonin, EV. The Origin at 150: is a new evolutionary synthesis in sight? *Trends in Genetics*. 2009; 25: 473–475. doi.org/10.1016/j.tig.2009.09.007.
- Narumi T, Uemichi K, Honda H, Osaki K. Self-organization at the first stage of honeycomb construction: Analysis of an attachment-excavation model. *PLoS ONE*. 2018;13(10):1-15, doi.org/10.1371/journal.pone.0205353.
- Narumi T, Akiyama T, Kageyama M, Uemichi K, Honda H, Osaki K. An agent-based modeling and simulation for the first stage of honeycomb construction. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2022;2207: 1-6, 012013 doi:10.1088/1742-6596/2207/1/012013.
- Nazzi, F. The hexagonal shape of the honeycomb cells depends on the construction behavior of bees. *Sci. Rep.* 2016; 6:1-6, doi.org/10.1038/srep28341.
- Oldroyd, BP, Pratt, SC. Comb Architecture of the Eusocial Bees Arises from Simple Rules Used During Cell Building. *Advances in Insect Physiology*. 2015; 49:101-121, doi.org/10.1016/bs.aiip.2015.06.001.
- Pappus of Alexandria, trans. into Latin by Friedrich Hultsch. *Pappi Alexandrini collectionis quae supersunt*. Apud Weidmannos. 1877: 19–29.
- Pirk, CWW, Hepburn, HR, Radloff, SE, Tautz J. Honeybee combs: construction through a liquid equilibrium process? *Naturwissenschaften*. 2004; 91:350–353, doi: 10.1007/s00114-004-0539-3.
- Sparavigna, AC. Analysis of a natural honeycomb by means of an image segmentation. *Philica*. 2016;897, hal-01416832.
- Talukdar D, Dutta K. A simplified thermomechanical approach to visualize hexagonal honeycomb construction. *SN Applied Sciences*. 2019; 1: 1-7, doi.org/10.1007/s42452-019-1239-0
- Thompson, DW. *On Growth and Form*. Cambridge University Press, London. 1917.
- Turner, JS. Termites as models of swarm cognition. *Swarm Intell*. 2011; 5: 19–43, doi.org/10.1007/s11721-010-0049-1.

Citation/Atf: Tarekegn A, Faji M, Abebe A. Production performance and various important behaviors performed by the *Apis mellifera scutellata* bee race (Üretim performansı ve *Apis mellifera scutellata* arı ırkı tarafından gerçekleştirilen çeşitli önemli davranışlar). U. Arı D. / U. Bee J. 2022, 22(2):211-226. DOI: 10.31467/uluaricilik.1181552

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

PRODUCTION PERFORMANCE AND VARIOUS IMPORTANT BEHAVIORS PERFORMED BY THE *Apis mellifera scutellata* BEE RACE

Üretim Performansı ve *Apis mellifera scutellata* Arı Irkı Tarafından Gerçekleştirilen Çeşitli Önemli Davranışlar

Alayu TAREKEGN^{1*}, Mulisa FAJI², Alemayehu ABEBE¹

¹Ethiopian Institute of Agricultural Research, Assosa Agricultural Research Center, Assosa, ETHIOPIA, Corresponding author / Yazışma yazarı: alayutarekegn68@gmail.com, ORCID No: 0000-0001-6736-5264, E-posta: alabe_2008@yahoo.com, ORCID No: 0000-0002-1008-9868.

²Ethiopian Institute of Agricultural Research, Holeta Agricultural Research Center, Holeta, ETHIOPIA, E-posta: mulisa.faji@yahoo.com, ORCID No: 0000-0002-2606-1763.

Geliş Tarihi / Received: 29.09.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 21.10.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1181552

ABSTRACT

Honey bee colonies exhibit a wide range of behavioral variations depending on genetic origin and environmental factors. Therefore, the performance evaluation of honey bee races is critical to laying a foundation for future selection and improvement in Ethiopia. Thirty colonies of *Apis mellifera scutellata* (A. m. *scutellata*) similar in resources contained in the hive were kept in improved box hives and evaluated through various behaviors (i.e. Reproductive swarming tendency, foraging activity, defensive behavior, hygienic behavior, brood population, honey production, and absconding behavior) during the active season and dearth season. In the study area, the A. m. *scutellata* race has a higher swarming tendency in the active season, with up to 3.42 queen caps per hive prepared per year. Defensive behavior during the active season takes an average of 25.41 seconds after disturbances and follows up to a 212.20-meter distance. But during the dearth season, the colony slightly took a long time to reach aggressiveness after disturbance (31.28 seconds) and followed the observer for a short distance (45.58 meters). The closed brood production is higher (149 units per hive) during the active season and nectar production units per hive are reduced by 50% as compared to the dearth season. The yielding performance of the race per frame ranged from 1.3 kg to 1.5 kg, and an average of 14 kg of honey per harvest. The A. m. *scutellata* exhibited an absconding tendency of 34.5% if there was any disruption. A. m. *scutellata* showed good performance in hygienic behaviors (>95%), but undesirable behaviors in defensive behavior, and swarming tendencies make it difficult to manage honey bees. However, the race has good performance in foraging and hygienic behaviors. Further, studies of the honey bee race through selection and breeding could be conducted to reduce the higher defensive and swarming tendency of A. m. *scutellata* to improve production performance.

Keywords: A. m. *scutellata*, Honey yield, Hygiene, Absconding, Aggressiveness

ÖZ

Bal arısı kolonileri, genetik kökene ve çevresel faktörlere bağlı olarak çok çeşitli davranış farklılıkları sergiler. Bu nedenle, bal arısı ırklarının performans değerlendirilmesi, Etiyopya'da gelecekteki seçim ve iyileştirme için bir temel oluşturmak için kritik öneme sahiptir. Kovanda bulunan kaynaklara

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

benzer otuz *Apis mellifera scutellata* kolonisi geliştirilmiş kutu kovanlarda tutuldu ve aktif mevsim ve kış mevsimi boyunca çeşitli davranışlarla değerlendirildi (örn; üreme, oğul eğilimi, yayılma davranışı, savunma, hijyenik davranış, yavru ve bal üretimi ve kovan terk). İnceleme alanında *A. m. scutellata* ırkı, aktif sezonda, kovan başına yılda 3,42 ana yüksüğü hazırlamasıyla, daha yüksek bir oğul verme eğilimine sahiptir. Aktif sezonda savunma davranışı, rahatsızlıklardan sonra ortalama 25.41 saniye sürüyor ve 212.20 metrelik bir mesafeyi takip etmektedir. Ancak kış mevsiminde, koloninin rahatsızlıktan sonra saldırganlığa ulaşması biraz uzun sürmekte (31.28 saniye) ve gözlemciyi kısa bir mesafe (45.58 metre) takip etmektedir. Aktif sezonda kapalı kuluçka üretimi daha yüksektir (kovan başına 149 ünite) ve kovan başına nektar üretimi kış dönemine göre %50 azalmıştır. Çerçeve başına verim performansı 1,3 kg ile 1,5 kg arasında değişmekte ve hasat başına ortalama 14 kg bal alınmıştır. *A. m. scutellata*, herhangi bir rahatsızlık olması durumunda %34.5'lik bir kaçma eğilimi sergilemektedir. Bunun yanında hijyenik davranışlarda iyi performans göstermekte (>%95), ancak savunma davranışında istenmeyen davranışlar ve oğul verme eğilimleri bal arılarını yönetmeyi zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte, ırk, yayılma ve hijyenik davranışlarda iyi bir performansa sahiptir. Ayrıca, gelecekte seleksiyon ve ıslah çalışmaları ile savunma ve oğul verme eğilimi azaltılarak üretim performansını artırılabilir.

Anahtar Kelimeler: *A. m. scutellata*, Bal verimi, Hijyen, Kaçma, Saldırganlık

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Amaç: Bu çalışma *A. m. scutellata*'nın performansını belirlemeyi amaçlamıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma, Etiyopya'nın batısındaki Assosa Tarımsal Araştırma Merkezi'ndeki Benishangul Gumuz bölgesel eyaletinde gerçekleştirildi. Assosa kasabası, Etiyopya'nın Addis Ababa kentinin 670 km batısında yer almaktadır. Benishangul Gumuz bölgesi deniz seviyesinden 1272 ila 1573 metre yükseklikte değişen 10° 38' 20.45" K enlem ve 35° 43' 58.92" Doğu boylam coğrafi koordinatları arasında yer almaktadır.

Benzer kaynaklara sahip otuz *Apis mellifera scutellata* kolonisi geliştirilmiş kutu kovanlarda tutuldu ve aktif mevsim ve kış mevsimi boyunca çeşitli davranışlarla değerlendirildi (örneğin; üreme, oğul eğilimi, yayılma faaliyetleri, savunma ve hijyenik davranış, yavru, bal üretimi ve kovan terk etme davranışı).

Bulgular: İnceleme alanında *A. m. scutellata* ırkı, aktif sezonda, kovan başına yılda 3,42 ana yüksüğü hazırlanmasıyla, daha yüksek bir oğul verme eğilimine sahiptir. Aktif sezonda savunma davranışı, rahatsızlıklardan sonra ortalama 25.41 saniye sürüyor ve 212.20 metrelik bir mesafeyi takip etmektedir. Ancak kış mevsiminde, koloninin rahatsızlıktan sonra saldırganlığa ulaşması biraz uzun sürmekte (31.28 saniye) ve gözlemciyi kısa bir mesafe (45.58 metre) takip etmektedir. Aktif sezonda kapalı kuluçka üretimi daha yüksektir

(kovan başına 149 adet) ve kovan başına nektar üretim ünitesi, kış dönemine göre %50 azalmıştır. Çerçeve başına verim performansı 1,3 kg ile 1,5 kg arasında değişmekte ve hasat başına ortalama 14 kg bal alınmaktadır. *A. m. scutellata*, herhangi bir rahatsızlık olması durumunda %34.5'lik bir kovan terk etme eğilimi sergilemektedir. Bu ırk hijyenik davranışlarda iyi performans göstermekte (>%95), ancak savunma davranışında istenmeyen davranışlar ve oğul verme eğilimleri bal arılarında koloni yönetimini zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte, ırk, yayılma ve hijyenik davranışlarda iyi bir performansa sahiptir. Ayrıca, bu ırkın üretim performansını artırmak için seçim ve ıslah çalışmaları ile yüksek savunma ve oğul eğilimi azaltılabilir.

Sonuç: Genel olarak, sonuçlarımız *A. m. scutellata* bal arısı kolonileri daha yüksek savunma ve kovan terk eğilimi gösterir. Bununla birlikte, ırk, yayılma ve hijyenik davranışlarda iyi bir performansa sahiptir. Bal arılarının oğul verme eğilimi yüksektir. Hazırlanan daha yüksek seviyede bir ana arı, tek bir koloniden sürülerin tekrarlanmasına yol açar. Gelecekteki araştırmalar, koloninin daha yüksek bir kovan terk etme oranını azaltmak için potansiyel etkileri ve yönetim uygulamalarını dikkate almalıdır. Ek olarak, *A. m. scutellata*'nın en iyi performans gösteren kolonisinin seçimi ve üremesi konusunda daha ileri çalışmalar yapılabilir. Ayrıca, araştırmacılar *A. m. scutellata*'nın yayılma davranışı konusundaki verimliliğini de araştırmalıdır. Bu arı ırkının yayılmacı arıları yani toplayıcıların aktif ve kış dönemlerinde bir besin kaynağına seyahat

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

etmek için ne kadar zaman harcadıkları, seyahat süresinin araştırılması gerekmektedir.

INTRODUCTION

Ethiopia is well-known for its wide range of agro-climatic conditions and biodiversity, which has supported the existence of diverse honeybee flora and a large number of beehive colonies (Adgaba 2007; Fichtl 1994). The country's diverse agroclimatic characteristics generate conducive environmental conditions for the cultivation of over 7000 species of flowering plants, the majority of which are bee plants (Fichtl 1994; Nuru et al. 2002). Ethiopia has the largest bee population in Africa, with over 10 million bee colonies, of which 5 to 7.5 million are estimated to be hived, with the remaining existing in the wild (Legesse 2014). The total annual beeswax production is estimated to be over 3,800 tons. With this quantity, the country ranks fourth in the world in beeswax production. Furthermore, Ethiopia can generate up to 500,000 tons of honey and 50,000 tons of beeswax per year (CSA 2006).

In Ethiopia, despite the potential of apicultural resources, production and productivity are relatively low. This could be attributed to many factors such as the way of management, the environment, and the race of honey bees. It is known that the physical environment (season, altitude, vegetation, climate, etc.) dramatically affects the behavior and productivity of honey bee colonies (Mossie 2019). In addition, honeybee colonies do not perform equally even under the same environmental conditions and managerial practices (Al-Ghamdi et al. 2017). Honeybee colonies' performance (strength and productivity) is determined by the total area of comb in the colony, which contains stored honey, pollen, and brood, the adult bee population, weight per bee, and the colony nest cavity volume ratio (Vaudo et al. 2012). In addition to this, the most important that determines the survival and development of the colonies is the combined behaviors of individual honey bees including nest-building, foraging, temperature regulation, hygiene, and defense (Siefert et al. 2021). Those behaviors like foraging are affected by the experience, wing damage, environmental factors, and internal conditions of the colonies (Klein et al. 2019). Colony defense, which includes recognizing predators, alerting nest mates, and enacting anti-predator behavior, is a well-known type of behavior in honey bees (Breed et al. 2004).

Swarming and colony defense have long been recognized by beekeepers, who have used breeding strategies to reduce their expression in defiance of natural selection (Kovačić et al. 2020). For example, swarming is the natural way for honey bee colonies to reproduce, and this behavior is thus closely linked to fitness; however, beekeepers prefer colonies that never swarm. Moreover, the defensive behavior is also frowned upon by beekeepers, but even the most docile honey bee colonies can fall prey to natural enemies such as wasps, birds, or mammals (Ilyasov et al. 2015). Recent research has focused on behaviors related to colony health and disease control, such as hygienic behavior and grooming (Spivak and Danka 2021). The expression of these behavioral traits can be strongly influenced by environmental factors and beekeeping management techniques (Bigio et al. 2013). Nonetheless, they are known to differ in distinctive ways among the many honey bee subspecies and populations that have been scientifically described to date (Ruttner 1988). Indeed, the honey bees of Ethiopia form a population of their own that is distinct and well separated from the honey bees of Africa (Meixner et al. 2011). The variations include all the desired and undesired traits in production, productivity, and behavior. Study shows that in Ethiopia, small lowland honeybees are very aggressive and more productive than honeybees of the highland areas larger in size, docile in behavior, and less productive (Chala et al. 2013). Consequently, *A. m. scutellata* is one of the honey bee races found in the lowlands of Ethiopia (Amssalu et al. 2004)

In east Africa, *A. m. scutellata* is found from 500–2400 meters, in rich savannah and semi-evergreen deciduous forests (Smith 1961). In Ethiopia, the *A. m. scutellata* is distributed in the western humid mid-land parts, including southwestern parts of Gojjam (around Bir Sheleko and Chagni), all areas of Wollega, west of Nekemte and Shambu up to Assosa and Dembidolo (Mohammed 2002). The continuous distribution of this group was also observed in similar ecological areas in southwest parts of Ethiopia in places like Gecha and Masha (Amssalu 2002). The *A. m. scutellata* colony found in the area shows highly aggressive behavior and other undesirable behaviors constraint for the beekeeping sectors.

Good quality stocks must be established in apiaries, then multiplied and maintained to reap the benefits of beekeeping. As a result, evaluating the performance of the *A. m. scutellata* race is essential

for future selection and improvement. However, no research on *A. m. scutellata*'s performance in Ethiopia has been conducted. So, this study aimed to determine the performance of *A. m. scutellata* honey bee races in the study area.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

The study was conducted in Benishangul Gumuz regional state in Assosa Agricultural Research Center, western Ethiopia. Assosa town is located 670 km west of Addis Ababa, Ethiopia. Benishangul Gumuz regional state is situated between geographical coordinates: 10° 38' 20.45" N latitude and 35° 43' 58.92" E longitude with altitudes ranging from 1272 to 1573 meters above sea level. The region's mean annual rainfall and temperature range between 700 to 1450 mm and 21 to 35°C, respectively. Major crops grown in the areas are sorghum, maize, finger millet, soya bean, and groundnut (AsARC, 2006, Unpublished).

Method of Data Collection

To start with the performance evaluation of the honey bee race at their original ecology, the *A. m. scutellata* honey bee race was identified at the well-established apiary site. At the Assosa Agricultural Research Center Apiary site, 30 colonies of equal performance and hive resources were kept and studied. These colonies were established in improved box hives and their difference in performance was evaluated through different parameters. Out of 30 colonies, five colonies were assigned to study honey production, and 25 honey bee colonies for reproductive swarming tendency (three colonies), foraging activity (nine colonies), defensive behavior (three colonies), hygienic behavior (seven colonies), brood population (three colonies), and absconding behavior (all experimental colonies). The colonies were separated for honey yield production and reproductive data collection, to avoid the effect of colony disturbance during the reproductive data collection on the yield of honey. The performance of the colonies was evaluated from September 2015 to January 2017 active season (October to December and April to May) and dearth season (July to August) of the colony through the following parameters:

Swarming behavior

Based on the geographical distribution of the swarming period of the race the data collection starts from October to November (Nuru et al. 2002).

The swarming behavior was evaluated by counting queen cells at nine days intervals per hive during the active season (Büchler et al. 2013).

Foraging behavior

The foraging behavior of honeybees was assessed by counting the number of bees flying out of the hives for five minutes. The measure of the colony foraging activity was monitored by two observers visually at the hive entrance by limiting the observation time of the day with good flight conditions of the colony. At the time of data collection, the observers sit on the side of the colony to avoid obstructing the flight of the bees. Then each observer using a hand-held timer counted and recorded the exiting foragers bees per five minutes during the late foraging time of the day (Delaplane et al. 2013). Moreover, the commencement of early foraging and finishing time of late foraging were also recorded (Büchler et al. 2013). The time used to record was the east African time zone.

Defensive behavior

To measure the defensive behavior of the honey bee colony, a test of aggressiveness was used (Stort 1975). A 2 cm diameter black leather ball was jerked for 60 seconds at a distance of 5 cm in front of the entrance of a colony. The gloved hands of the observer were situated 1 meter above the leather ball. The right gloved hand was moved during the test because it is used to jerk the thread that moves the leather ball. The gloved left hand was not moving. Then when the first sting was made in the leather ball, the time taken for the colony to become very aggressive, the number of stings in the gloves of the observer, the number of stings in the leather ball, and the distance that the bees followed the observer data were collected. The number of stings left in the gloves worn by the observer has counted afterward. Each colony was tested five times with 10 minutes between tests at the active time of the day from 1:00 pm to 2:00 pm (Büchler et al. 2013).

Hygienic behavior

The colonies of *A. m. scutellata* were tested for hygienic behavior at apiary sites. The pin-killed brood test method was used. A comb with a good pattern of brood (Larvae and pupae) is taken and hundreds of the brood larvae and pupa were killed by a long needle. Then after 24 hours, the hygienic behavior of the colony was analyzed by counting the number of dead brood cells that the workers had already cleaned. The frame with a pin-killed

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

brood was marked for easy identification during data collection. These tests were repeated three times at different times in the same colony. If a colony removes 95% of the dead brood on the first test but only 50% on the second, then the colony is not hygienic. The colonies were considered hygienic only if they removed >95% of the brood on two consecutive tests (Büchler et al. 2013). The speed with which a colony removed a dead brood is correlated with its ability to remove diseased and parasitized brood. Finally, the percent of removal of dead brood was calculated as follows the formula used by (Kebede 2006).

$$R = (K - E - c) / (T - E) \times 100$$

Where: R = Percent removal of dead brood within 24 hrs.

K = Number of dead brood removed within 24 hrs.

E = Number of empty cells within the section inserted before the test.

c = Number of brood cells remained capped after 24 hrs.

T = Total number of broods within the section of an insert.

Measurement of brood, pollen, and nectar area

The total brood area was measured every 21 days using a plastic frame by overlaying 10 x 10 and 5 x 5 cm and placed over each side of the brood combs. The total brood populations were expressed in units per hive from the total area occupied by the brood. In addition to this, the comb area occupied by pollen and nectar stores was measured in the same way (Büchler et al. 2013).

Honey yield

The data was recorded every harvesting season by weighing frames containing ripen/sealed honey before and after extraction and then expressed in

Table 1: Number of queen cells prepared per hive at the time of the active season

Observation	Year 1	Year 2	Year 3	Mean+SEM
1	7.25	15.15	14.40	12.27±9.36 ^a
2	4.35	12.15	11.5	9.33±9.30 ^a
3	2.75	2.75	2.00	2.50±0.41 ^b
4	2.70	2.00	1.95	2.22±0.40 ^b
5	1.00	0.85	0.75	0.87±0.11 ^b
6	0.80	0.75	0.30	0.62±0.27 ^b
7	1.40	0.50	0.00	0.63±0.70 ^b
8	2.75	0.8	0.75	1.43±1.14 ^b
9	2.15	0.3	0.2	0.88±1.11 ^b
Mean	2.79± 2.01	2.92± 5.03	3.54±4.03	3.42± 4.50
P-value				< .0001

SEM= standard error of the mean

kg per colony per year and an average yield of the *A. m. scutellata* race was determined (Büchler et al. 2013). The study area's major and minor honey flow season is October to November and April to May, respectively.

Absconding behavior

The absconding tendency was evaluated by the ratio of colonies evacuated to the number of colonies used for the experiment provided that all the colonies are kept under uniform environmental conditions and colony disturbance and feed deterioration of the hive were conducted (Büchler et al. 2013).

Data Analysis

Data collected were analyzed using R software 4.0.0. One-way analysis of variance (ANOVA) and descriptive statistics were used and Duncan's new multiple range test at a 5% level of significance was used to make the mean separation whenever significant results were encountered.

RESULTS

Swarming Tendency

The swarming tendency of the *A. m. scutellata* at the time of the active season is indicated in Table 1. The result showed that at the time of active season the number of queen cells prepared for swarming was significantly ($p < 0.001$) different at the time of observation (months). Across the experimental years, a higher number of queen caps per hive was produced in October (active season). During this season the colonies swarm more than 1 time and no honey production from the colony in the study area. The observation also indicates queen cells prepared in the first and second higher ($p < 0.05$) than in the other consecutive observation.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Foraging Behavior

In the study area, at the time of the dearth season, the honey bee race starts early (6:00) and later foraging (7:00) than the active season of the year (Table 2). In both seasons honey bee races of the

worker bees in foraging activity start early and end in the late evening. The average number of bees during the last five minutes of late foraging time shows a higher number of bees out of the hive in dearth time than during the active season (29.70).

Hive no	Active season			Dearth season		
	CEFT(am)	5 LFT	FLFT (pm)	CEFT(am)	5 LFT	FLFT (pm)
1	06:15	7	06:30	5:59	11	6:35
2	06:20	12	06:29	5:59	11	6:56
3	05:40	12	06:30	6:01	64	7:10
4	06:10	8	06:29	6:03	56	7:10
5	06:10	11	06:32	6:05	4	7:06
6	06:05	9	06:30	6:00	36	7:12
7	06:10	7	06:30	5:59	30	7:10
8	06:35	32	06:25	5:56	15	6:58
9	06:10	11	06:20	5:59	40	6:58
Average	06:10	12.11	06:29	6:00	29.70	7.01

Table 2: Foraging behavior of *A.m.scutellata*

CEFT= Commencement of Early Foraging, 5LFT= last five minutes exiting number of bees at late foraging time, LFT= Finishing Time of Late Foraging

Defensive Behavior

The defensive behavior of *A. m. scutellata* at the time of the active and dearth season was observed five times in 10 minutes intervals per hive (Table 3). The result shows that the honey bee race in the area is highly aggressive during the active season

and to be aggressive on average takes a time of 25.41 seconds after disturbances and follows up to the 212.20-meter distance. But during the dearth season, the colony took a long time for aggressiveness after disturbance (31.28 seconds) and followed the observer a short distance (45.58 meters).

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Table 3: Indicators of defensive behavior of *A. m. scutellata*

N	Statistics	Active season					Dearth season				
		1 st SB (sec)	TA (sec)	NSG	NSLB	FD (m)	1 st SB (sec)	TA (sec)	NSG	NSLB	FD (m)
1	Mean	36.2	48.71	6.43	2.57	198.00	60.40	114.60	3.80	2.80	11.4
	SD	12.4	6.89	8.69	3.55	82.03	30.94	75.62	1.78	1.30	4.39
	Min	15.0	41.00	0.00	0.00	150.00	20.00	43.00	2.00	2.00	5.00
	Max	57.0	59.00	22.00	9.00	380.00	98.00	197.00	6.00	5.00	16.0
2	Mean	22.1	30.71	24.29	6.57	262.71	40.60	63.00	6.20	5.00	38.8
	SD	13.5	13.20	27.10	7.63	99.677	30.49	40.88	2.77	3.67	35.9
	Min	8.00	3.00	3.00	0.00	100.00	8.00	27.00	3.00	0.00	15.0
	Max	46.0	45.00	66.00	21.00	400.00	84.00	113.0	10.0	9.00	100
3	Mean	16.8	22.67	79.67	4.17	276.50	26.40	41.60	8.00	7.20	48.8
	SD	10.8	11.79	96.46	6.40	86.83	25.49	32.96	5.00	4.43	37.4
	Min	5.00	12.00	3.00	0.00	182.00	5.00	11.00	3.00	3.00	18.0
	Max	33.0	42.00	243	16.00	400.00	68.00	85.00	16.0	12.0	110
4	Mean	8.33	17.00	96.67	8.50	325.67	19.00	28.00	11.2	10.6	57.2
	SD	9.58	14.21	116.3	10.71	65.28	20.50	27.08	9.47	7.46	33.4
	Min	2.00	3.00	0.00	0.00	242.00	3.00	2.00	0.00	2.00	25.0
	Max	27.0	40.00	281.00	29.00	400.00	54.00	61.00	25.0	20.0	111
5	Mean						10.00	12.80	15.7	16.6	71.7
	SD						12.38	14.75	11.4	11.1	33.9
	Min	Over aggressive difficult to collect data					0.00	0.00	2.00	6.00	43.6
	Max						31.00	36.00	30.0	29.0	125

1stSB= 1st sting time of the ball, TA = Time of aggressiveness, NSG = No sting on gloves, NSLB = No sting on the leather ball, FD = Followed distance (m), SD = standard deviation, se = second, m = meter, No = number of observation

Hygienic Behavior

The hygienic behavior of *A. m. scutellata* in apiaries revealed that the removal of the pin-killed larvae and pupae in consecutive piercing showed an improvement in the active season but at the time of the dearth season removal percentage reduced at the third round as compared to the first (Table 4).

Generally, the result indicates in both seasons the race performed better hygiene. Each colony removes greater than 95% of the dead brood in three consecutive observations and the colonies indicate being highly hygienic. Especially in the first and second 24 hrs, the honey bee removed the pin-killed larvae and pupae and store some nectar and pollen in the comb cell (Fig. 1&3).

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Table 4: Hygienic behavior of *A.m.scutellata*

Observation		Hive							Av.	
		1	2	3	4	5	6	7		
Active season	1	KLP	95	100	220	100	78	100	100	108.1
		LPR	89	97	220	84	78	96	90	100.3
		R %	93.7	97	100	84	100	96	90	92.8
	2	KLP	74	98	151	100	100	100	100	98.3
		LPR	72	98	151	100	100	98	82	94.8
		R %	97.3	100	100	100	100	98	82	96.1
	3	KLP	88	83	81	100	100	100	100	93.0
		LPR	83	79	81	100	100	100	90	90.4
		R %	94.3	95.2	100	100	100	100	90	97.1
Av.		95.1	97.4	100.0	94.7	100.0	98.0	87.3	95.3	
Dearth season	1	KLP	100	100	100	100	100	100	100	100.0
		LPR	100	100	100	100	100	100	100	100.0
		R %	100	100	100	100	100	100	100	100.0
	2	KLP	100	100	100	100	100	100	100	100.0
		LPR	100	99	96	98	100	100	100	99.0
		R %	100	99	96	98	100	100	100	99.0
	3	KLP	100	100	100	100	100	100	100	100.0
		LPR	97	100	99	93	100	91	100	98.4
		R %	97	100	99	93	100	100	100	98.4
Av.		99.0	99.7	98.3	97.0	100.0	100.0	100.0	99.1	

KLP= killed Larvae and Pupae, LPR= Larvae and Pupae Removed, R= Percent removal of dead Larvae and pupae within 24 hrs, Av. = Average



Fig 1: Active season pin-killed larvae and pupae (left) and after 24 hours (right)

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Fig 2: Pin-killed larvae and pupae during the dearth season



3: First 24 hours the honey bee colonies removed the pin-killed larvae and pupae and immediately stored some pollen and nectar.



Fig 4: The third 24 hrs. repeated observation shows only removed the killed larvae and pupae and no store of pollen and nectar.

Brood, Pollen, and Nectar Collection

The brood, pollen, and nectar production data recorded in the active and dearth seasons of the year are presented in Table 5. The results indicated that the highest brood production was observed in the active season, but lower brood per hive in July

and August. In the area, the brood-rearing pattern of *A. m. scutellata* honeybee colonies showed a fast buildup of the population on the 2nd 21days (October) (Fig 5). During the dearth time, the comb has higher empty cells, and as compared to the active season the colony store higher nectar in comb cells (Fig. 6).

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Table 5: Brood, pollen, and nectar collection during active and dearth seasons (5x5 cm² units per hive from the total area)

Season	Observation	OBUH	CBUH	NUPH	PUPH	
Active	1 st 21 days	Hive 1	78	164	20	23
		Hive 2	78	174	14	20
		Hive 3	148	124	11	5
		Mean	101	154	15	16
	2 nd 21 days	Hive 1	81	180	0	10
		Hive 2	50	198	10	10
		Hive 3	140	120	5	20
		Mean	90	166	5	13
	3 rd 21 days	Hive 1	96	145	4	16
		Hive 2	15	121	0	0
		Hive 3	51	116	100	0
		Mean	54	127	35	5
Dearth	1 st 21 days	Hive 1	40	80	30	50
		Hive 2	50	50	40	15
		Hive 3	15	130	15	5
		Mean	35	87	28	23
	2 nd 21 days	Hive 1	10	140	10	40
		Hive 2	50	110	70	20
		Hive 3	45	81	85	26
		Mean	35	110	55	29

OBUH = Open broods unit hive, CBUH = Closed broods unit per hive, NUPH = Nectar unit per hive, PUPH = Pollen unit per hive



Fig 5: Brood, pollen, and nectar production during the active season

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Fig 6: Brood, pollen, and nectar production in the dearth season

Honey Yield

Based on the production levels the peak honey flow seasons of the areas occur during November and considered as major honey flow season and April as minor harvesting season for the study area. The two year data indicates the higher honey yield was recorded during the major honey harvesting season,

of the year from October to November. This might be due to the abundant availability of forage sources (*Bidens pilosa*, *Bidens prestinaria*, and *Guizotia abyssinica*) that could profoundly impact honeybee colony strength and productivity. Hence, the honey yield per frame ranged from 1.3 kg to 1.5 kg, yielding an average of 14 kg per hive per harvest.

Table 6. The honey yield (kg) of *A. m. scutellata*

Year	Harvesting season	YFPFH	TYPHPH	TYPY
1	Minor honey harvesting	1.30	13.00	28.00
	Major honey harvesting	1.50	15.00	
	Mean	0.90	14.80	
2	Minor honey harvesting	1.00	10.00	38.00
	Major honey harvesting	2.80	28.00	
	Mean	1.75	19.00	
Years	Minor honey harvesting	1.15	11.50	33.00
	Major honey harvesting	2.15	21.50	
	Mean	1.65	16.50	

YFPFH= Yield per frame per harvest, TYPHPH = Total yield per hive per harvest, TYPY = Total yield per year

Absconding Behavior

In the study area, the *A. m. scutellata* exhibited a higher absconding tendency due to pests including Wax moths and Ants, and feed deterioration (Fig. 7&8). The data showed that in a bit of disturbance

30% of the colonies in the apiary absconded at the time of the experiment. In general, in the study area, various disturbing factors (Figs. 7 & 8) influence the colony to abscond in the range of 25-47% (Table 7).

Table 7: Absconding behavior of *A. m. scutellata*

No	Colony disturbance	Disturbed colony	Absconded colony	Absconding %
1	Colony transfer	14	5	35.7
2	Hygienic data collection	10	3	30
3	Swarming data collection	4	1	25
5	Disease, pest, and feed deterioration	19	9	47.3



Fig 7: Honey bee colonies highly affected by Wax Moth (left) and Ant (right)



Fig 8: Affected by unidentified brood disease

DISCUSSION

The peak reproductive swarming period of *A.m.scutellata* was from October to mid-November, which could be attributed to these months being offset by heavy rains and peak plant flowering, resulting in ample bee forages (Nuru et al. 2002). While in the study area, these months are the active season for honeybees. In October, the race generated a higher number of queen caps per hive, indicating that the race had a strong swarming tendency, as evidenced by repetitive queen cell development and advanced indicators of swarming preparation. Early study shows that as compared to *A.m.bandasii*, *A.m.monticola*, and *A.m.woygambella* honey bee race of Ethiopia the *A.m.scutellata* swarmed higher per colony 10 (3 - 16) (Nuru et al. 2002). These results also coincide with the previous reports that declared tropical honeybees generally have a strong reproductive

swarming impulse and a tendency to increase population very quickly, leading to rapid multiplication of colonies (Schneider and McNally 1994). A study based on months indicates that 60% of *A. m. scutellata* colonies' peak swarming period is in November-December (Uzunov et al. 1992). The number of queen cells counted in this study was slightly higher than the value (2 and 2.44 queen cells per hive throughout the year) reported by Alemu et al. (2014) for *A. m. scutellata* in the Guji highland of Oromia and honey bee colonies of different genetic origin in a pan-European (Uzunov et al. 1992). Likewise, the result was in contrast with the finding of Camazine et al. (1988) who reported that Africanized honey bees swarm at a rate of six to twelve swarms per year. The variation among these reports might be due to the agroecological difference in the study areas (Nuru et al. 2002). The expression of these behavioral traits can be strongly influenced by environmental

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

factors and beekeeping management techniques (Büchler et al. 2013).

Collecting pollen, nectar, water, and resin is critical for honey bee colonies' foraging activity (Abou-Shaara 2014). The difference in the active and dearth season in foraging activity may be related to the distance of honey bee forages, colony strength, food resources, month, and the time of the day. In both seasons the honey bee was found in our study area early forager than in studies by Joshi and Joshi (2010), who discovered that honey bee workers began foraging activity at 6.17 a.m., agreeing with the period recorded for early foraging. And also *A. m. scutellata* shows a longer cessation time than *A. m. Woyi gembela*. According to Duangphakdee et al. (2011) *A. m. Woyi gembela* return to their nest after completing foraging activities before the sun sets at 6:27 pm. In contrast to the findings of this study by Solomon and Likawent (2015), the foraging behavior of honey bee races (*A. m. monticola*) assigned to various agroecologies demonstrated high competence to natural resources by foraging early (as early as 5:25 am) and returning late (as late as 7:04 pm). Sharif et al. (2020) have suggested in a review paper the use of novel honeybee colony monitoring systems that can assist beekeepers to know about the foraging of their bees at a spatial scale. This may help beekeepers to detect directions as well as the distance where rich food sources are present. With this information, beekeepers can decide where to relocate their apiaries in the coming days.

It is advantageous to know the season at which the bees are more aggressive and those when they are less aggressive (Woyke 1992). The result indicates that the *A. m. scutellata* race was aggressive, implying that the race was able to develop strong colonies throughout the active season, resulting in good hygienic behavior and quality honey production. The highly aggressive behavior of the race is also advantageous to provide a good defense against honeybee pests. Indeed, the aggressiveness of the race might be attributed to improved apiary management, bee forage improvement, and the carrying capacity was optimized in a study area rather than the genetic trait of the race. Consecutive observations revealed at the time of active season the race was very aggressive, making data collection difficult. Inspection and honey harvesting are done at night due to high defensive behavior. In addition, beekeepers in the region must choose an apiary

site that is far away from their homes, farms, and grazing land to protect animals and humans from honey bee stings. At the time of data collection (from September to December) with smoke, the colony shows a strong defensive reaction to being handled, or bees attack without being disturbed and bees nervously leave the combs, run out of the supers, and cluster inside or outside the hive. This finding supports early studies that *A. m. scutellata* honeybees are very defensive (Ruttner 1988). Another study also found that *A. m. scutellata* is more aggressive from September through November (Crane 1990). Moreover, the present study shows in both seasons the average following distance is in line with the study by Regina et al. (2014) which shows the average observer's following distance ranged from 23.33 ± 5.85 meters to 216.6 ± 7.95 meters, and when the colony shows following distance 123-meter distance higher in defensive behavior.

In both active and dearth seasons *A. m. scutellata* race hygiene was good (>95%), compared to an unhygienic situation (<90%), which can lead to better honey production and prevent disease caused by unhygienic conditions. Concurrent with the result of this study Sheppard et al. (1997) reported that honeybee colonies that removed over 90% of dead broods within 24 hours are considered hygienic. Alike to the result of this study Abdullah et al. (2007) reported that the honey bee race recognizes and removes diseased, damaged, or dead brood and indicates higher hygienic behavior which also is a mechanism of colony resistance to American foulbrood if bees can remove brood from the nest before the pathogen becomes infectious. The active season result of this study was in line with the finding of Boecking and Spivak (1999), who reported that *A. m. scutellata* successively (94% - 99%) removed the pin-killed capped brood removal in 24 hours from November to February in the highland area of the Guji Oromia region.

The highest brood rearing was recorded in the active season, which could be because the region is rich in many types of honeybee flora, ranging from weeds to forest trees, which provide ample bee forage in this month. Studies show *Apis mellifera* bees in tropical, rear brood throughout the year, but reduce the amount of brood reared during the rainy season (Winston 1987). In general lack of studies on such races in east Africa on population dynamics in both bees and brood production affects the development of appropriate beekeeping

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

management strategies using the modern moveable frame.

The higher honey yield was recorded during the primary honey harvesting season of the year from October to November and this might be due to the abundant availability of forage sources that could profoundly impact honeybee colony strength and productivity. This honey yield recorded for this race was higher than the race found in the highland area in mean honey yield (kg) per harvest per hive (9.64+3.02, 11.54+1.87) (Boecking and Spivak 1999). This difference may be because of the fact that honey yield is influenced by several factors and is significantly associated with colony conditions (Crane 1990).

The race shows a higher absconding rate from mid-December to mid-February and in the rainy season from July to mid-September due to feeding deteriorations in these periods. According to evidence gathered from personal conversations among beekeepers, the race-high absconding tendency, particularly after colony transferring, honey harvesting, and feed deterioration period, is the region's most serious beekeeping issue. The study by Crane (1990) also shows that migration and absconding are also highly characteristic of African honeybees. They leave their nests during dearth periods and unfavorable conditions and move to a more suitable locality. Moreover, in the study area, honey bee colony absconding may be related to the honey harvesting system and colony movement with seasonally shifting due to honey bee forage availability in the forest area (locally known as Berha).

Conclusion

Overall, our results demonstrate *A. m. scutellata* honeybee colonies show a higher defensive and absconding tendency. However, the race has good performance in foraging and hygienic behaviors. The honeybees have a high tendency for swarming. A higher queen cap prepared leads to repeat swarms from a single colony. Future research should consider the potential effects and management practices to reduce a higher absconding rate of the colony. In addition, further studies could be conducted on the selection and breeding of the best-performing colony of *A. m. scutellata* to reduce aggressiveness (higher defensive behavior). Further, researchers should also explore the foraging efficiency of *A. m. scutellata* bee-race in terms of trip duration that is,

how long foragers spend traveling to a food source during active and dearth periods.

Funding: This project is funded by the Ethiopian Institute of Agriculture Research and the authors acknowledged the financial support.

Ethical statement: The ethical statement does not apply to this study and does not involve any animal that requires approval from the ethical committee

Statements and Declarations: The authors declare that they have no known competing interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Author Contribution Statement: The authors confirm their contribution to the paper as follows: Author AT. Draft manuscript, study conception, data collection, design, data analysis, data interpretation, full writeup, Author MF. Draft manuscript, data collection, data analysis, interpretation of result and writeup of the manuscript and, Author AA. Data collection, supervision, and data analysis. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Acknowledgment

We would like to thank the Ethiopian Institute of Agricultural Research and Assosa agricultural research center which supported this experiment. Special thanks to the Assosa Agricultural Research center livestock researcher and field assistant for their technical cooperation while accomplishing this experiment. Finally, thanks to the Oromia Agricultural Research Institute (IQQO) Holeta Bee Research Center for their technical follow-up and support starting from the proposal preparation up to the completion of the experiment.

REFERENCE

- Abdullah, I., Gary, S.R, Marla S. 2007. Field trial of honey bee colonies bred for mechanisms of resistance against *Varroa destructor*. *Apidologie*. 38:67–76.
- Abou-Shaara H.F. 2014. The foraging behavior of honey bees, *Apis mellifera*: A review. *Vet. Med. (Praha)*. 59(1):1–10.
- Adgaba, N. 2007. Physical and chemical properties of Ethiopian beeswax and detection its adulteration Physical and Chemical Properties of Ethiopian Beeswax and Detection of Adulteration. *Eth. J. Anim. Prod.* 7(1):39–48.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Al-Ghamdi, A.A., Adgaba, N., Tadesse, Y., Getachew, A., Al-Maktary, A.A. 2017. Comparative study on the dynamics and performances of *Apis mellifera jemenitica* and imported hybrid honeybee colonies in southwestern Saudi Arabia. Saudi J. Biol. Sci. [Internet]. 24(5):1086–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.01.008>
- Alemu, T., Legesse, G., Ararso, Z. 2014. Performance Evaluation of Honeybee (*Apis mellifera scutellata*) in Guji Zone. Int. J. Innov. Appl. Stud. 9(4):1987–93.
- Amssalu, B., Nuru, A., Radloff, S., Hepburn, H. 2004. Multivariate morphometric analysis of honeybees (*Apis mellifera*) in the Ethiopian region. Apidologie. 35(1):71–81.
- Amssalu, B.A. 2002. Multivariate morphometric analysis and behaviour of honeybees (*Apis mellifera* L.) in the southern regions of Ethiopia. 1–357.
- Baracchi, D., Cusseau, G., Pradella, D. and Turillazzi, S., 2010. Defence reactions of *Apis mellifera ligustica* against attacks from the European hornet *Vespa crabro*. *Ethology Ecology & Evolution*, 22(3), pp.281-294.
- Bigio, G., Schürch, R., Ratnieks, F.L.W. 2013. Hygienic behavior in honey bees (Hymenoptera: Apidae): Effects of brood, food, and time of the year. J. Econ. Entomol. 106(6):2280–5.
- Boecking, O., Spivak, M. 1999. Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud. Apidologie. 1999;30(2–3):141–58.
- Breed, M.D., Guzmán-Novoa, E., Hunt, G.J. 2004. Defensive Behavior of Honey Bees: Organization, Genetics, and Comparisons with Other Bees. Annu. Rev. Entomol. 49(February 2014):271–98.
- Büchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezic, N., et al. 2013. Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. J. Apic. Res. 52(1).
- Camazine, Scott, Morse, A. R. 1988. The Africanized Honeybee. Am. Sci. 76:465–71.
- Chala, K., Taye, T., Kebede, D. 2013. Assessment of Honey Production and Marketing System in Gomma District, South Western Ethiopia. Greener J. Bus. Manag. Stud. 2013;3(2):099–107.
- Crane, E. 1990. Bees and Beekeeping: Science Practice and World Resources.
- CSA. Ethiopia: DHS, 2005 - Final Report. Edhs [Internet]. 2006; Available from: http://www.measuredhs.com/pubs/pub_details.cfm?ID=596&srchTp=type
- Delaplane, K.S., Van Der Steen, J., Guzman-Novoa, E. 2013. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. J. Apic. Res. 52(1):1–12.
- Duangphakdee, O., Radloff, S.E., Pirk, C.W.W., Hepburn, H.R. 2011. Waggle dances and azimuthal windows. Psyche (London).
- Fichtl, R. A.A. 1994. Honey bee flora of Ethiopia. Weikersheim.
- Ilyasov, R.A., Kosarev, M.N., Neal, A., Yumaguzhin, F.G. 2015. Burzyan Wild-Hive Honeybee *A.m. mellifera* in South Ural. Bee World. 92(1):7–11.
- Joshi, N.C., Joshi, P.C. 2010. Foraging Behaviour of *Apis* Spp. on Apple Flowers in a Subtropical Environment. New York Sci. Journal. 3(3):71–6.
- Kebede, D. 2006. Testing colonies of India honey bees *Apis cerana* for hygienic behavior. Dep. Apic. Agric. Sci.
- Klein, S., Pasquaretta, C., He, X.J., Perry, C., Søvik, E., Devaud, J.M., et al. 2019. Honey bees increase their foraging performance and frequency of pollen trips through experience. Sci. Rep. 9(1):1–10.
- Kovačić, M., Puškadija, Z., Dražić, M.M., Uzunov, A., Meixner, M.D., Büchler, R. 2020. Effects of selection and local adaptation on resilience and economic suitability in *Apis mellifera carnica*. Apidologie. 51(6):1062–73.
- Legesse, G.Y. 2014. Review of progress in Ethiopian honey production and marketing. Livest. Res. Rural Dev. 26(1):7–12.
- Meixner, M.D., Leta, M.A., Koeniger, N., Fuchs, S. 2011. The honey bees of Ethiopia represent a new subspecies of *Apis mellifera-Apis mellifera simensis* n. ssp. Apidologie. 42(3):425–37.
- Mossie, T. 2019. Performance Evaluation of Local Honey Bee Races Under in-Situ and Ex-

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Situ Agro-Ecological Zones of Ethiopia.12(1):9–13.
- Mohammed, N.A., 2002. *Geographical races of the Honeybees (Apis mellifera L.) of the Northern Regions of Ethiopia* (Doctoral dissertation, Rhodes University).
- Nuru, A., Amssalu, B., Hepburn, H.R., Radloff, S.E., 2002. Swarming and migration in the honey bees (*Apis mellifera*) of Ethiopia. J. Apic. Res. 41(1–2):35–41.
- Regina, Faita. M., Mattoso, Colman. Carvalho, R.M., Vieira, Alves-Junior V., Chaud-Netto, J2014. Defensive behavior of africanized honeybees (Hymenoptera: Apidae) in Dourados-Mato Grosso do Sul, Brazil. Rev. Colomb. Entomol. 40(2):235–40.
- Ruttner, F. 1988. Morphometric analysis and classification. In Biogeography and taxonomy of honeybees (pp. 66-78). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Schneider, S.S., McNally, L.C.1994. Developmental patterns associated with founding and swarming in colonies of the African honey bee race, *Apis mellifera scutellata* Lepeletier. Apidologie. 25(6):530–9.
- Sharif, M.Z., Xue, R., Puswal, S.M. 2020. Foraging Performance of Honeybee (*Apis mellifera*) Affected By Food Richness And Experience, (Gıda Zenginliği ve Deneyiminden Etkilenen Bal Arısının (*Apis mellifera*) Yayılma Performansı), U.Ari.D.-U.Bee.J. 20(2): 132-144, DOI: 10.31467/uluaricilik.764307
- Sheppard, W.S., Arias, M.C., Grech, A. and Meixner, M.D., 1997. *Apis mellifera ruttneri*, a new honey bee subspecies from Malta. Apidologie, 28(5), pp.287-293.
- Siefert, P., Buling, N., Grünwald, B. 2021. Honey bee behaviours within the hive: Insights from long-term video analysis. PLoS One. 16(3 March):1–14.
- Smith, F.G. 1961. The Races of Honeybees in Africa. Bee World. 42(10):255–60.
- Solomon, A., Likawent, Y. 2015. Performance evaluation of the local honey bee race (*Apis mellifera monticola*) of the Amhara region in Wag-himra zone. Proceeding 9th Annu. Reg. Conf. Livest. Complet. Res. Act. 9-20 March. Bahir Dar, Ethiopia: Amhara Regional Agricultural Research Institute. p. 195–206.
- Spivak, M., Danka, R.G. 2021. Perspectives on hygienic behavior in *Apis mellifera* and other social insects. Apidologie. Apidologie. 52(1):1–16.
- Stort, A.C. 1975. Genetic study of the aggressiveness of two subspecies of *Apis mellifera* in Brazil. IV. Number of stings in the gloves of the observer. Behav. Genet. 1975;5(3):269–74.
- Uzunov, A., Costa, C., Panasiuk, B., Meixner, M., Kryger, P., Hatjina, F., et al.1992. Swarming, defensive and hygienic behaviour in honey bee colonies of different genetic origin in a pan-European experiment. J. Apic. Res. 179:167–79.
- Vaudo, A.D., Ellis, J.D., Cambray, G.A., Hill, M. 2012. The effects of land use on honey bee (*Apis mellifera*) population density and colony strength parameters in the Eastern Cape, South Africa. J. Insect Conserv. 16(4):601–11.
- Winston, M.L. 1987. The Biology of the Honey. Bee Harvard Univ. Press. Cambridge.
- Woyke, J. 1992. Diurnal and seasonal variation in defensive behavior of African bees *Apis mellifera adansonii* in Ghana. Apidologie. 23(4):311–22.

DERLEME / REVIEW

SOSYAL DEVLET İLKESİ VE ORMAN KÖYLÜLERİNİN KORUNMASI BAĞLAMINDA BAL ORMANLARI

Honey Forests In The Context Of The Social State Principle And The Protection Of Forest Villagers

Mehmet Akif ETGÜ

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Genel Kamu Hukuku Anabilim Dalı, MimarSinan Mahallesi, Mihrali Aksu Yolu, 24170 Erzincan/TÜRKİYE, E-posta: maetgu@erzincan.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-0958-0481

Bu çalışma; 11 Şubat 2022 tarihinde Hukukun Güncel Meseleleri Erzincan Sempozyumunda Sözlü olarak sunulan ve özeti yayınlanan bildirinin geliştirilmiş halidir.

Geliş Tarihi / Received: 09.05.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 04.07.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1114444

ÖZ

Sosyal devlet olmanın bir gereği devletin vatandaşlarının ekonomik durumlarını yükseltici tedbirleri almasıdır. Ülkemizde özellikle 1982 Anayasası'nın 45. maddesine göre arıcılık faaliyetleri açısından arıların bal toplayabileceği kaynakların sağlanması "diğer girdiler" ifadesine uygunluk teşkil etmektedir. Ayrıca Anayasa'nın "Orman Köylüsünün Korunması" başlıklı 170. maddesine göre orman içinde ve bitişiğinde yer alan köyler halkının kalkındırılmasına yönelik tedbirlerin alınması da devletin görevleri arasında yer almaktadır. Bal ormanı, arıların bal yapabilmeleri için ihtiyaç duydukları polen ve nektar kaynağını sağlayıcı bitkilerin azami verimlilik ilkesine göre yetiştirilmesidir. Her bitkinin vejetasyon süresi mevsime bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Erzincan'da Haziran ayının ortalarından itibaren başlayan bal akımı yaklaşık 1-1,5 ay sürmektedir. Haziran ayında çiçeklenen bitkilerin azlığı daha düşük miktarda bal elde edilmesine yol açmaktadır. Bal veriminin artırılabilmesi açısından bal akımı döneminde çiçeklenen Güvey Kandili (*Koelreuteria* spp.) ve ilimizde Temmuz ayının ilk haftası çiçek açıp Ağustos ayının ortasına kadar çiçekli kalan Macar Akasyası (*Sophora japonica*) ağacının yaygınlaştırılması hayati önem taşımaktadır. Sonuç olarak bal ormanları tek bir tür ağaç üzerinden kurulamaz. Bal ormanlarını tam fonksiyonel hale getirebilmek ve bal akımının sürekliliği için, bal ormanları gerekli ağaçlardan ve orman altı bitkilerinden çeşitlendirilerek kurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Sosyal devlet, Macar Akasyası (*Sophora japonica*), Orman Köylüsü, Arıcılık, Ekonomik kalkınma

ABSTRACT

One of the requirements of being a social state is that the state takes measures to increase the economic levels of its citizens. In our country, especially according to the 45th article of the 1982 Constitution, providing resources for bees to collect honey in terms of beekeeping activities constitutes compliance with the expression "other inputs". In addition, according to Article 170 of the Constitution titled "Protection of forest villagers", taking measures for the development of welfare the people of the villages located in and adjacent to the forest is among the duties of the state. Honey forest is the cultivation of plants that provide the pollen and nectar source that bees need in order to make honey, according to the principle of maximum efficiency. The vegetation

period of each plant varies depending on the season. Honey flow in Erzincan which starts from the middle of June, lasts for about 1-1.5 months. The scarcity of flowering plants in June leads to a lower amount of honey. In order to increase honey yield, it is vital to popularize the Güvey Kandilli (*Koelreuteria* spp.) tree which blooms during the honey flow period, and the Hungarian Acacia (*Sophora japonica*) tree which blooms in the first week of July and remains flowering until mid-August. As a result, honey forests cannot be established on a single type of tree. In order to make honey forests fully functional and to ensure the continuity of honey flow, honey forests should be established by diversifying from the necessary trees and forest plants.

Keywords: Social state, Hungarian Acacia (*Sophora japonica*), Forest Villager, Beekeeping, Economic development

EXTENDED ABSTRACT

Purpose: The aim of this study is to make suggestions for the effective implementation of the social state principle. Establishment of honey forests is an important step especially for the protection of forest villagers and the development of beekeeping. In the study, some evaluations will be made in respect to increase the quality of honey forests.

Material-Method: In this study, besides the literature research, the information obtained as a result of the observation of *Gleditsia triacanthos*, *Koelreuteria* spp. and *Sophora japonica* trees in Erzincan was used. The primary reason for observing these three trees is their differentiation from other trees by their flowering period. It is especially noteworthy that *Sophora japonica* begins to bloom on July 7 and is at its peak on July 26 and remains flowering until mid-August. It has been observed that the successive flowering of these trees, their seasonal differentiation from other nectar and pollen trees and their flowering in a period of reduced nectar flow are beneficial for beekeeping. On the other hand, the contributions of honey-nectar-bearing forest plants and cultivated plants were considered. Introductory photographs were also used in the study.

Findings and Conclusion: The social state aims to take measures to increase the economic levels of its citizens in order to provide a minimum standard of living worthy of human dignity. The situation desired to be achieved by increasing plant and animal production is to ensure that people have access to cheap and healthy food of high quality. In addition, as the incomes of those who make their living from agriculture and animal husbandry increase, a sustainable food production is achieved. The development of agriculture and animal husbandry is not only important for ensuring the

minimum standard of living or increasing the standard of living of those who earn their living in this field, but it is also important in terms of strengthening the economy of the state and ensuring the balance between imports and exports. Providing basic needs from within the country is a strategic necessity for the state. Efforts to increase honey production coincide with the requirements of the social state. Thus, while increasing forest assets, economic contribution can be provided to beekeepers.

There are some things that need to be done for honey forests qualified and for sustainable beekeeping. First, honey forests should be established in accordance with biodiversity. It should be ensured that trees and under-forest plants suitable for its climate and geography are planted in each region. *Gleditsia triacanthos*, *Koelreuteria* spp. and *Sophora japonica* trees can be used for Erzincan. In addition, late flowering and high nectar yielding species such as given (*Astragalus* spp.), thyme (*Thymus* spp.) and stone clover (*Melilotus* spp.) should be expanded. Our State should give weight to seed production and establishing forests from seeds. In addition, it is possible to increase our honey production with simple measures. Farmers should be encouraged about honey-nectar plants. For example, the cultivation of plants such as Hungarian vetch (*Vicia pannonica crantz*), clover (*Medicago sativa*) and safflower (*Carthamus tinctorius*) is important to support beekeeping. In addition, Phacelia (*Tanacetifolia benth*) can be used both as a fodder crops and as a nectar source. According to my observations, *Medicago sativa* is harvested without waiting for the vegetation period in Erzincan. As a simple precaution, an extra subsidy can be provided to farmers who are waiting for the end of blooming.

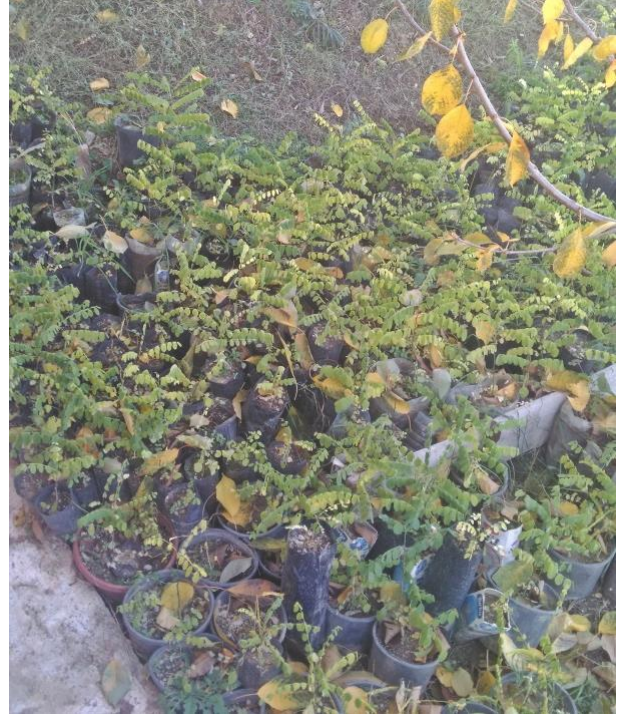
DERLEME / REVIEW

GİRİŞ

Öncelikli olarak şunun ifade edilmesi gerekir ki bu çalışmada kullanılan gözlemler Erzincan Merkez ilçesi sınırları içinde yer alan sahada yapılmıştır. 2021 yılı baharında başlanan gözlemlerin asıl amacı özellikle *Sophora japonica* (Sophora 2021) ağacının arılar için önemini tespit etmeye yöneliktir. Fakat bu sırada diğer ağaçlar da gözlemlenmiştir. Özellikle vejetasyon dönemleri ve bu dönemde arıların ziyareti konusuna özel önem verilmiştir. Mesela *Ailanthus altissima* (Elton 1945, Saleh 2018) ağacına arıların rağbet ettiğini, *Gleditsia triacanthos*'un, yalancı akasya ağaçlarından daha sonra çiçeklendiği ve arıların oldukça rağbet gösterdiği, güvey kandili *Koelreuteria* spp. (AOÇ) ve ıhlamur ağacının Haziran ayının sonlarında çiçeklendiği gözlemlenmiştir. *Sophora japonica*'nın ise 7 Temmuz'da çiçeklenmeye başlayıp 26 Temmuz'da en yoğun çiçeklenmede olması ve Ağustos ayının ortasına kadar çiçekli kalması dikkate değer bir husus olarak not edilmiştir. Temelde bu ağaçların silsile halinde nispeten geç çiçeklenmeleri ve diğer nektar-polen kaynağı ağaçlardan mevsimsel olarak ayrılmaları, dahası tam da bal akımı zamanında çiçeklenmeleri arıcılık için oldukça faydalıdır. Bu nedenle gladiçya, güvey kandili ve sofora ağaçlarını hem tohumdan hem de ağaçların etrafında tespit edilen fideleri toplanıp çoğaltılarak, ilgililere ulaştırılmış ve arıcılığın gelişimine katkı sunulması hedeflenmiştir (Resim-1).

Yapılan gözlem ve araştırmalar sonucunda böyle bir çalışmanın yapılarak farkındalık oluşturulması ve sosyal devlet anlayışının gelişmesine katkı sağlanması temel hedef olarak seçilmiştir.

Sosyal devlet, insan onuruna yaraşır asgari bir yaşam standardı sağlayabilmek için vatandaşlarının ekonomik durumlarını yükseltici tedbirler almayı hedeflemektedir. Anayasamızın 2. maddesine göre Türkiye Cumhuriyeti sosyal bir devlettir. Sosyal devlet olmanın bir gereği de kuşkusuz sosyal hakların gerçekleştirilmesine yönelik devletin ödevlerinin-hedeflerinin olmasıdır. Devletimizin hedeflerinin ne olduğu, hangi tedbirleri alacağı ana hatları ile Anayasamızda ifade edilmiştir. Ülkemizde özellikle 1982 Anayasası'nın 45. maddesine göre devlet "... tarımsal üretim planlaması ilkelerine uygun olarak bitkisel ve hayvansal üretimi artırmak maksadıyla, tarım ve hayvancılıkla uğraşanların işletme araç ve gereçlerinin ve diğer girdilerinin sağlanmasını kolaylaştırır" (T.C. 1982).



Resim-1 Sonbaharda *Sophora japonica* fidanları

Picture-1 *Sophora japonica* seedlings in autumn

Bu maddeye göre arıcılık faaliyetleri açısından arıların bal toplayabileceği kaynakların sağlanması "diğer girdilerin sağlanması" ifadesine uygunluk teşkil etmektedir. 45. maddenin kenar başlığına baktığımızda tarımın, hayvancılığın ve bu üretim dallarında çalışanların korunacağı deklare edilmektedir. Bitkisel ve hayvansal üretimin artırılmasının amaçlanması anayasal bir hedef olarak tespit edilmiştir. Bitkisel ve hayvansal üretimin artırılması ile sağlanmak istenen durum insanların ucuz, kaliteli ve sağlıklı gıdaya ulaşmalarının temin edilmesidir. İlaveten geçimlerini tarım ve hayvancılıkla sağlayanların gelirleri yükseldikçe sürdürülebilir bir gıda üretimini yakalanması mümkün hale gelir. Tarım ve hayvancılığının geliştirilmesi sadece geçimini bu alandan temin edenlerin asgari yaşam standardının sağlanması veya hayat standardının artırılması için önem arz etmemektedir. Aynı zamanda devletin ekonomisinin güçlenmesi, ithalat ile ihracat arasındaki dengenin sağlanması açısından da önemlidir. Temel ihtiyaçların ülke içerisinden temin edilmesi devlet açısından stratejik bir gerekliliktir.

Gerçekten de sosyal devletin hayata geçirilmesinde devletin gerçekleştirilmesi gereken bazı hedefler bulunmaktadır. Başlıca hedefler arasında kalkınma

ve milli geliri arttırmak da yer almaktadır. Devlet, hedeflere ulaşmak için aktif olarak faaliyetlerde bulunarak hedeflere uygun yöntemleri etkili şekilde kullanmalıdır (Gündüz ve Çebi Buğdaycı 2021). Sosyal devlet, devletin sosyal ve ekonomik alanda yüklendiği görevlerin yerine getirilmesi amacıyla, ülkede mümkün olan en fazla üretimi gerçekleştirebilmek için mali-ekonomik önlemler alır (Göze 2017).

Ancak devlet bu ödevlerini Anayasa'nın 65. maddesinde de ifade edildiği gibi "sosyal ve ekonomik alanlarda Anayasa ile belirlenen görevlerini, bu görevlerin amaçlarına uygun öncelikleri gözeterek malî kaynaklarının yeterliliği ölçüsünde yerine getirir". Öyleyse yapılması gereken en mantıklı yöntemlerden birisi kuşkusuz bir adımla birkaç hedefe varacak tedbirler almaktır. Bal ormanları da tam da böyle bir adımı ifade etmektedir. Öncelikle Anayasamıza göre 169. madde çerçevesinde "Devlet, ormanların korunması ve sahalarının genişletilmesi için gerekli kanunları koyar ve tedbirleri alır." Ayrıca Anayasa'nın "Orman Köylüsünün Korunması" başlıklı 170. maddesine göre orman içinde ve bitişiğinde yer alan köylerin/mahallelerin halkının kalkındırılmasına yönelik tedbirlerin alınması da devletin görevleri arasında yer almaktadır. Ülkemizde 1987 yılı verilerine göre 17.158 orman köyünde yaklaşık 10 milyon orman köylüsü yaşamakta ve bu kişiler Türkiye nüfusunun yüzde 20'sini oluşturmaktadır; 2019 yılı verilerine göre mahalleye dönüşen köyler de dahil olmak üzere toplam 22.941 orman köyünde, 6.690.077 orman köylüsü yaşamakta ve bu sayı ülke nüfusunun yaklaşık %8,4'üne tekabül etmektedir (SOY 2019).

Bal ormanlarının geliştirilmesi devletimizin yukarıda ifade edilen tarım ve hayvancılığın geliştirilmesi, orman sahalarının genişletilmesi ile orman köylüsünün korunması gibi pek çok ödevinin yerine getirilmesi açısından temel teşkil etmektedir. Bundan dolayı bal ormanlarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde Arıcılığın Genel Durumu

Arılar ekosistem için çok önemli canlılardır. Albert Einstein'ın meşhur sözü ile "Eğer arılar yeryüzünden kaybolursa insanın sadece 4 yıl ömrü kalır. Arı olmazsa, döllenme, bitki, hayvan ve insan olmaz" (BOEP 2013-2017). Nitekim arıların kullandıkları kaynakları tüketmeyen tek varlık olduğu ifade edilmektedir (Eroğlu BOEP 2013-2017). Arıların bu özelliğine ilaveten arıcılık

faaliyetiyle uğraşanların da doğaya ve ormana bakışları da arılar ile uyumludur. Nasıl ki arılar kullandıkları kaynakları tüketmeme eğiliminde ise arıcılar da ormanların ve doğanın korunması konusunda hassas davranmaktadırlar. Çünkü arıcının daha fazla verim elde etmesi ancak bol çiçekli, sağlıklı bitkiler aracılığıyla mümkündür. Bu temel mantık dolayısıyla arıcılar, ormana ve çevresine zarar vermeden ondan faydalanan kişiler olarak nitelendirilebilir.

Sadece bal ve bal mumu gibi ürünlerin temin edilmesinde değil tozlaşmanın sağlanmasıyla neredeyse yediğimiz her üç lokmadan birinde arıların katkısı bulunmaktadır (Eroğlu BOEP 2013-2017). Arıcılık ise tarım ve hayvancılık ile ilgili önemli bir faaliyettir. Arıcılık büyük oranda küçük aile işletmeciliği olarak öne çıkmakta olduğundan kırsal kalkınmanın sağlanmasının araçlarından birisidir (Saner vd. 2018). İşgücü gereksiniminin diğer üretim alanlarına nazaran az olması, işletme maliyetlerinin düşüklüğü, toprağı olmayan ya da az toprağı olan kişilerce de yapılabilmesi arıcılığı önemli bir tarım kolu haline getirmiştir (Sıralı vd. 2018). Arıcılık bu özellikleri dolayısıyla, asıl mesleğin yanında yan uğraş olarak bile yapılabilen bir faaliyettir. Arıcılık sadece bir geçim kaynağı değil aynı zamanda aile bütçesine ek gelir sağlayan bir faaliyet olarak da yapılmaktadır. Yapılan araştırmalar değerlendirildiğinde arıcılığın daha çok ek gelir imkânı sağlaması amacıyla yapıldığı görülmektedir (Borum 2017).

Türkiye arıcılık bakımından gelişmiş bir ülkedir. Kovan sayısı bakımından dünyada 3. sırada (TEPGE 2021) yer alan ülkemiz bal üretimi bakımından Çin'den sonra ikinci (TEPGE 2021) sıradadır. Ülkemizde bal üretimi TÜİK verilerine bakıldığında 2020 yılına göre %7,4'lik bir azalışla, Aralık 2021 verilerine göre 96 bin 344 ton olmuştur (TÜİK 2022). Ancak ülkemizde 2020 yılında bu sayı 82 bin 862 iken bir yılda 6 bin 499 yeni arıcılık işletmesi eklenerek; 2021 yılında 89 bin 361 işletmede arıcılık faaliyeti yapılmıştır. Arıcılık 1991 yılından beri dönemsel düşüşlere rağmen istikrarlı bir seyirle giderek artan faaliyet olarak karşımıza çıkmaktadır (TÜİK 2022).

Gerçekten de Türkiye'de arıcılık faaliyetine rağbet gün geçtikçe artmaktadır. Faaliyet artmasına rağmen bal veriminin istikrarlı bir şekilde yukarı taşınmasında sıkıntılar yaşanmaktadır. Nitekim 2015 yılında kovan başına bal üretimi 14 kg civarında (Sıralı vd. 2018) iken 2021 verilerine

DERLEME / REVIEW

(TÜİK 2022) dayanılarak yapılan hesaba göre 2021 yılında kovan başına üretilen bal miktarı 11 kg civarındadır. Bal miktarındaki düşüş konusunda Erzincan'da arıcılar arasındaki genel düşünce; mevsimin kurak geçmesi, çiçeklenme döneminde yağmurun yetersiz olması yanında yağmurdaki dengesizliğin de arıların nektar toplamasını engellediği yönündedir. Özellikle kuraklık gibi mevsimsel etkilere karşı tedbirler alınması gerekmektedir. Bunu sağlamanın yolu kuraklığa dayanıklı bitki çeşitliğinin artırıldığı bal ormanlarının tesis edilmesidir.

Nitekim TEPGE (2021)'ye göre birçok kurum tarafından desteklenmesine rağmen arıcılık sektörünün büyüme hızı, çevresel etkilerin baskısı nedeniyle yavaşlama eğilimindedir. Raporda, arıcılık sektörünün gelişmesinin sürdürülebilir bir ivme kazanması için uygulanan politikaların ve desteklerin etkin bir şekilde yönlendirilmesi üzerinde durulmuştur.

Arılar mevsimsel canlılar oldukları için mevsime göre davranışlarını değiştirmektedirler. Çevresel etkilerle düşük sıcaklıklarda salkım halini bozmamakta, kolonilerini belli sayıda bireye yükseltmeden topladıkları nektar ve poleni, koloni varlığını arttırmak için kullanılmaktadırlar. Eğer nektar ve polen kaynağı yeterli değilse koloninin sayısının yükseltilebilmesi için arıcının takviye besin desteğine ihtiyaç duymaktadırlar. Arı yetiştiriciliği ile ilgili temel bilgiler içeren çalışmanın incelenmesinden çıkan sonuca göre (Korkmaz 2013); arılar iyi yönetilmesi gerekli canlılardır. İyi yönetimin özü arının ihtiyaçlarını zamanında karşılamak ve yönelimini tayin etmektir. Mesela üst katlardaki peteklere yavru yumurtası bırakılması istenmiyorsa, kuluçkalık ile ballık arasına ana arı ızgarası konulması gerekmektedir (Korkmaz 2013).

Genel olarak Erzincan'da arılara takviye besin verilmesine Haziran ayının ilk haftalarında son verilmekte, 1-1,5 aylık dönemde arılar ne toplayabilmişse arıcının eline "üretilen bal olarak" o geçmektedir. Bal verimini arttırmak için yapılması gerekli iki yöntem üzerinde durulabilir. İlki kolonideki birey sayısını erken dönemde yükselterek nektar akımı döneminden en üst seviyede faydalanmaktır. Gezici (gezginci) arıcılığın ana hedefi de budur. Nitekim Sıralı (2009), ülkemizdeki arıcılara gezginci arıcılığın yapılmasını tavsiye etmektedir. Böylece arıcılıkta verimliliği sınırlayan bitkisel şartlara bağımlılığı en aza indirmek için, bol nektar ve polen akımına kaynaklık eden flora kaynaklarının

arayışının önemine vurgu yapmaktadır. Ballı bitkilerin çiçeklenme döneminde gezginci arıcılıkla bal arısı kolonilerinin ilgili alanlara taşınarak verim artışı sağlanabileceğini, aynı sezonda birkaç kez bal hasadının yapılmasının mümkün olabileceğini ifade etmektedir (Sıralı 2009). Gezginci arıcılık faaliyeti ile bal arısı kolonilerini nektar ve polen bakımından kaynakların bol olduğu alanlara nakletmenin, bal verimini yaklaşık iki kat arttırdığına yönelik veriler elde edilmiştir (Cengiz ve Dülger 2018).

Ülkemizde arıcılık sabit olarak da yapılan bir faaliyettir. Türkiye'de 80 bin civarındaki arıcılık işletmesinden yaklaşık %54'ü gezginci arıcılık yapmaktadır. Ancak gezginci arıcılık yapanların kovan sayıları sabit arıcılık yapanların kovan sayılarından daha fazladır. Türkiye'de arılı kovan varlığının %80'i gezginci arıcılık faaliyetinde kullanılmakta olduğundan, hareket halindedir (Çevrimli ve Sakarya 2019). Nitekim Borum'un (2017) Güney Marmara'da yapmış olduğu anket çalışmasında, 80 arıcıdan 65'inin sabit arıcılık yaptığını tespit etmiştir. Sabit arıcılık özellikle arıcılığı hobi amaçlı ya da ek gelir amacıyla yapan kişiler arasında yaygındır. Arıcılık yapan işletme sayısının arıcılık işletmeleri arasında %46'lık bir orana karşılık gelmesine rağmen kovan varlığında %20'lik bir oranda kalması (Çevrimli ve Sakarya 2019) sabit arıcılık faaliyetinin daha çok hobi amaçlı veya ek gelir temini dolayısıyla yapıldığı savını desteklemektedir.

İkinci yöntem, özellikle buldukları yöreden ayrılmayan/ayrılmayan sabit arıcılar için bal veriminin yükseltilmesinde elzem olan yöntemdir. Bu ikinci yöntemin hedefi vejetasyon dönemleri farklı olan bitkilerin arılar tarafından ulaşılabilir bir alan içerisinde yetiştirilmesidir. Bu yöntem uygulandığında nektar akımının hem dönemsel olarak uzatılması hem de nektar yoğunluğunun yukarıya doğru çekilmesi mümkün olur ve sabit arıcıların bal üretiminin artırılması sağlanabilir. Makalenin ana eksenini oluşturan husus tam da bu noktadır. Nektar akım süresinin ve yoğunluğunun artırılması için temelde yapılması gereken; ulaşılabilir alanda farklı bitkilerle vejetasyon süresini uzatacak bal ormanlarının tesis edilmesidir. Ormanların yetiştirilmesine ilaveten devlet tarafından alınması gereken önlemlerden diğeri de orman altı bitki örtüsünün ve tarla bitkilerinin yetiştirilmesine yönelik düzenlemelerin yapılmasıdır. Bu husustaki açıklamalar aşağıdaki başlıklarda açıklanmıştır.

Bir öneri: Tıpkı bitkilerde olduğu gibi arılarda da sera yönteminin kullanılması erken dönemde kolonideki birey sayısının artırılmasında faydalı olabilir. Bu yöntem kullanılırsa kapalı-dar alanda çok sayıda kovanın bulunması yağmacılığa yol açabilir veya besleme masrafları yöntemin kârlı olmadığını gösterebilir. Böyle bir yöntemin avantaj ve dezavantajlarının araştırılmasını konunun uzmanlarına bir fikir olarak sunuyorum ve araştırılmaya değer bir fikir olmasını umuyorum.

Bal Ormanları

Ormanların ekonomik katkısı sadece orman ürünlerinin satımı ve bunun Orman Genel Müdürlüğü'nün bütçesinde görülmesi olarak değerlendirilmemelidir. Bakış açısı bu şekilde gelişirse bütçeleştirilemeyen katkılar için çalışma azmi kırılır. Ormanlardan elde edilen gelir sadece sayısal olarak tespit edebildiklerimiz değildir. Orman nasıl ki ağaçlardan fazlası ise ormandan elde edilen gelirler de sadece bütçede gösterilebilen rakamlardan ibaret değildir. Mesela ormanlardan toplanan mantarlar hem beslenmeye hem de toplayanların bütçelerine katkı sağlar. Ormanda otlayan hayvanların beslenme gideri düşmüş olur. Kozalak ya da kuru ağaç döküntülerini toplayıp ısınmada kullanan köylülerin yakıt giderine katkı sağlanmış olur. Oksijen kaynağı olması, yaban hayatına ev sahipliği yapması gibi pek çok ilave katkı da sayılabilir. İşte bal ormanları da arıcılığın gelişmesine, ucuz ve kaliteli bala ulaşma kaynaklık etmektedir. Ancak etkileri doğrudan bu ormanları kuran, kurumun bütçesinde görülmesi (SOY 2019) de sosyal devletin gerçekleştirilmesinde katkısı büyüktür.

Bal ormanlarının kuruluşuyla verimsiz alanların rehabilite edilerek, orman köylüsüne ekonomik katkı sağlanarak orman üzerindeki baskısı azaltılırken, işsizliğin önlenmesine de katkı verilmesi amaçlanmıştır (BOEP 2013-2017, Sönmez ve Gencal 2019).

Devletimiz isabetli bir tercihle dünya ormancılık literatürüne “bal ormanları” kavramını kazandırmıştır. Nitekim bu husus şu şekilde ifade edilmiştir: “Kavram olarak bal ormanının, ülkemizde arıcılık faaliyeti için ayrılan orman alanlarını anlatmak amacıyla kullanıldığı ve dünya literatüründe yer almadığı anlaşılmıştır.” (Koday ve Karadağ 2020). Bal ormanlarını “arıcılığın geliştirilmesi için özellikle arıcıların ulaşabilecekleri orman arazilerine nektar sağlayıcı ağaçların ve orman altı örtü bitkilerinin yetiştirilmesi” şeklinde

tanımlayabiliriz. 2017 tarihli “Bal Ormanları İşletilmesi ve Yönetilmesi” tebliği tanımlar kısmında bal ormanı; “1.4 Arıcılığın desteklenmesi gayesiyle ağaçlandırma, erozyon kontrolü, rehabilitasyon ve diğer ormanlık alanlarda ekolojiye uygun ballı bitkilerin ekimi ve/veya dikimi yoluyla oluşturulan veya hiçbir müdahale yapılmadan doğal yayılış alanları içerisinde belirlenerek, arıcıların konaklamasına imkan sağlayan ormanlık alanları” şeklinde tanımlanmıştır (BOEP 2018-2023).

Ballı bitki türlerinin %75'ine ev sahipliği yapması, (Borum 2017) dört mevsimi aynı anda yaşayabilen bir ülke olması, Türkiye'yi arıcılık konusunda eşsiz bir konuma yükseltmektedir. Sosyal devlet olmanın gereği olarak, Türkiye'de bal ormanı konusunda devletin temel katkısı vejetasyon süresini uzatacak türlerin yetiştirilmesine öncelik vermek olmalıdır. Vejetasyon süresini uzatacak türlerin seçiminde flora ile uyumlu, iklim değişikliği sorunlarına karşı dirençli, özellikle farklı toprak yapılarında yetişebilen, kuraklığa karşı dayanıklı, yanı sıra doğal hayata da katkı sağlayabilecek türler ön planda tutulmalıdır. Nitekim aynı doğrultuda, Orman Amenajman Yönetmeliği'nin 4. maddesinin a fıkrasında planlama ilkeleri sayılırken planlamaların “sürdürülebilirlik, iktisadilik, verimlilik, çok amaçlı faydalanma” gibi ilkelere uyulacağı ifade edilmiştir (OGM 2008). 2018-2023 yılları bal ormanı eylem planına göre her yıl, ülkemizde yer alan 28 orman bölge müdürlüğü'nün sorumluluk alanlarının her birine 60 hektar bal ormanı tesis edilmesi planlanmaktadır. Böylece ülkemizde yılda toplamda 1.680 hektar bal ormanı kurulması hedeflenmiştir (BOEP 2018-2023). 6 yıllık bu süre zarfında 10.080 hektar alana bal ormanı kurulması plan dâhilindedir.

Bal ormanlarının kurulması Türkiye'de arıcılığa ivme katmıştır. 2007 yılında yaklaşık 4 milyon olan kovan sayısı, 2019 yılında yaklaşık 8 milyon kovan sayısına ulaşmış ve bal üretimimiz 12 yılda 74.000 tondan 111.000 ton seviyesine yükselmiştir (SOY 2019). Ancak sürdürülebilir bir arıcılık için bal ormanları konusunda ülkemizin avantajlarını da kullanarak ivme sağlanmalıdır. Özellikle bal ormanlarının tesis edilmesinde, bitki çeşitliliğine önem verilmelidir.

Örneğin bal ormanı eylem planında:

“Macaristan, Romanya, Çin, Kore ve Cezayir gibi ülkelerde akasya ormanı kurulması bu ülkelerin ulusal ormancılık politikası haline getirilmiştir. Çünkü akasya hem ormancılık açısından ve hem de arıcılık açısından son derece önemlidir. Arıcılığı

DERLEME / REVIEW

gelişmiş olan birçok ülkede yalancı akasya yetiştiriciliğinin yayılmasına paralel olarak akasya balı üretimi de artmaktadır. Çünkü akasya dünyadaki en önemli nektar kaynaklarının başında gelmektedir (BOEP 2018-2023) Örneğin, Macaristan'da 1.400.000 hektarlık orman alanının %18,23'ü yalancı akasya ormanı olup, ticari olarak üretilen balın esas kaynağını yalancı akasya ormanları oluşturmaktadır. Erkenci, normal ve geç çiçek açan ıslah edilmiş akasya varyetelerinin aynı alanda yetiştirilmesiyle çiçeklenme dönemi 30-42 güne çıkartabilmektedir. Çeşitli akasya varyetelerinin dekara ortalama bal verimleri 75- 125 kg civarındadır (BOEP 2018-2023)." ifadeleri geçmektedir.

Macaristan'da yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) türlerinin toplam orman alanına oranı 2019 yılı itibarıyla %24'e yükselmiştir (Ábri vd. 2021). Macaristan'da orman varlığının yaklaşık dörtte biri yalancı akasya varyetelerinden oluşması önemli bir avantajdır. Kuzey Amerika orijinli bir ağaç olan yalancı akasya ağacı; 1710 yılından beri Macaristan'da yetiştirilmektedir (Rédei vd. 2021). Yalancı akasyalardan menşe ülkesinde bal elde edilemediği, ancak Macaristan'da bal akışının genellikle dengeli olduğu; geç donlar veya çiçeklenme dönemindeki kötü hava çiçeğe zarar vermedikçe fazla bal beklenebileceği vurgulanmıştır (Farkas ve Zajác 2007). Macaristan'da yalancı akasya varyetelerinden bazıları iki yönlü kullanıma uygun biçimde geliştirilmiştir. 'Zalai', 'Kiskunsági', 'Császártöltési', 'Egylevelű', ve 'Váti46' gibi isimlere sahip bu çeşitlerin kerestelik olarak kullanıma elverişliliklerinin yanında bal verimlerinin de yüksek olduğu bildirilmiştir (Rédei vd. 2021). Macaristan'ın geniş orman sahalarının yalancı akasya popülasyonuna ev sahipliği yapması ve pek çok çeşidinin yetiştirilmesi (Rédei vd. 2011) hakikaten avantaj sağlamaktadır. Diğer taraftan iklim ve yükseltiye bağlı olarak çiçeklenme döneminin değişkenliği göz önünde bulundurularak Macaristan'da, güneyden kuzey hattına doğru gezginci arıcılık faaliyetleri de yapılmaktadır (Farkas ve Zajác 2007). Macaristan'ın yıllık bal üretimi 2008 yılında 22.39 bin ton iken bu rakam 2019 yılında 29 bin ton olarak kayıtlara geçmiştir (Popescu vd. 2021). Nitekim nektar verimi ve çiçeklenme dönemine göre farklı varyetelerin üretiminin mevcut olduğu da belirtilmektedir. (Farkas ve Zajác 2007). Macaristan'ın yalancı akasya konusunda ülkemize katkısı; geç çiçek açan varyetelerinin getirilerek yaygınlaştırılması ve bal

ormanlarında kullanılan ağaç çeşitlerinden biri olarak değerlendirilmesi olabilir.

Gözlemeden Öneriye: Dikkat Çeken Türler

Bu başlık altında ele alacağımız ağaç türleri özellikleri sebebiyle arıcılığa katkılarının yoğun olacağından; bal ormanlarının kurulmasında yoğun olarak kullanılacak türlerdir. Ağaçların ortak özelliği yalancı akasya ağaçlarından geç çiçeklenmeleridir. Özellikle güvey kandili ve Macar akasyası ağaçları bariz şekilde bal akım döneminde çiçeklenmeleri dolayısıyla nadide bir konumda bulunmaktadır.

Gözlemlenen ağaçlar Erzincan Merkez ilçesi sınırları içerisinde, buldukları ortamda gözlemlenmiştir. Erzincan, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Kuzey Batı kısmında yer almaktadır. Şehir merkezinin denizden yüksekliği 1185 metredir. İklimi çevre illere göre ılımandır (Kaya 2011). Yükseltisi fazla olmasına rağmen etrafının yüksek dağlarla çevrili olması dolayısıyla kayısı, ceviz, şeftali ve kiraz gibi pek çok farklı türde ağacın yetişebilmesine olanak sağlayan iklim yapısına sahiptir.

1. *Gleditsia triacanthos* (honey locust) ve Dikensiz bal akasyası (*Gleditsia triacanthos inermis*)

Anavatanı Kuzey Amerika olan gladiçya ağacının, Fabaceae ailesine mensup bir ağaç olduğu, 20-40 metreye kadar boyanabildiği ve yaklaşık uzun ömürlü olduğu belirtilmiştir. Ayrıca toprak konusunda seçici davranmadığı, asitli topraklarda bile yaşayabilen, hızlı büyüyen, kuraklığa ve rüzgara dayanıklı, dekoratif bir ağaç olarak tarif edilmektedir (Shadow). Blair, ağacın kısa ömürlü ve ortalama ömrünün 125 yıl olduğunu, optimum verimin 25 ila 75 yaş aralığında alındığını ifade etmiştir (1990).

Gladiçya ağacı gövdesinden başlayan dallarına kadar yayılan uzun dikenlere sahiptir. Dikenleri yaklaşık 3-6 mm çapta, gövde bağlantısından uca doğru incelen bir morfolojide, 10-15 cm uzunluğunda ve genel yapısı itibarıyla üç boynuzlu bir görünüme sahiptir. "triacanthos" ismi de dikenlerinin bu üç boynuzlu şekliyle kaynaklanmaktadır (Doğan 2022, Resim-2).



Resim-2 Gladiçya dikenleri

Picture-2 Gleditsia thorns

Meyve verimi dikenli Gladiçya da daha fazla olmasına rağmen dikenli yapısı sebebiyle geniş alanlarda yetiştirilmesini sakıncalı olduğunu düşünmekteyim (Resim-3). Aynı nedenle dikensiz varyetesinin yaygınlaştırılması ağaç endüstrisinde kullanımını da kolaylaştıracağından, daha uygun olacaktır. Dikensiz gladiçyaların morfolojisi gözlemlendiğinde, gövdesinin ve dallarının dikensiz olduğu görülmüştür. Ancak üzerinde seyrek dikenlere rastladığı da ifade edilmelidir (Resim-4). Gözlemlenen varyetenin tam olarak *Gleditsia triacanthos inermis* (Nesom) olmayabileceği gerçeğini de hatırla tutmak gerekmektedir. Her hâlükârda morfolojik farklar dikkate alınarak yapılan karşılaştırmada (Resim-4)'te yer alan varyetenin *inermis* olabileceği, aksi bir durumda dahi (Resim-3)'te görülenden morfolojik olarak bariz farklı ve avantajlı konumda olduğu tespiti yapılmıştır. Bundan dolayı konunun uzmanlarının dikkatinin bu varyeteye odaklanması halinde, bal ormanlarının kurulmasında yaygın olarak kullanılabilir ağaç türü olması muhakkaktır. Çünkü *inermis*'in nektar ve polen değerinin 5 olduğu ve polen üretimi bakımından da mükemmel bir ağaç olduğu ifade edilmiştir (Ebben).

Resim-3 *Gleditsia triacanthos*Picture-3 *Gleditsia triacanthos*Resim-4 *Gleditsia triacanthos inermis*?Picture-4 *Gleditsia triacanthos inermis*?

Gladiçya ağaçları, Erzincan merkezinde yalnızca akasyalardan daha sonraki zamanlarda Haziran ayı başlarında çiçeklenmektedir (Resim-5). Yalnızca akasyaların Mayıs ayı ortalarında çiçeklenmeye

DERLEME / REVIEW

başladıkları dikkate alındığında gladiçyaların arıların güvey kandilleri çiçeklenene kadar geçen ara dönemde arıcılık faaliyetlerine katkısının büyük olacağı düşünülmektedir. Amerika'da güney bölgelerinde Mayısın 10'unda çiçeklenirken kuzey taraflarda çiçeklenmesi yaklaşık Haziranın 25'ini bulmaktadır. İlkbahardaki kısa çiçeklenme döneminde bal kaynağı olarak dikkat çekmektedir (Blair 1990).



Resim-5 Gladiçya çiçeklenme dönemi başlangıcı (2 Haziran 2022)

Picture-5 Gleditsia beginning of blooming (June 2, 2022)

Gladiçyalar sadece çiçeklenme dönemleri dolayısıyla değil aynı zamanda meyvelerinin (baklalarının) özellikleri sebebiyle de dikkate değer ağaçlardır. Gladiçya meyveleri (baklaları) yayvan, geniş ve 30-45 cm uzunluktadır (Hitchcock ve Standley 1919) ve yüksek düzeyde şeker ihtiva etmektedir (Canbolat vd. 2013). Hatta şeker oranının %30 olduğu da vurgulanmıştır (Doğan 2022). Gladiçya ağacının baklaları keçiboynuzu (harnup) ağacı ile karıştırılabilecek kadar benzerlik göstermektedir. Hatta sahte keçiboynuzu yakıştırmaları bile yapılabilir. Bunun nedeni meyvelerinin rengi olgunlaştığında kahverengiye

dönüşmesi, şeklen keçiboynuzu meyvesi ile benzeşmesidir. Ancak gladiçya meyvesi keçiboynuzu meyvesinden daha uzun, geniş ve sıkı bir yapıya sahiptir (Resim-6). Bundan dolayı dikkatli bir bakışla ayırt edilmeleri mümkün hale gelmektedir.



Resim-6 Gladiçya meyvesi (tohum keseleri)

Picture-6 Gleditsia fruits (pods)

Tıpkı keçiboynuzunda olduğu gibi gladiçyada da meyve kenarlarının iç bölüm aralarında şeker ihtiva eden kısımlar vardır. Baklalarının tatlılığından dolayı bu ağaç ve varyeteleri; "honey locust-bal akasyası" olarak anılmaktadır (Sweet 2020). Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*)'nın baklalarının ve tohumlarının yenilmesi durumunda zehirli olmadığı ifade edilse de (Eat 2021) meyvelerinin gladiçyaya göre küçük olması bir dezavantajdır. Gladiçya ağacının meyvesi hem hacmi hem de tatlılığından dolayı çiğ yenebilir ayrıca smoothie yapımına kadar pek çok alanda kullanılabilir (Sweet 2020). Ayrıca meyveler otoburlar tarafından sevilerek tüketilen bir üründür. Bu yönüyle yaban hayatına destekleyici yönü de vardır (Sweet 2020). Gladiçya baklaları büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar tarafından tüketilirler. Genel olarak meyveleriyle beslenmeleri neticesinde, tohumları doğaya kuşlar ve memeliler tarafından dağıtılır (Blair 1990). Hakikaten gladiçya

baklalarının koyunlar tarafından sevilerek tüketildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca Kasım ayı itibariyle kahverengiye dönen ve olgunlaşan baklaların kış boyu ağaçtan ayrılmaları peyderpey devam etmiştir. Nisan ayı itibariyle ağacın üzerindeki meyvelerinin tamamının henüz ağaçtan ayrılmadığı tespit edilmiştir (Resim-7).



Resim-7 Gladiçya ağacının 14 Nisan 2022'deki görünümü

Picture-7 The view of the gleditsia tree on April 14, 2022

Gladiçya'nın meyvelerinin bir anda yere düşmemesi yaban hayatının beslenmelerinde onu avantajlı konuma yükseltmektedir. Çünkü tüm meyveleri kar altında kalmamaktadır. Belli belirsiz zaman aralıklarıyla dökümün gerçekleşmesi ile yaban hayvanları hem ağacın üzerindeki hem de zemindeki meyvelerden faydalanabilmektedir. Gladiçya meyvesinin cazip olması aslında ağaca da avantajlar sağlamaktadır. Öncelikle tohumunun çimlenme engeli hayvanların sindirim sularıyla kaldırılmaktadır. Ağaç adeta hayvanları tohumlarının taşınmasında kullanmaktadır. Hatta anavatanı olan Kuzey Amerika'da agresif büyümesinden ve istenmeyen alanlara yayılmasından şikayet edilmesi, gladiçyanın bu istilacı (Shadow) özelliğinden olsa gerektir (Sweet 2020). Çünkü Macar akasyası ya da güvey kandili ağaçlarının civarında tohumdan çıkmış bol miktarda fideye rastlanmasına rağmen gladiçya ağaçlarının altında ancak 1-2 adet fideye rastlanabilmiştir. Bu konuda ifade edilmesi gerekli diğer bir husus ise

yakınlarda gladiçya bulunmayan, site içerisindeki çimlerin arasında 10-15 adet gladiçya fidesine rastlanmış olmasıdır. Bu durumun nedeninin alanın hayvan gübresiyle gübrenmesi sırasında tohumların gübre içinde taşınıp, ortamda çimlenmesi olduğu kanaatine varılmıştır.

Macar akasyası ya da güvey kandili fidelerinin çevreden kolayca temin edilebilmesi nedeniyle, nadiren tohumdan fide yetiştirilmesi ihtiyacı duyulmuştur. Gladiçya fidelerine rastlanmasının zorluğunun nedeni gladiçya ağaçlarının etrafının düzenli olarak sulanmayan bir ortam olduğundan; çimlenme şartlarının tam sağlanamaması olabilir. Çünkü gladiçya tohumlarında çimlenme engeli bulunmaktadır. Çimlenme engelinin giderilmesinin yöntemlerinden birisi "mekanik zedeleme yöntemi"dir (Turna 2017). Gladiçya tohumlarının çimlendirilmesinde mekanik zedeleme yöntemi kullanılmıştır, böylece 7-10 gün içerisinde kolayca çimlenmeleri mümkün olmuştur. Tohumun iki ucuna tırnak makası ile çeneğe mümkün olduğu kadar zarar vermeyen çentikler açıp, embriyonik kök kısmı alta gelecek şekilde dikildiğinde, en güzel biçimde çimlenme sağlanmıştır. İki ucuna çentik açılması sadece tohum içerisine suyun girmesini sağlamakla kalmamaktadır; tohum çeperinin (tohum kabuğunun) çenekten kolayca ayrılması için de gereklidir. Aksi halde çenek, tohum kabuğundan tam olarak ayrılmadığından zarar görmektedir. Benzer duruma tohumdan yetiştirilmeye çalışılan *Sophora japonica* fidelerinde de rastlanmıştır (Resim-8).



Resim-8 Tohum kabuğundan ayrılamamış *Sophora*

DERLEME / REVIEW

japonica fidesinin görünümü

Picture-8 View of the seedling of *Sophora japonica*, which seed's cannot be pull away from its boll

2. Güvey Kandili (*Koelreuteria* spp.)

Güvey kandili ağacı, “fener ağacı” olarak da isimlendirilmektedir. Farklı renkte çiçek açan türleri de bulunmaktadır. Mesela aşağıda görüleceği gibi (Resim-8) sarı renkli çiçek açan versiyonları “altuni fener ağacı/ Golden-rain tree” olarak da adlandırılan *Koelreuteria paniculata* gözlemlenmiştir (Thompson 2020). Güvey kandili ağaçlarının yayılıcı/işgalci bir tür oldukları ifade edilmektedir (Çalışkan vd. 2016). Yayılıcı bir tür olmaları dolayısıyla bal ormanları için uygun olacağını düşünülmektedir. Çünkü yayılıcı olabilmek aynı zamanda dirençli bir tür olmayı gerektirir. Nitekim güvey kandili ağacı kuraklığa dayanıklı ve hızlı gelişen bir ağaç olarak nitelendirilmektedir (AOÇ). Dikensiz olmaları peyzaj bitkisi olarak kullanılmalarında önemli bir avantajdır. Ayrıca bodur ağaç kategorisinde yer almaları nedeniyle kerestelik kullanıma elverişli olmadıkları ifade edilebilir. Kerestelik kullanıma uygun olmamalarının, doğada insan baskısı altında yaşama şanslarını arttırıcı bir etmen olduğu kanaatine ulaşılmıştır. Esasen bodur bir ağaç olduğundan gladiçya ve *Sophora japonica*'ya nazaran ekim sahasına, dar aralıklarla ekimi de mümkündür.

Her ne kadar fener ağacı “dünya'nın en zehirli on türü sıralamasında beşinci sıradadır” (Çalışkan vd. 2016), ifadesiyle aşırı zehirli bir tür olarak nitelendirilse de çiçeklerinin arılar tarafından ziyaret edildiği görülmüştür. Yine de bu ağacın “zehirli” olması hususunun etrafıca uzmanları tarafından araştırılması gerekmektedir. Ancak çiçeklenme dönemlerinin Haziran sonlarını bulması ve arıların bu ağacı ziyaret etmeyi sevmeleri (Schissler 2017) dolayısıyla bal ormanlarının tesis edilmesinde güvey kandili ağacının kullanışlı bir tür olabileceğini göstermektedir. İlaveten güvey kandilinin çiçeklenme dönemi haziran sonlarına yani ıhlamur ağaçlarının vejetasyon dönemine yakın zamana tekabül etmektedir. Dolayısıyla ıhlamur ağaçlarının yetişmesinin güç olduğu alanlarda, alternatif olarak daha kolay yetiştirilmesi mümkün olabilir (Resim-9).



Resim-9 Güvey kandili (altuni fener) ağacının 24 Haziran 2021 tarihli görünümü

Picture-9 View of *Koelreuteria paniculata* tree dated 24 June 2021

Tohumlarının çimlenme engelinin düşük olduğu kanısına varılmıştır. Bulunduğu ortamda, peyzaj ağacı olarak dikilmiş olması ve etrafındaki çimlerin düzenli sulanması nedeniyle yaz boyu ağacın etrafında, fidelerine ulaşmak mümkün olmuştur (Resim-10).



Resim-10 Altuni fener ağacı fidelerinin toplanmış hali

Picture-10 Removed *Koelreuteria paniculata* tree seedlings

Güvey kandili ağaçlarının doğada yayılışlarını arttırıcı bir husus da tohum keselerinin sahip olduğu fiziksel özelliklerdir. Tohum keseleri üçgen prizma şeklindedir, zaten isimlerinde yer alan -fener veya kandil- kelimeleri muhtemelen tohum keselerinin şekline dayanmaktadır. Tohum kesesi içerisinde 6 ila 3 olgun tohum bulunabilmektedir (Resim-11). Kurumuş keseler rahatlıkla rüzgarda etrafa savrulabilmekte; böylece tohumlarının taşınması da sağlanmaktadır.



Resim-11 Güvey kandili (altuni fener) ağacı tohumları

Picture-11 *Koelreuteria paniculata* tree seeds

3. *Sophora japonica* (Japon Soforası-Padoga Ağacı-Macar Akasyası)

Baklagiller (Leguminosae/ Fabaceae) familyasından olan *Sophora japonica*'nın anavatanı Kuzey Amerika ile Doğu Asya'dır (Katalog). Kurak iklimlere de uyum sağlaması, toprak seçimi konusunda toleranslı olması ağacı ön plana çıkaran hususlardan bazılarıdır (Farkas ve Zajác 2007, Orwa vd. 2009). Yaklaşık ömrünün 600 yıl olması dolayısıyla "Japon tapınak ağacı (Milliyet 2021)" ismi de verilmektedir. Her ne kadar Selvi, halk arasındaki adının sofora, zofora veya Japon soforası olarak bilindiğini belirtse de (2012) kanaatimce halk arasında yaygın kullanılan ismi "Macar akasyası"dır (Altuntaş 2017, Ballı 2021, Fidan, Karadeniz 2021). Böyle olmasına rağmen bilimsel çalışmalarda "sofora" adı yaygın olarak kullanılmakta (Aslan ve Akan 2019, Saleh 2018) ve "Macar akasyası" ismi her nedense yeterince geçmemektedir.

Macar akasyası isminin yaygınlaşmasının bir arka planı bulunmaktadır. Buna göre "Rahmetli Adnan Kahveci görevi sırasında Macaristan'a gittiğinde Macaristan'ın her yerinde bu ağaç ile karşılaşmıştır. Araştırdığında arıcılar için en iyi ağaçlardan biri olarak görmüştür. Ve ülkemize getirmiştir. Bu yüzden ülkemizde Macar akasyası olarak bilinmektedir." (Karadeniz 2021). Gerçekten de *Sophora japonica* ağacına yaygın olarak Macar akasyası isminin verilmesinde maliye bakanı olarak görev yaptığı dönemde Adnan Kahveci'nin ağacın tohumlarını Macaristan'dan getirip ülkemizde yaygınlaşması için çaba sarf etmesi temel teşkil etmektedir (Ballı 2021). Bu ağaca, 1993 yılında genç yaşta kaybettiğimiz bakanımızın (Tosun 2021) hatırasını yaşatmak için "Kahveci akasyası" bile denilebilir. Fakat halk arasındaki yaygınlığı dolayısıyla çalışmamızda 'Macar akasyası' adı da kullanılmıştır.

Macar akasyalarının, yapraklarının yapısı yalancı akasya yapraklarıyla benzeşmektedir. Ancak *Sophora japonica*'nın üzerinde diken bulunmamaktadır. Dikensiz bir ağaç olması, ekiminin yaygınlaşması açısından avantajlı olacağını düşündürmektedir. Macar akasyası uygun ortamda iyi çimlenen tohumlara sahiptir. Yalancı akasya ya da gladiçyanın aksine tıpkı güvey kandilinde olduğu gibi tohumlarının doğada çimlenme oranının yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Çimlenme döneminde ve sonrasında nem ihtiyacının yüksek olduğu düşüncesi de not

DERLEME / REVIEW

edilmelidir. Site içerisinde peyzaj ağacı olarak dikilmiş bulunan yaşları yaklaşık 20 yıl civarı olan ağaçların iyi gelişim gösterdikleri, gelişimleri ve dallarının yayılımı dikkate alındığında ceviz ağaçlarına benzer bir hacme sahip oldukları ifade edilebilir. Bundan dolayı ağaçlandırma sahalarında 7x7 metre aralıklarla dikilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Peyzaj ağacı olarak kullanılan bu ağaçların gözlemlenmesi sırasında, sulanan çimler arasında pek çok fidesine rastlanmıştır. Çimler sulandığı müddetçe yaklaşık Ekim ayına değin tohumları çimlenmeye devam etmiştir. Ancak fidelerin köklenme döneminde suya ulaşamadığı durumlarda hayata tutunamadıkları da gözlenmiştir. Bu akasyaların kazık köklere sahip ağaçlar arasında yer aldığı ve her şeye rağmen hayata tutunma konusunda mücadeleci bir yapıya sahip oldukları ifade edilebilir. Toprakta çıkarılan fidelerin morfolojisi incelendiğinde kökün bir kısmı zarar görse dahi fidenin, fidan poşetine dikildiğinde yaşamaya devam ettiği ve zamanla en uygun noktadan tekrar kazık kök formuna geri döndüğü görülmüştür. Hatta fideler eğer suya ulaşımı konusunda sıkıntı çekmiyorlarsa, çim biçme makinesiyle gövdelerinin ortasından kesilmiş olsalar dahi kesim yerine en yakın gözenekten büyümeye devam ettikleri müşahede edilmiştir.

Almanya'da Alsace-Lorraine bölgesinde Macar akasyalarının Çin'de olduğu gibi (Orwa vd. 2009) Ağustos- Eylül aylarında çiçeklendiği belirtilmiştir (Dennler 1889). Arılar için iyi bir nektar kaynağı ve arılara nektar toplama sahası (bal merası) oluşturulmasında kullanılacak bir ağaç olduğu daha 1889 yılında ifade edilmiştir (Dennler). Vietnam'da çiçeklenme döneminin Mayıs-Ağustos aralığında olduğu ifade edilmiştir (Orwa vd. 2009). Macaristan'da çiçeklenmenin, yalancı akasya ve Ihlamur ağaçlarının çiçeklenme dönemlerinden sonra, Temmuz sonu Ağustos ayının ilk günlerinde başladığı belirtilmektedir (Farkas ve Zajác 2007). Sorkun, genel olarak çiçeklenme dönemini için Haziran-Temmuz aralığını işaret etmişse de (2008); Erzincan'da Macar akasyaları, Temmuz ayının ilk haftası çiçek açmaya başlamışlar ve Ağustos ayının ortalarına kadar çiçekli kalmışlardır (Resim-12 ve 13). Üzüm salkımına benzeyen her bir çiçek salkımındaki çiçekler aynı anda açmamaktadır. Dolayısıyla soforalar uzun süre çiçekli kalabilmektedir (Farkas ve Zajác 2007). Tahminimce ağaç, soğuk hava veya polinatörlerin azlığı gibi muhtemel sorunlara karşı böyle bir davranış sergilemekte ve çiçeklerini sırayla açma

eğilimindedir.



Resim-12 Macar akasyası çiçeklenme dönemi başlangıcı (7 Temmuz 2021)

Picture-12 *Sophora japonica* beginning of blooming (July 7, 2021)



Resim-13 Macar akasyası ağacının 26 Temmuz 2021 tarihli görünümü

Picture-13 View of *Sophora japonica* tree dated 26 July 2021

Sophora japonica çiçeklerinin arılara zarar verdiği, kimi zaman ölümlere neden olduğu ifade edilse (Clinch vd.1972, Selvi 2012) de aslında bal arılarının, Avrupa yaban arısının (*Philanthus*

triangulum) kurbanı oldukları; aslen Macar akasyasının bal arıları için toksik olmadığı da ifade edilmektedir (Farkas ve Zajác 2007). Gözlemler esnasında ağacın civarında ölü arılara rastlanmamıştır. Aksine arılar tarafından sevilerek ziyaret edildiği gözlemlenmiştir (Resim-12).

Macar akasyasının nektar verimi konusunda farklı rakamlarla karşılaşılmaktadır. Dekara; 160 kg (Altuntaş 2017) ve 136 kg (Karadeniz 2021) bal verimine sahip olduğuna yönelik rakamlarla karşılaşıldığı gibi bal ve polen veriminin 'minör' olduğu ancak ağaçların yoğun olduğu alanlardan saf sofora balının elde edilebildiği, önemli bir ballı bitki olmamasına rağmen ağaçların yoğun olarak bulunması halinde arıların bal ve polen toplayabildiği de belirtilmiştir (Sorkun 2008). Buna karşın nektar bakımından önemli bir bitki olduğu (Selvi 2012) çiçeklenmesinin Temmuz-Ağustos aylarında olması ve bol nektar verimi dolayısıyla arılar açısından önemine vurgu yapılan çalışmalara da ulaşılmıştır (BOEP 2018-2023). Nitekim Bingöl'de yapılan bir projede, projenin amacı "Ormanlık alanlarda arıcılık faaliyetine uygun olarak yalancı akasya, söğüt, akçaağaç, badem, sofora türleri ile ağaçlandırma yaparak, ayrıca korunga, deve diken, karaçalı, gibi bal verimi için önemli olan otsu ve çalimsı bitkilere yer verilerek arıcıların ekonomik olarak kalkınmalarına hizmet etmektir" şeklinde ifade edilmiştir (Pirim vd. 2011). Burada sofora türlerinin bal verimi açısından önemli bitkiler arasında sayılması dikkate değerdir.

Hakikaten vejetasyon döneminin yaklaşık 30-40 günlük bir zaman dilimini kapsamaması, Macar akasyasını başlı başına önemli bir ağaç yapmaktadır. Üstelik çiçeklenme döneminin Temmuz-Ağustos döneminde olması gerçekten de arıcılık bakımından kendisini nadide bir konuma yükseltmektedir. Bal ormanları oluşturulurken uygun ortamlarda yüksek sayılarda yetiştirilmesinin ve yalancı akasyadan daha fazla Macar akasyası üzerine odaklanılmasının isabetli olacağı düşünülmektedir. Bu çalışma ancak bir ön tanıtım olabilir. Orman Genel Müdürlüğü ve üniversitelerin ilgili bölümlerinin öncelikle Macar akasyasının nektar ve polen verimi, arılar üzerindeki etkileri, balının analizi ve yetiştirme şartları gibi konularda işbirliği yaparak çıkan neticeye göre hareket edilmesi uygun olacaktır. Kanaatimce olumlu sonuçlara ulaşılacak ve Türkiye'de bal ormanlarının kurulmasında gelecek yıllarda en çok faydalanacak ağaç türü *Sophora japonica* olacaktır. Böylece sosyal devlet ilkesinin hayata geçirilmesinde önemli

bir adım da atılmış olacaktır.

D. Erzincan Özelinden Türkiye'ye Yönelik Öneriler

Erzincan'da bal çoğunlukla geven (*Astragalus* spp.) (Kara vd. 2020), kekik (*Thymus* spp.) ve taş yoncası (*Melilotus* spp.) gibi geç çiçeklenen bitkilerden ya da yüksek kesimlerde bulunan bitkilerin çiçeklenme dönemi uygun olarak, kovanların taşınmasıyla elde edilmektedir. Dışarıdan bir bakış açısıyla değerlendirildiğinde bal üretiminin artışı kolonideki birey sayısının belli seviyeye yükselmesiyle sağlanabilmektedir. Bal verimi ortalamasının ülke genelinde düşük olmasının önemli bir sebebinin geç çiçeklenen bitkilerin yoğunluğundaki eksikliklerdir.

Yöremizde geç çiçeklenen geven bitkisi sayısının eski dönemlere göre yükseldiği ifade edilmektedir. Geçmiş zamanlarda geven bitkisi köylüler tarafından hem hayvan yemi olarak kullanılmış hem de yakacak ihtiyacı için bulunduğu ortamdan sökülüştür. Ancak nüfusun azalması, evde ekmek pişirilmesi gibi adetlerin giderek terk edilmesi gibi nedenlerle gevenin ve diğer çalı formlu bitkilerin köylüler tarafından baskılanması da azalmıştır. Ballı orman altı bitkilerinin yoğunluğunun artırılması için geven, kekik türleri ve diğer geç çiçeklenen bitkilerin tohumlarının doğaya bırakılması yayılım alanlarının genişletilmesine katkı sağlayabilir.

Arı otu (*Phacelia* spp. / *Tanacetifolia* benth) bitkisini hem yem bitkisi hem de nektar kaynağı olarak kullanılabilir (Korkmaz 2009, Özkan 2014). Bu konuda çiftçilerimiz bilinçlendirilmeli ve teşvik edilmedir. Teşviklerin içerisinde mutlaka tohum üretimi de bulunmalıdır. Tohuma erişimin sağlanması önemli bir teşvik kalemi olacaktır. Yem bitkilerinin yetiştirilmesinde tohum desteğinin sağlanmasının yanı sıra ormanların yetiştirilmesinde tohumların doğaya bırakılmasına ağırlık verilerek, bal ormanlarının kurulmasında kullanılacak çeşitlerin fidanlarının üretilmesi ve dikilmesi faaliyetlerine ağırlık verilmesi gerekmektedir. Böylece doğada tohumdan çoğalabilecek türlerin daha geniş alanlara dağılması sağlanırken; çimlenme engelinin olduğu türlerin fidanlarının yetiştirilmesine kaynak ve işgücü aktarımı sağlanabilir.

Ayrıca ilimizde yetiştirilen yoncalar (*Medicago sativa*) çiçeklenme dönemi sona ermeden biçilmektedir. Böyle olduğu durumlarda arılar nektar kaynağından mahrum kalmaktadır. Çiçeklenme

DERLEME / REVIEW

döneminin sonlanmasının beklenmesinin yıl içindeki hasat sayısını düşüreceği endişesiyle, erken biçim gerçekleşmektedir. Bundan dolayı yoncayı erken hasat etmeyip vejetasyon döneminin sonunu bekleyen çiftçilere devletçe ilave teşvik sağlanmalıdır.

Ziraat ile arıcılık ayrı faaliyet alanları değildir. Yukarıdaki örnekte olduğu gibi çiftçiler sadece kendi menfaatlerine uygun şekilde tarımsal faaliyette bulunmamalıdır. Devlet hem teşvik politikasıyla hem de öncülük ederek sosyal devlet olmanın gereğini yerine getirmelidir. Macar fiği (*Vicia pannonica crantz*), yonca (*Medicago sativa*) ve aspir (*Carthamus tinctorius*) gibi bitkilerin ekimi konusunda eğitim, alım garantisi, tohum tedariki ve makine desteği gibi ek desteklemeleri hayata geçirmelidir. Böylece kültür bitkileri ile de sürdürülebilir arıcılık faaliyeti desteklenmiş olur.

Sonuç

Sosyal devletin, temel hedefi insan onuruna yaraşır asgari bir yaşam standardı sağlayabilmek için vatandaşlarının ekonomik durumlarını yükseltici tedbirler almaktır. Anayasamızda sosyal devlet olmanın gereklerinden birisi olarak hayvansal ve tarımsal üretimi arttıracak tedbirlerin hayata geçirilmesine vurgu yapılmıştır. Hayvansal üretimin artırılmasının yolu öncelikle bitkisel üretimin artırılmasıdır. Böylece hayvancılığın önemli bir girdi maliyeti olan yiyecek ihtiyacı karşılanmış olur.

İnsanlar bakımından da önemli bir gıda kaynağı teşkil eden bitkilerin pek çoğunun tozlaşmasında arıların temel rolü vardır. Arıcılık faaliyetlerinin desteklenmesi bitki üretiminin sürdürülebilirliği konusunda hayati önemdedir. Unutulmamalıdır ki tükettiğimiz her üç lokmadan birinde arıların katkısı bulunmaktadır (Eroğlu BOEP 2013-2017). Bu kadar hayatiyete sahip bir sektöre de devletin desteği, arıcılığın sağladığı katkıyla orantılı olmalıdır. Bal ormanları yetiştirilmesi bu minvalde önemli bir başlangıçtır.

Ayrıca ormanların geliştirilmesi devletin hedefleri arasındadır. Hem orman varlığını arttırmak hem de eş zamanlı olarak arıcılık bakımından önemli ballı nektarlı bitkilerin yetiştirilmesi mümkündür. Optimum bal ormanlarının var olması için sadece ağaçların değil orman altı bitkilerin yetiştirilmesi de gerekmektedir. Gerçekten bal ormanlarının nitelikli kılınabilmesi ve sürdürülebilir arıcılık için yapılması gerekenler vardır. Öncelikle bal ormanları biyoçeşitliliğe uygun şekilde tesis edilmelidir. Her bölgeye; iklim ve toprak yapısına uygun ağaç ve orman altı bitkilerinin dikilmesi sağlanmalıdır.

Erzincan için *Gleditsia triacanthos*, *Koelreuteria* spp. ve *Sophora japonica* ağaçlarından yararlanılabilir. Ayrıca geven (*Astragalus* spp.), kekik (*Thymus* spp.) ve Taş yoncası (*Melilotus* spp.) gibi hem geç çiçeklenen hem de nektar verimi yüksek türlerin (Cengiz 2018, Cengiz ve Tunç 2021) yaygınlaştırılması gerekir. Yetiştirilecek bitkilerin seçimi ve hasat zamanlarının düzenlenmesi, arıcılık faaliyetleri açısından yadsınamaz öneme sahiptir.

Gerçekten de basit tedbirler ile bal üretimimizi arttırmak mümkündür. Çiftçiler ballı-nektarlı bitkiler konusunda teşvik edilebilir. Örneğin macar fiği (*Vicia pannonica crantz*), yonca (*Medicago sativa*) ve aspir (*Carthamus tinctorius*) gibi bitkilerin ekimi arıcılığı teşvik etmek bakımından önemlidir. Türkiye bal üretimi konusunda dünyada önde gelen ülkelerden birisidir. Alınacak basit tedbirler ile dünya lideri olmamız ve sürdürülebilir arıcılık başarısı yakalamamız mümkündür.

Mali Kaynak: Bu çalışma için sağlanmış mali kaynak bulunmamaktadır.

Etik Belgesi: Bu çalışma için etik belgesi gerekli değildir.

Teşekkür: Fidan dikmeyi sevdiiren ve arılarla tanışmama vesile olan büyükbabam Ormancı Mehmet ETGÜ'ye ithaf olunur.

KAYNAKLAR

- Ábri T, Keserü Z, Rásó J, Rédei K. Stand structure and growth of *Robinia pseudoacacia* 'Jáskiséri' – 'Jáskiséri' black locust Journal of Forest Science. 2021; 67(10):489–497, doi.org/10.17221/57/2021-JFS
- Altuntaş E. Bal ormanının ikincisi kuruluyor. Aksaray Egemen Gazetesi. Aksaray, 19.04.2017, <http://aksarayegemengazetesi.com/Bal-ormaninin-ikincisi-kuruluyor-haber-12707>, (Erişim tarihi 29.04.2022).
- AOÇ Atatürk Orman Çiftliği. Güvey kandili. Ankara, Tarih belirtilmemiş, <https://www.aoc.gov.tr/Portal/BitkiselUretimler/guvey-kandili/89>, (Erişim tarihi: 15.11.2021).
- Aslan M, Akan H. A study of natural woody plants of forest in Şanlıurfa–determination of detection and landscape values of parks and garden plants Biological Diversity and Conservation, 2019; 12(1):50-65. <http://dx.doi.org/10.5505/biodicon.2019.43433>

- Ballı *Sophora japonica* (Japon Soforası) bal bitkisi. 14 Nisan 2021, <https://www.ballibitkiler.com/sophora-japonica-japon-soforasi-bal-bitkisi.html>, (Erişim tarihi 27.04.2022).
- Blair RM. *Gleditsia triacanthos* L.-Honeylocust, In: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., technical coordinators. Silvics of North America. Volume 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 1990; (2):358-364, https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654/volume_2/gleditsia/triacanthos.htm, (Erişim tarihi 31.03.2022).
- BOEP 2013-2017 T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Ankara, Bal Ormanı Eylem Planı 2013-2017;1-136 [https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Bal%20Orman%C4%B1%20Eylem%20Plan%C4%B1%20\(2013-17\).pdf](https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Bal%20Orman%C4%B1%20Eylem%20Plan%C4%B1%20(2013-17).pdf), (Erişim tarihi 24.03.2022).
- BOEP 2018-2023 T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Ankara, Bal Ormanı Eylem Planı 2018-2023;1-149, [https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Dokumanlar/Bal%20Orman%C4%B1%20Eylem%20Plan%C4%B1%20\(2018-2023\).pdf](https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Dokumanlar/Bal%20Orman%C4%B1%20Eylem%20Plan%C4%B1%20(2018-2023).pdf), (Erişim tarihi 11.02.2022).
- Borum AE. Güney Marmara Bölgesi'nde arıcılık anket çalışması U. Arı D. - U. Bee J. 2017; 17(1):24-34, doi.org/10.31467/uluaricilik.373727.
- Canbolat Ö, Kalkan H, Filya İ. Yonca silajlarında katkı maddesi olarak gladiçya meyvelerinin (*Gleditsia triacanthos*) kullanılma olanakları Kafkas Univ Vet Fak Derg. 2013; 19(2):291-297, DOI: 10.9775/kvfd.2012.7710.
- Cengiz MM, Arıcılık ve organik bal üretimi için Narman (Erzurum, Türkiye) doğal meralarında ballı bitki potansiyeli. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Derg. 2018; 8(2):358-364, DOI: 10.17714/gumusfenbil.371886.
- Cengiz MM, Dülger C. 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. 2018; 13(1):19-27, DOI: 10.17094/ataunivbd.309110.
- Cengiz MM, Tunç MA. Distribution of some important honey plants visited by honey bees for feeding purposes in Narman (Erzurum, Turkey) natural pasture vegetation. GSC Biological and Pharmaceutical Sciences, 2021; 17(3): 217-222, Article DOI: 10.30574/gscbps.2021.17.3.0368.
- Clinch PG, Palmer-Jones T, Forster IW. Effect on honey bees of nectar from the yellow kowhai (*Sophora microphylla* Ait.) New Zealand Journal of Agricultural Research 1972; 15(1):194-201, <https://doi.org/10.1080/00288233.1972.10421295>.
- Çalışkan O, Keleşoğlu S, Özdemir F, Polat Ö, Utlı E, Budak U, vd. Cebeci yerleşkesi bitki envanteri. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Bilimsel araştırma projesi sonuç raporu, Ankara, 2016. p. 38. https://dspace.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12575/72180/proje_rapor.pdf?sequence=1&isAllowed=y, (Erişim tarihi: 15.05.2022).
- Çevrimli MB, Sakarya E. Arıcılık ekonomisine giriş ve saha verileri ile bir değerlendirme Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni Bulletin of Veterinary Pharmacology and Toxicology Association ISSN: 1309-4769, 2019; 10(1): 40-48. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/vetfarmatoksbul/ten/issue/46276/581462>, (Erişim tarihi 30.03.2022).
- Denler. How to improve the bee pasture: the Japanese Sophora-tree (*Sophora japonica*, L.) The British Bee Journal, 21 February 1889; 348(XVII): 86-87. https://books.google.com.tr/books?id=f6pAAQAAMAAJ&pg=PA86&dq=sophora+japonica+for+bees&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwiAirqk_7D3AhWASPEDHUUpDA-oQ6AF6BAGJEAI#v=onepage&q=sophora%20japonica%20for%20bees&f=false, (Erişim tarihi 26.04.2022).
- Doğan H. *Gleditsia triacanthos* (Gladiçya). Kocaeli bitkileri. 13 Ocak 2022. <https://kocaelibitkileri.com/gleditsia-triacanthos/>, (Erişim tarihi: 17.04.2022).

DERLEME / REVIEW

- Eat. Black locust: a widespread and nifty native plant. <https://eattheplanet.org/black-locust-a-widespread-native-plant/>, 5 December 2021, (Erişim tarihi: 15.05.2022).
- Ebben *Gleditsia triacanthos* f. inermis, Aspects, Undated, <https://www.ebben.nl/en/treeebb/gltinerm-gleditsia-triacanthos-f-inermis/>, (Erişim tarihi: 17.04.2022).
- Elton C. Honey from *Ailanthus*, Nature: 2925, 20 January 1945:81-81. in. <https://www.nature.com/articles/155081a0.pdf> f, (Erişim tarihi 01.04.2022).
- Eroğlu V. Arı, Yararlandığı hiçbir kaynağı tüketmeyen tek varlıktır. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Ankara, Bal Ormanı Eylem Planı 2013-2017;3-3, [https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Bal%20Orman%C4%B1%20Eylem%20Plan%C4%B1%20\(2013-17\).pdf](https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Bal%20Orman%C4%B1%20Eylem%20Plan%C4%B1%20(2013-17).pdf), (Erişim tarihi 24.03.2022).
- Farkas Á, Zajác E. Nectar Production for the Hungarian Honey Industry. The European Journal of Plant Science and Biotechnology 2007; 1(2):125-151. http://fts.z.pte.hu/docs/farma/file/Nectar_and_honey_production_Hungary.pdf, (Erişim tarihi 27.04.2022).
- Fidan Fidan İstanbul, Sofora ağacı Macar Akasyası *Sophora japonica*, 80-100 cm, Saksıda, Tarih belirtilmemiş, https://www.fidanistanbul.com/urun/3242_sofora-aac-macar-akasyas-sophora-japonica, (Erişim tarihi 26.04.2022).
- Göze A. Siyasal Düşünceler ve Yönetimler, 17. bs, Beta İstanbul 2017, 447-447.
- Gündüz FE, Çebi Buğdaycı MÖ. Sosyal devlet ilkesinin gereği olarak kamuda istihdam zorunluluğu Erciyes Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi. 2021; 16(1):183-233. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eruhfd/issue/62059/929288>, (Erişim tarihi 30.03.2022).
- Hitchcock AS, Standley PC. Flora of the district of Columbia and Vicinity contributions from the United States National Herbarium, Department of Botany, Smithsonian Institution, 1919; 21:3-329. <http://www.jstor.org/stable/23492339>, (Erişim tarihi 12.04.2022).
- Kara Y, Şahin H, Kolaylı S. Geographical fingerprint of astragalus (*Astragalus microcephalus willd.*) honey supplied from Erzincan region of Turkey U.Arı.D.-U.Bee.J. 2020; 20(2):123-131, DOI: 10.31467/uluaricilik.722696
- Karadeniz 10 dönüme 1360 kg bal verimi sağlayan kıymetli ağaç, Karadeniz ekspres haber sitesi, 27 Şubat 2021, <https://www.karadenizekspres.com/10-donume-1360-kg-bal-verimi-saglayan-kiymetli-agac/25997/>, (Erişim tarihi 26.04.2022).
- Katalog AOÇ. Atatürk Orman Çiftliği. Sofora, "Bitkisel üretim kataloğu" Ankara, s.42-42, <https://www.aoc.gov.tr/EDergiler/BitkiselUretimlerKatalog/BitkiselUretimlerKatalog.pdf>, (Erişim tarihi: 24.04.2022).
- Kaya M. Erzincan iklim ve meteoroloji verileri Tesisat Mühendisliği Dergisi, Temmuz-Ağustos 2011; 16(124):34-42, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/a2cdf81860c9093_ek.pdf, (Erişim tarihi: 17.05.2022).
- Koday Z, Karadağ H. Türkiye'deki arıcılık faaliyetleri ve bal üretiminin bölgesel dağılımı (2007-2018) Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2020; 24 (1): 495-510.
- Korkmaz A. Anlaşılabilir arıcılık, Samsun Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü yayını, Samsun 2013:1-344, https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/anlasilabilir_aricilik.pdf, (Erişim tarihi 08.12.2021).
- Korkmaz A. Arıotu yetiştiriciliği, Samsun Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü yayını, Samsun 2009:1-34, https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/ari_otu_yetistiriciligi.pdf, (Erişim tarihi 28.04.2022).
- Milliyet Milliyet Gazetesi, Bal ağacı (*Sophora japonica*) nedir? özellikleri nelerdir? 10.11.2021, <https://www.milliyet.com.tr/pembenar/bal-agaci-sophora-japonica-nedir-ozellikleri-nelerdir-6639162>, (Erişim tarihi 24.04.2022).
- Nesom G. Plant guide: honey locust *Gleditsia triacanthose* L. Contributed By: USDA NRCS

- National Plant Data Center & the Biota of North America Program, BONAP, North Carolina Botanical Garden, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina, USA, Undated, https://plants.sc.egov.usda.gov/DocumentLibrary/plantguide/pdf/pg_gltr.pdf, (Erişim tarihi: 17.05.2022).
- OGM Orman Genel Müdürlüğü. Orman Amenajman Yönetmeliği, 05.02.2008 tarihli ve 26778 sayılı Resmi Gazete, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/02/20080205-15.htm>, (Erişim tarihi: 11.02.2022).
- Orwa C, Mutua A, Kindt R, Jamnadass R, Simons A. *Sophora japonica* Japanese pagoda tree Fabaceae – Caesalpinioideae. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. 2009, http://apps.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Sophora_japonica.PDF, (Erişim tarihi 28.04.2022).
- Özkan U, Arı Otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nin Önemi, Yetiştirilmesi, Ülkemizde ve Dünyada Yapılan Çalışmalar, Ziraat Mühendisliği Dergisi, Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği yayını, 2014; (361):38-42, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/>, (Erişim tarihi 28.06.2022).
- Pirim L, Çan MF, Sönmez MM. Bingöl arıcılık raporu, Sektörel araştırmalar serisi-4, Bingöl 2011:1-38, https://fka.gov.tr/sharepoint/userfiles/Icerik_Dosya_Ekleri/FKA_ARASTIRMA_RAPORLARI/B%C4%B0NG%C3%96L%20ARICILIK%20RAPORU.pdf, (Erişim tarihi 29.04.2022).
- Popescu A, Dinu TA, Stoian E, Şerban V. Honey production in the European Union in the period 2008-2019- a statistical approach Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development 2021; 21(2):461-473. PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952.
- Rédei K, Ábri T, Szabó F, Keserű Z. Yield table for selected black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) cultivars. ACTA AGRARIA DEBRECENIENSIS 2021 (1): 193-199, DOI:10.34101/ACTAAGRAR/1/8854.
- Rédei K, Csiha I, Keserű ZS, Kamandiné Végh Á, Györi J. The Silviculture of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary: a Review. SEEFOR, December 2011; 2(2):101-107.
- Saleh E.A.A. Bazı peyzaj bitkilerinde ağır metal birikiminin belirlenmesi. Kastamonu Üniversitesi, FBE, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tez no: 507098, Kastamonu, 2018, (erişim tarihi 17.02.2022), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Saner G, Adanacioğlu H, Naseri Z. Türkiye’de bal arzı ve talebi için öngörü Tarım Ekonomisi Dergisi. 2018; 24(1):43-52, doi.org/10.24181/tarekoder.449992.
- Schissler D. Honey bees pollinating *Koelreuteria paniculata* (Goldenrain Tree), Filmed at the Arnold Arboretum, Boston MA, 13 Temmuz 2017, https://www.youtube.com/watch?v=w_cJLsQIGLE, (Erişim tarihi: 15.05.2022).
- Selvi S. Egzotik nektar deposu sofora U. Arı D. - U. Bee J. 2012; 12(3):106-108, <https://dergipark.org.tr/tr/download/issue-full-file/51938>, (Erişim tarihi: 24.04.2022).
- Shadow RA. Plant fact sheet: honey locust *gleditsia triacanthose* L. Contributed by: USDA NRCS East Texas Plant Materials Center, USDA/NRCS East Texas Plant Materials Center, Nacogdoches, TX, USA, undated, https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_PLANTMATERIALS/publications/etpmcfs8420.pdf, (Erişim tarihi: 17.05.2022).
- Sıralı R, Maraz Z, Aksoy D. Türkiye arıcılığının 1935 yılından 2015 yılına kadar değerlendirilmesi U. Arı D. - U. Bee J. 2018; 18(1):52-62, doi.org/10.31467/uluaricilik.427590.
- Sıralı R. Türkiye’de önemli bal üretim bölgeleri Arıcılık Araştırma Dergisi, Arıcılık Araştırma Enstitüsü, Ordu 2009; (1):16-20, <https://dergipark.org.tr/tr/download/issue-full-file/28103> (Erişim tarihi 01.04.2022).
- Sophora japonica* (Macar Akasyası) tohumu çimlendirme. 15 Nisan 2021, <https://www.ballibitkiler.com/sophora-japonica-tohumu-cimlendirme.html>, (Erişim tarihi: 15.11.2021).

DERLEME / REVIEW

- Sorkun K. Türkiye'nin nektarlı bitkileri, Polenleri ve Balları, 1. bs, Palme Ankara 2008, 284-284.
- SOY 2019.T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2019 Türkiye Raporu. Ankara, Kasım 2022; s.69-126. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/SurdurulebilirOrmanYonetimi/2019%20SOY%20K.G%20T%3%9CRK%4%B0YE%20RAPORU.pdf>, (Erişim tarihi: 09.02.2022).
- Sönmez T, Gencal B. Bursa orman bölge müdürlüğü sınırlarında bulunan bazı odunsu bitki türleri ile kurulabilecek potansiyel bal ormanı alanlarının belirlenmesi Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 2019; 20(2):156-163, DOI: 10.17474/artvinofd.486880.
- Sweet H. Honey locust, menacing thorns protecting a sweet treat. <https://eattheplanet.org/honey-locust-menacing-thorns-protecting-a-sweet-treat/>, April 29, 2020, (Erişim tarihi: 22.04.2022).
- T.C. Türkiye Cumhuriyeti. 1982 Anayasası, <https://www.mevzuat.gov.tr/#anayasa>, 1982, (Erişim tarihi: 15.11.2021).
- TEPGE 2021. Ürün raporu arıcılık 2021, Haz.: Volkan Burucu, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), Ankara Mart 2021, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%3%9Cr%3%BCn%20Raporlar%4%B1/2021%20%3%9Cr%3%BCn%20Raporlar%4%B1/Ar%4%B1c%4%B1%4%B1k%20%3%9Cr%3%BCn%20Raporu%202021-320%20TEPGE.pdf>, (Erişim tarihi: 09.02.2022).
- Thompson GL. Golden-rain tree (*Koelreuteria paniculata*), Channel name: Plant Sleuth, Plant profile video for Iowa State University, Department of Horticulture class HORT 240, Image credits: Marcus Jansen and Grant L. Thompson, 4 Aralık 2020, <https://www.youtube.com/watch?v=MxaiRctPHQ0> (Erişim tarihi: 21.06.2022).
- Tosun M. Eski bakanlardan Adnan Kahveci'nin sır ölümünün üzerinden 28 yıl geçti, AA. Anadolu Ajansı, 04.02.2021, <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/eski-bakanlardan-adnan-kahvecinin-sir-olumunun-uzerinden-28-yil-gecti/2133450>, (Erişim tarihi 27.04.2022).
- Turna T. Tohumlarda çimlenme engelleri ve giderilmesi işlemleri. KTÜ, Powerpoint sunumu, 2017-2018; s.1-58, https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/silvikultur_32dd1.pdf, (Erişim tarihi: 14.05.2022).
- TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu. "Arıcılık". "İstatiksel Tablolar" in. "Hayvansal Üretim İstatistikleri (Yıllık)" 09 Şubat 2022, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>, (Erişim tarihi 10.02.2022).

BIOSECURITY AND GOOD BEEKEEPING PRACTICES IN BEEKEEPING

Arıcılıkta Biyogüvenlik ve İyi Arıcılık Uygulamaları

Ayşe Ebru BORUM

Balıkesir University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology, Balıkesir, TURKIYE, Corresponding author / Yazışma yazarı: ebruborum@balikesir.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-6916-8982.

Geliş Tarihi / Received: 15.09.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 20.10.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1175874

ABSTRACT

Biosecurity measures in beekeeping (BMBs) include measures taken to prevent the spread of diseases by minimizing the movement of microorganisms and pests in the apiary, preventing diseases and pests in the environment from reaching the apiary or reducing their effects. Biosafety principles aim to prevent infectious factors from entering the apiaries and spreading by humans, bees, feed, and technological systems in order to prevent them from adversely affecting bee health or honey quality. Good beekeeping practices (GBP) prevent or minimize the entry of important bee diseases and pests into the apiary and the spread between colonies and apiaries. Prevents negative effects on bee health, honey safety, honey quality, and production efficiency. BMBs can be effective if GBPs are implemented. In this study, it is aimed to provide information about bee health, protection from bee diseases, preventing the spread of diseases and pests among other colonies and apiaries in the same apiary, biosecurity and good beekeeping practices necessary to obtain quality and reliable bee products.

Keywords: Biosecurity measures in beekeeping (BMBs), Good beekeeping practices (GBP), Honey bee

ÖZ

Biyogüvenlik uygulamaları, arılıktaki mikroorganizma ve zararlıların hareketini en aza indirerek hastalıkların yayılmasını önlemek ya da çevrede görülen hastalık ve zararlıların arılığa ulaşmasını engellemek ya da etkisini azaltmak için uygulanan tedbirleri içerir. Biyogüvenlik ilkeleri, arı sağlığının veya bal kalitesinin olumsuz etkilenmesini önlemek için, bulaşıcı etkenlerin arılıklara girmesini, ayrıca insan, arılar, yem, teknolojik sistemler tarafından yayılmasını önlemeyi amaçlamaktadır. İyi arıcılık uygulamaları önemli arı hastalık ve zararlıların arılığa girişini, koloniler veya arılıklar arası yayılmayı önler ya da minimize eder. Arı sağlığı, bal güvenliği, bal kalitesi ve üretim verimliliği üzerindeki olumsuz etkileri önler. Biyogüvenlik uygulamaları (Biosecurity measures in beekeeping-BMBs) iyi arıcılık uygulamalarının (Good beekeeping practices-GBPs) yapılması durumunda etkili olabilir. Bu çalışmada, arı sağlığı, arı hastalıklarından korunma, arılık içi ve arılıklar arasında hastalık ve zararlıların yayılmasını önlemek, kaliteli ve güvenilir arı ürünleri elde etmek için gerekli biyogüvenlik ve iyi arıcılık uygulamaları hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arıcılıkta Biyogüvenlik Önlemleri, İyi Arıcılık Uygulamaları, Bal arısı

DERLEME / REVIEW

GENİŞLETİLMİŞ TÜRKÇE ÖZET

Amaç: Biyogüvenlik, hayvanlara ve hayvanlar arasında bulaşıcı hastalık bulaşma risklerini azaltmak için tasarlanmış bir dizi önleyici tedbirdir. Aynı zamanda biyogüvenlik, sağlıklı ve biyolojik olarak sağlıklı hammadde ve hayvansal kaynaklı gıda maddelerinin üretimi için önemli bir gerekliliktir. Arıcılıkta biyogüvenlik ise arılardaki zararlı veya hastalıkların başlaması ve yayılması riskini azaltmak için tasarlanmış önlemlerdir. Biyogüvenlik uygulamaları, arılıktaki mikroorganizma ve zararlıların hareketini en aza indirerek hastalıkların yayılmasını önlemek ya da çevrede görülen hastalık ve zararlıların arılığa ulaşmasını engellemek ya da etkisini azaltmak için uygulanan tedbirleri içerir. Biyogüvenlik ilkeleri, arı sağlığını veya bal kalitesini olumsuz etkilemesini önlemek için bulaşıcı etkenlerin arılıklara girmesini, ayrıca insan, arılar, yem, teknolojik sistemler tarafından yayılmasını önlemeyi amaçlamaktadır. Biyogüvenlik uygulamaları (Biosecurity measures in beekeeping-BMBs) iyi arıcılık uygulamalarının (Good beekeeping practices-GBPs) yapılması durumunda etkili olabilir. İyi arıcılık uygulamaları, arıların insanlar, bal arıları ve çevre için optimal sağlığı elde etmek için uyguladıkları bütünleştirici faaliyetlerdir. Bu nedenle, GBP'lerin uygulanması koloni sağlığı ve toplumu üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Ayrıca yüksek üretim standartlarını destekler. Bu tür uygulamalar arıcılık faaliyetleri için geçerli genel önlemlerdir ve dünya çapında kabul görmektedir. Hastalığa özgü değildirler ve arıcılar tarafından kovan ürünlerinin birincil üretiminde uygulanmaları amaçlanmıştır. Arıcıların günlük arıcılık yönetiminde karşılaştıkları zorlukları başarıyla çözmelerini sağlar. GBP'ler genel arıcılık yönetimi, veteriner ilaçları, genel hastalık yönetimi, hijyen, arı besleme ve sulama, kayıt tutma ve eğitim başlıkları altında sınıflandırılır. Bu çalışmada BMBs ve GBPs uygulamaları anlatılmıştır.

Tartışma: Başarılı bir arıcılık için biyogüvenlik şarttır. Bal arılarının ve tüm bal arısı endüstrisinin korunmasında arıcılara önemli görevler düşmektedir. Bal arısı biyogüvenliği, bal arılarını zararlıların girişinden ve yayılmasından korumak için tasarlanmış bir dizi önlemdir. Bal arısı biyogüvenliği, her arıcının, arılığı ziyaret eden ziyaretçilerin veya arılıkta çalışan her kişinin sorumluluğundadır. Arıcılar ve çalışanları hastalık ve zararlı önleme, ayırt etme ve kontrolü konularında mutlaka gerekli eğitimleri almış olmalıdırlar. Arıcılar önceden plan yapmalıdır. Böylece bir hastalık veya zararlı tespitinde

yapılması gerekenleri bilirler. Tüm arıcılar bir biyogüvenlik planı yazmalı ve durumları değiştiğinde bunu düzenli olarak güncellemelidirler. Arıcının bireysel biyogüvenlik önlemleri, kendi arılığına yakın ve çevre bir bölgedeki diğer arıcılarla işbirliği yaparak geliştirilebilir. Böylece, bir bölgedeki tüm arılıklara yönelik biyogüvenlik tehditleri minimize edilebilir. Arılık biyogüvenliğinin bölgesel düzeyde desteklenmesi, bölgedeki diğer tehditlerin potansiyel kaynağı ve doğasının anlaşılması sonucu daha etkili mücadele ve korunma sağlar. Arılığa yakın bölgelerdeki arılıklar, yabancı koloniler ve kayıtsız kovanlar, potansiyel biyogüvenlik tehditleridir. Arıların zararlı ve hastalıklara maruz kalması en aza indirilmelidir. Kovanların yağma edilmesini önlemek için arı kolonileri güçlü tutulmalıdır. Arıların yeni bölgelere hareketi, hastalıklara maruz kalınması için yeni riskler oluşturur ve kovanların yer değiştirmesi, mümkün oldukça, minimumda tutulmalıdır. En az bilinen hastalık olan "sıcak noktalar" önlenmelidir. Arılar, yem ve ekipman sadece güvenilir ve saygın kaynaklardan temin edilmelidir. Yeni getirilen arılarda hastalık olmadığından emin olmak için bu arılar satın almadan önce veya getirildikten sonra, diğerlerinden ayrı tutulmalı ve test edilmelidirler. İkinci el ekipmanlar uygulamadan önce sterilize edilmelidir. Arıcılar diğer arıların, alet ve ekipmanlar ya da kendi kovanlarından bala erişmelerine izin vermemelidir. İyi arıcılık uygulamaları, sürdürülebilir ve dayanıklı bir arıcılık sektörünün temelidir. Arılık yönetiminde GBP'lerin günlük olarak uygulanması, birçok olumlu etkiyle sonuçlanır. Maliyeti düşürür, kovan başına daha fazla üretim ve arıcılar için daha yüksek gelir gibi ekonomik faydalar sağlar. Veteriner ilaçlarının daha güvenli kullanılmasını sağlayarak daha iyi güvenlik önlemleri alınır. Ayrıca bu ilaçların kullanımını minimize eder, daha güvenli ve sağlıklı ilaç kullanılarak arı ürünlerinde kalıntı problemini azaltır. Böylece halk sağlığını korur. Daha kaliteli arı ürünleri elde edilmesini sağlar. Bal arılarının genel performansı üzerinde olumlu etki göstererek arı sağlığı ve kaliteli arı ürünü elde edilmesinde önemli rol oynar.

Sonuç: Bölgesel biyogüvenlik önlemleri, potansiyel risk kaynaklarını belirler. Buna uygun önlemler alınmasını sağlar, çevredeki arıcılar ve uzmanlar ile işbirliği yaparak etkili korunma ve mücadele sağlar. Ayrıca potansiyel risk kaynaklarının bulunduğu bölgelerde uygulanan biyogüvenlik önlemleri ile çevre arılıklara yayılımını önler ya da azaltır. Bal arısı biyogüvenlik stratejilerinin uygulanması, bölgesel biyogüvenliğin temelini oluşturur ve bu da

ulusal biyogüvenliği destekler. Arılıklarda, kovanlarda ve bal evlerinde iyi arıcılık uygulamalarını belirlemek, doğrulamak ve uygulamak önemlidir. Bu yönetim stratejileri, her zaman uluslararası işbirliğinin yanı sıra arılıklarda iyi arıcılık uygulamalarının ve biyogüvenlik önlemlerinin geliştirilmesi ve sürdürülmesiyle sağlanır.

INTRODUCTION

Bees play a crucial role in the complex ecosystems. Bees are not the only pollinators, they are one of the most important and effective. They are very important in the pollination of wild species and endemic plants. Bees carry out about 80% of all pollination worldwide. It ensures the growth and development of valuable ecosystems. There are approximately 19,000 species of bees described in the world, and all are grouped under the general term "wild bees", with the exception of the domestic honey bee *Apis mellifera* L. (Thakur 2012).

Biosecurity is a set of preventive measures designed to reduce the risks of transmission of infectious diseases to and between animals. At the same time, biosecurity is an important requirement for the production of healthy and biologically healthy raw materials and foodstuffs of animal origin. Biosecurity in beekeeping is the measure designed to reduce the risk of transmission and spread of pests or diseases to bees. Biosafety practices include measures taken to prevent the spread of diseases by minimizing the movement of microorganisms and pests in the apiary, preventing diseases and pests in the environment from reaching the apiary, or reducing their effects. Biosafety principles aim to prevent the entry of infectious agents into apiaries and to prevent the spread of these agents by humans, bees, feed and technological systems in order to prevent adverse effects on bee health and honey quality. Biosecurity measures in beekeeping-BMBs can be effective if good beekeeping practices (GBPs) are implemented (Hayes 2014, Novak et al. 2015, National Bee Biosecurity Program 2016).

Good beekeeping practices are integrative activities carried out by beekeepers to achieve optimal conditions for honey bees, humans, and the environment. The application of GBPs has a positive impact on colony health and society. It also supports high production standards. GBPs applications are general measures applied in beekeeping activities. It is also accepted worldwide.

They are not disease-specific and are intended for application in the primary production of hive products. It enables beekeepers to successfully solve the difficulties they face in daily beekeeping management. GBPs are classified under the headings of general beekeeping management, hygiene, meeting the food and water needs of bees, veterinary services, general disease management, record keeping, and education. Good beekeeping practices prevent or minimize the entry of important bee diseases and pests into the apiary and their spread between colonies or apiaries. Prevents negative effects on bee health, honey safety, honey quality and production efficiency. It is important to identify, verify and implement good beekeeping practices in apiaries, hives and honey houses. In addition to international cooperation, it is necessary to develop and maintain good beekeeping practices and biosecurity measures in apiaries (Formato and Smulders 2011, FAO 2020, FAO 2021, Tlak Gajger et al. 2021).

Honey bees have been used for years for the production of honey, beeswax, royal jelly, propolis, pollen and poison. In addition, bees are very important for fruit, vegetable, seed production, pollination, protection of wild plant communities and biodiversity (Rose et al. 2014, Pufal et al. 2017, Tlak Gajger et al. 2021).

Biosecurity is essential for successful beekeeping. Beekeepers have important duties in the protection of honey bees and the honey bee industry. Honeybee biosecurity is a set of measures designed to protect honeybees from the introduction and spread of pests and disease agents. Honeybee biosecurity is the responsibility of every beekeeper, visitor to the apiary or anyone working in the apiary. Beekeepers and workers must have received the necessary training on the prevention, discrimination and control of diseases and pests. Beekeepers should plan ahead. Thus, they know what should be applied in the detection of a disease or pest. All beekeepers should write a biosecurity plan and update it regularly as their situation changes (Hayes 2014, Novak et al. 2015, Plant Health Australia 2016).

Individual biosecurity measures can be developed by beekeepers in and around their apiary in collaboration with other beekeepers. Thus, biosecurity threats to all apiaries in a region can be minimized.

Beekeeping biosecurity should be supported at the regional level. Thus, as a result of understanding

DERLEME / REVIEW

the potential source and nature of threats in the region, more effective struggle and protection are provided. Beehives, wild colonies and unregistered hives in areas close to beehives are potential biosecurity threats. Exposure of bees to pests and diseases should be minimized. Bee colonies must be kept strong to prevent the hive from being plundered. Moving bees to new areas create new risks for diseases and pests. Therefore, the displacement of the hives should be kept to a minimum as possible. The bees that make up the colony and the food and equipment used in the apiary should only be obtained from reliable sources. Used equipment must be sterilized before use. Other bees in the apiary should not be allowed access to tools, equipment or honey used in new hives (Chauzat et al. 2013, Hayes 2014, FAO 2020).

Regional biosecurity measures identify potential sources of risk. It plays a role in taking appropriate measures and cooperates with beekeepers and environmental experts to ensure effective protection and control. In addition, it prevents or reduces its spread to other apiaries in the vicinity with biosecurity measures applied in areas where potential risk sources are located. The implementation of honeybee biosecurity strategies forms the basis of regional biosecurity, which in turn supports national biosecurity (Ahmad et al. 2007, Al-Waili et al. 2012).

Basic principles for biosecurity in beekeeping;

- Reducing bees' exposure to pests and diseases
- Controlling pests and diseases
- Controlling the spread of undetected disease in an apiary
- Keeping accurate records
- Hive and equipment maintenance

Barrier system and recognizing of diseases (Hayes 2014, FAO 2020, FAO 2021).

Recording:

Good recording is an essential part of any business. Complete records of all actions and observations related to biosecurity should be kept and maintained. Hive and apiary information must be kept accurately and reliably. Attention should be paid to new, abnormal events and pests in the hive. Photographic and written records of all abnormal situations should be kept.

Sample registration information is summarized in Table 1.

Table-1. Beekeeping registration information*

Tablo-1. Arıcılık kayıt bilgileri

Registration information
Hive number
Queen arrival date
Drugs administered and their dates
Honey chamber date
Honey harvest date and amount
Dates of the occurrence of diseases and pests in the hive
If migratory beekeeping is done, the places and dates visited
The hive used and its features
Syrup/Patties applying dates
If the hive has been united or divided, the origin and dates of the other hives
Colony/Swarm dates imported from abroad and the regions where it was obtained
General climatic conditions and data
Information about beekeepers in the vicinity (approximately 5 km)

*Table information Bal arısı yetiştiriciliği, ürünleri, sağlığı, Dora, 2021, Editörler Ahmet Doğanay Levent Aydın, Bölüm Genel Arıcılık, Kovan Kaydı Tutma, Levent Aydın, (67-68)

Responsibilities of Beekeepers in Biosafety Practices

Beekeepers must be registered with national public and private institutions. Up-to-date records with beekeepers and contact information are required. Thus, an emergency disease or emergency can be informed quickly. It is very important to have up-to-date registration and contact information to be informed about decisions regarding disease control

and eradication. Beekeepers should report the notifiable diseases in national legislation. It is important to report these diseases in a short time in order to control and eliminate the diseases that need to be reported. Apiary areas should be determined. Identifying apiary areas with clearly visible signs with contact information will enable the beekeeper to be reached quickly in case of a natural disaster emergency or other potential threat to bees. Hives should be inspected regularly for pests and diseases. All beekeepers should take precautions to minimize the risk of spreading pests and diseases both in their own apiary and in that of other beekeepers. Beekeepers should regularly check their hives for pests and diseases. Beekeepers must control or eliminate pests and diseases and manage weak hives. If a beekeeper detects pests or diseases in a hive, he or she should take precautions for infected hives and prevent their spread to other hives and surrounding apiaries. Robbery is very effective in the spread of infectious diseases. In order to prevent weak hives from being robbed by other bees, these hives should be immediately removed from the apiary or controlled to prevent robbing. The hive and the honey in the hive should be brought to a state where robber bees cannot enter. If the pest or disease is a notifiable disease, it should be controlled or eliminated in accordance with legislation. Beekeepers should have minimal knowledge of distinguishing and controlling pests and diseases. All people working with bees should know how to distinguish between pests and diseases in their hives. They should have up-to-date information on combating and controlling pests or diseases detected. Hives should be properly arranged and marked. Hives should be kept strong to minimize the risk of disease spreading. Beekeepers should make sure that the outer surfaces of each hive are solid and that the flight hole is designed to a standard. Beekeepers should not allow hives or equipment to be exposed or neglected. Pests and diseases spread as a result of the robbery of exposed hives. In addition, clean and safe water should be kept in the apiaries for the water needs of the bees. Beekeepers should apply a barrier system. The main route of disease spread in an apiary or between apiaries occurs when the beekeeper transfers infected materials between hives before disease symptoms are detected. A well-controlled barrier system prevents the source of disease and its potential spread. This will make it easier to control and eliminate the disease. The

barrier system is a method in which apiaries are divided into smaller subunits and no transfer of potentially infected materials is made between subunits. Hives and hive components in one subunit are not interchangeable with those in another subunit. The larger the apiary, the more important the barrier system, but how the barrier system should be conducted will depend on the apiary-specific conditions (AVMA 2017, Hayes 2014, FAO 2020, FAO 2021).

Beekeepers should maintain biosafety records. It is essential for good beekeeping and good record keeping for good biosecurity. Actions, controls, practices and struggles should be recorded. Good biosecurity is the common responsibility of all beekeepers.

Investigation and Measures to be Taken for Bee Pests and Diseases

Regular monitoring is an essential part of honeybee biosecurity practices. Practising good sanitation and hygiene will help prevent pests and diseases from entering, settling and spreading in apiaries. Workers, visitors, vehicles and equipment can spread diseases and pests. For this reason, it should be ensured that they are clean and hygienic before entering and leaving the apiary. The health status of the hives, honey bees and their brood should be checked frequently (Plant Health Australia 2016).

It is very important to detect exotic or endemic pests and diseases in a short time. Bees, broods and hives should be inspected regularly to identify signs of pests and diseases. Early detection of exotic pests and diseases ensures rapid control and minimal spread of these pathogens. If it is not possible to destroy or limit the disease or pest, emergency planning, cooperation and information sharing with official institutions and organizations is made if necessary. Early detection and reporting of any pests, diseases or symptoms can prevent or minimize long-term damage to the honeybee industry. It can also reduce the quarantine time of the apiary or apiaries (Formato and Smulders 2011, Novak et al. 2015, National Bee Biosecurity Program 2016).

Diseased hives pose a risk to healthy hives in the apiary and beekeepers in the surrounding area. Beekeeping activities and contaminated hives and equipment are the main reasons for the spread of the disease among hives in an apiary. If an exotic pest or disease is suspected as a result of the examinations, general measures should be taken to

DERLEME / REVIEW

control the pest and disease and to protect the apiary (Plant Health Australia 2016, National Bee Biosecurity Program 2016, Rana and Mishra 2022).

General Precautions

The hive or area where the disease and pest are found should be marked. Human and equipment access to the beehive and surrounding area should be limited. Hands, clothes, equipment and tools in contact with the suspected hive/bees or apiary should be washed and disinfected. Sick or suspicious hives and bees should never be removed from the apiary. Beekeeping activities should be stopped until a definitive diagnosis is made (National Bee Biosecurity Program 2016, Plant Health Australia 2016, FAO 2020).

When a definitive diagnosis is made, the instructions given should be followed. No beehives, honeycombs, bees, machinery, tools and equipment should be removed from the apiary. Entry and exit to the apiary should be restricted. All activities that may affect the apiary in the region and cause the factors to go out of the region are stopped or allowed on a limited basis. People, machines and vehicles in the area are carefully planned withdrawn from the area (Bouga et al. 2011, FAO 2020, FAO 2021).

Methods of protecting bee health

Clean hives and equipments should be purchased. Second-hand hives and equipments should be obtained from beekeepers who regularly control pests and diseases. Before purchasing, it should be noted that the hive and hive equipment are standard and free of pathogens and should be checked if possible. The newly purchased hives should be isolated from the old hives for 6-12 months to ensure that they are healthy. Used beekeeping equipment must be sterilized before being used in the apiary (AVMA 2017, Andrews 2020).

Beekeeping and bee equipment should be cleaned regularly. Before starting to work in the apiary, wax, propolis or honey residues in the hive and other beekeeping equipment should be cleaned regularly. Honey harvest machines, honey containers and other equipment should be cleaned before and after each use. Waste materials must be disposed of appropriately and safely. Residual honey should be removed or covered to prevent the bees from robbing the exposed combs and beeswax. Good hygiene practices should be maintained around the apiary, and wax residues, old honeycombs and old

hives that can attract and harbor pests and diseases should be removed from the apiary (National Bee Biosecurity Program 2016, Plant Health Australia 2016).

Precautions should be taken to protect bee health. Accurate and reliable information should be obtained about beekeeping, bee diseases and pests. Pest and disease risks should be determined for each apiary, clinical findings should be well known and necessary precautions should be taken. Appropriate measures for pest and disease control should be developed. In addition, all applications and treatment details should be recorded. A barrier management system should be implemented to reduce the risk of pests and diseases spreading within and between the apiaries (AVMA 2017, Andrews 2020).

Regular comb replacement should be done. New wax foundations should be given to the hives for maximum three years. Hives should be left healthy and queen bee should be replaced every two years. Honeycombs should be checked regularly during spring, summer and autumn, and risky, abnormal or adverse conditions should be taken into account (FAO 2020, FAO 2021, Jensen 2022).

For swarming control, suppers, hives and honeycombs should be given to overcrowd colonies, extra queen bee cells should be removed, and the hive should be kept healthy and strong.

One of the important methods of protecting bee health is to conduct regular and conscious hive inspections. Brood, adult and colony examinations should be done regularly in spring, summer and autumn. If the climatic conditions are not suitable and there are people or animals in the environment that will disturb the hive, no control should be made. The activity in the hive should be checked, and it should be determined whether there are dead or flightless bees at the entrance of the hive. In addition, it should be ensured that pollen is brought to the hive. Control records should be kept, and any disease and pest cases or suspicions should be checked. Using too much smoke when opening hives can excite or disturb the bees. While the hives are being examined, one should always act calmly and systematically, and avoid sudden or harsh movements. While the hive is being examined, attention should be paid to the queen bee and no harmful behavior should be done. Propolis extracted from the hive, empty frame, etc. materials should not be left in the apiary, they should be kept in closed environments. Thus, these

materials that can transmit bee diseases and pests can be kept under control (Hayes 2014, Smart et al. 2016, Andrews 2020, FAO 2021).

Precautions to be Considered in Supply of Queen Bee and Worker Bees

To minimize the risk of transmitting pests or diseases to an apiary:

Queen bees and other bees should be sourced from companies that take biosecurity, hygiene, health testing and recording seriously. Queen bees, worker bees and honeycombs with brood supplied from outside should be checked regularly within one month from the date of entry to the apiary. Records should be kept of where the bees, queen bees and brood combs were procured from outside, the date of supply, and the contact information of the company (AVMA 2017, FAO 2021).

Biosecurity signs

Well-designed biosafety signs informing visitors that the biosecurity management of honey bees in the apiary are important and that maintaining it is a shared responsibility. Biosafety signs at apiary entrances should include the beekeeper's name and contact phone number. In cases where the hives are moved to different places, the hives should be marked and placed in the new hive area. Biosafety signs are also important, providing contact information in the event of an emergency such as chemical pesticide application, disease and pest detection, forest fires or flooding. One of these markings is a 600 x 900 mm corflute panel with four holes to be placed on doors to properties or apiaries. The second is an A4 corflute sign that can be fixed to each beehive or moved with each hive section (National Bee Biosecurity Program 2016, Plant Health Australia 2016, FAO 2021). (Figure 1)



Figure 1: Biosecurity sign*

Figür 1: Biyogüvenlik işareti*

*<https://nationalsafetysigns.com.au/safety-signs/honey-bee-biosecurity-sign-en32217/>

Transport of Hives

Moving the hives to different regions for honey flow or pollination causes pests and diseases to spread easily to other regions or apiary areas. The following measures should be taken to reduce this risk.

Hive movements should be minimized. Constant relocation and transportation of hives cause stress in honey bee colonies. Hives, honey and beekeeping equipment should be secured or sealed to prevent robbery by honey bees.

When moving hives to a new site, attention should be paid to disease threats from abandoned and weak hives near the site. Before transporting beehives between regions, information should be given to authorized institutions, and a signed health and transport certificate should be obtained.

It should be informed about the presence of endemic pests and diseases in the region to be visited if possible (National Bee Biosecurity Program 2016, Plant Health Australia 2016, FAO 2020, FAO 2021).

Movement of vehicles, machinery and equipment

Honey and beeswax can adhere to vehicles and all beekeeping equipment, including forklifts, trucks, hive tools and bee boxes can carry pests and diseases. Then pests and diseases can spread and infect another apiary (National Bee Biosecurity Program 2016, Plant Health Australia 2016, Andrews 2020, FAO 2021).

The risk of pest and disease entry should be reduced through equipment and tools. Especially after visiting other apiaries, vehicle parts should be cleaned and washed from honey, wax and other colony residues. The movement of vehicles inside the apiary should be limited. Borrowed or second-hand beekeeping equipment and machinery must be cleaned and sterilized before being transported to the apiary. All tools and equipment should be cleaned and sterilized regularly, including hive sections, pallets, boxes, gloves and other equipment used in the apiary. Checking and cleaning machinery and equipment is easier and cheaper than dealing with a new pest or disease (National Bee Biosecurity Program 2016, FAO 2020, FAO 2021).

DERLEME / REVIEW

Biosecurity Measures for Significant Infections and Pests in Bees

Most of the bee deaths in the world are caused by *Acarapis woodi*, *Paenibacillus larvae*, *Melissococcus plutonius*, *Aethina tumida*,

Tropilaelaps spp. and *Varroa* spp. (FAO 2020, FAO 2021, TECA 2020).

Biosecurity, protection and control measures for different pests and pathogens are shown in the tables (Table 2-6).

Table-2. Varroosis

Tablo-2. Varroosis

Varroosis (<i>causative agent:</i> <i>Varroa destructor</i>)	
Protective Measures	<ol style="list-style-type: none"> 1. Varroa tolerant/resistant colonies should be selected 2. Varroa control should be done using pollen drawer hives. 3. Bees, brood and swarms, clinical studies of varroa-related diseases (Acute bee paralysis virus (ABPV); Kashmir bee virus (KBV); Israeli Acute Paralysis Virus (IAPV); Deformed wing virus (DWV), Kashmir bee virus (KBV)) should be obtained from colonies without symptoms. 4. The most appropriate treatment should be done considering the ways of transmission of Varroa. 5. The number of Varroa mites should be kept below the harmful threshold in each colony. 6. Good knowledge of the symptoms and transmission routes of varroosis and viruses should be obtained.
Control active/emergency measures	<p>and</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Varroosis should always be treated according to national legislation and regulations. 2. Diagnostic methods such as powdered sugar method, CO2 test, and mite drop should be applied to measure varroa levels after treatments and throughout the year in the spring, at the beginning of the beekeeping season or before harvest. 3. All colonies of the apiary should be treated at the same time and in the same area. 4. Depending on the type of treatment and the product used, colonies should be conditioned prior to treatment to achieve maximum effectiveness. 5. The efficacy of acaricide treatments should be monitored by controlling conditions such as a decrease in varroa, absence of varroa symptoms, and absence of varroa in adult bees after treatment. 6. At least two treatments should be carried out per year. 7. Necessary applications should be made to prevent varroa resistance. 8. The health of drone-producing colonies should be checked, especially for viruses. 9. To control Varroa, preferably organic beekeeping permitted drugs should be used. 10. Sufficient numbers of healthy bee colonies should be supplemented to strengthen weak colonies when the varroa infestation level is too high. 11. The original colony and swarms without offspring should be treated with oxalic or lactic acid.

Table- 3. American foulbrood

Tablo-3. Amerikan Yavru Çürüklüğü

American foulbrood (AFB) (causative agent: *Paenibacillus larvae*)

Control and measures	active/emergency
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ropiness test (toothpick test) should be performed to confirm the clinical outbreak of foulbroods in the apiary. 2. Quick management of affected hives. 3. In asymptomatic colonies, materials such as comb honey and hive waste should be sent to the laboratory for the diagnosis of <i>Paenibacillus larvae</i>. In order to control the infection, <i>P. larvae</i> control should be carried out by taking samples of hive debris from the colonies, adult nurse bees, and honey stored in combs during the winter season. 4. If there is a suspicion of AFB in the apiary, dead bees, hive remains, combs with brood, honey, etc. samples should be taken and sent to appropriate laboratories for diagnosis. 5. When the diagnosis of AFB is confirmed, the brood and combs of all colonies of the affected apiary with or without clinical symptoms should be destroyed. Wax must be handled safely to control the disease. 6. Hives showing clinical symptoms of AFB should be destroyed according to national legislation. 7. All beekeeping equipment such as bee hives, mating boxes, combs, frames, queen cages, etc., of symptomatic colonies should be disinfected or burned. All beekeeping equipment of asymptomatic hives in apiaries diagnosed with AFB should also be disinfected. 8. Asymptomatic colonies in other apiaries of the same beekeeper who are positive for AFB should be checked frequently in terms of clinical findings. 9. Asymptomatic hives with AFB outbreaks should also be tested with a field kit, etc. Samples should be taken from normal and suspicious colonies and sent to the laboratory for the diagnosis of the agent.

DERLEME / REVIEW

Table-4. European foulbrood

Tablo-4. Avrupa Yavru Çürüklüğü

European foulbrood (EFB) (causative agent: *Melissococcus plutonius*)

Control and active/emergency measures

1. Measures should be taken quickly in the affected hives to control the disease.
2. If there is a suspicion of an EFB outbreak in the apiary, clinical findings such as larva and honeycomb appearance should be checked for diagnosis.
3. Samples should be taken from clinically suspicious hives and sent for laboratory diagnosis.
4. Queen bees should be purchased from breeders who do not have EFB and can provide certificates if possible.
5. Applications should be made according to national legislation in hives showing clinical symptoms of EFB.
6. In cases of a clinical epidemic, infected beekeeping equipment such as beehives, mating boxes, combs, frames, queen cages, etc. of EFB symptomatic colonies should be disinfected.
7. When the laboratory diagnosis of *M. plutonius* is positive in asymptomatic colonies and disease symptoms are observed in other hives of the same apiary, hive controls should be increased.
8. In order to diagnose the presence of *M. plutonius* by PCR method or microbial isolation, samples such as brood, adult bee, stored honey, etc. should be taken from asymptomatic colonies during the winter season or in epidemic situations.
9. EFB kit should be applied in the apiary to diagnose clinical EFB outbreak in symptomatic hives.
10. The swarms obtained by the shaking method should be used in infected colonies. If the infection is limited and the cells with a small number of brood are affected, the brood combs should be removed.
11. In cases of clinical outbreaks in the apiary, all beekeeping equipment of EFB-asymptomatic colonies should be disinfected.
12. If there is a sour smell when opening the hive, it should be suspected.
13. For rapid eradication of EFB in the apiary, colonies should be destroyed if less than 20% of the affected colonies are. However, if it is over 20 per cent, economic losses should be prevented by applying the shaking method.

Table-5. Nosemosis

Tablo-5. Nosemosis

Nosemosis (causative agent: <i>Nosema apis</i> or <i>N. ceranae</i>)	
Protective Measures	<ol style="list-style-type: none"> 1. Full and empty combs in beehives with a reduced population, few worker bees or collapsed hives should not be reused. 2. Contamination of water sources in the apiary with feces or dead bees should be prevented. 3. Queens and worker bees should be obtained from breeders who do not contain <i>Nosema</i> spp. 4. If possible, honey bees resistant to <i>Nosema</i> spp. should be selected and raised. 5. Honeycombs in hives with signs of diarrhoea should be removed and destroyed. 6. Diagnosis of nosemosis. Samples should be taken from forager bee honey bees in the early autumn or spring. 7. Appropriate pathogen control should be applied to ensure a proper balance in individuals in the bee colony. 8. Colonies should be strengthened in autumn and spring using stimulant integrators or feed supplements.
Control and active/emergency measures	<ol style="list-style-type: none"> 1. When bees are infected with <i>Nosema</i> spp, the colony should be treated.

DERLEME / REVIEW

Table-6. Aethinosis (small hive beetle)

Tablo-6. Küçük Kovan Böceği

Aethinosis (Small hive beetle [SHB]) (causative agent: *Aethina tumida*)

Protective Measures

1. It should be known about the morphology of SHB eggs, larvae and adults.
2. To detect SHB, knowledge of hive inspection methods should be obtained.
3. Frames, honeycombs and other materials that may be attractive and edible to *A. tumida* should not be left outside the hives.
4. Only healthy and strong colonies should be kept in the apiary.
5. Only young queens with hygienic behavior should be used.
6. Living materials such as hives, queen bees, adult bees, etc. at risk from areas where SHB is or can be found should not be transported to the apiary.
7. Care should be taken that the bees close all the frames in the hive without leaving any empty space.
8. Special traps should be used for rapid visual detection of SHB.
9. The presence of SHB should be checked periodically by taking a sample of hive remains or honey.
10. Materials such as wax, honeycombs, pollen etc. at risk should not be transported to the apiary from areas where SHB is or may be found.
11. Queen-bee excluder should be used to prevent the presence of brood in the upper parts of the hive.

Control and active/emergency measures

1. It should be ensured that the bees close all the frames in the hive. No free space should be left on the SHB. Empty frames should be removed.
2. Frames, combs or other materials that may be attractive and edible to *A. tumida* should not be left outside the hives.

3. Periodic hive inspections should be carried out to detect and eliminate adults and larvae.
4. The movements of the hives should be followed meticulously. The identity of the hives, their date of departure and the exact location should be recorded.
5. Transport conditions should be controlled by properly insulating beekeeping equipment to prevent the spread of SHB during transport.
6. The survival of the SHB eggs and the development of larvae should be prevented by keeping the stock combs in a cold room with a temperature below 10 °C or relative humidity of below 34%.
7. When bees are given pollen, protein feed and supplements, they should be given in small amounts each time so that they can consume them in a short time. These supplements are a good substrate for SHB growth.
8. Only healthy strong colonies should be kept in the apiary.
9. Movements of products and wax should be carefully monitored.
10. Traps should be used to monitor and control the presence of SHB in the apiary.
11. Only young queens with hygienic behavior should be kept.
12. Queen-bee excluder should be used to prevent the presence of brood in the upper parts of the hive.

***Table 2-6 information is taken from TECA 2020 and FAO 2020.**

Biosecurity measures in beekeeping-BMBs can only be useful if good beekeeping practices (GBPs) are applied systematically. Adoption of GBPs helps the beekeeper establish strong and healthy colonies, limit disease and epidemic, and reduce or limit the damage caused by disease (Moritz et al. 2010, FAO 2020, TECA 2020).

Good beekeeping practices are the foundation of sustainable and resilient beekeeping industry. Daily application of GBPs in apiary management result in many positive effects. It reduces costs, and provides economic benefits such as more production per hive and higher income for

beekeepers. Better safety measures are taken by making the safer use of veterinary drugs. It also minimizes the use of these drugs and reduces the residue problem in bee products by using safer and healthier drugs. Thus, it protects public health and provides to obtain better quality bee products. It plays an important role in obtaining bee health and quality bee products by having a positive effect on the general performance of honey bees (Bogdanov 2006, Tomljanović et al. 2012, TECA 2020, de Jongh et al. 2022).

DERLEME / REVIEW

Good Beekeeping Practices

They are integrative activities applied in beekeeping and apiculture by beekeepers to achieve optimal health for humans, honeybees and the environment. GBPs have a positive impact on colony health and society while promoting high production standards (FAO 2021, Rana and Mishra 2022).

1. General Beekeeping Management

1.1. Apiary Management

The flora of the area to be selected as an apiary, its honey and pollen capacity and water resources should be evaluated. Beehives should not be placed in windy areas. There should be no pollutants near the apiary, vehicles should be able to enter the apiary easily, and bees should be able to reach the nectar, pollen and clean water sources easily. Suitable areas should be selected for apiculture controls (FAO 2021). Apiaries should be far from city settlements, traffic and industrial settlements. The number of hives in the apiary should be adjusted according to the season, pollen and nectar sources. Beehives should not be placed in damp areas and directly on the soil. Beekeeping should not be installed on sloping, uneven or slippery areas (FAO 2020, TECA 2020).

The work area in the apiary should be kept clean. Grass in the area should be mowed periodically to reduce hazards such as fire, snakes and ticks. This practice is also important in the early detection of mass bee deaths in the surrounding area (TECA 2020, FAO 2021).

Hive entrances should be placed in such a way that the sun can reach throughout the day, starting from the early hours of the morning. Thus, bees can start their activities as soon as possible, even on cold days. The hives should be placed in such a way as to provide the most suitable working conditions. There should be no tall grass and bushes at the hive entrances (FAO 2020, TECA 2020, FAO 2021).

Beekeeping equipment should not be left abandoned in the apiary. The drifting of bees should be prevented, too many colonies should not be kept in a single row. Broken or neglected hives should be removed from apiaries to prevent theft and looting (FAO 2020, FAO 2021).

1.2 Colony Management

Hive management practices should be carried out in accordance with the region, season and strength

of the colony. Except for those of high genetic value, queen bees should be replaced every 2-3 years (Büchler et al. 2013, Büchler and Uzunov 2017). A program for beehive control should be planned and followed. In the spring, strong colonies should be divided and swarm formation should be prevented. Clustering should be prevented by adding new basic honeycombs as needed. Prevent swarming by placing supers. Structures that narrow the hive entrance should be removed, and the hive entrance hole should be widened if necessary. Queen bees that do not genetically prefer swarms should be selected. Old and deformed combs should be removed from the hive and swarf formation should be prevented. The hive entrance hole should be narrowed in cold seasons and widened in hot seasons. Hive entrance narrowing also prevents robbing. The queen bee should be marked according to the year of birth. The hive entrance should be placed in such a way that the sun can reach from the early hours of the morning. Dragging of bees should be prevented by making numbers or different geometric signs in different colors at the front and entrance of the hive. The year in which the combs were placed should be marked and recorded. Necessary measures should be taken to ensure good air circulation in the hive (TECA 2020, FAO 2021, de Jongh et al.2022).

1.3 Wintering

Empty frames in the hives should be removed before wintering. The size of the hive entrance should be reduced. Hive maintenance should be performed. Damaged or broken parts and old paint should be replaced. There should be sufficient food storage in the outer frames. Insert a follower board frame to reduce the volume of the hive nest.

1.4. Transport

In cases of notifiable bee diseases, legal obligations regarding restrictions on colony and animal movement must be complied with. Only healthy colonies should be moved. Hives should not be moved during the hot hours of the day. In addition, the hives should be transported by providing adequate openings for ventilation.

1.5 Bee Health

The bees and offspring that will form the basis of the colony should be obtained from healthy colonies. Joining, splitting or honeycomb transfers between hives should only be done in healthy hives. New bee colonies should only be purchased

after a thorough examination for honeybee diseases, preferably with a veterinary health certificate. Only healthy and strong colonies should be kept in the apiary. Apiaries and bees; pesticides, heavy metals, etc. should be placed in areas free from environmental pollutants (Even et al. 2012). While the hives are being strengthened, the balance between the nurse bees and the offspring should not be disturbed. In order to strengthen weak colonies, preferably brood and young nurse bees should be used together. Genetic selection should be done to have queen bees more resistant to diseases and adapted to local climatic conditions. Newly brought or purchased colonies and weak colonies in the apiary should be kept in a quarantine apiary separate from other hives for at least 1 month in order to control disease and prevent disease transmission. Behaviors that cause stress in bees should be avoided (Moritz et al., 2010, Even et al. 2012, National Bee Biosecurity Program 2016, Rivera-Gomis et al. 2019, FAO 2020, TECA 2020).

1.6. Hygiene

Beehives should not be placed directly on the ground. It should be kept at least 10 cm above the ground. To avoid contamination of honey with *Clostridium botulinum*, honeycombs should not be placed directly on the ground. During the transport of honeycombs from the apiary to the harvest area, contact of the combs with dust should be avoided. Hygiene rules should be followed when working with dead, sick and weak colonies. Good hygiene should be applied in the control of the weak or dead colony in the apiary. Periodic cleaning of clothes, gloves and other beekeeping equipment used in beekeeping should be done. After inspection of hives affected by infectious diseases, contaminated equipment should be disinfected. Hives should be kept clean. The hive and beekeeping equipment should always be clean and usable. Old hive and used beekeeping equipment taken from dubious sources should be disinfected.

Bees and swarms of unknown origin or newly acquired should be checked for diseases and pests, and isolated from other hives in the apiary for about 1 month. All records regarding the origin of the disinfectant and materials applied, the dates of application, cleaning and disinfection of the equipment or honey house should be kept (FAO 2020, TECA 2020, FAO 2021).

1.7. Human health

Protective clothing and beekeeping tools should be used when visiting honey bee colonies. The hive should not be placed in areas where toxic and allergic plants are high. During hive controls, corticosteroids or other drugs should always be kept within easy reach to prevent anaphylaxis, etc. Necessary precautions should be taken while lifting and carrying weights (Plant Health Australia 2016, FAO 2020, TECA 2020, FAO 2021).

2. Veterinary Drug Use

Licensed veterinary drugs should be used for nationally registered or legally imported honey bees. The dosage and method of administration of the drugs used in the treatment must be done correctly as described in the instructions for use. Illegal treatments should not be administered. Treatments performed and their dates should be recorded. The washout period of veterinary products should be taken into account, and the products obtained from the treated hives should not be used for human consumption until the washout period has passed (TECA 2020, FAO 2021).

Most of the drugs used in the treatment of bee diseases and pests contaminate the hive equipment and honey. It also creates resistant pathogens and weakens bees. Therefore, appropriate treatment methods and drugs should be selected for disease control. Drugs with minimal harmful effects on the environment, additives and residues should be preferred. Also, mechanical/biological control may be the best option. Biological products with minimal risk to human health and minimal additive and residue problems are the safest method of treatment. Instruments and equipment used to administer a treatment must be appropriate and properly calibrated. Required storage conditions for veterinary drugs and supplements must be observed. Used tools and equipment should be disposed of in accordance with biosafety rules (FAO 2020, TECA 2020, FAO 2021).

3. Disease Management

3.1 Precautions to be taken to prevent diseases

New bee colonies should be obtained from healthy and disease-free beekeepers. If possible, they should be procured from colonies with health certificates. Newly brought colonies to the apiary should be kept isolated from other colonies in the

DERLEME / REVIEW

apiary for at least one month to monitor for disease and prevent contamination.

Hives should be carefully checked for clinical symptoms of disease in the spring and during the beekeeping season. Queen bees in colonies with a clinical history of AFB and EFB should be replaced. Dead bees and unhealthy colonies should be removed quickly from the apiary (Eyer et al. 2016). Samples should be taken for laboratory diagnosis from colonies with sick or dead bees. Hives should be carefully and periodically inspected to monitor colony health. An integrated pest management (IPM) approach avoids unnecessary treatments and the development of drug resistance (FAO 2020, TECA 2020, FAO 2021).

In cold and rainy weather, hive control should not be done unless it is mandatory. Hives should be arranged in such a way as to facilitate the return of bees to their own hive. Thus, it minimizes the risk of drift and disease transmission between colonies. Too many hives should not be placed in a single row, necessary precautions should be taken when the bee hives are crowded, a distance of >1 m should be left between the hives, and numbers or identification marks should be placed at the hive entrances (FAO 2020, TECA 2020, Kyle et al. 2021).

Beekeeping tools and equipment should be cleaned regularly and disinfected if necessary. Wax and propolis from tools and equipment should be scraped off regularly. All combs and waxes from colonies that have died as a result of an infectious disease should be removed and properly destroyed. 30% of the honeycombs should be renewed every year. More disease-resistant colonies should be selected and produced. Queen bees that are more resistant to diseases and adapted to local climatic conditions should be selected (Moritz et al. 2010, Novak et al. 2015, FAO 2020).

3.2. Disease control and active struggle

In cases of a notifiable disease, the veterinary regulations of the competent authorities must be observed. All beekeeping materials, tools and equipment should be cleaned and disinfected after use in apiaries with contagious diseases. In case of any signs of illness, a veterinarian or specialist should be consulted. Frames, adult bees and honeycombs with brood should not be changed between hives without making sure that the colonies are healthy. During hive controls, the order

of healthy, suspicious and diseased hives should be followed. Queen and drone bees should be selected from the strongest, disease-resistant and most productive hives. Appropriate samples should be taken from colonies with suspected diseases and sent to specialist laboratories for diagnosis (Moritz et al. 2010, Novak et al., 2015, Plant Health Australia 2016, FAO 2020).

Diseased hives in the apiary should be isolated and necessary precautions should be taken to prevent the spread of the disease in the apiary (Plant Health Australia 2016, FAO 2020).

Hives, beekeeping tools and equipment should be disinfected with appropriate methods and chemicals. The disinfection of iron and wooden equipment should be done by flaming. If possible, disposable equipment such as rubber gloves should be used during controls. Colonies affected by infectious diseases and epidemics should be destroyed by burning (Moritz et al. 2010, Novak et al. 2015, Plant Health Australia 2016, FAO 2020).

The health status of the colonies should be recorded. Infection dates, diagnosis, the identity of affected colonies, treatments and results of diseased/infected colonies should be recorded. All records of application routes, dosages, application dates, etc. All disinfectants and other chemicals used in the apiary should be kept safely (Novak et al. 2015, FAO 2020, TECA 2020).

4. Bee nutrition and water needs

It should be documented that there are no AFB, chalkbrood, Nosema, or EFB pathogen spores in honey, pollen or food supplements used in bee feeding. Honey and pollen should not be given to bees from dubious or unreliable sources. Artificial feeding should be done during periods when the nectar flow is not sufficient, and winter storage should be done if necessary. During the wintering period, it should be ensured that sufficient food is stored in the hive. If necessary, bees and swarms should be given food supplements. Open feeding should not be done in the apiary to prevent theft or the spread of diseases. There should be clean and safe water sources in the apiary. Sufficient water must be provided during the transportation of beehives (Dolezal and Toth 2018, Rivera-Gomis et al. 2019, TECA 2020).

5. Beekeeping records

Record keeping is the starting point for implementing a traceability system.

5.1. Beekeeping level records

All hives in each apiary must be identified by numbers or letters. An identification number must be created for each hive in the apiary.

The beekeeper must be registered in the national beekeeping registry. The exact locations of the beehives should be clearly stated. Records of breeding activities such as all breeding stocks, date of birth of queen bees, date of origin and entry into the hive, insemination dates and results should be kept. Documents and certificates showing the raw materials produced by the beekeeper, supplied ready-to make and used in feeding the colonies should be kept. All movements of hives, swarms and queens should be recorded. Information about collection periods, dates and quantities of beekeeping products obtained from each apiary should be recorded.

All information about the honey bee diseases, colony deaths and decrease in the number of bees in the apiary and hives should be written. In addition, individual records of the treatments applied to the hives, the serial numbers of all the drugs administered, the dates of application, the doses, the hives treated and the washout periods should also be kept (Moritz et al. 2010, Rivera-Gomis et al. 2019, TECA 2020).

5.2. Colony-level records

For each colony, records of where they were procured and all commercial and health documents

should be recorded. In addition, all colonies in the apiary should be recorded. In order to ensure that the colony movements are traceable, the origin and arrival dates of each new colony and the list of certified suppliers should be noted.

All documents and certificates related to the commercial food used, all origin records of the supplements used, date of use and production procedures should be recorded.

Documents showing the bacteriological and physicochemical quality of the water given to the bees and used in food preparation and beekeeping should be kept. The history of the feeding changes made in the colonies and the records of the changes made should be kept.

Information such as the amount of colony, period, date etc. from which bee products obtained from colonies are provided should not be recorded. In addition, individual and official control documents should be kept about the health and hygienic quality of the obtained bee products. Changes made in colony management should be recorded in full detail. All laboratory reports, including bacteriological tests and antibiotic susceptibility tests, are available. (Rivera-Gomis et al. 2019, Cazier et al. 2019, TECA 2020, FAO 2021).

Good beekeeping practices recommended for bees in important diseases and pests are shown in Table-6.

Table-7. Good beekeeping practices for important diseases and pests in honey bees*

Table-7. Bal arılarında önemli hastalık ve zararlılar için iyi arıcılık uygulamaları

Disease or Pest	Recommended preventive measures	Advantages
Varroosis	Hives with pollen traps should be used	Provides natural falling Varroa count
	Colonies and swarms that do not show clinical signs should be used.	Reduces the possibility of viral disease
	Good knowledge of varroosis and signs of viral infection should be	Early detection of a high level of varroa infestation ensures that necessary measures are taken in a timely manner.

DERLEME / REVIEW

Varroa infestation levels should be monitored at the beginning of the beekeeping season or before wintering.

It is important to keep the number of varroa in the colony below the harmful threshold. It increases the efficiency, vitality and health of bees.

Colonies with high varroa resistance and hygienic behavior should be studied.

Bees can naturally control the level of Varroa in the hive with less need for beekeeper intervention.

Tropilaelapsosis

Hives with pollen drawers should be used

Provides natural falling mite count

The effectiveness of treatment should be increased by combining acaricide treatments with artificial incubation of the colony by removing the eggs, queen caging or artificial swarming.

Increases the effectiveness of acaricide treatment.

When disease symptoms and decreased colony productivity are observed in the colony, measures should be taken to keep the number of mites below the damage threshold.

It ensures that the hives are healthy and minimizes production losses.

To control mites, some worker or drone hatches should be opened to measure infestation levels.

Allows monitoring of infestation levels

All colonies of the apiary should be treated at the same time and in the same area.

Prevents the risk of infection of other uninfected and untreated colonies

Good and reliable information about symptoms and transmission routes should be obtained.

It provides the best identification and control of the parasite.

	The effectiveness of acaricide treatments should be monitored.	Important in evaluating the control method applied. It prevents <i>Tropilaelaps</i> spp. from developing resistance to acaricides.
	Different and suitable acaricides should be used in treatments to prevent acaricide resistance.	Reduces the number of treatments required
	Strong and resistant colonies should be selected.	
Small hive beetle (SHB)	Broken and cracked beehives should not be used.	Limits the number of places SHB can lay eggs and bees cannot remove from the hive
	Honey and breeding combs, and unused beekeeping materials should not be left in the apiary. Combs, food and hives belonging to collapsed colonies should be removed from the apiary as soon as possible. All organic matter that may attract SHB should be dissolved or destroyed.	Beekeeping materials such as abandoned colonies, honeycombs, and food stores are the materials that SHB will feed on and reproduce.
	Colony strength must be balanced between colonies.	Prevents weak colonies in the apiary where SHB can multiply more easily
	All the frames in the hive must be filled by the bees and there must be no empty space.	Reduces areas where SHB can "escape" or "hide" from an attack by bees.
	The hives should be properly prepared for wintering.	Stronger colonies form in spring
	Especially in cold months, the hive entrance should be narrowed.	The bees protect the hive entrance better and SHB is less likely to enter the hive.
	In the hive, a separator board should be placed between the hive wall and the final frame.	It facilitates the identification of SHB in the hive.

DERLEME / REVIEW

The hive should be well insulated against external sounds and empty frames should be removed from the hive.

It ensures that all honeycombs and empty spaces of the hive are well-filled and covered with bees. So they can fight parasites.

In order to diagnose honey bee diseases, hive residue and residue samples should be taken regularly from the pollen drawer.

Provides preclinical identification of diseases

If SHB is suspected, technical support should be sought from a veterinarian, technician or beekeeping specialist.

It is extremely important to get help from experts for the correct diagnosis in suspected disease cases.

Beekeepers should attend training programs on beekeeping and honeybee diseases in order to have information about how to identify, prevent and control diseases.

It is important for the beekeeper to be able to recognize honey bee diseases correctly.

Hives, swarms, bees, etc., should not be transported from the areas where SHB is located.

Prevents SHB from spreading to apiaries and hives where it is absent

Nosemosis

The apiary location should be chosen correctly. Humid and windy areas should not be preferred. Areas that can get sun and have good ventilation should be chosen.

It reduces the likelihood of fungi multiplying.

The volume of the hive should be adjusted according to the size of the colony, the number of combs should be reduced and it should be prepared for wintering. Empty frames should be removed. In cold weather, wintering should be done well and the hive should be kept warm until spring.

It prevents thermal stress on bees in the cold season.

During the winter months, there should be enough food in the hive and quality food should be provided.

It prevent the nutritional stress of bees in the cold season.

Appropriate treatments should be applied against Varroa before wintering the hives.

It guarantees the effectiveness of the immune system of bees.

Protein-rich foods should be available in sufficient quantities for bees in late summer and autumn. Beehives should be placed in areas where pollen sources are abundant in late summer and autumn. If possible, plants with pollen should be planted in apiaries. If necessary, it should be fed with protein-rich supplements.

It prevents nutritional stress in bees.

A sufficient number of combs should be used according to the colony population.

It prevents thermal stress in bees.

Bees should not be disturbed during the winter months. Checks should be made only on sunny days and during the hottest hours of the day.

It prevents thermal stress in bees.

Combs obtained from depopulated or collapsed colonies should not be reused.

It reduces the possibility of contamination

Contamination of water sources in the apiary with faeces and suffocated or dead bees should be prevented.

It reduces the risk of inter-colony contamination. It reduces the risk of inter-colony contamination. A colony's depopulation often means there is a problem. Also, small colonies are more susceptible to diseases.

Queen and adult bees should be obtained from breeders without

Bees showing genetic resistance to *Nosema* spp. are resistant to Nosemosis.

DERLEME / REVIEW

Nosema spp. Resistant bees should be used.

If there is diarrhea in the hive, the combs should be removed and burned, and the hive should be disinfected.

Samples from foraging bees or hive debris should be sent to diagnose significant infections in early fall or spring.

Pathogens such as *Varroa* should be controlled, the level of varroa infestation should be monitored regularly and precautions should be taken.

Colonies should be strengthened with stimulating integrators or feed supplements in autumn and spring.

It reduces the infection levels of diseases in hives.

Early detection of diseases can prevent contamination of other colonies in apiaries.

Healthy bees have a stronger immune system and may be better at fighting pathogens.

Nutritional stress caused by a lack of food suppresses the immune system of bees and makes them susceptible to infections.

Amoebiasis

Beekeeping tools and equipment should be cleaned and disinfected regularly.

Hives should be placed in sunny and dry areas and humid and windy areas should be avoided.

Colonies should be strengthened by feeding bees fortified with special herbal substances or vitamin supplements in autumn and spring.

Pathogen control should be done to keep the colonies healthy, especially *Varroa*.

It reduces the bacterial population in the hive.

It reduces thermal stress in bees.

It prevents nutritional stress in bees.

In particular, *Varroa* causes immunosuppression in bees.

		Honeycombs should be removed from colonies with signs of illness such as diarrhea and wax should be melted.	It reduces the possibility of transmission of the disease to healthy colonies.
		Supplements should be applied to infected colonies.	It reduces nutritional stress in bees.
		Bees should not be fed pollen or honey from unhealthy colonies.	It reduces the possibility of transmission of the disease to healthy colonies.
		Comb exchanges should not be made between diseased and healthy colonies.	It reduces the possibility of transmission of the disease to healthy colonies.
American (AFB)	Foulbrood	<p>Only strong colonies should be kept in the apiary.</p> <p>Bees should not be fed with honey or pollen of unknown origin.</p> <p>The queen bee should be replaced at least every two years.</p> <p>At least 30% of the old honeycombs should be renewed every year.</p> <p>Adult bees, comb, honey, hive debris, etc., at regular intervals without symptoms. The subclinical presence of AFB in colonies should be determined by sending samples for analysis.</p>	<p>Weak or small colonies are more susceptible and vulnerable to diseases.</p> <p>Honey and pollen of unknown origin may contain AFB spores. Spores of the agent can be found in affected hives and honey that do not yet show symptoms of AFB. Healthy colonies that consume honey containing spores of the agent may become infected.</p> <p>Well-fertilized young queens are more productive. Feeding of the brood creates a strong colony with worker bees that remove diseased broods and dead larvae.</p> <p>New combs contain fewer bacteria than old combs. Thus, it is an effective and preventive measure not only against AFB but also against many bee diseases.</p> <p>It is good practice to diagnose <i>P.larvae</i> in colonies before clinical signs appear. The sleeve does not need to be opened to remove debris, so there is no heat loss in the sleeve. If <i>P.larvae</i> is detected in the hive as a result of the examination, the beekeeper will have information about the</p>

DERLEME / REVIEW

<p>Hives should be cleaned and maintained regularly to prevent robbing.</p> <p>Old honeycombs and wax must be melted down to destroy the spores.</p>	<p>infected hive. Takes necessary precautions.</p> <p>Theft causes inter-hive transmission of AFB spores.</p> <p>It prevents the transmission of infection.</p>
<p>European Foulbrood</p> <p>There should always be enough pollen and food such as honey in the colonies, especially at the beginning of the season.</p> <p>The queen bee should be replaced at least every two years.</p> <p>At least 30% of the old honeycombs should be renewed every year.</p> <p>Honeycombs should not be transferred between hives without a health check.</p> <p>Bees should not be fed honey and pollen cakes. It should be fed only its own honey or pollen. In addition, the honey and pollen used must be completely safe and free of bacteria/viruses.</p> <p>Even if no symptoms are observed, samples of adult bees, honey, and other hive debris should be taken regularly from healthy-appearing colonies and sent to the laboratory</p>	<p>Prevents SHB from spreading to apiaries and hives where it is absent</p> <p>Well-fertilized young queens are more productive. Feeding of the brood creates a strong colony with worker bees that remove diseased broods and dead larvae.</p> <p>Bacteria and pesticides, heavy metals, etc. pollutants accumulate in old honeycombs over time.</p> <p>It prevents the transmission of pathogens from diseased colonies to healthy colonies.</p> <p><i>Melissococcus plutonius</i> can be transmitted through contaminated honey and pollen.</p> <p>Early diagnosis of the disease allows the beekeeper to take certain measures to prevent the spread of the disease. In the presence of stress, diseases can occur even months later. Sampling for early detection also prevents economic losses</p>

for the diagnosis of the causative agent.

caused by production reductions and colony losses. In addition, it can prevent the careless spread of diseases by the beekeeper.

Hive controls should be increased to detect European foulbrood (EFB) or other brood diseases in a timely manner. In order to check the clinical symptoms of bee diseases, a comprehensive examination should be carried out at the beginning, at the end of the active season, and after periods of lack of nectar flow or rainy periods.

AFB and EFB infections are more common in colonies with nutritional stress due to pollen and nectar deficiency. Nutritional deficiencies can occur especially at the beginning or end of the beekeeping active season when there are few nurse bees or when flowering is significantly reduced.

Periodic cleaning and maintenance of the hives should be done regularly to prevent theft.

Broken and cracked hives can attract robber bees from other colonies. This can increase the spread of infectious diseases.

While melting the honeycombs, the wax must be safely processed to destroy bacteria and other pathogens.

When using wax for basic honeycomb in hives, the wax should be heated at 121 °C for at least 3 minutes to prevent contamination of pathogens and to inactivate all bacteria, including spore-forming bacteria.

EFB-resistant bees should be selected.

Colonies that have not shown EFB symptoms in the past should be used.

Queens of infected colonies should be replaced.

Genetically susceptible queens should not be used for breeding and colony formation.

Clean beekeeping equipment should be used and tools and equipment should be disinfected regularly.

Tools and equipment should always be cleaned after checking for infected colonies. Disposable gloves should be used in infected hives and hive tools and equipment should be disinfected.

DERLEME / REVIEW

Chalkbrood	The hives should be placed in suitable areas where the hive entrance is not exposed to the wind, and away from the sun and humid areas.	It reduces thermal stress on bees and minimizes exposure to moisture.
	Infection-resistant queens should be selected.	It reduces the number of hives affected by the infection.
	There should always be enough food in the hive. Nutritional supplements should be given when necessary.	Reduces nutritional stress in colonies.
Stonebrood	For the apiary area, preferably a sunny, moisture-free location should be chosen.	It makes it difficult for fungi to grow.
	For proper hive management: <ul style="list-style-type: none">• If necessary, ventilation inside the hive should be supported by enlarging the hive entrance hole.• Water should be prevented from entering the hive;• It should be prepared in accordance with the winter by reducing the number of honeycombs;• Empty combs should be removed, and only honey and pollen-stored combs should be left in the colony during winter months.	Humidity prepares a suitable environment for the reproduction of fungi.
	At least one-third of the combs should be replaced each year.	It reduces the microbial population, including fungi, in the hive.
	In periods when there is no nectar and pollen flow, sufficient food should be available in the colonies. Additional feeding should be given if necessary.	Avoiding feeding stress reduces the likelihood of bees becoming infected.

Only strong colonies should be kept in the apiary. Healthy but weak colonies should be combined with another stronger colony.

Weak colonies may be more susceptible to disease than healthy colonies.

Especially in the spring, the number of adult bees and broods should be balanced.

In the spring, the number of offspring to be fed increases. If there are not enough adult bees for feeding, feeding stress occurs.

Moldy pollen should not be given to bees and moldy honeycombs should not be used in hives.

Moldy honeycombs often appear opaque whitish or greenish in color. Honeycombs in this appearance are strongly contaminated with fungi.

*Table-7. information is taken from (Cazier, J.A., Rogers, D., Hassler, E. & Wilkes, J.T. 2018a. A healthy colony checklist. In: Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping [online]. [Cited 6 July 2022]. <https://www.beeculture.com/a-healthy-colony-checklist/>, Cazier, J.A., Rogers, D., Hassler, E. & Wilkes, J.T. 2018b. A healthy colony checklist, Part 2. In: Bee Culture: The Magazine of American Beekeeping [online]. [Cited 6 May 2021]. <https://www.beeculture.com/a-healthy-colonychecklist-part-2/>, Dolezal, A.G. & Toth, A.L. 2018. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. *Current Opinion in Insect Science*, 26: 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.006>).

Stress factors such as chemical, physical, metabolic and infectious agents are predisposing factors for viral disease outbreaks. The emergence of viruses can be reduced by applying GBPs and BMBs for Varroa and Nosema diseases.

Good beekeeping practices are essential to prevent diseases and stress factors should be kept to a minimum. The adoption of GBPs allows the beekeeper to establish and maintain strong and healthy colonies, limiting disease outbreaks. It also reduces the damage caused by diseases, and limits and prevents their spread. Adhering to the principles of good beekeeping practice, products that are safe for health, protection of the health of bee colonies and maximum economic gain are obtained. Good beekeeping practices require a responsible and trained beekeeper, a healthy environment, suitable apiculture, suitable facilities for honey extraction and storage, appropriate beekeeping pieces of equipment, regular maintenance of this equipment, healthy bee colonies and healthy food and water for bees.

In addition to maintaining good hygiene, beekeepers visiting apiaries should pay attention to biosecurity for other beekeepers or the natural

environment. Pests, diseases and weeds carried by soil, beekeeping equipment, tools, clothing and shoes can introduce pests that are harmful to other apiaries, agricultural industries or local vegetation. Farm biosecurity should always be considered when entering an apiary. A "Come Clean, Go Clean" policy should be followed wherever possible.

Good beekeeping practices (GBPs) and disease-specific biosecurity measures (BMBs) in beekeeping can prevent honeybee diseases, thereby reducing the use of veterinary drugs in beekeeping and the risk of residues in hive products. BMBs have important implications for honey bee health and productivity. BMBs focus on honey bee health. It may vary by geographic area due to factors such as climatic conditions, beekeeping technology, bee breeds or breeds, and different prevalence, virulence and economic impact of pathogens. BMBs are constantly evolving and should be periodically revised depending on the introduction and spread of new diseases and pests, and changes in pathogens and stressors. Good beekeeping practices are the foundation of sustainable and resilient beekeeping. It represents a prerequisite for the application of BMBs in apiary

DERLEME / REVIEW

and colony management. If GBPs are applied systematically by beekeepers, it is possible to implement BMBs and make them effective. BMBs aim to prevent both the introduction and spread of bee diseases in an apiary or colonies in a particular region. GBPs and BMBs are very important in the daily activities of beekeepers to maintain honey bee health and reduce the incidence and prevalence of pathogens.

Financial Resource: No grant from any funding agency/sector

Ethical statement: Ethics committee approval is not required.

REFERENCES

- Ahmad F, Joshi SR, Gurung MB. Beekeeping and rural development. Kathmandu. International Centre for Integrated Mountain Development Khumaltar, Nepal. 2007.
- Al-Waili N, Salom K, Al-Ghamdi A, Ansari MJ. Antibiotic, pesticide, and microbial contaminants of honey: human health hazards. *TheScientificWorldJournal*, 2012, 930849. <https://doi.org/10.1100/2012/930849>.
- Andrews E. 'The main objection to numerous small bee keepers': biosecurity and the professionalization of beekeeping. *J.Hist Geogr.* 2020, 67,81-90.
- AVMA 2017. The veterinarian's role in honey bee health Honey Bees: A Guide For Veterinarians. <https://www.avma.org/sites/default/files/resources/honeybees-veterinary-medicine-guide-for-veterinarians.pdf>. (Erişim tarihi: 15.06.2022).
- Aydın, L. Kovan kaydı tutmak ve önemi, Ed. Doğanay A., Aydın L. "Bal arısı yetiştiriciliği, Ürünleri, Sağlığı" Dora Basım-Yayın Dağıtım, Bursa, 2021, p.67.
- Bogdanov S. Contaminants of bee products. *Apidologie*, 2006, 37(1): 1–18. <https://doi.org/10.1051/apido:2005043>.
- Bouga M, Alaux C, Bienkowska M, Büchler R, Carreck NL, Cauia E, Chlebo R, Dahle B, Dall'Olio R, De la Rúa, P, Gregorc A, Ivanova E, Kence A, Kence M, Kezic N, Kiprijanovska H, Kozmus P, Kryger P, Le Conte Y, Lodesani M, Murilhas AM, Siceanu A, Soland G, Uzunov A, Wilde J. A review of methods for discrimination of honey bee populations as applied to European beekeeping. *J. Apic Res.*, 2011, 50:1, 51-84, DOI: 10.3896/IBRA.1.50.1.06.
- Büchler R, Andonov S, Bienefeld K, Costa C, Hatjina F, Kezic N, Kryger P, Spivak M, Uzunov A, Wilde J. Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens, *J. Apic Res*, 2013, 52:1, 1-30, DOI: 10.3896/IBRA.1.52.1.07.
- Cazier JA, Hassler E, Wilkes JT, Rünzel MA, Formato G, Brodschneider R. The promise of standardized data. In: *Bee Culture: 2019, The Magazine of American Beekeeping* [online]. [Cited 6 July 2022]. <https://www.beeculture.com/the-promise-of-standardized-data>
- Chauzat MP, Cauquil L, Roy L, Franco S, Hendrikx P, Ribière-Chabert M. Demographics of the European apicultural industry. 2013, *PloS one*, 8(11), e79018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079018>.
- de Jongh EJ, Harper SL, Yamamoto SS, Wright CJ, Wilkinson CW, Ghosh S, Otto S.. One Health, One Hive: A scoping review of honey bees, climate change, pollutants, and antimicrobial resistance. *PloS one*, 2022, 17(2), e0242393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242393>.
- Dolezal AG, Toth AL. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. *Curr Opin Insect Sci*, 2018, 26: 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.06>.
- Even N, Devaud JM, Barron AB. General Stress Responses in the Honey Bee. *Insects*, 2012, 3(4), 1271–1298. <https://doi.org/10.3390/insects3041271>.
- Eyer M, Neumann P, Dietemann V. A look into the cell: Honey storage in honey bees, *Apis mellifera*. *PLoS ONE*, 2016, 11(8): e0161059. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161059>.

- FAO. 2020. Good beekeeping practices: Practical manual on how to identify and control the main diseases of the honeybee (*Apis mellifera*). TECA – Technologies and practices for small agricultural producers, 1. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9182en>.
- FAO. IZSLT, Apimondia and CAAS. 2021. Good beekeeping practices for sustainable apiculture.
- FAO Animal Production and Health Guidelines No. 25. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb5353en>.
- Formato G, Smulders FJ. Risk management in primary apicultural production. Part 1: bee health and disease prevention and associated best practices. *Vet Q.*, 2011, 31(1), 29-7. doi:10.1080/01652176.2011.565913.
- Hayes GW. Inspections of and sanitary visits to honey bee colonies. In: *Bee health and veterinarians*. (Ritter, W., Ed.), 2014, OIE, Paris, 95-101.
- Jensen S. Predicting Honeybee Health: The Healthy Colony Checklist, Hive Scale and Weather Data. *Data & Analytics for Good*. 2022, Retrieved from <https://data-for-good.pubpub.org/pub/1thtgb4>.
- Kyle B, Lee K, Pernal SF. Epidemiology and Biosecurity for Veterinarians Working with Honey bees (*Apis mellifera*). *Vet. Clin. North Am. Food Anim.*, 2021, 37(3), 479-490. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2021.06.004>.
- Moritz RFA, de Miranda J, Fries I, Le Conte Y, Neumann P, Paxton RJ. Research strategies to improve honeybee health in Europe. *Apidologie*, 2010, 41, 227–242. <https://doi.org/10.1051/apido/2010010>.
- National Bee Biosecurity Program. Australian Honey Bee Industry Biosecurity Code of Practice. July 2016, <https://beeaware.org.au/wp-content/uploads/2017/09/Australian-Honey-Bee-Industry-Biosecurity-Code-of-Practice.pdf>, (Erişim tarihi: 15.06.2022).
- Novak P, Tittl K, Pazout V, Mala G. Are the principles of biosecurity important for beekeepers? XVII International Congress on Animal Hygiene 2015, "Animal Hygiene and Welfare in Livestock Production - The First Step to Food Hygiene", Proceedings, June 7-11, 2015, Košice, Slovakia 2015 pp.377-378 ref.8.
- Plant Health Australia. Biosecurity manual for beekeepers: reducing the risk of exotic and established pests affecting honey bees. 2016.
- Pufal G, Steffan-Dewenter I, Klein AM. Crop pollination services at the landscape scale. *Curr Opin Insect Sci.*, 2017, 21, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.05.021>.
- Rana K, Mishra I. Adoption of Recommended Beekeeping Practices in Kumaon Hills of Uttarakhand. *IJMRA*, 2022, 5(2), 279-283.
- Rivera-Gomis J, Bubnic J, Ribarits A, Moosbeckhofer R, Alber O, Kozmus P, Jannoni-Sebastianini R, Haefeker W, Köglberger H, Smodis Skerl MI, Tiozzo B, Pietropaoli M, Lubroth J, Raizman E, Lietaer C, Zilli R, Eggenhoeffner R, Higes M, Muz MN, D'Ascenzi C, Riviere MP, Gregorc A, Cazier J, Hassler E, Wilkes J, Formato G. Good farming practices in apiculture. *Revue scientifique et technique* (International Office of Epizootics), 2019, 38(3), 879–890. <https://doi.org/10.20506/rst.38.3.3032>.
- Rose T, Kremen C, Thrupp A., Gemmill-Herren B, Graeub B, Azzu N, Antunes V, Bruteig I, Buchori D, Donaldson J, Dhyani PP, Garibaldi L, Getz Escudero A, Goss M, Iqbal J, Kasina M, Kinuthia W, Kofi K, Manetto S, Wasilwa L. 2014. Policy Analysis Paper: Policy Mainstreaming of Biodiversity and Ecosystem Services with Focus on Pollination. Food and Agricultural Organisation of United Nations, Rome, Italy.
- Smart M, Pettis J, Rice N, Browning Z, Spivak M. Linking Measures of Colony and Individual Honey Bee Health to Survival among Apiaries Exposed to Varying Agricultural Land Use. *PLoS one*, 2016, 11(3), e0152685. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152685>.

DERLEME / REVIEW

TECA. Apimondia, IZSLT - Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana "Mariano Aleandri". 2020. Good beekeeping practices and bio-security measures in beekeeping.

Thakur M. Bees as Pollinators – Biodiversity and Conservation. *Int. J Agric. Sci.*, 2012, 2(1): 001-007.

Tlak Gajger I, Mañes AM, Formato G, Mortarino M. Toporcak J. Veterinarians and beekeeping: What roles, expectations and future perspectives? - a review paper. *Vet. Arh.*, 2021, 91 (4), 437-443. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.1444>.

Tomljanović Z, Tlak Gajger I, Santrač V. Good Veterinary Praxis in Apiary. *Bayer Animal Health, Zagreb (in Croatian)* 2012.