



51

51

ULUDAĞ Arıcılık DERGİSİ



14. yıl

Uludag Bee Journal

Cilt:14 | Sayı:2 | Kasım 2014
Volume: 14 | Number: 2 | November 2014

U. An Drg. / U. Bee J.

ISSN 1303-0248

Uludağ Arıcılık Dergisi altı ayda bir Türkçe ve İngilizce olarak
Mayıs ve Kasım aylarında yayınlanan hakemli bir dergidir.

Uludag Bee Journal is peer reviewed and published
in Turkish and English in May - November



Morphometric Analysis of Honeybees
Distributed in Northern Turkey Along The
Black Sea Coast

Sayfa No. 59

Kars Yöresindeki Bal Anlarında
Varroosis'in Yaygınlığı

Sayfa No. 69

Sürdürülebilir Çevre İçin Arı Farkındalığının
Yaratılmasında "Arı Biziz Bal Da Bizdedir"
Projesinin Yeri

Sayfa No. 74

Bazı Önemli Bombus Arısı (Bombus terrestris L.)
Parazitlerinin Moleküler Yöntemlerle
Tanımlanması

Sayfa No. 88

Arı Poleni ve Arı Ekmeği

Sayfa No. 99

Uludağ Üniversitesi yayın organıdır

E-Posta: editoruad@gmail.com

This is a publication of Uludag University

Web Adresi: <http://www.agam.uludag.edu.tr>

Editörden,

Sayın Okuyucularımız,

Dergimizde bu sayıdan itibaren önemli değişiklikler olmuş ve değişim devam edecektir. Öncelikle dergimizin aynı adla Uludağ Arıcılık Derneğinden Uludağ Üniversitesi Arıcılık Geliştirme-Uygulama ve Araştırma Merkezine devredilme süreci tamamlanmıştır. Uludağ Arıcılık Derneği ise Uludağ Arıcılık Bülteni ile yoluna devam etme kararı almıştır. Dergimiz 15. yılına girmiş olup, bu zamana kadar hiç aksatmadan 50. sayı çıkmış ve 51. sayımız ile sizlerle buluşuyoruz. Doğal olarak bazı sayılarda bir ayı bulmayan gecikmeler olmuş, en uzun gecikme ise şimdi elimizde olmayan nedenlerle yaşanmıştır. Dergimizin Uludağ Üniversitesi'ne devri nedeni ve AGAM yönetiminin değişmesi ile en çok gecikmenin yaşandığı sayı ise bu sayımız olmuştur. İşin ehline verilmesi başarı için önemlidir. Bundan sonra gecikmelerin hiç olmaması için çalışmak ve dergimizi devam ettirmek gerektiğine inanıyoruz. Bu konuda **yeni rektörümüz Prof.Dr. Yusuf Ulca**y hocamızın üniversitemize yeni bir nefes verip önemli gelişmelere vesile olacağına inanıyor ve AGAM'a samimi ve dürüst kişiliği ile yeterli desteği vereceğine güveniyoruz.

Tüm bu çalışmaların özveri, gönüllülük esasına dayanarak yapıldığını düşünürsek bu derginin bir model olmasını ümit ediyoruz. Eğer uluslararası Citation Index'e girebilmesi durumunda zaten iyi bir model olacağını düşünüyoruz. Yeni değişikliklerle dergimiz istenilen formata girmiş olacak ve yoluna bu şekilde devam edecektir. Daha önceki dönemde Uludağ Arıcılık Dergisinde hem arıcılara ve hem de akademisyenlere hitap eden makale, haber ve pratik bilgilere yer verilirken yeni dönemde Uludağ Arıcılık Dergisi tamamen **bilimsel araştırma makaleleri ve derlemeler** ile yoluna devam edecektir. Bu durumda Uludağ Arıcılık Bülteni eski abone ve dernek üyelerine gönderilirken Uludağ Arıcılık Dergisi üniversite kütüphanemiz olmak üzere ilgili fakülte ve bölümlere gönderilecek ve AGAM web sayfasında yayınlanacaktır.

Dergimiz daha önce farklı kısımlar ile ülkemiz arıcılığına hizmet vermeye çalışmıştır. Yeni dönemde ise Bülten arıcılarımıza hizmet vermeye çalışırken dergimiz ise daha çok bilimsel çalışmalara ağırlık vererek önce TÜBİTAK Ulakbim ve daha sonra ise hedefimiz Citation Index dergileri arasına girmeye çalışmaktadır. Dergimiz Ulakbim tarafından değerlendirilmiş ve bazı değişiklikler talep edilmiştir. İstenilen bu talepler tamamen

yerine getirilmiş durumdadır fakat gecikmeler maalesef süreci yavaşlatmıştır. Yeni dönemde dergimizin öncelikle Ulakbim listesine girmesini bekliyoruz. Bu şekilde aynı zamanda dergimize talebin artacağını düşünüyoruz.

Bunun yanında dergimizde sadece bal arıları değil diğer yabancı arılarla ilgili makalelerde ağırlıklı olarak yer alabilecektir. Daha önce pratiğe yönelik çalışmalar tercih edilirken yeni dönemde teorik-pratik bal arıları ve yabancı arılar dahil tüm konularda sayfa sayısı sınırlaması olmadan makale kabul ediyoruz. Yeni dönemde her sayımızda ilerleme sağlamak için gayret gösterip dergimizin bilimsel ağırlığını güçlendirmeyi hedefliyoruz. Bu durumda orijinal araştırma makalelerine ağırlık vermek durumundayız.

Son yıllarda dünyada ve ülkemizdeki artan koloni kayıpları neticesinde ülkemiz arıcılığı acil çözümler beklemekte olup ufukta yeni çözüm yollarının görünmemesi bizleri endişelendirmektedir. Bu konuda **Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Risk Değerlendirme Daire Başkanlığınca** önemli bir çalışma yapılmıştır. Arıcılık konusunda çok az sayıda araştırmacının olduğu ülkemizde arıcılığın ekonomik değerinin hala tam olarak algılanamaması nedeni ile bu konuda yeterince yatırım yapılmamış veya yanlış yerlere yapılmıştır. Korkulan odur ki çok sayıda koloni ölümlerinden sonra tedbir alınmaya başlanacak ve bu durumda önemli ekonomik kayıplar kayıt edilecektir.

Ayrıca uygulamalı bir bilim dalı olan arıcılıkta sahada çalışan araştırmacıların birkaç kişiye kadar düşmesi sorunun çözümünü daha da zorlaştırmaktadır. Öncelikle sahada çalışanların işbirliği olmadan arıcılığın sorunlarının doğru olarak teşhis bile edilemeyeceğini düşünürsek konunun ne kadar acil olduğu ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizdeki ve yurtdışındaki araştırmacılardan önemli araştırmalarını bize göndererek dergimize katkı yapmalarını bekliyoruz. Kaliteyi sürekli artırıp daha fazla atıf sağlayarak ülkemizdeki dergilerimizin hemen hepsinin olmazsa çoğunun Index dergileri arasında görmeyi arzuluyoruz. Bu konuda herkesin katkılarını bekliyor, sağlıklı, mutlu ve arıcılarımıza da bereketli bir sezon diliyoruz.

Prof.Dr. İbrahim Çakmak

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF HONEYBEES DISTRIBUTED IN NORTHERN TURKEY ALONG THE BLACK SEA COAST

Türkiye'nin Kuzeyinde Karadeniz Kıyısı Boyunca Dağılışı Gösteren Balarılarının Morfometrik Analizi

(Genişletilmiş Türkçe Özet Makalenin Sonunda Verilmiştir)

İbrahim ÇAKMAK¹, Stefan FUCHS², Selvinar S.ÇAKMAK³, Ayça ÖZKAN KOCA⁴, Peter NENTCHEV⁵, İrfan KANDEMİR³

¹Beekeeping Development-Application and Research Center (AGAM), Mustafakemalpaşa MYO, Uludağ Üniversitesi, M.Kemalpaşa-Bursa, Turkey

²Institut fuer Bienkunde (Polytechnische Gesellschaft), Faculty of Life Sciences, Goethe-Universität Frankfurt am Main, Karl-von-Frisch-Weg 2, D-61440 Oberursel, Germany

³Department of Biology, Faculty of Science, Ankara University, 06100 Tandoğan-Ankara, Turkey

⁴Faculty of Fine Arts, Maltepe University, 34857 Maltepe-Istanbul, Turkey

⁵Faculty of Agriculture, Trakia University, Stara-Zagora, Bulgaria

Geliş Tarihi: 20.05.2015, Kabul Tarihi: 20.07.2015

ABSTRACT

The objective of this study was to discriminate the honeybee populations distributed in different regions of northern Turkey, in a land strip approximately following the Black Sea Coast up into Thrace. To assess the morphological variation between populations, a total of 58 colonies was evaluated in statistical analysis based on standard morphometric measurements using 34 morphometric characters. Discriminant function analysis (DFA) yielded high percentages of correct reclassifications between 6 tentative population groups from geographic regions differing in climatic and ecological characteristics. In particular, results showed a gradual character shift from the Eastern end of the distribution (bordering Georgia) to the Western end (bordering Bulgaria) of the sampling area. To explore relations to adjacent subspecies, we included reference samples obtained from the Morphometric Bee Data Bank in Oberursel-Germany. This combined DFA confirmed that *A. m. anatoliaca* is the predominant subspecies in northern part of Turkey extending into Thrace region. *A. m. caucasica* is prevalent in some Eastern Black Sea locations, but allocations to this subspecies were also found scattered westwards up to Northern Thrace indicating the influence of beekeeper activities. Bees in Southern Thrace were *A. m. anatoliaca*, while those of North Thrace, though mixed, showed close relations to *A. m. carnica*.

Key words: *Apis mellifera*, honeybees, morphometric, northern Turkey

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin kuzeyindeki farklı bölgelerde, yaklaşık olarak Karadeniz Bölgesi'nden Trakya'ya devam eden bir kara şeridinde yayılışı gösteren balarısı popülasyonlarını ayırt etmektir. Popülasyonlar arasındaki morfometrik varyasyonu belirlemek için toplam 58 koloni 34 morfometrik karakter kullanılarak standart morfometrik ölçümlere dayalı olarak istatistiksel analizlerde değerlendirilmiştir. Ayrışım fonksiyon analizi (DFA), iklim ve ekolojik özellikleri farklılık gösteren coğrafik bölgelerdeki belirsiz 6 popülasyon grubu arasında yüksek doğru sınıflandırma yüzdeleri vermiştir. Özellikle, sonuçlar örnekleme alanının Doğu ucundan (Gürcistan sınırındaki) Batı

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

ucunakadar (Bulgaristan sınırındaki) kademeli bir karakter kayması göstermiştir. Yakın alttürlerin ilişkilerini araştırmak için Almanya-Oberursel'deki Morfometrik Arı Veri Bankası'ndan elde edilen referans örneklerini analizlere dahil ettik. Bu kombine edilmiş DFA, Trakya bölgesine uzanan Türkiye'nin kuzey kesiminde *A. m. anatoliaca*'nın baskın alttür olduğunu doğrulamıştır. *A. m. caucasica* bazı Doğu Karadeniz lokasyonlarında yaygındır, fakat bu alttürün bölünmesi, ayrıca batıya doğru Kuzey Trakya'ya kadar dağınık halde bulunması arıcı faaliyetlerinin etkisine işaret etmektedir. Trakya'nın güneyindeki arılar *A. m. anatoliaca* iken Trakya'nın kuzeyinde bulunanlar karışık olsa da *A. m. carnica* ile yakın ilişki göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Apis mellifera*, balarıları, morfometri, Kuzey Türkiye

INTRODUCTION

Turkey is situated in a significant geographic position where the three continents Europe, Asia and Africa (via Mid-East) are connected. It encompasses a wide range of different climatic zones and ecological regions which are reflected in the diversity of honeybees. Four honeybee subspecies had been described in Turkey, based on multivariate statistical analysis of standard morphometric characters and on six enzyme systems, (Ruttner, 1988; Kandemir et al., 2000). *Apis mellifera anatoliaca* is distributed throughout Central Anatolia, the Aegean and Mediterranean regions, and a large part of the Black Sea region. *A. m. caucasica* resides in North-eastern Anatolia, *A. m. meda* in the southern Anatolia, and *A. m. carnica* in the Thrace region (Ruttner, 1988; Kandemir et al., 2000; Smith et al., 1997). In addition, *A. m. syriaca* is found in the southern part of Turkey near Hatay (Kandemir et al., 2006). Further morphometric, biochemical and genetic research had basically supported this distribution (Güler and Kaftanoğlu, 1999a, 1999b; Palmer et al., 2000; Kandemir et al., 2006; Bodur et al., 2007; Özdil et al., 2009, 2012; Özkan Koca and Kandemir, 2013). Even though extensive migratory beekeeping is practiced in Turkey, native subspecies and their ecotypes are still partly preserved. However, this pattern is endangered because the number of professional beekeepers which transport colonies over wide distances and rely on commercially produced queens increases rapidly.

The northern parts of Turkey stretching along the Black Sea coast cover a range of honeybee subspecies, from *A. m. caucasica* at the Georgian border over *A. m. anatoliaca* in north Anatolia to *A. m. carnica* in Thrace. This area encompasses several regions differing in climatic and ecological conditions. Eastern Anatolia is a predominantly mountainous region with some forest, mostly

covered by grassland and an alpine zone at higher elevations. The region is known for long freezing cold winters with heavy snow fall and short hot summers. The Eastern Black Sea is a temperate humid rainforest region in the lower parts, but steep mountains rise immediately at the coast, frequently separated by rivers between these mountains. The winters are mild and long in the coast and cold on the mountains. The Western Black Sea region, though basically similar to the east, is less humid and mountains are much lower. The Marmara region in the West is divided by the Marmara Sea and has two parts. South Marmara in Asia Minor, where Blacksea, Aegean and Central Anatolia meet, is considered a transition zone between Europe and Asia Minor. Here, winters are rather mild and summers are moderate. Thrace is situated at the European side and comprised of mostly grassland with short mild winters and moderate or hot summers.

The common method to distinguish honeybee subspecies is the study of morphometric characters on the body parts, using wing venation angles, length measures of body parts, and pigmentation patterns (Reviewed in Ruttner, 1988, Meixner et al., 2013), to be evaluated by multivariate statistical analysis. The objective of our research is to investigate the extent of morphometric variation of honeybee populations distributed in the northern Turkey including South Marmara and Thrace regions.

MATERIALS AND METHOD

Honeybee samples were collected in May-August of 2002-2005 from 58 colonies in northern Turkey ranging from sea level up to 3000 m to the Bulgarian border in Turkey, including the adjacent Bulgarian region (Figure 1, Table 1). Bee samples were taken from remote villages with no or only minor

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

short-distance migratory beekeeping. Areas with intense migratory beekeeping were mostly avoided but in few cases some samples were included to improve representation of the region. Some of the sampling points in both Georgian (Camili-Artvin) and Bulgarian border (Armutveren-Kirkilareli) were situated in native bee preservation areas and sampling permission was obtained from authorities. Bee samples were shaken from a brood comb into a plastic bag containing a chloroform sucked cotton ball to obtain a fully stretched out proboscis. Sam-

ples were then transferred into a plastic bottle containing 70% ETOH. A total of 10 worker bees per colony were measured for a total of 34 morphometric characters (Ruttner, 1988) using a stereomicroscope and a PC-based video measuring system developed by Meixner and Meixner (2004). Multivariate morphometric analyses were performed on this measured data of 58 colonies obtained from different regions in northern Turkey.

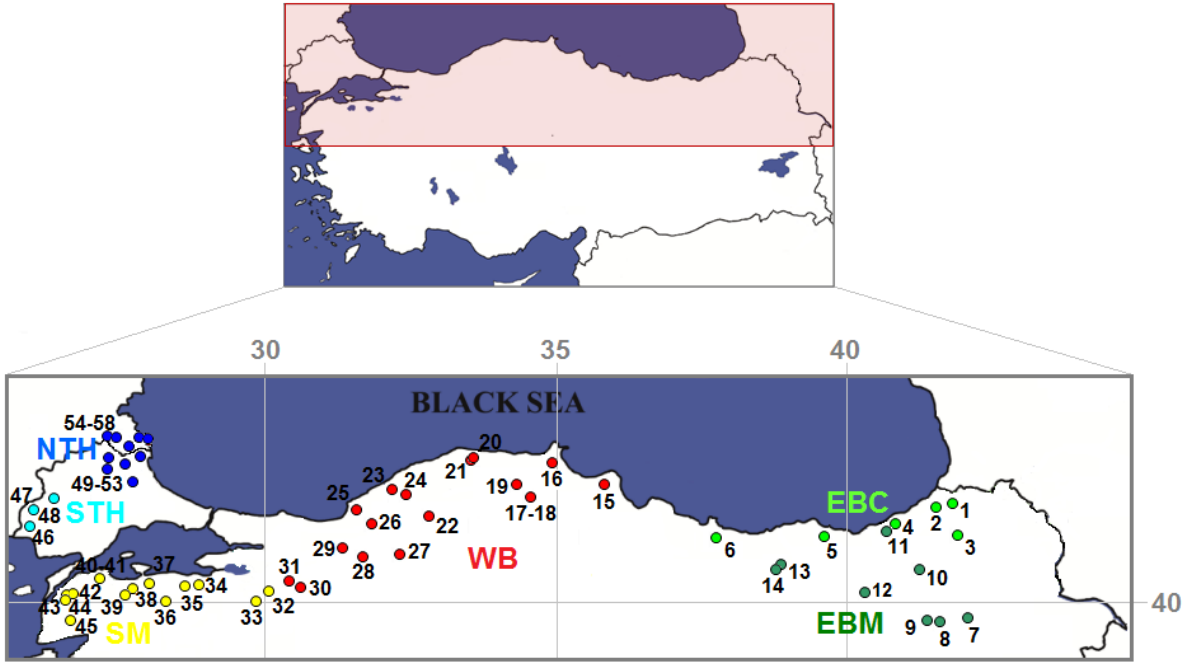


Figure 1. Sampling locations of honeybee samples from northern Turkey. Names for numbered localities are given in Table 1.

Şekil 1. Kuzey Türkiye'deki balırsı örneklerinin lokasyonları. Numaralandırılmış lokasyon isimleri Tablo 1 verilmiştir.

Honeybee samples were assigned to six groups (Eastern Black Sea Coast, EBC; Eastern Black Sea Mountain, EBM; Western Black Sea, WB; South Marmara, SM; North Thrace, NTH; South Thrace, STH) according to geographic regions of apparent climatic and ecological differences. To assess the morphological variation between these six groups, first an analysis of variance (ANOVA) was carried out on the mean values of the colony sample measurements. Then a discriminant function analysis (DFA) was carried out, and re-classification rates were estimated using leave-one-out (cross-validation) classification and cross

validation tests to check the accuracy in identifying the colonies. To investigate the clinal structure along the northern parts of Turkey, regression distribution of DA function over longitude was applied. In a second DFA, reference samples representing *A. m. anatoliaca*, *A. m. carnica*, *A. m. caucasica*, *A. m. cecropia*, *A. m. ligustica*, *A. m. macedonica* and *A. m. Mellifera* from the Morphometric Bee Data Bank in Oberursel were included into analysis and samples were force-allocated into these subspecies. All of the statistical analyses were carried out using SPSS 13.0 (SPSS, 2004) software.

RESULTS

Morphometric Analysis of Honeybee Populations

Analysis of variance (ANOVA) of morphological characters showed that all of the measured morphological characters displayed statistically significant differences among honeybee populations ($P < 0.05$). The DFA confirmed reliable separation of the honeybee populations from the six regions. Of five relevant DFA axes the first, the second and the third represented 63.4%, 15.2% and 9.1% of the total variation, respectively. Scatter plot of the first two DFA axes showed three major groups: the first group included the colonies of NTH, the second group included the colonies of STH, and the third group included the colonies of EBC, EBM, WB and SM (Figure 2). The members of these third group regions, however, showed some overlapping with each other, with the colonies of SM somewhat more separate. Cross validation tests based on these discriminant functions re-

assigned 86% of the colonies to their correct original group, and all regional population except the WB population colonies were correctly re-classified to their assigned groups. In the WB population, 12 of 17 samples (70.6%) were correctly re-allocated into the WB population, while 1 (5.9%), 2 (11.8%) and 2 (11.8%) were assigned to the EBC, EBM and SM populations, respectively. The geographic distribution of re-allocations is shown in Figure 3a. In particular, a clear relation to the geographic position is apparent indicating a clinal, transitional pattern along the coast, with NTH set apart. This gradual East-West transition is clearly supported by regression analysis of the first three DFA axis sample scores over longitude, yielding significant slopes (F1: Beta=-0.593 $p < 0.0005$; F2: Beta=0.426 $P < 0.001$; F3: Beta=-0.319 $P = 0.013$, NTH excluded). This transition can be visualized in Figure 3b, where sample RGB color values are computed from the first three DFA axis scores, thus reflecting their morphometric positioning.

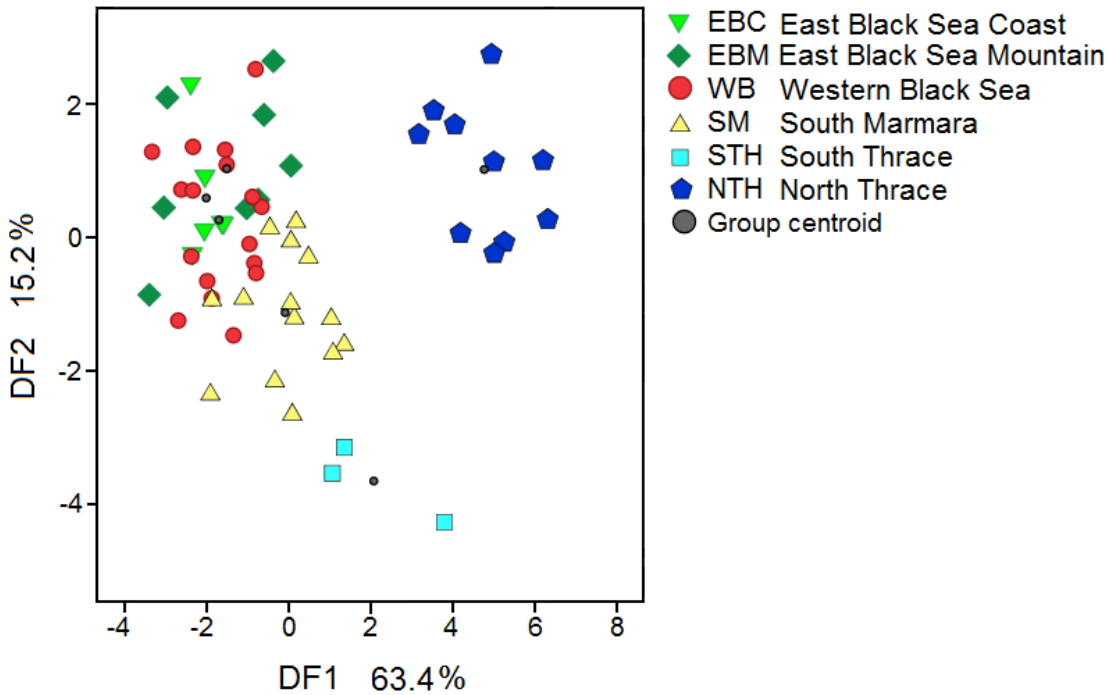
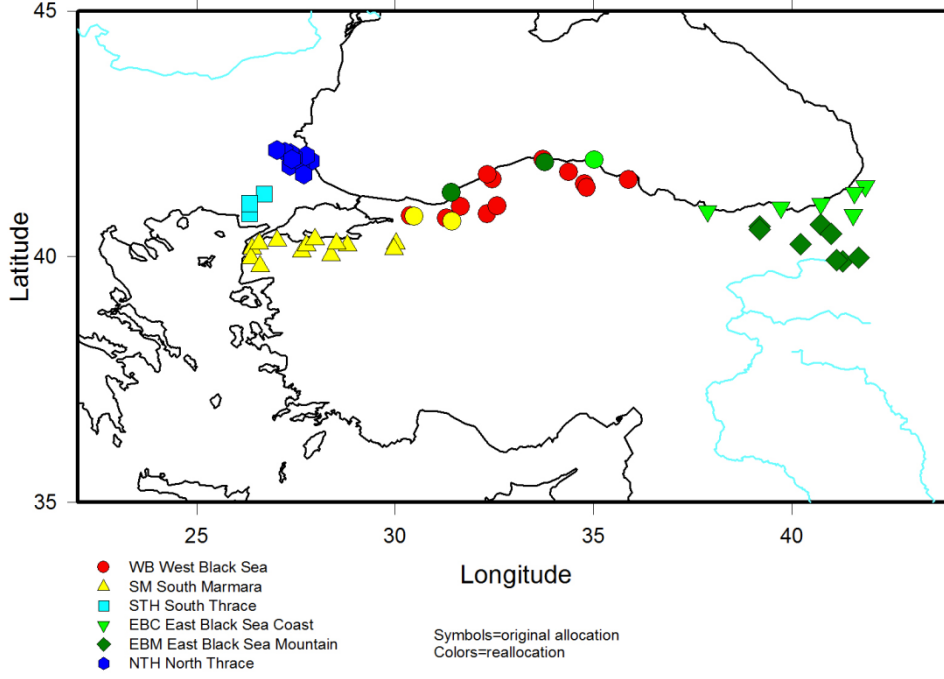


Figure 2. Scatter plot of DFA based on morphometric characters of honeybee populations from six geographic regions.

Şekil 2. Altı coğrafik bölgeden toplanan balırsı örneklerinin morfometrik karakterlere dayalı DFA dağılım grafiği.

a



b

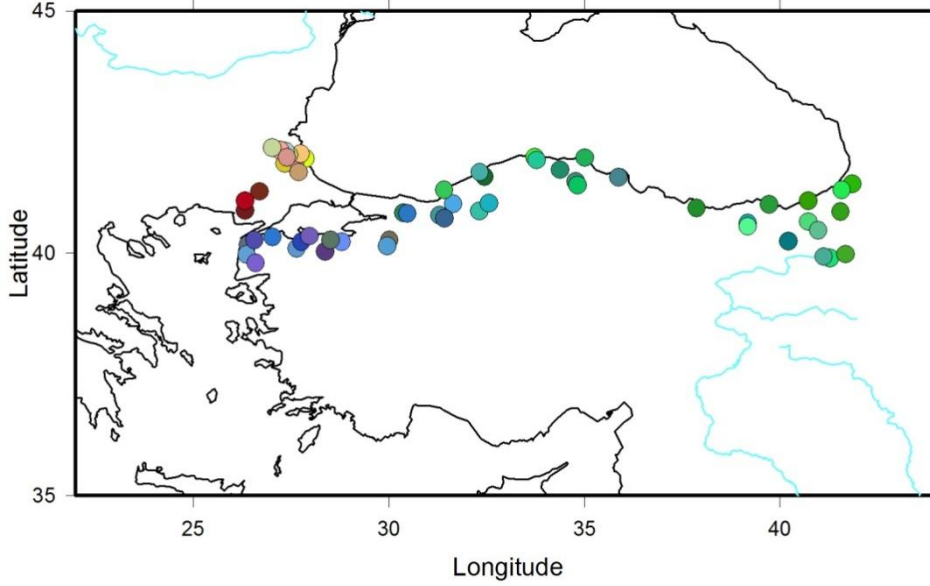


Figure 3. a) Geographic distribution of colony re-allocations into six regional groups. **b)** Visualization morphometric positioning of colony samples. Sample plot RGB color values are computed from the first three DFA axis scores.

Şekil 3. a) Kolonilerin 6 bölgesel gruba yeniden yerleştirilmesinin coğrafik dağılımı **b)** Koloni örneklerinin morfolometrik pozisyonlarının gözlenmesi. Örnek grafik RGB renk değerleri ilk 3 DFA eksenlerinden hesaplanmıştır.

Morphometric Analysis of Honeybee Samples in Relation to Adjacent Subspecies Reference Samples

When reference samples from the Oberursel Data Bank were included in DFA, four DFA axes were included in the calculations, and the first, the second and the third axes represented 62.3%, 21.2% and 6.9% of the total variation, respectively. All colonies from five geographic region (EBC, EBM, WB, SM and STH) clustered with *A. m. anatoliaca* and *A. m. caucasica* reference data, thus representing members of the O honeybee lineage except one from EBC region which was allocated to *A. m. carnica* (Figure 4). Though allocations to *A. m. anatoliaca* was found in 3 locations in the eastmost

Black Sea regions, this subspecies was also found in 5 locations scattered in the WB and SM region. The presence of this subspecies far from its Caucasian origin area in these regions of intense and advanced beekeeping clearly indicated the effect of beekeepers colony transport or queen breeding efforts. We did not find *A. m. caucasica* in the Thrace locations. While bees in South Thrace region were still allocated to *A. m. anatoliaca*, the bees in the North Thrace / Bulgarian border region were mostly allocated to *A. m. carnica* (5 out of 10 samples). However, even in that region a substantial portion (3 out of 10) were more close to *A. m. anatoliaca* than to any of the other tested subspecies, with the remaining 2 samples allocated to *A. m. ligustica* or *A. m. macedonica*.

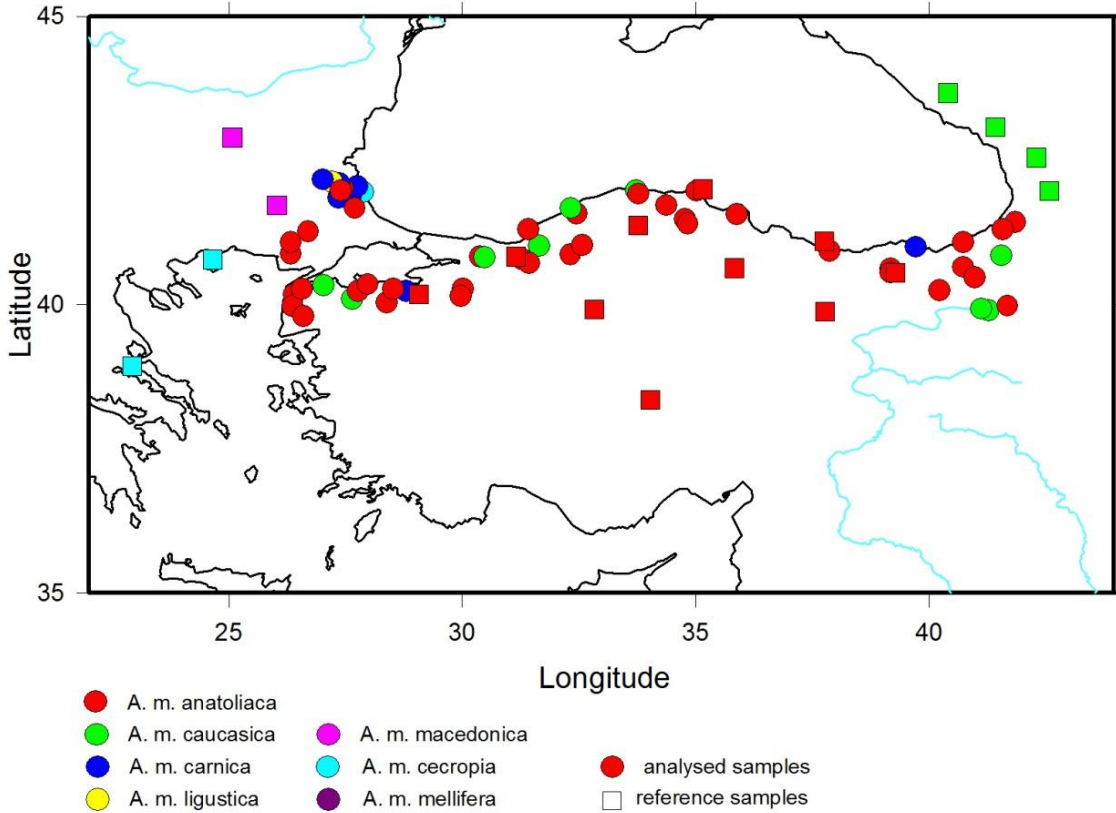


Figure 4. Geographic distribution of DFA force allocation of colony samples into seven adjacent subspecies represented by reference samples from the Oberursel Data Bank. Geographic positions of these reference samples if within the map range are also shown.

Şekil 4. Koloni örneklerinin DFA zorlaması ile Oberusel veri bankası'ndaki referans 7 yakın alttür örneklerine göre yerleştirmesi. Eğer harita alanı içerisinde ise bu referans örneklerinin coğrafik pozisyonu da gösterilmiştir.

DISCUSSION

The morphometric method we used here to study populations distributed in the northern Turkey including South Marmara and Thrace regions is commonly applied to study variation in honeybees. The results showed, that bees differed in their morphometric characters between the six local population groups proposed from climatic and ecological differences, and colonies could be reliably resampled into their respective groups using DFA. Moreover, the placements of these groups in DFA plots, as well as regressions of the first three DA functions on longitude displayed a structured pattern which supported an east-west population transition. This concurs with results of Kandemir et al. (2000) who had applied multiple regression analysis on latitude and longitude to morphometric and electrophoretic variables, also showing that some morphometric characters and gene frequencies were significantly related to geographic position (latitude and longitude). Our study also showed that colonies from Thrace region as well as part of the colonies from south Marmara formed separate clusters, with the NTH cluster closely affiliated to *A. m. carnica*. Colonies in Eastern Black Sea, where honeybees are more preserved

compared to other regions in Turkey, overlap with colonies in Western Black Sea coastal areas. This suggested that *A. m. caucasica* is prevalent in some Eastern Black Sea locations and its influence may extend to Western Black Sea.

A DFA together with subspecies reference samples (Oberursel Data Bank) confirmed that *A. m. anatoliaca* is the predominant subspecies in the northern part of Turkey, with its influence extending into the Thrace region. Some samples were found in North Thrace, which predominantly was shown to be affiliated to C lineage subspecies, mainly *A. m. carnica*. The overall east-west transient pattern indicated that the original natural distribution is still apparent. However, even though the bee samples were taken from stationary beekeepers and native populations, a significant degree of mixing was also apparent throughout the region, particularly evidenced by scattered occurrences of *A. m. caucasica* right into the westmost beekeeping areas. Since the highest number of migratory beekeepers are located in middle Black Sea area, eastern bees were apparently transported along the coastal region and mixed, or by introduction of purchased queens from other regions. Genetic studies could help to clarify this situation.

Table 1. Locations and collection date of the samples of honeybees analyzed in northern Turkey. Location as indicated on the map shown in Figure 1.

Tablo 1. Kuzey Türkiye’den analiz edilen balırsı örneklerinin toplanma zamanı ve lokasyonları. Lokasyonlar Şekil 1’de harita üzerinde gösterilmiştir.

Location	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Date
Eastern Black Sea Coast (EBC)				
1. Camili-Borçka-Artvin	41° 26' N	41° 51' E	1500-1750	2002
2. Kabaca-Murgul-Artvin	41° 18' N	41° 35' E	750-1000	2002
3. Morkaya-Yusufeli-Artvin	40° 51' N	41° 33' E	1250-1500	2002
4. Kemer-Cayeli-Rize	41° 05' N	40° 44' E	0-250	2002
5. Çilekli-Trabzon	41° 00' N	39° 43' E	0-250	2002
6. Yokuşdibi-Ordu	40° 56' N	37° 52' E	250-500	2002
Eastern Black Sea Mountain (EBM)				
7. Pasinler-Erzurum	39° 59' N	41° 41' E	1500-1750	2002
8. Erzurum	39° 54' N	41° 17' E	2000-2250	2002
9. Ilıca-Erzurum	39° 56' N	41° 07' E	1750-2000	2002
10. İspir-Erzurum	40° 28' N	40° 59' E	1000-1250	2002
11. Ballıkoy-Anzer-Rize	40° 39' N	40° 44' E	2500-2750	2002
12. Bayburt	40° 15' N	40° 13' E	1500-1750	2002
13. Akçal-Kürtün-Gümüşhane	40° 37' N	39° 11' E	1500-1750	2002
14. Söğüteli-Kürtün-Gümüşhane	40° 33' N	39° 11' E	1750-2000	2002
Western Black Sea (WB)				

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

15. Kuşçular-Bafra-Samsun	41° 34' N	35° 53' E	0-250	2002
16. İğnesoküğü-Erfelek-Sinop	41° 58' N	35° 01' E	0-250	2002
17. Boyabat-Sinop	41° 29' N	34° 47' E	250-500	2005
18. Boyabat-Sinop	41° 24' N	34° 50' E	500-750	2005
19. Yılanlı-Hanönü-Kastamonu	41° 43' N	34° 23' E	1250-1500	2005
20. Belören-İnebolu-Kastamonu	41° 55' N	33° 47' E	500-750	2002
21. İnebolu-Kastamonu	41° 59' N	33° 44' E	0-250	2005
22. Hacıözköy-Karabük	41° 02' N	32° 34' E	1000-1250	2005
23. Bartın	41° 40' N	32° 20' E	0-250	2002
24. Derbent-Bartın	41° 35' N	32° 27' E	500-750	2005
25. Kdz.Ereğli-Zonguldak	41° 18' N	31° 25' E	0-250	2002
26. Karakavuz-Kdz. Ereğli-Zonguldak	41° 01' N	31° 39' E	1250-1500	2005
27. Gerede-Bolu	40° 52' N	32° 19' E	1250-1500	2005
28. Bolu	40° 43' N	31° 26' E	1250-1500	2002
29. Kaynaşlı-Düzce	40° 47' N	31° 18' E	250-500	2005
30. Akçapınar-Sakarya	40° 50' N	30° 23' E	0-250	2005
31. Taraklı-Sakarya	40° 49' N	30° 29' E	0-250	2005
South Marmara (SM)				
32. Bilecik	40° 16' N	30° 01' E	500-750	2005
33. Pazaryeri-Bilecik	40° 09' N	29° 58' E	500-750	2005
34. Görükle-Bursa	40° 14' N	28° 48' E	0-250	2002
35. İkizce-Bursa	40° 16' N	28° 31' E	0-250	2002
36. Güllüce-M.Kemalpaşa-Bursa	40° 02' N	28° 23' E	0-250	2002
37. Bandırma-Balıkesir	40° 21' N	27° 59' E	0-250	2002
38. Üzümlü-Gönen	40° 06' N	27° 39' E	0-250	2002
39. Çalıoba-Bandırma-Balıkesir	40° 14' N	27° 46' E	0-250	2002
40. Balıklıçeşme-Balıkesir	40° 20' N	27° 02' E	0-250	2005
41. Balıklıçeşme-Çanakkale	40° 20' N	27° 02' E	0-250	2002
42. Karacaören-Çanakkale	39° 58' N	26° 22' E	250-500	2005
43. Kepez-Çanakkale	40° 10' N	26° 24' E	0-250	2005
44. Güzelyalı-Çanakkale	40° 16' N	26° 34' E	0-250	2002
45. Bayramiç-Çanakkale	39° 48' N	26° 36' E	0-250	2002
South Thrace (STH)				
46. Sarıcaali-İpsala-Edirne	40° 53' N	26° 20' E	0-250	2002
47. Omurca-Meriç-Edirne	41° 05' N	26° 20' E	0-250	2002
48. Uzunköprü-Edirne	41° 16' N	26° 42' E	0-250	2002
North Thrace (NTH)				
49. Dereköy-Tr-Bg Border	41° 59' N	27° 24' E	750-1000	2005
50. Düzorman-Tr-Bg Border	41° 51' N	27° 21' E	500-750	2005
51. Boztaş-Tr-Bg Border	41° 55' N	27° 38' E	500-750	2005
52. Sisliova-Tr-Bg Border	41° 57' N	27° 53' E	250-500	2005
53. İslambeyli-Tr-Bg Border	41° 40' N	27° 42' E	500-750	2005
54. Tsarevo-Tr-Bg Border	42° 10' N	27° 01' E	250-500	2005
55. S.Sinemorets-Tr-Bg Border	42° 08' N	27° 13' E	250-500	2005
56. S.Kosti-Tr-Bg Border	42° 03' N	27° 45' E	0-250	2005
57. M.Turnovo-Tr-Bg Border	42° 01' N	27° 27' E	500-750	2005
58. S.Zvezdets-Tr-Bg Border	42° 06' N	27° 22' E	500-750	2005

*Turkey (Tr), Bg (Bulgaria)

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Acknowledgement

We thank Nikolaus Koeniger for supporting this research, and Beate Springer for invaluable help taking the measurements. The Project was funded by NATO project No. CLG 981340 and also supported by TÜBİTAK and DFG through Research Exchange program. We are grateful to Mustafa Civan and Civan Beekeeping Company and beekeepers for helping during bee sample collection.

REFERENCES

- Bodur, C., Kence, M., Kence, A. 2007. Genetic structure of honeybee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) populations of Turkey inferred from microsatellite analysis. *Journal of Apicultural Research*, 46: 50–56.
- Güler, A., Kaftanoğlu, O. 1999a. Morphological characters of some important races and ecotypes of Turkish honey bees (*Apis mellifera* L.) - I. *Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences*, 23: 565–570.
- Güler, A., Kaftanoğlu, O. 1999b. Morphological characters of some important races and ecotypes of Turkish honeybees (*Apis mellifera* L.) - II. *Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences*, 23: 571–575.
- Kandemir, I., Kence, M., Kence, A. 2000. Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera* L.) populations of Turkey. *Apidologie*, 31: 343–356.
- Kandemir, I., Kence, M., Sheppard, W.S., Kence, A. 2006. Mitochondrial DNA variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations from

Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 45: 33–38.

- Meixner, A., Meixner, M.D. 2004. BEE2 Morphometric Software © 1997–2004. Frankfurt, Germany.
- Meixner, M.D., Pinto, M.A., Bouga, M., Kryger, P., Ivanova, E., Fuchs, S. 2013. Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52 (4).
- Özdil, F., Yıldız, M.A., Hall, G.H. 2009. Molecular characterization of Turkish honey bee populations (*Apis mellifera*) inferred from mitochondrial DNA RFLP and sequence results. *Apidologie*, 40: 570–576.
- ÖzkanKoca, A.,Kandemir, İ. 2013. Comparison of two morphometric methods for discriminating honey bee populations (*Apis mellifera* L.) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 37(2), 205-210.
- Palmer, M.R., Smith, D.R., Kaftanoğlu, O. 2000. Turkish honey bees: genetic variation and evidence for a fourth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. *Journal of Heredity*, 91: 42–46.
- Ruttner, F. 1988. *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Smith, D.R., Slaymaker, A., Palmer, M., Kaftanoğlu, O. 1997. Turkish honey bees belong to the east Mediterranean mitochondrial lineage. *Apidologie*, 28: 269–274.
- SPSS, 2004. SPSS for Windows, Release 13.0, standard version. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Giriş

Türkiye balarılarında çeşitliliği yansıtan farklı iklim zonlarını ve ekolojik bölgelerini kapsayan üç kıtanın (Avrupa, Asya ve Afrika) birbirine bağlandığı önemli bir coğrafi konumda bulunmaktadır. Standart morfometrik karakterlerin çok değişkenli istatistiksel analizi ve enzim sistemlerine bağlı olarak yapılan analizlerde Türkiye’de dört farklı balarısı alttürü tanımlanmıştır. *Apis mellifera anatoliaca* Orta Anado-

lu, Ege ve Akdeniz Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi’nin büyük bir kısmında dağılmaktadır. *A. m. caucasica* Kuzeydoğu Anadolu’da, *A. m. meda* Güneydoğu Anadolu’da ve *A. m. carnica* Trakya’da bulunmaktadır. Ayrıca *A. m. syriaca* Hatay yakınındaki Türkiye’nin güney kesiminde bulunmaktadır. Morfometrik, biyokimyasal ve genetik olarak yapılan diğer çalışmalar bu dağılımı desteklemiştir. Karadeniz’in kıyı kesimi boyunca uzanan, Türkiye’nin kuzey kesimlerinde farklı alttürler (*A. m. caucasica*, *A. m. anatoliaca* ve *A. m. carnica*) yayılış göster-

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

mehtedir. Bu araştırmanın amacı, Güney Marmara ve Trakya Bölgeleri de dahil olmak üzere, Türkiye'nin kuzeyinde bulunan balarısı popülasyonlarında morfometrik varyasyonu araştırmaktır.

Materyal ve Metot

Çalışma için balarısı örnekleri 2002-2005 yıllarında Mayıs ve Ağustos ayları arasında, Türkiye'nin kuzeyinde bulunan ve Türkiye sınırına yakın Bulgaristan bölgesinden kolonileri de içeren toplam 58 koloniden toplanmıştır (Şekil 1, Tablo 1). Her bir koloniden toplam 10 işçi arıda morfometrik karakterler Meixner ve Meixner (2004) tarafından geliştirilen ölçüm sistemi ile ölçülmüş ve çok değişkenli morfometrik analizler bu ölçülen veriler ile gerçekleştirilmiştir. Analizler için balarısı örnekleri, buldukları coğrafik bölgelerin belirgin iklimsel ve ekolojik farklılıklarına göre altı ana gruba (Doğu Karadeniz-Kıyı Bölgesi, EBC; Doğu Karadeniz-Dağlık Bölge, EBM; Batı Karadeniz, WB; Güney Marmara, SM; Kuzey Trakya, NTH; Güney Trakya, STH) ayrılmış olup gruplar arasındaki ayrımı görmek için ayrışım fonksiyon analizi (DFA) yapılmıştır. Çapraz doğrulama testi ile kolonilerin diğer gruplara dağılımı ve kendi orijinal gruplarına yerleşme yüzdeleri kontrol edilmiştir. Oberursel Morfometrik Arı Bankası'ndan elde edilen *A. m. anatoliaca*, *A. m. carnica*, *A. m. caucasica*, *A. m. cecropia*, *A. m. ligustica*, *A. m. macedonica* ve *A. m. mellifera* alttürlerine ait referans örneklerinin verileri DFA'ya dahil edilerek örneklerin hangi alttür gruplarına dahil olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Türkiye'nin kuzey bölgeleri boyunca klinal yapıyı araştırmak için, örneklerin bulunduğu lokasyonların boylamları üzerinde DA fonksiyonlarının regresyon dağılımı uygulanmıştır. Tüm istatistiksel analizler SPSS 13.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma

Balarısı Popülasyonlarının Morfometrik Analizi: DFA altı bölgedeki balarısı popülasyonlarının güvenilir ayrılmasını doğrulamıştır. DFA'nın ilk iki eksenindeki dağılım grafiğinde, üç temel grup ayrılmıştır: İlk grup NTH kolonilerini, ikinci grup STH kolonilerini ve üçüncü grup EBC, EBM, WB ve SM kolonilerini içermektedir (Şekil 2). Ancak üçüncü grup bölgelerinin üyeleri birbirleri ile bazı örtüşmeler göstermekte olup SM kolonileri diğerlerinden biraz daha fazla ayrılmaktadır. Ayrışım fonksiyonlarına bağlı olarak çapraz doğrulama testi, WB kolonileri hariç kolonilerin %86'sını kendi orijinal grupları içerisinde sınıflandırmıştır. Kolonilerin yeniden gruplara ayrılmasının coğrafik dağılımı Şekil 3a'da görülmektedir. Örneklerin bulunduğu lokasyonların boylamları üzerinde DA fonksiyonlarının regresyon dağılımına göre örnekleme alanının doğu ucundan (Gürcistan sınırındaki) batı ucuna kadar (Bulgaristan sınırındaki) kademeli bir geçiş görülmektedir (Şekil 3b).

Balarısı Örnekleri ile Yakın Alttürlerin Referans Örneklerinin Morfometrik Analizi: Oberursel Veri Bankası'ndaki referans örnekler DFA'ya dahil edildiğinde, analiz Trakya bölgesine kadar uzanan Türkiye'nin kuzey kesiminde *A. m. anatoliaca*'nın baskın alttür olduğunu doğrulamıştır. *A. m. caucasica* bazı Doğu Karadeniz lokasyonlarında yaygındır, fakat bu alttürün bölünmesi, ayrıca batıya doğru Trakya'nın kuzeyine kadar dağınık halde bulunması arıcı faaliyetlerinin etkisine işaret etmektedir. Trakya'nın güneyindeki arılar *A. m. anatoliaca* iken Trakya'nın kuzeyinde bulunanlar karışık olsa da *A. m. carnica* ile yakın ilişki göstermektedir (Şekil 4).

KARS YÖRESİNDEKİ BAL ARILARINDA VARROOSIS'İN YAYGINLIĞI

The Prevalence of Varroosis in Honey Bees in the Province of Kars

(Extended Abstract can be found at the end of the Article)

Kadir ÖNK^{1*}, Yunus KILIÇ²

¹Kafkas Üniversitesi, Kars Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kars

²Türkiye Büyük Millet Meclisi, Kars Milletvekili, Ankara

*Bu çalışma yazarın Yüksek Lisans tezinden özetlenmiş ve II. Marmara Arıcılık Kongresi 2003'te bildiri olarak sunulmuştur.

Geliş Tarihi: 11.05.2015, Kabul Tarihi: 15.06.2015

ÖZ

Türkiye'de arıcılığın yaygın olarak yapıldığı Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Kars ili ve çevresindeki bal arılarında (*Apis mellifera*) varroosis'in yaygınlığını saptamak amacıyla bu araştırma yapılmıştır. Bu amaçla Kars il ve ilçelerinde olmak üzere 80 odaktaki 112 arılıktaki toplam 4599 koloninin 2870 (%62.40) inden numune alınarak Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı Laboratuvarına getirilmiştir. 112 arılıktan 49 unda kolonilerin tamamı, 63 arılıktaki kolonilerin ise en az %20'si *Varroa* türleri yönünden muayene edilmiştir. Her bir arılıktan toplanan parazitler, içerisinde %70 alkol bulunan falkon şişeler içerisine ayrı ayrı konulmuştur. Morfolojik teşhis için parazitler ilk önce laktofenol içerisinde yeterince şeffaflaştırılmış, daha sonra mikroskop altında morfolojik yapıları incelenerek akar teşhisleri yapılmıştır. İncelenen 2870 balarası kolonisinin tamamında (%100) varroosis enfestasyonu saptanmış ve morfolojik kriterlere bakılarak bütün kolonilerden toplanan parazitlerin *Varroa destructor* olduğuna karar verilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Varroa*, bal arısı, yaygınlık, Kars.

ABSTRACT

This study was carried out to determine the prevalence of varroosis in honey bee in the province of Kars and its town which are located in North Eastern Anatolia and one of the major honeybee breeding areas of Turkey. For this purpose, this study was conducted in 80 research areas consisting of 112 apiaries in Kars and its towns. The entire 49 colonies of 112 apiaries and at least 20% of the colonies of the remaining 63 apiaries were examined for *Varroa* parasites. The parasites collected from each apiary were stored separately in bottles containing 70% ethyl alcohol 2870 samples (62.40%) were collected from the apiaries in 4599 colonies and brought to the Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, in Kars. The parasites were determined for the morphological characteristics of the parasites by examining under a microscope after being immersed in lactophenol to make them transparent. Varroosis infestation was found in all (% 100) of the examined 2870 colonies and it was determined that there was only one species, namely *Varroa destructor* according to the morphological characteristics of the parasites.

Key Words: *Varroa*, honeybee, prevalence, Kars

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

GİRİŞ

Anadolu, birbirinden farklı iklim özellikleri, bitki örtüsü ve coğrafi yapısı dikkate alındığında arıcılık için önemli özelliklere sahiptir. Tarımsal bölge tasnifine göre; Kars, Ağrı, Artvin, Erzincan, Erzurum, Ardahan ve Iğdır illeri, Kuzey Doğu Tarımsal Bölgesi içerisinde yer almaktadır. Bu bölge Türkiye arıcılığı için ciddi katkılar sağlamaktadır (Genç, 1994).

Arıcılıkta en üst düzeyde verim almak için arı bakım ve yetiştiriciliği oldukça etkilidir. Ayrıca arılarda; beslenme hastalıkları, bakteriyel, viral ve fungal hastalıklara bağlı kayıpların yanı sıra arı zararlılarının vermiş olduğu kayıplar görülmektedir (Kaftanoğlu ve ark., 1993; İnal ve Güçlü, 1998).

Arı hastalıkları içerisinde de paraziter enfestasyonlar oldukça önemlidir. Arı kolonilerinde 40 civarında akar türü yaşamakta olup, bunlardan birkaç tanesi hastalığa neden olmaktadır. Bunlardan en önemlisi *Varroa* türleri tarafından meydana getirilen varroosis'dir (Akkaya ve Vuruşaner, 1996; Doğaroğlu 1999; Ritter, 1987).

Rusya ve Bulgaristan'da salgın halde ortaya çıkan bu parazit Türkiye'ye 1976 yılında, Bulgaristan sınırından girmiş ve 3-4 yıl gibi kısa sürede tüm ülkeye yayılmıştır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde, özellikle Erzurum'da akarın varlığı 1979 yılında saptanmış, 1983 yılının ilkbaharında da Kars ve Ardahan illerinde kovanların bulaşık olduğu bildirilmiştir (Özbek ve Ecevit, 1984).

Kars yöresi arıcılık ve arı ürünleri yönünden özelliklerde markalaşan Kars balı ile hem Kars ve hem de Türkiye ekonomisine önemli girdi sağlamaktadır. Arıcılığın yaygın olarak yapıldığı Kars yöresinde bal arılarının en önemli akarı ve zararlısı olan *Varroa* parazitinin ve bu akarın neden olduğu varroosis'in yaygınlığını belirlemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, Kars ili ve ilçelerinden 80 farklı lokasyonda ve 112 arılıkta toplam 4599 koloninin 2870 (%62.41) inden alınan örnekler materyal olarak kullanılmıştır. Alınan bu örnekler % 70 lik alkolde tespit edilerek laboratuvarında ışık mikroskopunda incelendi.

Kolonilerde varroa parazitinin teşhis edilmesinde akarların arılar üzerinden uzaklaştırılmasını sağlamak üzere 400 mg amitraz ihtiva eden ve ticari

olarak Varroset adlı preparat uygulanmıştır. Kolonilerde varroosis'in varlığını saptamak için büyük arılıklardaki kolonilerin en az %20 si, küçük arılıklarda ise kolonilerin tümü gözden geçirildi. Bu uygulama, arıların tamamına yakın kısmının içeride olduğu akşamüzeri ve sabahın erken saatlerinde ve sonbahar aylarında gerçekleştirilmiştir.

Arılıklardaki kolonilerden toplanan akarlar daha önceden hazırlanmış %70' lik alkol şişeleri içerisine konulmuştur. Toplanan akarlar laboratuvara getirilmiş ve örnekler mikroskop altında incelenmeden önce laktofenol içerisinde şeffaflaştırılmaya bırakılmıştır. Laktofenol içerisinde yeterince şeffaflaştıktan sonra örnekler ışık mikroskopunda morfolojik karakterleri (vücut uzunluğu, vücut genişliği, peritremler uzunluğu, marginal setae, endopodal setae pores, sternal setae ve metapodal setae sayıları) yönünden incelenerek tanımlaması yapılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada, *A. mellifera caucasica* arı ırkının melezleri ile arıcılığın yapıldığı Kars merkez ve yedi ilçesini içeren yerleşim yerlerinden (il, ilçe merkezi ve köyler olmak üzere) oluşan 80 farklı lokasyondaki 112 arılıkta bulunan 4599 koloniden incelenen 2870 koloninin tümünde varroa zararı saptanmıştır. Araştırma materyalinin alındığı tüm odaklarda ve tüm kolonilerde *Varroa* enfestasyonu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Toplanan *Varroa* akarlarının mikroskopik incelemesi sonucu ergin dişi *Varroa*'ların vücut genişliği 1.500 mm - 1620 mm arasında (ort. 1.596 mm), vücut uzunluğu 1.090 mm - 1220 mm arasında (ort. 1150 mm) ve peritrem uzunluğu 0.424 mm - 0.428 mm arasında (ort. 0.426 mm) olduğu görülmüştür. Marginal setae sayısı 19, endopodal setae sayısı 7, sternal setae sayısı 11, sternal pore sayısı 11 ve metepodal setae sayısı 22 olduğu saptanmıştır. Yapılan bu morfolojik ölçümler sonucunda Kars yöresinde varroosis'e neden olan türün *Varroa destructor* olduğu belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Tablo 1. Kars yöresinde bal arılarında varroosis prevalansı.

Numune Alınan Lokasyonlar	Numune Alınan Odak Sayısı	İncelenen Arılık Sayısı	Arılıklardaki Koloni Sayısı	İncelenen Koloni Sayısı (%)	EnfestasyonOranı%
Kars	19	28	1345	796 (%58,2)	100
Akyaka	9	11	686	312 (%45,5)	100
Arpaçay	7	11	174	142 (%81,6)	100
Digor	3	4	208	103 (%49,5)	100
Kağızman	10	12	703	525 (%74,7)	100
Sarıkamış	8	8	410	176 (%42,9)	100
Susuz	8	13	458	357 (%78,0)	100
Selim	16	25	615	459 (%74,6)	100
Toplam	80	112	4599	2870 (%62,41)	100

TARTIŞMA

Arı zararlıları içerisinde *Varroa* ilk sırada gelmektedir. Bu enfestasyona neden olan *Varroa* türleri *V.jacobsoni*, *V. rindereri*, *V. underwoodi*, *Euvarroa sinhai* ve *E.wongsiri*'dir (Öder, 1988; İnci ve Tutkun, 1992). Bu türlerden ülkemiz bal arılarında en yaygın olan tür *V. jacobsoni* olduğu kabul edilirken, 2003 yılı sonrasında yapılan çalışmalarda bu türün *Varroa destructor* olduğu yapılan morfolojik ve moleküler tekniklerle ortaya koyulmuştur. Türkiye'de arıcılık sektöründe varroosis'den sorumlu türün *Varroa destructor* olduğu belirtilmiştir (Çakmak ve ark., 2003; Warrit ve ark., 2004; Aydın ve ark., 2007).

Varroidae türleri tarafından meydana getirilen varroosis arıların hem erginleri hem de yavruları üzerinde enfestasyon oluşturduğu gibi, arılarda sekonder enfeksiyonlarında ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Doğanay, 1994).

Varroosis, günümüzde Avustralya, Yeni Zelanda, Hawaii ve Afrika'nın bazı bölgelerinin dışında, dünyanın arıcılık yapan hemen her ülkesinde görülmektedir (Sammataro ve ark., 2000; Oldroyd, 1999). Ancak 2000 yılında Yeni Zelanda'da da görüldüğü kaydedilmektedir (Goodwin and van Eaton, 2001).

Yapılan çalışmalarda Varroidae türlerinden *Varroajacobsoni* yeryüzünde hızla yayıldığını enfestasyon oranını birçok ülkede %100'e ulaştığını bildirmişlerdir (Doğanay, 1994; Özbek ve Ecevit, 1984; Ritter, 1987).

Varroosis yaygınlığı konusunda ilk çalışma 1978 yılında Bornova Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü tarafından Ege Bölgesi'ndeki İzmir, Manisa, Aydın Balıkesir Çanakkale ve Muğla illerinde yapılmış. İnceleme neticesinde bu illerin tamamında varroosis bulunduğunu saptanmıştır (İlikler ve Yüzbaş, 1987). Birçok araştırmacı bugün ülkemizde

varroosis ile bulaşık olmayan kovanın hemen hemen hiç kalmadığını bildirmişlerdir (Doğanay, 1994; Özbek ve Ecevit, 1984; Ritter, 1987; İlikler ve Yüzbaş, 1987). Bölgesel düzeyde yapılan çalışmalarda Güney Marmara ve Karadeniz Bölgesinde bu parazitin %58 ile %89 arasında yaygın olduğu belirlenmiştir (Aydın ve ark., 2003, Yaşar ve ark., 2002).

Tarım ve Orman Bakanlığının 1983 yılında ülke çapında düzenlediği varroosis bulaşıklılık taramasında, tüm illerin bulaşık olduğunu saptamıştır (Tutkun, 1987). Van yöresinde yapılan çalışmada da kolonilerinin tamamında varroosis'in % 100 olduğu bildirilmiştir (Aydın, 1998).

Bu çalışmada Kars yöresinde arıcılık yapan arıcılara ait 2870 adet kolonilerde yapılan muayene sonucunda kovanların % 100 oranında varroa paraziti ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç ta bize bölgemizde bu parazit ile bulaşık olmayan kolonilerin hemen hemen hiç kalmadığını göstermiştir. Elde edilen bu sonuç, yapılan çalışmalarla aynı paralellik arz etmektedir. Türkiye'de göçer arıcılığın ana uğrak yerlerinden olan Kars yöresinde patojen bu akarın %50'sinden fazlasının tarandığı bu çalışmada bulaşık olması oldukça önemli olup, dikkat edilmesi gereken bulgu olmuştur.

SONUÇ

Ülkemizde arıcılık sektöründe arı ve kovan nakilleri, kontrolsüz ve gelişigüzel arılık kurulması ve etkinliği olmayan preparatların bilinçsizce kullanımı varroa parazitinin yaygınlığına zemin hazırlamaktadır. Bütün bu nedenler *varroosis*'in dünyada, ülkemizde ve Kars yöresinde de yaygın bir şekilde görülmesine neden olmuştur.

Dünya'da ve ülkemizde en yaygın görülen akarların başında gelen *Varroa* türleri üzerinde ayrıntılı ve

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

özellikle moleküler tanımlama çalışmaları yapılmamıştır. Türkiyede varroosis'e neden olan *Varroa* türlerinin belirlenmesi için moleküler tanı yöntemlerinin yapılması yerinde olacaktır. Yapılacak moleküler epidemiyolojik araştırmalar ışığında kontrol ve korunma programları oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akkaya, H., Vuruşaner, C. 1996. Bal Arısı Hastalıkları ve Zararlıları. Teknik Yayınları. İstanbul.
- Aydın L., Güleğen, E., Çakmak, İ., Girişkin, A.O. 2007. The Occurrence of *Varroa destructor* Anderson and Trueman, 2000 on Honey Bees (*Apis mellifera*) in Turkey. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 31: 189-191.
- Aydın, A. 1998. Van yöresinde bal arılarında *Varroajacobsoni*'nin epidemiyolojisi üzerine araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniv. Sağlık Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. Van.
- Aydın, L., Çakmak, İ., Güleğen, E., Korkut, M. 2003. Güney Marmara Bölgesi Arı Hastalıkları ve Zararlıları Anket Sonuçları. Uludağ Arıcılık Dergisi, 3 (1): 37-40.
- Çakmak, İ., Aydın, L., Güleğen, E., Wells H. 2003. *Varroa (Varroa destructor)* and tracheal mite (*Acarapis woodi*) incidence in the Republic of Turkey. J. Apic. Res., 42(4): 57-60.
- Doğanay, A. 1994. *Varroa* hastalığı. T.Parazitol.Derg. 18 (2):229-239.
- Doğaroğlu, M. 1999. Modern Arıcılık Teknikleri. Anadolu Matbaa ve Ambalaj San. Tic.Ltd. Şti. İstanbul.
- Genç, F. 1994. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi. Yayın No:166. Erzurum.
- Goodwin, M., Van Eaton, C. 2001. Control of *Varroa*. A Guide for New Zealand Beekeepers. New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry. Wellington, New Zealand. Pps.120
- İlikler, İ., Yüzbaş, A. 1987. Ege Bölgesi'nde arı akarı (*Varroajacobsoni* Quedmans, 1904) ve savaşımları üzerine araştırmalar. Türkiye 1. Arıcılık Kongresi, 22-24 Ocak 1980, TOKB. Teş. ve Des. Gn. Md. Ankara. Yayın No: genel: 154, TEDGEM:14, 139-147, Ankara.
- İnal, Ş., Güçlü, F. 1998. Arı Yetiştiriciliği ve Hastalıkları. Selçuk Üniv. Veteriner Fak. Konya.
- İnci, A., Tutkun, E. 1992. Arıcılık. Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı Matbaası. Ankara.
- Kaftanoğlu, O., Kumova, U., Yeninar, H. 1993. Türkiye'deki önemli balarısı (*Apis mellifera* L) hastalıkları, koruma ve kontrol yöntemleri. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Erdemli, İçel.
- Oldroyd, B.P. 1999. Coevaluation while you wait: *varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. Trends Ecol. Evol. 14 (8): 312-315.
- Öder, E. 1988. Bal arılarında *Varroa* paraziti (*Varroajacobsoni*, Oudemans) ile ilaçlı mücadele nasıl yapılır. Teknik Tavukçuluk. 61: 29-36.
- Özbek, H., Ecevit, O. 1984. Bal Arısı (*Apis mellifera* L.)'da *Varroa* Akarı, *Varroajacobsoni* (Oudemans) (Acarina: VARROİDE). TOKB. Zir. Müc. ve Kar. Gn. Md. Ofset Matbaa Tesisi. Ankara.
- Ritter, W. 1987. Bal Arılarının Varroatoz'u. Türkiye 1. Arıcılık Kongresi, 22-24 Ocak 1980, TOKB. Teş. ve Des. Gn. Md. Ankara. Yayın No: Genel: 154, TEDGEM:14, 139-147, Ankara.
- Sammaturo, D., Gerson, U., Needham, G. 2000. Parasitic mites of honey bees: Life, implications, and impact. Annual review of entomology. 45: 519-548.
- Tutkun, E. 1987. Arı akarı (*Varroajacobsoni* Qud.)'nın dünyadaki yayılışı ve bulaşma şekli. Teknik Arıcılık. 9: 11-14.
- Warrit, N., Hagen, T.A.R., Smith, D.R., Çakmak, İ. 2004. A survey of *Varroa destructor* strains on *Apis mellifera* in Turkey. J. Apic. Res., 43: 190-191.
- Yaşar, N., Güler, A., Yeşiltaş, H.B., Bulut, G., Gökçe, M. 2002. Karadeniz Bölgesi Arıcılığının Genel Yapısının Belirlenmesi. Mellifera. 2-3.15-24.

EXTENDED ABSTRACT

Bee care and breeding are quite effective in order to obtain maximum yield in apiculture. The losses induced by nutritional disorders, bacterial, viral, and fungal diseases, as well as losses caused by bee pests are observed in bees.

Among the bee diseases, parasitic infestations are considerably significant. About 40 mite species inhabit in bee colonies and only a few of these species cause diseases. The most important one of these species is varroosis caused by *Varroa* species. The purpose of this study was to determine prevalence of the parasite *Varroa*, the most important mite and destructor of honeybees in the region of Kars, where apiculture is commonly carried out, and prevalence of varroosis caused by this mite.

In order to determine the presence of varroosis in colonies, at least 20% of colonies in big apiaries and all of colonies in small apiaries were examined. This application was performed in the hours of eventide and early morning, and in autumn months when almost all honeybees were in their combs.

Collected mites were brought to laboratory and samples were left in lactophenol for making them pellucid before they were examined under microscope. After the samples were pellucid enough in lactophenol, the samples were examined and identified by using a light microscope in terms of their morphological characteristics (body length, body width, peritreme length, the numbers of marginal setae, endopodal setae pores, sternal setae, and metapodal setae).

In this study, damage caused by *Varroa* was determined in all of 2870 colonies examined among 4599 colonies in 112 apiaries in 80 different locations including the city centre and seven districts (province, district centre, and villages) of Kars, where apiculture is carried out, with hybrids of the bee race *A. mellifera caucasica*. *Varroa* infestation was determined in all focuses and all

colonies from which material of the study was obtained. As a result of microscopic examination of *Varroa* mites collected, it was observed that among adult female *Varroa* mites, body width was between 1.500 mm-1620 mm (mean 1.596 mm), body length was between 1.090 mm - 1220 mm (mean 1150 mm), and peritreme length was 0.424 mm - 0.428 (mean 0.426 mm). It was found that the number of marginal setae was 19, number of endopodal setae was 7, number of sternal setae was 11, number of sternal pores was 11, and number of metapodal setae was 22. As a result of these morphological examinations, *Varroa destructor* was determined to be the specie causing varroosis in the region of Kars.

In the study, it was found upon examination performed in 2870 colonies belonging to beekeepers in the region of Kars that honey combs were contaminated with the parasite varroa in the rate of 100%. This result indicated us that there was almost no colony without contamination of this parasite in our region. This result shows parallelism with the studies conducted. In this study screening more than 50% of this mite which is pathogen in the region of Kars, one of main haunts of migratory beekeeping in Turkey; its contamination is very important and this is a remarkable finding in Turkey, transfers of bees and honeycombs, establishment of apiary randomly and in an uncontrolled manner, and unconsciously use of ineffective preparations in the beekeeping sector pave the way for the prevalence of the parasite varroa. All these reasons have caused varroosis to be widely seen in the world, in Turkey, and in the region of Kars.

Detailed and especially molecular identification studies should be conducted on *Varroa* species, primary one of the most common mites in the world and in Turkey. It would be appropriate to perform molecular identification methods in order to determine *Varroa* species causing varroosis in Turkey. Control and protection programs should be formed in the light of molecular epidemiological studies to be conducted.

SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE İÇİN ARI FARKINDALIĞI YARATILMASINDA "ARI BİZİZ BAL DA BİZDEDİR" PROJESİNİN YERİ

The Project, "We are the Bees we Have Honey" On Creating Bee Awareness for Sustainable Environment

(Extended Abstract can be found at the end of the Article)

Meral KEKEÇOĞLU^{1,5}, Pınar GÖÇ RASGELE^{2,5}, Mustafa AKILLI³, Merve KAMBUR⁴

¹Düzce Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 81620, Düzce, Türkiye
(meralkekecoglu@duzce.edu.tr)

²Düzce Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye

³Düzce Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, 81620, Düzce, Türkiye

⁴Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 81620, Düzce, Türkiye

⁵Düzce Üniversitesi Arıcılık Araştırma Geliştirme ve Uygulama Merkezi, 81620, Düzce, Türkiye

Geliş Tarihi: 28.11.2014, Kabul tarihi: 15.12.2014

ÖZ

Bal arısı bal, polen, arı sütü ve propolis gibi arı ürünlerinin üretimi nedeniyle insan yaşamında önemli bir yere sahiptir. Bundan daha önemlisi doğal tozlaşmada en fazla etkili böcek grubu olarak geleceğin besin güvencesidir. Ancak ne yazık ki çocuklarımız arı iğnesi ile sokar korkusu ile büyümekte ve bu korkuyla büyüyen çocuklar arıların doğa ve doğal sürdürülebilirlik açısından önemini fark edememektedir. Böcekler içinde önemli bir yere sahip olan bal arılarını çocuklara tanıtmak bilgilendirerek sevdirmek ve bu şekilde farkındalık yaratmak üzere TÜBİTAK Bilim ve Toplum Projeleri kapsamında "Arı Biziz Bal da Bizdedir" projesi yapıldı. Projenin amacı çocuklara bal arısını ve onun insan yaşamı ve ekolojik dengedeki fonksiyonunu kavratmaktır. Proje yaş grubuna yönelik olarak teorik ve uygulamalı eğitimler şeklinde, toplam 80 katılımcı (4 grup, her grupta 20 kişi) ile gerçekleştirildi. Her gruba eğitim öncesinde ve sonrasında arılarla ilgili mevcut bilişsel, duyuşsal becerilerini, ekosentrik ve antroposentrik bakış açılarını ve eğitim sonunda edindikleri kazanımları belirlemek amacıyla ön test ve son test uygulamaları yapıldı. Başarı testi ve resim çalışmalarından elde edilen bulgulara göre araştırma kapsamında amaçlanan arılar ile ilgili bilişsel farkındalıklarının önemli düzeyde arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bal arısı, arı sevgisi, çevre eğitimi ve sürdürülebilirlik, ilköğretim öğrencileri

ABSTRACT

Honey bee has an important place in human life because of bee products such as pollen, propolis and royal jelly. More importantly honey bees are the most effective pollinator insect group as a natural food assurance of the future. However younger children, unfortunately, have the fear of bee stings. They are growing with sting fear, not realize the importance of bees in terms of nature and natural sustainability. So we arranged a project, "We are the bees We have honey" within the framework of TÜBİTAK Science and Society Project. The aim of that was to introduce honeybee, its functions for human life and ecological equilibrium to children. This project, carried out for the primary school students, was conducted with the participation of totally 80 participants (four groups and 20 individuals in each group) at practical and theoretical levels. It was done pre-test and post-test applications to each group in order to determine the cognitive and effective skills, ecosentric and anthropocentric perspectives at the beginning and at the end of training course. According the findings of the achievement test and the analysis of pictures, it has been concluded that cognitive awareness related to bees aimed within the scope of this project significantly increased.

Keywords: Honey bees, bee love, environmental education and sustainability, students of primary schools.

GİRİŞ

Yale ve Columbia Üniversitelerinin 2006 yılından itibaren iki yılda bir yayınladığı Dünya Çevre Performans İndeksi'ne göre Türkiye, çevre sağlığı ve doğa bilinci değerlendirilen ülkeler arasında 2006 yılında 49, 2008 yılında 72, 2010 yılında 77 ve 2012 yılında ise 109. sıraya gerilemiştir (Environmental Performance Index 2014). Dünyada çevre performansı değerlendirilen ülkeler arasında Türkiye'nin her iki yılda bir ivme kaybetmesi, ülkemizde çevre bilincinin yeterince gelişmediğinin hatta her geçen yıl daha da gerilediğinin bir göstergesidir. Bu durum, son yıllarda Türkiye'deki araştırmacıları doğa ve çevre bilincini geliştirmeye yönelik eğitim çalışmaları yapmaya, proje destekleyen kurumları da bu tür projeleri desteklemeye yönlendirmiştir. Bu maksatla TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında ekoloji temelli doğa eğitimleri yapılarak bireylerde bilim, toplum ve sürdürülebilir çevre konusunda farkındalık oluşturulması amaçlanmıştır (Güler, 2009, Tezcan ve ark., 2010, Kösoğlu ve ark., 2011, Meydan ve ark., 2012, Tekbiyık ve ark., 2013). Çocuk Birliği (Childhood Alliance) adlı bir kuruluş tarafından yayınlanan rapora göre, çocukluk döneminin doğal dünyaya karşı ilgi, farkındalık, eğilim, değer verme ve bilgi kazanma yönlerinden kritik bir dönem olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle çevreye karşı algı ve tutum değişikliği oluşturmaya yönelik yapılan çalışmalar, büyük bir çoğunlukla çocuklara yönelik olarak yapılmıştır (Gökçe ve ark., 2007; Karataş ve Aslan., 2012). Çevreye ilişkin eğitimlerin çocuk yaşlarda verilmesi büyük önem taşımaktadır. Ülkemizdeki ilköğretim müfredatlarında çevre eğitimleri yer almasına rağmen, okullarda verilen çevre eğitimlerinin yeterli düzeyde olmadığı saptanmıştır (Şimşekli 2004; Sağır ve ark., 2008). İlköğretimde çevre eğitiminin amacı, çocuklara teorik bilgiler yüklemek değil, çevrenin ve çevre sorunlarının farkına varmalarını sağlamak olmalıdır (Ayvaz, 1998). Bu nedenle, sınıf ortamında ve doğadan kopuk bir şekilde yürütülen çevre eğitimlerinin, öğrencilerde çevre farkındalığı oluşması konusunda yeterince etkili olmayacağı düşünülmektedir (Karataş ve Aslan, 2012).

Birleşmiş Milletler Rio Zirvesi'nde alınan bir kararın ardından, günümüzde "Çevre Eğitimi" kavramı yerini, "Sürdürülebilir Kalkınma İçin Çevre Eğitimi (SKÇE)" kavramına bırakmıştır (UNESCO, 1992; Tilbury, 1995). SKÇE temelinde "bütünsel bakış açısı" ve "eylemsellik" kavramlarını barındırmakta ve bireylerin çevresel sorunların çözümünde aktif rol almasını kapsamaktadır. SKÇE'nin çevre yakla-

şımalarından biri de hem öğretici hem de etkinlik merkezli olan "çevre içinde eğitimidir". Çevre içinde eğitimde sınıf dışında yapılan deneysel çalışmalarla bireylerin çevresel farkındalıklarının ve doğaya olan ilgilerinin artması amaçlanmaktadır (Berberoğlu ve Uygun, 2012, 2013a) Öğrencilerin çevreye karşı farkındalıklarını artırmak için doğada uygulamalı olarak yürütülen faaliyetler oldukça önemlidir. Yaparak-yaşayarak öğrenmede, öğrenciler bütünüyle sürecin bir parçası olacaklarından, öğrendiklerini ve gördüklerini içselleştirerek unutmayacaklardır (Karataş ve Aslan, 2012; Akay, 2013). Katılımcıların üç farklı gruba ayrılarak yapıldığı bir çalışmada, sınıf dışında uygulamalı olarak eğitim alan grubun, sınıf içi ve geleneksel yöntemlerle eğitim alan gruplara göre daha olumlu çevre tutumu gösterdikleri ve çevre farkındalığı konusunda en başarılı grup oldukları belirtilmiştir (Berberoğlu ve Uygun, 2013b).

Sürdürülebilir çevre bilincini kazandırmaya yönelik yapılan projelerde doğrudan çevre eğitimi verildiği gibi ekolojik döngüde önemli rollere sahip bazı canlılar model alınarak da çevre eğitimleri yapılmıştır (Tezcan ve ark., 2010; Kösoğlu ve ark., 2011, Kekeçoğlu ve ark., 2013; Balıkesir Bilim ve Sanat Merkezi 2014). Bu projelerdeki amaç, ilköğretim öğrencilerine doğadaki biyolojik ve ekolojik objelerin, kavramların tanıtılması ve öğretilmesi yoluyla doğa sevgisinin aşılmasıdır (SDÜ Orman Fakültesi 2014). Doğal süreçte rol oynayan canlılar konusunda verilen eğitimler, bilişsel ve duyuşsal farkındalık oluşturma yanı sıra gelecek kuşaklara sürdürülebilir bir çevre bırakılması için insan, çevre ve diğer canlıların bir bütün olduğunun kavratılması yönünden de önemlidir (Tanrıverdi, 2009). Öğrencilerin çevre algılarını anlamaya yönelik yapılan çalışmalarda, öğrencilerin 'canlılık' kavramını insanla ilişkilendirdiklerini, insanı doğadan ayrı tuttuklarını ve insanın çevre ile olan ilişkisini daha az farkettiler ve genel itibarıyla olumsuz nitelikleri sonucuna ulaşılmıştır (Yardımcı ve Kılıç, 2010). Bu sonuç öğrencilerde "bütünsel yaklaşım" algısının eksikliğini göstermektedir. Öğrencilerde sürdürülebilir çevre bilincinin oluşturulması için 'bütünsel yaklaşım' kavramı çerçevesinde, çevrenin insan ve diğer canlılardan ayrılmaması gerektiğini, doğal süreçte tüm canlıların birbirlerinden etkilendiklerini, ekolojik döngüde bu etkileşimlerin birbirinden ayrılmaz parçalar olduğunu öğrencilere anlatmak gerekmektedir.

Algilerden tutun kuşlara kadar tüm canlılar ekolojik döngüde önemli yere sahiptir. Ekolojik döngüdeki; algiler ve bitkiler sucül ve karasal ekosistemdeki

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

oksijen üretiminden sorumluyken, toprak solucanları toprağa açtığı delikler sayesinde hem toprak havalanmasını, hem su geçirgenliğini hem de organik maddelerin toprağın alt katmanlarına inmesini sağlayarak toprak verimliliğini artırmaktadır. Yılanlar ve bazı kuş türleri hem leş yiyici olarak görev yapmakta hem de tarım zararlısı kontrolünü sağlamaktadır. Ayrıştırıcılar grubundaki mikroorganizmalar ise çeşitli faaliyetler sonucunda topraktaki organik maddelerin parçalanmasını sağlarken bitkilere su ve mineral ihtiyacı sağlamaktadırlar. Ekosistem bir döngü halinde olduğundan, bu zincirdeki bir halkanın kopması diğer canlıların hayatını da olumsuz yönde etkileyecektir. Doğadaki düzen sessizce kendiliğinden işlemekte, insanoğlu ise bu düzeni farkında olmayarak bozmaktadır. Doğa temelli projeler sürdürülebilir çevre farkındalığı oluşturarak doğal dengeyi koruyacak yegane yoldur.

Ekolojik döngüde küçümsenmeyecek öneme sahip canlılardan biri de çocukların sokak korkusuyla anti-pati duydukları balarlarıdır. Çünkü balarları, tozlaşmayı sağlayan böcek grupları arasında %85'lik bir oranla en büyük paya sahiptir. Tozlaşma çevresel sürdürülebilirliğin en önemli unsurlarından biridir. Tozlaşmaya sağladıkları katkı ile sürdürülebilir çevre olgusunda oldukça önemli yere sahip olan balarları, modern tarımda birinci derece tozlaştırıcı olarak kabul edilmektedirler (Kekeçoğlu ve ark., 2013). Çünkü balarları, günlerinin büyük bir kısmını, kendi besinini elde etmek amacıyla balözü ve çiçek tozu toplayarak geçirmekte ve bu sırada üzerlerine bulaşan çiçek tozlarını da bir çiçekten diğerine taşımaktadırlar. Balarları nektar ve polen toplamak için çiçeklere konduğunda rüzgar ile taşınmayacak büyüklükteki polenleri taşıyarak tozlaşmayı sağlamakta, aynı zamanda sebzelerin ve meyvelerin olgunlaşmasında da rol oynayarak doğal floranın korunmasını sağlamaktadırlar. Ancak toplumsal yaşamda genel olarak balarlarının tozlaşmadaki rolü göz ardı edilmekte, çocuklar arıyı sadece insanları sokarak onların canını acıtan bir canlı olarak tanımakta ve arının yalnızca bal ürettiğini bilmektedir. Bal arılarının tozlaşmadaki öneminin yanı sıra bal dışında ürettiği diğer arı ürünleri olan polen, propolis, arısütü, arı zehri gibi ürünler günümüzde eczacılık ve kozmetik sektöründe ve çeşitli hastalıkların tedavisinde alternatif tıp ürünleri olarak da kullanılmaktadır (Şahinler, 2000). Türkiye'de bu ürünlerin ihracatı konusunda üreticiye uygun pazarlar sağlandığında, elde edilen gelirin ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacağı belirtilmektedir (Kekeçoğlu, 2014). Genel olarak bireyler arının

çevre ve toplum için sağladığı bu faydalardan habersiz olarak yaşamaktadır. Dünyada son yıllarda farklı nedenlerden kaynaklandığı düşünülen ancak sebebi tam olarak bulunamayan arı ölümlerine rastlanmaktadır (Kandemir, 2007). Dünyanın yanı sıra ülkemizde de arı ölümleri olmakta ve araştırmacılar bu konu üzerinde çalışmalar yapmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda arı ölümlerine neden olan etmenleri sıralayacak olursak; bazı virüs ve bakteriler, bitkilere uygulanan pestisitlerin usulsüz kullanımı nedeniyle atmosfere ve bal arılarının su kaynaklarına yansıyan olumsuz değişimler, cep telefonları ve baz istasyonlarının yaydığı manyetik dalgalar nedeniyle arılar arasındaki iletişimin olumsuz yönde etkilenmesi, küresel iklim değişikliği nedeniyle meydana gelen ani sıcaklık değişimlerinin koloni popülasyonunu olumsuz yönde etkilemesi arı ölümlerinin nedenleri arasında gösterilmiştir (Şahinler, 2000; Kandemir, 2007; Muz, 2008; Ünal ve ark., 2010; Gül, 2014).

Bitkisel tozlaşmayla çevresel sürdürülebilirlikte önemli bir polinatör olarak görev yapan bal arılarının doğal yaşamlarını olumsuz yönde etkileyecek faaliyetlerden kaçınmak, onların doğasına zarar vermeden ürünlerinden faydalanmak, arıyı sadece insanları sokarak onların canını acıtan bir canlı olarak tanımak yerine onların bal yapmak dışındaki faydalarını anlatmak gelecek nesillere bırakılacak en büyük miraslardan biridir.

TUBİTAK-4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında düzenlenen "Arı Biziz Bal Da Bizdedir-3" projesinin amacı; ilköğretim öğrencilerinin araştırma, sorgulama, öğrenme istekleri ve merak duygularının tetiklenerek, balarlarının sürdürülebilir doğaya olan katkılarını görselleştirerek ve uygulayarak anlatmak, öğrencilere ekolojik benlik bilincini kazandırmak ve ilköğretim öğrencilerinde balarısının toplum ve çevre için önemi ile ilgili farkındalık oluşturmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırmada, nicel ve nitel araştırma yöntemlerini birlikte barındıran "karma yöntem" kullanılmıştır. Bu bağlamda araştırma tek grup öntest-sontest ve betimsel tarama modelleri esas alınarak yürütülmüştür.

Çalışma Grubu

Küçük yaşlarda verilen çevre ve doğa bilincinin daha kalıcı ve bu yaşlarda alışkanlıkları değiştirmenin de daha kolay olduğu bildirilmektedir (Tezcan ve ark., 2010). Bu nedenle yapılan çalışmaların çoğunda hedef kitleyi ilköğretim öğrencileri oluşturmuştur. Hedef kitlenin çocuklar olması, onların daha temiz ve yaşanılabilir bir dünya için bilinçlendirilmesi gelecekte yaşanılabilir çevre bulabilmek adına son derece önemlidir. Günümüz çocuklarının doğadan uzakta olması, şehir gürültüsü içinde yaşarken doğayla ilgili bilgilerinin genellikle teorik olarak kalması, araştırmacıların hedef kitle olarak çocuklara yönelmesinin diğer bir nedenidir (Güler, 2009, Tezcan ve ark., 2010, Kösoğlu ve ark., 2011, Meydan ve ark., 2012). Literatür bilgisi dikkate alınarak ilköğretim 6. ve 7. sınıf (12-14 yaş arası) öğrencileri araştırmanın hedef kitlesi olarak belirlenmiştir. Bu öğrenciler, Düzce ilinden 5 farklı okuldan (Bilim-Sanat Merkezi, Erkek Yetiştirme Yurdu, Konuralp, Yığılca ve Cumhuriyet İlköğretim Okulları) seçilmişlerdir ve bu seçimde gönüllülük esası dikkate alınmıştır. Araştırmanın, her biri 20'şer kişiden oluşan 4 grup ile 4 hafta yürütülmesi planlanmıştır. Ancak araştırmaya düzenli olarak katılan 69 öğrenciden elde edilen veriler araştırma kapsamında kullanılmıştır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Bu proje kapsamında veri toplama amacıyla kullanılan ölçme araçları ve verilerin analizleri aşağıdaki gibidir:

1. Başarı Testi: Toplam 35 sorudan oluşan ve çoktan seçmeli olarak hazırlanmış bir testtir. Test; 2012 yılında gerçekleştirilen "Arı Biziz Bal da Bizdedir-2" isimli proje kapsamında, proje araştırmacıları tarafından hazırlanmıştır. Testin güvenilirliği 0,84 olarak hesaplanmıştır (Kekeçoğlu ve ark. 2013). Teste ait belirtke tablosu Tablo 1'de verilmiştir.

Bu test ile amaçlanan, hedef kitlenin programa başlarken "arılar" ile ilgili neler bildiği ve program sonrasında neler öğrendiğinin tespit edilmesidir. Başarı testi, pazartesi günü sabahı etkinlikler başlamadan önce "ön-test" ve Cuma günü öğleden sonrası etkinliklerin bitişi ile beraber "son-test" olarak öğrencilere uygulanmıştır. Test 35'i erkek, 34'ü kız olmak üzere toplam 69 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilerin test sorularına verdikleri doğru cevaplar "1" yanlış cevaplar ise "0" puan olacak şekilde değerlendirilmiş ve kodlanmıştır. Dolayısıyla başarı

testinden alınabilecek maksimum puan "35", minimum puan ise "0"dır.

Öğrencilerin her bir konu için (arı ailesi, arı morfolojisi, arı ürünleri, arı-çevre-tozlaşma vs.) testlere verdikleri cevaplar SPSS 15.0 paket programı yardımıyla analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra, her bir konu için öğrencilerin ön-test ve son-test puanlarının arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla eşleştirilmiş t-testinden istifade edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin cinsiyetleri göz önüne alındığı zaman başarı testinden elde ettikleri puanlar arasında bir anlamlılık olup olmadığını tespit edilmesi için bağımsız gruplar t-testine başvurulmuştur.

2. Çizim ve kompozisyon testleri: Öğrencilere uygulanan başarı testlerinin hemen ardından öğrencilerin arılara yönelik farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla resim ve kompozisyon çalışmaları yaptırılmıştır. Öğrencilere boş resim kağıtları verilerek, bu kağıtlara arı ile ilgili olarak bildikleri, düşündükleri, toplum-insan-çevre ile ilişkilendirebildikleri her şeyi çizmeleri istenmiştir. Çizimi bitirdikten sonra ise aynı kağıdın boş sayfasına, çizdikleri resimde ne anlatmak istediklerini kompozisyon şeklinde yazıya dökmeleri istenmiştir. Çalışmalar analiz edilirken resimlerde öğrenciler tarafından çizilen her türlü varlık/figür sayılmış ve frekansları belirlenmiştir.

Kompozisyon analizleri için ise içerik analizi kullanılmış ve aşağıdaki basamaklar izlenmiştir:

1. Yazılan kompozisyonlarda yer alan ifadeler benzerliklerine göre sınıflandırılmıştır.
2. Bu sınıflandırma sonucunda ortaya çıkan kodlar bir araya getirilerek kategoriler oluşturulmuştur.
3. Kategorilerde yer alan kodların tabloları yapılarak betimsel istatistikleri (f) belirlenmiştir.
4. Öğrenci çizimleri dikkate alınırken çizilen her bir şekil ayrı ayrı değerlendirmeye alınmış ve sayıları hesaplanmıştır. Değerlendirmeye alınan şekiller "arı", "kovan", "çiçek" ve "insan" olarak belirlenmiştir.

Eğitim Ortamı

Doğa eğitimi, bir öğretmenin olduğu, diğerlerinin ise pasif dinleyiciler olarak öğrendikleri bir sistem yerine, çocukların uygulanabilir mekanlar içerisinde kendi öğrenme süreçlerine imkan verecek eğitim ortamları oluşturmakla mümkün olabilmektedir (Yörük ve Şahinler, 2013). Bu nedenle proje kapsa-

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

mında verilen eğitimler Düzce Üniversitesi Arıcılık Araştırma Geliştirme ve Uygulama Merkezi (DAGEM)'nde gerçekleştirilmiştir. Merkezde çok sayıda arılı kovan, aynı zamanda merkezin sınırları içerisinde de çok sayıda ballı bitki çeşidi bulunmaktadır. Bunun yanı sıra merkezde eğitimlerin yapıldığı tam donanımlı bir bina, derslik, laboratuvar ve arıcılık ile ilgili her türlü cihaz, araç, gereç ve malzeme bulunmaktadır. Dolayısıyla eğitim ortamı, öğrencilerin bilimsel bir ortamda arı ve arıcılık ile ilgili kavram ve ilkeleri öğrenebilecekleri doğa ile iç içe bir öğrenme ortamıdır. Bu noktaya vurgu yapılarak, doğa ve çevre eğitimlerinde mekan tasarımının oldukça önemli olduğunu, çocuklara doğa eğitiminin oyunlarla ve doğal ortamında verilmesi gerektiği bildirilmiştir (Çukur ve Özgüner 2008, Özdemir, 2010).

Eğitim Süreci

Araştırmaya katılan her grup için 5'er günlük eğitim programı hazırlanmıştır. Hazırlanan program Tablo 2'de sunulmuştur (Eğitimler öğrencilerin DAGEM binasına gelmesi ve arkasından kahvaltının bitimine göre yaklaşık saat 10.00 civarında vermeye başlanmıştır). Eğitim programının belirlenmesinde öğrencinin sürece katılımı ön planda tutulmuş ve teorik dersler ile uygulamalar ve oyun-sanat etkinlikleri dengeli bir şekilde dağıtılmaya çalışılmıştır.

Öğrenciler arılara dokunarak etkileşim içine girebilmiş, doğal ortamlarında hareketlerini ve davranışlarını gözlemiş ve mikroskop yardımıyla yapısal özelliklerini incelemişlerdir. Eğitimler öğrenci merkezli olarak oyun, drama ve sanatsal etkinlik ile verilmiştir. Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmeleri sağlanmaya çalışılmıştır (Şekil 1).

Şekil 1. Öğrenci etkinliklerinden örnekler

Figure 1. Some pictures of training course related bee and environment



ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Tablo 1. Başarı testine ait belirtke tablosu
Table 1. Indicator table of achievement test

Amaçlar	Arı ailesi ve görevlerini tanımak	Arıların morfolojik yapısını tanımak	Arıların yaşam alanlarını tanımak	Peteğin yapısını kavramak	Arı ürünlerini tanımak,	Arı ürünlerinin farklı kullanım alanlarını anlamak	Bal üretim sürecini kavramak	Bal ve ballı yiyeceklere ilgi duymak	Arıların doğadaki yaşamını ve işlevini anlamak	Arı –çiçek ilişkisini ve tozlaşmayı anlamak	Çiçek teki ve kovanlardaki polenleri tanımak	Arıların nektar ve polen topladığı bitkileri tanımak	Arılarda iletişim sürecini kavramak	Arıların etkileyen olumsuz faktörleri tanımak	Arıların yaşam döngüsünü kavramak	Arıcılık mesleğini tanımak
Konular																
Arı ailesi	3															
Arı morfolojisi		7														
Arıların yaşam alanları			2	4												
Arı ürünleri ve kullanım alanları					1	3	1	1								
Arıların doğadaki önemi, tozlaşma									1	1	2			1		
Arılarda iletişim													3			
Arıların yaşam evreleri															3	
Arıcılık mesleği																3

Tablo 2. Eğitim programı
Table 2. Training Program

1.gün (Pazartesi)	2.gün(Salı)	3.gün(Çarşamba)	4.gün(Perşembe)	5.gün(Cuma)
Ön-test uygulaması (75 dk.)	Canlı barınakları (30dk.)	Arı ürünleri (45dk.)	Binbir çiçek ile arının dostluğu (60 dk.)	Arıcılığı öğreniyorum (45 dk.)
Ben ve ailem, arı ve ailesi (45dk.)	Kovanımı yapıyorum (atölye çalışması) (60 dk.)	Ballı kekli saatler (30dk.)	Arıların dansı (30 dk.)	Neler oluyor? Arı ölümleri (30dk.)
Arıların doğuşu (30dk.)	Bal odası (30dk.)	Balın yapımı ve hasadı (60dk.)	Mühendislik harikası (30dk.)	Ya arılar olmasaydı? (60dk.)
Arı bireylerinin anatomisi (45dk.)	Peteğimi örüyorum (atölye çalışması) (60dk.)	Arkadaşım polen (45dk.)	Doğa yürüyüşü (60dk.)	Kirlenme arındır, arıları barındır (60dk.)
Arıların iğnelerin neden var? (60dk.)	Arım, balım, peteğim (Resim ve ebru sanatı) (120dk.)	Ballı bitkiler (fide dikimi) (45dk.)	Arı koleksiyonum (30dk.)	Son test uygulaması (75dk.)
Takım ruhu (60dk.)		Arım, balım, peteğim (Resim ve ebru sanatı) (120dk.)	Bal fabrikasında bir gün (120dk.)	Arıya veda ve sertifika töreni

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

BULGULAR

Eğitime katılan öğrencilerin, program öncesi ve sonrasında başarı testinden elde ettikleri puanlar ve puanların arasında anlamlı bir farklılığın oluşup oluşmadığını belirlemek için eşleştirilmiş t-testine başvurulmuş ve analiz sonuçları Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. incelendiğinde tüm konular için öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir fark görülmektedir. Ortalama puanlar incelendiğinde ise en büyük puan artışlarının sırasıyla; arı morfolojisi ($t_{(68)}=19.657$, $p<.05$), arı ürünleri ve kullanım alanları ($t_{(68)}=13.817$, $p<.05$), arılarda iletişim ($t_{(68)}=1.123$, $p<.05$), arıların doğadaki önemi ve tozlaşma ($t_{(68)}=10.181$, $p<.05$) konularında meydana geldiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin proje etkinlikleri kapsamında verilen eğitim sayesinde arı ile ilgili konularda kendilerini bilgi olarak geliştirdikleri açıkça görülmektedir.

Bunun yanı sıra ön-test ve son-test puanlarının cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için bağımsız gruplar t-testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin ön-test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ($t_{(67)}=0.090$, $p>.05$). Ancak son-test puanları dikkate alındığında ise cinsiyetin anlamlı bir farklılığa neden olduğu anlaşılmaktadır ($t_{(67)}=1.123$, $p<.05$). Ortalama puanlar incelendiğinde ise bu farkın kız öğrenciler lehine ortaya çıktığı anlaşılmaktadır ($B_{erkek}=26.96$, $B_{kız}=29.38$). Bu sonuç ilköğretim öğrencilerinin çevreye yönelik tutumlarının incelendiği bir çalışmada kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre çevreye daha duyarlı olduğu sonucuyla örtüşmektedir (Gökçe ve ark., 2007). Bu durum aynı zamanda arıcılık mesleğinin sadece erkeklerin yapabileceği bir meslekten olmaktan çıkıp, bayanların da bu meslekten gelir elde edebileceği olgusunu da güçlendirmektedir.

Tablo 3. Öğrencilerin test konularına dair eşleştirilmiş t-testi analiz sonuçları

Table 3. Paired t-test results of the students' test subject

Konu	Test	N	\bar{X}	SS	T	sd	P
Arı ailesi	ön-test	69	1.88	0.83	7.285	68	0.000
	son-test	69	2.62	0.52			
Arı morfolojisi	ön-test	69	2.56	1.25	19.657	68	0.000
	son-test	69	5.96	0.72			
Arıların yaşam alanları	ön-test	69	3.71	1.10	7.975	68	0.000
	son-test	69	5.03	1.01			
Arı ürünleri ve kullanım alanları	ön-test	69	1.86	1.18	13.817	68	0.000
	son-test	69	4.29	1.20			
Arıların doğadaki önemi, tozlaşma	ön-test	69	1.16	1.05	10.081	68	0.000
	son-test	69	2.89	0.97			
Arılarda iletişim	ön-test	69	0.44	0.73	1.123	68	0.000
	son-test	69	2.53	0.70			
Arıların yaşam evreleri	ön-test	69	0.80	0.77	12.471	68	0.000
	son-test	69	2.18	0.68			
Arıcılık mesleği	ön-test	69	1.83	0.79	6.452	68	0.000
	son-test	69	2.62	0.67			

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Tablo 4. Cinsiyete göre ön-test ve son-test puanlarının analizi

Table 4. Analysis of pre-test and post-test scores by gender

Cinsiyet	Test	N	\bar{X}	SS	t	sd	p
Erkek	ön-test	35	14.23	4.35	0.090	67	0.928
Kız		34	14.33	4.39			
Erkek	son-test	35	26.96	4.15	2.891	67	0.005
Kız		34	29.38	2.59			

Tablo 5. Öğrencilerin çizim analizlerine ait tanımlayıcı istatistikler

Table 5. Descriptive statistics relate to drawing analysis of student

Çizilen imaj	Ön-çizim (f)		Son-çizim (f)	
Arı	Tek tip arı	86	55 (kraliçe arı) 160 (erkek-işçi)	215
Kovan	38 (doğal kovan) 18 (yapay kovan)	56	52 (doğal kovan) 96 (yapay kovan)	148
Çiçek	165 (tek çiçek) 20 (arı ile birlikte)	185	186 (tek çiçek) 132 (arı ile birlikte)	318
İnsan	Normal kıyafetle	22	55 (koruyucu kıyafetli) 29 (normal)	84

Tablo 5 incelendiğinde, öğrencilerin çizmiş oldukları figürlerin sayıları ön-çizim ile son-çizimler arasında büyük bir farklılık göstermektedir. Bunun yanı sıra çizimlerdeki farklı noktalar dikkate alınırsa öğrencilerin son çizimlerde arı ailesini oluşturan bireyleri daha fazla vurgulayarak çizdikleri göze çarpmaktadır. Örneğin kraliçe arıya vurgu yapan çizim sayısı ön çizimlerde hiç yok iken, son çizimlerde 55 adet kraliçe arı çizildiği görülmektedir. Benzer şekilde ön çizimlerde yalnızca 22 insan figürü çizilmişken, son çizimlerde koruyucu kıyafet giymiş ve bal hasadı yapan 55 figür dikkati çekmektedir. Yardımcı ve Kılıç (2010) yapmış oldukları araştırmada öğrencilerin insanı çevrenin bir parçası olarak görmediği sonucuna ulaşmışlardır. Bizim çalışmamızda da

eğitim öncesi yapılan ön test niteliğindeki çizimlerin birçoğunda insan figürüne yer verilmezken eğitimler sonrasında çizilen resimlerin çoğunda insan figürüne yer verilmiştir. Yani doğa eğitimleri ile birlikte öğrenciler insanı doğanın bir parçası olarak görmeye başlamıştır. Ayrıca ön çizimlerde süsten öteye gidemeyen çiçek çizimleri artık hem sayı itibarıyla hem de arının bal yapması için gerekli olan figür olarak öne çıkmaktadır. Şekil 2 ve Şekil 3'te aynı öğrencilerin ön çizim ve son çizimleri ile yazdıkları kompozisyonlar yer almaktadır. Şekillerdeki örnekler dikkate alındığında öğrencilerin ilk çizimleri ile son çizimleri arasındaki fark tüm öğrenciler genelinde olduğu gibi açıkça ortaya çıkmaktadır.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE



Şekil 2. Öğrencilerin ön ve son çizimlerinden bir örnek
Figure 2. Illustration of preliminary and final drawing of students



Şekil 3. Öğrencilerin ön ve son çizimlerinden bir başka örnek
Figure 3. Other illustration of Preliminary and final drawing of students

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Örneğin Şekil 2'deki öğrenci ilk çiziminde sadece bir arı ve çiçek resmi çizmiş olmasına rağmen son çiziminde bir arı kovanının içyapısını çizerek süreci özetlemeye çalışmıştır. İlk resimde gülen bir çiçek çizmeyle yetinmiş (her ne kadar kompozisyonunda **tozlaşma**'dan bahsetmiş olsa da) ikinci resimde ise arıyı çiçekten polen toplarken resmetme yoluna gitmiştir. Benzer biçimde Şekil 3'teki çizimlerin sahibi olan öğrenci de ilk resimde tek düze bir sıra takip etmiş olmasına rağmen ikinci resminde ve kompozisyonunda biraz daha dikkatli ve özenli bir sıra izlemeye çalışmıştır.

Aradaki bu farklılığı anlamlı kılan diğer noktalar ise öğrencilerin kompozisyonlarında kendini göstermektedir. Çünkü resimlerle ilgili olarak öğrencilerden yazmaları istenilen kompozisyonlarda çizmiş olduklarından daha fazla şey anlatmaya çalıştıkları dikkati çekmektedir. Bu nedenle kompozisyon analizleri çok daha farklı sonuçlar ortaya koymuş ve dikkate değer ifadeler elde edilmiştir. Kompozisyonlardan elde edilen ifadeler ile ilgili frekans değerleri aşağıda verilmiştir:

Tablo 6. Öğrencilerin kompozisyonlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Table 6. Descriptive statistics related to composition of the students

Kategori	Kod	Ön-komp. (f)	Son-komp. (f)
Arıların toplum ve çevre için önemi	Polen toplama	-	58
	Bitkilerin üremesi / çoğalması	3	47
	Bal yapma	58	69
	Arı ürünlerinin sağlığa iyi gelmesi	4	39
	Geçim kaynağı ve bir meslek olarak arıcılık	2	51
	Dünyanın dengeli bir yaşam sürmesi için	-	36
	Arılara karşı duygular	Arılara karşı sevgi	5
Arılara karşı korku		38	11
Arıları koruma içgüdüğü		2	25
Zararsız hayvanlardır		-	16
Zeki hayvanlardır		-	19
Çok çalışkan hayvanlardır		4	24
İnsanlarla arkadaş olabilme (arkadaşlık)		6	43
Arıların yaşamı ve doğal ortamları	Arıların büyük bir aile olması	-	35
	Arı ailesinin fertleri ve görevleri	5	47
	Çalışma şekilleri	-	56
	Hangi çiçeklerden faydalanacaklarını bilmeleri	-	26
	Kovan içindeki yaşam ortamı	-	49

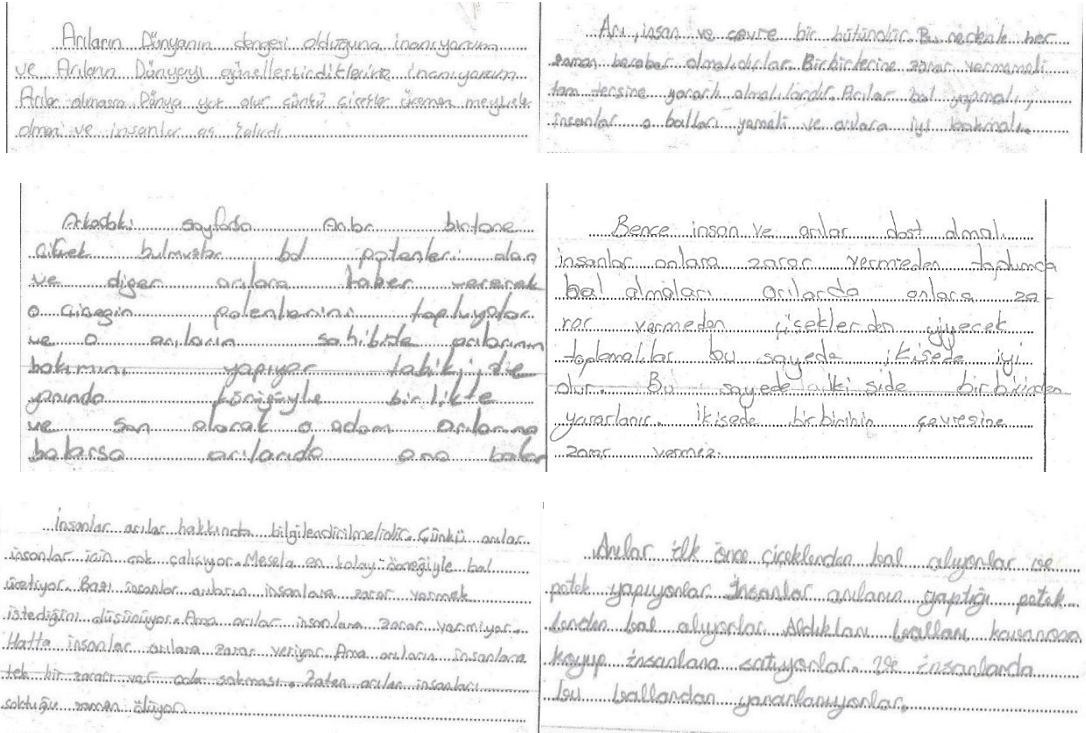
Tablo 6 incelendiğinde öğrencilerin ön-kompozisyonlarında ifade sayıları ile son-kompozisyonlarındaki ifade sayıları arasındaki farklılık hemen göze çarpmaktadır. Özellikle "arıların yaşamı ve doğal ortamları" başlıklı kategoriye ait kodlara dikkat edildiğinde öğrencilerin, etkinlikler öncesinde bu konularda fikir sahibi olmadıkları ama

etkinlikler sonrası çok daha fazla şey bilir hale geldikleri açıkça görülmektedir. Benzer şekilde "arıların toplum ve çevre için önemi" kategorisi incelendiğinde ise artık öğrencilerin arıların buldukları ortam ve toplum için çok önemli varlıklar oldukları hakkında öğrencilerde büyük bir farkındalık oluşturulduğu aşikârdır. Öğrencilerin arılara karşı duygularında

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

olumlu yönde bir gelişim olduğunu da Tablo 6'daki değerlendirmelere göre söylemek mümkündür. Öğrencilerin kendi ifadelerinden arıları artık daha çok sevdikleri, daha az korktukları anlaşılmakta ve ön kompozisyonlarında ifade etmedikleri bazı konuları son kompozisyon çalışmalarında dile getirdikleri görülmektedir. Farklı öğrencilerin kendilerine ait ifadelerden bazıları Şekil 4'te bütün olarak verilmiştir. Şekil 4'teki örnek bölümler dikkate alındığında genel olarak öğrencilerin, arıların yokluğu halinde Dünya'nın dengesinin bozulacağı, arıların insanlık

ve çevre için ne kadar önemli oldukları ile ilgili görüşleri göze çarpmaktadır. Bununla birlikte, insanların arıları korumaları gerektiği çünkü arıların insanlar için bal ürettikleri görüşü de yoğunluk kazanmaktadır. En önemli ifadelerden biri de insanların arılar hakkında bilgilendirilmesi gerektiğine dair görüştür ki bu görüş öğrencilerin aldıkları tüm eğitimden memnun olduklarının ve diğer insanlarla bu bilgilerin paylaşılmasının yarar sağlayacağına olan inançlarının göstergesi olarak kabul edilebilir.



Şekil 4. Öğrencilerin son kompozisyonlarından örnekler

Figure 4. Illustrations of Students' final composition

TARTIŞMA

Bu çalışmada, eğitime katılan öğrencilere uygulanan başarı testi, resim ve kompozisyon çalışmalarından elde edilen bulgulara göre tüm gruplarda, arıların toplum ve çevre için önemi, arılara karşı duygular, arıların yaşamı ve doğal ortamlarına ilişkin bilişsel düzeylerde farkındalıklarının arttığı görülmüştür. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar Farmer ve ark. (2007)'nin doğa eğitimleri hem bilişsel hem duyuşsal hem de davranışsal değişimler oluşturmalıdır prensibi ile örtüşmektedir. Dolayısıyla bu çalışma kapsamında verilen doğa temelli eğitimler amacına ulaşmıştır.

Öntest-sontest uygulamasının sonuçlarına göre eğitim sonunda öğrencilerin "arı morfolojisi", "arı ürünleri ve kullanım alanları", "arılarda iletişim" ve "arıların doğadaki önemi ve polinizasyon" başlığı altında incelenen konular hakkında olumlu bir gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde uygulanan ön kompozisyon-son kompozisyon analizlerinde de arılar hakkında önemli derecede bir farkındalık olduğu görülmüştür. Tezcan ve ark. (2010) tarafından böcek farkındalığı oluşturmaya yönelik yapılan benzer bir çalışmada da eğitimler sonrasında katılımcılarda böcek farkındalığı ve böceklere yaklaşım bakımından anlamlı düzeyde

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

değişim olduğu belirlenmiştir. Kösoğlu ve ark. (2011)'nin yapmış olduğu çalışmada ise doğa temelli eğitimler sonrasında katılımcıların arı-doğa ilişkisi ile farkındalıklarında önemli düzeyde artış olduğu gözlenmiştir.

Çevre eğitimini temel alan diğer bir araştırmada, çocukların doğayla doğrudan etkileşime girerek biyolojik çeşitliliği ve biyolojik kaynakları tanımalarıyla birlikte çevreye karşı farkındalıklarının arttığı ve duyuşsal bir uyanış yaşadıkları sonucuna varılmıştır (Çukur ve Özgüner 2008). Bunun yanında çevre ve doğa eğitimlerinin çocuklara doğayla iç içe sosyal bir öğrenme ortamı sağlaması nedeniyle, okul içi eğitimlerini destekler nitelikteki okul dışında ve yerinde verilen eğitimin daha kalıcı olduğu ortaya konmuştur (Farmer ve ark. 2007). Doğa deneyimine dayalı çevre eğitimlerinin öğrencilerin yakın çevredeki algılarını arttırdığı, akademik düşünme becerilerini geliştirdiği, çocuklarda doğa bilincini oluşturduğu ifade edilmiştir (Çukur ve Özgüner 2008, Kösoğlu ve ark. 2011). Ayrıca ekolojik benlik bilinci kavramının oyun üzerinden mekân kullanımı ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir (Yörük ve Şahinler 2013). Aynı zamanda çevre eğitimlerinde, kendi doğal mekânlarında verilen bilgilerin davranışa dönüşmesinin daha kolay ve kalıcı olduğunu ortaya koyan çalışmalar da bulunmaktadır (Ozaner 2004, Farmer ve ark. 2007). Tüm bu araştırma sonuçları bu çalışmanın yöntem ve sonuçlarıyla uyumaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmamızda, bilimsel temelli doğa eğitimi ile ilköğretim 6. ve 7. sınıf (12-14 yaş) öğrencilerinin araştırma, sorgulama, öğrenme istekleri ve merak duyguları tetiklenerek, bal arılarının sürdürülebilir çevreye ve topluma olan katkıları uygulamalı olarak anlatılarak, balarılar hakkında farkındalık oluşturulmaya çalışılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Yale ve Colombia Üniversitelerinin yayınladığı Dünya Çevre Performansı İndeksinin 2014 yılı raporuna göre Türkiye çevre performansı bakımından 109. sıradan 66. sıraya yükselmiştir. Son yıllarda hızlı bir şekilde yaygınlaşan doğa temelli eğitimlerin, TÜBİTAK tarafından desteklenen Doğa eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında gerçekleşen projelerin de bu yükselişte payı vardır (Berberoğlu ve Uygun 2013a, <http://epi.yale.edu/epi/country-profile/turkey>).

Gelecek nesillere yaşanılabilir bir çevre bırakmak istiyorsak, çocuk yaştan itibaren verilecek eğitimler-

le, çevrenin insan ve diğer canlılarla birlikte ayrılmaz bir bütün olduğu olgusu anlatılmalıdır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda erkek öğrencilerin çevreye yönelik algılarını olumlu yönde değiştirebilecek uygulamalara önem verilmelidir. Okullarda verilen çevre eğitimleri teoride kalmamalı, uygulamalı yapılması konusunda öğretmenler teşvik edilmelidir. Ayrıca sürdürülebilir bir dünyanın gerektirdiği bilgi, beceri, tutum ve davranışların öğrencilere kazandırılması ile ilgili TÜBİTAK tarafından desteklenen bu tür çalışmalara ağırlık verilmesi ve yaygınlaştırılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen "Arı Biziz Bal da Bizdedir" isimli projenin bir parçasıdır. Proje no: 113B040]. Projede emeği geçen tüm proje ekibi hocalarımıza, Ali EREN, Ali ÖZTÜRK, Barış GÜLCÜ, Ercan GÖKPINAR, Ferhan AÇIKGÖZ, Hilmi KARA, İdris GÜNAY, Metin Mevlüt UZUNOĞLU, Merve DURAK, Salih Tunç KAYA, Sevinç UZ, Yusuf PARLAK, Zeynep Seda ÇAVUŞ, Zeynep TOPÇU BİLİR, Zekiye KIRIŞ, Zerrin KARACA, Eşref AKKAŞ, Hamit SAKAL, Erol BENLİ, Gözde PARLAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ayvaz, Z. 1998. Çevre Eğitime Giriş. İzmir Çevre Eğitimi Merkezi Yayınları:3.
- Akay, C. 2013. Ortaokul Öğrencilerinin Yaparak-Yaşayarak Öğrenme Temelli TÜBİTAK 4004 Bilim Okulu Projesi Sonrası Bilim Kavramına Yönelik Görüşleri. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9 (2):326-338.
- Berberoğlu, E. O., Uygun, S. 2012. Çevre Farkındalığı- Çevre Tutumu Arasındaki İlişkinin Yapısal Eşitlik Modeli İle Sınanması. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 25 (2): 459-473.
- Balıkesir Bilim ve Sanat Merkezi 2014. Ekoloji'den Biyoteknolojiye-2. <http://balikesirbilsem.meb.gov.tr/ekolojiden-biyoteknolojiye-bitkiler/>.
- Berberoğlu, E. O., Uygun, S. 2013a. Tübitak 4004 Projelerinin, 'Sürdürülebilir Kalkınma İçin Çevre Eğitimi' Kapsamında Değerlendirilmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 13 (2): 107-133.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Berberoğlu, E.O., Uygun, S. 2013b. Sınıf Dışı Eğitimin Dünyadaki ve Türkiye'deki Gelişiminin İncelenmesi. Mersin University Journal of the Faculty of Education, 9 (2):32-42.
- Çukur, D., Özgüner, H. 2008. Kentsel Alanda Çocuklara Doğa Bilinci Kazandırmada Oyun Mekanı Tasarımının Rolü. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 2: 177-187.
- Erten, S. 2004. Çevre Eğitimi Ve Çevre Bilinci Nedir, Çevre Eğitimi Nasıl Olmalıdır? Çevre Ve İnsan Dergisi, Çevre Ve Orman Bakanlığı Yayın Organı. Sayı 65/66. 2006/25 Ankara.
- Environmental Performans Index.2014 <http://epi.yale.edu/epi/country-profile/turkey>.
- Farmer, J. Knapp, D., Benton, M. G. 2007. Elementary School Environmental Education Field Trip: Long-term Effects on Ecological and Environmental Knowledge and Attitue Development. The Journal of Environmental Education. Report And Research, 38(3): 33-42.
- Gökçe, N., Kaya, E., Aktay, S., Özden M. 2007. İlköğretim Öğrencilerinin Çevreye Yönelik Tutumları. İlköğretim Online, 6(3): 452-468. [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr>.
- Güler, T. 2009. Ekoloji Temelli Çevre Eğitiminin Öğretmenlerin Çevre Eğitimine Karşı Görüşlerine Etkileri. Eğitim ve Bilim, 34(151): 30-43.
- Gül, A. 2014. Arı Ölümleri, Sebepleri ve Alınması Gereken Tedbirler. Arıcılık Araştırma Dergisi 6(11): 2-4.
- Kandemir, İ. 2007. Amerika Birleşik Devletleri' nde Toplu Arı Ölümleri ve Koloni Çökme Bozukluğu (KÇB) Üzerine Bir Derleme. Uludağ Arıcılık Dergisi 2007, 2: 63-69.
- Kösoğlu, M., Özdemir, A., Baysan, S., Vural, R.A., İnci, E., Kiraz, D.E., Gençoğlu, İ., Boz, Ö., Hazır, C., Ertuğrul, F. 2011. Çine Arıcılık Müzesinde Ekoloji Temelli Doğa Eğitimi. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 2(2): 24-33.
- Karataş, A., Aslan, G. 2012. İlköğretim Öğrencilerine Çevre Bilincinin Kazandırılmasında Çevre Eğitiminin Rolü: Ekoloji Temelli Yaz Kampı Projesi Örneği. Zeitschrift für die Welt der Türken, 4(2): 259-276.
- Kekeçoğlu, M., Rasgele, P.G., Acar, F., Hayırsever, F. 2013. İlköğretim Öğrencilerinde Bal Arısının Çevre Ve Toplum İçin Önemi Hakkında Farkındalık Yaratılması. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 4(1): 60-78.
- Kekeçoğlu, M. 2014. Arıcılık ve Arı Ürünleri Ar-Ge Proje Pazarı, Proje Özet Kitapçığı: II-IV.
- Meydan, A., Bozyiğit R., Karakurt M.. 2012. Ekoloji Temelli Doğa Eğitimi Projelerinin Katılımcı Beklentilerini Karşılama Düzeyleri. Marmara Coğrafya Dergisi, 25: 238-255.
- Muz, M.N. 2008. Bal Arılarında Ani Koloni Sönmesi. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 32(3): 271 – 275.
- Ozener, F.S. 2004. Türkiye'de Okul Dışı Çevre Eğitimi Ne Durumda ve Neler Yapılmalı? V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi ve Biyologlar Derneği, Abant- Bolu. Bildiri Kitabı (Doğa Ve Çevre), 67-98.
- Özdemir, O. 2010. Doğa Deneyimine Dayalı Çevre Eğitiminin İlköğretim Öğrencilerinin Çevrelerine Yönelik Algı Ve Davranışlarına Etkisi. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27: 125-138.
- Sağır, Ş. U., Aslan, O., Cansaran A. 2008. İlköğretim Öğrencilerinin Çevre Bilgisi ve Çevre Tutumlarının Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi. İlköğretim Online, 7(2):496-511, [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr>.
- SDÜ (Süleyman Demirel Üniversitesi) Orman Fakültesi 2014. Erguvanlar Çiçek Açıyor. <http://ormanweb.sdu.edu.tr/eca/index.php?page=amac>.
- Şahinler, N. 2000. Arı Ürünleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi, MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(1-2): 139-148, 2000.
- Şimşekli, Y. 2004. Çevre Bilincinin Geliştirilmesine Yönelik Çevre Eğitimi Etkinliklerine İlköğretim Okullarının Duyarlılığı. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17(1): 83-92.
- Tanrıverdi, B. 2009. Sürdürülebilir Çevre Eğitimi Açısından İlköğretim Programlarının Değerlendirilmesi. Eğitim Ve Bilim, 34(151): 89-103.
- Tekbryık, A., Şeyihoğlu, A., Vekli, G.S., Birinci, K.K. 2013. Aktif Öğrenmeye Dayalı Bir Yaz Bilim Kampının Öğrenciler Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. The Journal of Academic Social Science Studies, 6 (1): 1383-1406.
- Tezcan, S., Tezcan F., Gülerperçin, N., Karababa A.O., Üzüm, A., Kanlıoğlu, A. 2010. Toplumda Böcek Farkındalığı Yaratılmasında BÖFYAP Projelerinin Yeri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(1): 101-106.
- Tilbury, D. 1995. Environmental Education For Sustainability: Defining the new focus of

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- environmental education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2): 195-212.
- UNESCO. 1992. United Nations Sustainable Development. Promoting education, public awareness and training. Report of United Nations Conference on Environment and Development, Chapter 36, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992.
- Ünal, H.H., Oruç, H.H., Sezgin, A., Kabil, E. 2010. Türkiye’de 2006-2010 Yılları Arasında Bal Arılarında Görülen Ölümmler Sonrasında Tespit Edilen Pestisitler, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 10(4): 119-125.
- Yardımcı, E. ve Kılıç, G.B. 2010. Çocukların Gözünden Çevre ve Çevre Sorunları. *İlköğretim Online*, 9(3): 1122-1136. [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr>.
- Yörük, A., Şahinler, N. 2013. Küresel Isınmanın Bal Arıları Üzerine Olası Etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 13(2): 79-87.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Honey bee has an important place in human life because of bee products, such as pollen, propolis and royal jelly. More importantly that honey bees are the most effective pollinator insect group as a natural food assurance of the future. However younger children, unfortunately, have the fear of bee stings. They are growing with sting fear, not realize the importance of bees in terms of nature and natural sustainability. So it was arranged a project within the framework of TÜBİTAK-4004 Science and Society Project. The aim of that was to introduce honeybee, its function for human life and ecological equilibrium to children.

Materials and Methods: Our target groups are students of primary and secondary school in both rural and urban areas, and also children which were the same age group from Science- art Center and Social Service in Duzce province. This project, carried out for the primary school students, was conducted with the participation of totally 80 participants (four groups and 20 individuals in each group) at practical and theoretical levels. It was presented bee family, developmental stages of

them, bee products and how important the honeybees for human life and the effect of honeybees on pollination. The morphology and anatomy of family members of honeybees were explained and examined under a microscope. Living areas of bees was introduced and different types of hives were designed by workshops. Alternative bee products and different uses of them were introduced. Participants were better grasped the theoretical issues by the help of art activities. In the field works, the honey bees and wasps were observed in their natural habitat and samples were collected from plants with high honey production potential. Later pollens of these collected plant samples were studied at microscopic levels. The experimental activities were done to develop scientific thinking skills and support theoretical courses. Different workshops’ studies including different activities were conducted for groups of 20 individual. Both before and after the study, it was done pre-test, post test and achievement test applications to each group in order to determine the cognitive and effective skills, ecocentric and anthropocentric perspectives at the beginning and at the end of training course.

Results: The data obtained from bee questionnaire and achievement was analyzed to measure the changes occurring in each group before and after the case study. According the findings of the achievement test and the analysis of pictures, it has been concluded that cognitive awareness related to bees aimed within the scope of this project significantly increased. Also according to findings of the survey data, increase in the awareness of all groups was seen about the importance of bees to environment and society and factors affecting the lives of bees after the education. In addition, feedbacks taken from the participants showed that the awareness was created by the training about honey bee. The students understand that there is a positive correlation between “environmental sustainability and honeybees.

Conclusions: The importance of bees and pollination was stressed through visual and print media. The interest of society was aroused on the subject. It has been thought that this project should be traditionally continued with increasing age groups for next every year.

BAZI ÖNEMLİ BOMBUS ARISI (*Bombus terrestris* L.) PARAZİTLERİNİN MOLEKÜLER YÖNTEMLERLE TANIMLANMASI

Identification of Some Important Bumblebee (*Bombus terrestris* L.) Parasites by Molecular Methods

(Extended Abstract can be found at the end of the Article)

Bahar ARGUN KARSLI^{1*}, Fehmi GÜREL²

^{1*}Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Antalya, bhrargun@akdeniz.edu.tr

²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Antalya

Geliş Tarihi: 10.10.2014, Kabul Tarihi: 17.12.2014

ÖZ

Bombus arıları tarımsal ve doğal ekosistemlerin en önemli tozlaştırıcıları arasındadır. Ancak son yıllarda doğal bombus arısı popülasyonları ve tür çeşitliliği bütün dünyada azalmaktadır. Bu durumun nedenlerinden biri olarak patojenler gösterilmektedir. En sık bildirilen bombus arısı patojenleri *Nosema bombi*, *Crithidia bombi*, *Apicystis bombi* mikrosporları ve bir trake akarı olan *Locustacarus buchneri*'dir. Genellikle bu parazitler koloni kurma, hayatta kalma ve üreme üzerine olumsuz etkilere sahiptirler. Bu nedenle, bombus arısı parazitlerinin doğru bir şekilde tanımlanması çok önemlidir. Günümüzde enfekte bombus arılarını belirlemek amacıyla, güvenilir ve hızlı sonuçlar elde edilen moleküler yöntemler geliştirilmiştir. Bu derlemede, bombus arılarında en yaygın görülen parazitler ve moleküler yöntemlerle tespitleri hakkında bilgiler özetlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Bombus arısı, moleküler tespit, *Nosema bombi*, *Crithidia bombi*, *Locustacarus buchneri*,

ABSTRACT

Bumblebees are among the most important pollinators in agricultural and natural ecosystems. On the other hand in recent years, the natural abundance and diversity of bumblebee species is in decline all over the world. One of reasons for this situation is shown as pathogens. The most commonly reported bumblebee protozoan pathogens are the microsporidium *Nosema bombi*, *Crithidia bombi*, *Apicystis bombi* and the tracheal mite, *Locustacarus buchneri*. Generally, these parasites have detrimental effects on colonization, survival and reproduction. Therefore, the accurately identification and control of bumble bee diseases and parasites are very important. Today, in order to identify infected bumblebees molecular methods have been developed to provide highly sensitive, reliable and fast results. In this review, the most common bumblebees diseases, ways of spread and identified by molecular methods are summarized.

Keywords: Bumblebee, molecular identification, *Nosema bombi*, *Crithidia bombi*, *Locustacarus buchneri*

GİRİŞ

Dünya üzerinde yaklaşık 20 bin türü tanımlanan arılar, doğal florada genetik çeşitliliğin ve üremenin kültür bitkilerinde ise verimliliğin sağlanmasında etkilidirler (Michener,2000). Bal arılarına göre daha iri yapılı, yoğun tüylü ve göz alıcı renklere sahip olan bombus arıları bal arılarından sonra hem doğal hem de kültüre alınmış bitkilerin en önemli tozlaştırıcılarıdır. Yaklaşık 250 türü tanımlanan bombus arıları başta Avrupa olmak üzere Asya, Kuzey Afrika ve Amerika'ya kadar geniş bir yayılma alanına sahiptir (Wildmer ve ark.,1998; Goka ve ark., 2001). Tozlaşmadaki önemleri yaklaşık yüz yıl önce belirlenen bombus arıları, geçtiğimiz 25 yıldır kitlesel olarak retilmekte ve örtüaltı yetiştiricilikte tozlaştırıcı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Dünyada ticari olarak yılda bir milyondan fazla bombus arısı üretilmekte bunun da % 90'ından fazlasını *B. terrestris* türü oluşturmaktadır (Velthuis ve Dorn, 2006)

Bombus arıları, yaşam dönemlerinin farklı evrelerinde çok çeşitli iç ve dış parazitler, protozoa, virüs ve bakteri gibi hastalık yapan organizmaların saldırısı altındadır(Macfarlane ve ark., 1995). Doğal ve ticari bombus popülasyonlarında yaygın olarak bulunan bu patojenler genellikle bombus ana arılarının yuva kuramalarına ya da ölmesine neden olmaktadır. Ayrıca kitlesel üretim yapan işletmelerde bu patojenlerin bulunması büyük ölçeklerde arı ölümlerine, verimliliğin düşmesine ve maliyetlerin artmasına yol açmaktadır(Eldeniz ve ark., 2006).

Son yıllarda bombus arısı türlerinde sayısal olarak azalış ve yerel yok oluşlar bildirilmiştir. İngiltere'de altı bombus türüne ait popülasyonlarda önemli azalma saptanmış (Williams ve Osborne, 2009), Avrupa kıtasında dört türün yok olmaya başladığı(Kosior ve ark., 2007), Britanya adalarında ise iki türün tamamen yok olduğu belirtilmiştir (Goulson ve ark., 2008). Kuzey Amerika ve İrlanda'da da benzer şekilde bombus popülasyonlarının azaldığı saptanmıştır(Fitzpatrick ve ark., 2007; Grixti ve ark. 2009). Habitat parçalanması, pestisit kullanımı ve yanlış tarımsal uygulamalar bu azalış ve yok oluşların önemli sebepleri arasında sayılırken, son yıllarda yapılan çalışmalarla parazit ve patojenlerin de önemli miktarda koloni kayıplarına yol açtığı belirlenmiştir. (Cox-Foster ve ark. 2007; Goulson ve ark. 2008; Cameron ve ark. 2011).

Bombus arısı kolonilerinin uluslararası ticaretinin güvenilir bir şekilde yapılabilmesi ve yerel türlerin zarar görmesini engellemek için patojenlerin hızlı ve

doğru bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Günümüzde, enfekte arıların tespiti mikroskopik ve moleküler teknikler kullanılarak yapılmaktadır. Patojenlerin mikroskopik olarak tespitinin doğruluğu ve hassasiyeti tartışmaya açıktır (Weiss 1995). Moleküler yöntemlerde ise, patojenlerin ribozomal RNA (rRNA), ribozomal DNA (rDNA) ve mitokondriyal sitokrom oksidaz 1 (CO1) gen parçalarının PCR tekniği ile çoğaltılmasına dayalı daha doğru ve güvenilir olarak tespiti yapılabilmektedir(Weiss ve Vossbrinck 1999; Goka ve ark., 2006). Bu çalışmada; bombus arılarında yaygın görülen parazitler, semptomlar ve moleküler yöntemlerle tespitleri hakkında bilgiler derlenmiştir.

BOMBUS ARILARINDA YAYGIN GÖRÜLEN PARAZİT VE HASTALIKLAR

Doğadaki tüm canlılarda olduğu gibi bombus arılarında da hastalık yapıcı veya öldürücü çok sayıda iç-dış parazitler ve patojenler saptanmıştır. En sık bildirilen bombus arısı patojenleri *Nosema bombi*, *Crithidia bombi*(Lipa ve Triggiani, 1980),*Apicystis bombi* (*Mattesia bombi*) (Liu ve ark., 1974; Lipa ve Triggiani, 1992), protozoaları ve bir trake akarı olan *Locustacarus buchneri*'dir(Baker ve Wharton, 1952). Bu patojenler çoğunlukla bombus ana arılarının yuva kuramalarına, ömürlerinin kısalmasına, yuva kuranların ise yavrularının gelişmemesine, ana arıların ölmesine ve kolonilerin sönmesine neden olmaktadır.

Nosema bombi ilk kez Fantham ve Porter tarafından 1914 yılında zorunlu hücre-içi paraziti olarak tanımlanmıştır. *N. bombi* bombus arılarında oldukça yaygındır ve konak içinde spor formunda bulunmaktadır. *N. bombi* sporlarının boyutlarının 2.66-7.35 µm arasında değiştiği ve her birinin 1-4 çekirdekli, oval ya da füze görünümünde olduğu belirtilmiştir(Shykoff ve Schmid-Hempel, 1991; Macfarlane ve ark., 1995). İlk olarak malpighi tüpleri ve orta bağırsak dokularını enfekte etmekteydiler (McIvor ve Malone, 1995). Ayrıca kas dokusu, yağ dokusu, trake ve beyin dahil sinir dokularını da enfekte ettikleri tespit edilmiştir. *N. bombi* 'nin etkisi öldürücüden çok kroniktir ve enfekte bireyler hiçbir dış belirti göstermemektedir (McIvor ve Malone, 1995; Fries ve ark. 2001; Larsson 2007). Hatta çok ağır enfekte bireyler bile normal davranışlar gösterebilir (Otti, 2008).*Nosema* 'lı bombus arılarının yaşayabilirliğinin azaldığı, ömürlerinin kıaldığı ve enfekte kolonilerde daha az kraliçe üretildiği ve kraliçelerin koloni kurma özelliklerinin önemli ölçüde azaldığı saptan-

mıştır (Eijnde ve Vette 1993; Otti ve Schmid-Hempel 2007; Van der Steen 2008). *N. bombi* sporları enfekte olmuş kraliçe, işçiler veya enfekte yiyecekler aracılığıyla koloni içinde yayılmaktadır (Fisher ve Pomeroy 1989; Rutrecht ve ark. 2007; Van der Steen 2008).

Kamçılı bir trypanozom olan ***Crithidia bombi***, bombus arılarında görülen diğer bir yaygın protozodur. *C. bombi* sporlarının konak üzerinde çok hızlı çoğaldığı ve konağına çok çabuk uyum sağladığı belirtilmiştir. Böylece parazitin neden olduğu enfeksiyon koloni içinde kolayca yayılmaktadır (Imhoof ve Schmid-Hempel 1998). *N. bombi*'nin aksine hücre dışı parazit olan *C. bombi* genellikle orta bağırsak ve rektum duvarını enfekte etmektedir. *C. bombi* koloni üretimi ve işçilerin yiyecek arama davranışlarını etkilerken, ömür uzunluklarını etkilememekte ve tek başına ölümlerine sebep olmamaktadır (Shykoff ve Schmid-Hempel 1991; Schmid-Hempel ve Durrer 1991; Gegeer ve ark. 2005). Ancak, işçi arıların yumurtalıkları geliştiğinden koloni büyüme hızı yavaşlamakta ve koloni gücü azalmaktadır (Brown ve ark. 2003; Otterstatter ve Thomson 2006). *C. bombi* sporları hem koloni içinde hem de toplayıcı işçiler tarafından çiçeklere bulaşma yoluyla koloniler arasında iletilmektedir (Schmid-Hempel ve Schmid-Hempel 1993).

Apicystis bombi yine bombus türlerinde görülen yayılma potansiyeli yüksek bir protozodur. İlk kez 1988 yılında İtalya'da keşfedilmiştir ve ticari olarak üretilen bombus türleri de (Meeus ve ark. 2011; Murray ve ark. 2013) dahil olmak üzere yaklaşık 20 bombus türünde kaydedilmiştir (Lipa ve Triggiani 1992; Lipa ve Triggiani, 1996). Bombus kraliçe, işçi ve erkek arılarının sindirim sistemlerinde ve yağ dokularında tespit edilmişlerdir (Liu ve ark., 1974; Lipa ve Triggiani 1992). Parazit bombus arılarının dokuları içinde çoğalırken, arının vücut yağı yok edilmektedir (Schmid-Hempel, 2001) ve enfekte bahar kraliçeleri koloni kuramamakta, ölüm oranları yüksek olmaktadır (Macfarlane ve ark. 1995; Rutrecht ve Brown, 2008).

Locustacarus buchneri parazitleri bombus arılarına özelleşmiş, trake ve abdomendeki hava keselerinde yaşayan oldukça yaygın bir iç parazittir. Kuzey yarımküre üzerinde yaklaşık 30 yerli bombus türünde tespit edilmiştir (Goka ve ark., 2006; Rozej ve ark., 2012). *L. buchneri* yumurta, larviform ve ergin olarak adlandırılan yaşam formları gösterirler. Yetişkin erkek ve larviform dişi aktifken, yetişkin dişi hareketsizdir. Dişilerden daha küçük olan erkek

akarların ağız parçaları gelişmemiştir ve konağı terk etmezler. Sadece yetişkin dişiler bombus arılarının trakeleri içinde hemolenfle beslenebilmektedir ve bir dişi trakeye 50 civarında yumurta bırakmaktadır. *L. buchneri* ile enfekte olmuş kraliçe arılar canlılığını sürdürmekte ancak enfeksiyonun yoğun olduğu kraliçelerin abdomenleri küçülmekte, ishale yakalanmakta, yuva kurmakta gecikmekte, birinci yumurta kümesinden sonra yumurtlamayı bırakmakta ve yavru üretimini durdurmaktadırlar (Husband ve Sinha, 1970). Yani, parazitlenme sonrası konak fizyolojisinde değişiklikler meydana gelmekte, uyşuk davranışlar görülmekte, yaşam ömrü kısaltmakta ve koloni zayıflamaktadır (Otterstatter ve Whidden, 2004; Otterstatter ve ark., 2005).

HASTALIKLARIN TEŞHİS YÖNTEMLERİ

Bombus arıları ticari olarak üretilip tarım sektöründe yoğun bir şekilde kullanılmakta ve dünyanın her tarafına ihraç edilmektedir. Dolayısıyla, ticari türlerde bulunan patojenlerin hızlı ve doğru bir şekilde tanımlanmaları gerekmektedir. Aksi takdirde hastalıklar birçok ülkeye taşınmakta ve yerel türlere de bulaşmaktadır. Enfekte arılardaki enfeksiyon kaynağını belirlemek amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Genel olarak, bu yöntemler mikroskopik ve moleküler olarak adlandırılmaktadır. Işık ve elektron mikroskopunun kullanıldığı mikroskopik yöntemler zahmetli, zaman alıcı ve güvenilir değildir. Çünkü tür ayrımı net bir şekilde yapılamamaktadır. Öte yandan, moleküler yöntemler pahalı da olsa sonuçlar daha doğru ve güvenilirlerdir.

Bombus arılarında hastalığa neden olan *N. bombi*, *C. bombi*, *A. bombi* mikrosporları ve *L. buchneri* akarı tek veya çoklu Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR), Gerçek Zamanlı PCR (RT-PCR), Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi (RFLP), 12S-/16S-rRNA ve ITS bölgelerinin dizi analizi ya da mikrosatellit analizleri gibi moleküler yöntemlerin kullanılmasıyla hatasız olarak tespit edilirler. Moleküler metotlarda öncelikle patojenlerin DNA izolasyonu yapılmakta ve daha sonra kullanılacak yöntem göre türlere özgü geliştirilen hassas primerler ile istenilen DNA bölgeleri çoğaltılmaktadır. Çoğaltılan bu bölgeler değerlendirilerek sonuçlar yorumlanmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde, mikrosporların ve akarların moleküler tespitlerinde çok sayıda primer çiftinin kullanıldığı görülmektedir. Bu primerler ile patojenlerin rRNA geni üzerindeki

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

büyük (LSU), küçük alt üniteleri (SSU) ve internal ara bölge (ITS) genleri PCR ile çoğaltılmakta ve tür düzeyinde tespitleri yapılmaktadır. Araştırmalarda

yoğun olarak kullanılan primerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. PCR ve RT-PCR' da kullanılan bazı primerlerin listesi

Table 1. List of some primers used for PCR and RT-PCR

Parazit	Primer	Kullanılan Moleküler Yöntem	Baz dizilimi (5'-3')	Fragment Büyüklüğü (bp)
<i>Nosema bombi</i>	SSUrRNA-f1 SSUrRNA-r1b	PCR, Nosema rRNA sının Sekans Analizi	CACCAGTTGATTCTGCCT TGTTCTCCAGTCAGGGTCGTCA	545 [Tay ve ark.,2005]
	SSUrRNA-f2 SSUrRNA-r2	PCR, Nosema rRNA sının Sekans Analizi	CTGTATAGTTGGGAGAGAGATGAA TTAGATAGCGACGGGCGGTGTG	646 [Tay ve ark.,2005]
	ITS-f1 ITS-r1	PCR, Nosema rRNA sının Sekans Analizi	TGAATGTGCCCTGTTCTTTGTAC TAATTATAATCTCCTTGGTCCGTG	635-639 [Tay ve ark.,2005]
	LSUrRNA- f1 LSUrRNA-r1	PCR, Nosema rRNA sının Sekans Analizi	CACATGGGATCAATAGGGTACCA AACATGTATAGTTCACTGTGTGTTTCG	527 [Tay ve ark.,2005]
	LSUrRNA-f2 LSUrRNA-r2	PCR, Nosema rRNA sının Sekans Analizi	GGATAACTGGCTGTAGCAGGC ATAAAAGCAGTAACCTCAAGATGTCTG	405 [Tay ve ark.,2005]
	Nbombi-SSU-Jf1 Nbombi-SSU- Jr1	PCR, Nosema rRNA sının Sekans Analizi	CCATGCATGTTTTGAAGATTATTAT CATATATTTTTAAATATGAAACAATAA	323 [Klee ve ark.,2006]
	BOMBICAR	RT-PCR	GGCCCATGCATGGTTTTGAAGATTATTAT CTACACTTTAACGTAGTTATCTGCGG	101 [Plischuk ve Lange,2009; Erier ve ark.,2012]
	qSNP-ITSf qSNP-ITSr	PCR, ITS bölge sekansı	CAGGATCATAATCAGGAAGTATAAGTTTAT CGACCTTCATCGTTATGGTATCC	85 [Cordes ve ark.,2012]
	qSSUf qSSUf	PCR, ITS bölge sekansı	CGCCCGTGCCTATCTAAG TATGATCCTGCTAATGGTCTCC	122 [Cordes ve ark.,2012]
<i>Crithidia bombi</i>	CB-SUrRNA-F2 CB-SUrRNA-B4	PCR, DNA Sekans Analizi	CTTTTGACGAACAACCTGCCCTATC AACCGAACGCACTAAACCCC	632 [Schmid-Hempel ve Tognazzo,2010]
	CB-ITS1-F CB-ITS1-B	PCR, DNA Sekans Analizi	GGAAACCACGGAATCACATAGACC AGGAAGCCAAGTCATCCATCGC	276 [Schmid-Hempel ve Tognazzo,2010]
	GB-Cytb2-F GB-Cytb2-B	PCR, DNA Sekans Analizi	GT(A/T)TT(G/A)TTTTT(G/A)TG(G/A)GATTTG CATAAACG(T/C)TCACAATAAATGC	416 [Schmid-Hempel ve Tognazzo,2010]
	Cri 4	Multiplex PCR ,Mikrosatelit RT-PCR	CATCCAGACTGAGTGTTTTCC GACCTGTGAACGCAATGAAC	130 [Schmid-Hempel ve Funk,2004; Fouks ve Latorf,2014]
	Cri 16	Multiplex PCR ,Mikrosatelit RT-PCR	GCGGCTGTTGCGAACCTC CGGTGATGGCGATTGCAG	119 [Schmid- Hempel ve Funk,2004; Fouks ve Latorf,2014]
	Cri 1. A5	Multiplex PCR ,Mikrosatelit RT-PCR	CCATGCTCACTCTTCCTTCGATG AACCCATTCTGCTTGGCTGACCAG	150 [Schmid- Hempel ve Funk,2004; Fouks ve Latorf,2014]
	Cri 1. B6	Multiplex PCR ,Mikrosatelit RT-PCR	GCAAACCCATTCTGCTTGGC CCATGCTCACTCTTCCTTCGATG	151 [Schmid- Hempel ve Funk,2004; Fouks ve Latorf,2014]
<i>Apicystis bombi</i>	MyD88	RNA izolasyonu, cDNA sentezi, qPCR	TTGCCTTCTGAAAATGGATTAC TTGCTGTTGCCAAACTGTTA	115-192 [Schlüns ve ark.,2010]
	ApUF1 ApUR1	PCR, Multiplex PCR	TCAATTGGAGGGCAAGTCTG CACGCAAAGTCCCTCTAAGAA	850 [Meessus ve ark.,2010]
	ApUF2 ApBR1	PCR, Multiplex PCR	ATCTGGTTGATCCTGCCAGT TGAAAGCGGCGTATACATGA	890 [Meessus ve ark.,2010]
<i>Locustacarus buchneri</i>	ApilTS732F ApilTS732R	PCR, DNA Sekans Analizi	TGGAAACAAGTCATTTTTGGAA CCTGTTCACTCGCCGTTACT	730 [Goka ve ark.,2001;Goka ve ark.,2006]

PATOJENLERİN MOLEKÜLER OLARAK TESPİTİ İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Günümüzde mikrosporların tanısında PCR temelli moleküler yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalar, türe özgü ve hassas primerler ile özellikle rRNA üzerindeki bölgelerin çoğaltılması ile yapılmaktadır. *N. bombi*'nin moleküler tespitinde rRNA'nın SSU ve ITS bölgelerinin karşılaştırmalı dizi verilerinden yararlanılmıştır. İlk olarak, Fries ve ark. (2001) *B. lucorum*, *B. terrestris* ve *B. hortorum* türlerinden izole edilen *N. bombi* mikrosporunun rRNA SSU bölgelerinin gen diziliminin aynı olduğunu göstermişler ve *N. bombi*'nin farklı bombus türlerini enfekte ettiğini kanıtlamışlardır. Benzer şekilde Tay ve ark.,(2005) 9 primer çifti kullanarak rRNA geninin LSU, SSU ve ITS bölgelerinin çoğaltılmasıyla yaptıkları çalışmada *B. hypnorum*, *B. jonellus*, *B. lapidarius*, *B. lucorum*, *B. pratorum*, *B. subterraneus*, *B. pascourum* ve *B. terrestris* konak arılarını enfekte eden *N. bombi* mikrosporu ve varyantlarını tanımlamışlardır. Klee ve ark. (2006)da bu patojene özgü bir primer çifti geliştirmişlerdir. Nbombi-SSU Jf1/Jr1 adlı primer çiftinin sadece *N. bombi*'de 323 bç'lik bir bölgeyi çoğalttığını saptamışlardır. Aynı çalışmadaki ITS-f2/r2 primer çiftinin ise, son derece hassas olduğu ve 10 spora kadar bile tespit yapabildiği belirtilmiştir.

RT-PCR yönteminin kullanıldığı bir denemede, dokuz çift *Nosema spp.* primeriyle çalışılmış ve altı çiftinin *N. bombi* tanısında kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu primerlerden üç çiftinin (BOMBICAR, N.b.a ve Nbombi-SSU-J) *N. bombi*'ye özgü olduğu bildirilirken, iki çiftinin (BOMBICAR, N.b.a) ise, son derece hassas olduğu ve on spora kadar tespit yapabildiği gösterilmiştir (Erler ve ark., 2012).Başka bir çalışmada ise, Amerika'nın yerli türleri olan *B. impatiens* ve *B. sandersoni* arı örneklerinde mikroskopik ve PCR yöntemleri kullanılmıştır. Nbombi-SSU-Jf1/Jr1 ve SSURNA-f1-r1c adlı primer çiftleriyle yapılan PCR çalışmalarında her iki türde de *N. bombi* mikrosporu tanımlanmıştır (Sokolova ve ark., 2010).

Küresel olarak tozlaştırıcıların azalışına çevre koşulları, insan kaynaklı müdahaleler, virüsler, bakteriler, mikrosporlar ve akarlar da dahil olmak üzere çeşitli patojenler neden olmaktadır. Son yıllarda, bal arısı ve bombus arısı gibi iki önemli tozlaştırıcının azalışı Amerika ve Avrupa'da izlenir ve kayıt altına alınır olmuştur(Ghazoul, 2005; Biesmeijer ve ark., 2006; Goulson ve ark., 2008; Potts ve ark., 2010; Cameron ve ark., 2011).*N. bombi*, *N. apis*, *N.*

ceranae ve *C. bombi* gibi mikrospor türlerinin bu azalışta etkili olduğu bildirilmiştir(Paxton ve ark., 2007; Bromenshenk ve ark., 2010; Higes ve ark., 2010). Kuzey Amerika'da bombus türlerindeki hızlı azalışın nedenini araştırmak için Cordes ve ark.,(2012) PCR ve RT-PCR yöntemlerini kullanarak 36 bombus türünde *N. bombi* ve *C. bombi* varlığını araştırmıştır. Araştırma sonucunda 15 türde *C. bombi*, 22 türde ise *N. bombi* mikrosporları tespit edilmiştir. Li ve ark.,(2012)ise Çin'den topladıkları 27 farklı bombus türünde DNA sekans analizi ile *Nosema spp.*tespiti yapmışlardır. 12 bombus türünün mikrosporlar tarafından enfekte olduğunu bildirmişlerdir.

Bombus arıları gibi konak populasyonlarında bulunan patojenlerin genetik yapısının bilinmesi konak-parazit etkileşimleri, ekolojisi ve evrimi ile ilgili bilgi vermektedir. Örneğin, hastalık oluşturma, savunma stratejileri geliştirme, konak içinde çoğalabilme ve genetik çeşitliliği sürdürmede parazitlerin olası rolü bilinmelidir. Schmid-Hempel ve Funk,(2004) doğal bir *B. terrestris* populasyonunda, *C. bombi* paraziti-nin genotipinin belirlenmesi ve farklı konak genotipleri üzerinde nasıl bir dağılım gösterdiklerinin saptanması için geliştirdikleri 8 çift mikrosatelit primer ile çalışmışlar ve enfekte sekiz koloni içinde 38 farklı *C. bombi* genotipi tespit etmişlerdir.

Bombus arısı türlerinde hastalığa neden olan *C. bombi* türünün kökeni hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. İsviçre ve Alaska'dan toplanan bombus arılarından izole edilen *C. bombi* ve *C. mellificae* protozoalarının kökeni araştırılmıştır. *C. bombi* örnekleri A ve B olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. *C. mellificae*'dan elde edilen sekans analizleri sonucu yapılan filogenetik ağaçta *C. bombi* nin her iki grubundan da farklı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada A grubuna *C. bombi*, B grubuna ise *C. expoeki* denilmesi önerilmiştir (Schmid-Hempel ve Tognazzo, 2010). *C. bombi* ve *A. bombi* mikrosporlarının filogenetik olarak yerinin incelendiği başka bir çalışmada *C. bombi* filogenetik olarak trypanosomatidler ile kümelenmiş, *A. bombi*'nin ise *Mattesia* grubu içinde olmadığı, bu grup ile yakın kardeş grup olduğu bildirilmiştir (Ghazoul, 2005).

Bombus arılarının ticari olarak kullanımıyla birlikte hastalıkların dünya çapında yayılması biyolojik çeşitlilik açısından önemli bir tehdit olarak kabul edilmektedir. Özellikle patojenlerde yeni ırk ve suşların ortaya çıkışı, tozlaştırıcı populasyonların azalışında olası bir etken olarak görülmektedir. Arjantin'in Patagonya bölgesinde kullanılan *B.*

terrestricari kolonilerinde yüksek oranda *A. bombi* protozoası saptanmıştır. Arbetman ve ark., (2013) bu bölgedeki *B. ruderatus* ve *B. dahlbomii* yerel bombus türlerinde tespit edilen *A. bombi* parazitinin *B. terrestris* ticari kolonilerden geçip geçmediğini incelemişlerdir. İlk olarak, PCR yöntemi kullanılarak, *B. terrestris* girişinden önce ve sonra toplanan yerel bombus türlerinde parazitin varlığı taranmıştır. Sonra da, NeoF ve NeoR primer çiftiyle 18 rDNA bölgesi sekanslanarak parazit tanımlanmış ve Avrupalı sekans dizisiyle de karşılaştırılarak *A. bombi* olduğu doğrulanmıştır. Önceki çalışmalarda Arjantin'deki yerel bombus türlerinde bu parazit tespit edilememiştir (Plischuk ve Lange, 2009). Sonuçta, *B. ruderatus* ve *B. dahlbomii* türlerinde *A. bombi*'nin varlığı ilk kez raporlanmıştır. Başka bir çalışmada ise, Arjantin ve Avrupa'daki arılarda saptanan *A. bombi* parazitinin ITS1 ve ITS2 gen bölgeleri çoğaltılarak tür içi genetik varyasyonu incelenmiştir. Arjantin'de tespit edilen en yaygın haplotip ile Avrupa'da tespit edilen en yaygın haplotip aynı bulunmuştur (Maharramov ve ark., 2013).

Bombus arıları gibi sosyal arılar ve diğer sosyal böcekler çeşitli mikroorganizmalar tarafından enfekte olmaktadır. Böceğin fizikokimyasal bariyerlerini aşip vücut boşluğu içerisine giren mikroorganizmalar böceğin kendinden olmayana algılaması sonucu bağışıklık tepkileriyle karşı karşıya kalmaktadırlar. Patojene karşı antimikrobiyal peptit ve proteinler salgılanarak bir immun cevap geliştirilmektedir. RT-PCR gibi moleküler yöntemlerle hem bu proteinleri kodlayan genler tespit edilebilmektedir, hem de ifade edilen proteinlerin miktarı ölçülebilmektedir. Schlüns ve ark. (2010) *B. terrestris* arısının bağırsaklarında enfeksiyona neden olan *C. bombi* protozoasının varlığını tespit etmek için bu metodu kullanmışlardır. Sağlıklı veya hasta *B. terrestris* işçi arılarında RT-PCR yöntemini kullanarak bağışıklıkla ilişkili dört genin (Hemomucin, MyD88, Relish ve TEP7) ifade edilen miktarını ölçmüşlerdir. Bu şekilde hem patojen tespit edilmiş hem de konağın enfeksiyona olan tepkisi değerlendirilmiştir.

TÜRKİYE'DEKİ DURUM VE ÖNERİLER

Bombus arıları, Türkiye biyolojik zenginliğinin önemli bir parçasıdır. Türkiye'de farklı iklim ve flora uyum sağlamış çok sayıda bombus tür, alt tür ve ekotipi bulunmaktadır. Az sayıda yapılan çalışma ile yaklaşık 48 adet bombus türü tanımlanmıştır (Rasmont ve Flagthler 1996). Ancak Türkiye'deki

bombus türlerinin mevcut durumu, ülke genelindeki dağılımı ve populasyon yoğunlukları konusunda da çok az çalışma yapılmıştır. Tüm dünyada bir taraftan bombus arılarının tozlaşma amacıyla kullanımına yönelik yoğun bir ilgi ve talep oluşmakta diğer taraftan ise ticari olarak üretilmiş bombus arılarının kullanımı sonucunda ekosistem üzerinde oluşabilecek olası olumsuz etkiler de araştırılmaktadır. Tozlaşma amacıyla seralarda kullanılan bombus kolonilerde koloni yaşamının sonlarına doğru çok sayıda ana ve erkek arı üretilmektedir. Üretilen ana ve erkek arılar sera dışına çıkabilmekte ve doğal ortamda koloni oluşturabilmektedirler. Ticari üretilmiş *B. terrestris* arılarının bu şekilde yayılmasının yuva yeri ve besin kaynakları bakımından yerel arı populasyonları ile rekabet, yerel arı populasyonları ile melezlenme ve ticari üretilmiş kolonilerden doğal populasyonlara hastalık ve parazitlerin yayılması gibi olası olumsuz etkilere yol açabileceği bildirilmektedir (Gösterit ve Gürel, 2005). Bombus arılarının ticari üretiminde koloni gelişimi için sağlanan sınırsız besleme, uygun çevre koşulları gibi ideal koşullar aynı zamanda patojen ve parazitlerin gelişimi için de en uygun koşullardır. Bu nedenle ticari olarak yetiştirilen arı türleri bir ölçüde patojen ve parazitlerin kaynağı, rezervuarı olarak işlev görmektedir. Ticari populasyonlar içinde ve ticari ve doğal populasyonlar arasındaki patojen iletimi yüksek konak yoğunluğuyla artmaktadır. Nitekim ticari üretilmiş *B. terrestris* kolonilerinin kullanıldığı seraların yakınlarından toplanan arı örneklerinde daha uzaktan toplanan arı örneklerine oranla patojenlerin yaygınlığı daha yüksek bulunmuştur (Power ve Mitchell, 2004). Sonuç olarak, patojenlerin biyolojik çeşitlilik için önemli bir tehdit ve çeşitli yaban hayatı populasyonlarının yok olması veya azalmasında dikkate alınması gereken önemli bir faktör olduğu kabul edilmektedir.

Dünyada ticari olarak üretilen ve tozlaşma amacıyla kullanılan *B. terrestris* kolonilerinin %10 dan fazlası (150-200 bin koloni/yıl) Türkiye'de üretilmekte ve kullanılmakta ve kullanılan koloni sayısı da her geçen yıl önemli ölçüde artmaktadır. Bu nedenle ticari üretilmiş *B. terrestris* kolonilerinden doğal arı populasyonlarına hastalık ve parazitlerin taşınması Türkiye için çok daha önemli ve öncelikli bir konudur. Ayrıca Türkiye'de faaliyet gösteren ticari bombus arısı işletmelerinin zaman zaman hastalık ve parazitler nedeniyle çok ciddi üretim kayıpları yaşadıkları da bilinmektedir. Bu göstergeler de ticari firmalar tarafından üretilen kolonilerin hastalık ve parazitler açısından risk taşıdığını ve hem ticari

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

üretimin daha verimli yapılması hem de ekolojik risklerin azaltılması için hastalık ve parazitlerin saptanması ve mücadele yöntemlerinin belirlenmesi konularında çalışmaların yoğunlaştırılması gereğini ortaya koymaktadır. *Bombus* hastalık ve parazitlerine yönelik olarak bugüne kadar ülkemizde iki çalışma yapılmıştır. Bu araştırmaların ilkinde Ankara ili ve çevresinden toplanan *B. terrestris* ana arılarında %20.9 oranında *Acarus farris*, %74.63 oranında *Nosema bombi* bulaşıklığı saptanmıştır (Aytekin ve ark. 2002). Diğer araştırmada ise Ege ve Akdeniz kıyı şeridinden toplanan *B. terrestris* ana arı örneklerinde %12.96 oranında *Nosema bombi*, %8.99 oranında *Crithidia bombi*, %6.89 oranında *Apicystis bombi* ve %5.28 oranında *Locustacarus buchneri* bulaşıklığı (enfeksiyonu) saptanmıştır (Eldeniz 2000).

SONUÇ

Bombus arısının ticari üretiminde hastalık ve zararlıların doğal populasyonlara bulaşması ve yayılmasını önlemek, koloni ve ana arı kayıplarını en az düzeye indirmek ve koloni kalitesini ve miktarını arttırmak için hastalık ve zararlılarla etkili bir şekilde mücadele edilmelidir. Yetiştirme prosesinin tüm aşamalarında hijyen kurallarına titizlikle uymak ve hastalıklara dirençli arı materyali ile çalışmanın yanı sıra hem damızlık kolonilerinde hem de üretim kolonilerinde düzenli ve periyodik olarak hastalık ve zararlı kontrolü yapılmalıdır. İpek böceği yetiştiriciliğinde olduğu gibi tamamıyla hastalıklardan arı üretim modeli geliştirilmediği sürece *Bombus* arısının kitlesel üretimi sürekli risk altındadır. Bu nedenle *Bombus* koloni veya ana arılarında bulunan parazit ya da patojenlerinin kısa sürede tespit edilmesi oldukça önemlidir. Mikroskopik yöntemlerle birlikte daha etkili ve kesin sonuçlar veren moleküler yöntemler kullanılarak, ticari ve doğal *Bombus* kolonilerindeki parazitlerin tespiti yapılmalıdır. Parazit ve patojenlerin tespitinde kullanılan moleküler yöntemler detaylı olarak araştırılmalı ve ülkemizde yaygın kullanımı sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Arbetman, M.P., Meeus, I., Morales, C.L., Aizen, M.A., Smagghe, G. 2013. Alien parasite hitchhikes to Patagonia on invasive bumblebee. *Biol. Invasions.*, 15: 489-494.

Aytekin, A.M., Çağatay, N., Hazır, S. 2002. Floral Choices, Parasites and Micro-organisms in Natural Populations of Bumblebees

(Apidae: Hymenoptera) in Ankara Province. *Turkish Journal of Zoology*, 26: 149-155.

Baker, E.W., Wharton, G.W. 1952. An introduction to acarology. Macmillan, New York, pp 159-162.

Biesmeijer, J.C., Roberts, S.P.M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A.P., Potts, A.G., Kleukers, R., Thomas, C.D., Settele, J., Kunin, W.E. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313: 351-354.

Bromenshenk, J.J., Henderson, C.B., Wick, C.H., Stanford, M.F., Zulich, A.W., Jabbaour, R.E., Deshpande, S.V., McCubbin, P.E., Seccomb, R.A., Welch, P.M., Williams, T., Firth, D.R., Skowronski, E., Lehmann, M.M., Bilimoria, S.L., Gress, J., Wanner, K.W., Cramer, R.A. 2010. Jr Iridovirus and microsporidian linked to honey bee colony decline. *Plos ONE*, 5(10): e13181.

Brown, M.J.F., Schmid-Hempel, R., Schmid-Hempel, P. 2003. Strong context-dependent virulence in a host parasite system: reconciling genetic evidence with theory. *Journal of Animal Ecology*, 72: 994-1002.

Cameron, S.A., Lozier, J.D., Strange, J.P., Koch, J.B., Cordes, N., Solter, L.F., Griswold, T.L. 2011. Patterns of widespread decline in North American bumble bees. In: Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America.

Cordes, N., Huang, W.F., Strange, J.P., Cameron, S.A., Griswold, T.L., Lozier, J.F., Solter, L.F. 2012. Interspecific geographic distribution and variation of the pathogens *Nosema bombi* and *Crithidia* species in United States bumblebee populations. *Journal of Invertebrate Pathology*, 109: 209-216.

Cox-Foster, D.L., Conlan, S., Holmes, E.C., Palacios, G., Evans, J.D., Moran, N.A., Quan, P.L., Briese, T., Hornig, M., Geiser, D.M., Martinson, V., van Engelsdorp, D., Kalkstein, A.L., Drysdale, A., Hui, J., Zhai, J., Cui, L., Hutchison, S.K., Simons, J.F., Egholm, M., Pettis, J.S., Lipkin, W.I. 2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, 318: 283-287.

Eldeniz, N. 2000. Ege ve Akdeniz Kıyı şeridinde doğal olarak kışlayan *Bombus*

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- terrestris* L.) ana arılarında bazı hastalık ve parazitlerinin tanısı ve enfeksiyon oranlarının saptanması. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Eldeniz, N., Cankaya and Kaftanoğlu, O. 2006. An Investigation on Some Diseases and Parasites of Bumblebee Queens (*Bombus terrestris* L.) in Turkey. *Pakistan Journal of Biology Science*, 9: 1282-1286.
- Erler, S., Lommatzsch, S., Lattorf, G.M.H. 2012. Comparative analysis of detection limits and specificity of molecular diagnostic markers for three pathogens (Microsporidia, *Nosema* spp.) in the key pollinators *Apis mellifera* and *Bombus terrestris*. *Parasitol. Res.*, 110: 1403-1410.
- Fantham, H.B., Porter, A. 1914. The morphology, biology and economic importance of *Nosema bombi*, parasitic in various bumble bees (*Bombus* spp.). *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 8: 623-638.
- Fisher, R.M., Pomeroy, N. 1989. Incipient colony manipulation, *Nosema* incidence and colony productivity of the bumble bee *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *J of the Kansas Ent Soc*, 62(4): 581-589.
- Fitzpatrick, U., Murray, T.E., Paxton, R.J., Breen, J., Cotton, D., Santorum, V., Brown, M.J.F. 2007. Rarity and decline in bumblebees - A test of causes and correlates in the Irish fauna. *Biology Conservation*, 136: 185-194.
- Fouks, B., Lattorff, H.M. 2014. Comparison of two molecular diagnostic tools for the quantification of *Crithidia bombi*, a parasite of bumblebees. *Entomol. Exp. App.*, 150: 191-197.
- Fries, I., de Ruijter, A., Paxton, R.J., da Silva, A.J., Slemenda, S.B., Pieniazek, N.J. 2001. Molecular characterization of *Nosema bombi* (Microsporidia: Nosematidae) and a note on its sites of infection in *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apoidea). *J. Apicult. Res.*, 40: 91-96.
- Gegeer, R.J., Otterstatter, M.C., Thomson, J.D. 2005. Does parasitic infection impair the ability of bumblebees to learn flowerhandling techniques? *Anim. Beh.*, 70: 209-215.
- Ghazoul, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends Ecol. Evol.*, 20: 367-373.
- Goka, K., Okabe, K., Yoneda, M., Niwa, S. 2001. Bumblebee commercialization will cause worldwide migration of parasitic mites. *Molecular Ecology*, 10: 2095-2099.
- Goka, K., Okabe, K., Yoneda, M. 2006. Worldwide migration of parasitic mites as a result of bumblebee commercialization. *Popul. Ecol.*, 48(4): 285-291.
- Goulson, D., Lye, G.C., Darvill, B. 2008. Decline and conservation of bumble bees. *Annu. Rev. Entomol.*, 53: 191-208.
- Grixti, J.C., Wong, L.T., Cameron, S.A., Favret, C. 2009. Decline of bumble bees (*Bombus*) in the North American Midwest. *Biology Conservation*, 142: 75-84.
- Gösterit, A., Gürel, F. 2005. *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) arılarının yayılmasının ekosistem üzerine etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 5(3): 115-121.
- Higes, M., Martin-Hernandez, R., Martinez-Salvador, A., Garrido-Bailon, E., Gonzalez-Porto, A.V., Meana, A., Bernal, J.L., del Nozal, M.J., Bernal, J. 2010. A preliminary study of the epidemiological factors related to honey bee colony loss in Spain. *Environ. Microbiol. Rep.*, 2: 243-250.
- Husband RW, Sinha RN. 1970. A revision of the genus *Locustacarus* with a key to genera of the family Podapolipidae (Acaria). *Annals of the Ent. Soc. of America*, 63(4): 1152-1162.
- Imhoof, B., Schmid-Hempel, P. 1998. Colony success of *Bombus terrestris* and microparasitic infections in the field. *Insect Soc.*, 46: 223-238.
- Klee, J., Tay, W.T., Paxton, R.J. 2006. Specific and sensitive detection of *Nosema bombi* (Microsporidia: Nosematidae) in bumble bees (*Bombus* spp.; Hymenoptera: Apidae) by PCR of partial rRNA gene sequences. *Journal of Invertebrate Pathology*, 91: 98-104.
- Kosior, A., Celary, W., Olejniczak, P., Fijał, J., Król, W., Solarz, W., Plonka, P. 2007. The decline of the bumble bees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidae: Bombini) of Western and Central Europe. *Oryx*, 41: 79-88.
- Larsson, J.I.R. 2007. Cytological variation and pathogenicity of the bumble bee parasite *Nosema bombi* (Microspora, Nosematidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 94: 1-11.

- Li, J., Chen, W., Wu, J., Peng, W., An, J., Schmid-Hempel, P., Schmid-Hempel, R. 2012. Diversity of *Nosema* associated with bumblebees (*Bombus* spp.) from China. *International Journal of Parasitology*, 42: 49-61.
- Lipa, J.J., Triggiani, O. 1980. *Chirithidia bombi* sp.n., a flagellata parasite of a bumble-bee (*Bombus terrestris* L.) (Hymenoptera; Apidae). *Acta. Protozool.*, 27(3/4): 287-290.
- Lipa, J.J., Triggiani, O. 1992. A newly recorded Neogregarine (Protozoa, Apicomplexa), parasite in honey bees (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus* spp.). *Apidologie*, 23(6): 533-536.
- Lipa, J.J., Triggiani, O. 1996. *Apicystis* gen nov and *Apicystis bombi* (Liu, Macfarlane & Pengelly) comb nov (Protozoa: Neogregarinida), a cosmopolitan parasite of *Bombus* and *Apis* (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 27(1): 29-34
- Liu, H.J., Macfarlane, R.P., Pengelly, D.H. 1974. *Mattesia bombi* n. sp. (Neogregarinida: Ophrocystidae); a parasite of *Bombus* (Hymenoptera: Apidae). *J. Inv. Parthol.*, 23: 225-231.
- MacFarlane, R.P., Lipa, J.J., Liu, H.J. 1995. Bumble bee pathogens and internal enemies. *Bee World*, 76(3): 130-148.
- Maharramov, J., Meeus, I., Maebe, K., Arbetman, M., Morales, C., Graystock, P., Hughes, W.O.H., Plischuk, S., Lange, C.E., de Graaf, D.C., Zapata, N., de la Rosa, J.J.P., Murray, T.E., Brown, M.J.F., Smagghe, G. 2013. Genetic variability of the Neogregarine *Apicystis bombi*, an etiological agent of an emergent bumblebee disease. *Plos ONE*, 8(12): e81475.
- Mclvor, C.A., Malone, L.A. 1995. *Nosema bombi*, a microsporidian pathogen of the bumble bee *Bombus terrestris* (L.). *New Zeal. J. Zool.*, 22: 25-31.
- Meeus, I., de Graaf, D.C., Jans, K., Smagghe, G. 2010. Multiplex PCR detection of slowly-evolving trypanosomatids and neogregarines in bumblebees using broad-range primers. *J. Appl. Microbiol.*, 109: 107-115.
- Meeus, I., Brown, M.J.F., de Graaf, D.C., Smagghe, G. 2011. Effects of invasive parasites on bumble bee declines. *Biol. Cons.*, 25(4): 662-671.
- Michener, C.D. 2000. *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 913 pp.
- Murray, T.E., Coffey, MF, Kehoe E, Horgan FG. 2013. Pathogen prevalence in commercially reared bumble bees and evidence of spillover in conspecific populations. *Biol. Cons.*, 159, 269-276.
- Otterstatter, M.C., Whidden, T.L. 2004. Patterns of parasitism by tracheal mites (*Locustacarusbucneri*) in natural bumble bee populations. *Apidologie*, 35: 351-357.
- Otterstatter, M.C., Gegear, R.I., Colla, S.R., Thomson, J.D. 2005. Effects of parasitic mites and protozoa on the flower constancy and foraging rate of bumble bees. *Behav. Ecol. Socbiol.*, 58: 383-389.
- Otterstatter, M.C., Thomson, J.D. 2006. Within-host dynamics of an intestinal pathogen of bumble bees. *Parasitology*, 133: 749-761.
- Otti, O., Schmid-Hempel, P. 2007. *Nosema bombi*: a pollinator parasite with detrimental fitness effects. *J. Invert. Pathol.*, 96: 118-124.
- Otti, O. 2008. Impact of *Nosema bombi* on colony development and its transmission possibilities. In: Biodiversity, Impact and Control of Microsporidia in Bumble Bee (*Bombus* spp) Pollinators: Technical report from the "Pollinator Parasite" project group, 95-105.
- Paxton, R.J., Klee, J., Korpela, S., Fries, I. 2007. *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. *Apidologie*, 38: 558-565.
- Plischuk, S., Lange, C.E. 2009. Invasive *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) parasitized by a flagellate (Euglenozoa: Kinetoplastea) and a neogregarine (Apicomplexa: Neogregarinorida). *J. Invert. Pathol.*, 102(3): 263-265.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.*, 25: 345-353.
- Rasmont, P., Falagotthler, D. 1996. Biogéographie et choix floraux des bourdons (Hymenoptera, Apidae) de la Turquie.

- Université de Mons Belgium. Rapport préliminaire. NATO-TU Project. 68 pp.
- Power, A.G., Mitchell, C.E. 2004. Pathogen spillover in disease epidemics. *The American Naturalist*, 164: 78-89.
- Rozej, E., Witalinski, W., Szentgyörgyi, H., Wantuch, M., Moron, D., Woyciechowski, M. 2012. Mite species inhabiting commercial bumble bee (*Bombus terrestris*) nests in Polish greenhouses, *Exp. Appl. Acarol.*, 56: 271-282.
- Rutrecht, S.T., Klee, J., Brown, M.J.F. 2007. Horizontal transmission of *Nosema bombi* to its adult bee hosts: effect of dosage, spore source and host age. *Parasitology*, 134: 1719-1726.
- Rutrecht, S.T., Brown, M.J.F. 2008. Within colony dynamics of *Nosema bombi* infections: disease establishment, epidemiology and potential vertical transmission. *Apidologie*, 39: 504-514.
- Schmid-Hempel, P., Durrer, S. 1991. Parasites, floral resources and reproduction in natural populations of bumblebees. *Oikos*, 62: 342-350.
- Schmid-Hempel, P., Schmid-Hempel, R. 1993. Transmission of a pathogen in *Bombus terrestris*, with a note on division of labour in social insects. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 33: 319-327.
- Schmid-Hempel, P. 2001. On the evolutionary ecology of host-parasite interactions: addressing the question with regard to bumblebees and their parasites. *Naturwissenschaften*, 88: 147-158.
- Schmid-Hempel, P., Reber Funk, C. 2004. The distribution of genotypes of the trypanosome parasite, *Crithidia bombi*, in populations of its host, *Bombus terrestris*. *Parasitology*, 129: 147-158.
- Schmid-Hempel, R., Tognazzo, M. 2010. Molecular divergence defines two distinct lineages of *Crithidia bombi* (Trypanosomatidae), parasites of bumblebees. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 57: 337-345.
- Schlüns, H., Sadd, B.M., Schmid-Hempel, P., Crozier, R.H. 2010. Infection with the trypanosome *Crithidia bombi* and expression of immune-related genes in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Dev. Comp. Immunol.*, 34: 705-709.
- Shykoff, J.A., Schmid-Hempel, P. 1991. Genetic relatedness and eusociality: parasite-mediated selection on the genetic composition of groups. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 28: 371-376.
- Sokolova, Y.Y., Sokolov, I.M., Carlton, C.E. 2010. Identification of *Nosema bombi* Fantham and Porter 1914 (Microsporidia) in *Bombus impatiens* and *Bombus sandersoni* from Great Smoky Mountains National Park (USA). *Journal of Invertebrate Pathology*, 103: 71-73.
- Tay, W.T., O'Mahony, M., Paxton, R.J. 2005. Complete rRNA gene sequences reveal that the Microsporidium *Nosema bombi* infects diverse bumblebee (*Bombus* spp.) hosts and contains multiple polymorphic sites. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 52(6): 505-513.
- Van den Eijnde, J., Vette N. 1993. *Nosema* infection in honeybees (*Apis mellifera* L.) and bumblebees (*Bombus terrestris* L.). *Proc. Exp. Appl. Entomol.*, 4: 205-208.
- Van der Steen, J.J.M. 2008. Infection and transmission of *Nosema bombi* in *Bombus terrestris* colonies and its effect on hibernation, mating and colony founding. *Apidologie*, 39: 273-282.
- Velthuis, H.H.W., Doorn, A. 2006. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*, 37: 421-451.
- Weiss, J.B. 1995. DNA probes and PCR for diagnosis of parasitic infections. *Clin. Microbiol. Rev.*, 8: 113-130.
- Weiss, L.M., Vossbrinck, C.R. 1999. Molecular biology, molecular phylogeny, and molecular diagnostic approaches to the microsporidia. In: Wittner, M., Weiss, L.M. (Eds.), *The Microsporidia and Microsporidiosis*. American Society for Microbiology, Washington, DC, 129-171.
- Wildmer, A., Hempel, P.S., Estoup, A., Scholl, A. 1998. Population genetic structure and colonization history of *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) from the Canary Islands and Madeira. *Heredity*, 81: 563-572.
- Williams, P.H., Osborne, J.L. 2009. Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie*, 40: 367-387.

EXTENDED ABSTRACT

Goal

Bumblebees are recognized as one of the world's most important pollinators in agricultural and natural ecosystems. They are responsible for pollinating a wide range of flowering plants and many consumable products including tomatoes, red and green peppers, watermelon and cucumber. Therefore, some bumblebee species are commercially produced and extensively used for greenhouse pollination. On the other hand in recent years, the natural abundance and diversity of bumblebee species is in decline all over the world. There are many factors regarding the causes of bumblebees decline, climate change, habitat fragmentation with diminished floral resources and pathogens. The most important of these factors are considered as pathogens. The aim of the study, the frequently seen bumblebee diseases is to draw attention.

INTRODUCTION

Natural and commercially bumblebee colonies are exposed to many pathogenic internal and external parasites. The most commonly reported bumblebee protozoan pathogens are the microsporidium *Nosema bombi*, *Crithidia bombi*, *Apicystis bombi* and the tracheal mite, *Locustacarus buchneri*. Generally, these parasites have detrimental effects on colonization, survival and reproduction. Therefore, the accurately identification and control of bumble bee diseases and parasites are very important. Thus, both the spread of diseases can be prevented and the development of the colonies and pollination efficiency will be provided. Getting to know these diseases briefly.

Nosema bombi is an obligate, intracellular, spore forming microsporidium that primarily effects the malpighian tubules and the midgut tissues, but can be found in fat body, tracheae and even nerve cells in the brain. The effects of *N. bombi* have been documented: reduced life span, reduced individual reproductive rate, increased productivity of sexual and reduced colony growth. Once a *N. bombi* infection is introduced into a *Bombus spp.* colony, via

workers that were infected in larval stage, the infection is transmitted to future generations and adults. *Crithidia bombi* is extracellular trypanosomatid parasites that occur in the midgut lumen and rectum of bumblebees. The replication in the host is rapid but the effects are subtle, including reduced pollen loads carried in foraging trips, variation in foraging behavior, increased development of ovaries in workers, slower colony growth rate and reduction in colony fitness. *C. bombi* can be transmitted from mother to offspring. Also, horizontal transmission occurs within the colony and during foraging trips, where the pathogen can be contracted from contaminated flowers.

Apicystis bombi was first discovered in Italy in 1988 and has now been recorded in nearly 20 bombus species including in commercially produced bumble bee colonies. The potential spread of the neogregarine *A. bombi* is a cause for great concern. The fat body of infected bumble bees is destroyed due to the proliferation of the pathogen, and its presence correlates with high mortality in infected spring queens, preventing them from establishing colonies.

Locustacarus buchneri parasitizes specifically bumble bees. It has been found associated with nearly 30 bombus species, all native to the Northern Hemisphere, invading tracheae and air sacs of larvae, pupae and adult bees, where the mite develop and reproduces. Parasitization may alter host physiology, causing lethargic behavior, reduced life span, decreased foraging and weakened colony.

CONCLUSION

Today various microscopic and molecular methods have been developed in order to identify infected bumblebees. Microscopic determination of microsporidia infections is laborious, time-consuming and not completely reliable in terms of species differentiation. Molecular methods are preferred because they provide highly sensitive, reliable and fast results. Specific gene fragments on ribosomal RNA, ribosomal DNA, ITS and CO1 gene regions of pathogens are amplified by PCR is the most commonly method. In this review, the most common bumblebee diseases, ways of spread and identification by molecular methods are summarized.

ARI POLENİ VE ARI EKMEĞİ

Bee Pollen and Bee Bread

(Extended Abstract can be found at the end of the Article)

Sibel SİLİCİ

Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, T.Biyoteknoloji Bölümü, Kayseri

Geliş Tarihi:15.05.2015, Kabul Tarihi: 03.07.2015

ÖZ

Polen ve nektar balarısının (*Apis mellifera* L.) beslenmesi için gerekli bileşenlerdir. Nektar bal arıları için karbonhidrat sağlarken polen protein, lipit ve vitamin sağlar. Tarlacı işçi arılar tarafından toplanan polen bal arısı sekresyonları ile birleştirilir. Polen sepetine (korbikula) doldurulduktan sonra bozulmasını önlemek için ince bir tabaka bal ve balmumu ile kaplanır. Zamanla bu karışım farklı enzimler, mikroorganizmalar, nem ve sıcaklığın etkisiyle bir takım biyokimyasal değişikliklere uğrar. Kimyasal olarak değişikliğe uğramış bu polen “arı ekmeği” olarak adlandırılmaktadır. Arı ekmeğinin kimyasal kompozisyonu polenden farklıdır. Arı ekmeği bitki polenine göre daha yüksek oranda K vitamini, indirgenmiş şeker ve sindirim enzimleri içermektedir. Mevcut literatüre göre arı poleni ve arı ekmeği insan beslenmesi için önemli olan ve vücutta sentezlenemeyen çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) iyi kaynağıdır. Bununla birlikte özellikle arı ekmeği konusunda bilimsel araştırma sayısı azdır ve bu konuda çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Bal arısı, arı ürünleri, arı poleni, arı ekmeği

ABSTRACT

Pollen and nectar are essential components of honeybee, *Apis mellifera* L., diet. Nectar provides carbohydrates for honeybee, while pollen supplies protein, lipid, and vitamins. Pollen collected by foraging worker bees is combined with honeybee secretions. After loading to the pollen basket (corbicula) pollen is covered with a thin layer of honey and wax to avoid deterioration. However, over time, this mixture undergoes a set of biochemical changes caused by different enzymes, microorganisms, moisture and temperature. This chemically modified pollen is called as beebread. Chemical composition of beebread is different from collected pollen. Beebread has higher contents of vitamin K, reduced sugar and digesting enzymes of microorganisms than the corresponding plant pollen. Current literature suggest that pollen and beebread are a good source of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) that are essential for human nutrition and cannot be synthesized by the body. However, in particular, scientific research exploring various properties of beebread is scarce and additional research into this topic is highly required.

Key Words: Honey bee, hive products, bee pollen, bee bread

GİRİŞ

Ülkemizde arıcılık faaliyeti denildiği zaman ilk akla gelen bal üretimidir. Oysa arıcılıkta ekonomik değe-

ri yüksek arı sütü, arı poleni, propolis, arı ekmeği ve balmumu gibi diğer ürünleri de elde etmek mümkündür. Bu ürünler hem son derece besleyicidir hem de tüm dünyada iyi bilinen alternatif tıp alanın-

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

da koruyucu ve destek ürün olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu ürünlerden biri olan polen, çiçekli bitkilerin erkek organlarında meydana gelen üreme üniteleridir (Krell, 1996). Polenler arılar tarafından bitkilerden toplanırken genellikle bir miktar tükürük ile yapışkanlık kazandırılır ve pelet (topak) halini alması sağlanır. Oluşan bu yeni ürüne “arı poleni” adı verilmektedir. Arı poleni, bal arılarının larva sonrası yavru yetiştirmesinde ve gençlik dönemlerinde dokularının, kaslarının, salgı bezlerinin ve diğer organlarının yeterince gelişmesi için gerekli olan protein, lipid, sterol, vitamin ve mineralleri sağlayan en önemli besin maddesidir (Dobson ve Peng, 1997; Pernal ve Currie, 2001; Calderone ve Johnson, 2002; Erdoğan ve Dodologlu, 2005; Konar, 2010).

Polenle beslenen arıların ürettiği arı sütü ile ömrü boyunca beslenen kraliçe arının beş veya altı yıl yaşadığı, diğer arılarınsa sadece larva döneminde arı sütü ile beslendikleri ve birkaç hafta yaşadıkları bildirilmiştir (Campos et al., 1997). Çiçek poleni ve arı salgılarının bir karışımı olan arı poleninin insanlar tarafından yüzyıllardır gıda olarak tüketildikleri bilinmektedir. Bu anlamda Babillerin kutsal kitabında, diğer dini kitaplarda ve Çin yapıtlarında bu konuya dair bilgiler bulunmaktadır (Elkins, 1996). Gıda olarak kullanılan polenler arıcılar tarafından kovanların ön kısmına ilave edilen polen tuzakları ile toplanmaktadır. Bu polenler arıcılar tarafından kurutulmuş veya dondurularak muhafaza edilmektedir. Polenlerin fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri orijinine bağlı olarak oldukça farklılıklar göstermektedir. Polen örneklerinin orijini belirlenirken bitki florasına bağlı olarak değişim gösteren mikroskopik görüntülerinden faydalanılmaktadır.

ARI POLENİ

Bugüne kadar polen konusunda gerek dünyada gerekse ülkemizde daha çok balda polen analizi (melissopalinojoloji) ve aeropalinojoloji konularına yoğunlaşmış, balın botanik orijini belirlemek ve alerji riski olan hastalar için hava polenlerini tanımlamak için bu alanlardan faydalanılmıştır. Ancak arı poleni, özellikle de monofloral arı polenleri konusunda araştırmalar sınırlı kalmıştır.

Polenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin toplandığı bitkiye, toplandığı bölgenin coğrafik konumuna, iklim özelliklerine, toplanma şekline ve ambalaj şekline bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmektedir (Karataş et al., 2000). Krell (1996)

yaptığı çalışmada arıların topladıkları polenlerin ortalama %7.5-40 protein, %15-50 karbonhidrat ve %15-50 arasında değişen ve oldukça yüksek miktarda nişasta ihtiva ettiğini ifade etmiştir. Basim et al. (2006) de yaptıkları *invitro* çalışmada polen ve propolis metanolik ekstraktlarının pek çok patojenik bakteriye karşı antibakteriyal aktivite gösterdiklerini rapor etmiştir. Yine Medeiros et al. (2008) de sıçanlarda fenolik polen ekstraktlarının anti alerjenik etkisinden bahsetmişlerdir. Almaraz-Abarca et al. (2007) de yaptıkları çalışmada Meksika florasına ait etanolik polen ekstraktlarının lipid peroksidasyonu inhibe edici ve polen ekstraktlarının HPLC analizinde bir flavonoid türevi olan kalkonlarca zengin olduğunu göstermiştir. Polenin *in vitro* olarak lipid peroksidasyonunu engellediği, oksidan özelliğe sahip ve kanserojen olduğu bilinen pek çok serbest oksijen radikalini temizlediği (Silva et al., 2006; Šarić et al., 2009), yine *invitro* bakteri çalışmalarında bakterileri öldürdüğü veya gelişimini engellediği (Basim et al., 2006) yapılan araştırmalarda belirtilmiştir.

Bunların dışında literatürde polenlerle ilgili olarak antioksidan aktivitelerini ortaya çıkaran araştırmalara (LeBlanc et al., 2009) ek olarak, balların orijinlerini belirlemek üzere yapılan polen araştırmaları (Valencia-Barrera, 2000; Arvanitoyannis et al., 2005; Cuevas-Glory et al., 2007; Ouchemoukh et al. 2007) ve polenlerin aminoasit analizlerinin tespitine yönelik (Gonzalez Parama's et al., 2006) çalışmalar mevcuttur. Ticari arı polenlerinin B grubu vitaminleri içeriğini tespit etmeye yönelik yapılan bir araştırmada (Konar et al., 2010) tiamin klorür (B1), riboflavin (B2), nikotik asit (B3), pridoksin klorür (B6), folik asit ve siyanokobalamin (B12) vitaminlerinin miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tespit edilmiştir. Polenin insan ve hayvanları X ışınlarının zararlı etkilerinden koruduğuna dair verilere bilimsel çalışmalarda rastlanmıştır (Schmidt ve Buchmann, 1992).

Polenin atletlerin kondisyonu için gerekli gıdalar arasında önemli bir potansiyele sahip olduğuna dair yapılan çalışmalar (Mahan, 1990; Linskens ve Jorde, 1997; Erdemir et al., 2005) polenlerin organizmada metabolik etkilere sahip hormonları da bünyesinde bulundurduğunu göstermiştir. Yine Karataş ve Şerbetçi (2008) çalışmalarında arı polenlerindeki adrenalin ve noradrenalin miktarlarını HPLC ile tespit etmiş; insan ve hayvanların metabolizmalarında sentezlenen adrenalin ve noradrenalinin birçok bitki hormonuna ek olarak arı poleninde de bulunduğunu göstermişlerdir.

Polenler antimikrobiyal (antibakteriyel, antifungal, antiviral) özellikleri nedeniyle de ön plana çıkmaktadır. Polenlerin *Escherichia coli*, *Proteus*, *Salmonella* ve diğer koliform türlerine karşı etkili oldukları tespit edilmiştir. Polenlerin bu antimikrobiyal özelliği yapısında bulunan Quercetin, Mirisetin, Kaempferol gibi bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Liebelt et al., 1994; Snowdon ve Clier, 1996; Bayrak, 2005). Özcan et al. (2003), *Alternaria alternata* ve *Fusarium oxysporium f. sp. Melonis*'in misel gelişimi üzerine arı polenin %2 ve %5 konsantrasyonlarındaki metanol ekstraktlarının inhibitör etkilerini araştırmış ve %2'lik konsantrasyonun fungus gelişimine az, %5'lik konsantrasyonunun ise daha çok etkili olduğunu rapor etmiştir.

Türkiye ekolojik farklılıkları ve biyolojik çeşitliliği sayesinde bal üretimi için en elverişli ülkelerden biri olarak görülmektedir. Bu elverişli şartlar sadece bal üretimi için değil diğer arı ürünleri için de önemli bir zemin oluşturmaktadır. Nitekim arı poleni üretiminde farklı bitkisel kaynaklardan ve sarı, kırmızı, mor, yeşil, portakal rengi gibi farklı renklerde üretim söz konusudur. Ancak monofloral arı poleni hasat etmek hem polenlerin standart kompozisyonunu belirlemek hem de beslenme ve destek tedavi amaçlı kullanmak açısından oldukça önemlidir (Bogdanov, 2011). Örneğin yapılan bir çalışmada *Cistus* (laden) polenin kestane polenine göre 20 kat daha fazla karotenoid içerdiği (Percie Du Sert, 2009a) diğer bir çalışmada ise kestane ve *Cistus* polenin sterol içeriklerinin farklı olduğu *Cistus* polenin yoğunlukla delta-5-avenasterol, kestane polenin ise betasitosterol içerdiği bildirilmiştir (Percie Du Sert, 2009b). Ayrıca arı poleni tüketimine bağlı oluşabilecek alerji vakaları açısından da polenin orijininin karakterize edilmesi önem arz etmektedir.

Polenin kimyasal kompozisyonu da üretildiği bölgeye ve bitkisel kaynağa bağlı olarak değişim göstermekle birlikte genel olarak %25-30 protein, %30-55 karbonhidrat, %1-20 yağ asitleri ve steroller gibi lipitler, vitamin (Vitamin A, K ve B12 hariç) ve minerallerden oluşmaktadır (Gonzalez-Paramas et al., 2006, Campos et al., 1997, Bogdanov, 2011). Bunun yanında polen numuneleri üzerinde yapılan çalışmalarda fenolik içeriği ve antioksidatif etkisi üzerinde durulmuştur. Polen ekstraktlarının yapısında bulunan fenolik asitler ve flavonoidlerin, potansiyel antioksidan olarak, süperoksit anyonları ve lipid peroksit radikallerini temizledikleri ve serbest radikaller ile ilişkili olaylarda hidrojenasyon veya kompleks yapılar oluşturarak okside edici ajanları stabilize edebildikleri gösterilmiştir (Silva et al., 2006).

ARI EKMEĞİ

Bal arıları topladıkları polenleri kovan içinde petek gözlerinde arı ekmeği şeklinde depolamaktadır. Arı ekmeği kovanda üretilirken polen, bal ve diğer arı salgıları ile karıştırılmakta ve laktik asit fermentasyonuna bırakılmaktadır. Karışım yaklaşık iki hafta içerisinde arı ekmeğine dönüşmekte, fermente bir ürün olan arı ekmeği böylece kovanda uzun süre muhafaza edilebilmektedir (Bogdanov, 2011). Arı ekmeği arılar için protein, yağ ve vitamin kaynağı olmakla birlikte arı sütü üretiminin de ham maddesini oluşturmaktadır. Arı poleni ile arı ekmeğinin içerikleri benzer olsa da bazı farklılıklar da görülmektedir. Arı ekmeği, arı polenine kıyasla daha az protein içermektedir ancak arı ekmeği proteinlerinin sindirimi daha kolaydır. Nem içeriği hasattan sonra kurutma sonucunda %13-14 oranına düşmektedir. Arı ekmeğinin genel içeriği esansiyel aminoasitlerden, C, B1, B2, E, H vitaminlerinden, karotenoid ve antosiyaninlerden, sakkaraz, amilaz ve fosfataz enzimlerinden ve 25 farklı mineralden oluşmaktadır. Arı polenine nazaran arı ekmeği 6 kat daha fazla laktik asit içermekte ve bu özelliği kendini korumasını, polen kadar maya gelişimine açık olmamasını sağlamaktadır. Ayrıca arı ekmeğinin tat özellikleri arı polenine göre daha iyidir ve vücutta emilimi daha kolay olduğu belirtilmektedir (Mutsaers et al., 2005).

Bal arısı (*Apis mellifera* L.) nın temel besin ihtiyaçları nektar, polen, ve sudur. Nektar bal arıları için karbonhidrat kaynağı iken polen protein, lipid, ve vitamin kaynağıdır. Bir işçi arının larvadan ergin döneme kadar yetişmesi için yaklaşık 120-145 mg polene ihtiyacı vardır ve bir koloni ortalama yılda 20-57 kg polen toplamaktadır (Reiter, 1947). Tarlacı işçi arılar tarafından toplanan polen, bal arısı salgıları katılıp bal arılarının arka bacaklarında bulunan polen sepetçğine (korbikula) konularak kovana getirilmektedir. Kovandaki diğer genç işçi arılar yardımıyla boşaltılıp bozulmayı önlemek için ince bir tabaka bal ve balmumu karışımıyla kaplanmaktadır. Bu karışım farklı enzim, mikroorganizma, nem ve sıcaklığın (35-36 °C) etkisiyle kimyasal değişikliğe maruz kalmaktadır. Kimyasal değişikliğe uğrayan bu depolanmış polen, arı ekmeği olarak adlandırılmaktadır (Vásquez ve Olofsson, 2009). Arı ekmeği ergin arılar tarafından tüketilmekte ve larvaların beslenmesinde kullanılmaktadır (Krell, 1996; Campos, 1997; Almedia-Muradian et al. 2007).

Arı ekmeği yaklaşık %20 protein, %3 lipid, %24-35 karbonhidrat, %3 vitamin ve mineral içermektedir.

İnsan vücudunun biosentezleyemediği esansiyel aminoasitlerin tümü ile protein, C, B, B2, E, H,P, nikotik asit, folik asit, pantotenik asit gibi vitaminler, pigmentler, sakkaroz, amilaz, fosfataz gibi enzimler, flavonoidler, karatenoidler ve hormonlar içermektedir (Haydak ve Vivino, 1950). Arı ekmeğinin kompozisyonu polenden farklıdır (Haydak ve Palmer 1941). Arı ekmeğinin aynı bitkinin poleninden daha fazla indirgenmiş şeker, K vitamini ile mikroorganizma digesting enzim içerdiği belirlenmiştir (Haydak, 1958). Polenin arı ekmeğine dönüşmesi ve biyokimyasal değişiklikler, bakteri ve mayalar tarafından sebep olunan temelde laktik asit fermentasyonu ile mikrobiyel faaliyetin bir sonucudur (Haydak, 1958). Arı ekmeğinin sahip olduğu yüksek biyolojik aktivite, küf ve mantar gelişimini inhibe ederek arı ekmeğinin daha iyi korunmasını sağlamaktadır (Nagai et al. 2004).

Farklı botanik orijine sahip polenin kimyasal yapısı hakkında araştırmalar mevcut iken arı ekmeği hakkında bilgiler sınırlıdır (Bonvehi ve Jorda 1997; Bastos et al. 2004). Herbert ve Shimanuki (1978) tarafından arı poleni ve petek gözünde depolanmış polenin kimyasal kompozisyonu ve besin değerinin incelendiği araştırmada, arı ekmeğinin polenden daha yüksek oranda indirgenmiş şeker ve lif içerdiğini rapor etmişlerdir. Human ve Nicolson (2006), taze (çiçek), arı poleni ve depolanmış polenin amino asit ve yağ asidi kompozisyonunu incelemişlerdir. Depolanmış polende nem ve karbonhidrat oranı artarken ham protein ve lipit içeriğinin azaldığını rapor etmişlerdir. Loper et al. (1980) petek gözünde depolanmış polenin 7, 21 ve 42 gün sonra yağ asidi ve sterol kompozisyonunu incelemişlerdir. Nagai et al (2005) arı ekmeğinin antioksidan etkisini tespit ederken Abouda et al. (2011) Moroccon arı ekmeğinin antibakteriyel etki gösterdiğini bildirmiştir. Luz ve Barth (2012) Brezilya'da mangrove alanlarından toplanan bal ve arı ekmeği örneklerinde polen analizi yaparak *Laguncularia racemosa*'nın polen ve nektar kaynağı olarak önemini vurgulamışlardır.

Yapılan bir araştırmada badem (*Prunus dulcis*) polen ve arı ekmeğinde 12 yağ asidi belirlenmiştir, bunlar arasında oleik ve limoleik asit doymamış yağ asitlerindedir (Loper et al., 1980). Polenin yağ asidi kompozisyonunun bitki türüne bağlı olduğu bildirilmiştir (Saa Otero et al 2000). Bunun dışında Szczesna (2006) farklı ülkelere (Polonya, Güney Kore ve Çin) ait arı polenlerinin uzun zincirli yağ asitlerini belirlemişlerdir ve örneklerde miristik, palmitik, stearik, oleik, linoleik, araşidik, behenik ve lignoserik asitler tespit edilmiştir. Bazı çoklu doy-

mamış yağ asitleri (PUFA) insan beslenmesi için esansiyeldir fakat insan vücudu sindirim sisteminde bu asitleri sentezleyemezler, örneğin alfa-linolenik (ALA), docosahexaenoik (DHA) ve eicosapentaenoik (EPA) asitler (Mac Lean et al. 2004). Doymamış yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine faydaları konusunda araştırmalar yapılmıştır. Örneğin EPA ve DHA'nın etil esterlerinin serumdaki trigliserid seviyesini düşürdüğü rapor edilmiştir (Von Schacky ve Harris, 2007). EPA ve DHA, kandaki kolesterol ve trigliserid seviyesini düşürücü özelliği ile kardiyoprotektif anti-aritmik, antitrombotik ve anti inflamatuvar etki gösterdiği rapor edilmiştir (Simpoulos, 2004).

Yapılan bir çalışmada Fas bölgesinden toplanan arı ekmeği ve arı poleni örneklerinin antibakteriyel aktivitesi araştırılmıştır. Çalışmada polen numuneleri hem kurutulmuş halde hem de taze olarak kullanılmış ve *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* bakterilerinin arasında bulunduğu bakterilere karşı antibakteriyel aktivite testi yapılmıştır. Sonuç olarak taze arı poleni ve arı ekmeğinin kurutulmuş polen örneklerine nazaran daha yüksek antibakteriyel aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Abouda et al., 2011).

Diğer bir çalışmada ise arı ekmeği örneklerinin sıcak su, su ve etanol ekstraktları çıkarılmış ve bu ekstraktların fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Suyun çözümleri olarak kullanıldığı örneklerde antioksidan aktivitenin yüksek olduğunu bildiren araştırmacılar arı ekmeğinin bu antioksidatif etkisinden faydalanılabileceğini belirtmişlerdir (Nagai et al., 2004).

SONUÇ

İnsanlar günümüzde beslenme faaliyetini artık çok yönlü olarak dikkate almakta bazı hastalıklardan korunmak ve/veya tedavi amaçla yerine getirmektedir. Günümüzde doğal yaşam ve doğal beslenmenin ön planda olduğu düşünülürse arı ürünlerinin de bu alandaki yerinin büyüklüğü anlaşılacaktır. Ancak ülkemizde arı ürünlerinin faydaları kulaktan dolma bilgiler ile anılmaktadır ve konu ile ilgili yapılan çalışmalar da oldukça kısıtlıdır. Bu ürünler hakkında yapılacak çalışmalar ürünlerin hem tanınırlığını sağlayacak hem de tüketim oranlarını artıracaktır.

KAYNAKLAR

- Abouda, Z., Zerdani, I., Kalalou, I., Faid M., Ahami, M.T., 2011. The antibacterial activity of moroccan bee bread and bee-pollen (fresh and dried) against pathogenic bacteria. *Res J Microbiol.* 6, 376-384.
- Almaraz-Abarca, N., Campos, M.G., Ávila-Reyes, J.A., Naranjo-Jiménez, N., Corral, J.H., González-Valdez, L.S., 2007. Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybee-collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, *leguminosae*). *J. Food Compos Anal.*, 20, 119-124.
- Almedia-Muradian, L.B., Bera, A., Flesner, M.L., Cano, C.B., 2007. Produtos Apícolas . In: Almeida-Muradian, L B; Penteado, MDVC *Vigilância sanitária: tópicos sobre legislação e análise de alimentos* . Ed. Guanabara. 183–198.
- Arvanitoyannis, S., Chalhoub, C., Gotsiou, P., Lydakis-Simantiris, N. Kefalas, P., 2005. Novel quality control methods in conjunction with chemometrics (multivariate analysis) for detecting honey authenticity, *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 45, 3, 193–203.
- Basim E., Basim H., Özcan M., 2006. Antibacterial activities of turkish pollen and propolis extracts against plant bacterial pathogens. *J. Food Eng.*, 77, 992–996.
- Bastos, D.H.M., Barth, O.M., Rocha, C.I., Cunha, I.B.S., Carvalho, P.O., Torres, E.S., Michelin, M., 2004. Fatty acid composition and palynological analysis of bee (*Apis*) pollen loads in the states of Sao Paulo and Minas Gerais, Brazil. *J Apic Res.*, 43(2), 35-39.
- Bayrak, N., 2005. Arı ürünlerinin (bal, arı sütü, polen ve propolis) mikrofloralarının ve antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Fırat Üniv. FBE, Elazığ.
- Bogdanov, S., 2011 Pollen: Nutrition, Functional Properties, Health: A Review. *Bee Product Science*, pp. 1-34.
- Calderone, N. W., Johnson, B.R., 2002. The within nest behaviour of honeybee pollen foragers in colonies with a high or low need for polen, *Anim Behav*, 63, 749-75.
- Campos, M.G., 1997. Caracterização do polen apícola pelo seu perfil em compostos fenolicos e pesquisa de algumas actividades biologicas. PhD thesis. Faculty of Pharmacy, University of Coimbra, Portugal.
- Campos, MG, Markham, K., Cunha, A., 1997. Bee pollen: composition properties and applications. In Mizrahi, A (Ed) *Bee Products*. Plenum Publishing Company; London, UK. 93–100.
- Cuevas-Glory, L.F., Pino, J.A., Santiago, L.S. ve Sauri-Duch, E., 2007. A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *Food Chem.*, 103, 1032–1043.
- Dobson, H. E. M., Peng, Y. S., 1997. Digestion of pollen components by larvae of the flower-specialist bee *helostoma florissomne* (Hymenoptera: Megachilidae). *J. Insect Physio.*, 43, 89-100.
- Elkins, R., 1996. Bee polen royal jelly propolis and honey, Woodland Publishing, London.
- Erdemir, I., Zorba, E., Işık, O. ve Savucu, Y., 2005. Tek doz polen yüklemesinin dayanıklılık sporcularında maksimal oksijen tüketim ve kan parametrelerine etkisi. *F.Ü. Sağlık Bilimleri Dergisi*, 19,185-191.
- Erdogan, Y., Dodologlu, A., 2005. Bal Arısı (*Apis Mellifera* L.) Kolonilerinin Yaşamında Polenin önemi. *Uludag Bee Journal*, May, 5,2.
- Herbert, E.W., Shimanuki, H., 1978. Chemical composition and nutritive value of bee collected and bee stored pollen. *Apidologie*, 9(1), 33-40.
- Human, H., Nicolson, S.W., 2006. Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *Davyana* (Asphodelaceae). *Phytochem.*, 67, 1486-1492.
- González Parama's, A.M., Ba'rez, J.A.G., Marcos, C.C., Garcí'a-Villanova, R.J. ve Sa'nchez, J.S., 2006. HPLC-fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive (honey and bee-pollen), *Food Chem.*, 95, 148–156.
- Haydak M.H., 1958. Pollen substitutes. Proc. X International Congres Entomol. Montreal. Vol.4, 1053-1056
- Haydak, M.H., Palmer, L.S., 1941. Vitamin content of bee foods. III. Vitamin A and riboflavin content of bee bread. *J Econ Entomol* 34, 37-38.
- Haydak, M.H., Vivino, A.E., 1950. The changes in thiamine, riboflavin, niacin and pantothenic acid content in the food of female honeybees

DERLEME MAKALESİ / REVIEW ARTICLE

- during growth with a note on the vitamin K activity of royal jelly and bee bread. *Ann. Entomol Soc. Amer.* 43, 361-367.
- Karataş, F., Munzuroğlu, Ö., Gür, N., 2000. Arı polenlerindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması. *F.Ü. Fen ve Müh.Bilimleri Dergisi*, 12, 219- 224.
- Karataş, F., Şerbetçi, Z., 2008. Arı polenlerindeki adrenalın ve noradrenalin miktarlarının HPLC ile belirlenmesi. *Science and Eng J of Firat Univ.*, 20(3), 419-422.
- Konar, V., Özdemir, F.A., Karataş, F., 2010. Ticari arı polenlerinde b vitamini miktarlarının araştırılması. *Firat Univ. Journal of Science*, 22, 61-64.
- Krell, R., 1996. Value-added products from beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin No. 124 Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- LeBlanc, B.W., Davis, O.K., Boue,S., DeLucca, A., Deeby, T., 2009. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee polen. *Food Chem.*,115, 1299–1305.
- Liebelt, R.A., Lyle, D., Walker, J., 1994. Effects of a bee polen diet on su and growth of inbred strains of mice, *Amer Bee J.*, 134, 615-620.
- Linskens, H. F., Jorde, W., 1997. Pollen as food and medicine – A review. *Econ Bot.*, 51, 78-86.
- Loper, G.M., Standifer, L.N., Thompson, M.J., Gilliam, M., 1980. Biochemistry and microbiology of bee collected almond (*Prunus dulcis*) pollen and bee bread. I. Fatty acids, sterols, vitamins, and minerals. *Apidologie* 11(1), 63-73.
- Luz, C.F.P., Barth, O.M., 2012. Pollen analysis of honey and beebread derived from Brazilian mangroves. *Braz J Botany* 35(1), 79-85.
- Mahan, L. K., 1990. Nutrition and the allergic athlete. *Jpn J Pharmacol.*, 53, 157-64.
- Medeiros, K.C., Figueiredo, C.A., Freire, K.R., Santos, F.A., Alcantara-Neves, N.M., Silva, T.M., Piuvezam, M.R. 2008. Anti allergic effect of bee pollen phenolic extract and myricetin in ovalbumin-sensitized mice. *J Ethnopharmacol.*, 2, 119 (1), 41-46.
- Mutsaers M., Blitterswijk H., Leven L., Kerkvliet J., Waerd J., 2005. Bee products properties, processing and marketing. *Agrodok* 42.
- Nagai, T., Nagashima, T., Suzuki, N., Inoue, R., 2005. Antioxidant activity and angiotensin-1 converting enzyme inhibition by enzymatic hydrolysates from bee bread. *Z Naturforsch.*, 60c, 133-138.
- Nagai, T., Nagashima, T., Myoda, T., Inoue, R., 2004. Preparation and functional properties of extracts from beebread. *Nahrung/Food* 48(3),226-229.
- Pernal, S. F., Currie, R. W., 2001. The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.). *Behav Eco Sociobiol.*, 51, 53-68.
- Ouchemoukh, S., Louaileche, H., Schweitzer, P., 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18, 52–58.
- Özcan, M., Ceylan, A., Ünver, A., Yetişir, R., 2003. Antifungal effect of pollen and propolis extracts collected from different regions of turkey, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3, 33-36.
- Percie Du Sert, P (2009 a) Les pollens apicoles. *Phytotherapie* 7,75-82.
- Percie Du Sert, P (2009 b) Probiotic effect of lactic acid bacteria in fresh pollen, *41st Apimondia Congress Montpellier*.
- Reiter, R., 1947. The coloration of anther and corbicular pollen. *Ohio J Sci.* 1(7), 137-152.
- Saa-Otero, M.P, Diaz-Losada, Fernandez-Gomez, E., 2000. Anlaysia of fatty acids, proteins and ethereal extract in honeybee pollen. Considerations of their floral origin. *Grana* 39(4), 175-181.
- Šarić, A. Balog, T., Soboc̃anec, S., Kušić, B., , Šverko, V., Rusak,G., Likic, S., Bubalo, D., Pinto, B., Reali, D., Marotti, T., 2009. Antioxidant effects of flavonoid from Croatian *Cystus incanus* L. rich bee pollen. *Food Chem Toxicol.*, 47, 547–554.
- Schmidt, J.O., Buchmann, S.L., 1992. Other products of the hive. In: *The Hive and the Honeybee*. J.M. Graham, ed. Dadant & Sons, Hamilton, Illinois, USA. pp. 927-988.
- Serra Bonvehi, J.S., Jorda, R.E., 1997. Nutrients composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. *J Agric Food Chem.*, 45(3), 725-732.
- Silva, T.M.S., Camara, C.A., Silva Lins A.C., Barbosa-Filho, J.M., Eva Silva, M.S., Freitas, B.M., Santos, R.F.A., 2006. Chemical composition and free radical scavenging

- activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. *J Food Compos Anal*, 19, 507-511.
- Simpopoulos, A.P., 2004. Omega 3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biol Res.*, 37, 263-277.
- Snowdon, J. A., Clier, D.O., 1996. Microorganisms in honey. *Int. J Food Microbiol*, 31, 1-26.
- Szczesna, T., 2006. Long-chain fatty acids composition of honeybee-collected pollen. *J Apic Sci*, 50(2), 65-79.
- Valencia-Barrera, R.M., Herrero, B., Molnar, T., 2000. Pollen and organoleptic analysis of honeys in Leon province (Spain). *Grana*, 39, 133- 140.
- Vasquez, A., Olofsson, T.C., 2009. The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and beebread. *J Apic Res.*, 48, 189-195.
- von Schacky C., Harris W.S., 2007. Cardiovascular benefits of omega-3 fatty acids. *Cardiovas Res*, 73, 310–315.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In our country beekeeping is mostly depends on the honey production. But other hive products are also important in alternative medicine such as bee pollen and bee bread. Pollen and nectar are essential components of honeybee, *Apis mellifera* L., diet. Nectar provides carbohydrates for honeybee, while pollen supplies protein, lipid, and vitamins.

Bee Pollen

One of the hive products is bee pollen and honey bees collect it from flowering plants and some salivary secretions are added with forming pollen basket or called bee pollen. Bee pollen is used as a source of protein for bee larva, adult bees and queen and also provide lipids, sterol, vitamins, and minerals. In addition bee pollen also contains antioxidants, some hormones, antimicrobial antifungal and antiviral properties. Bee pollen is also used to determine the source of honey produced.

Bee Bread

Pollen collected by foraging worker bees is combined with honeybee secretions. After loading

to the pollen basket (corbicula) pollen is covered with a thin layer of honey and wax to avoid deterioration. However, over time, this mixture undergoes a set of biochemical changes caused by different enzymes, microorganisms, moisture and temperature. This chemically modified pollen is called as beebread. Chemical composition of beebread is different from collected pollen. Beebread has higher contents of vitamin K, reduced sugar and digesting enzymes of microorganisms than the corresponding plant pollen.

Bees store bee pollen in the combs as bee bread. Collected bee pollen is mixed with salivary secretions of worker bees with lactic acid fermentation. After two weeks of fermentation bee bread can be stored in the combs without any deterioration for a long time. Bee bread contains lipids, vitamins and raw materials for royal jelly amino acids, C, B1, B2, E, H vitamins, sakkaraz, amilaz, fosfataz, enzymes, hormones, and 25 different minerals. It contains 6 times more lactic acid and this provides protection. Bee bread contains approximately 20% protein, 3% lipid, 24-35% carbohydrates, and minerals.

Conclusion

Today humans prefer natural, high quality food with medicinal properties. This trend is also increasing in our country with better life qualities and hive products are becoming more popular. However, most of the information about bee products are based on popular communication media players and limited. Therefore more scientific research is needed to better understand the benefits and consumption of hive products.

Current literature suggest that pollen and beebread are a good source of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) that are essential for human nutrition and cannot be synthesized by the body. However, in particular, scientific research exploring various properties of beebread is scarce and additional research into this topic is highly required.