
	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE		
	e-ISSN: 2147-835X Dergi sayfası: http://dergipark.gov.tr/saufenbilder		
	<u>Geliş/Received</u> 25-03-2017 <u>Kabul/Accepted</u> 11-09-2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.300635	

Farklı Mevsimlerde Yetiştirilen Kafkas (*Apis mellifera caucasica*), İtalyan (*Apis mellifera ligustica*) Irkı ve Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*Apis mellifera ataloliaca*) Ana Arıların Bazı Feromon Miktarlarının Belirlenmesi

Aytül Uçak Koç¹

ÖZ

Bu çalışmada, bal arılarında mandibular feromonlar üzerine ana arı genotipi ve yetiştirme mevsiminin etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla, üç farklı dönemde (Nisan, Haziran ve Eylül) Kafkas ırkı, İtalyan ırkı ve Anadolu arısı Ege ekotipi ana arılar yetiştirilmiştir. Yumurtlamaya başladıktan sonraki 8-10. günlerde çiftleştirme kutularından toplanan ana arıların mandibular bezlerindeki 9-oksodekanoik asit (9 ODA), 9-hidroksidekanoik asit (9 HDA), metil-p-hidroksibenzoat (HOB) ve 4-hidroksi-3-metil-oksi-feniletanol (HVA) miktarları gaz kromatografisi (GC) ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; 9 ODA ve 9 HDA miktarları üzerine ana arı genotipinin etkisi önemli ($P<0.01$), ancak, yetiştirme mevsiminin etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. HOB ve HVA bakımından ise, yetiştirme mevsimi, genotip ve mevsim*genotip interaksiyon etkileri önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Kafkas ırkı, Ege ekotipi ve İtalyan ırkında 9 ODA miktarı sırasıyla; 76.35 ± 5.71 µg, 70.76 ± 4.92 µg ve 148.96 ± 4.63 µg, 9 HDA miktarları yine sırasıyla 26.34 ± 3.67 µg, 30.38 ± 3.16 µg ve 73.61 ± 2.98 µg olarak belirlenmiştir. HOB ve HVA miktarları ise; Kafkas ırkında 5.87 ± 0.61 ve 0.77 ± 0.15 µg; Ege ekotipinde 5.15 ± 0.50 ve 1.05 ± 0.13 µg İtalyan ırkında ise 7.47 ± 0.52 ve 1.74 ± 0.14 µg olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada mandibular ana arı feromonlarının genotip ve mevsime bağlı olarak değiştiği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: 9-ODA-HOB-HVA-9-HDA, mevsim, ana arı, genotip

Determining the Amount of Some Pheromones of Anatolian Honeybee Aegean Ecotype (*Apis mellifera ataloliaca*), Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Italian (*Apis mellifera ligustica*) Queens Reared in Different Seasons

ABSTRACT

In this study, the effects of queen genotype and breeding season on the amount of mandibular pheromone in honeybees were determined. For this purpose, in three different seasons (April, June and September), Caucasian, Italian and Aegean ecotype of Anatolian honeybee queens was reared. 9-oxodec-2-enoic acid (9 ODA), 9-hydroxydec-2-enoic acid (9 HDA), methyl p-hydroxybenzoate (HOB) and 4-hydroxy-3-methyloxphenyethanol (HVA) quantities in the mandibular glands of the queens collected from nucs after

¹ Sorumlu Yazar / Corresponding Author

Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokulu, Güney Kampüsü, 09100, Aydın, Türkiye
aucak@adu.edu.tr

8-10 days from they start laying eggs were determined by GC instruments. According to the results of this study, the effect of the queen genotype on the amount of 9 ODA and 9 HDA was determined to be significant ($P<0.01$), however, the effect of queen rearing season was not significant ($P>0.05$). In terms of HOB and HVA, the effects of queen rearing season, genotypes and season * genotype interactions were detected to be significant ($P<0.01$). In Caucasian, Aegean ecotype and Italian races, the amount of 9 ODA were $76.35 \pm 5.71 \mu\text{g}$, $70.76 \pm 4.92 \mu\text{g}$ and $148.96 \pm 4.63 \mu\text{g}$; the amounts of HDA were $26.34 \pm 3.67 \mu\text{g}$, $30.38 \pm 3.16 \mu\text{g}$ and $73.61 \pm 2.98 \mu\text{g}$, respectively. The amounts of HOB and HVA were determined to be 5.87 ± 0.61 and $0.77 \pm 0.15 \mu\text{g}$ in Caucasian; 5.15 ± 0.50 and $1.05 \pm 0.13 \mu\text{g}$ in the Aegean ecotype and 7.47 ± 0.52 and $1.74 \pm 0.14 \mu\text{g}$ in Italian races, respectively. In conclusion, in this study, it was determined that the mandibular pheromones of queen bees were differed depending on genotype and season.

Keywords: 9-ODA-HOB-HVA-9-HDA, season, queen honeybee, genotype

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Sosyal böcekler arasında önemli iletişim yollarından biri olan feromonlar [1] dış salgı bezlerinden salgılanan, aynı türün bireyleri tarafından algılanıp, davranışsal ve fizyolojik olarak değişim meydana getiren bileşiklerdir [2]. Balarısı kolonisinde sosyal organizasyonunu sağlayan başlıca faktör ana arının ürettiği feromonlar ve bu feromonların kolonide dağılımını sağlayan biyofiziksel mekanizmalardır. Ana arı vücudunun baş, göğüs, karın bez ve bazı bölümlerinden ürettiği ve vücut dışına yaydığı çok sayıda bileşik olduğu bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [3], [4], [5]. İşçi arılara çekici gelen ana arı bileşikleri, ana arının etrafında bir grup işçi arının toplanmasını sağlar. Bu topluluğa ana arı maiyeti ya da ana arı heyeti denmektedir. Ana arıyı kabul eden ilk grup arı, koloninin diğer bireylerine feromonları aktarmada anahtar bir rol oynar ([6]-[8]).

Ana arı feromonlarıyla ilgili çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamıştır. O yıllarda yapılan çalışmalarda, 9-oksodekanoik asitin (9 ODA) ana arının başlıca mandibular feromonu olduğu ve kolonideki fonksiyonel rolleri tanımlanmıştır [9]. Daha sonra, ana arının mandibular bezlerinden salgılanan 9-ODA'dan başka, 9-ODA'nın 2 enantiyameri (R) ve (S)- 9 hidroksidekanoik asit (9 HDA) ile metilhidroksibenzoat (HOB) ve 4-hidroksi-3-metiloksifeniletanol (HVA) adlı dört bileşik belirlenmiş ve 9-ODA ile birlikte sinerjik etkiye sahip olduğu saptanmıştır [10]. Ana arı mandibular feromonlarının, koloni içinde ana arıdan işçi arılara ve işçi arılardan diğer işçi arılara anten, vücut teması ve beslenme vasıtasıyla aktarıldığı Naumann [11] tarafından bildirilmiştir. Daha sonraki yıllarda, ana arının

baş, göğüs ve karından metil oleat, koniferil alkol, palmitil alkol ve linolenik asit adlı dört bileşenin daha salgılandığı, bunların önceki belirlenen 5 bileşik ile sinerjik etkiye sahip olduğu ve toplam dokuz bileşimin ana arı maiyet feromonlarını oluşturduğu bildirilmiştir [8]. Ana arı feromonları, işçi arılarda çeşitli fizyolojik ve davranışsal değişikliklere yol açarak, ana arının üreme üstünlüğünün korunması ve sosyal hiyerarşinin kurulması sonucu koloninin öz dengesini sağlar. Bu bileşenler işçi arı uyumunun sürdürülmesi, ana arı yetiştirme davranışının baskılanması, işçi arıların yumurtalık gelişiminin engellenmesi ve işçi arı aktivitelerinin (temizlik, petek yapımı, savunma, nektar ve polen toplama ve yavru yetiştirme vb) uyarılmasında etkilidir. Ana arı yaşlandığında, hastalandığında (ana arı feromonu azalır) ya da öldüğünde (ana arı feromonu yok olur) işçi arılar 12-24 saat içinde genç larvalardan ana arı yetiştirmeye başlar [12]. Yumurtlayan bir ana arının yaklaşık olarak 200 μg 9 ODA, 80 μg HDA, 20 μg HOB ve 2 μg HVA salgıladığı bildirilmiştir [13]. Ana arı feromonlarının miktarı ana arının yaşına [13], çiftleşme durumuna ([14]-[16]) mevsime [17], koloninin işçi arı popülasyonuna [18] gibi birçok faktöre bağlıdır. En önemlilerinden biri de ana arının ırkı olup ırklara göre ana arı feromon düzeyleri de değişmektedir [16].

Türkiye, dünyada ekonomik özellikleri bakımından en önemli dört Avrupa bal arısı içinde yer alan Kafkas arısının yayılma alanı içindedir. Kökeni Orta Kafkasların yüksek vadileri olan Kafkas arısı, ülkemizde Kuzeydoğu Anadolu'nun sert iklim koşullarına adapte olmuş, gerek bal tüketiminin az olması gerekse petek üzerinde sessiz ve sakin oluşu gibi birçok özelliği

nedeniyle ülkemizde tercih nedeni olmuştur. Bunların dışında Ege Bölgesi'nin güneyinde Akdeniz ikliminin egemen olduğu coğrafyada gerek yerli gerekse yabancı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda farklı üreme deseni, morfolojik, fizyolojik ve davranış özellikleri gösteren genotipin varlığı konusunda görüş birliği vardır. Muğla arısı olarak da bilinen Anadolu arısı Ege ekotipi, özellikle yavru yetiştirme gücü ve bal verimi bakımından farklı bir populasyon olarak tanımlanmıştır ([19]-[26]). Dünyada en önemli arı ırklarının başında gelen İtalyan ırkı, uysallığı ve yüksek bal verimi ile dünyada tanınmış, son yüzyıl içinde büyük bir yayılma göstermiştir. İtalyan arısı ülkemize 1990'lı yıllarda ticari bir firma tarafından getirilmiş ve ilk kez Akdeniz Bölgesinde denenmiştir. Resmi kanallardan ise, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında, bir proje kapsamında getirilerek bölge arıcılarına dağıtılmıştır.

Bu çalışma ile Türkiye arıcılığında önemli yeri olan Kafkas ırkı (*Apis mellifera anatoliaca*), Anadolu arısı Ege ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*) ve İtalyan ırkı (*Apis mellifera ligustica*) ana arılar, üç farklı dönemde (Nisan-Haziran-Eylül) yetiştirilerek mandibular feromon (9 ODA, 9 HDA, HOB ve HVA) miktarları belirlenmiştir.

2. METOTLAR (METHODS)

Bu çalışma, 2014 yılının Nisan-Haziran-Eylül aylarında aşılama yöntemi ile yetiştirilen Kafkas, İtalyan ırkı ve Anadolu arısı Ege ekotipi ana arılar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya materyal olan Kafkas damızlık kolonileri, Artvin-Borçka-Camili Havzası'nda TEMA Vakfı ve bazı kamu kurumlarının da desteği ile Kafkas arısını koruma amacı ile başlatılan "Saf Kafkas Ana Arı Yetiştirme" projesinden sağlanan Kafkas ana arı ile oluşturulmuştur. 12.12.2004 tarihinde Kafkas arısı tescili 25668 sayılı resmi gazetede 2004-39 nolu tebliğ ile yayınlamıştır. İtalyan damızlık kolonileri ise, İsrail'de "Tsrifin Bee Research Center" adlı Araştırma Merkezi'nden sağlanan yapay tohumlanmış ana arı ile oluşturulmuştur. Anadolu arısı Ege ekotipi ana arıları Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi arılığında uzun yıllardır birçok çalışmaya da materyal sağlamış yapay tohumlama ile oluşturulmuş damızlık kolonilerden sağlanmıştır ([26]-[31]). Aşılama yöntemi ile yetiştirilen ana arılar yumurtlamaya başladıktan sonraki 8-10. gününde

her genotipten 10 adet ana arı toplanarak ana arı mandibular feromonları (9-ODA-HOB-HVA-9-HDA) belirleninceye kadar -20 °C'de depolanmışlardır.

Analiz öncesi, derin dondurucudan (-20 °C) alınan ana arının başı ayrılarak 200 µl metanol ve 100 µl dekanonik asit (250 ng/µl; iç standart) içinde ekstrakte edilmiştir. Örnekler buz üzerinde soğultularak, cam bir çubuk ile 2 dakika ezilmiş ve santirifüj edilmiştir (4 °C'de 2500 x g 20 dak). Santrifüj sonrası üstte kalan sıvı toplanarak, bu sıvının toplam hacmi belirlenmiştir. Hacmi belirlenen toplam sıvıdan 20 µl örnek ependorf tüpüne alınarak nitrojen akımı altında sıvı kısmı uçurulmuştur. Daha sonra 5 µl BSTFA (bistrimetilsilyltriylfluraacetamid) ile türevlendirilmiş ve solüsyon çalkalanarak 40 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bekletilen örnek 100 µl isohexan ile seyreltilmiş, solüsyondan mikro enjeksiyon ile 1 µl çekilerek hızlıca gas kromatograma enjekte edilmiştir (split-splitless inlet, flame ionization dedector ve capillary column; equity-5; 15 m x0.10 mm, 0.10 µm film thickness). Örnekler split moda enjekte edilerek, taşıyıcı gaz olarak kolon akımında 0.52 ml min⁻¹ de Hidrojen, fırın sıcaklığı 100 °C'ye ayarlanarak, 100 °C'den 200 °C'ye 40°C min⁻¹ 'de ve 200 °C'den 250 °C'ye 10 °C min⁻¹ ve 250 °C'de 2 dak tutulmuştur. Ana arı feromonlarının her birinin standard solüsyonları BSTFA ile türevlendirilerek aletin ayarını kalibre etmede kullanılmıştır. HOB, 9-ODA, HVA, 9-HDA tanımlanması ve miktarlarının ölçülmesi sentetik bileşiklerin alıkonulma süresi (retention time) ile belirlenmiştir [32]. Verilerin istatistik olarak değerlendirilmesinde SAS paket programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR (RESULTS)

Araştırmada, üç farklı mevsimde yetiştirilen Kafkas ırkı, Anadolu arısı Ege ekotipi ve İtalyan ırkı toplam 90 ana arıdan elde edilen verilere uygulanan varyans analizine göre; 9 ODA ve 9 HDA miktarları üzerinde mevsimin etkisi önemsiz, genotiplerin etkileri ise önemli bulunmuştur (P<0.01). HOB ve HVA bakımından ise, mevsim, gonotip ve mevsim*genotip interaksiyonu önemli bulunmuştur (P<0.01). Farklı mevsimlerde yetiştirilen ana arılara ait 9 ODA, 9 HDA, HOB ve HVA verilerden oluşturulan değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1’de de görüldüğü gibi, Nisan ayında yetiştirilen ana arılarda 9 ODA miktarı İtalyan ırkında $147.97 \pm 7.99 \mu\text{g}$, Kafkas ırkında $87.10 \pm 9.06 \mu\text{g}$ ve Ege ekotipinde de $74.99 \pm 7.99 \mu\text{g}$ olarak belirlenmiştir. İstatistik olarak önemsiz bulunmasına karşın Haziran döneminde yetiştirilen ana arılarda 9 ODA miktarı her üç genotipte de (Kafkas ırkı; $71.83 \pm 9.78 \mu\text{g}$; Ege ekotipi; $73.78 \pm 8.47 \mu\text{g}$ ve İtalyan ırkı; $139.26 \pm 7.58 \mu\text{g}$) Nisan döneminde yetiştirilen ana arılara göre azalmıştır. Eylül döneminde ise 9 ODA miktarı Haziran ayına göre Kafkas ırkında ($70.11 \pm 10.72 \mu\text{g}$) ve Ege ekotipinde ($63.52 \pm 9.06 \mu\text{g}$) azalırken, İtalyan ırkında ($159.72 \pm 8.47 \mu\text{g}$) artmıştır. Her üç dönemde de yetiştirilen Kafkas ırkı ($76.35 \pm 5.71 \mu\text{g}$) ve Ege ekotipi ana arıları ($70.76 \pm 4.92 \mu\text{g}$) 9 ODA bakımından birbirine benzer, İtalyan ırkı (148.96 ± 4.63) ise her iki genotipten de farklı bulunmuştur ($P < 0.01$).

Bu çalışmada 9 HDA bakımından genotipler arasında farklar önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Nisan grubunda 9 HDA miktarı Kafkas ırkı, Ege ekotipi ve İtalyan ırkı ana arılarda sırasıyla; $23.82 \pm 5.82 \mu\text{g}$, $26.98 \pm 5.14 \mu\text{g}$, $67.80 \pm 5.14 \mu\text{g}$ olarak belirlenmiştir. Haziran döneminde ise 9 HDA değerleri (Kafkas ırkı; 22.64 ± 6.30 , Ege ekotipi; 27.48 ± 5.45 , İtalyan ırkında 73.82 ± 4.88

μg) Nisan ayındaki değerler ile benzerlik göstermiştir. Yine Eylül döneminde yetiştirilen ana arılarda da 9 HDA değerleri (Kafkas ırkı; 32.55 ± 6.90 , Ege ekotipi; 36.69 ± 5.83 , İtalyan ırkı; $79.20 \pm 5.45 \mu\text{g}$) diğer iki döneme benzer bulunmuştur. Her üç dönemde de yetiştirilen Kafkas ırkı ($26.34 \pm 3.67 \mu\text{g}$) ve Ege ekotipi ana arıları ($30.38 \pm 3.16 \mu\text{g}$) 9 HDA bakımından birbirine benzer, İtalyan ırkı ($73.61 \pm 2.98 \mu\text{g}$) ise her iki genotipten de farklı bulunmuştur ($P < 0.01$).

HOB miktarları bakımından mevsimler arasında farklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). HOB değerleri genel olarak Nisan döneminde (1.72 ± 1.04 , 3.86 ± 0.77 , 5.82 ± 0.77), Haziran (4.69 ± 0.95 , 6.93 ± 0.88 , 6.86 ± 0.88) ve Eylül dönemine (11.20 ± 1.56 , 5.12 ± 0.95 , 9.73 ± 1.04) göre daha düşüktür. HOB miktarı bakımından Nisan ve Haziran döneminde yetiştirilen üç genotipteki ana arılar birbirine benzer iken, Eylül döneminde yetiştirilen ana arılarda Kafkas ve İtalyan ırkı birbirine benzer, Ege ekotipi ise bu ikisinden farklı ve önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). En yüksek HVA miktarı Haziran döneminde İtalyan ırkı ana arılarda $3.12 \pm 0.24 \mu\text{g}$, en düşük HVA miktarı da $0.39 \pm 0.24 \mu\text{g}$ ile Eylül dönemindeki İtalyan ırkı ana arılardan elde edilmiştir.

Tablo 1. Yetiştirme mevsimine göre ana arıların feromon miktarları, μg (Pheromone amounts of queen bees according to queen rearing season, μg)

Mevsimler	Genotip	9 ODA	9 HDA	HOB	HVA
İlkbahar (Nisan)	Kafkas ırkı (n=10)	87.10 ± 9.06^{Aa}	23.82 ± 5.82^{Aa}	1.72 ± 1.04^a	0.51 ± 0.22^a
	Ege ekotipi (n=10)	74.99 ± 7.99^{Aa}	26.98 ± 5.14^{Aa}	3.86 ± 0.77^a	0.58 ± 0.21^a
	İtalyan ırkı (n=10)	147.97 ± 7.99^{Bb}	67.80 ± 5.14^{Bb}	5.82 ± 0.77^a	1.72 ± 0.24^b
	Genel(n=30)	103.43 ± 8.34	39.53 ± 5.36	3.80 ± 0.86	1.66 ± 0.23
Yaz (Haziran)	Kafkas ırkı (n=10)	71.83 ± 9.78^{Aa}	22.64 ± 6.30^{Aa}	4.69 ± 0.95^a	1.37 ± 0.27^a
	Ege ekotipi (n=10)	73.78 ± 8.47^{Aa}	27.48 ± 5.45^{Aa}	6.93 ± 0.88^a	1.62 ± 0.27^a
	İtalyan ırkı (n=10)	139.26 ± 7.58^{Bb}	73.82 ± 4.88^{Bb}	6.86 ± 0.88^a	3.12 ± 0.24^b
	Genel(n=30)	95.10 ± 8.61	41.31 ± 5.55	6.16 ± 0.90	2.05 ± 0.26
Sonbahar (Eylül)	Kafkas ırkı (n=10)	70.11 ± 10.72^{Aa}	32.55 ± 6.90^{Aa}	11.20 ± 1.56^b	0.44 ± 0.27^a
	Ege ekotipi (n=10)	63.52 ± 9.06^{Aa}	36.69 ± 5.83^{Aa}	5.12 ± 0.95^a	0.97 ± 0.24^a
	İtalyan ırkı (n=10)	159.72 ± 8.47^{Bb}	79.20 ± 5.45^{Bb}	9.73 ± 1.04^b	0.39 ± 0.24^a
	Genel(n=30)	97.80 ± 9.42	49.48 ± 6.06	8.71 ± 1.18	0.60 ± 0.25
Genel	Kafkas ırkı (n=10)	76.35 ± 5.71^A	26.34 ± 3.67^A	5.87 ± 0.61^A	0.77 ± 0.15^A
	Ege ekotipi (n=10)	70.76 ± 4.92^A	30.38 ± 3.16^A	$5.15 \pm 0.^A$	1.05 ± 0.13^A
	İtalyan ırkı (n=10)	148.96 ± 4.63^B	73.61 ± 2.98^B	7.47 ± 0.52^A	1.74 ± 0.14^A

a, b: $P < 0.05$

A, B: $P < 0.01$

4. TARTIŞMA VE SONUÇ (DISCUSSION AND CONCLUSION)

Balarısı kolonisinde sosyal organizasyonunu sağlayan başlıca faktörlerden biri ana arının ürettiği feromonlar ve bu feromonların kolonide dağılımını sağlayan biyofiziksel mekanizmalardır. Ana arılarda mandibular bez feromonları üzerinde ana arının genotipi, yaşı, çiftleşme durumu, yumurtlama süresi, bulunduğu kolonideki işçi arı popülasyonu gibi birçok faktör etkilidir. Ayrıca, feromonları oluşturan kimyasal bileşiklerin karmaşık yapısı, bağlamsal ilişkisi ve sinerjik olmaları, tanımlanmalarını ve fonksiyonlarının net olarak ortaya konmasını zorlaştırmaktadır. Bunlara ek olarak feromonların belirlenmesinde kullanılan yöntem ve aletlerin de bu sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle önceki araştırma sonuçları ile bu çalışmada elde edilen sonuçların karşılaştırılması çok sağlıklı olmayacaktır. Ancak bu çalışmada elde edilen değerlerin literatürdeki yerinin ifade edilmesi açısından yine de önceki çalışmalarla tartışılmıştır.

Bu çalışmada genel olarak Kafkas ırkı ($76.35 \pm 5.71 \mu\text{g}$) ve Ege ekotipi ($70.76 \pm 4.92 \mu\text{g}$) ana arıları birbirine benzer, İtalyan ırkı ana arıları ise bu iki genotipten yaklaşık 2 kat daha fazla 9 ODA üretmişlerdir. 9 ODA için bulunan bu değerler literatürde belirtilen değerler içindedir. Ancak bu çalışmada yaklaşık 10 gündür yumurtlayan ana arılar için bildirilen ortalama $150 \mu\text{g}$ değerinden [13] Kafkas ırkı ve Ege ekotipi oldukça düşük değerlere sahip olmuştur. Yapılan birçok çalışmada 9 ODA miktarında varyasyonun oldukça geniş olduğu belirlenmiştir ([10], [11], [13], [14], [15], [17], [18], [33]). Örneğin bir çalışmada İtalyan arısında 23 günlük yaşta çiftleşmemiş ana arılarda nisan ayında $117.8 \mu\text{g}$, eylül ayında $220 \mu\text{g}$, aralık ayında $458.5 \mu\text{g}$, haziran ayında $925.3 \mu\text{g}$ olarak belirlenmiştir [17]. Apsagaite ve Skirkevicus [16], 9 ODA miktarını Karniyol ırkı sekiz günlük yaşta ana arıda $84.00 \pm 11.50 \mu\text{g}$, 2 yaşındaki Kafkas ırkı ana arıda ise $118.27 \pm 37.38 \mu\text{g}$ olarak belirlemişlerdir. Crewe ve Velthuis [15], ana arı genotipi ve yaşı belirtilmeyen ama yumurtlayan bir ana arıda 9 ODA miktarını $71 \mu\text{g}$ olarak belirlemiştir. Nauman ve ark. [11], çiftleşmiş İtalyan arısında 9 ODA miktarını $12-400 \mu\text{g}$ arasında değiştiğini, Pankiw ve ark. [13], 2 haftalık çiftleşmemiş İtalyan ana arılarda $108.0 \pm 15.0 \mu\text{g}$, 1 ve 2

yaşındaki İtalyan ana arılarda ise $207.5 \pm 10.6 \mu\text{g}$ olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, 9-HDA miktarları her üç genotip için Pankiw ve ark., [13]'nın yumurtlayan ana arı için belirlediği değerden ($80 \mu\text{g}$) ve Maissonnasse ve ark. [32]'nin 15 günlük yaşta çiftleşmemiş ana arılarda belirlediği değerden ($150 \pm 34 \mu\text{g}$) düşüktür. Bu çalışmada HOB ve HVA değerleri yine Pankiw ve ark., [13]'nin yaşı belirtilmeyen yumurtlayan bir ana arı için belirlediği (HOB için $20 \mu\text{g}$ ve HVA için $2 \mu\text{g}$) değerden daha düşüktür.

Türkiye 7 milyon dolayındaki koloni varlığı ile Dünya'nın önemli bir arıcılık ülkesidir. Ülkede 1980'li yıllardan itibaren ticari ana arı kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla ana arı yetiştiriciliği desteklenmektedir. Türkiye'de başta Kafkas ırkı (*Apis mellifera caucasica*) olmak üzere Muğla arısı olarak da bilinen Anadolu arısı Ege ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*) ve diğer yerel arı ekotipleri ile üniversiteler ve ilgili araştırma kurumlarında morfolojik, fizyolojik ve davranış özellikleri ve ana arı niteliklerine ilişkin çok sayıda çalışma yapılmıştır ([34]-[55]). Ancak ana arı kabulü ve ana arı kabulünde önemli bir faktör olan ana arı feromonları ile ilgili çalışmalar yapılamamıştır. Teknik arıcılıkta, ana arıyı kontrollü bir şekilde yetiştirmenin önemli olduğu kadar, bu ana arıları yeni kolonilere kabul ettirmek de önemlidir. Genç yumurtlayan ana arıların yeni koloniye kabulünde; ana arı tarafından [44] salgılanan feromonların etkili olduğu bildirilmiştir ([3], [8], [10], [56]-[59]). Bu çalışmada Ege, Kafkas ve farklı zamanlarda araştırma ve yetiştirme amacıyla ülkeye getirilen İtalyan ırklarına mandibular bez feromonlarına ilişkin bilgiler üretilmiş ve ileride yapılacak çalışmalara temel oluşturmuştur.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışmanın finansal kaynağı için KOMYO 14001 No'lu projeye destek veren Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- [1] L. Bortolotti and C. Costa, "Chemical communication in the honeybee Society, in: Neurobiology of chemical communication", Boca Raton, FL, MA: Mucignat, C.& Caretta Ed. Taylor & Francis Group, 2014.

- [2] J. Free, "Pheromones of Social Bees," Cambridge, Chapman and Hall Lmt. 11 New Fetter Lane, London EC4P4EE, Printed Great Britain at the University Press, pp. 218 , 1987.
- [3] M. Breed, "Individual recognition and learning of queen odors by worker honeybees," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, , no. 78, pp. 2635–2637, 1981.
- [4] R. Moritz and R. Crewe, "The volatile emission of honeybee queens (*Apis mellifera* L)," *Apidologie*, no. 22, pp. 205-212, 1988.
- [5] M. D. Breed and T. M. Stiller, "Honey bee, *Apis mellifera*, nest mate discrimination: hydrocarbon effects and the evolutionary implications of comb choice," *Animal Behaviour*, vol. 43, pp. 875–883, 1992.
- [6] K. N. Slessor, G. S. King, L. A. Kaminski, J. S. Borden and M. L. Winston, "Semiochemical basis for retinue response to queen honey bees," *Nature*, no. 332, pp. 354–356, 1988.
- [7] R. F. Moritz and R. M. Crewe, "Chemical signals of queens in kin recognition of honeybees (*Apis mellifera* L.)," *Journal of Comparative Physiology A*, no. 164, pp. 83–89, 1988.
- [8] C. I. Keeling, K. N. Slessor, H. A. Higo and M. L. Winston, "New components of the honey bee (*Apis mellifera* L.) queens retinue pheromone," *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, vol. 100, pp. 4486–4491, 2003.
- [9] J. L. E. Barbier, "Chemical structure of the Royal substance of the queen bee (*Apis mellifera* L.)," *CR Acad Sci Ser III Sci Vie*, no. 251, pp. 1131-1135, 1960.
- [10] K. N. Slessor, L. A. Kaminski, M. L. Winston and G. S. King, "Semiochemicals of the honeybee queen mandibular glands," *J.Chem. Ecol.*, no. 16, pp. 851-860, 1990.
- [11] K. Naumann, "Grooming behaviors and the translocation of queen mandibular gland pheromone on worker honey bees (*Apis mellifera* L.)," *Apidologie*, no. 22, pp. 523-531, 1991.
- [12] K. Naumann, K. N. Slessor and M. L. Winston, "Movement of honey bee (*Apis mellifera* L.) queen mandibular gland pheromone in populous and unpopulous colonies," *Journal of Insect Behavior*, vol. 6, pp. 211-213, 1993.
- [13] T. Pankiw, M. L. Winston, E. Plettner, K. N. Slessor, J. S. Pettis and J. O. Taylor, "Mandibular gland components of European and Africanised honey bee queens (*Apis mellifera* L.)," *Journal of Chemical Ecology*, no. 22, pp. 605-615, 1996.
- [14] J. Pain, M. Barbier and B. Roger, "Dosages individuels des acides ceto-9-decene-2oique et hydroxyl-10-decene-2oique dans les tetes des reines et des ouvrieres d'abeilles," *Ann. Abeille.*, no. 10, pp. 45-52, 1967.
- [15] R. M. Crewe and H. M. Velthuis, "False queens:a consequence of mandibular gland signals in worker bees," *Naturwissenschaften*, no. 65, pp. 467-469, 1980.
- [16] V. Apsogaita and A. Skirkevicius, "Content of (E)-9-Oxo-2-Decenoic acid in pheromones of honeybee (*Apis mellifera* L.) queens," *Pheromones*, no. 6, pp. 27-32, 1999.
- [17] J. Pain, B. Roger and J. Theurkauff, "Sur l'existence d'un cycle annuel de la production de pheromone (acide ceto-9-decene-2-oique) chez les reines d'abeilles (*Apis mellifera ligustica* Spinola), Paris, France. Comptes Rendus des Seances de LAcademie de Science, 1972.
- [18] R. Boch, D. A. Shearer and J. C. Young, "Honeybee pheromones: field tests of natural and artificial queen substance," *J. Chem. Ecol.*, no. 1, pp. 133-148, 1975.
- [19] M. Doğaroğlu, "Türkiye'de yetiştirilen önemli arı ırk ve tiplerinin Çukurova Bölgesi koşullarında performanslarının karşılaştırılması," *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*, vol. 13, no. 3-4, pp. 46-60, 1982.
- [20] M. Doğaroğlu, M. Özder and C. Polat, "Türkiye'de önemli bal arısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin Trakya koşullarında performanslarının karşılaştırılması," *Doğa Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, vol. 16, pp. 403-414, 1992.
- [21] Ç. Fıratlı and E. Budak, "Türkiye'de çeşitli kurumlarda yetiştirilen ana arılar ile oluşturulan bal arısı *Apis mellifera* L. kolonilerinin fizyolojik morfolojik ve

- davranış özellikleri," A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No:1390., Ankara, 1994.
- [22] E. Akyol, Kafkas ve Muğla Arılarının (*Apis mellifera L.*) Saf ve Karşılıklı Melezlerinin Morfolojik. Fizyolojik ve Davranışsal Özelliklerinin Belirlenmesi," Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 153s., 1998.
- [23] A. Güler and O. Kaftanoğlu, "Türkiye'de önemli balarısı (*Apis mellifera L.*) ırk ve ekotiplerinin göçer arıcılık koşullarında performanslarının karşılaştırılması," *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, vol. 23 , no. Ek Sayı 3, pp. 577-581, 1999.
- [24] H. V. Gençer and M. Karacaoğlu, "Kafkas ırkı (*Apis mellifera caucasica*) Anadolu arısı Ege ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*)'nin karşılıklı melezlerinin Ege bölgesi koşullarında yavru yetiştirme etkinlikleri ve bal verimleri," *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, vol.13, no. 1, pp. 61-65., 2003.
- [25] M. Karacaoğlu, "Anadolu arısı Ege ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ve İtalyan arısı (*A. m. ligustica*)XEge ekotipi melezi arılarının morfolojik özellikleri," *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 1, no. 2, pp. 41-46, 2005.
- [26] M. Karacaoğlu, M. Kösoğlu and A. Uçak Koç, "Farklı yöntemlerin Ege ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ve Kafkas (*A. m. caucasica*) x Ege melezi bal arılarının arı sütü verimleri üzerine etkileri," *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 1, no. 1, pp. 29-33, 2004.
- [27] M. Karacaoğlu, H. V. Gençer and A. Uçak Koç, "Ege Bölgesi koşullarında ek beslemenin bal arısı (*Apis mellifera L.*) kolonilerinin yavru üretimi ve bal verimi üzerine etkileri," *Hayvansal Üretim Dergisi*, vol. 44, no. 2, pp. 47-54, 2003.
- [28] A. Uçak Koç and M. Karacaoğlu, "Kafkas (*Apis mellifera caucasica*) İtalyan (*Apis mellifera ligustica*) Irkları ve Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*) ile Bazı Melezlerinin Ege Bölgesi Koşullarında Koloni Gelişimleri," *VI. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, Erzurum, 2009.
- [29] A. Uçak Koç and M. Karacaoğlu, "Effects of rearing season on the quality of queen honeybees (*Apis mellifera L.*) raised under the conditions of Aegean region," *Mellifera, Türkiye Arıcılık Dergisi*, vol. 4, no. 7, pp. 34-37, 2004.
- [30] A. Uçak Koç and M. Karacaoğlu, "Anadolu arısı Ege ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ana arılarında üreme özellikleri," *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 2, no. 1, pp. 73-77, 2005.
- [31] A. Uçak Koç and M. Karacaoğlu , " Effects of queen rearing period on reproductive features of Italian (*Apis mellifera ligustica*), Caucasian (*Apis mellifera caucasica*), and Aegean ecotype of Anatolian honey bee (*Apis mellifera anatoliaca*) queens," *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, vol. 35, no. 4, pp. 271-276, 2011.
- [32] A. Maisonnasse, C. Alaux, D. Beslay, D. Crauser, C. Gines, E. Plettner and Y. Le Conte, "New insights into honey bee (*Apis mellifera*) pheromone communication. Is the queen mandibular pheromone alone in colony regulation?," *Frontiers in Zoology*, no. 7, pp. 1-18, 2010.
- [33] C. Butler and P. Paton, "Inhibition of queen rearing by queen honeybees (*Apis mellifera L.*) of different ages," *Proc. R. Entomol. Soc.London, Ser. A*, no. 37, pp. 114-116, 1962.
- [34] M. Doğaroğlu, M. Özder and C. Polat, "Türkiye'de önemli bal arısı (*Apis mellifera L.*) ırk ve ekotiplerinin Trakya koşullarında performanslarının karşılaştırılması," *Doğa Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, no. 16, pp. 403-414, 1992.
- [35] O. Kaftanoğlu, R. Kumova and Y. Bek, "GAP Bölgesinde çeşitli bal arısı (*Apis mellifera*) ırklarının performanslarının saptanması ve bölgedeki mevcut arı ırklarının ıslahı olanakları," Adana. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 74, 1993.
- [36] Ç. Fıratlı and E. Budak, "Türkiye'de çeşitli kurumlarda yetiştirilen ana arılar ile oluşturulan bal arısı *Apis mellifera L.* kolonilerinin fizyolojik, morfolojik ve davranış özellikleri," A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No:1390, Ankara, 1994.
- [37] F. Genç, C. Dülger, A. Dodoloğlu and S. Kutluca, " Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum balarısı (*Apis mellifera L.*) genotiplerinin Erzurum koşullarındaki bazı fizyolojik özelliklerinin karşılaştırılması," *Tr. J. Of Veterinary and Animal Sciences*, vol. 23, no. Ek Sayı 4, pp. 645-650, 1999.

- [38] A. Güler and O. Kaftanoğlu, "Türkiye'de önemli balarısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin göçer arıcılık koşullarında performanslarının karşılaştırılması," *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, vol. 23, no. Ek Sayı 3, pp. 577-581, 1999.
- [39] A. Güler, A. Korkmaz and O. Kaftanoğlu, "Reproductive characteristics of Turkish honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes," *Hayvansal Üretim*, vol.23 ,pp. 113-119, 1999.
- [40] H. V. Gençer and Ç. Fıratlı, "Orta Anadolu ekotipleri (*A. m. anatoliaca*) ve Kafkas ırkı (*A. m. caucasica*) bal arılarının morfolojik özellikleri," *Tr. J.of Veterinary and Animal Sciences*, vol. 23, no. 1), pp. 107-113, 1999.
- [41] M. Karacaoğlu and A. Uçak, "Güney Ege koşullarında farklı dönemlerde yetiştirilen ana arılar ile oluşturulan kolonilerin gelişimi," *III. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, Ankara., 2002.
- [42] H. V. Gençer, "Overwintering of honey bee queens en mass in reservoir colonies in a temperate climate and its effect on queen performance. *Journal of Apicultural Research*, vol. 42, no. 4, pp. 61-64, 2003.
- [43] M. Karacaoğlu, M. Kösoğlu and A. Uçak Koç, "Farklı yöntemlerin Ege ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ve Kafkas (*A. m. caucasica*) x Ege melezi bal arılarının arı sütü verimleri üzerine etkileri," *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 1, no. 1, pp. 29-33, 2004.
- [44] A. Güler and H. Alpay, "Reproductive characteristics of some honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes," *Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 4, no. 10, pp. 864-870, 2005.
- [45] H. V. Gençer and M. Karacaoğlu, "Kafkas ırkı (*Apis mellifera caucasica*) ve Kafkas ırkı ile Anadolu arısı-Ege ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca*)'nin karşılıklı melezlerinin Ege bölgesi koşullarında yavru yetiştirme etkinlikleri ve bal verimleri," *Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, vol. 13, no.1, pp. 61-65, 2003.
- [46] M. Karacaoğlu, H. V. Gençer, A. Uçak Koç, "Ege Bölgesi koşullarında ek beslemenin bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin yavru üretimi ve bal verimi üzerine etkileri," *Hayvansal Üretim Dergisi*, vol. 44, no. 2, pp. 47-54., 2003.
- [47] M. Karacaoğlu, "Anadolu arısı Ege ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ve İtalyan arısı (*A. m. ligustica*) X Ege ekotipi melezi arılarının morfolojik özellikleri.,» *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 1, no. 2, pp. 41-46, 2004.
- [48] N. Şahinler and A. Gül, "A study of comparison of Muğla, İtalyan and Carniolan bee genotypes in the Hatay region with respect to their physiological and behavioral characteristics," *Ist Eur.Conf. Apidology*, Udine, Italy, 2004.
- [49] M. Karacaoğlu and Uçak Koç A, "Anadolu arısı Ege ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ana arılarında üreme özellikleri," *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 2, no. 1, pp. 73-77, 2005.
- [50] E. Akyol, A. Unalan, H. Yeninar, D. Özkök, C. Öztürk, " An observation study on the effects of queen age on some characteristics of honey bee colonies," *Italian Journal of Animal Sciences*, vol. 7, pp. 19-25, 2008.
- [51] A. Gösterit, M. Kekeçoğlu, Y.Çıkılı, "Yığılca arısının bazı performans özellikleri bakımından Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkı melezleri ile karşılaştırılması," *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 7, no. 1, pp. 107-114., 2012.
- [52] M. Karacaoğlu and Uçak Koç A, "Kafkas (*A. m. caucasica*), İtalyan (*A. m. ligustica*) ırkları ve anadolu arısı Ege Ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ile bazı melezlerinin ege bölgesi koşullarında koloni gelişimleri," *e-TRALLEIS*, no. 1, pp. 28-35, 2013.
- [53] E. Akyol, A. Unalan, H. Yeninar, D. Özkök and C. Öztürk, "Comparison of colony performances of Anatolian, Caucasian and Carniolan honeybee (*Apis mellifera* L.) genotypes in temperate climate conditions," *Italian Journal of Animal Science*, vol. 13, no. 3409, pp. 637-640, 2014.
- [54] A. Uçak Koç, "Effects of altitude and beehive bottom board type on wintering losses of honeybee colonies under subtropical climatic conditions," *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 12, no. 1, pp. 151-158, 2014.
- [55] A. Uçak Koç and M. Karacaoğlu, "Bal arısı (*Apis mellifera*) ana arılarının ege bölgesi koşullarında farklı yöntemlerle

- kışlatılması," *Tarım Bilimleri Dergisi*, vol. 22, pp. 229-236, 2016.
- [56] R. Boch and R. A. Morse, "Genetic factor in queen recognition odors of honey bees," *Ann. Entomol. Soc. Am.*, vol. 67, p. 709–711, 1982.
- [57] M. D. Breed and T. M. Stiller, "Honey bee, *Apis mellifera*, nestmate discrimination: hydrocarbon effects and the evolutionary implications of comb choice," *Anim. Behav.*, no. 43, p. 875–883, 1992.
- [58] D. C. Gilley, G. DeGrandi-Hoffman and J. H. Hooper, "Volatile compounds emitted by live European honey bee (*Apis mellifera* L.) queens," *Journal of Insect Physiology*, no. 52, p. 520–527, 2006.
- [59] J. W. Rhodes, D. C. Somerville and S. Harden, "Queen honey bee introduction and early survival-effects of queen age at introduction," *Apidologie*, no. 35, pp. 383-388, 2004.
- [60] B. L and C. C, Chemical Communication in the Honeybee Society, in: Neurobiology of chemical communication, 2014.
- [61] S. R. Hoover, C. I. Keeling, M. L. Winston and K. N. Slessor, "The effect of queen pheromones on worker honey bee ovary development," *Naturwissenschaften*, no. 90, pp. 477-480, 2003.
- [62] K. Strauss, H. Scharpenberg, R. M. Crewe, F. Glahn, H. Foth and R. A. Moritz, "The role of the queen mandibular gland pheromone in honey bees (*Apis mellifera*): Honest signal or suppressive agent?," *Behavioural Ecology Sociobiology*, no. 62, pp. 1523–1531, 2008.