



***Bombus terrestris* Arısında Deltamethrin'in Olası Olumsuz Etkilerinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi**

Görkem YANIK¹, Asiye UZUN², Ozan DEMİRÖZER², Ayhan GÖSTERİT^{1*}

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Isparta
²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta

MAKALE BİLGİSİ

ÖZET

Araştırma Makalesi

Geliş : 24.08.2020
Kabul : 06.11.2020

Anahtar Kelimeler

Bombus arısı
Pestisit
Mikro koloni
Kuluçka gelişimi

*** Sorumlu Yazar**

ayhangosterit@isparta.edu.tr

Örtü altı yetiştiricilikte zararlı böceklere karşı kullanılan pestisitler hedef zararlıların yanı sıra bombus arıları gibi faydalı böcekleri de olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle farklı amaçlar için kullanılan insektisitlerin bombus arılarına olası olumsuz etkilerinin bilinmesi bu arıların tozlaştırma performansı açısından önemlidir. Bu çalışmada deltamethrin'in farklı dozlarının *Bombus terrestris* arısına olası olumsuz etkileri laboratuvar koşullarında incelenmiştir. Araştırmada 50 adet ana arısız mikro koloni 5 gruba ayrılarak, her grup deltamethrin etken maddeli ilacın tavsiye edilen dozunu farklı oranlarda (0-kontrol, 1/1000, 1/100, 1/10, 1/1) içeren şeker şurubu ile beslenmiştir. Önerilen doza maruz kalan mikro kolonilerde işçi arıların ani şekilde etkilendiği görülürken, düşük dozlarda olumsuz etkiler daha az gözlenmiştir. Standart besleme koşullarında (kontrol grubu) erkek arıların yumurta + larva dönemi, pupa dönemi ve toplam kuluçka dönemi süreleri sırasıyla 16,44±2,56 gün, 12,13±2,03 gün ve 28,88±3,64 gün olarak belirlenmiştir. Sonuçlar ayrıca mikro koloni yönteminin pestisitlerin bombus arılarına etkilerinin belirlenmesi için faydalı ve geçerli bir uygulama olduğunu da göstermiştir.

Determination of Possible Detrimental Effects of Deltamethrin in *Bombus terrestris* Under Laboratory Conditions

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Research Article

Received : 24.08.2020
Accepted : 06.11.2020

Keywords

Bumblebee
Pesticide
Micro colony
Brood development

Pesticides used against pest in greenhouse adversely affect beneficial insects such as bumblebees as well as target pests. Therefore, it is crucial to determine the negative effects of insecticides used for different purposes in bumblebees for their pollinator performances. In this experiment, possible detrimental effects of deltamethrin in *Bombus terrestris* were investigated under laboratory conditions. Fifty queenless micro colonies were divided to five experimental groups. Micro colonies in each group were fed with different sugar syrup containing deltamethrin in different proportion of its recommended dose (0-control, 1/1000, 1/100, 1/10, 1/1). According to results, workers in micro colonies are affected directly in micro colonies

Lütfen aşağıdaki şekilde atf yapınız / Please cite this paper as following;

Gösterit, A., Yanık, G., Uzun, A., Demirözer, O., 2020. *Bombus terrestris* arısında deltamethrinin olası olumsuz etkilerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi, Journal of Animal Science and Products (JASP) 3 (2):155-164.

* **Corresponding Author**

ayhangosterit@isparta.edu.tr

which exposed to recommended dose of deltamethrin, while negative effects are less observed in other groups. Duration of egg + larvae period, pupae period and total brood period were determined as 16,44±2,56 days, 12,13±2,03 days and 28,88±3,64 days in standard feeding conditions (control group), respectively. Results also showed that micro colony method is useful and current practice for determining the effect of pesticides in bumblebees.

Giriş

Yaklaşık 20 bin türü bulunan arılar, hem yabani hem de kültüre alınmış bitkilerin tozlaşmasında etkin rol oynamaktadır. Yaygın olarak yetiştirilmeleri, kalabalık koloni popülasyonları ve iletişim sistemlerinin gelişmiş olması gibi üstün özellikleri bal arılarını (*Apis mellifera*) tüm arı türleri içinde tozlaşma açısından en dikkat çekici grup haline getirmiştir (Aslan ve ark., 2016; Türk ve ark., 2018). Ancak bal arıları dışında tozlaştırıcı böcek topluluklarının önemli bir bileşeni olan bazı yaban arısı türleri de gerek doğal gerekse kültür bitkilerinin tozlaşmasında kritik öneme sahiptirler (Hausmann ve ark., 2015). Bu önemleri nedeniyle tozlaştırıcıların azalışı ile ilgili endişeler farklı araştırmacılar tarafından uzun süredir paylaşılmaktadır (Brown ve Paxton, 2009; Gallia ve ark., 2009; Powney ve ark., 2019).

Arılar ve diğer tozlaştırıcı böcek türlerinin azalışına yol açan habitat tahribatı ve kayıpları, tarımsal uygulamalar, kimyasallar, yangınlar, aşırı otlatma, iklimsel değişim, parazit ve hastalıklar gibi büyük ölçüde insan kaynaklı çok sayıda etmen yapılan araştırmalarla incelenmiştir (Holden, 2006; Potts ve ark., 2010; Goulson ve ark., 2015; Powney ve ark., 2019). Pestisitler tozlaştırıcıları tehdit eden çok sayıdaki etmeden en önemlileri

arasında yer almakta olup bunların özellikle bal arıları üzerine olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik bazı önlemler uygulanabilmektedir. Ancak alınan önlemler bal arılarını korumaya yönelik olduğu kadar aynı zamanda farklı tarlacılık davranışı ile farklı sosyal ve genetik yapıya sahip olan bombus arıları gibi birçok yabani arı türü ve diğer polinatör böcekleri de koruyucu nitelikte olmalıdır (Sponsler ve ark., 2019).

Tozlaşmanın bitkisel üretimde verimliliğin sürdürülebilirliği açısından önemi ve tozlaştırıcıların azalışının olumsuz etkileri dikkate alındığında günümüzde ticari tozlaşma servislerinin gerekliliği artmıştır. Bu kapsamda tüm dünyada tozlaşma gereksinimini karşılamak amacıyla bazı yaban arısı türlerinin kontrollü koşullarda kitlesel olarak üretilmelerine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Klein ve ark., 2007; Witter ve ark., 2015). Laboratuvar koşullarında yetiştiriciliği 1980'li yıllarda gerçekleştirilen bombus arıları özellikle örtü altı domates yetiştiriciliği başta olmak üzere çok sayıda bitkide tozlaşmanın sağlanması amacıyla kullanılmaktadır (Gösterit ve ark., 2017; Andrikopoulos ve Cane, 2018; Wahengbam ve ark., 2019). Kitlesel yetiştiriciliğe uygunluğu ve tozlaştırma performansı bakımından değerlendirildiğinde *Bombus terrestris* türü en etkin tür olarak

değerlendirilmektedir. Günümüzde bir yılda kullanılan ticari bombus arısı koloni sayısı dünyada birkaç milyon, Türkiye’de ise 300 bin ile 400 bin arasındaki rakamlar ile ifade edilmektedir. Kontrollü koşullarda yetiştirilerek bitkisel ürün yetiştiricisi çiftçilerin kullanımına sunulan; içerisinde bir adet sağlıklı ana arı, 60–70 adet işçi arı ve geniş bir kuluçka alanı bulunan; dolayısıyla popülasyon gelişimi devam eden bir bombus kolonisi yetiştirilen bitki türüne bağlı olarak 1,5-2 dekarlık sera alanında ortalama 40 gün süre ile tozlaşma faaliyetini gerçekleştirmektedir (Velthuis ve Doorn, 2006; Gösterit ve Gürel, 2018). Koloninin satışa sunulduğundaki özellikleri, kullanıldığı seranın kalitesi, sera içi çevre koşulları, hastalıklar ve zararlılar gibi faktörlerin yanı sıra özellikle zirai mücadele amacıyla kullanılan kimyasallar kolonilerin tozlaştırma performanslarını etkilemektedir (Gürel ve ark., 2011).

Genel olarak değerlendirildiğinde bitkisel üretimde zararlılara karşı kullanılan pestisitler bir taraftan tarlacı arılarda ölüm, yön bulma kabiliyetinin kaybolması, hafıza-öğrenme kaybı gibi etkiler oluşturabildiği gibi, diğer taraftan tarlacı bireyler ile koloniye taşınarak kuluçka faaliyetini olumsuz etkileyebilmekte ve kolonilerin tozlaşma performansında kayıplara yol açmaktadırlar (Johnson ve ark., 2010; Migdal ve ark., 2018). Örtü altı yetiştiricilikte bombus arılarını olumsuz etkileyen farklı etki şekillerine sahip çok sayıda pestisit kullanılmaktadır. Sentetik piretroidler grubunda yer alan ve geniş spektrumlu olduğu için tarımsal mücadele kapsamında yaygın şekilde

kullanılan deltamethrin kontakt ve mide etkili olup, tüm piretroidler gibi sinir sodyum kanallarının çalışmasını önleyerek arılar üzerinde olumsuz etkilere yol açarlar (Dai ve ark., 2010; Aljedani, 2017). Bu araştırma, bal arıları için toksik etkisi farklı araştırmacılar tarafından bildirilen ve örtü altı yetiştiricilikte değişik zararlılara karşı mücadelede kullanılan deltamethrin etken maddeli pestisitlerin seralarda tozlaşma amacıyla kullanılan *B. terrestris* kolonileri üzerine olası olumsuz etkilerinin laboratuvar koşullarında mikro koloniler kullanılarak belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Arı materyali ve kimyasal madde

Bombus terrestris işçi arılarında yumurtalık gelişimi ana arının olmadığı sosyal koşullarda ortalama 10 günlük yaşta başlamaktadır (Gösterit ve ark., 2016). Bu bilgi ışığında çalışmanın arı materyalini kontrollü koşullarda yetiştirilen *B. terrestris* kolonilerinde üretilen 8-12 günlük yaştaki işçi arılar oluşturmuştur. Kimyasal madde olarak ise örtü altı yetiştiricilikte zararlılarla mücadele amacıyla kullanılan ve tavsiye edilen dozu 100 mililitre/100 litre su olarak uygulanan deltamethrin etken maddeli bir insektisit kullanılmıştır. Araştırmanın bütün aşamaları bombus arısı yetiştiriciliğinde standart olarak uygulanan çevre koşullarında (sıcaklık: 27-28°C; oransal nem: %50-55) gerçekleştirilmiştir.

Mikro kolonilerinin oluşturulması

Deltamethrin'in olumsuz etkisinin belirlenmesi amacıyla koloninin tamamının kullanılması yerine, Klinger ve ark. (2019) tarafından etkili bir yöntem olarak önerilen mikro koloni yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda araştırma amaçlı yetiştirilen farklı *B. terrestris* kolonilerinden kuluçka döneminin sonuna yaklaşmış işçi arı pupaları ayrı kutulara transfer edilmiş ve pupaların ergin hale gelmesi beklenmiştir. Bu yetiştirme kutularına ana arı boyama kalemi ile göğüs bölümlerinden işaretlenen 25 adet bakıcı işçi arı ilave edilmiştir. Bu sayede kutularda yeni ergin hale gelen ve mikro kolonilerin oluşturulacağı genç işçi arılar pupaların bakımı için kullanılan yaşı bilinmeyen bakıcı işçi arılardan ayırt edilebilmiştir. Pupa transferinden 5 gün sonra yapılan kontrolde ergin hale gelen genç işçi arılar kutulardan alınarak farklı kutularda 7 gün daha tutulmuşlardır. Gerek pupaların gerekse genç işçi arıların konulduğu yetiştirme kutularına arıların beslenmesi amacıyla şeker şurubu ve polen verilmiştir. Bu şekilde elde edilen ve yaşları 8-12 gün arasındaki işçi arılardan rastgele seçilen 5 adet işçi arı özel olarak hazırlanmış 8x8x6 cm ebatlarındaki kutulara konularak mikro koloniler oluşturulmuştur.

Deneme gruplarının oluşturulması ve mikro kolonilerin bakımı

Hazırlanan 50 adet mikro koloni her birinde 10 koloni olacak şekilde rastgele 5 gruba ayrılmış ve deneme grupları oluşturulmuştur. Bütün gruplarda yer alan mikro koloniler polen

ve deltamethrin etken maddeli insektisit tavsiiye edilen dozunu farklı oranlarda (0-kontrol, 1/1000, 1/100, 1/10, 1/1) içeren farklı şeker şurupları ile beslenmişlerdir. Deltamethrin içermeyen (0) şeker şurubu ile beslenen grup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Şurup şeker oranı % 50 olacak şekilde toz şeker kullanılarak hazırlanmıştır. Şeker şurubu ve polen bütün gruplardaki mikro kolonilere ad libitum olarak sağlanmıştır. Bütün gruplarda kolonilere verilen şeker şurupları bozulma ihtimali dikkate alınarak haftalık olarak yenilenmiştir. Mikro kolonilerin bakımı ve kontrolü 6 hafta devam etmiştir.

Elde edilen veriler ve istatistikî analiz

Deneme gruplarında yer alan mikro kolonilerin haftada 2 kez kontrol edildiği araştırmada kolonilerde ölen işçi arı sayısı ve ölüm zamanları, ilk yumurta hücresinin görülmesine kadar geçen süre (ilk yumurtlama zamanı), yumurta dönemi başlangıcından ilk erkek arı pupasının görülmesine kadar geçen süre (yumurta ve larva dönemleri için geçen süre), erkek arı pupa süresi, yumurta dönemi başlangıcından ilk erkek arı çıkışına kadar geçen süre (erkek arı toplam kuluçka gelişim süresi) ve altı hafta sonunda üretilen toplam ergin birey sayısı gibi kullanılan insektisitten etkilenebilecek bazı veriler elde edilmiştir. Bunlara ilave olarak 6. hafta sonunda her grup için 5 koloni belirlenerek bu kolonilerden alınan 5'er adet erkek arının ağırlığı da belirlenmiştir. Veriler Minitab (versiyon 16.2.4) istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği

test edilmiş ve normal dağılım göstermeyen verilere karekök transformasyonu uygulanmıştır. Gruplar ölçülen özellikler bakımından tek yönlü varyans analizi ve Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma süresince deneme gruplarındaki mikro kolonilerde belirlenen haftalık kümülatif ölen işçi arı sayılarına ilişkin veriler Tablo 1’de verilmiştir. Bulgular; deltamethrin’in önerilen dozu dışındaki diğer dozları içeren şeker şurubu ile beslenen mikro kolonilerde, bu dozların ergin işçi arı ölümü üzerine etkisinin önemsiz olduğunu göstermiştir. Buna karşın önerilen dozu oranında deltamethrin içeren şeker şurubu ile beslenen grupta işçi arılarda istatistiki olarak önemli düzeyde fazla ölüm gerçekleştiği belirlenmiştir ($P<0.01$). Diğer gruplar arasında işçi arı ölümü bakımından gözlemlenen farklılık ise önemli bulunmamıştır. Deltamethrin’in önerilen dozunu içeren şeker şurubu ile beslenen mikro kolonilerde yer alan işçi arıların neredeyse tamamı ilk haftada ölmüştür. Üçüncü hafta sonunda ise bu kolonilerde hiç işçi arı kalmamıştır.

Araştırma gruplarında işçi arıların yumurtlama ve ilk erkek arı çıkış zamanı değerleri ile deneme sonunda üretilen toplam ergin birey (erkek arı) sayısına ilişkin değerler elde edilmiştir (Tablo 2). Şeker şurubuna önerilen dozun 0, 1/1000 ve 1/100 oranında deltamethrin ilave edilen gruplardaki bütün kolonilerde, 1/10 oranında deltamethrin ilave edilen

grupta 9 kolonide yumurta hücresi görülürken, önerilen doz oranında deltamethrin ilave edilen grupta sadece 2 kolonideki işçi arıların yumurtladığı belirlenmiştir. Yumurtlama oranı diğer gruplara göre önemli düzeyde düşük olan son grupta (1/1) yer alan bu kolonilerdeki bütün işçi arılar ölmüş, dolayısıyla kolonilerde ergin birey gelişimi olmamıştır ($P<0.01$). Diğer 4 grup arasında ise deneme süresi olan 6 hafta sonunda mikro kolonilerde üretilen ergin birey sayısı bakımından istatistiki olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Bal arıları gibi tam başkalaşım geçiren bombus arıları da kuluçka aşamasında yumurta, larva ve pupa dönemleri sonunda ergin hale gelirler. Ancak bal arılarının aksine bombus arılarında bu aşamaların süreleri bakımından bireyler arasında varyasyon görülmektedir. Araştırmada deltamethrin etken maddeli pestisitinin bombus arılarında bireylerin kuluçka sürelerini etkileyip etkilemediğine ilişkin veriler Şekil 1’de görülmektedir. Elde edilen verilere göre; normal yetiştirme koşullarında (kontrol grubu) *Bombus terrestris* arısında erkek arıların yumurta + larva dönemi, pupa dönemi ve toplam kuluçka dönemi için gerekli süreler sırasıyla 16.44 ± 2.56 gün, 12.13 ± 2.03 gün ve 28.88 ± 3.64 gün olarak belirlenmiştir. Pestisitinin önerilen dozunu içeren şeker şurubu ile beslenen grupta ergin arı gelişimi olmamıştır. Diğer gruplarda ise, erkek arıların kuluçka gelişim süreleri bakımından gözlenen farklılık önemsiz bulunmuştur.

Tablo 1. Mikro kolonilerde ölen işçi arı sayıları için haftalık kümülatif değerler

Table 1. Weekly cumulative values for the number of dead workers in microcolonies

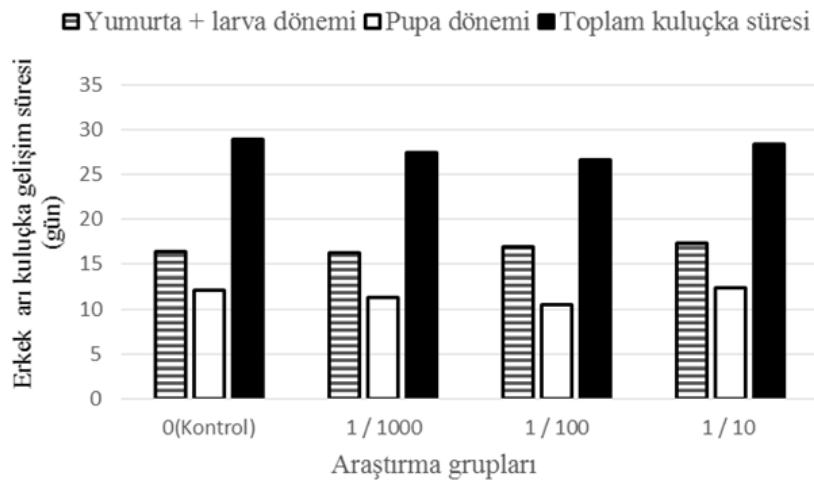
Haftalar	Araştırma grupları				
	0 (kontrol)	1/1000	1/100	1/10	1 / 1
1. hafta	1.89±0.93 (9)a	1.60±0.89 (5)a	1.67±0.82 (6)a	1.89±1.05 (9)a	4.10±1.10 (10)b
2. hafta	2.33±1.00 (9)a	2.00±0.93 (8)a	2.00±0.76 (8)a	2.10±1.37 (10)a	4.80±0.42 (10)b
3. hafta	2.44±1.13 (9)a	2.00±1.12 (9)a	2.00±0.76 (8)a	2.20±1.32 (10)a	5.00±0.00 (10)b
4. hafta	2.80±1.23 (10)a	1.90±1.10 (10)a	2.11±0.78 (9)a	2.30±1.34 (10)a	5.00±0.00 (10)b
5. hafta	3.00±1.15 (10)a	2.00±1.05 (10)a	2.44±0.73 (9)a	2.50±1.43 (10)a	5.00±0.00 (10)b
6. hafta	3.00±1.15 (10)a	2.10±1.29 (10)a	2.44±0.73 (9)a	2.50±1.43 (10)a	5.00±0.00 (10)b

a, b: aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0,01); Ort. ± Standart sapma (n)

Tablo 2. Kolonilerde ilk yumurtlama zamanı, ilk erkek arı çıkış zamanı ve altı hafta sonunda üretilen toplam ergin birey sayısı değerleri

Table 2. Colony initiation time, timing of first male emergence and number of males produced during six weeks in colonies

Gruplar	İlk yumurtlama zamanı (gün)		İlk erkek arı çıkış zamanı (gün)		Üretilen ergin birey sayısı (adet)	
	n	Ort.±standart sapma	n	Ort.±standart sapma	n	Ort.±standart sapma
0 (kontrol)	10	9.20±4.47	8	36.88±3.68	8	8.38±5.07
1/1000	10	7.70±2.21	9	34.44±2.42	9	11.22±5.12
1/100	10	8.80±3.01	9	35.22±4.09	9	12.78±9.69
1/10	9	8.22±2.54	6	36.00±3.47	6	10.50±4.04
1/1	2	7.00±0.00	0	-	0	-



Şekil 1. Farklı deneme gruplarında erkek arılar için belirlenen kuluçka gelişim süreleri

Figure 1. Brood development duration for males in different experimental groups

Deltamethrin'in *B. terrestris* kolonilerinde kuluçka gelişimi üzerine etkisini belirlemek için araştırmada ergin

birey ağırlıklarına ilişkin veriler de elde edilmiştir. Bu amaçla her deneme grubunda 5 koloniden 5'er adet olacak

şekilde grup başına 25 adet erkek arıya ait ağırlıklar belirlenmiştir (Tablo 3). *B. terrestris* kolonilerinde birçok özellik bakımından gözlenen farklılığın erkek arı ağırlığı bakımından da gözleendiği, normal yetiştirme koşullarında (kontrol grubu) kolonilerde üretilen erkek arıların ağırlığının ortalama 0.258 ± 0.070 gram olduğu ve bu değerin 0.139 gram ile

0.412 gram gibi geniş bir aralıkta değişim gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmada ergin erkek arı üretiminin gerçekleştiği gruplarda erkek arı ağırlığı bakımından gözlenen farklılık önemsiz bulunmuş ve deltamethrin bu gruplar için erkek arı ağırlığını önemli düzeyde etkilememiştir.

Tablo 3. Farklı gruplardaki kolonilerde üretilen erkek arıların ağırlıkları (gram)

Table 3. Weight of males produced in different experimental groups (gram)

Gruplar	n	Ort.±Standart sapma	Min.	Max.
0 (kontrol)	25	0.258±0.070	0.139	0.412
1/1000	25	0.302±0.056	0.178	0.438
1/100	25	0.276±0.051	0.176	0.383
1/10	25	0.287±0.068	0.189	0.436
1/1	-	-	-	-

Arı popülasyonlarını olumsuz etkileyen faktörler değerlendirilirken habitat kayıpları, yabancı türler, hastalıklar ve zararlılar ve iklimsel değişikliklerin etkilerinin yanında pestisit kullanımının etkileri de titizlikle incelenmektedir (Brown ve Paxton, 2009; Goulson ve ark., 2015). Farklı pestisitlerin gerek kültüre alınan gerekse yabancı arı popülasyonları üzerine etkilerinin incelendiği bilimsel makalelerde pestisitlerin zararlı etkileri ile ilgili önemli bulgular tespit edilmiştir (Dai ve ark., 2010; Johnson ve ark., 2010; Sponsler ve ark., 2019). Yetiştiriciliği yapılan arı türleri denilince bal arılarından sonra ilk akla gelen arı türü olan *B. terrestris* türü arılar yaklaşık 30 yıla yakın bir süreden beri dünyada özellikle örtü altı yetiştiricilikte tozlaşmanın vazgeçilmez bir unsuru olarak değerlendirilmektedir (Velthuis ve van Doorn, 2006; Gösterit ve Gürel,

2018).

Tozlaşma amacıyla kullanılan bombus arısı kolonilerinin tozlaşma açısından yetersizliği doğrudan çiftçilerin ekonomik kaybına neden olmaktadır. Üretimden kaynaklanan kalite eksikliği kolonilerin tozlaşma performansını etkileyen bir faktör olmakla birlikte, örtü altı yetiştiricilikteki uygulamalar çoğu zaman bunun önüne geçmektedir. Özellikle zirai mücadele amacıyla kullanılan pestisitlerin bombus arılarına zarar verdiği ve sonuçta arıların tozlaşma performansını etkilediği bilinmektedir (Gürel ve ark., 2011). Pestisitlere doğrudan temas sonucu maruz kalan bombus arılarında işçi arı ölümleri gerçekleşmektedir (Gradish ve ark., 2010). Pestisitler arılarda ömür uzunluğunda kısalma, davranışlarda değişiklikler, polen toplama etkinliğinde azalma ve anormal gelişim özellikleri

gibi sublethal etkilere de yol açmaktadır (Morandin ve ark., 2005; Klinger ve ark., 2019). Araştırmadan elde edilen sonuçlar literatür bildirişlerini desteklemekte olup, bulgular pestisitlerin bombus arısı kolonilerinin tozlaştırma yeteneklerini etkileyebileceğini göstermektedir. Bombus arısı üreticileri koloniler ile birlikte seralarda kullanılan ilaçların arılara etki sürelerini içeren broşürleri de çiftçilere vermekte ve arıların pestisitlerden en az zararı görmeleri için çaba harcamaktadırlar. Pestisit uygulamasından önce seradan uzaklaştırılan koloniler ilacın etki süresi dolduğunda tekrar seraya yerleştirilmektedir. Bu nedenle tozlaşma amacıyla bombus arısı kullanılması aynı zamanda daha az zehir etkili ilaçların kullanılmasını da teşvik etmektedir. Ancak, tozlaşmanın gerçekleşmesi ve zararlılarla mücadelenin gerekliliği çoğu zaman arıların zarar görme riskini gölgede bırakabilmekte ve koloniler pestisitlere maruz kalabilmektedirler.

Sonuç

Pestisitlerin arılara etkileri ile ilgili çalışmalar daha çok bal arıları üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak, bal arıları ve bombus arıları arasında pestisitlere duyarlılık bakımından farklılık oluşturabilecek fizyolojik ve davranış farklılıkları söz konusu olup, bu çalışmada örtü altı yetiştiricilikte zararlılara karşı mücadelede kullanılan deltamethrin'in farklı dozlarının *Bombus terrestris* arısına olumsuz etkileri incelenmiştir. Deltamethrin'in önerilen dozuna maruz kalan mikro kolonilerde işçi arıların ani şekilde etkilendiği görülürken, düşük dozlarda olumsuz

etkiler daha az gözlenmiştir. Çalışma mikro koloni yönteminin pestisitlerin bombus arılarına etkilerinin belirlenmesi için faydalı ve geçerli bir uygulama olduğunu da göstermiştir. Sonuç olarak; örtü altı yetiştiricilikte çiftçilerin kendi üretim programlarını ve elde edecekleri ekonomik kazançları olumsuz etkilemeyecek şekilde, ilaçlama programlarında pestisitlere etki mekanizmaları ve hedef dışı organizmalara etkilerini göz önünde bulundurarak yer vermeleri aynı zamanda tozlaşma amacıyla kullanılan bombus arılarından etkili bir şekilde faydalanılması açısından da önemlidir.

Kaynaklar

- Aljedani, D. M. 2017. Effects of abamectin and deltamethrin to the foragers honeybee workers of *Apis mellifera jemenatica* (Hymenoptera: Apidae) under laboratory conditions. Saudi J. Biol. Sci. 24:1007–1015. doi:10.1016/j.sjbs.2016.12.007
- Andrikopoulos, C. J., and J. H. Cane, 2018. Comparative pollination efficacies of five bee species on raspberry. J. Econ. Entomol. 111:2513–2519. doi:10.1093/jee/toy226
- Aslan, C. E., C. T. Liang, B. Galindo, K. Hill and W. Topete, 2016. The role of honey bees as pollinators in natural areas. Nat. Areas J. 36:478–488. doi:10.3375/043.036.0413
- Brown, M. J. F. and R. J. Paxton, 2009. The conservation of bees: a global perspective. Apidologie. 40:410–416. doi:10.1051/apido/2009019

- Dai, P., Q. Wang, J. Sun, F. Liu, X. Wang, Y. Wu and T. Zhou, 2010. Effects of sublethal concentrations of bifenthrin and deltamethrin on fecundity, growth, and development of the honeybee *Apis mellifera ligustica*. Environ. Toxicol. Chem. 29:644–649. doi:10.1002/etc.67
- Gallaia, N., J. M. Salles, J. Settele and B. E. Vaissierea, 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecol. Econ. 68:810–821. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.06.014
- Goulson, D., E. Nicholls, C. Botías and E. L. Rotheray, 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. Science. 347:1255957. doi:10.1126/science.1255957
- Gösterit, A., Gürel, F., Alagöz, M. and M. Türk, 2017. Determination of pollination effectiveness of different pollinators on alfalfa in Lakes Region of Turkey. 45th Apimondia International Apicultural Congress, September 29 – October 4, İstanbul, Turkey.
- Gösterit, A. ve F. Gürel, 2018. The role of commercially produced bumblebees in good agricultural practices. Sci. Papers Ser D. Anim Sci. 61:201–204.
- Gosterit, A., O. Koskan and F. Gurel, 2016. The relationship of weight and ovarian development in *Bombus terrestris* L. workers under different social conditions. J. Apic. Sci. 60:51–57. doi:10.1515/JAS-2016-0016
- Gradish, A. E., C. D. Scott-Dupree, L. Shipp, C. R. Harris and G. Ferguson, 2010. Effect of reduced risk pesticides for use in greenhouse vegetable production on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae). Pest Manag. Sci. 66:142–146. doi:10.1002/ps.1846
- Gürel, F., A. Gösterit ve A. B. Karşlı, 2011. Sera koşullarının *Bombus terrestris* L. kolonilerinin tozlaşma performansına etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi. 28:47–55.
- Hausmann, S. L., J. S. Petermann and J. Rolff, 2015. Wild bees as pollinators of city trees. Insect Conserv. Diver. 9:97–107. doi:10.1111/icad.12145
- Holden, C. 2006. Report warns of looming pollination crisis in North America. Science, 314:397. doi:10.1126/science.314.5798.397
- Johnson, R., M. D. Ellis, C. A. Mullin and M. Frazier, 2010. Pesticides and honey bee toxicity - USA. Apidologie. 41:312–331. doi:10.1051/apido/2010018
- Klein, A. M., B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen and T. Tscharntke, 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proc. R. Soc. B-Biol. Sci. 274:303–313. doi:10.1098/rspb.2006.3721
- Klinger, E. G., A. A. Camp, J. P. Strange, D. Cox-Foster and D. M. Lehmann, 2019. *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) microcolonies as a tool for

- biological understanding and pesticide risk assessment. *Environ. Entomol.* 48:1249–1259. doi:10.1093/ee/nvz117
- Migdal, P., A. Roman, E. Popiela-Pleban, M. Kowalska-Goralska and S. Opalinski, 2018. The impact of selected pesticides on honey bees. *P. J Environ. Stud.* 27:787–792. doi:10.15244/pjoes/74154
- Morandin, L. A., M. L. Winston, M. T. Franklin and V. A. Abbott, 2005. Lethal and sub-lethal effects of spinosad on bumble bees (*Bombus impatiens* Cresson). *Pest Manag. Sci.* 61:619–626.
- Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger and W. E. Kunin, 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25:345–353. doi:10.1016/j.tree.2010.01.007
- Powney, G. D., C. Carvell, M. Edwards, R. K. A. Morris, H. E. Roy, B. A. Woodcock and N. J. B. Isaac, 2019. Widespread losses of pollinating insects in Britain. *Nat. Commun.* 10:1–6. doi:10.1038/s41467-019-08974-9
- Sponsler, D. B., C. M. Grozinger, C. Hitaj, M. Rundlöf, C. Botías, A. Code, E. V. Lonsdorf, A. P. Melathopoulos, D. J. Smith, S. Suryanarayanan, W. E. Thogmartin, N. M. Williams, M. Zhang and M. R. Douglas, 2019. Pesticides and pollinators: A socioecological synthesis. *Sci. Total Environ.* 662:1012–1027. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.01.016
- Türk, M., Gösterit, A., Alagöz, M. ve İ.Y. Buluş, 2018. Korunga tohum üretiminde bal arıların rolü. 6. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi, 15-19 Ekim, Muğla.
- Velthuis, H. H. W. and V. A. A. Doorn, 2006. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie.* 37:421–425. doi:10.1051/apido:2006019
- Wahengbam, J., A. M. Raut, S. Pal and A. N. Banu, 2019. Role of bumble bee in pollination. *Annals of Biology.* 35:290–295.
- Witter, S., P. Nunes-Silva, B. B. Lisboa, F. P. Tirelli, A. Sattler, S. B. Hilgert-Moreira and B. Blochtein, 2015. Stingless bees as alternative pollinators of canola. *J. Econ. Entomol.* 108:880–886. doi:10.1093/jee/tov096