



Farklı Yaşlardaki *Bombus terrestris* L. İşçi Arılarında Chlorantraniliprole ve Flubendiamide'nin Akut Toksisitesinin Değerlendirilmesi

İsmail Yaşhan BULUŞ^{1*}, Asiye UZUN YİĞİT², Ozan DEMİRÖZER², Ayhan GÖSTERİT¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Isparta-Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Isparta-Türkiye

*Sorumlu yazar: ismailbulus@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 09/07/2021

Kabul tarihi: 27/08/2021

Anahtar Kelimeler: *Bombus terrestris*,
Chlorantraniliprole, *Flubendiamide*, *Tuta absoluta*

ÖZET

Örtü altı domates yetiştiriciliğinde tozlaşmanın sağlanması amacıyla kullanılan *Bombus terrestris* L. kolonilerinde, koloninin ihtiyacı doğrultusunda tarlacılık faaliyetinde yer alan farklı yaştaki işçi arılar kullanılan kimyasallara maruz kalması kolonilerin tozlaştırma performansını etkileyebilmektedir. Bu nedenle zararlılar ile mücadelede kullanılan kimyasalların farklı yaştaki bombus arıları üzerine etkisinin bilinmesi kolonilerden tozlaşma amacıyla etkin bir şekilde yararlanılması açısından da önemlidir. Bu çalışma domates yetiştiriciliğinde *Tuta absoluta* (Meyrick) zararlısına karşı yoğun olarak tercih edilen Chlorantraniliprole (Altacor) ve Flubendiamide (Takumi) etken maddeli insektisitlerin tavsiye edilen dozlarının (sırasıyla; 12 g/100 L su ve 15 g/100 L su) farklı yaşlardaki *B. terrestris* işçi arıları üzerine etkisinin araştırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. İnsektisitler 1, 3, 7 ve 10 günlük yaştaki işçi arılara püskürtme yöntemi ile uygulanmıştır ve her bir yaş grubunda 15'er adet olmak üzere toplam 60 mikro koloni hazırlanmıştır. İnsektisitlere maruz kalan işçi arılar ile oluşturulan mikro koloniler 1., 3., 5. ve 7. günlerde kontrol edilmiş ve ölen işçi arı sayıları kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde tüm yaş ve ilaç gruplarında toplam işçi arı ölüm oranı %25'in altında kalmış ve Uluslararası Biyolojik Mücadele Organizasyonu (IOBC) toksisite skalasına göre, çalışmada kullanılan Chlorantraniliprole ve Flubendiamide etken maddeli bitki koruma ürünlerinin farklı yaşlardaki *B. terrestris* işçi arıları için zehirsiz olduğu belirlenmiştir.

Assessing the acute toxicity of Chlorantraniliprole and Flubendiamide in *Bombus terrestris* Workers of Different Ages.

ARTICLE INFO

Received: 09/07/2021

Accepted: 27/08/2021

Keywords: *Bombus terrestris*,
Chlorantraniliprole, *Flubendiamide*, *Tuta absoluta*

ABSTRACT

Bombus terrestris colonies are used for pollination in greenhouse tomato cultivation. Different-ages workers in these colonies involved in foraging activities in line with the necessities of the colony face the risk of exposure to chemicals used. Therefore, exposure of forager workers to chemicals directly and other individuals in the colony indirectly may affect the pollination performance of colonies. For this reason, knowing the effect of chemicals used in pest control on bumblebees is also important in terms of effectively benefiting from colonies for pollination. This study was carried out to investigate the effects of the recommended doses of insecticide active ingredients with Chlorantraniliprole and Flubendiamide (12 g/100 L water and 15 g/100 L water, respectively), which are highly preferred against *Tuta absoluta* pest in tomato cultivation, on *B. terrestris* worker bees of different ages. Insecticides were applied to workers of 1 day, 3 days, 7 days, and 10 days of age by spraying method and the total of 60 microcolonies were prepared, 15 each in each age group. Microcolonies formed by workers exposed to insecticides were checked on the 1st, 3rd, 5th, and 7th days and the number of dying worker bees was recorded. When the results were examined, the total workers mortality rate in all age and experiment groups remained below 25%. According to the International Organization for Biological Control (IOBC) toxicity scale, plant protection products with the active ingredient Chlorantraniliprole and Flubendiamide used in the study were found to be non-toxic to *B. terrestris* worker bees of different ages.

1. Giriş

Hymenoptera takımında yer alan arıların bugüne kadar yaklaşık 20 bin türü tanımlanmıştır (Aguiar vd., 2013). Bu türler içerisinde tozlayıcı olarak yaşamlarını sürdüren bal arısı ve bombus arısı gibi türler doğal ve kültüre alınmış çiçekli bitkilerin neslinin devam etmesinde ve bu döngünün sürdürülebilir olmasında önemli rol

oynamaktadırlar. Her ne kadar bal arıları tozlayıcı böcekler içerisinde en etkili grubu oluştursa da özellikle örtü altı yetiştiricilikte bombus arılarının önemli ve etkin bir tozlayıcı olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Kwon & Saeed, 2003; Ahmad vd., 2015).

Bombus arılarının yaklaşık 250 türü bulunmaktadır (William, 1998). Diğer bombus türlerine göre gerek

kalabalık koloni yapısı gerekse de tarlacılık performansı bakımından *Bombus terrestris* L. tozlaşma amacıyla daha çok tercih edilmektedir (Velthuis & van Doorn, 2006). Bu tür başta domates olmak üzere birçok meyve ve sebzenin tozlaşmasında etkin rol oynamaktadır. Ülkemizin güneybatı sahil bölgelerinde seracılığın diğer bölgelere kıyasla daha fazla gelişmiş olması ve gelişme hızının artarak devam etmesi nedeniyle *B. terrestris* kolonilerinin kullanım ihtiyacı da her geçen gün artmaktadır. Türkiye’de bir yılda tozlaşma amacıyla kullanılan koloni sayısı 2010 yılında 150 bin adet iken, bu rakam 2018 yılında yaklaşık 300 bin adet olarak bildirilmiştir (Gösterit & Gürel, 2010; 2018).

Yıllar içerisinde bombus arısı kullanımının önemini anlayan örtü altı yetiştiricileri, bir yandan da hastalık ve zararlılara karşı çeşitli bitki koruma ürünlerini kullanmaktadırlar. Bazı bitki koruma ürünleri doğrudan tarlacı işçi arılara ya da tarlacı işçi arılar ile taşıyıp kolonideki diğer bireylere zarar vererek kolonilerin tozlaştırma performansını etkileyebilmektedir (Brittain & Potts, 2011; Whitehorn vd., 2012; Gradish vd., 2019). Domateste çok önemli ekonomik kayıplar yaşanmasına yol açan ve ülkemizde ilk kez 2009 yılında İzmir’de görülen *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) çok hızlı bir şekilde Türkiye’nin dört bir yanına hızla yayılmıştır (Erlar vd., 2010; Kılıç, 2010; Ünlü, 2011; Portakaldalı vd., 2013; Canbay vd., 2014). Domates yaprak güvesi olarak bilinen *T. absoluta* ile ciddi mücadele edilmemesi %80-100'lere varan ürün kaybı ile sonuçlanabilmektedir (Mamay & Yanık, 2012). Bu kayıpların önüne geçilmesi için *T. absoluta* ile mücadele amacıyla yaygın olarak Chlorantraniliprole ve Flubendiamide etken maddeli bitki koruma ürünleri kullanılmaktadır (Abbes vd., 2012; Roditakis vd., 2013, 2015; Kirubhadharsini vd., 2019). Ancak, bu insektisitler, böceklerde ryanodine alkaloidinin reseptörünün aktive edilmesine yol açmaktadır (Roditakis vd., 2013). Ryanodine reseptörler özellikle kas kontrolünde olmak üzere birçok hücre fonksiyonlarında görev alan kalsiyumun kontrollü olumsuz salınımını etkilemektedir. Bu kimyasallara maruz kalan böceklerde depolanmış kalsiyum salınımı kontrol edilemediğinden kaslarına hükmedemezler. Sonuçta beslenmeyi bırakma, uyusukluk, felç ve ölüm gibi durumlar gözlenmektedir (Lahm vd., 2005).

Bal arılarının aksine bombus arılarında yaşa bağlı görev dağılımı olmadığından pupa aşamasından ergin olarak yeni çıkmış genç işçi arılar da koloninin ihtiyacı doğrultusunda tarlacılık faaliyetinde yer alabilmektedir (Tobback vd., 2011; Gill & Raine, 2014). Dolayısıyla örtü altı yetiştiricilikte kullanılan diğer bitki koruma ürünlerinde olduğu gibi *T. absoluta*'ya karşı yapılan mücadele esnasında farklı yaşlardaki işçi arıların bu bitki koruma ürünlerine maruz kalabilme ihtimali bulunmaktadır. Buna ek olarak, çeşitli pestisitlerin toksik etkilerinin bombus arıları gibi hedef dışı tozlayıcılar üzerindeki olumsuz etkilerinin belirlenmesi, tozlayıcı böceklerin korunması ve bu konudaki sürdürülebilirliğin sağlanması bakımından oldukça önemlidir (Gradish vd., 2009; Mommaerts & Smaghe, 2011). Bu çalışma örtü altı domates

yetiştiriciliğinde önemli zararlılardan birisi olan *T. absoluta*'ya karşı sıklıkla kullanılan ve diamitler olarak adlandırılan kimyasal grubundaki sinir ve kas sistemi üzerinde etkili Chlorantraniliprole ve Flubendiamide etken maddeli insektisitlerin farklı yaşlara sahip bombus işçi arıları üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Araştırma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bombus Arısı Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın kimyasal materyalini %35 Chlorantraniliprole WG (İlaç ticari ismi: Altacor, FMC Turkey) ve %20 Flubendiamide WG (İlaç ticari ismi: Takumi, HEKTAŞ) etken maddeli insektisitler oluşturmuştur. Araştırmanın arı materyali olan farklı yaşlara sahip *Bombus terrestris* işçi arıların temini için laboratuvarda yetiştirilen koloniler kullanılmıştır. Farklı yaşlarda işçi arı temini için geniş larva ve pupa alanı olan 25 adet koloni seçilmiştir. Bu kolonilerdeki kuluçka alanları alınarak boş yetiştirme kutularına konulmuş ve kuluçka bakım faaliyetleri için kutulara 25'er adet bakıcı *B. terrestris* işçi arısı ilave edilmiştir. Bu bakıcı işçi arılar pupalardan ergin hale gelen işçi arılardan ayırt edilebilmeleri için torakslarının dorsal kısmından ana arı boyama kalem ile markalanmıştır. Farklı kolonilerin kuluçka alanları ve markalı işçi arılar ile oluşturulan bu yapay kolonilere 50 briks normal şeker şurubu ve taze polen *ad-libitum* olarak verilmiştir. Koloniler dört gün boyunca her gün kontrol edilerek günlük işçi arılar alınmış ve her güne ait işçi arılar farklı kutularda beslenmeye devam edilmiştir. Böylece yaşı tam olarak bilinen dört farklı işçi arı grubu oluşturulmuştur. Birinci gün toplanan işçi arılar 10 günlük yaş, ikinci gün toplanan işçi arılar 7 günlük yaş, üçüncü gün toplanan işçi arılar 3 günlük yaş, dördüncü gün toplanan işçi arılar ise 1 günlük yaş gruplarını oluşturacak şekilde araştırma planlanmıştır.

Çalışmada insektisitlerin bombus işçi arılarına etkisi, pestisit risk analizi amacıyla sıklıkla tercih edilen mikro koloni yöntemi ile araştırılmıştır (Klinger vd., 2019). Bu amaçla dört farklı işçi arı yaşı için 15 adet mikro koloni hazırlanmıştır (Toplam 60 mikro koloni; 1, 3, 7 ve 10 günlük yaş işçi arılar için 15'er adet). Besleme bölümüne sahip ve havalandırılmalı özel kutularda (8x8x6 cm) oluşturulan her mikro koloni 10 adet işçi arıdan oluşmuştur. Araştırmada Chlorantraniliprole, Flubendiamide ve kontrol olmak üzere üç deneme grubu oluşturulmuş olup her deneme grubunda her bir yaş grubundan 5'er mikro koloni yer almıştır.

Çalışmada *Tuta absoluta* mücadelesi kapsamında kullanılan %35 Chlorantraniliprole WG (Altacor) ve %20 Flubendiamide WG (Takumi) etken maddeli insektisitlerin tavsiye edilen dozları (sırasıyla; 12 g/100 L su ve 15 g/100 L su) işçi arılara her mikro koloni için ayrı olmak üzere 1 atm'lik basınç ile 20 saniye süre boyunca püskürtülerek uygulanmıştır. Kontrol grubunu oluşturan işçi arılara ise aynı yöntem kullanılarak saf su püskürtülmüştür. Bütün gruplardaki mikro koloniler 50 briks normal şeker şurubu ile *ad-libitum* beslenmiştir. Koloniler uygulamadan sonraki 1., 3., 5. ve 7. günlerde kontrol edilerek ölen işçi

arırlara ait veriler kaydedilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilerin analizi için SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır. Çalışma gruplarının tamamında ilk kontrol günü olan 1. günde ölüm gözlenmediği için istatistiki analize dahil edilmemiştir. Verilere karekök transformasyonu uygulanarak varyans analizi yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testi uygulanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma gruplarında uygulamadan sonraki üçüncü günde ölen işçi arı sayılarına ilişkin bulgular Çizelge 1’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre her üç grupta da 7 günlük yaştaki işçi arıların ölmediği gözlemlenmiştir.

Ancak uygulamadan sonraki üçüncü gün verilerine göre Chlorantraniliprole ve Flubendiamide gruplarında gözlenen ölümlerin işçi arı yaşına göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$). Flubendiamide grubunda, ölüm sadece 1 günlük yaştaki işçi arılarda görülmüştür. Flubendiamide grubundan farklı olarak, kontrol ve Chlorantraniliprole gruplarında diğer işçi arı yaş gruplarında da ölümler gözlenmiştir. Ayrıca, uygulamadan sonraki üçüncü günde 1 günlük yaştaki işçi arı grupları için Flubendiamide ile kontrol grubu arasında, 3 günlük ve 10 günlük yaştaki işçi arı grupları için ise Chlorantraniliprole ve Flubendiamide grupları arasında işçi arı ölümleri bakımından gözlemlenen farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 1. Uygulamadan sonraki üçüncü günde ölen işçi arı sayıları (Ortalama \pm S.H.)

Table 1. Numbers of dead workers on the third day after application. (Mean \pm S.E.)

İşçi arı yaş grubu	Deneme grupları		
	Kontrol	Chlorantraniliprole	Flubendiamide
1 gün	0.200 \pm 0.200 B	1.200 \pm 0.374 a, AB	2.000 \pm 1.260 a, A
3 gün	0.800 \pm 0.583 AB	1.600 \pm 0.400 a, A	0.000 \pm 0.000 b, B
7 gün	0.000 \pm 0.000	0.000 \pm 0.000 b	0.000 \pm 0.000 b
10 gün	0.400 \pm 0.245 AB	1.200 \pm 0.490 a, A	0.000 \pm 0.000 b, B

a, b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir ($P<0.05$); A, B: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir ($P<0.05$).

Kontrol, Chlorantraniliprole ve Flubendiamide gruplarında farklı yaşlardaki *B. terrestris* işçi arılarının uygulamadan sonraki beşinci günde ölüm değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Her üç grupta farklı yaştaki işçi arı grupları arasında ölen işçi arı sayısı bakımından gözlemlenen farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Uygulamadan sonraki beşinci günde 1 günlük yaştaki işçi arı grupları için

Flubendiamide ile kontrol grubu arasında, 3 günlük yaştaki işçi arı grupları için Flubendiamide grubu ile kontrol ve Chlorantraniliprole grubu arasında, 3 günlük yaştaki işçi arı grupları için ise Chlorantraniliprole grubu ile kontrol ve Flubendiamide grubu arasında önemli farklılık belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 2. Uygulamadan sonraki beşinci günde ölen kümülatif işçi arı sayıları (Ortalama \pm S.H.)

Table 2. Cumulative numbers of dead workers on the fifth day after application (Mean \pm S.E.)

İşçi arı yaş grubu	Deneme grupları		
	Kontrol	Chlorantraniliprole	Flubendiamide
1 gün	0.200 \pm 0.200 b, B	1.200 \pm 0.490 a, AB	2.200 \pm 1.200 a, A
3 gün	2.200 \pm 0.374 a, A	1.600 \pm 0.400 a, A	0.000 \pm 0.000 b, B
7 gün	0.200 \pm 0.200 b	0.000 \pm 0.000 b	0.200 \pm 0.200 b
10 gün	0.600 \pm 0.245 b, B	1.800 \pm 0.374 a, A	0.200 \pm 0.200 b, B

a, b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir ($P<0.05$); A, B: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir ($P<0.05$).

Çalışmanın son kontrol günü olan yedinci günde *T. absoluta* mücadelesinde kullanılan Chlorantraniliprole etken maddeli bitki koruma ürününden en az etkilenen 7 günlük yaştaki işçi arılar olmuştur. Kimyasalların uygulanmasından sonraki yedinci günde bu yaş grubu ile diğer yaş grupları arasında istatistiki olarak önemli farklılık belirlenmiştir ($P<0.05$). Diğer taraftan Flubendiamide etken maddeli tarım ilacına maruz kalan işçi arılarda ise en fazla ölüm 1 günlük yaştaki işçi arılarda görülmüştür (Çizelge 3).

Chlorantraniliprole ve Flubendiamide maruz bırakılan 1 günlük yaştaki işçi arılarda kontrol grubuna göre daha fazla ölüm gerçekleşmiştir ($P<0.05$). Flubendiamide grubunda ise 3 günlük yaştaki *B. terrestris* işçi arıların kümülatif ölüm değerleri hem kontrol hem de Chlorantraniliprole gruplarına göre daha düşük bulunmuştur. Uygulamadan

sonraki yedinci günde en yüksek işçi arı ölümü Chlorantraniliprole etken maddeli tarım ilacına maruz kalan 10 günlük yaştaki işçi arı grubunda gerçekleşmiştir ($P<0.05$).

Uluslararası Biyolojik Mücadele Organizasyonu (IOBC, International Organization for Biological Control) tarafından pestisitlerin yararlı böceklere karşı toksisite skalası belirlenmiştir. Bu skalaya göre, pestisitlere maruz kalan faydalı böceklerde görülen ölümler %25’ten az ise zehirsiz (1.Sınıf), %25-50 arasında ise az zehirli (2. Sınıf), %50-75 arasında ise orta derecede zehirli (3. Sınıf), %75’ten fazla ise çok zehirli (4. Sınıf) olarak standardize edilmiştir (Sterk vd., 2002). Sunulan bu çalışmanın sonuna kadar geçen sürede ölen toplam işçi arı sayılarına ait yüzde değerleri Şekil 1’deki gibi belirlenmiştir. Elde edilen verilerin tümünde toplam işçi arı ölüm oranı %25’in altında

kalmış ve IOBC toksisite skalasına göre, çalışmada kullanılan Chlorantraniliprole ve Flubendiamide etken maddeli bitki koruma ürünlerinin tavsiye edilen

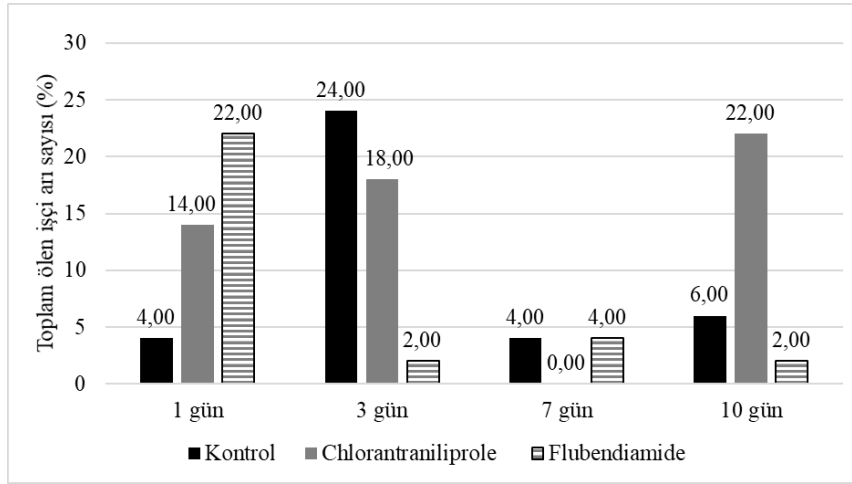
maksimum dozlarının farklı yaşlardaki *B. terrestris* işçi arıları için zehirsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Uygulamadan sonraki yedinci günde ölen kümülatif işçi arı sayıları (Ortalama±S.H.)

Table 3. Cumulative numbers of dead workers on the seventh day after application (Mean±S.E.)

İşçi arı yaş grubu	Deneme grupları		
	Kontrol	Chlorantraniliprole	Flubendiamide
1 gün	0.400 ± 0.245 b, B	1.400 ± 0.400 a, AB	2.200 ± 1.200 a, A
3 gün	2.400 ± 0.400 a, A	1.800 ± 0.374 a, A	0.200 ± 0.200 b, B
7 gün	0.400 ± 0.245 b	0.6000 ± 0.000 b	0.400 ± 0.400 b
10 gün	0.600 ± 0.245 b, B	2.200 ± 0.374 a, A	0.200 ± 0.200 b, B

a, b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$); A, B: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$).



Şekil 1. Çalışma sonunda toplam ölen işçi arı sayısı (%)

Figure 1. Total numbers of dead workers end of the experiment (%)

T. absoluta bitkilerin kök bölgesi hariç diğer tüm aksamalarında ve dönemlerinde zarar verme potansiyeli olan bir zararlıdır (Manay & Yanık, 2012). Zarar verme potansiyelinin olduğu her dönem aynı zamanda bombus arılarının kullanıldığı dönemleri de kapsamaktadır. Örtü altı domates yetiştiriciliğinde tozlaşma amacıyla kullanılan *B. terrestris* kolonilerindeki farklı yaşlardaki işçi arılar *T. absoluta* ile mücadele edilirken uygulanan bitki koruma ürünlerine dolaylı ya da doğrudan maruz kalabilmektedirler. Larson vd. (2013) bir başka bombus arısı türü olan *B. impatiens* kolonilerini Chlorantraniliprole uygulanmış ak üçgüllerin bulunduğu bir alana koymuşlar ve 6 gün sonra bu alandan uzaklaştırarak ölen ergin birey (işçi arı ve erkek arı) sayılarını kaydetmişlerdir. Elde edilen verilerden koloni başına düşen ölen ergin birey oranını %17,4 olduğunu bildirmişlerdir. Gradish vd. (2009) örtü altı sebze üretiminde kullanım için düşük riskli pestisitlerin *B. impatiens* (Hymenoptera: Apidae) üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında Imidacloprid, Abamectin, Metaflumizone ve Chlorantraniliprole'in 3 farklı dozunu (1 g/L, 0.1 g/L ve 0.01 g/L) denemiş ve bunlardan Chlorantraniliprole'un bombus arıları için zararsız olduğunu belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada ise, Chlorantraniliprole hem bal arısı hem de bombus arısı üzerinde denenmiş ve 1 litrede çözünebilen maksimum dozda (1 mg/L) bile hayatsal ve davranışsal faaliyetlerin olumsuz etkilenmediği belirlenmiştir (Dinter vd., 2009). Gradish vd. (2012) çalışmalarında bombus işçi arılarının

tarlacılık faaliyeti esnasında Flubendiamid'in tavsiye edilen dozunun 4 katını vücutlarına alsalar bile hiçbir şekilde etkilenmeyeceklerini bildirmişlerdir. Kirubhadharsini vd. (2019) Flubendiamide 20 WG'nin hedef dışı organizmalara karşı güvenliğini değerlendirdikleri çalışmada Flubendiamide'nin tavsiye edilen dozunun *Apis* türleri için güvenli olduğunu bildirmişlerdir. Daha önceki literatür bildirişlerine ek olarak, sunulan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar farklı yaşlardaki *B. terrestris* işçi arılarının da Chlorantraniliprole ve Flubendiamide'nin tavsiye edilen dozlarından etkilenmediğini ortaya koymuştur.

4. Sonuç

Doğada tozlayıcı olarak görev alan böceklerin popülasyonlarının azalmasında en önemli faktörlerden birisinin tarım ilaçları olduğu tüm dünyada kabul görmektedir. Pestisitlerin farklı arılar üzerine lethal ve sublethal etkilerinin bilinmesi arı popülasyonlarının devamlılığı açısından da kritik öneme sahiptir. Hızla artan insan nüfusunun ihtiyaçlarının karşılanması ve edinilmiş beslenme alışkanlıklarının devamı için bitkisel üretimde doğa dostu ve hedef canlı odaklı bitki koruma ürünlerinin önemi tüm dünyada artmaktadır. Sunulan bu çalışmada örtü altı domates yetiştiriciliğinin önemli zararlısı olan *T. absoluta*'ya karşı mücadelede kullanılan Chlorantraniliprole ve Flubendiamide etken maddeli bitki koruma ürünleri farklı yaşlardaki bombus işçi arıları

üzerinde uygulanarak ölüm sayıları belirlenmiş ve tüm deneme gruplarında toplam işçi arı ölüm oranı %25 altında kaldığı bulunmuştur. Elde edilen verilere göre *T. absoluta* ile mücadele kapsamında kullanılan Chlorantraniliprole ve Flubendiamide etken maddeli bitki koruma ürünlerinin tavsiye edilen dozlarında *Bombus terrestris* arılarına karşı öldürücü düzeyde zehirli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

5. Kaynaklar

Abbes, K., Harbi, A., & Chermiti, B. (2012). The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tunisia: current status and management strategies. *EPPO Bulletin*, 42(2), 226-233. <https://www.doi.org/10.1111/epp.2559>

Aguiar, A. P., Deans, A. R., Engel, M. S., Forshage, M., Huber, J. T., Jennings, J. T., Johnson, N. F., Lelej A. S., Longino J. T., Lohrmann, V., Miko, I., Ohl M., Rasmussen, C., Taeger A., & Yu, D. S. K. (2013). Order Hymenoptera. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703(1), 51-62.

Ahmad, M., Bodlah, I., Mehmood, K., Sheikh, U. A. A., & Aziz, M. A. (2015). Pollination and foraging potential of European bumblebee, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) on tomato crop under greenhouse system. *Pakistan Journal of Zoology*, 47(5), 1279-1285.

Brittain, C., & Potts, S. G. (2011). The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. *Basic and Applied Ecology*, 12(4), 321-331. <https://www.doi.org/10.1016/j.baae.2010.12.004>.

Canbay, A., Alaserhat, İ., & Tohma, Ö. (2014). Erzincan ve Iğdır illeri domates alanlarında zararlı *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) ve predatörlerinin popülasyon takibi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(2), 79-97.

Dinter A., Brugger K. E., Frost N. M., & Woodward MD (2009) Chlorantraniliprole (Rynaxypyr): a novel DuPont insecticide with low toxicity and low risk for honey bees (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus terrestris*) providing excellent tools for uses in integrated pest management. *Julius-KuhnArchiv*, 423, 84-96.

Erlar, F., Can, M., Erdogan, M., Ates, A. O., & Pradier, T. (2010). New record of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on greenhouse-grown tomato in southwestern Turkey (Antalya). *Journal of Entomological Science*, 45(4), 392-393. <https://www.doi.org/10.18474/0749-8004-45.4.392>.

Gill, R. J., & Raine, N. E. (2014). Chronic impairment of bumblebee natural foraging behaviour induced by sublethal pesticide exposure. *Functional Ecology*, 28(6), 1459-1471. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12292>

Gösterit, A., & Gürel, F. (2010). Bombus arıları ve bitkisel üretim açısından önemleri. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 4, 9-12.

Gösterit, A., & Gürel, F. (2018). The role of commercially produced bumblebees in good agricultural practices. *Scientific Papers, Series D., Animal Science*, 5, 201-204.

Gradish, A. E., Scott-Dupree, C. D., Shipp, L., Harris, C. R., & Ferguson, G. (2009). Effect of reduced risk pesticides for use in greenhouse vegetable production on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae). *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 66(2), 142-146. <https://www.doi.org/10.1002/ps.1846>.

Gradish, A. E., Scott-Dupree, C. D., Frewin, A. J., & Cutler, G. C. (2012). Lethal and sublethal effects of some insecticides recommended for wild blueberry on the pollinator *Bombus impatiens*. *The Canadian Entomologist*, 144(3), 478-486.

Gradish, A. E., Van Der Steen, J., Scott-Dupree, C. D., Cabrera, A. R., Cutler, G. C., Goulson, D., Klein O., Lehmann D. M., Lückmann J., O'Neill B., Raine N. E., Sharma B., & Thompson, H. (2019). Comparison of pesticide exposure in honey bees (Hymenoptera: Apidae) and bumble bees (Hymenoptera: Apidae): implications for risk assessments. *Environmental Entomology*, 48(1), 12-21.

Kılıç, T. (2010). First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 243-244. <https://www.doi.org/10.1007/s12600-010-0095-7>.

Kirubhadharsini, B. L., Gunasekaran, K., & Krishnamoorthy, S. V. (2019). Assessment of safety of flubendiamide 20 WG against non-target organisms. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2019; 7(6), 612-616.

Klinger, E. G., Camp, A. A., Strange, J. P., Cox-Foster, D., & Lehmann, D. M. (2019). *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) microcolonies as a tool for biological understanding and pesticide risk assessment. *Environmental Entomology*, 48(6), 1249-1259. <https://www.doi.org/10.1093/ee/nvz117>.

Kwon, Y. J., & Saeed, S. (2003). Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) on greenhouse hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Applied Entomology and Zoology*, 38(3), 275-280.

Lahm, G. P., Selby, T. P., Freudenberger, J. H., Stevenson, T. M., Myers, B. J., Seburyamo, G., Smith, B. K., Flexner, L., Clark C. E., & Cordova, D. (2005). Insecticidal anthranilic diamides: a new class of potent ryanodine receptor activators. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 15(22), 4898-4906. <https://www.doi.org/10.1016/j.bmcl.2005.08.034>.

Larson, J. L., Redmond, C. T., Potter, D. A. (2013). Assessing insecticide hazard to bumble bees foraging on flowering weeds in treated lawns. *PLoS One*, 8(6), e66375. <https://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0066375>.

Mamay, M. & Yanik, E. (2012). Şanlıurfa'da domates alanlarında Domates Güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin ergin popülasyon gelişiminin belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 2(3), 189-198.

Mommaerts, V. & Smaghe, G. (2011). Side-effects of pesticides on the pollinator *Bombus*: an overview. *In-Tech.*, 507-552

Portakaldalı, M., Öztemiz, S., Kütük, H., Büyüköztürk, H., & Ateş, A. (2013). Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın yayılış durumu. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3(3), 133-139.

Roditakis, E., Skarmoutsou, C., & Staurakaki, M. (2013). Toxicity of insecticides to populations of tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) from Greece. *Pest Management Science*, 69(7), 834-840. <https://www.doi.org/10.1002/ps.3442>.

Roditakis, E., Vasakis, E., Grispou, M., Stavrakaki, M., Nauen, R., Gravouil, M., & Bassi, A. (2015). First report of *Tuta absoluta* resistance to diamide insecticides. *Journal of Pest Science*, 88(1), 9-16. <https://www.doi.org/10.1007/s10340-015-0643-5>.

Sterk, G., Heuts, F., Merck, N., & Bock, J. (2002). Sensitivity of non-target arthropods and beneficial fungal species to chemical and biological plant protection products: results of laboratory and semi-field trials. *1st international symposium on biological control of arthropods*, 306-313.

Tobback, J., Mommaerts, V., Vandersmissen, H. P., Smaghe, G., & Huybrechts, R. (2011). Age- and task-dependent foraging gene expression in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 76(1), 30-42. <https://www.doi.org/10.1002/arch.20401>.

Ünlü, L. (2011). Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick)'nın Konya ilinde örtüaltında yetiştirilen domateslerdeki varlığı ve popülasyon değişimi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(4), 27-29.

Velthuis, H. H. & van Doorn, A. (2006). A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*, 37(4), 421-451. <https://www.doi.org/10.1051/apido:2006019>.

Williams, P. H. (1998). An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae, Bombini). *Bulletin-Natural History Museum Entomology Series*, 67, 79-152.

Whitehorn, P. R., O'Connor, S., Wackers, F. L., & Goulson, D. (2012). Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science*, 336(6079), 351-352. <https://www.doi.org/10.1126/science.1215025>.