



MAKÜ FEBED
ISSN Online: 1309-2243
<http://dergipark.gov.tr/makufebed>
DOI: 10.29048/makufebed.331868

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 8(Ek Sayı 1): 221-227 (2017)
The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University 8(Supplementary Issue 1): 221-227 (2017)

Araştırma Makalesi / Research Paper

Thiamethoxam'ın Yaban Arısı (*Vespa sp.*) Üzerine Etkisi

Ahmed KARAHAN¹, Abdurrahman GÜL², Mehmet Ali KUTLU², İsmail KARACA^{3*}

¹Çobanlar İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Afyonkarahisar

²Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Bingöl

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 31.07.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 03.11.2017

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author*): ismailkaraca@sdu.edu.tr

☎ +90 246 2118141 📠 +90 246 2114885

ÖZ

Son yıllarda artan nüfus artışı ve kentleşme, doğal bitki ve hayvan popülasyonlarını olumsuz yönde tehdit etmektedir. Bu durum endişe verici boyutlara ulaşmasına rağmen, birçok kişi bu tehdit ve azalmanın farkında olmadığı gibi nesli tükenen bitki veya hayvanlardan da haberdar değildir. Bu çalışma ülkemizde ve Avrupa'da yaygın olarak bulunan, ülkemizde sarıca arı (*Vespa sp.*), eşek arısı, üzüm arısı Avrupa'da ise sarı ceketliler olarak bilinen yaban arılar üzerine, tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan thiamethoxam etken maddeli ilacının etkisi incelenmiştir. Bu amaçla thiamethoxam'ın tarımsal alanlarda en çok kullanılan dozu ile bu dozun seyreltilmiş dozları arılara doğrudan mide yoluyla verilerek, arılardaki vücut motor hareketlerindeki değişiklikler incelenmiş ve kayıt altına alınmıştır. Yine bu arılara aynı dozlar püskürtme yöntemi ile uygulanmış ve arıların yaşam süreleri belirlenmiştir. Çalışmada thiamethoxam'ın 15 ml /100 L su dozu ve bu dozun %50 oranında seyreltilmesiyle oluşturulan 6 ayrı doz (7.5, 3.75, 1.87, 0.93, 0.46, 0.23, 0,12) 2 Molar şurup şeklinde hazırlanarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, thiamethoxam'ın tarımsal alanlarda kullanılan normal dozu ile seyreltilmiş dozlarının arıları öldürdüğü ve deney gruplarında kullanılan arıların yaşam sürelerinin kontrol grubuna göre kısaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Neonicotinoidler, Thiamethoxam, Sarıca arı, Yaban arısı, Arı ölümleri

Effect of Thiamethoxam on Wild Bees (*Vespa sp.*)

ABSTRACT

Recent increased population and globalization, have threatened inhabitants of wild plants and animals. Even though this situation is worrying, many people become neither aware of this threat and decrease, nor they know about endangered plants and animals. This study was conducted in order to examine the effects of drugs with thiamethoxam active substance on wasps that are common in both our country and Europe and that are known as yellow jacket in Europe and digger wasp in Turkey. For this purpose, wasps were directly fed with commonly used dosage of thiamethoxam in agricultural fields and diluted version of this dosage; then the changes in body motor movements were monitored and recorded. In the study, 15 ml/100-L-water dose of thiamethoxam and 6 separate doses (7.5, 3.75, 1.87, 0.93, 0.46, 0.23, 0,12) prepared by diluting this dose by %50 were used in forms of 2 molar syrup. Furthermore, the same dosages were sprayed over wasps and lifetime of wasps was determined. As a result of the study, it was concluded that normally used dosage and diluted dosage of thiamethoxam killed wasps and compared to control group, lifetime of experiment group wasps became shorter.

Keywords: Neonicotinoids, Thiamethoxam, Vespa, Wasp, Bee mortality

GİRİŞ

Arılar, doğada tarımsal ürünlerin önemli tozlayıcılarıdır (Özbek, 2010; Potts ve ark., 2010; Tüzün ve ark., 2013; Garibaldi ve ark., 2013). Dünya genelinde arı sayısında endişe verici bir azalma görülmektedir (Biesmeijer ve ark., 2006; Grixti ve ark., 2009; Whitehorn ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda bu endişe verici azalmanın sebeplerinden birinin de pestisitler olduğu tespit edilmiştir (Marletto ve ark., 2003; Potts ve ark., 2010; Mommaerts ve ark., 201; Breeze ve ark., 2014).

Yaban arıları bal arılarının, tarım bitkilerinin ya da tüm böceklerin zararlısı değildir. Doğal dengenin korunmasında yaban arılarına da ihtiyaç vardır. Çoğu zaman tarımsal alanlarında zararlı böceklerle beslendikleri için biyolojik mücadele de önemlidirler (Tolon, 1999).

Yaban arıların geniş bir besin kitlesi vardır (Schalau ve ark., 2006). Bu arılar larvalarını sinek, bal arısı, kokmuş et ve diğer bozulmuş maddelerle beslerler. Bu yönleriyle kültür bitkilerine zarar veren bazı böceklerin ortadan kaldırılmasında önemli rol üstlenirler. Yine bu arılar, larvalarını böceklerin yanı sıra bitki, örümcekler, polen ve meyve özleriyle de beslemektedirler (Pleasant, 2013). Ayrıca, bal arılarını, çekirge ve peygamberdevelerini de zorlanmadan öldürebilirler (Anonim, 2016).

Günümüz tarımında pestisitlerin kullanılması yabani tozlayıcıların sayısını azaltmakta ve bunun sonucu olarak da tarım alanları ve yabani bitki popülasyonlarında önemli ölçüde azalmalara neden olmaktadır (Free, 1992; Özbek, 1995). Yapılan bir çalışmada yabani arıların bal arılarına göre pestisitlere daha duyarlı olduğu belirlenmiştir (Yıldırım, 2012). Tarımsal mücadele amaçlı kullanılan pestisitlerin büyük bir kısmı yararlı böcekler için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Carreck, 2015).

Neonicotinoidler sistemik pestisitler olup, tarım alanlarında böceklere karşı mücadelede yaygın olarak kullanılmaktadır (Jeschke ve ark., 2011; Rondeau ve ark., 2014; Karahan ve ark., 2015; Simon-Delso ve ark., 2015). Ayrıca, Neonicotinoidler bitkileri çeşitli böcek zararlılarından korumak için tohum kaplama amacıyla da kullanılmaktadır (Elbert ve ark., 2008). Tohuma uygulanan neonicotinoidler bitkinin kökleri tarafından alınarak iletim demetleri ile çiçeklere kadar ulaşmaktadır (Laurent ve Rathahao, 2003; Jeschke ve ark., 2011).

Öldürücü dozun altındaki konsantrasyonlarda bile neonicotinoid grubu insektisitlerin sosyal böcekler üzerinde zararlı etkiler oluşturduğu bilinmektedir (Wang, 2015). Bu nedenle neonicotinoid grubu böcek öldürücülerin arılara etkisini anlamak, arı çeşitliliğindeki düşüşleri

anlama açısından da hayati önem arz etmektedir (Biesmeijer ve ark., 2006, Bartomeus ve ark., 2013).

Neonicotinoidler dünyada tarım alanlarında arılar özellikle yaban arılarını ve diğer organizmalara zarar vermektedir (Pisa ve ark., 2015).

Bu çalışmada Ülkemiz ve Avrupa'da yaygın olarak bulunan Avrupa Eşek Arısı (*Vespa germanica*)'nin üzerine tarım alanlarında yaygın olarak kullanılan Neonicotinoid grubundan thiamethoxam etken maddeli tarımsal mücadele ilacının etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada thiamethoxam (240g Thiamethoxam, Süspansiyon Konsantre) etken maddeli tarımsal mücadele ilacı yaban arılarına ağız yolu ile yedirilerek ve püskürtülerek uygulanmıştır. Thiamethoxam'ın tarım alanlarında en yaygın kullanılan dozu ve bu dozunun farklı oranlarda seyreltilerek ağızdan direkt arılara verilmesi ve üzerlerine püskürtülmesi sonucu arıların vücut motor hareketlerindeki anten, hortum(dil) ve ağız işlevselliği, bacak hareketi ve karın kısmının hareketine göre puan verilmiş (Duell, 2012) ve kontrol grubu arılara göre ilaç uygulanan arıların yaşam sürelerindeki değişiklik belirlenmiştir.

Yapılan bu işlemin sonucunda farklı doz verilen arıların tepkileri regresyon analizleri ile ortaya konulmuştur. İstatistik analizlerde SPSS (ver. 17) programı yardımı ile tek yönlü varyans analizi kullanılmış olup, çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testinden yararlanılmıştır ($P<0.05$).

Arılara Doğrudan Dozların Yedirilmesi ve Vücut Motor Skorlarının Belirlenmesi

Açık alanda pet şişe içerisine et konulmuş ve bu eti yuvasına götürmek için gelen yaban arıları rastgele küçük plastik kutulara alındıktan sonra yaklaşık 3-4 dakika (Hranitz ve ark., 2010) buzdolabında bekletilerek hareketsiz kalmaları sağlanmıştır. Hareketsiz kalan arılar kutulardan çıkarılarak baş ve göğüs arasından daha önce hazırlanan şırınga kaplarına bağlanmıştır (Amdam ve ark., 2010; Stanley ve ark., 2015). Arılar ayıldıktan sonra antenlerine su ve şurup verilerek tepki verip vermedikleri belirlenmiştir (Abramson ve ark., 2015). Her bir arıya 2 M hazırlanmış şeker şurubundan doyana kadar ağızdan yedirilmiştir. Arılar 12 saat bekletildikten sonra sağlıklı olanlar ayrılmış ve rastgele gruplara ayrılmıştır (Duell, 2012). Thiamethoxam'ın tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan dozu olan 15 ml/100L su 2M şurup halinde hazırlanmış ve bu dozdan %50 oranında seyreltilerek hazırlanan (7.5 ml/100L su, 3.75 ml/100L su, 1.87 ml/100L su, 0.93

ml/100L su, 0.46 ml/100L su 0.23 ml/100L su, 0,12 ml/100L su) dozları 2M şeker şurubu halinde arılara 10 mikrolitre yedirilmiştir. Kontrol grubu arılar ise 10 µl 2M ilaçsız şurup verilerek oda sıcaklığında bekletilmiştir. Tüm arılar 4 saat bekletildikten sonra anten, hortum ve ağız işlevselliği, bacak hareketi ve karın kısmının hareketine göre puan verilerek değerlendirilmiştir. Hazırlanan dozlar yedirildikten 4 saat sonra hortum işlevini kaybeden, felç olan arılara 0 puan, anten, hortum, bacaklar ve karın kısmında yavaş ve yönsüz hareket edenlere 1 puan, anten, hortum, bacaklar ve karın kısmı iyi hareket eden arılara 2 puan verilmiştir. Bu puanlama sistemine göre arıların her vücut organına ayrı ayrı verilmiş; en az 0 en fazla 8 puan verilerek (Duell, 2012) değerlendirme yapılmıştır.

Çalışma sırasında 6 doz ilaç ve kontrol arıları kullanılmış ve her doz için 5 deneme kurularak doz başına 25 arıya toplamda da 175 arıya ilaç yedirilmiştir.

Püskürtme Yöntemi ile Farklı Dozların Yaşam Sürelerine Etkileri

Açık alanda pet şişe içerisine bırakılan eti yuvasına götürmek için gelen yaban arıları rastgele küçük plastik kutulara alındıktan sonra, 5'erli gruplar halinde küçük kutular içerisine konulmuştur. Thiamethoxam'ın tarımsal alanda yaygın olarak kullanılan 15 ml/100L su dozu hazırlanmış ve bu dozdan %50 oranında seyreltilerek 6

ayrı doz hazırlanmış ve arıların üzerine püskürtülmüştür. Kontrol arılarının üzerine ise sadece saf su püskürtülmüştür. Arılara bu sürede besin olarak 2M şurup verilmiştir. Püskürtme işleminden 4 saat sonra arıların vücut motor hareketlerine puan verilmiş ve arılara direkt etkisi belirlenmiştir. Arılar periyodik olarak 1 saat, 4 saat, 12 saat, 24 saatin sonunda ve öldüğü güne kadar kontrol edilmiş ve tüm arıların öldüğü tarih kaydedilerek farklı doz pestisit yiyen arıların yaşam sürelerindeki farklılıklar belirlenmiştir. Her doz için 3 deneme kurulmuş olup doz başına 15 arıya ilaç yedirilmiş, toplamda da 105 arı kullanılmıştır.

BULGULAR

Materyal ve yöntem bölümünde belirtildiği gibi yakalanan 280 adet arıdan 175 tanesine hazırlanan dozlar, ağız yolu ile verilmiş, 105 tanesinin ise üzerine püskürtülmüştür.

Arıların Doğrudan Yedirme Sonuçları

Thiamethoxam'ın tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan dozu olan 15 ml/100L su dozu ve 7.5, 3.75 ml/100L su oranlarında hazırlanan dozları ile beslenen arıların tümü 4 saat içinde ölmüştür. Diğer dozlarda arıların aldığı puan ortalamaları Tablo 1'de, thiamethoxam'ın farklı dozları ile vücut motor puanları arasındaki ilişki Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Thiamethoxam uygulanan arılarda vücut motor puan ortalamaları(Ort ± SH)

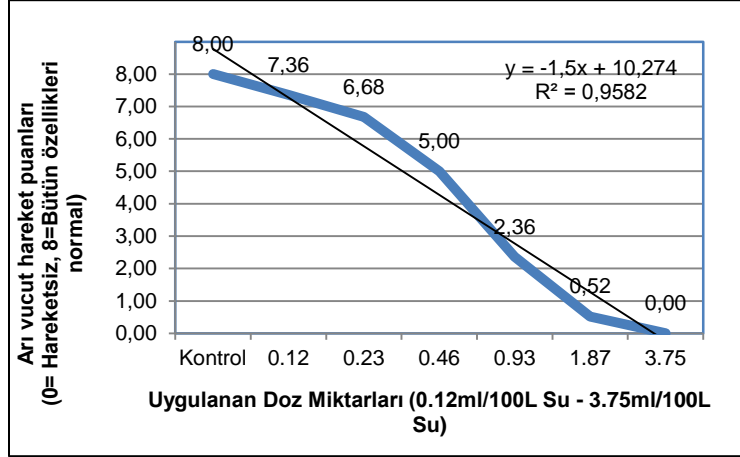
Dozlar (ml/100 L Su)	N (Tekrar Sayısı)	Vücut Motor Puanı (Ortalama)	Grup
Kontrol	25	8.00 ±0,00	A
0.12 ml/100 l su	25	7.36 ±0,09	AB
0.23 ml/100 l su	25	6.68 ±0,28	B
0.46 ml/100 l su	25	5.00 ±0,22	C
0.93 ml/100 l su	25	2.36 ±0,16	D
1.87 ml/100 l su	25	0.52 ±0,10	E*
3.75 ml/100 l su	25	0.00 ±0,00	E*

* İstatistiki olarak fark yoktur.

Tablo 1'deki dozlar verildikten 4 saat sonra vücut motor hareketlerine (anten, hortum(dil), bacaklar ve karın hareketleri) göre puan verilmiştir. Hazırlanan dozların yedirildiği 4. saatin sonunda kontrol grubu arıların vücut motor hareketlerinde herhangi bir değişiklik olmadığı halde diğer tüm dozlarda kontrol grubuna göre deney gruplarında istatistiksel olarak farklılıklar gözlenmiştir. Kontrol grubuna en yakın 0,12 ml/100 l su dozu yiyen

arılar en az etkilenirken 3.75 ml/100 l su dozu yiyen arıların tümünün vücut motor hareketleri 4 saatin sonunda çalışmamış ve arılar ölmüştür.

Ayrıca Tablo 1'de görüldüğü gibi kontrol grubu arılar ile diğer tüm dozlardaki arılar istatistiki olarak farklı grup içinde yer almıştır.

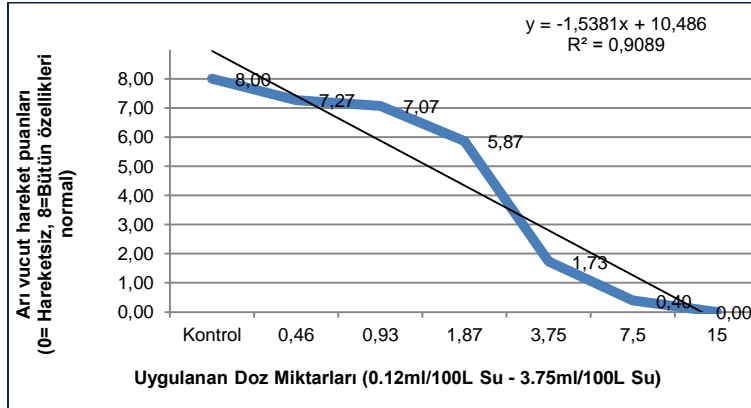


Şekil 1. Thiamethoxam uygulanan arılarda vücut motor puanları regresyon grafiği

Şekil 1'de ise Thiamethoxam'ın farklı dozlarını yiyen arıların vücut motor puanları arasındaki ilişki verilmiştir. Görüldüğü gibi doz arttıkça vücut motor puanları azalmış ve en yüksek dozda tümünden durmuştur. Doz ile vücut motor puanları aralarındaki ilişki oldukça yüksektir ($R^2 = 0.9582$). Thiamethoxam düşük dozlarda uygulandığında bile arıların vücut hareketlerinde bozulmalara neden olduğu gözlenmiştir. Thiamethoxam içeren dozları yiyen arılarda genellikle, vücut hareketlerinde yavaşlama, titreme, vücut organlarından bazılarını kullanamama (kanat, bacak, anten) gözlenmiştir.

Püskürtme Sonuçları

Hazırlanan dozlar arıların üzerine püskürtüldükten sonra takip edilmiş ve vücut motor hareketlerindeki değişiklik kaydedilmiştir. Püskürtme işlemi yapıldıktan 4 saat sonra arıların vücut motor hareket puan ve regresyon grafiği Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Thiamethoxam uygulanan arılarda vücut motor puanları regresyon grafiği

Şekil 2'de görüldüğü gibi ilaç yiyen arılar ile kontrol grubu arıların vücut motor puanları arasında büyük farklılıklar vardır. Yine aynı şekilde görüldüğü üzere, doz arttıkça istatistiki olarak vücut motor puanlarında azalma olmuş ve farklı dozlar arasında yüksek bir ($R^2=0.9089$) ilişkinin olduğu görülmektedir. Tablo 2'de

farklı doz ilaç üzerine püskürtülen arıların ortalama yaşam süreleri verilmiştir. Thiamethoxam'ın tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan 15 ml/100 l su dozuna maruz kalan arıların 1 saat içinde öldüğü görülmüştür.

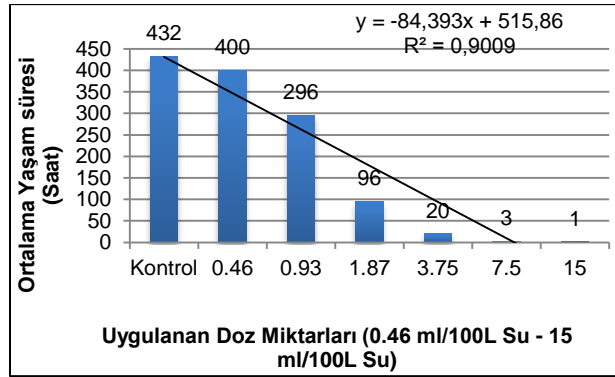
Tablo 2. Thiamethoxam uygulanan arıların yaşam süreleri (Ort ± SH)

Dozlar	N (Tekrar Sayısı)	Yaşam süreleri (ortalama)	Grup
Kontrol	15	432 ±27,71	A
0.46 ml/100 l su	15	400 ±34,87	AB
0.93 ml/100 l su	15	296 ±42,33	B
1.87 ml/100 l su	15	96 ±13,85	C*
3.75 ml/100 l su	15	20 ±4,00	C*
7.5 ml/100 l su	15	3 ±1,00	C*
15 ml/100 l su	15	1 ±0,00	C*

* İstatistiki olarak fark yoktur.

Tablo 2'de görüldüğü gibi, düşük doz ilaç uygulanan arılar ile kontrol arıları farklı istatistiki grup içinde yer alırken yüksek doz uygulanan arılar istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Burada görüldüğü gibi 1.87 ml/100l su dozu ve bu dozun üstündeki dozlar ile beslenen arıların yaşam süresinde büyük bir azalma olduğu görülmüştür.

Kontrol grubu arılar ile üzerine ilaç püskürtülen arıların ortalama yaşam sürelerinde istatistiki olarak fark vardır. Şekil 3'den anlaşıldığı gibi, doz ile arıların yaşam sürelerindeki ilişki oldukça yüksektir ($R^2 = 0.9009$). Kontrol grubu arılarına yani üzerlerine yalnız saf su püskürtülen arılara en yakın doza maruz kalan arıların yaşam sürelerinde kontrol grubu arılara yakinen en yüksek doza maruz kalan arıların tümü 1 saat içerisinde ölmüştür.



Şekil 3. Thiamethoxam uygulanan arılarda yaşam süresi regresyon grafiği

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yaban arıları hem doğal dengenin korunmasında hem de tarımsal alanlarda zararlı böceklerle beslendikleri için biyolojik mücadelede büyük rol oynamaktadır (Tolon, 1999). Pestisitlerin tarımında kullanılması tarım alanlarının ve yabani bitki türlerinin azalmalara neden olmaktadır (Free, 1992, Özbek,1995). Tarımsal mücadele kullanılan pestisitler hem doğal denge için faydalı böcekleri hem de yabani arılar için tehdit oluşturmaktadır (Carreck, 2015).

Bu çalışmada tarım alanlarında böceklere karşı mücadelede yaygın olarak kullanılan neonikotinoidler grubundan olan thiamethoxam'ın (Jeschke ve ark., 2011; Rondeau ve ark. 2014; Simon-Delso ve ark., 2015), ağız yolu ve püskürtme yolu ile verilen dozların yaban arıları üzerinde öldürücü olduğu ortaya konmuştur. Çalışmada thiamethoxam'ın düşük dozları arıların yaşam sürelerini olumsuz etkilediğini, vücut motor hare-

ketlerini yavaşlattığını, bazı organlarının arılar tarafından kullanılmadığını ve ölüm ile son bulduğu görülmüştür. Bu çalışmada, yaban arılarına thiamethoxam'ın doğrudan ağız yoluyla ve püskürtme yöntemi verilmesi sonucunda arıların, vücut organlarındaki anormal davranışlara (kanat, anten ve bacaklarını kullanamama, yönsüz karın hareketleri, refleks kaybı) ve arıların uçma yeteneğini kaybetmesine neden olduğu belirlendi. Uçma yeteneğini kaybeden arılar yuvalarını bulamadıklarından ve kendilerini koruyamadıklarından dolayı ölüme mahkûm olmuşlardır.

Yaban arıları bal arılarından farklı olarak polinasyon yanında doğal çevre temizlikçileri olarak ta büyük rol oynarlar. Yaban arılarının büyük çoğunluğunun erginleri çiçek polen ve nektarları ile beslenirken larvalarını sinek, böcek, küçük hayvan, meyve ve çöp kalıntıları ile besler ve bu atık ürünleri toplayarak insanlık ve doğa için büyük bir hizmet yaparlar. Bu arı türünün doğadan yok edilmesi zincirleme etkisiyle ekosistem için büyük

tehlikelerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Yaban arıları da bal arılarında olduğu gibi polinasyona olumlu etkileri vardır. Tozlaşmanın tarımsal üretimdeki verim artışını da göz önüne aldığımızda yabancı arıların başka bir tür böcek adına yok edilmeye çalışılması biyolojik dengenin bozulması anlamına gelmektedir (Tolon, 1999).

Yaban arılarının iğnelerinin düz olmasına bağlı olarak, doğada kendine düşman olan örümcekleri etkisiz hale getirmekle beraber, buğday üretiminde önemli ekonomik kayıplara neden olan kimil zararlıları da kontrol altına alarak bu sayede oluşun kayıpları minimuma indirerek besin kaynaklarımızı korumasında önemli rol oynamaktadırlar (Anonim, 2017).

Sonuç olarak, bu çalışmada thiamethoxam'ın her türlü dozunun yabancı arılarını belirli bir süre içerisinde öldürdüğü dolayısıyla yabancı arıları yanı sıra yabancı hayatına da zarar verdiği görülmektedir. Biyolojik çeşitlilik ve yabancı hayatın devamlılığı için yabancı arıların korunması ve bu konuda yeni çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu amaçla bal arısı hakkında yapılan çalışmalar kadar sinek, böcek, küçük hayvan, meyve ve çöp kalıntıları ile beslenen yabancı arılarının da yararlı türler olduklarından sorun olmadıkça mücadele edilememeli faydalarını düşünerek gerekli önem verilmeli ve koruma altına alınmalıdır.

TEŞEKKÜR

Prof. Dr. John M. HRANITZ'e, Doç. Dr. Adem AYDIN'a, Ar. Gör. Fatmanur ŞAHPAZ'a, Ümit - Ayşe FERAHZA-DE, Fatih YILDIRIM, Erol TOMAS, Mehmet Ali Yetim, Yakup ÇELİKPENÇE, Sultan AKKOÇ ve Cemil AK-HAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Abramson, C.I., Squire, J., Sheridan, A., Mulder, P.G. (2004). The Effect of insecticides considered harmless to honey bees (*Apis mellifera*): proboscis conditioning studies by using the insect growth regulators tebufonizide and diflubenzuron. *Environmental Entomology*, 33(2): 378-388.
- Amdam, G.V., Fennern, E., Baker, N., Rascón, B. (2010). Honeybee Associative Learning Performance and Metabolic Stress Resilience Are Positively Associated. *PLoS ONE* 5(3): e9740.
- Anonim. (2016). Hornet. <https://en.wikipedia.org/wiki/Hornet> (Erişim Tarihi: 30.01.2016)
- Anonim. (2017). Yaban arıları yok olsa ne olur? <http://www.tarimpusulasi.com/bilgi-deposu/yaban-arilari-yok-olsa-ne-olur> (Erişim Tarihi: 15.06.2017)
- Bartomeus, I., Ascher, J. S., Gibbs, J., Danforth, B. N., Wagner, D. L., Hedtke, S. M., & Winfree, R. (2013). Historical changes in northeastern US bee pollinators related to shared ecological traits. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 4656-4660.
- Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Settele, J. (2006). Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313(5785), 351-354.
- Breeze, T. D., Vaissière, B. E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N., Kozák, L. (2014). Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. *PLoS ONE* 9(1): e82996.
- Carreck, N. (2015). Are we beginning to understand worldwide colony losses? *Bee World* 91, 20-21.
- Duell, E. M. (2012). Honeybee Stress: Behavioral & Physiological Effects of Orally Administered Flumethrin. The Bloomsburg University, Thesis, 46p, Pennsylvania.
- Elbert, A., Haas, M., Springer, B., Thielert, W., Nauen, R. (2008). Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. *Pest Manag. Sci.* 64, 1099-1105.
- Free, J. B. (1992). *Insect Pollination of Crops*. Academic Press Harcourt Brace.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R. (2013). Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science* 339(6127): 1608-1611.
- Godfray, H. C. J., Blacquiere, T., Field, L. M., Hails, R. S., Petrokofsky, G., Potts, S. G., McLean, A. R. (2014). A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators. In *Proc. R. Soc. B* (Vol. 281, No. 1786, p. 20140558). The Royal Society.
- Grixti, J. C., Wong, L. T., Cameron, S. A., Favret, C. (2009). Decline of bumble bees (*Bombus*) in the North American Midwest. *Biological Conservation* 142, 75-84.
- Hadley, D. (2014). What Good Are Wasps. <http://insects.about.com/od/antsbeeswasps/f/What-Good-Are-Wasps.htm> (Erişim Tarihi: 03.02.2016)
- Hranitz, J. M., Abramson, C. I., Carter, R. P. (2010). Ethanol Increases HSP70 Concentrations in Honey Bee (*Apis mellifera* *ligustica*) Brain Tissue. *Alcohol*, 44(3), 275-82.
- Jeschke, P., Nauen, R., Schindler, M., Elbert, A. (2011). Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *J Agric Food Chem* 59: 2897-2908.
- Karahan, A., Çakmak, İ., Hranitz, J.M., Karaca, İ., Harrington, W. (2015). Sublethal imidacloprid effects on honey bee flower choices when foraging. *Ecotoxicology* DOI 10.1007/s10646-015-1537-2.
- Yıldırım, E. (2012). *Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve İlaçlar*. 3. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No, 219, 330s. Erzurum.
- Laurent, F. M., Rathahao, E. (2003). Distribution of [14C] imidacloprid in sunflowers (*Helianthus annuus* L.) following seed treatment. *J Agric Food Chem* 51: 8005-8010.
- Marletto, F., Patetta, A., Manino, A. (2003). Laboratory assessment of pesticide toxicity to bumble bees. *Bulletin of Insectology* 56: 155-158.
- Mommaerts, V., Smagghe, G. (2011). Side-effects of pesticides on the pollinator *Bombus*: An overview. In: Stoytcheva M, editor. *Pesticides in the Modern World – Pests Control and Pesticides Exposure and Toxicity Assessment*. Rijeka, Croatia: InTech. pp. 508-552.

- Özbek, H. (1995). Türkiye'de tehdit altında bulunan yabancı (Hymenoptera: Apoidea) türleri ve alınacak önlemler. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi 11-13 Eylül 1995, Ankara.
- Özbek, H. (2010). Arılar Ve İnsektisitler - İnsektisitlerin Arılara Olumsuz Etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*: 10 (3): 85-95.
- Pisa, L. W., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., Bonmatin, J. M., Downs, C. A., Goulson, D., Morrissey, C. A. (2015). Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1), 68-102.
- Pleasant, B. (2013). About Yellow Jackets and the Benefits of Wasps in the Garden. <http://www.motherearthnews.com/organic-gardening/pest-control/benefits-of-wasps-yellow-jackets-zw0z1303zkin.aspx> (Erişim Tarihi: 03.02.2016)
- 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*. 2010;25: 345–353.
- Rondeau, G., Francisco, Sánchez-Bayo., Henk, A., Tennek, A. D., Ricardo, R. R., Nicolas, D. (2014). Delayed and time-cumulative toxicity of imidacloprid in bees, ants and termites. *Nature. Scientific Reports* 4, Article number: 5566.
- Schalau, j., Director, C., Agent, A. (2006). Wasps and Yellow Jackets. Agriculture & Natural Resources. Arizona Cooperative Extension, Yavapai County <https://ag.arizona.edu/yavapai/anr/hort/byg/archive/waspsandyellowjackets.html> (Erişim Tarihi: 03.02.2016)
- Simon-Delso, N., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., Bonmatin, J. M., Chagnon, M., Downs, C., Goulson, D. (2015). Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1), 5-34.
- Stanley, D. A., Smith, K. E., Raine, N. E. (2015). Bumblebee learning and memory is impaired by chronic exposure to a neonicotinoid pesticide. *Scientific Reports*, 5.
- Tolon, B. (1999). Yaban Arılarında Sosyal Yaşam. *Hayvansal Üretim* 39-40: 120-127.
- Tüzün, A., Bilgili, G. (2013). Tarımsal Ekosistemde Arıların Önemi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 6 (2): 91-95.
- Wang, L., Zeng, L., Chen, J. (2015). Impact of imidacloprid on new queens of imported fire ants, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) *Nature* doi:10.1038/srep17938.
- Whitehorn, P. R., O'Connor, S., Wackers, F. L., Goulson, D. (2012). Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 336, 351–352.