

## **Cypermethrin'in Bal Arısı (*Apis Mellifera*) ve Yaban Arısı (*Vespula Germanica*) Üzerine Etkileri**

Ahmed KARAHAN<sup>1</sup>, Mehmet Ali KUTLU<sup>2</sup>, İsmail KARACA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Çobanlar İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Afyonkarahisar, Türkiye

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimleri Bölümü, Bingöl, Türkiye

<sup>3</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye

[ahmed.karahan@tarim.gov.tr](mailto:ahmed.karahan@tarim.gov.tr)

### ÖZET

Doğadaki bitki ve canlıların neslini devam ettirebilmesi için hayati önem arz eden arıların ekosisteme yaptığı katkılardan dolayı yaşamda kalmaları önem arz etmektedir. Son yıllarda meydana gelen arı popülasyonlarındaki azalmanın araştırıldığı bu çalışmada tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan Cypermethrin etken maddeli tarımsal savaş ilacının bal arısının iki ekotipi (*Apis mellifera anatoliaca* and *Apis mellifera caucasica*) ve Avrupa ve ülkemizde yoğun olarak bulunan yaban arılarından olan Avrupa eşek arısı (*Vespula germanica*) üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Çalışmada arıların gerçek hayatta maruz kalacakları Cypermethrin'in tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan 40 ml /100 L su etken madde miktarı ve bu miktardan %50 oranında seyreltilerek hazırlanan altı (20 ml /100 L su, 10 ml /100 L su, 5 ml /100 L su, 2,5 ml /100 L su, 1,25 ml /100 L su) ayrı doz kullanılmıştır. Pestisit farklı dozları arılara uygulanmış ve her 12 saatte bir kontrol edilerek arıların öldüğü süreler kaydedilmiştir. Kontrol grubu arılara ise ilaçsız 2 Molar şurup verilmiş ve ilaçlı doz ile beslenen arılar ile yaşam süreleri arasındaki fark belirlenmiştir.

Sonuçta, kullanılan dozlara ve kontrol grubuna bağlı olarak pestisit uygulanan tüm arıların yaşam süresi kısalmıştır. Yaban arılarının doza bağlı olarak yaşam süresi bal arılarınıninkine göre daha kısa olmuştur. Kullanılan ilaç dozu ile yaşam süresi arasında doğrusal bir ilişki bulunmuş ve bu ilişki katsayıları yaban arısında, bal arısının Anadolu ve Kafkas tipinde sırasıyla  $R^2 = 0.936$ ,  $R^2 = 0.845$  ve  $R^2 = 0.866$  olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Arı ölümleri, Pestisit, Cypermethrin, *Apis mellifera*, *Vespula germanica*

## **Effects On Honeybee (*Apis Mellifera*) and German Wasp (*Vespula Germanica*) Of Cypermethrin**

### ABSTRACT

The bees because of contributions to ecosystem are important for the survival of the plants and living organisms in the nature. In this study was researched the cause of the decline in bee populations in recent years. For this purpose, effects of Cypermethrin on two ecotypes of honey bee (*Apis mellifera anatoliaca* and *Apis mellifera caucasica*) and German wasp (*Vespula germanica*) were examined.

In this study, the label dose of Cypermethrin (40 ml / 100 L water) and 6 different doses (20, 10, 5, 2.5, 1.25 ml/100 L water) diluted with 50% were given to bees by orally. The alive and dead bees were controlled every 12 hours. Syrup without pesticide was used in the controls.

As a result, life span of bees was increased depending on the doses used. German wasp's life span was shorter than that honeybee. Relationship between pesticide doses and life times has been linear. Regression coefficients for *Vespula germanica*, *Apis mellifera anatoliaca* and *Apis mellifera caucasica* were calculated as  $R^2 = 0.936$ ,  $R^2 = 0.845$  and  $R^2 = 0.866$ , respectively.

**Keywords:** Bee deaths, pesticide, Cypermethrin, *Apis mellifera*, *Vespula germanica*

## 1. Giriş

Arılar kendi enerji ihtiyaçlarını ve larvalarının gıdasını temin etmek için çiçekleri nektar ve polen toplamak amacıyla ziyaret eder. Bu ziyarette karşılıklı yararlanmaya yönelik bir ilişki mevcut olup, arı kendi popülasyonunun ihtiyaçlarını karşılarken, ziyarette bulunduğu bitkilerin neslinin devamlılığı için geçerli olan tozlaşma ve döllemeyi de gerçekleştirmektedir (Özbek, 2008). Arılar bitkilerin en önemli tozayıcıları olup (Potts ve ark., 2010, Tüzün ve ark., 2013, Sanchez-Bayo ve Goka, 2014), dünyada biyolojik çeşitlilik ve ekonomi açısından habitatın vazgeçilmezidirler (Santos ve ark., 2016).

Dünya nüfusundaki artış tarımsal alanların azalmasını neden olmuş, dolayısı ile bu azalmada birim alandan daha fazla ürün elde etmeyi gündeme getirmiştir. Daha fazla ürünün elde edilmesinde karşılaşılan sorunları elimine etmek için de zararlılara karşı kimyasalların kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu olay bitkilerin polinasyonunda en etkin görev yapan bal arıları, yaban arıları ve yararlı böceklerde ölümleri de artırmıştır (Charbonneau, 2016). Arı popülasyonlarındaki kayıpların birçok nedeni olduğu gibi tarımsal mücadele amaçlı kullanılan pestisitler ön sıralarda yer almaktadır (Goulson ve ark., 2015). Bitki koruma amaçlı kullanılan pestisitler bal arıları ve yararlı böcekler için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Carreck, 2015; Van der Sluijs et al., 2013). Genellikle, *Apis* cinsi dışındaki arı türleri, yaban arıları veya yabani arılar olarak bilinmekte olup (Özbek, 2010), yapılan çalışmalarda yaban arılarının, balarılarına göre pestisitlere karşı daha duyarlı oldukları tespit edilmiştir (Yıldırım, 2012).

Pestisitler, arılara kontak, solunum ve mide zehiri olmak üzere 3 yolla etki yapar (Yıldırım, 2012). En yaygın temas, pestisitlerin bitki zararlılarını kontrol etme amacıyla arazide uygulandığı sırada yaşanmaktadır ki buna direk temas denmektedir. Arılar pestisiti bu aşamada arazideki çiçekli bitkilerin ziyareti sırasında almaktadırlar. Direk temas sonrası bulaşık arıların kovanına dönmeleri

sonucu almış oldukları pestisit kalıntılarını tüm koloni bireylerine de bulaştırmaktadır (Sánchez-Bayo ve Goka, 2016, Özbek, 2010 Heylen ve ark.,2010, Yıldırım, 2012). Ayrıca arıların pestisitlerle teması; yağmurla yıkanan ilaçların su birikintilerinde kalmaları, bitki nektar, polen ve propolise geçen ilaç kalıntılarını toplayarak ihtiyacı karşılayan arıların temas etmesiyle olur (Yıldırım, 2012). Bu nedenle pestisitler bal arıları ve polinatörlerin sağlıklarını tehdit etmektedir (Lecocq ve ark, 2016; Aydoğdu ve Kanev, 2017). Pestisit ile temas eden arılar; doğrudan tarlacı arıların ölümü gibi veya dolaylı yoldan arıların yolunu şaşırması, yön bulma yeteneğini kaybetmesi, hafıza kaybı ve öğrenme kaybı, kalp çalışmasının aksaması, solunum ritminin bozulması, ani sıcaklık kaybı, hırçınlık ve yavru zehirlenmesi gibi olabilir (Hatjina, 2010).

Arılar üzerinde pestisit etkilerini inceleyen çalışmaların çoğu, tek bir bal arısı türü, *Apis mellifera*'ya odaklanmıştır (Corlett ve ark., 2011). Yaban arıları da en önemli tozlayıcı gruplardan biri olup (Klein ve ark., 2007), insan beslenmesi için çok önemli olan tozlaşma hizmetlerine katkı sağlamaktadır (Chaplin-Kramer ve ark., 2014). Bu nedenle tarım ve doğal ekosistemin devamı için bal arıları yanında polinasyonda etkili olan yaban arıları ve polen yayan böceklerin korunması da gereklidir (Ollerton ve ark., 2011; Garibaldi ve ark., 2013). Doğada yaşayan yararlı böceklerin ve bal arısı popülasyonlarının azalmasında önemli faktörlerden biri olduğu belirtilen insektisitlerin (Du Rand ve ark., 2015; Uhl ve ark.2016; Mogren ve ark., 2016), bu canlılarda bağışıklık sistemini zayıflattığı ve yaşamsal faaliyetlerini düşürdüğü belirtirmiştir (Sánchez-Bayo ve ark. 2016 Brandt ve ark., 2016).

Bu çalışmada, ülkemiz ve tüm dünyada tarım alanlarında yaygın olarak kullanılan Cypermethrin etken maddeli tarımsal savaş ilacının bal arısının iki ekotipi (*Apis mellifera* anatoliaca and *Apis mellifera* caucasica) ve Avrupa ve ülkemizde yoğun olarak bulunan yaban

arılarından olan Avrupa eşek arısı (*Vespula germanica*) üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmada tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan Cypermethrin (250 g/l emülsiyon konsantre) etken maddeli tarımsal savaş ilacı ve bal arısının iki ekotipi olan Anadolu ve Kafkas (*Apis mellifera anatoliaca* and *Apis mellifera caucasica*) arısı ile Avrupa ve ülkemizde yoğun olarak bulunan Avrupa eşek arısı (*Vespula germanica*) kullanılmıştır.

Cypermethrin'in tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan 40 ml /100 L su dozu ve bu dozdan %50 oranında seyreltilerek hazırlanan altı (20 ml /100 L su, 10 ml /100 L su, 5 ml /100 L su, 2,5 ml /100 L su, 1,25 ml /100 L su) ayrı dozu arılara ağız (oral) yolu ile yedirilmiştir. Kontrol grubu arılara ise ilaçsız 2 Molar şeker şurubu verilmiştir.

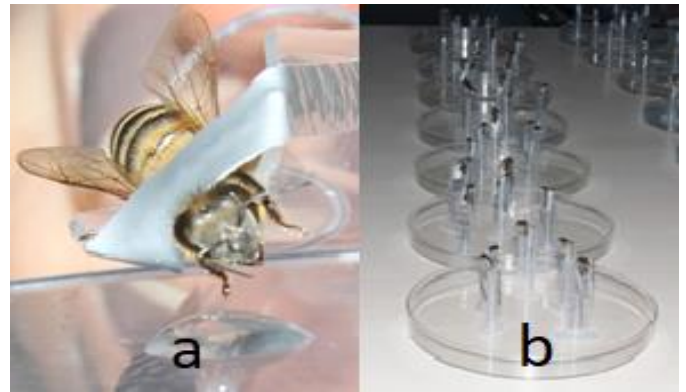
Çalışmada kullanılan bal arılarının belirlenmesi için 50 kovan Anadolu arısı, 50 kovan Kafkas arısının bulunduğu arılıkların 10 metre önüne 2M'lık şekerli su bulunan bir kap, yaban arıları için ise açık alana pet şişe içerisine et konulmuştur. Bu kaba ve şişeye gelen tarlacı arılar ve yaban arıları rastgele bir şekilde küçük plastik kutular aracılığıyla yakalanmış ve laboratuvara getirilerek 5'erli gruplar halinde küçük kutulara ayrılmıştır. Yakalanan bu arılar hareketsiz kalana kadar, yaklaşık 3-4 dakika buzdolabının dondurucusunda bekletilmiştir (Hranitz vd., 2010). Hareketsiz kalan arılar kutulardan çıkarılarak baş ve toraks arasından daha önce hazırlanan şırınga haznelere bağlanmıştır (Şekil 1. a,b). Arılar ayıldıktan sonra antenlerine su ve şurup verilerek tepki verip vermedikleri belirlenmiştir (Şekil 1.c) (Abramson et al. 2004, Smith ve Raine, 2014).



Şekil 1. Arıların denemeye alınma safhaları a) Şırıngaya yerleştirme b) Bağlama c)Tepkilerinin ölçülmesi

Her bir arıya 2 Molar hazırlanmış şuruptan doyana kadar yedirilmiştir. Arılar 20-24 saat bekletildikten sonra sağlıklı olanlar ayrılmıştır (Duell, 2012). Çalışma sırasında 6 doz ilaç ve kontrol arıları kullanılmış, her doz için 5 deneme kurularak doz başına 25 arıya toplamda da 175 arıya ilaç yedirilmiştir. Toplamda Anadolu arısı için 175, Kafkas arısı için 175 ve Yaban arısı 175 olmak üzere 525 adet arı kullanılmıştır.

Arılar 24 saat bekledikten sonra sağlıklı olanlar ayrılmış ve rastgele 5'erli gruplara ayrılmıştır. Hazırlanan ilaçlı dozlar 2M şurup halinde arılara 10 mikrolitre tüketilmesi sağlanmıştır (Şekil 2.a). Kontrol grubu arılar ise 10 mikrolitre 2 M şeker şurubu verilerek oda sıcaklığında bekletilmiştir (Şekil 2.b).



Şekil 2. Denemeye alınan arılara ilaç dozlarının yedirilmesi a) bekleme safhası b)

Arılar her 12 saatte bir doyana kadar 2M şurup ve saf su ile beslenmiştir ve öldüğü güne kadar takip edilerek kayıt altına alınmıştır.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).Bu çalışma ile tarım alanlarında zararlılara karşı kullanılan Cypermethrin'in bal arıları ve yaban arılarının yaşam sürelerine etkileri belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Cypermethrin'in tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan doğal 40 ml /100 L su dozu ile beslenen her üç

çalışma grubundaki arıların tümü doz uygulamasını takip eden 4 saatin sonunda ölmüştür. Doz miktarı azaldıkça tüm çalışma gruplarındaki arılarda vücut motor hareket puanları artmakta, doz arttıkça da vücut motor puanlarında azalma gözlenmiştir. Doz sonrası motor vücut hareketlerinde ilk değişimler Avrupa yaban arılarında ilk 5. dakikada görülmeye başlarken bal arılarında 8. dakikada görülmüştür. İlk ölümler ise önce yaban arılarında 60. dakikada görülmeye başlarken bal arılarında 110. dakikada gerçekleşmiştir. Son ölümler Anadolu arısında (*Apis mellifera anatoliaca*) 264. saatte, Kafkas arısında (*Apis mellifera caucasica*) 240. saatte ve Avrupa eşek arısında (*Vespula germanica*) 144. saatte gerçekleşmiştir. Doz uygulandıktan sonraki arıların yaşam süresi ortalamaları ve istatistik grupları Çizelge 1 de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Cypermethrin uygulanan arıların ortalama yaşam süreleri (Ort ± SH)

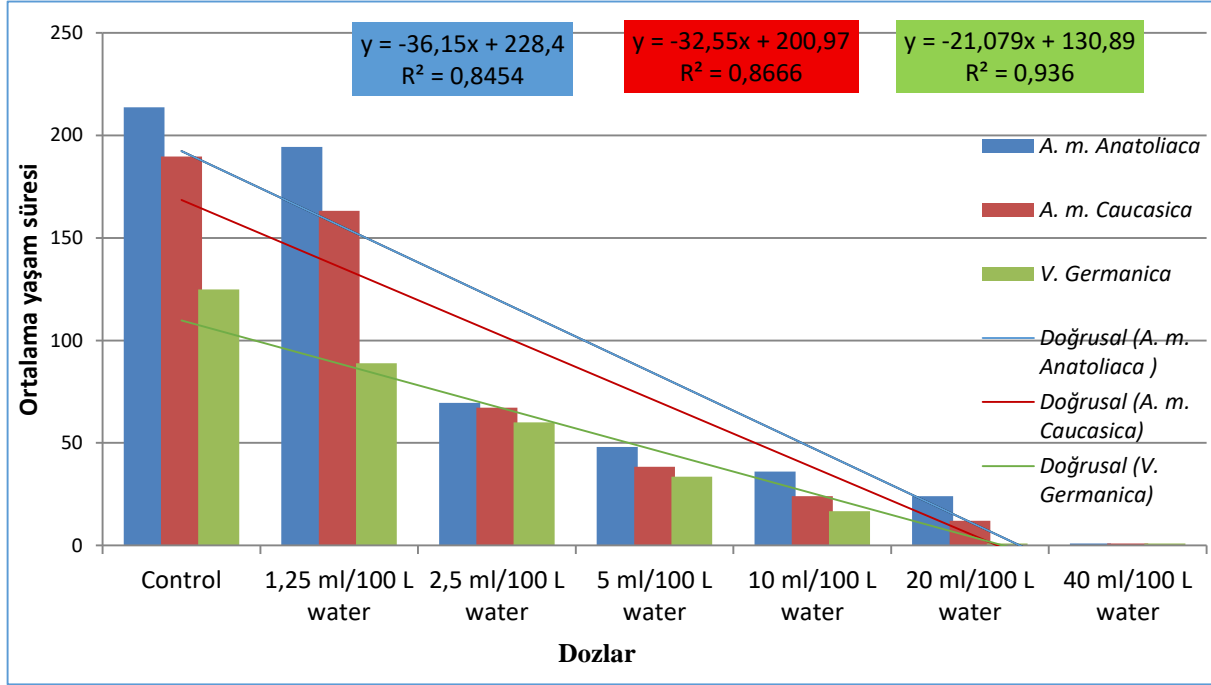
Doz (ml/100 L su)	Uygulanan doz (ng/arı)	Yaşam süresi (ort.) (Anadolu arısı)	Grup	Yaşam süresi (ort.) (Kafkas arısı)	Grup	Yaşam süresi (ort.) (Yaban arısı)	Grup
<b>Kontrol</b>	0	213.60 ± 18.00	a*	189.60 ± 15.37	a*	124.80 ± 9.74	a*
<b>1,25 ml/100 L su</b>	0,78	194.40 ± 20.90	a	163.20 ± 21.67	a	88.80 ± 7.20	b
<b>2,5 ml/100 L su</b>	0,156	69.60 ± 7.96	b	67.20 ± 2.93	b	60.00 ± 5.36	c
<b>5 ml/100 L su</b>	0,312	48.00 ± 6.57	bc	38.40 ± 4.49	bc	33.60 ±4.49	d
<b>10 ml/100 L su</b>	0,625	36.00 ± 5.37	bc	24.00 ± 0.00	bc	16.80 ± 2.93	de
<b>20 ml/100 L su</b>	1,25	24.00 ± 0.00	bc	12.00 ± 0.00	c	1.00 ± 0.00	e
<b>40 ml/100 L su</b>	2.5	1.00 ± 0.00	c	1.00 ± 0.00	c	1.00 ± 0.00	e

\*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harf ile gösterilen ortalamalar Tukey (P<0.05) testine göre istatistiki olarak farksızdır.

Çizelge 1 de görüldüğü gibi en yüksek doz olan 40 ml/100 L su dozu uygulanan bal arıların tümü 1 saat içinde ölmüştür. Yaban arılarında ise 40 ve 20 ml/100 L su dozu uygulanan arıların tümü 1 saat içinde ölmüştür. Bal arılarında doz azaldıkça arıların yaşam süresi artmış ve kontrol grubu ile aynı istatistiki grup içinde yer almıştır. Yaban arılarında ise tüm dozlar kontrol arılarına göre farklı grupta yer almıştır.

Arılara pestisit uygulandıktan sonra ilk belirtiler Avrupa yaban arılarında 5. dakikada görülmeye başlarken bal arılarında 8. dakikada görülmüştür. Bal arıları yaban arılarına oranla kullanılan kimyasaldan daha az etkilenmişlerdir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi düşük doz uygulanan arılar ile kontrol arıları aynı istatistiki grup içinde yer alırken yüksek doz uygulanan arılar istatistiki olarak farklı grupta yer almıştır.

Şekil 3. Cypermethrin uygulanan arıların ortalama yaşam süresi ve regresyon grafiği



Cypermethrin uygulanan arıların ortalama yaşam süresi regresyon grafiği Şekil 3’de verilmiştir. Görüldüğü gibi doz arttıkça arıların yaşam süresi azalmıştır. Uygulanan dozlara bağlı olarak Anadolu arısının yaşam süresi ( $R^2 = 0.8484$ ) Kafkas arısına ( $R^2 = 0.8666$ ) göre daha yüksektir. Yaban arısında ise doz ile yaşam süresi arasındaki ilişki ( $R^2 = 0.936$ ) oldukça yüksektir.

Tüm gruplarda Cypermethrin’in tarım alanlarında yaygın olarak kullanılan dozu ve bu dozun altındaki dozlarını tüketen arılar pestisitten etkilenmiştir. Bu etkilenme Avrupa eşek arısında (*Vespula germanica*), Anadolu ve Kafkas (*Apis mellifera anatoliaca* and *Apis mellifera caucasica*) arısına göre daha önce olmuş, ilk ölümlerinde Avrupa eşek arısında olduğu 110. dakikada görülmüştür.

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Cypermethrinin ülkemizdeki kullanım alanı çok geniştir, tarımsal mücadelede insektisit olarak kullanıldığı gibi, sokucu emici ağız yapısına sahip zararlılara karşı veteriner ilacı olarak da kullanılmaktadır. Cypermethrin böyle yaygın kullanıldığı için arıların da en çok temas ettiği pestisitlerden biridir. Çalışmanın bulgular kısmından anlaşıldığı gibi Cypermethrin’in tarımsal mücadelede kullanılan dozu ve bu dozun altındaki miktarları tüketen çalışma grubundaki arıların yaşam sürelerinin büyük oranda düştüğü ve nihayetinde öldüğü görülmektedir.

Bal arısı, dünyada sığır ve domuz etinden sonra ekonomik açıdan en önemli üçüncü tarım hayvanıdır (Tautz, 2008). Polinatörlerin, özellikle bal arıları başta olmak üzere, kelebekler, kuşlar ve diğer hayvanlar gibi tozlayıcı böcekler, sağlıklı ekosistemlerin ve güçlü bir tarımsal ekonominin

korunması için büyük öneme sahiptir (Walker ve Wu,2017, Gallai ve ark. 2009). Yaban arıları ve sarı ceketli arılar, sinekler, böcek ve örümcekler, onların genç larva yavrularıyla, bitkiler, süs bitkileri ve diğer şeker kaynaklarından (Elma, armut, üzüm, düşen ve çürüyen meyveler) ile beslendiği için yararlıdır (Schalau ve ark., 2006; Pleasant, 2013). Sarı ceketli arılar ve yaban arıları doğanın ücretsiz haşere mücadele yöntemidir (Pleasant, 2013). Kullanılan tarım ilaçların tamamı hedef alınan organizmaya ulaşmamakta, önemli bir kısmı hedef dışında kalmakta ve çevredeki faydalı faunayı oluşturan arıların, parazitöitler (asalak böcekler), predatörleri (avcı böcekler) ve diğer bazı canlıların ölümlerine neden olmaktadır (Özbek 2010). Balarısı, çok iyi bir tozlayıcı olmakla birlikte, bazı bitki türünde etkili olamamaktadır. Bu tür bitkilerde ise yaban arıları bu görevi başarılı bir şekilde sürdürmektedir (Özbek, 2003). Bu amaçla arıların ve yaban arılarının da korunması için bir takım önlemler alınmalı, doğal

ekosisteme katkıları da dikkate alınarak, bal arısına verilen önem kadar diğer yaban arılarına da önem verilmelidir (Karahana ve ark. 2017). Ayrıca tarımsal alanlarda kullanılan ilaçların arı ve diğer böcekler için zararsız olanları seçilmelidir (Karahana ve Karaca, 2016).

Bu çalışmada hem bal arısı hem de bal arılarının avcısı olan *Vespula germanica* kullanılmış, ve her iki türün de pestisitte etkilendiği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda bal arılarının pestisitte yaban arılarından daha dayanıklı olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni bal arılarının tarımsal alanlardaki çiçekleri ziyaret ederken aldıkları veya kovana götördüklerinde diğer arıların pestisitler ile teması sonucu dayanıklılık kazanması olabilir.

Yaban arıları bal arılarının veya bazı faydalı böceklerin zararlısı olsa da “Her böceğin bir amacı vardır” diyen Potempa (2012)’nin sözünü hatırlayarak tüm arıların yaşamaları için elimizden gelen çabayı göstermeliyiz.

## 5. Teşekkür

Arılar üzerine çalışmaları yapmamda öncü olan Prof. Dr. John M. HRANITZ’e, çalışmanın yapımı sırasında bana yardım eden ve katkıda bulunan Ümit FERAHZADE ve Ayşe FERAHZADE’ye, Fatih YILDIRIM’a, Erol TOMAS’a ve Mehmet Ali YETİM’e teşekkür ederiz.

## 6. Literatür

Abramson, C.I., Squire, J., Sheridan, A., and Mulder, P.G. 2004. The Effect of insecticides considered harmless to honey bees (*Apis mellifera*): proboscis conditioning studies by using the insect growth regulators tebufenozide and diflubenzuron. *Environmental Entomology*, 33(2): 378-388.

Aydoğdu, M., & Kanev, M. O.,2017. Üç Pestisit Parazitoit *Itopectis maculator* (Fabricius, 1775)(Hymenoptera: Ichneumonidae) Üzerine Toksisitesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*,5(2017)184-192.

Brandt A, Gorenflo A, Siede R, Meixner M, Büchler R. 2016. The neonicotinoids thiacloprid, imidacloprid, and clothianidin affect the immunocompetence of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology*. Volume 86, March 2016, Pages 40–47.

Carreck, N.,2015. Are we beginning to understand worldwide colony losses? *Bee World* 91, 20-21. doi:10.1080/0005772X.2014.11417581.

Charbonneau, L. R. et al.,2016. Effects of *Nosema apis*, *N. ceranae*, and coinfections on honey bee (*Apis mellifera*) learning and memory. *Sci. Rep.* 6, 22626; doi: 10.1038/srep22626.

Chaplin-Kramer, R. et al.,2014. Global malnutrition overlaps with pollinator-dependent micronutrient production. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281, 20141799–20141799.

Corlett, R. T.,2011. In *Honeybees of Asia* (Hepburn, H. R. & Radloff, S. E. ) 215–225 (Springer-Verlag, 2011).

Du Rand, E. E. et al.,2015. Detoxification mechanisms of honey bees (*Apis mellifera*) resulting in tolerance of dietary nicotine. *Sci. Rep.* 5, 11779; doi: 10.1038/srep11779.

Duell, E. M., 2012. *Honeybee Stress: Behavioral & Physiological Effects of Orally Administered Flumethrin*. The Bloomsburg University, Thesis, 46p, Pennsylvania.

Gallai, N., Salles, J.-M., Settel, J. & Vaissière, B. E.,2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.* 68, 810–821.

Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. & Rotheray, E. L.,2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* 347, 1255957.

Hatjina, F.,2010. Effects Of Imidacloprid (A Neonicotinoid Insecticide) On Honey Bees, Iv. Uluslararası Katılımlı Marmara Arıcılık Kongresi (Bildiri Özetleri) : 14-17.

Heylen, K., Gobin, B., Arckens, L., Huybrechts, R. & Billen, J.,2010. The effects of four crop protection products on the morphology and ultrastructure of the hypopharyngeal gland of the European honeybee. *Apis mellifera*. *Apidologie*. <http://dx.doi.org/10.1051/apido/2010043>.

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.

Garibaldi LA, Steffan-Dewenter I, Winfree R, Aizen MA, Bommarco R, et al. ,2013. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science* 339(6127): 1608–1611. doi: 10.1126/science.1230200.

Karahan, A., Karaca, İ. 2016. Adana ve Konya İllerindeki Arıcılık Faliyetleri ve Koloni Kayıpları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(2).

Karahan, A., Şahpaz, F., Kutlu, M. A., Karaca, İ. ,2017. Effects Of Thiamethoxam On *Vespa Germanica* (F.)(Hymenoptera: Vespidae). *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 1(1), 49-55.

Klein A, Vaissiere BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, et al., 2007 Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274(1608): 303–313. doi: 10.1098/rspb.2006.3721.

Lecocq, A. et al.,2016. Parasite infection accelerates age polyethism in young honey bees. *Sci. Rep.* 6, 22042; doi: 10.1038/srep22042. /srep34439 (2016).

Mogren, C. L. and Lundgren, J. G.,2016. Neonicotinoid-contaminated pollinator strips adjacent to cropland reduce honey bee nutritional status. *Sci. Rep.* 6, 29608; doi: 10.1038/srep29608.

Ollerton J, Winfree R, Tarrant S., 2011. How many flowering plants are pollinated by animals. *Oikos* 120(3): 321–326. doi: 10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x.

Özbek, H.,2003. ARILAR VE DOGA. *Uludağ Bee Journal* 22 August 2002. 22-25.

Özbek, H.,2008. Türkiye’de Ilıman İklim Meyve Türlerini Ziyaret Eden Böcek Türleri. U.Arı Drg. Ağustos 2008 / U. Bee J. August 94 2008, 8(3):92–103

Özbek H., 2010. Arılar Ve Insektisitler - İnsektisitlerin Arılara Olumsuz Etkileri Uludağ Arıcılık Dergisi Ağustos 2010 / UludagBeeJournalAugust 2010, 10 (3): 85-95.

Potempa, P., 2012. Sting operation: Wasps, hornets and yellow jackets offer benefits despite their bad-temper reputation. Erişim tarihi.[http://www.nwitimes.com/lifestyles/home-and\\_garden/sting-operation-wasps-hornets-and-yellow-jackets-offer-benefits-despite/article\\_53fb74d2-285a-51fe-b410-de4caf91c4.html](http://www.nwitimes.com/lifestyles/home-and_garden/sting-operation-wasps-hornets-and-yellow-jackets-offer-benefits-despite/article_53fb74d2-285a-51fe-b410-de4caf91c4.html)

Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE.,2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends Ecol Evol. 2010;25: 345–353. doi: 10.1016/j.tree.2010.01.007. pmid:20188434

Pleasant, B., 2013. About Yellow Jackets and the Benefits of Wasps in the Garden. Erişim tarihi: 03.02.2016. <http://www.motherearthnews.com/organic-gardening/pest-control/benefits-of-wasps-yellow-jackets-zw0z1303zkin.aspx>

Sanchez-Bayo F., Goka, K. 2014. Pesticide Residues and Bees-A Risk Assessment. Published: April 9, 2014 DOI: 10.1371/journal.pone.0094482 Plos ONE

Sanchez-Bayo F., Goka, K., 2016. Impacts of Pesticides on Honey Bees. In book: Beekeeping and Bee Conservation - Advances in Research, Chapter: 4, Publisher: InTech Open Science, Editors: Emerson D. Chambo, pp.77-97 DOI: 10.5772/62487

Sánchez-Bayo, F., Goulson, D., Pennacchio, F., Nazzi, F., Goka, K., & Desneux, N.,2016. Are bee diseases linked to pesticides?—A brief review. Environment international, 89, 7-11.

Santos, C. F. et al., 2016. Queens become workers: pesticides alter caste differentiation in bees. Sci. Rep. 6, 31605; doi: 10.1038/srep31605.

Schalau, J., Director C., Agent, A.,2006. Wasps and Yellow Jackets. Agriculture & Natural Resources. Arizona Cooperative Extension, Yavapai County Erişim tarihi. 03.02.2016. <https://ag.arizona.edu/yavapai/anr/hort/byg/archive/waspsandyellowjackets.html>

Smith, K. E. & Raine, N. E. A., 2014. comparison of visual and olfactory learning performance in the bumblebee *Bombus terrestris*. Behavioural Ecology & Sociobiology 68, 1549–1559, 10.1007/s00265-014-1765-0.

Tautz Jr., 2008. The buzz about bees: biology of a superorganism. Springer, Berlin.

Tüzün, A., Bilgili, G.,2013.Tarımsal Ekosistemde Arıların Önemi.Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 6 (2): 91-95, 2013 ISSN: 1308-3961, E-ISSN: 1308-0261

Uhl, P. et al. Interspecific sensitivity of bees towards dimethoate and implications for environmental risk assessment. Sci. Rep. 6, 34439; doi: 10.1038

Walker L., Wu S., 2017. Pollinators and Pesticides. In: Steier G., Patel K. (eds) International Farm Animal, Wildlife and Food Safety Law. Springer, Cham. International Farm Animal, Wildlife and Food Safety Law pp 495-513

Van der Sluijs, J. P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J.-M. and Belzunces, L. P.,2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. Curr. Opin. Environ. Sustain. 5, 293-305. doi:10.1016/j.cosust.2013.05.007

Yıldırım, E., 2012. Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve İlaçlar. 3. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No, 219, 330s. Erzurum.