

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İMİDACLOPRİD VE THİAMETHOXAM'IN ANADOLU BAL ARISI  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Ahmed KARAHAN**

**Danışman  
Prof. Dr. İsmail KARACA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI  
İSPARTA - 2015**

© 2015 [Ahmed KARAHAN]

## TEZ ONAYI

**Ahmed KARAHAN** tarafından hazırlanan "**Imidacloprid ve Thiamethoxam'ın Anadolu Bal Arısı Üzerine Etkileri**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bitki Koruma Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

<b>Danışman</b>	<b>Prof. Dr. İsmail KARACA</b> Süleyman Demirel Üniversitesi	.....
<b>Jüri Üyesi</b>	<b>Prof. Dr. Mehmet Salih ÖZGÖKÇE</b> Yüzüncü Yıl Üniversitesi	.....
<b>Jüri Üyesi</b>	<b>Prof. Dr. Mustafa AVCI</b> Süleyman Demirel Üniversitesi	.....

**Enstitü Müdürü**      **Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNER** .....

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Ahmed KARAHAN**

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	5
3. MATERYAL YÖNTEM.....	13
3.1. Laboratuvar Çalışmaları.....	13
3.2. Arazi Çalışmaları .....	16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	18
4.1. Laboratuvar Çalışmaları .....	18
4.2. Arazi Çalışmaları .....	22
4.2.1. Doz – Arı Dönüş Sayısı.....	22
4.2.2. Doz – Çiçek Ziyaret Sayısı.....	24
4.2.3. Doz – Tur Sayısı (Kovana Gidip- Gelme Sayısı) .....	25
4.2.4. Doz – Mavi Çiçek Ziyaret Sayısı .....	26
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	28
KAYNAKLAR.....	31
EKLER .....	36
EK A. Arılarının Çalışma Yapılacak Alana Götürülmesi (Alıştırılması) .....	37
EK B. Grafikler.....	40
EK C. Fotoğraflar.....	46
ÖZGEÇMİŞ .....	48

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## IMIDACLOPRID VE THIAMETHOXAM'IN ANADOLU BAL ARISI ÜZERİNE ETKİLERİ

Ahmed KARAHAN

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İsmail KARACA

Son yıllarda Dünya'da ve Türkiye'de arı kolonilerindeki azalmanın yapılan araştırmalarda birden fazla nedeni olduğu belirlenmiş, ancak en çok böcek öldürücü ilaçlar (insektisit) üzerinde durulmaya başlanmıştır. Tarımsal üretimde kullanılan böcek öldürücülerin zehirli etkileri doğrudan (tarlacı arıların ölümü) veya dolaylı yoldan (arıların yolunu şaşırması veya yön bulma yeteneğini kaybetmesi, hafıza kaybı ve öğrenme kaybı, kalp çalışmasının aksaması, solunum ritminin bozulması, ani sıcaklık kaybı, hırçınlık ve yavru zehirlenmesi) gibidir.

Bu çalışmada Neonicotinoid grubundan Imidacloprid ve Thiamethoxam'ın bal arıları üzerine etkilerini belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma materyali olarak Anadolu bal arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) ve yapay çiçek modelleri kullanılmıştır. Önce tarlacı arılara Imidacloprid ve Thiamethoxam laboratuvar ortamında doğrudan verilerek pestisitlerin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Daha sonra tarlacı arılar kokulu şeker solüsyonu ile çalışılacak bölgeye alıştırılmış, yapay çiçek modelleri üzerinde pestisitler arılara yapay çiçekler vasıtası ile yedirilerek etkileri belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, farklı dozlarda Imidacloprid ve Thiamethoxam'ın ile beslenen arıların hareketlerinde bozulmalar meydana gelmiş ve kovanına geri dönemediği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** *Apis mellifera*, Neonikotinoid, Arı Ölümleri, Yapay Çiçek modeli, Arılarda davranış  
**2015, 48 sayfa**

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **EFFECTS OF IMIDACLOPRID AND THIAMETHOXAM ON ANATOLIAN HONEY BEES**

**Ahmed KARAHAN**

**Süleyman Demirel University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Plant Protection**

**Supervisor: Prof. Dr. İsmail KARACA**

In recent years, different researches were made about the reduction at the bee colonies, in the World and Turkey. Several reasons were determined but the most important result were about insecticides. The toxicity effects of the insecticides, used to be sprayed on to crops, are either direct (death of foragers) or indirect ones (such as: loss of orientation and food collection, loss of memory and learning capacity, reduction of heart function, alteration of respiration rhythm, hypothermia, aggressiveness, brood toxicity).

In this study it was aimed determining effects to honey bees of Imidacloprid and Thiamethoxam from Neonicotinoid group. Anatolian honey bees (*Apis mellifera anatoliaca*) and artificial flower models were used as materials. First, Imidacloprid and Thiamethoxam were given to forager bees and the effects of pesticides were tested directly in the lab. Then foragers were trained to the study area by scented sugar solution. Forager bees were fed with pesticides on artificial flower pathces and the effects of pesticides were determined indirectly in the field.

As a result, it is realised that the bees, which are fed with different doses of Imidacloprid and Thiamethoxam, have irregular behaviours and also didn't fly back to their hives.

**Keywords:** *Apis mellifera*, Neonicotinoid, Bee mortality, Artificial Flower model, Behavior of bees

**2015, 48 pages**

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorluklara bilgi ve tecrübesi ile her aşamamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. İsmail KARACA'ya, çalışmaların yürütülmesinde bizzat emeği geçen ve desteğini esirgemeyen sayın Hocam Prof. Dr. İbrahim ÇAKMAK (Uludağ Üniversitesi) ve saygıdeğer eşi Selvinar Seven ÇAKMAK'a, çalışmalar sırasında arı örneklerinin alınması, toplanması, arılara verilecek doz ve laboratuvar deneylerinin kurulmasında bizzat yardım eden Prof. Dr. John HRANİTZ'e (Bloomsburg Üniversitesi), arıların işaretlenmesi, yapay çiçeklerin kurulması, arı davranışları gibi saha çalışmalarında bizzat yardımcı geçen ve rehberlik yapan Prof. Dr. Harrington WELLS'e (Tulsa Üniversitesi) teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmada bana destek olan Doç. Dr. Nazmiye GÜNEŞ (Uludağ Üniversitesi) ve Yrd. Doç. Dr. Victor Hugo Gonzalez BETANCORT'a (Southwestern Oklahoma State Üniversitesi) teşekkür ederim.

Bana bu çalışmanın laboratuvar denemeleri ve arazide yapay çiçek uygulamalarında yardım eden aşağıdaki listedekilere de teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet AKSOY, Süleyman Demirel Üniversitesi (Isparta, Türkiye)  
Ali ÇAKIR, Uludağ Üniversitesi (Bursa, Türkiye)  
Ayşegül DAL, Uludağ Üniversitesi (Bursa, Türkiye)  
Brianna M. LEVINSON, California Üniversitesi (San Diego, California)  
Cam PASCAL, Maryland Üniversitesi (Maryland)  
Corey BOWER, Bloomsburg Üniversitesi (Pennsylvania)  
Dilan İKİZOĞLU, Süleyman Demirel Üniversitesi (Isparta, Türkiye)  
Erol TOMAS, Adnan Menderes Üniversitesi (Aydın, Türkiye)  
Fatih YILDIRIM, Feke İlçe, Gıda Tarım ve Hay. Müd. ( Adana, Türkiye)  
Fatmanur DAL, Uludağ Üniversitesi (Bursa, Türkiye)  
Hüseyin Çetin ÖZBAYRAM, Uludağ Üniversitesi (Bursa, Türkiye)  
Jeanna RED, Central Oklahoma Üniversitesi (Oklahoma)  
Lauren BLATZHEIM, Southwestern Oklahoma State Üniversitesi (Oklahoma)  
Mustafa ERTÜRK, Uludağ Üniversitesi (Bursa, Türkiye)  
Sami MENGİLİG, Uludağ Üniversitesi (Bursa, Türkiye)  
Semih SELOVA, Uludağ Üniversitesi (Bursa, Türkiye)  
Skyler BURROWS, Utah State Üniversitesi (Logan, UTAH)  
Trimell POLK, Southern Nazarene Üniversitesi (Oklahoma)

3802-YL1-13 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşim ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Ahmed KARAHAN  
ISPARTA, 2015

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Plastik kutular.....	14
Şekil 3.2. Kurşun kabına bağlanması.....	14
Şekil 3.3. Arıların tepkisinin ölçülmesi.....	14
Şekil 3.4. Arıların beslenmesi .....	14
Şekil 3.5. Arıların bekletilmesi.....	14
Şekil 3.6. Arıların rastgele ayrılması .....	14
Şekil 3.7. Arıların gruplara ayrılması.....	15
Şekil 3.8. ilaçlı solüsyonların arılara yedirilmesi .....	15
Şekil 3.9. Pestisitli solüsyonlar .....	16
Şekil 3.10. Yapay çiçek modeli ile arıların besleme .....	16
Şekil 3.11. Yapay çiçek tablası .....	17
Şekil 4.1. Imidacloprid uygulanan arılarda davranış puanları.....	19
Şekil 4.2. Thiamethoxam uygulanan arılarda davranış puanları.....	20
Şekil 4.3. Doz – Arı Dönüş Sayısı.....	23
Şekil 4.4. Doz – Arı Dönüş Sayısı .....	23
Şekil 4.5. Doz – Çiçek Ziyaret Sayısı.....	24
Şekil 4.6. Doz – Tur sayısı (Kovana Gidip - Gelme Sayısı).....	25
Şekil 4.7. Doz – Mavi çiçek ziyaret sayısı .....	26
Şekil A.1. Arıların çalışma yapılacak alana alıştıırılması.....	37
Şekil A.2. Arıların çalışma yapılacak alana alıştıırılması.....	37
Şekil A.3. Arıların çalışma yapılacak alana alıştıırılması.....	37
Şekil A.4. Arıların çalışma yapılacak alana alıştıırılması.....	37
Şekil A.5. Arıların çalışma yapılacak alana alıştıırılması.....	37
Şekil A.6. Arıların çalışma yapılacak alana alıştıırılması.....	37
Şekil A.7. Yapay çiçek modelinin uygulandığı alan .....	38
Şekil A.8. Arıların kokuya gelmesi .....	38
Şekil A.9. Arıların kokuya gelmesi.....	38
Şekil A.10. Uludağ Üniversitesi Arıcılık Geliştirme - Uygulama ve Araştırma Merkezi Arılığı.....	39
Fotoğraf C.1. Uludağ Üniversitesi Arıcılık Geliştirme – Uygulama ve Araştırma Merkezi.....	46
Fotoğraf C.2. Yapay çiçek uygulaması.....	46
Fotoğraf C.3. Yapay çiçek uygulaması.....	47
Fotoğraf C.4. Yapay çiçek uygulaması .....	47

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.1. Imidacloprid uygulanan arılarda davranış puanları .....	18
Çizelge 4.2. Thiamethoxam uygulanan arılarda davranış puanları .....	29
Çizelge 4.3. Dönen arı sayısı ve yüzde oranları .....	22
Çizelge 4.4. 2. Ve 3. Setlerdeki toplam çiçek ziyaret ve ortalaması.....	24
Çizelge 4.5. 2. Ve 3. Setlerdeki toplam ziyaret sayısı ve ortalaması.....	25
Çizelge 4.6. 1,2,3. Setlerdeki toplam mavi çiçek ziyaret ortalamaları.....	26
EK B Çizelge B.1. Imidacloprid'in laboratuvar verileri.....	40
EK B Çizelge B.2. Thiamethoxam'ın laboratuvar verileri.....	43

## **SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AOT	Akut Oral Toksite
Ark.	Arkadaşları
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
cm	Santimetre
g	Gram
GAP	Güney Doğu Anadolu Projesi
GDO	Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
IAPV	İsrail Akut Arı Felci Virüsü
IR	Kızıl Ötesi
Kg	Kilogram
LD50	Letal doz 50
M	Molar
MEA	Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Tekrar Sayısı
ng	Nanogram
Ort	Ortalama
PPB	Milyarda bir
RFID	Radyo Frekanslı Tanımlama
vb	Ve benzeri
vd	Ve diğerleri
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre

## 1. GİRİŞ

Türkiye, coğrafi konumu, doğal zenginlikleri, iklim ve sahip olduğu bitki florası sayesinde arıcılık için oldukça avantajlı bir ülkedir (Kekeçoğlu ve vd., 2007).

Ülkemiz, doğal arı meralarının varlığı dışında tarımsal alanlarda yetiştiriciliği yapılan yonca, korunga, soya fasulyesi, ayçiçeği gibi yağlı tohumlu bitkiler ile elma, narenciye, badem gibi meyve ağaçları bakımından oldukça zengindir. Ayrıca arılar için önemli nektar kaynağı olan çam, göknar gibi salgı kaynağı ağaçlar ile akasya, ıhlamur, akçağaç, kestane gibi orman ağaçları bakımından da genetik çeşitliliğe sahiptir (Kumova, 2005).

Balarılarının böcek ilaçlarından etkilenmelerine ait ilk bilgiler ABD'de elma iç kurduna karşı kullanılan Paris Yeşili'nin 1870 yılında önemli miktarda arı ölümüne sebep olmasına dayanır. Ülkemizde ve dünya da arılar, böcek ilaçlarından etkilenen en önemli böcek grubunu oluşturmaktadırlar. Pestisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanılmaları sonucunda her yıl binlerce kovan bal arısı zarar görmektedir. Pestisitler, arılara kontak, solunum ve mide zehiri yoluyla etki yapar ve arılar insektisit zehirlenmelerine karşı farklı belirtiler gösterir. Tarımsal mücadele ilaçlarının birçoğu arıların erginleri kadar larvaları için de zararlıdır. İsektisitler, genellikle koloni üzerinde etkilerini göstermeden önce tarlacı arıları öldürür. Birçok arı tarlada ve ilaçlanan saha ile koloni arasında kaybolur. Koloni zayıflar fakat genellikle ölmez. Zehirli maddeler tarlacı arılar tarafından kovana taşınırlar. Bu durumda kovandaki larva ve genç arılar da etkilenerek ölür. Pestisit zehirlenmesinde başlangıçta kovan içerisindeki görevlerini aksatır hareketlerinde azalma olur ve abdomenleri şişer, kanatlar ve bacaklar felç olur ve ölürler (Yıldırım, 2012).

Düşük dozda alınan kimyasallar kovanda direkt olarak arıları öldürmeyebilir, fakat işçi arıları, ana arıyı ve erkek arıları olumsuz etkileyerek koloninin veriminin azalmasına neden olabilir (Hranitz, 2009).

2006'lı yıllarda başlayan %30-90 oranında toplu arı ölümlerine ilişkin yeterince doyurucu bir bilimsel açıklamanın bulunamaması bu konu ile uğraşan insanları endişelendirmiş ve şüpheler neonikotoidler grubundan olan "Imidacloprid" adı verilen aktif madde üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu aktif madde, kontakt ve mide zehiri etkili, sistemik bir insektisittir. Bu aktif madde gerek dünyada ve gerekse ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır (Yıldırım, 2012).

Neonikotinoid böcek öldürücüler sistemik kimyasallar olarak bilinir. Çünkü böceklerin merkezi sinir sistemini bozup, felce ve ölüme sebep olurlar. Ölümcül olmayan dozlarının bile arıları olumsuz olarak etkilediği söylenmektedir. Neonikotinoidler suda çözülebildiği ve çok kolay nüfuz ettiği için toprağa ve yer altı sularına sızıp birikip yıllarca var olabilirler. Bu sayede kovanda uzun süreli zehir oluştururlar. Bitkinin taşıma sistemine girip, tüm kısımlarına, polenlerine ve bal özüne sızabilirler. Neonikotinoidler böceklerin merkezi sinir sistemlerine, birikerek ve geri döndürülemez şekilde etki ederler. Az miktarları bile zaman içinde önemli zarar verebilir (Anonim, 2013).

Bal arılarının ölümleri hakkında birçok araştırma yapılmaya başlanmıştır. Fakat kesin bir bilimsel sonucun ortaya çıkmaması olası şüphelerden arı hastalıkları, kullanılan insektisitler (böcek öldürücüleri), gezginci arıcılık, genetik nedenler, GDO'lu çeşitlerin veya bunların kombinasyonlarının kullanılması gibi nedenler üzerinde yoğunlaşılmasına neden olmuştur. Neonikotinoid olarak bilinen sistemik böcek ilaçları aynı zamanda tarım ürünüde tohum ıslahında kullanılıyor. Örneğin günümüzde genetiğiyle oynanan mısırlarda neonikotinoid böcek ilaçları bulunmaktadır (Açıkgöz, 2012).

Pamuk tarlalarına yerleştirilen kolonilerdeki arı, bal ve polende Imidaclopride rastlanmıştır. Imidocloprid uygulandıktan 45 gün sonra yerleştirilen arıların dokularında 8,79 ng/g, poleninde 5,68 ng/g ve balında da 7,42 ng/g imidocloprid bulunmuş ve arılar üzerinde sub-lethal dozlarda bile yok edici etkiye sahip olduğu görülmüştür (Hatjina vd., 2011).

Öldürücü olmayan miktarlarda Thiamethoxam içeren ayçiçeği, bezelye, haşhaş, keten, pamuk, sorgum, yem bezelyesi ve hardal gibi nektar ve polen kaynağı olan bitkilerden alınan ürünlerle beslenen arı kolonilerin yaşama süresi daha az, gelişmeleri daha düşüktür (EFSA, 2013a).

Koloni kayıplarının olası nedenleri arasında, yanlış uygulanan arıcılık teknikleri nedeniyle genetik çeşitliliğin azalmasından dolayı koloninin çevre şartlarına adapte olamaması, ekolojik farklılıkları olan bölgeler arasında ana arı ticareti yapılması sonucu bölgeye adapte olmuş arıların genetik yapısının bozulması, iklim değişikliklerinin bal arısı kolonileri üzerinde olumsuz etkisinin olması, arılarda gözlenen yeni hastalık ve zararların (Virüsler, *Nosema Cerana*, *Varroa Destructor*) kolonilerin üzerine olumsuz etkileri, bal arısının hastalık ve zararlarına karşı uygulanan kimyasal ilaçlar etkilidir (Oksay, 2011).

Kullanılan tarım ilaçları toz şeklinde kullanıldığında arılar ve diğer polinatörler için yüksek risk oluşturmaktadır. Bal arıları sosyal böcekler olduğu içinde topladığı besin ve kendi üzerindeki kalıntılarla kovanına götürdüğü kimyasal koloninin diğer bireylerine bulaştırarak büyük bir risk oluşturmaktadır (EFSA, 2013b).

Arıların insektisitlerden dolayı olarak etkilenmeleri, değişik şekillerde olabilmektedir. Yağmurla yıkanan ilaçların su birikintilerinde kalmaları, buralardan su ihtiyacını karşılayan arıların ölümlerine neden olabildiği gibi kovanlarda da kirlilik oluşturmaktadır. İlaçlı bitki ve toprak materyalini yuva yapımında kullanan arılar bu durumdan olumsuz yönde etkilenmektedirler. Bu durum bilhassa yaban arılarında sorun oluşturmaktadır (Özbek, 2010).

Yine yapılan çalışmalarda yaban arılarının, balarılarına nazaran pestisitlere karşı daha hassas oldukları tespit edilmiştir (Yıldırım, 2012).

Böcek öldürücülerin görülen etkilerinden biri arıların bağışıklık sistemini zayıflatmasıdır. Tarlacı arılar ilaçlı polenleri kovana getirir ve burada polenler tüm arılar tarafından tüketilir. Parazit, virüs, mantar, bakteri gibi doğal görünen,

ikincil arı enfeksiyonlarına yenik düşerler. Çöküşün eşiğinde olan bal arısı kovanlarında Varroa, Nosema, bakteriyel ve mantar enfeksiyonları ve İsrail Akut Arı Felci virüsü (IAPV) gibi patojenler bol miktarda görülür. Bağışıklık sisteminin çalışmayışı ve fırsatçı hastalıkların yanında bal arıları aynı zamanda nörolojik problemler, yönelim bozukluğu ve yön bulma bozukluğu yaşarlar. Bu etkilerin önemli sonuçları olur çünkü yön bulamayan ve kovana geri dönemeyen arılar ölürler (Anonim, 2013).

Arıların yeryüzünde görevi sadece bal, polen, arı sütü, balmumu toplamak ve üretmek değildir. Doğadaki en önemli görevlerinden biri de dölleme'yi sağlamasıdır. Arıların doğaya ve insanlığa faydalarından dolayı tüm dünyada ve Türkiye'de arı ölümlerinin araştırılması, İnsanların arıların faydalarını öğrenerek daha bilinçli hareket etmesi gerekmektedir (Toprak, 2012).

Bal arıları sağlığa yararlı arı ürünlerinin yanında, bitkisel üretimde miktar ve kaliteyi artırmakta, birçok endemik ve tıbbi bitkilerin devamını sağlamada, toprak erozyonunu azaltmakta, seralarda hormon ve açık alanlarda insektisit kullanımını azaltmakla, insanlığa ve doğaya çok önemli katkıda bulunmaktadır (Çakmak, 2004).

Yukarıda da açıklandığı gibi insan yaşamında çok önemli bir yeri olan bal arılarının korunması ve neslini devam ettirebilmesi için yapılması gereken çalışmalar vardır. Bu nedenle bu çalışma ele alınmış olup, tarım alanında kullanılan Imidacloprid ve Thiamethoxam'ın Anadolu ırkı bal arısı üzerine olumsuz etkileri incelenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Frisch (1946), bal arıları üzerinde yaptığı çalışmalarda arıların kokuya alıştırılabilir olduğunu, arıların mavi, beyaz ve sarı rengi ayırt edebildiklerini belirtmiştir. Ayrıca yaptığı çalışmada renklerin farklı tonlarını kullanmış ve arıların mavi rengi diğer renklerden kolaylıkla ayırabildiğini fakat diğer renkleri aynı kızılötesi renkler gibi gördüğünü, kırmızı ve ötesi renkleri göremediğini belirtmiştir. Frisch çalışmalarında arıların yönlerini nasıl bulduğunu araştırmış ve arı dansı diye tabir edilen arılardaki davranışları tespit etmiş ve besinlerini bulmak için yaptığı dansları bulmuştur.

Çakmak vd. (1999), Nektar sıklıklarının Türkiye’de bulunan farklı balarısı ırklarının çiçek tercihlerini araştırmak için yapılan bu araştırmada Avrupa arı ırklarından *Apis mellifera armeniaca*, *A. m. caucasica*, *A. m. cypria*, ve *A. m. syriaca* karşılaştırılmıştır. Çalışmada 12 mavi, 12 beyaz, 12 sarı yapay çiçek kullanılmış ve çiçekleri ziyaret eden arılar kaydedilmiştir. Ayı kovanda bazı arılar mavi çiçeği diğerleri sarı ve beyaz çiçekleri tercih etmiştir. *A. m. caucasica* toplayıcı arıları arasında nektar sıklığına dikkate almamışlardır. Mavi, beyaz çiçekleri tercih eden arılar çiçek tercihlerini nektar sıklığına göre yapmamıştır. Bunun aksine *A. m. armeniaca*, *A. m. cypria*, ve *A. m. syriaca* nektar sıklığına bağlı riske reaksiyon göstermiş, sürekli nektar bulundurmeyen çiçekleri tercih etmemişlerdir.

Medrzycki vd. (2003), yaptıkları çalışmada Imidaclopridin öldürücü dozun altında iki farklı konsantrasyonda (aktif maddesi 100 ppb ve 500 ppb) hazırlanarak 10 balarısına 3 set denenerek yedirilmesi sonucunda arıların davranışlarını IR kamerasıyla kaydederek bilgisayarda analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda kimyasalların arılara 30-60 dakika içinde etki ettiği ve birkaç saat içinde etkisini kaybettiğini, bu etkilerin ise kontrol arılarına göre daha az hareket etme, iletişim kapasitesinde düşme ve sosyal davranışlarda azalma şeklinde olduğunu bildirmektedirler.

Iwasa vd. (2004), Labaratuvar biyoanalizleri sonucu Neonicotinoid insektisitler içinde Nitro-subststitute bileşikler (bunlar; Imidacloprid 18 ng/arı, 22 ng/arı clothianidin, 30 ng/arı thiamethoxam, 75 ng/arı dinotefuran ve 138 ng/arı nitenpyram LD50 değerleri) Cyano-substituted bileşiklere göre daha yüksek toksik madde içerdiğini belirtmiştir.

Abramson vd. (2007), çalışmalarında, farklı koku, renk ve besin uygulamaları yaparak arıların öğrenme ilkelerini belirlemişlerdir. Çalışmada plastik kamışlara bağlı ve serbest uçan arılar ve iki farklı koku ve renk kullanılmıştır. Birinci denemede, arılar buzlukta kısa bir süre tutulup hareketi yavaşlayınca plastik kamışlar içinde bantla kafa ve göğüs arasından dilini çıkarabilecek durumda bağlanmıştır. Bu şekilde bağlanan arılara tesadüfi şekilde iki koku birbiri arkasından verilmiştir. Seçilen bir kokunun hemen ardından şeker solüsyonu verilerek toplam 24 kez tekrarlanmış ve arıların belli bir koku ile şeker solüsyonunun geleceğini öğrenmesi denenmiştir. İkinci denemede, dışarıda uçan arılara iki farklı renkte hedef ve bunlardan birinde arılara benzer şekilde şeker solüsyonu verilmiştir. Bu denemede arıların iki hedeften birini rengine göre öğrenip seçmesi amaçlanmıştır. Renklerden birine şeker solüsyonu diğerine bir damla su verilmiştir. Önceki denemede olduğu gibi hedefin yerleri tesadüfi olarak değiştirilmiştir. Yine 24 kez bu işlem devam etmiştir. Bu denemede arıların sabitlendiği denemedeki gibi yine şeker solüsyonunu öğrendiği ve ayırdığı görülmüştür. Sabitlenen denemede arılar arka arkaya tesadüfi sırada verilen bir kokuyu ayırmış, ikinci denemede aynı anda yan yana duran iki hedefte renkleri ayırmıştır.

Aliouane vd. (2009), bu çalışmada, Fipronil, Thiamethoxam, Acetamiprid'i ölümcül olmayan dozlarda bal arılarına ağız yoluyla ve temas yoluyla uygulanarak davranışları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu pestisitle arılara yedirilmek üzere damıtılmış su ve şeker ile seyreltilerek arılara yedirildi. Çalışmanın sonucunda ilaca maruz bırakılan arılarda performans düşüklüğü, öğrenme zorluğu, vücut hareketlerinde yavaşlama ve kokuya duyarsızlık tespit edilmiştir.

Çakmak vd. (2009), Türkiye’de bulunana *Apis mellifera caucasica*, *A. m. carnica* ve *A. m. syriaca*’nın beslenme ve toplayıcılık özellikleri arasındaki farklılıkları ölçmek için, çiçek-renk bağımlılığı, riskten kaçınma ve maksimum net kazanç modelleri mavi, beyaz ve sarı yapay çiçekler kullanılarak araştırılmıştır. Yapay çiçeklere besin verilmiş, tüm alttürlerin mavi beyaz ve sarı çiçeklere konarak riskten kaçınmaya duyarsız kaldığı gözlenmiştir fakat tüm alttürler net kazanç sağlamıştır. Çiçeklere uygulanan şeker konsantrasyonu artırıldığında arılar duyarsız kalamamış ve maksimum net kazanç sağlamışlardır.

Hranitz vd. (2010), çalışmanın amacı Ethanol’un arı davranışlarına etkilerini ve arılarda strese neden olup olmadığını ortaya çıkarmaktır. Araştırmacılar Ethanol’u farklı dozlarda arılara yedirmiş ve arılardaki davranış, öğrenme ve fizyolojik olarak değişiklikleri belirlemişlerdir. Çalışma materyali olarak kullanılacak arılar 1,5 M şurup ile beslenen arıları 20-24 saat bekledikten sonra farklı dozlarda Ethanol yedirilmiştir. Ethanol yedirilen arılar 4 saat bekletildikten sonra motor hareketleri kaydedilmi ve kafaları koparılarak beyinleri ayrılmıştır. Bu çalışmada farklı dozlardaki Ethanol’un arıların beyinlerindeki miktarlar belirlenmiştir.

Ünal vd. (2010), araştırmacılar, Pendik Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü, Farmakoloji-Toksikoloji Bölümü Laboratuvarı’nda, 2006-2010 yılları arasında, şüpheli arı ölümleri sonucunda 16 zehirlenme vakasından alınan arı, petek, ayçiçeği, ot ve ağaç yaprağı gibi materyallerde pestisit analizleri yapılmışlardır. Örnekler şüpheli ölümlerin olduğu İstanbul, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Bilecik, Afyonkarahisar ve Samsun’dan alınmıştır. Analizlerde 15 insektisit, 6 naftalen, 3 herbisit, 1 fungusit, 1 antiseptik/dezenfektan ve 1 adet büyüme hormonu tespit edildi. Bu çalışma pestisitlerin Türkiye’de bal arıları kayıplarında önemli rol oynayabileceğini ortaya koymuştur. Pestisitlerin Türkiye’de bal arıları kayıplarında önemli rol oynayabileceğini ve bu konulardaki çalışmaların daha planlı ve kapsamlı olarak yürütülmesinin gerektiğini belirtmişlerdir. İncelenen bal arısı kayıplarında, arı yetiştiricilerinden alınan örnekler doğrultusunda, arılarda, peteklerde ve diğer

numunelerde saptanan pestisitler nedeniyle arı ölümlerinde pestisitlerin başlıca rol oynadığını bildirmişlerdir.

Stoner vd. (2012), topraktan uygulanan Imidacloprid ve Thiamethoxam'ın kabak bitkisinin polen ve nektarındaki miktarını araştırmıştır. Araştırmacılar, sistemik insektisitlerin topraktan polen ve nektara taşınıp oradan da arıların midesine geçeceğini belirtmiştir. Araştırmacılar sistemik neonikotin olan Imidacloprid ve Thiamethoxamı etiket dozunda denemişlerdir. Nektarda 1063 ppb Imidacloprid ve 1166 ppb Thiamethoxam bulunmuş, polendeki konsantrasyon 1468 ppb Imidacloprid ve 1269 ppb Thiamethoxam olarak bulunmuştur.

Henry vd. (2012), araştırmacılar, arılara yerleştirdikleri RFID (radyo frekanslı kimlik tanımlama) çipleriyle, Thiamethoxam'ın ölümcül dozun (LD50 değeri) altındaki miktarlara maruz kalan bal arılarında yüksek oranda eve geri dönememe ve toplanamamadan kaynaklı ölümler olmaktadır ve bu büyük risk oluşturmaktadır. Radyo frekansıyla yaptığı çalışmada Thiamethoxamın eve geri dönüşü engellediğini saptamıştır. Araştırmacılar, neonikotinler'in, arının beynini etkileyerek yön bulmasını da zorlaştırdığını tespit etmiştir.

Oruç vd. (2012), varroa, sivrisinek ve kene mücadelesinde kullanılan Flumethrin'in bal arıları üzerindeki akut oral toksitesini ölçmek için düşük dozlarda ( arı başına 0.125 ila 4,000µg) verildi ve vücut hareketleri üzerindeki etkileri gözlemlendi. Arıların motor koordinasyon hareketleri hortum, anten, kanatlar, bacak hareketleri test süresince kaydedildi. Yapılan Çalışmanın sonucunda Flumethrin'in bal arılarında son derece toksit etki yaptığı belirlenmiş, düşük dozlarda motor koordinasyonunda azalma, anten bacak ve kanatlarında ağır hareket etme, yüksek dozlarda felç ve ölümlere sebep olduğu gözlemlenmiştir.

Duell (2012), Anadolu bal arısında (*Apis mellifera anatoliaca*) pestisit olarak kullanılan Flumethrin'in; balarılarında zehirli olduğunu, davranış bozuklukları ve sinirsel olarak beyne zarar verdiğini saptamıştır. Bu çalışmada, arılarda

balmumunda ve zararlı böcek kontrolünde kullanılan Flumethrin'in kovan performansını ve yaşam süresini düşürdüğünü bal arılarındaki ölümcül olmayan zehirli hücre stresini tetikleme ve davranışlarda bozulma olduğunu bildirmiştir.

Yıldırım (2012), pestisitler, arılara kontak, solunum ve mide zehiri yoluyla etki yaparlar. Arılar değişik insektisit zehirlenmelerine karşı farklı belirtiler gösterir. Zehirlenmenin ilk belirtisi, tüm arılıktaki kolonilerin uçuş delikleri önünde çok sayıda ölmüş veya can çekişmekte olan arıların görülmesidir. Tarımsal mücadele ilaçlarının birçoğu arıların erginleri kadar larvaları için de zararlıdır. Arılara, klorlandırılmış hidrokarbonlu, organik fosforlu, karbamatlı ve sentetik piretroitli bileşikler ile diğer gruplarda yer alan insektisitler zehirli ve çok zehirli sınıfta yer alır. Bunun yanı sıra biyopestisitler, akarisitler, fungusitler ve herbisitler ise az zehirli veya zehirsiz sınıfta yer almaktadırlar. Özellikle sentetik piretroitler arılara karşı laboratuvar çalışmalarında çok zehirli sınıfta yer almalarına rağmen arazi denemelerinde toksiteleri çok düşük bulunmuştur.

Whitehorn vd. (2012), araştırmacılar, yaban arılarına (bambus arısı) doğada karşılaşabilecekleri doz oranında Imidaklorid'e maruz bırakarak, ilacın arılar üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Altı hafta sonunda bu yaban arısı kolonilerinin, kontrol grubuna oranla yüzde 8 ila 12 daha düşük popülasyona sahip oldukları tespit edildi. Ayrıca böcek ilacına maruz kalan kolonilerin yüzde 85 daha az kraliçe arı çıkardığı da gözlemlendi. Bu, arı popülasyonu açısından çok önemli çünkü kraliçe arı sayısı bir sonraki sezonunda oluşturulacak yeni kovanların sayısını belirler.

Pettis vd. (2013), araştırmacılar, badem, elma, yaban mersini, kıvılcık, salatalık, kabak, karpuz olmak üzere yedi bitkinin polenlerini, kovana dönen tarlacı arılardan topladılar. Arıların besledikleri polenlerde dokuz farklı pestisit ve fungusit bulunurken örnek bir polende yirmi bir farklı çeşit ölümcül kimyasal bulunmaktaydı. Araştırmacılar bu fungusitli polenlerden beslenen arıların parazitlerden dolayı üç katı daha zarar gördüğünü belirlediler ve fungusitlerin arılara zararsız olduğu kanısını azalttı. Alınan örneklerin bazılarında 35 farklı

pestisit çeşidi bulmuşlardır. Bir polen örneğinde esfenvalerate ve fosmet olan insektisitlerden (böcek öldürücülerden) ise ölümcül düzeyin bile üzerinde bulundu.

Keshlaf vd. (2013), araştırmacılar fipronilini arazi ortamında iki tekrarlı olarak oral yoldan ve direkt uygulanarak yedi günlük bal arıları üzerindeki toksik etkileri belirlenmiş. Buna ek olarak, fipronilin etkileri; arazi ortamında uygulanan dozun tamamı ve yarısının pamuk bitkileri üzerinde uygulamak üzere, farklı yaş aralıklarındaki arılara uygulanmıştır. Akut dermal LD50 değeri 1.9 ng/arı ve akut oral LC50 değeri ise 0.4 ng/ arı olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda fipronilin direkt sprey ile sıkılması, yenmesi ve rezidüer ile temas edilmesi suretiyle bal arıları üzerinde yüksek derecede toksik etkileri saptanmıştır.

Laurino vd. (2013), Neonikotinoid insektisitlerin farklı arı genotiplerine toksitesini ölçmek için yapılmış bu çalışmada clothianidin, imidacloprid, ve thiamethoxam etkili maddeye sahip pestisitler laboratuvar ortamında *Apis mellifera mellifera*, *A. m. ligustica spinola* ve *A. m. carnica* ağız yoluyla ve kimyasala maruz bırakma yoluyla denenmiş ve aralarındaki farklar ölçülmüştür. Kullanılan kimyasallar her üç arı alttürü içinde yakın değerlerde çıkmış ve toksik etki yapmıştır. Çalışmanın sonucunda clothianidin ve thiamethoxam'ın akut oral toksite (AOT LD50) sonuçları her üç arı alttüründe birbirine benzer çıkmış, imidaclopridin toksik etkisi ise değişkenlik göstermiştir.

Tan vd. (2013), varroa mücadelesinde kullanılan flumethrin'in bal arılarının koku ve öğrenme duyularında yaptığı değişikliği görmek için bir Asya arısı olan *Apis cerana* üzerinde çalışma yapılmıştır. Çalışma yapılan her koloniden 30 arı yakalanmış CO<sub>2</sub> gazı ile bayıltıldıktan sonra plastik kutulara beslenecekleri şekilde sabitlenmiştir. Her birey 10µl %30 şeker içeren 10 µg/g flumethrin içeren şurupla beslendi. Çalışma yapılan koloni içerisindeki çerçevelerde flumethrin içeren şurup her üç günde iki defa püskürtülerek arılardaki etkileri ölçüldü. Çalışmanın sonucunda flumethrin'in Arılar üzerinde olumsuz etki

yaptığı arıların yaşam süresini kısalttığı, koku alma ve öğrenme kaybına neden olduğu gözlenmiştir. Kısa süreyle flumethrin'e maruz kalan arıların öğrenme ve hafızası zayıfladığı için sosyal hayatlarında da bozulma olmuştur.

Özger vd. (2014), yapılan bu çalışmada, laboratuvar koşullarında dimilin isimli insektisit Hymenoptera takımından *Apis mellifera* (Apidae), Coleoptera takımından *Chilocorus bipustulatus* (Coccinellidae) ve *Calosoma sycophanta* (Carabidae)'ya yan etkisi olup olmadığı denenmiştir. Denemeler 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiştir. Her bir tekerrür 5'er adet bireyden oluşturulmuştur. Böylelikle her bir ilaç denemesi için her bir yararlı böcekten 25'er birey kullanılmıştır. Denemelerde pozitif kontrol olarak diflubenzuron etkili maddeye sahip kimyasal, negatif kontrol olarak ise saf su kullanılmıştır. Uygulamalarda püskürtme yöntemi ile yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda dimilin ve pozitif kontrol olarak kullanılan diflubenzuron etkili maddesinin *Chilocorus bipustulatus* ve *Calosoma sycophanta* ile *Apis mellifera*'ya önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Fischer vd. (2014), yaptıkları çalışmada Neonikotinoidlerden, Imidacloprid, Clothianidin ve Thiacloprid'in arıların merkezi sinir sisteminde, yön bulma ve uçuş hızlarında bir etki yapıp yapmadığını araştırmak için bu üç kimyasal arılara öldürücü dozun altında yedirmiş, 90 dakika karanlık bir kutuda bekletilmiş ve 1,5 saat mesafeden serbest bırakılarak harmonik radar ile takip edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda Thiacloprid arıların uçuş hızını düşürmüştü, Imidacloprid, Clothianidin arıların uçuş hızına etki etmemiş fakat Kontrol arılarına göre daha anlamsız ve karmaşık uçuşlar yapmıştır.

Feltham vd. (2014), Neonikotinoid grubundan Imidacloprid'in Bambus arılarının polen toplama özelliğinde bir değişiklik yapıp yapmadığını araştırmak için Imidacloprid içeren besinle iki hafta boyunca beslenen arılar kovanın dışarısına bırakıldı ve 4 hafta süresince radyo frekansı ile tanımlama (RFID) yöntemiyle takip edildi. Yapılan çalışmanın sonucunda bambus arılarında işgücü ve performans düşüklüğü gözlenmiş toplayıcılık özelliğinin azaldığı, kontrol

aralarına göre % 31 daha az polen getirdiği tespit edilmiş olup, pestisitlerin dūřuk dozlarının bile toplayıcılık özelliğini azalttığı gözlenmiştir.

Jones vd. (2014), bu çalışma neonikotinoid insektisitlerden clothianidin, thiamethoxam ve imidacloprid'in ekilebilir topraklardaki kalıntı miktarını ölçmektir. Çalışma Doğu ingiltere'den alınan toprak örnekleri ile yapılmıştır. Alınan 18 örnek 10-15 cm derinlikten alınmıştır. Kimyasal analiz sonucuna göre clothianidin 0.02 µg/kg ile 13.6 µg/kg aralığında, thiamethoxam <0.02 µg/kg ile 1.50 µg/kg arasında, imidacloprid 0.09 µg/kg ile 10.7 µg/kg arasındadır. Bu alışma bize tohum kaplamada kullanılan neonikotinoidlerin ekilebilir topraklarda kalmaktadır ve imidaclopridin toprakta kalma süresi clothianidin ve thiamethoxam'a göre daha fazladır. Bu çalışmaya göre uygulanan dozun %5'i tohum tarafından emilirken geri kalan kısmı toprağa karışıyor ve toprağın yapısından sorumlu canlılar için öldürücü etkilere neden oluyor.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

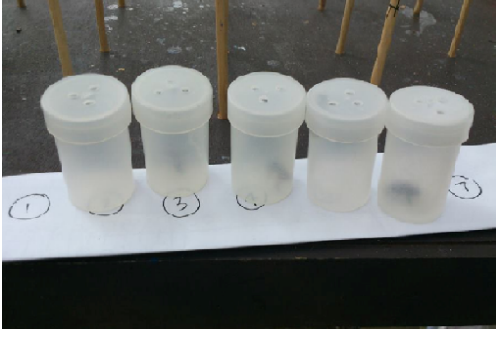
Çalışmanın ana materyalini, Anadolu bal arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) ve tarım alanlarında kullanılan Neonicotinoid grubundan Imidacloprid ile Thiamethoxam etkili maddeli tarımsal savaş ilaçları oluşturmaktadır.

Anadolu bal arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) üzerinde yapılan bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Arıcılık Geliştirme-Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır. Arılara Imidacloprid ve Thiamethoxam ağız yoluyla verilmiştir. Çalışmanın ilk kısmında laboratuvarda pestisit yiyen arıların anten, hortum(dil) işlevselliği, kol-bacak hareketi ve karın kısmının hareketine göre puan verilmiş ve değerlendirilme yapılmıştır. Daha sonra arazi koşullarında yapay çiçek modelleri ile pestisit yedirilen arıların mavi ve beyaz çiçekleri ziyaretleri kaydedilmiştir.

Yapılan bu çalışma laboratuvar ve arazi koşullarında yürütülmüştür.

#### 3.1. Laboratuvar Çalışmaları

Tarlacı arılar, Karanfil kokulu % 50 şeker içeren çözelti hazırlanarak yapılan şurupla çalışmanın yapılacağı yere götürülerek 3 gün boyunca alıştırmıştır. Buraya gelen tarlacı arılar rastgele bir şekilde küçük plastik kutularda toplanmış (Şekil 3.1) ve çalışma yapılan yere getirilerek hareketsiz kalana kadar, yaklaşık 3- 4 dakika (Hranitz vd., 2010) buz dolabında bekletilmiştir. Hareketsiz kalan arılar kutulardan çıkarılarak baş ve toraks arasından daha önce hazırlanan kurşun kaplarına bağlanmıştır (Şekil 3.2). Arılar ayıldıktan sonra antenlerine su ve şurup verilerek tepki verip vermedikleri belirlenmiştir (Şekil 3.3). Her bir arıya 1.5 Molar hazırlanmış şuruptan doyana kadar yedirilmiş (Şekil 3.4) ve 20-24 saat (Duell, 2012) bekletilerek (Şekil 3.5), sağlıklı olanlar ayrılmıştır (Şekil 3.6). Çalışma sırasında yaklaşık 250 adet tarlacı arı toplanmış olup bunlardan sağlıklı olan 208 tanesi denememizde kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Plastik kutular



Şekil 3.2. Kurşun kabına bağlanması



Şekil 3.3. Arıların tepkisinin ölçülmesi



Şekil 3.4. Arıların beslenmesi



Şekil 3.5. Arıların bekletilmesi



Şekil 3.6. Arıların rastgele ayrılması

Arılar 20-24 saat sonra bekleddikten sonra rastgele guruplara ayrılmış (Şekil 3.7) ve hazırlanan LD 50 1/5 (3,6ng), 1/50 (0,36ng), 1/100 (0,18ng), 1/250 (0,072ng), 1/500 (0,036ng) solüsyonları arılara 10 mikrolitre olacak şekilde yedirilmiştir (Şekil 3.8). Imidacloprid'in LD50 1/5'i dozu için 18 arı, 1/50 için 18 arı, 1/100 için 18 arı, 1/250 için 16 arı, 1/500 için 15 arı, kontrol arıları içinde 16 arıya ilaç yedirilmiştir. Thiamethoxam'ın ise LD50 1/5'i için 18 arı, 1/50 si için 18 arı, 1/100'ü için 18 arı, 1/250'si için 17 arı, 1/500'ü için 19 arı, kontrol içinde 17 arıya ilaç yedirilmiştir.



Şekil 3.7. Arıların guruplara ayrılması



Şekil 3.8. İlaçlı solüsyonların arılara yedirilmesi

Kontrol grubu arılar ise 10 mikrolitre 1.5 M şurup verilerek oda sıcaklığında bekletilmiştir.

Tüm arılar 4 saat bekletildikten sonra anten, hortum işlevselliği, kol-bacak hareketi ve karın kısmının hareketine göre puan verilerek değerlendirilmiştir. 4 saat sonra hortum işlevini kaybeden, felç olan arılara 0 puan, Anten, kol-bacak ve karın kısmında yavaş ve yönsüz hareket edenlere 1 puan, Anten, hortum, kol-bacak ve karın kısmı iyi hareket eden arılara 2 puan verilmiştir. Bu puanlama sistemine göre arılar her vücut organına ayrı puan almış ve en fazla 8, en azda 0 puan verilerek (Duell, 2012) değerlendirme yapılmıştır.

Yapılan bu işlemin sonucunda farklı doz verilen arıların tepkileri regresyon analizleri ile ortaya konulmuştur.

### 3.2. Arazi Çalışmaları

Imidacloprid'in bal arılarına LD50 değerinin 1/1 (18ng), 1/2,5 (7,2ng), 1/5 (3,6ng), 1/10(1,8ng), 1/25 (0,72ng), 1/50 (0,36ng) olmak üzere 6 ayrı solüsyon şeklinde (Şekil 3.9) hazırlanarak bal arılarına 5 mikrolitre yedirilmiştir. Yapay çiçek yöntemi kullanılarak pestisit verilen arılar ile kontrol arılarının geri dönme oranları, çiçek ziyaret sayısı, kovan ziyaret sayısı ve mavi-beyaz çiçeklere konma sayıları kaydedilmiştir (Şekil 3.10). Kontrol arılarına 1M 5 mikrolitre şurup yedirilmiştir. Hazırlanan her dozlardan LD50 1/1 için 3 deneme kurulmuş ve 24 arı kullanılmış, 1/ 2,5 için 3 deneme kurulmuş ve 22 adet arı kullanılmıştır. Her iki dozda da arılar geri dönmemiştir. LD50 1/5 dozunda 7 deneme kurulmuş 53 adet arı kullanılmıştır. LD50 1/10 dozunda 8 deneme kurulmuş 63 adet arı kullanılmıştır. LD50 1/25 dozunda 6 deneme kurulmuş 44 adet arı kullanılmış ve LD50 1/50 dozunda 6 deneme kurulmuş ve 46 adet arı kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Pestisitli solüsyonlar



Şekil 3.10. Yapay çiçek modeli ile arıları besleme

Denemelerde temiz petri kabında 1 M'lık karanfil kokulu şurupla arılıktan uzağa çağrılan tarlacı arılar kullanılmıştır. Bu kaplar daha sonra ortadan kaldırılarak yapay çiçeklerin üzerine koyulan 1 M'lık kokusuz şurupla değiştirilerek arıların yapay çiçeklere alışması sağlanmıştır. Bu arılar suda çözünmeyen kalıcı boyalarla işaretlenmiştir. Çiçek renkleri her bir arı ziyaret ettiğinde deneme boyunca kaydedilmiştir.

Yapay çiçekler (18 beyaz 18 mavi) 36 tane olup kahverengi bir tahta üzerine 7,5 cm aralıkla rastgele dizilmiştir (Şekil 3.13). Bir çiçek 28 x 28 mm kare ve 6 mm kalınlığında olup ortasında 5 mm çapında, 5 mm derinliğinde şurup konulan bir çukur bulunmaktadır (Çakmak vd., 2009).



Şekil 3.11. Yapay çiçek tablası

Yapay çiçek tablası hazırlandıktan sonra 8 arıya işaret konulmuş, mavi ve beyaz çiçekler üzerine 1M hazırlanan şurup konularak arıların 30 dakika beslenerek alışması sağlanmıştır. Aynı zamanda arılar yapay çiçek tahtası üzerindeki mavi ve beyaz çiçeklerden hangisinin üzerine konup besleniyorsa kaydedilmiş, sonra arılar yakalanarak 4 tanesine 5 mikrolitre ilaçlı şurup yedirilmiş diğer 4 tanesine de 1M hazırladığımız ilaçsız şuruptan 5 mikrolitre yedirilmiştir. Tüm arılar 12 dakika karanlık ortamda 3 dakika aydınlık ortamda bekletildikten sonra serbest bırakılmış ve 15 dakika şurup verilmemiştir. Dönen arıların 2 tanesi kontrol 2 tanesi ilaçlı olmak üzere önce 30 dakika mavi ve beyaz çiçeklere 1M şurup verilmiş, daha sonra 45 dakika mavi çiçeklere 1,5M, beyaz çiçeklere 0,5M şurup verilmiş, ardından 45 dakika mavi çiçeklere 0,5M, beyaz çiçeklere 1,5M şurup verilmiş ve geçen zamanda arıların hangi çiçeklere kondukları kaydedilmiştir.

Bu çalışmada mavi ve beyaz renkli kare şeklindeki yapay çiçekler kullanılmıştır. İstatistik analizlerde SPSS (ver. 17) programı yardımı ile tek yönlü varyans analizi kullanılmış olup, çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testinden yararlanılmıştır ( $P < 0.05$ ).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi koşullarında kokulu şuruba alıştırılan arılar, arazideki deneme alanına geldiklerinde toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda Materyal ve Metod bölümünde belirtildiği gibi uygulamalara maruz bırakılan 208 adet arıdan 101 tanesine Imidacloprid, 107 tanesine de Thiamethoxam yedirilmiş ve tarlacı arılara verilen puanların tümü EK B Çizelge B.1 ve EK B Çizelge B.2’de, ortalamalar ise aşağıda Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

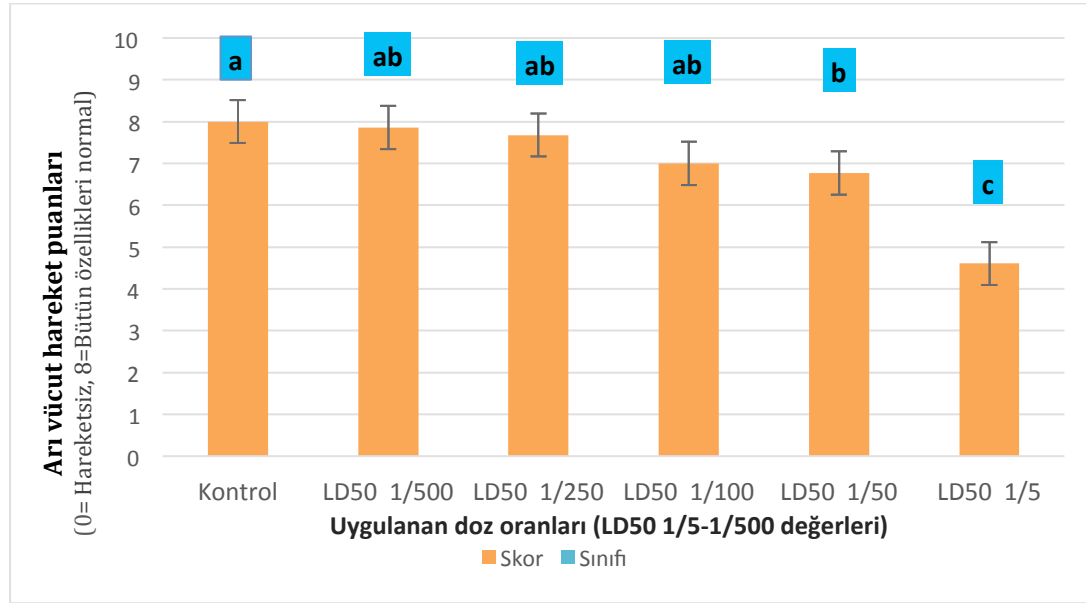
Çizelge 4.1. Imidacloprid uygulanan arılarda davranış puanları (Ort ± SH)

Uygulama LD <sub>50</sub>	Dozlar (ng/Arı)	N (Tekrar Sayısı)	Puan
<b>Kontrol</b>	0	16	8.00 ± 0.00 a*
<b>1/500</b>	0,036	15	7.86 ± 0,13 ab
<b>1/250</b>	0,072	16	7.68 ± 0.17 ab
<b>1/100</b>	0,18	18	7.00 ± 0.29 ab
<b>1/50</b>	0,36	18	6.77 ± 0.32 b
<b>1/5</b>	3,6	18	4.61 ± 0.36 c

\* Sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistik fark yoktur (p≤0.05)

Rastgele gruplara ayrılan bal arılarına tablodaki dozlar verilmiş ve 4 saat bekledikten sonra motor hareketlerine (Anten, hortum(dil), kol-bacak ve karın hareketleri) göre puan verilmiştir. Kontrol arılarına 1,5M 10 mikrolitre şurup verilmiş ve arıların herhangi bir sorun olmadığı gözlenmiş ve istatistik olarak a grubunda yer almıştır. LD<sub>50</sub> değerlerinin 1/500, 1/250, 1/100’ündeki dozlar birbirine yakın değerlerde çıkmış ve kontrol grubuna yakın ab grubunda yer almıştır. LD<sub>50</sub> değerinin 1/50’sinde uygulanan dozda arıların hareketlerine diğerlerine göre farklı bir özellik gösterip b grubunda yer almıştır. LD<sub>50</sub>

değerinin 1/5'inde verilen dozda arıların davranışlarında büyük bir bozulmaya neden olmuş ve diğer gruplardan farklı olarak c grubunda yer almıştır.



Şekil 4.1. Imidacloprid uygulanan arılarda davranış puanları (Ort ± SH)

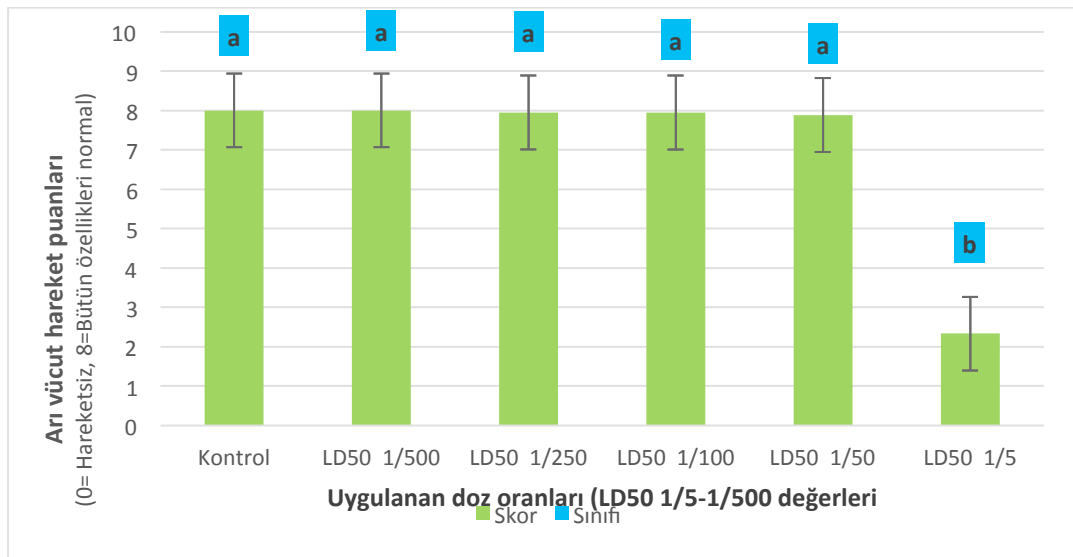
Imidacloprid'in LD50 1/5 değerinden başlayarak arıların aldığı dozların bu çalışmada büyük etkisi olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.2. Thiamethoxam uygulanan arılarda davranış puanları (Ort ± SH)

Uygulama LD50	Dozlar (ng/Arı)	N (Tekrar Sayısı)	Puan
<b>Kontrol</b>	0	17	8.000 ± 0.00 a*
<b>1/500</b>	0.06	19	8.000 ± 0.05 a
<b>1/250</b>	0.12	17	7.947 ± 0.08 a
<b>1/100</b>	0.3	18	7.944 ± 0.05 a
<b>1/50</b>	0.6	18	7.882 ± 0.00 a
<b>1/5</b>	6.0	18	2.333 ± 0.74 a

\* Sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistik fark yoktur (p≤0.05)

Bal arıları rastgele gruplara ayrılarak tablodaki dozlar verilmiş ve 4 saat bekledikten sonra motor hareketlerine (Anten, hortum(dil), kol-bacak ve karın hareketleri) göre puan verilmiştir. Kontrol arılarına 1,5M 10 mikrolitre şurup verilmiş ve arıların hareketlerinde herhangi bir sorun olmadığı gözlenmiş ve istatistiki olarak a grubunda yer almıştır, LD<sub>50</sub> değerlerinin 1/500, 1/250, 1/100 1/50'indeki dozlar birbirine yakın değerlerde çıkmış ve kontrol grubuna yakın bir değer olarak kontrol ile aynı grupta yer almıştır. LD<sub>50</sub> değerinin 1/5'inde verilen dozda arıların davranışlarında büyük bir bozulmaya neden olmuş ve istatistik olarak diğer uygulamalardan farklı bir grupta yer almıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Thiamethoxam uygulanan arılarda davranış puanları (Ort ± SH)

Şekil 4.2'de görüldüğü gibi Thiamethoxam'ın düşük dozlarının bal arılarının vücut hareketlerinde fazla bir değişikliğe neden olmadığı gözlenmiş, fakat LD<sub>50</sub> değerinin 1/5'inde verilen yani yüksek dozlarda arıların hareketlerinde büyük bozulmalara neden olduğu saptanmıştır.

Yapılan çalışmada Imidacloprid'in düşük dozlarda uygulandığında bile bal arılarının vücut hareketlerinde bozulmalara neden olduğu gözlenmiştir. Thiamethoxam'ın düşük dozları Imidacloprid'e göre Bal arılarına daha az etki göstermiş, fakat yüksek dozlarda alındığında Imidacloprid'e göre bal arılarına

daha zararlı olduğu gözlenmiş, Thiamethoxam'ın LD<sub>50</sub> değerinin 1/5'inde verilen dozlarda bal arılarının büyük çoğunluğunun hareket edemediği, hatta öldüğü gözlenmiştir.

## 4.2. Arazi Çalışmaları

Imidacloprid'in bal arılarına LD50 değerinin 1/1, 1/2,5, 1/5, 1/10, 1/25, 1/50 olmak üzere 6 ayrı solüsyon şeklinde (Şekil 3.9) hazırlanarak bal arılarına 5 mikrolitre yedirilmiş ve yapay çiçek yöntemi kullanılarak pestisit verilen arılar ile kontrol arılarının geri dönüş sayıları, çiçek ziyaretleri, mavi çiçeğe konma sayısı ve kovana gidip-gelme (tur sayısı) karşılaştırılmış ve sonuçlar aşağıdaki çizelge ve şekillerde verilmiştir (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9).

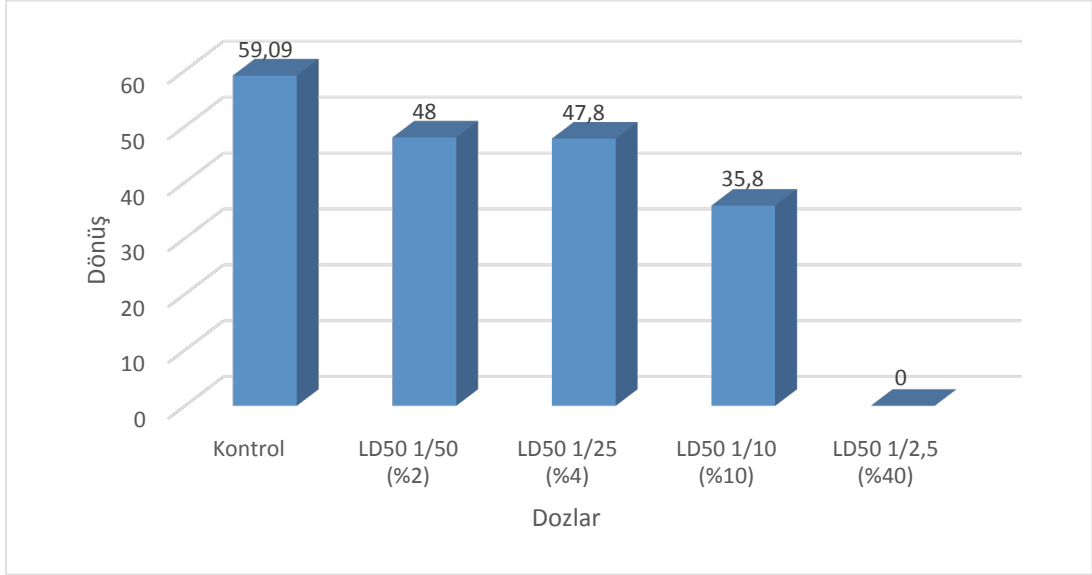
### 4.2.1. Doz - Arı Dönüş Sayısı

Çizelge 4.3'de farklı dozlarda Imidacloprid yedirilen arıların serbest bırakıldıktan sonra geri dönüş sayıları ve oranları (%) verilmiştir.

Çizelge 4.3. Dönen arı sayısı ve yüzde oranları

Dozlar	Dönen	Dönmeyen	Toplam	% Dönen
<b>Kontrol</b>	39	27	<b>66</b>	<b>59,09</b>
<b>LD50 1/50 (%2)</b>	12	13	<b>25</b>	<b>48</b>
<b>LD50 1/25 (%4)</b>	11	12	<b>23</b>	<b>47,8</b>
<b>LD50 1/10 (%10)</b>	14	25	<b>39</b>	<b>35,8</b>
<b>LD50 1/2,5 (%40)</b>	0	11	<b>11</b>	<b>0</b>
<b>Toplam</b>	<b>86</b>	<b>107</b>	<b>193</b>	

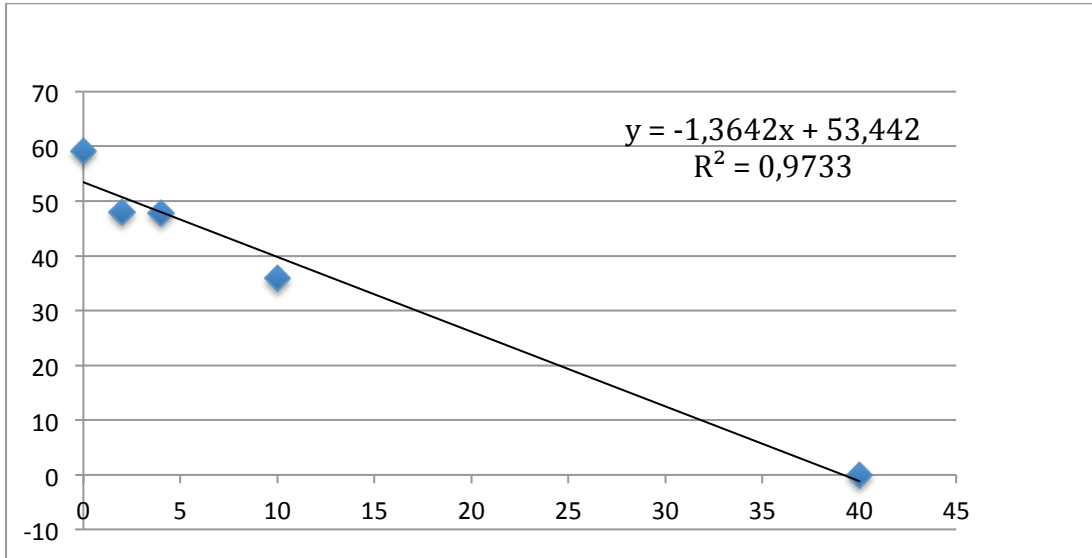
LD<sub>50</sub> 1/10 (%10) değerinde verilen doz arılarda %24,61 oranında geri dönüşlerde azalmaya neden olmuştur. Verilen doz LD<sub>50</sub> 1/2,5 (%40) olduğunda ise arıların uçamadıkları, uçan arıların da geri dönemediği görülmüştür (Çizelge 4.3). İlaç yiyen arılar serbest bırakıldığında hareketlerinde yavaşlama, titreme, vücut organlarından bazılarını kullanamama (kanat, bacak, anten) gözlenmiştir.



Şekil 4.3. Doz – Arı Dönüş Sayısı (%)

Şekil 4.3’de görüldüğü gibi doz arttıkça dönen arı sayısı azalmış, 1/2.5 doz oranında ilaç verilen arılar hiç dönmemiştir.

Şekil 4.4’de ise Imidacloprid’in farklı dozları ile kovana geri dönen arı sayıları arasındaki ilişki verilmiştir. Görüldüğü gibi doz arttıkça arı dönüş sayısı azalmış ve aralarındaki ilişki oldukça yüksektir.



Şekil 4.4. Doz – Arı Dönüş Sayısı

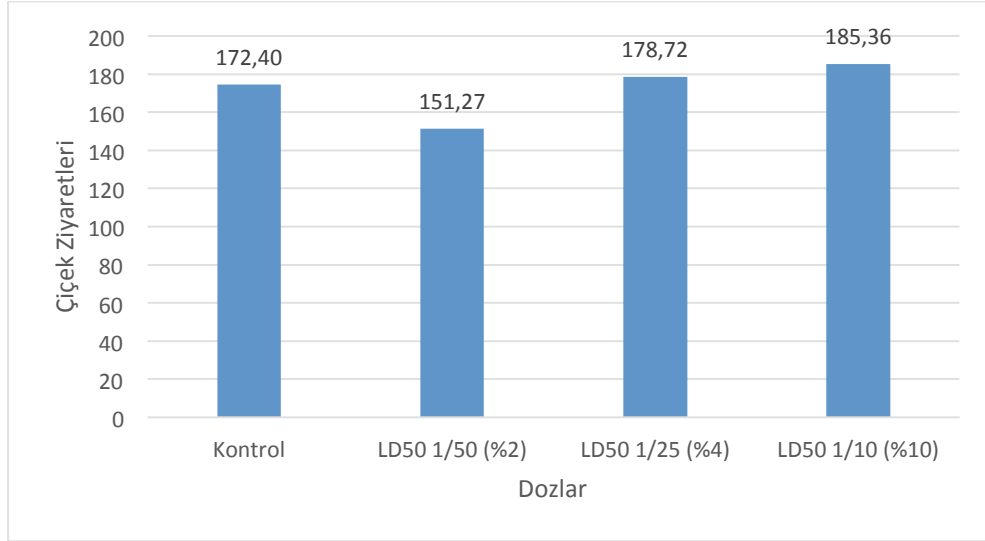
#### 4.2.2 Doz – Çiçek Ziyaret Sayısı

Çizelge 4.4 'deki veriler arıların 2. ve 3. setteki toplam mavi ve beyaz çiçekleri ziyaretlerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. 2. ve 3. setlerdeki toplam çiçek ziyaret ve ortalamaları

Dozlar	Toplam Uçuş	Arı sayısı	Ortalama uçuş
Kontrol	5517	32	172.40
LD50 1/50 (%2)	1664	11	151.27
LD50 1/25 (%4)	1966	11	178.72
LD50 1/10 (%10)	2039	11	185.36

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi farklı dozlardaki Imidacloprid ile beslenen arılarla kontrol arıları arasında benzerlik vardır.



Şekil 4.5. Doz – Çiçek Ziyaret Sayısı

Şekil 4.5'de görüldüğü gibi kontrol arılarıyla ilaç yiyen arıların çiçek ziyaret sayıları birbirine yakındır. Farklı dozlarda Imidocloprid'le beslenen arıların çiçek ziyaretlerinde değişiklik olmamıştır.

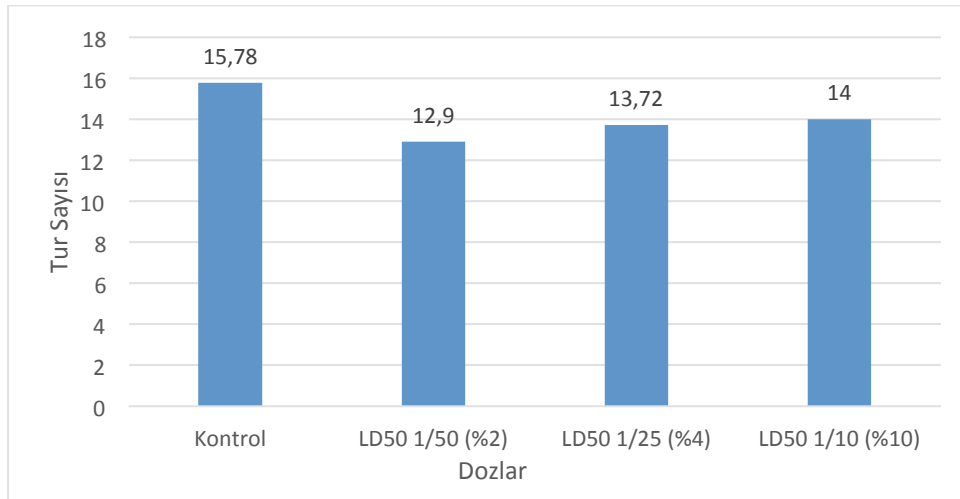
#### 4.2.3. Doz – Tur sayısı (Kovana Gidip- Gelme Sayısı)

Farklı dozlarda ilaç yedirilen arıların kovana gidip gelme sayıları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. 2. ve 3. Setlerdeki toplam ziyaret sayısı ve ortalaması

Dozlar	Toplam Ziyaret	Arı sayısı	Ort. Ziyaret
<b>Kontrol</b>	505	32	15.78
<b>LD50 1/50 (%2)</b>	142	11	12.90
<b>LD50 1/25 (%4)</b>	151	11	13.72
<b>LD50 1/10 (%10)</b>	154	11	14.00

Tabloda farklı dozlarda Imidacloprid ile beslenen arıların kovana ziyaret sayılarının ortalaması verilmiştir. Farklı dozlar ile beslenen arılar ile kontrol arılarının kovana gidiş – geliş sayıları birbirine yakın değerlerde çıkmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Doz – Tur sayısı (Kovana Gidip - Gelme Sayısı)

Şekil 4.6’da görüldüğü gibi farklı dozlarda Imidocloprid ile beslenen tarlacı arıların kovana gidiş – geliş sayıları birbirine yakın bulunmuş olup bu ziyaretler ilaç yedirilmemiş olan kontrol arılarına yakındır.

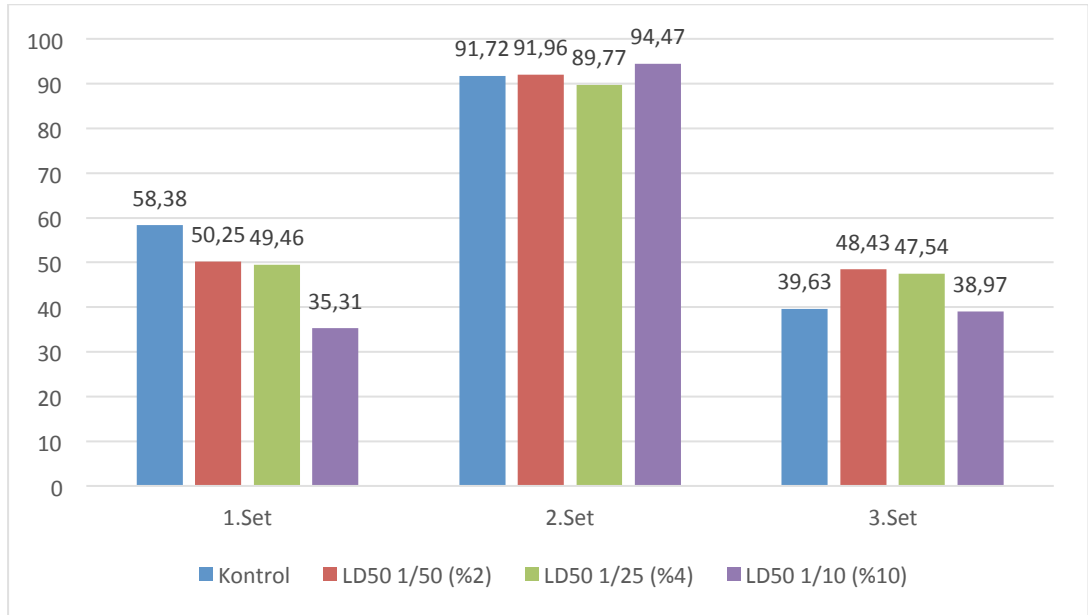
#### 4.2.4. Doz – Mavi Çiçek Ziyaret Sayısı

1. 2. ve 3. setlerde mavi çiçekleri ziyaret eden arıların % oranları Çizelge 4.6'da verilmiştir. 1. Sette mavi ve beyaz çiçeklere 1 M şurup, 2. Sette mavi çiçeklere 1,5 M şurup, beyazlara 0,5 M şurup, 3. Sette mavi çiçeklere 0,5 M şurup ve beyaz çiçeklere 1,5 M şurup verilmiştir.

Çizelge 4.6. 1., 2. ve 3. setlerdeki toplam mavi çiçek ziyaret ortalamaları

Dozlar	Arı Sayısı	1.Set	2.Set	3.Set
<b>Kontrol</b>	39	58.38	91.72	39.63
<b>LD50 1/50 (%2)</b>	12	50.25	91.96	48.43
<b>LD50 1/25 (%4)</b>	11	49.46	89.77	47.54
<b>LD50 1/10 (%10)</b>	14	35.31	94.47	38.97
<b>Toplam</b>	76	193,4	367,92	174,57

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi 2. Sette Mavi çiçeklere 1,5 M şurup verildiği için Imidacloprid'le beslenen arılar ile kontrol arıları birbirine benzer sayıda mavi çiçekleri ziyaret etmiş, 3. Sette mavi çiçeklere 0,5 M şurup verildiği için kontrol ve ilaçlı arılar mavi çiçekleri az sayıda ziyaret etmiştir. Arıların kullanılan dozlara bağlı olarak farklı setlerdeki davranışları Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Doz – Mavi çiçek ziyaret sayısı

Şekil 4.7’de farklı Imidocloprid dozlarına maruz bırakılmış tarlacı arıların 1, 2 ve 3 bölümde mavi çiçekleri ziyaretleri gösterilmiş. 2. bölümde mavi çiçekler daha fazla (1,5 M) şurup içerdiğinden mavi çiçekleri ziyaret etmişler 3 bölümde ise mavi çiçekler daha az (0,5 M) şurup içerdiğinden daha çok beyaz çiçekleri ziyaret etmişler. Burada önemli olan farklı dozda Imidocloprid tarlacı arıların çiçek tercihlerini etkilememiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarım alanlarında kullanılan pestisitler gün geçtikçe artmaktadır. Kullanılan pestisitlerin içinde de Neonikotinoid'lerin payı büyüktür. Neonikotinoid'lerin içinde de Imidacloprid ve Thiamethoxam kullanımı oldukça yaygındır. Kullanılan bu pestisitler sistemiktir ve bitkilerin iletim demetleri ile kök, gövde, sürgün, çiçek ve nektarlarına taşınarak bitkide bulunurlar. Tarlacı arılar bitkilerdeki pestisit kalıntısı olan nektar, polen ve propolisi toplayarak kovana getirmektedir. Pestisit kalıntısı içeren nektar, polen ve propolis ile temas eden arı doğrudan etkilenmekte, kovana taşıdığı için kovadaki arılarda bu pestisitli nektar, polen ve propolisten etkilenmektedir.

Bal arıları pestisit içeren nektar ve poleni kovana getirmekte, getirdiği nektar ve poleninde bir kısmını kovan içerisindeki genç işçi arı ve yavruların beslenmesinde kalan kısmını da kışın yemek için bala dönüştürerek peteklerin içinde saklar. Getirdikleri nektar ve polen pestisit kalıntısı içerdiği için kovan içerisindeki tüm bireyleri etkilenmekte, bu etkiler doğrudan arıların ölümüne neden olmakta, dolaylı yoldan ise arıların yolunu şaşırması veya yön yeteneğini kaybetmesi, hafıza kaybı, öğrenme kaybı, kalp çalışmasının aksaması, solunum ritminin bozulması, ani sıcaklık kaybı, hırçınlık ve yavru zehirlenmesi gibi sonuçlara neden olmaktadır (Hatjina, 2010).

Yapılan bu çalışmanın birinci kısmında Imidacloprid'in düşük dozlarda alındığında bile bal arılarının vücut hareketlerinde bozulmalara neden olduğu gözlenmiştir. Thiamethoxam'ın düşük dozları Imidacloprid'e göre bal arılarına daha az etki göstermiş fakat yüksek dozlarda alındığında Imidacloprid'e göre bal arılarına daha zararlı olduğu gözlenmiştir. Thiamethoxam'ın LD 50 değerinin 1/5'inde verilen dozlarda bal arılarının büyük çoğunluğunun hareket edemediği hatta öldüğü görülmüştür.

Çalışmanın ikinci kısmında yapay çiçekler kullanılarak, farklı dozlarda pestisit içeren solüsyonlar arılara yedirilmiş ve arıların çiçek tercihleri, çiçek ziyaret sayıları, kovan ziyaret sayılarında değişiklik olup olmadığı belirlenmiştir.

Imidacloprid içeren solüsyonlar daha önceden alıştıran tarlacı arılara yedirilmiş, yapay çiçekler vasıtasıyla kontrol arıları ile pestisitli arıların aralarındaki farklar belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, geri dönen kontrol arılarının çiçek tercihinde herhangi bir değişiklik olmadığı gözlenmiş, fakat pestisit miktarı LD50 dozuna yaklaştıkça arıların geri dönmediği, hatta vücut hareketlerindeki bozulmalar nedeniyle düzgün uçamadığı gözlenmiştir. LD50 değeri ve bu değere yakın olarak hazırlanan LD50 değerinin 1/2.5 ve LD50 değerinin 1/5'i oranında hazırlanan solüsyonların yedirildiği arılar pestisitten etkilenerek vücut fonksiyonlarının bir kısmını kaybetmişlerdir. Vücut organlarındaki anormal davranışlar (kanat, anten ve bacaklarını kullanamama, yönsüz karın hareketleri, refleks kaybı) arıların uçuş yeteneğini kaybetmesine neden olmuştur. Uçuş yeteneğini kaybeden arılar kovanını bulamayacakları için ve kendilerini koruyamadıkları için ölüme mahkûm edilmiş olurlar.

LD50 değerinin 1/10, 1/25, 1/50 oranındaki hazırlanan solüsyonların tarlacı arılara yedirilmesi sonucunda arıların vücut hareketlerinde herhangi bir değişiklik olmadığı gözlenmiş kontrol arılarıyla benzer özellikleri göstermişlerdir.

Bal arıları sağlığa yararlı arı ürünlerinin yanında, bitkisel üretimde miktar ve kaliteyi artırmakta, birçok endemik ve tıbbi bitkilerin devamını sağlamada, toprak erozyonunu azaltmakta, seralarda hormon ve açık alanlarda insektisit kullanımını azaltmakla, insanlığa ve doğaya çok önemli katkıda bulunmaktadır (Çakmak, 2004).

**Sonuç olarak arılar**, ağırlıklı olarak bal arıları kültür ve yabancı bitkilerin tozlaşmasında büyük rol oynamaktadır (Williams, 1994). Arıların tozlaşmadaki yıllık parasal değeri milyarlarca dolar olduğu belirtilmektedir (MEA, 2005).

Arıların tozlaşmadaki hizmetlerinin yanında ekosisteme birçok katkısı bulunmaktadır. En önemli katkılarından biri, gıda olarak tüketilen bal, polen, bazı ülkelerde larva, mum, propolis, arı sütü gibi besinleri üretmesi aynı zamanda ilaç ve kozmetik sanayiinde de kullanılarak insan refahını artırmasıdır (Krell, 1996).

Böyle birçok hizmet sunan arıların, insanlara, ekosistem ve besin zincirindeki faydaları göz önüne alındığında, korunması şarttır (EFSA, 2012).

Yapılan bu çalışma ve önceki çalışmalar bir arada değerlendirildiğinde Imidacloprid ve Thiamethoxam'ın bal arılarına zararlı olduğu ortaya konmuştur. Bu nedenle bu kimyasal maddelerin yerine arılara zararlı olmayanlar seçilmeli, kullanılıyorsa arı faaliyetlerinin göz önüne alınması gerektir.

## KAYNAKLAR

Abramson, C.I., Mixson, T.A., Çakmak, İ., Wells, H.,2007. The Use of Honey Bees to Teach Principles of Learning. Bal Arılarından Yararlanarak Öğrenim İlkelerinin Anlatılması. Uludağ Arıcılık Dergisi, 6, 126-131.

Açıkgöz, N., 2012. Kitlesele arı ölümlerinin nedeni "Imidacloprid" olarak saptandı. Erişim Tarihi: 18.10.2014. <http://blog.milliyet.com.tr/kitlesele-ari-olumlerinin-nedeni--imidacloprid--olarak-saptandi/Blog/?BlogNo=357558>

Aliouane Y., Hassani E. K. A., Gary V., Armengaud C., Lambin M., Gauthier M., 2009. Subchronic Exposure Of Honeybees To Sublethal Doses Of Pesticides: Effects On Behavior. Environmental Toxicology And Chemistry, 28, 1, 113–122.

Anonim, 2013. Böcek İlaçları Arılar İçin Kabul Edilemez Bir Tehlike. Erişim Tarihi: 18.10.2014 <http://www.alternatifterapi.com/icerik/bocek-ilaclari-arilar-icin-kabul-edilemez-bir-tehlike#sthash.bts1WuPt.dpuf>

Çakmak, İ., Wells H., 1999. Reward Frequency: Effects On Flower Choices Made by Different Honey Bee Races in Turkey. Turkish Journal of Zoology, 25, 169-176.

Çakmak, İ., Song, DS, Mixson, TA, Serrano, E, Clement, ML, Savitski, A, Johnson, G, Giray, T, Abramson, CI, Barthell, JF, Wells, H., 2009. Foraging Response of Turkish Honey Bee Subspecies to Flower Color Choices And Reward Consistency. Journal of Insect Behaviour (Published online). Bursa.

Çakmak, İ., 2004. Arıların Yayılma Ekolojisi ve Bitkisel Üretimdeki Rolü. Uludağ Arıcılık Dergisi, 4(2), 81-87. Bursa.

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

EFSA, 2012. Technical Report Inventory of EFSA's Activities on Bees. EFSA Supporting Publications, 2012-EN, 358, 1-61. Parma.

EFSA., 2013a. Conclusion on The Peer Review of The Pesticide Risk Assessment for Bees for The Active Substance Thiamethoxam. EFSA Journal 2013, 11(1), 3067,36.

EFSA, 2013b. Conclusion on The Peer Review of The Pesticide Risk Assessment For Bees for The Active Substance Imidacloprid. EFSA Journal, 11(1), 3068, 15-16.

Feltham, H., Park, K., Goulson, D., 2014. Field Realistic Doses of Pesticide Imidacloprid Reduce Bumblebee Pollen Foraging Efficiency. Ecotoxicology, 23, 317-323.

Frisch, K. V., 1946. Arıların Hayatı. 103-165.

Fischer, J., Müller, T., Spatz, A. K., Greggers, U., Grünewald, B., 2014. Neonicotinoids Interfere with Specific Components of Navigation in Honeybees. Plos One, 9(3), 1-10.

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

Hatjina, F., Kasiotis, K. M., Charistos, L., Emmanouil, N., 2011. Pamuk Tarlalarına Yerleştirilen Kolonilerdeki Arı, Bal Ve Polende Imidacloprid Kalıntıları. Mellifera Dergisi, 22, 32-33.

Henry, vd., 2012. A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees, *Science*, 336-348.

Hranitz, J.M., Barthell, J.F., Abramson, C.I., Brubaker, K.D., Wells, H., 2009. Stress Protein Responses in Honey Bees: Is It Useful to Measure Stress Responses of Individual Bees in the Hive? *Uludag Bee Journal*. 9, 60-71.

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.

Iwasa, T., Roe, R.M., Ambrose, J.T., Motoyama, N., 2004. Mechanism for the Differential Toxicity of Neonicotinoid Insecticides in The Honey Bee, *Apis mellifera*. *Crop protection*, 23(5), 371-378.

Jones, A., Harrington, P., Turnbull, G., 2014. Neonicotinoid Concentrations in Arable Soils After Seed Treatment Applications in Preceding Years Pest Management. *Science*, 70(12), 1780-1784.

Kekeçoğlu, M., Gürcan, K.E., Soysal, İ.M., 2007. Türkiye Arı Yetiştiriciliğinin Bal Üretimi Bakımından Durumu. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (2), 227-236

Keshlaf, M., Basta, A., Spooner, H. R., 2013. Assessment of Toxicity of Fipronil and Its Residues to Honey Bees. *Mellifera*, 26, 30-38.

Krell, R., 1996. Value-Added Products from Beekeeping. *FAO Agricultural Services Bulletin*, No, 124.

Kumova, U., Korkmaz, A., 2005. Arı Yetiştiriciliği, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Projesi Yayınları (TARP), Tübitak.

Laurino, D., Manino, A., Patetta, A., Porporato, M., 2013. Toxicity of Neonicotinoid Insecticides on Different Honey Bee Genotypes. *Bulletin of Insectology*, 66 (1), 119-126.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystems and Human Wellbeing: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington DC.

Medrzycki, P., Montanari, R., Bortolotti, L., Sabatini G. A., Maini, S., Porrini, C., 2003. Effects of Imidacloprid Administered in Sub-Lethal Doses on Honey Bee Behaviour, Laboratory Tests. *Bulletin Of Insectology*, 56 (1), 59-62.

Oksay D., 2011. Trakya'da Arıları Bekleyen 'Kimyasal İlaç' Tehdidi. Erişim Tarihi: 18.10.2014. <http://www.tarimsal.net/?p=13776>

Oruç, H. H., Hranitz, J., Sorucu, A. M., Duell, E. M., Çakmak, I., Aydın, L., Orman A., 2012. Determination of Acute Oral Toxicity of Flumethrin in Honey Bees *Journal Of Economic Entomology*, 105, No, 6, 1890-1984.

Özger, Ş., Bayındır, A., Birgücü, A.K., Çevik, E., Avcı, M., Karaca, İ., 2014. Dimilin'in Bazı Yararlı Böceklere Yan Etkileri. *Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Fitopatolojisi Sempozyumu bildiri Kitabı*, 323-327.

Özbek, H., 2010. Arılar ve İnsektisitler - İnsektisitlerin Arılara Olumsuz Etkileri *Uludağ Arıcılık Dergisi Ağustos 2010 / Uludag Bee Journal August 2010*, 10(3), 85-95.

Pettis, J. S., Lichtenberg, E.M., Andree, M., Stitzinger, J., Rose, R., 2013. Crop Pollination Exposes Honey Bees to Pesticides Which Alters Their Susceptibility to the Gut Pathogen *Nosema ceranae*. *Plos One*, 8(7), e70182, 10.1371/journal.pone, 0070182.

Stoner, A. K., Eitzer, E. D., 2012. Movement of Soil-Applied Imidacloprid and Thiamethoxam into Nectar and Pollen of Squash (*Cucurbita pepo*). Plos One, 7(6), 1-6.

Tan, K., Yang, S., Wang, Z., Menzel, R., 2013. Effect of Flumethrin on Survival and Olfactory Learning in Honeybees. Plos One, 8(6), 1-7.

Toprak E., 2012. TBMM Başkanlığı Soru önergesi. Erişim Tarihi: 18.10.2014. <http://www2.tbmm.gov.tr/d24/7/7-5528sgc.pdf>

Ünal, H. H., Oruç, H. H., Sezgin, A., Kabil, E., 2010, Türkiye’de, 2006-2010 Yılları Arasında, Bal Arılarında Görülen Ölümler Sonrasında Tespit Edilen Pestisitler. Uludağ Arıcılık Dergisi, Yayın Yılı, 2010(4), 119-125.

Williams, I. H., 1994. The Dependence of Crop Production Within The European Union on Pollination by Honey Bees. Agricultural Zoology Reviews, 6, 229-257.

Whitehorn, P. R., O'Connor, S., Wackers. F. L., Goulson, D., 2012. Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumblebee Colony Growth and Queen Production. Science 336(6079), 351-352.

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

## **EKLER**

**EK A.** Bal Arılarının Çalışma Yapılacak Alana Götürülmesi (Alıştırılması)

**EK B.** Grafikler

**EK C.** Fotoğraflar

## EK A. Bal Arılarının Çalışma Yapılacak Alana Götürülmesi (Alıştırılması)



Şekil A.1. Arıların çalışma yapılacak alana alıştırılması



Şekil A.2. Arıların çalışma yapılacak alana alıştırılması



Şekil A.3. Arıların çalışma yapılacak alana alıştırılması



Şekil A.4. Arıların çalışma yapılacak alana alıştırılması



Şekil A.5. Arıların çalışma yapılacak alana alıştırılması



Şekil A.6. Arıların çalışma yapılacak alana alıştırılması



Şekil A.7. Yapay çiçek modelinin uygulandığı alan



Şekil A.8. Arıların kokuya gelmesi



Şekil A.9. Arıların kokuya gelmesi



Şekil A.10. Uludağ Üniversitesi Arıcılık Geliştirme - Uygulama ve Araştırma Merkezi Arılığı

## EK B. Grafikler

Çizelge B.1. Imidacloprid'in laboratuvar verileri

Tarih	Uygulama	Doz (ng/Arı)	Arı No	Motor Skoru
28.Haz.13	Kontrol	0	1	8
28.Haz.13	Kontrol	0	2	8
28.Haz.13	Kontrol	0	3	8
28.Haz.13	Kontrol	0	4	8
29.Haz.13	Kontrol	0	7	8
29.Haz.13	Kontrol	0	24	8
29.Haz.13	Kontrol	0	46	8
29.Haz.13	Kontrol	0	49	8
29.Haz.13	Kontrol	0	54	8
1.Tem.13	Kontrol	0	25	8
1.Tem.13	Kontrol	0	78	8
1.Tem.13	Kontrol	0	91	8
1.Tem.13	Kontrol	0	24	8
1.Tem.13	Kontrol	0	92	8
1.Tem.13	Kontrol	0	93	8
1.Tem.13	Kontrol	0	94	8
28.Haz.13	1/500 LD50	0,036	26	8
28.Haz.13	1/500 LD50	0,036	27	8
28.Haz.13	1/500 LD50	0,036	30	8
29.Haz.13	1/500 LD50	0,036	10	8
29.Haz.13	1/500 LD50	0,036	27	8
29.Haz.13	1/500 LD50	0,036	35	8
29.Haz.13	1/500 LD50	0,036	70	8
29.Haz.13	1/500 LD50	0,036	71	8
1.Tem.13	1/500 LD50	0,036	71	8
1.Tem.13	1/500 LD50	0,036	120	8
1.Tem.13	1/500 LD50	0,036	64	8
1.Tem.13	1/500 LD50	0,036	42	8
1.Tem.13	1/500 LD50	0,036	14	6
1.Tem.13	1/500 LD50	0,036	15	8
1.Tem.13	1/500 LD50	0,036	82	8

Çizelge B.1. Devamı

Tarih	Uygulama	Doz (ng/Arı)	Arı No	Motor Skoru
28.Haz.13	1/250 LD50	0,072	22	8
28.Haz.13	1/250 LD50	0,072	23	8
28.Haz.13	1/250 LD50	0,072	24	8
28.Haz.13	1/250 LD50	0,072	25	8
29.Haz.13	1/250 LD50	0,072	3	8
29.Haz.13	1/250 LD50	0,072	29	8
29.Haz.13	1/250 LD50	0,072	58	7
29.Haz.13	1/250 LD50	0,072	64	8
1.Tem.13	1/250 LD50	0,072	3	8
1.Tem.13	1/250 LD50	0,072	66	8
1.Tem.13	1/250 LD50	0,072	124	8
1.Tem.13	1/250 LD50	0,072	12	6
1.Tem.13	1/250 LD50	0,072	33	6
1.Tem.13	1/250 LD50	0,072	35	8
1.Tem.13	1/250 LD50	0,072	29	8
1.Tem.13	1/250 LD50	0,072	38	8
28.Haz.13	1/100 LD50	0,18	16	6
28.Haz.13	1/100 LD50	0,18	17	8
28.Haz.13	1/100 LD50	0,18	18	7
29.Haz.13	1/100 LD50	0,18	5	4
29.Haz.13	1/100 LD50	0,18	8	6
29.Haz.13	1/100 LD50	0,18	14	6
29.Haz.13	1/100 LD50	0,18	22	7
29.Haz.13	1/100 LD50	0,18	50	6
29.Haz.13	1/100 LD50	0,18	63	7
1.Tem.13	1/100 LD50	0,18	6	8
1.Tem.13	1/100 LD50	0,18	102	8
1.Tem.13	1/100 LD50	0,18	45	8
1.Tem.13	1/100 LD50	0,18	27	8
1.Tem.13	1/100 LD50	0,18	37	8
1.Tem.13	1/100 LD50	0,18	103	8
1.Tem.13	1/100 LD50	0,18	23	8
1.Tem.13	1/100 LD50	0,18	104	8
1.Tem.13	1/100 LD50	0,18	105	5

Çizelge B.1. Devamı

Tarih	Uygulama	Doz (ng/Arı)	Arı No	Motor Skoru
28.Haz.13	1/50 LD50	0,36	11	8
28.Haz.13	1/50 LD50	0,36	12	8
28.Haz.13	1/50 LD50	0,36	13	8
28.Haz.13	1/50 LD50	0,36	14	8
28.Haz.13	1/50 LD50	0,36	15	6
29.Haz.13	1/50 LD50	0,36	1	4
29.Haz.13	1/50 LD50	0,36	15	6
29.Haz.13	1/50 LD50	0,36	20	6
29.Haz.13	1/50 LD50	0,36	36	8
29.Haz.13	1/50 LD50	0,36	41	4
1.Tem.13	1/50 LD50	0,36	4	7
1.Tem.13	1/50 LD50	0,36	98	6
1.Tem.13	1/50 LD50	0,36	65	8
1.Tem.13	1/50 LD50	0,36	1	8
1.Tem.13	1/50 LD50	0,36	99	8
1.Tem.13	1/50 LD50	0,36	100	5
1.Tem.13	1/50 LD50	0,36	35	7
1.Tem.13	1/50 LD50	0,36	101	7
28.Haz.13	1/5 LD50	3,6	6	3
28.Haz.13	1/5 LD50	3,6	7	3
28.Haz.13	1/5 LD50	3,6	8	6
28.Haz.13	1/5 LD50	3,6	9	8
28.Haz.13	1/5 LD50	3,6	10	8
29.Haz.13	1/5 LD50	3,6	6	5
29.Haz.13	1/5 LD50	3,6	33	4
29.Haz.13	1/5 LD50	3,6	37	3
29.Haz.13	1/5 LD50	3,6	45	3
1.Tem.13	1/5 LD50	3,6	95	5
1.Tem.13	1/5 LD50	3,6	77	3
1.Tem.13	1/5 LD50	3,6	44	5
1.Tem.13	1/5 LD50	3,6	90	4
1.Tem.13	1/5 LD50	3,6	96	4
1.Tem.13	1/5 LD50	3,6	97	4
1.Tem.13	1/5 LD50	3,6	5	5
1.Tem.13	1/5 LD50	3,6	17	5
1.Tem.13	1/5 LD50	3,6	2	5

Çizelge B.2. Thiamethoxam'ın laboratuvar verileri

Tarih	Uygulama	Doz (ng/Arı)	Arı no	Motor Skoru
3.Tem.13	Kontrol	0	1	8
3.Tem.13	Kontrol	0	118	8
3.Tem.13	Kontrol	0	28	8
3.Tem.13	Kontrol	0	60	8
3.Tem.13	Kontrol	0	58	8
3.Tem.13	Kontrol	0	102	8
3.Tem.13	Kontrol	0	51	8
4.Tem.13	Kontrol	0	5	8
4.Tem.13	Kontrol	0	6	8
4.Tem.13	Kontrol	0	197	8
5.Tem.13	Kontrol	0	71	8
5.Tem.13	Kontrol	0	13	8
5.Tem.13	Kontrol	0	14	8
5.Tem.13	Kontrol	0	108	8
5.Tem.13	Kontrol	0	60	8
5.Tem.13	Kontrol	0	57	8
5.Tem.13	Kontrol	0	20	8
3.Tem.13	1/500 LD50	0,06	108	8
3.Tem.13	1/500 LD50	0,06	12	8
3.Tem.13	1/500 LD50	0,06	107	8
3.Tem.13	1/500 LD50	0,06	182	8
3.Tem.13	1/500 LD50	0,06	105	7
3.Tem.13	1/500 LD50	0,06	40	8
3.Tem.13	1/500 LD50	0,06	78	8
3.Tem.13	1/500 LD50	0,06	88	8
4.Tem.13	1/500 LD50	0,06	101	8
4.Tem.13	1/500 LD50	0,06	59	8
4.Tem.13	1/500 LD50	0,06	69	8
4.Tem.13	1/500 LD50	0,06	38	8
5.Tem.13	1/500 LD50	0,06	86	8
5.Tem.13	1/500 LD50	0,06	207	8
5.Tem.13	1/500 LD50	0,06	71	8
5.Tem.13	1/500 LD50	0,06	1	8
5.Tem.13	1/500 LD50	0,06	24	8
5.Tem.13	1/500 LD50	0,06	117	8
5.Tem.13	1/500 LD50	0,06	70	8

Çizelge B.2. Devamı

Tarih	Uygulama	Doz (ng/Arı)	Arı no	Motor Skoru
3.Tem.13	1/250 LD50	0,12	39	8
3.Tem.13	1/250 LD50	0,12	71	7
3.Tem.13	1/250 LD50	0,12	61	8
3.Tem.13	1/250 LD50	0,12	72	8
3.Tem.13	1/250 LD50	0,12	31	8
3.Tem.13	1/250 LD50	0,12	13	8
3.Tem.13	1/250 LD50	0,12	108	8
4.Tem.13	1/250 LD50	0,12	109	8
5.Tem.13	1/250 LD50	0,12	65	8
5.Tem.13	1/250 LD50	0,12	72	7
5.Tem.13	1/250 LD50	0,12	99	8
5.Tem.13	1/250 LD50	0,12	78	8
5.Tem.13	1/250 LD50	0,12	87	8
5.Tem.13	1/250 LD50	0,12	30	8
5.Tem.13	1/250 LD50	0,12	18	8
4.Tem.13	1/250 LD51	0,12	82	8
4.Tem.13	1/250 LD52	0,12	88	8
3.Tem.13	1/100 LD50	0,3	74	8
3.Tem.13	1/100 LD50	0,3	32	8
3.Tem.13	1/100 LD50	0,3	57	8
3.Tem.13	1/100 LD50	0,3	75	8
3.Tem.13	1/100 LD50	0,3	104	8
3.Tem.13	1/100 LD50	0,3	19	8
3.Tem.13	1/100 LD50	0,3	99	7
4.Tem.13	1/100 LD50	0,3	52	8
4.Tem.13	1/100 LD50	0,3	92	8
4.Tem.13	1/100 LD50	0,3	22	8
4.Tem.13	1/100 LD50	0,3	97	8
5.Tem.13	1/100 LD50	0,3	201	8
5.Tem.13	1/100 LD50	0,3	46	8
5.Tem.13	1/100 LD50	0,3	2	8
5.Tem.13	1/100 LD50	0,3	202	8
5.Tem.13	1/100 LD50	0,3	118	8
5.Tem.13	1/100 LD50	0,3	106	8
5.Tem.13	1/100 LD50	0,3	4	8

Çizelge B.2. Devamı

Tarih	Uygulama	Doz (ng/Arı)	Arı no	Motor Skoru
3.Tem.13	1/50 LD50	0,6	106	8
3.Tem.13	1/50 LD50	0,6	67	8
3.Tem.13	1/50 LD50	0,6	70	8
3.Tem.13	1/50 LD50	0,6	37	8
3.Tem.13	1/50 LD50	0,6	87	8
3.Tem.13	1/50 LD50	0,6	77	8
3.Tem.13	1/50 LD50	0,6	201	8
4.Tem.13	1/50 LD50	0,6	54	8
5.Tem.13	1/50 LD50	0,6	32	8
5.Tem.13	1/50 LD50	0,6	39	8
5.Tem.13	1/50 LD50	0,6	75	8
5.Tem.13	1/50 LD50	0,6	28	8
5.Tem.13	1/50 LD50	0,6	200	8
5.Tem.13	1/50 LD50	0,6	85	8
5.Tem.13	1/50 LD50	0,6	44	8
4.Tem.13	1/50 LD51	0,6	76	8
4.Tem.13	1/50 LD52	0,6	3	8
4.Tem.13	1/50 LD53	0,6	33	8
3.Tem.13	1/5 LD50	6	117	0
3.Tem.13	1/5 LD50	6	44	0
3.Tem.13	1/5 LD50	6	80	7
3.Tem.13	1/5 LD50	6	115	0
3.Tem.13	1/5 LD50	6	54	0
3.Tem.13	1/5 LD50	6	24	0
3.Tem.13	1/5 LD50	6	35	7
4.Tem.13	1/5 LD50	6	31	4
4.Tem.13	1/5 LD50	6	98	8
4.Tem.13	1/5 LD50	6	60	0
4.Tem.13	1/5 LD50	6	99	8
5.Tem.13	1/5 LD50	6	103	0
5.Tem.13	1/5 LD50	6	9	0
5.Tem.13	1/5 LD50	6	90	0
5.Tem.13	1/5 LD50	6	151	1
5.Tem.13	1/5 LD50	6	15	0
5.Tem.13	1/5 LD50	6	107	3
5.Tem.13	1/5 LD50	6	51	4

## EK C. Fotoğraflar



Fotoğraf C.1. Uludağ Üniversitesi Arıcılık Geliştirme - Uygulama ve Araştırma Merkezi



Fotoğraf C.2. Yapay çiçek uygulaması



Fotoğraf C.3. Yapay çiçek uygulaması



Fotoğraf C.4. Yapay çiçek uygulaması

## ÖZGEÇMİŞ

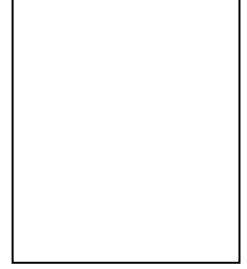
Adı Soyadı : Ahmed KARAHAN

Doğum Yeri ve Yılı : Darende, 1986

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : ak-han@hotmail.com



### **Eğitim Durumu**

Lise : Ermenek Ö. Z. Gündüzalp Lisesi, 2004

Lisans : ÇÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma

### **Mesleki Deneyim**

Uşak Banaz İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müd. (Tar-Gel) 2011-2014

Konya Beyşehir İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müd. (Tar-Gel) 2014-(halen)