

Orijinal araştırma (Original article)

***Panonychus ulmi* (Koch) ve *Neoseiulus californicus* (Mc Gregor)'un üreme gücü ve yaşam sürelerine bazı pestisitlerin etkisi: hormoligosis^{1,2}**

The effects of some pesticides on fecundity and lifespan of *Panonychus ulmi* (Koch) and *Neoseiulus californicus* (Mc Gregor): hormoligosis

Elif SARITAŞ³

Recep AY^{3*}

Summary

Farmers generally prefer to use chemical control methods against many of diseases, pests and weeds that cause economic losses in agricultural production. There are disadvantages of pesticides used in the control of pest, they disrupt the natural balance, causing directly or indirectly poisoning of people and animals, they have harmful effects on natural enemies which result in increase in pest populations and hormoligosis. Sublethal doses of some pesticides result in increase of the fecundity in insects and mites. This is called hormoligosis. In this study, the effect of some pesticides commonly used in apple orchards was investigated on the reproductive rate and lifespan of European red mite (*Panonychus ulmi* Koch.) (Acari: Tetranychidae) that is one of the main pests and predator mites *Neoseiulus californicus* (Mc Gregor) (Acari: Phytoseiidae). Pesticides were directly applied by spray tower on 0-24 hours larvae of both mite that is on the leaves (plum or beans) on wet cotton in the Petri dish with spray tower. The average lifespan (larvae+nymphs+adults) of *P. ulmi* larvae exposed to distilled water (control), cypermethrin, imidacloprid, deltamethrin, spirodiclofen + abamectin and thiacloprid was found to be 25.50, 24.92, 23.97, 23.77, 21.60, 23.85 days, respectively. The average lifespan of *N. californicus* larvae exposed to control and same insecticides was detected to be 27.72, 26.94, 25.40, 27.94, 25.71, 26.88 days, respectively. The average number eggs of *P. ulmi* larvae exposed to same experimental conditions was 33.79, 35.15, 37.62, 36.17, 33.95, 36.75 eggs/female. The average oviposition for *N. californicus* larvae exposed to control and same insecticides was determined to be 36.03, 46.44, 47.46, 46.43, 35.43, 42.38 eggs/female. Except for abamectin + spirodiclofen, other pesticides caused a limited increase of eggs in individually female *P. ulmi* while they caused a greater increase of egg predatory mite, *N. californicus*.

Keywords: *Panonychus ulmi*, *Neoseiulus californicus*, hormoligosis, neonicotinoid, piretroit.

Özet

Tarımsal üretimde ekonomik kayba neden olan birçok hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı üreticiler kimyasal savaş yöntemini tercih etmektedirler. Kimyasal savaşımında kullanılan pestisitlerin dezavantajları arasında, doğal dengeyi bozmak, insan ve sıcakkanlılarda doğrudan veya dolaylı olarak zehirlenmelere neden olmak, doğal düşmanlara zarar vererek zararlı popülasyonlarının artmasına ve hormoligosis'e neden olması gösterilebilir. Öldürücü dozda olmayan bazı pestisitler böcek ve akarlarda yumurta verimini artırmaktadırlar. Bu duruma hormoligosis denilmektedir. Bu çalışma da yaygın kullanılan bazı pestisitlerin elma bahçelerinin ana zararlılarından biri olan Avrupa Kırmızıörümceği (*Panonychus ulmi* Koch.) (Acari: Tetranychidae) ve avcı akar *Neoseiulus californicus*'ün (Mc Gregor) (Acari: Phytoseiidae) üreme gücü ve yaşam sürelerine etkileri araştırılmıştır. Pestisitler her iki akarın 0-24 saatlik larva dönemlerine ilaçlama kulesi - Petri kabı yöntemi (ıslak pamuk üzerinde bulunan erik veya fasulye yaprakları) ile doğrudan uygulanmıştır. Saf su (kontrol), cypermethrin, imidacloprid, deltamethrin, spirodiclofen + abamectin ve thiacloprid uygulanan *P. ulmi* bireylerinin ortalama yaşam süresi (larva+nimf+ergin) sırasıyla 25.50, 24.92, 23.97, 23.77, 21.60, 23.85 gün olarak bulunmuştur. Saf su (kontrol) ve aynı insektisitlerin uygulandığı *N. californicus* bireylerinin ortalama yaşam süresi ise sırasıyla 27.72, 26.94, 25.40, 27.94, 25.71, 26.88 gün olarak saptanmıştır. Aynı deneysel koşullara maruz bırakılan *P. ulmi* dişi bireylerinin bırakmış oldukları ortalama yumurta sayısı 33.79, 35.15, 37.62, 36.17, 33.95, 36.75 yumurta/dişi olarak bulunmuştur. Saf su (kontrol) ve aynı insektisitler uygulanan *N. californicus* dişi bireylerinin bırakmış oldukları ortalama yumurta sayısı 36.03, 46.44, 47.46, 46.43, 35.43, 42.38 yumurta/dişi olarak bulunmuştur. Spirodiclofen+abamectin dışındaki ilaçlar *P. ulmi*'de dişi başına sınırlı bir yumurta artışına neden olurken, avcı akar *N. californicus*'da daha fazla bir yumurta artışına neden olmuştur.

Anahtar sözcükler: *Panonychus ulmi*, *Neoseiulus californicus*, hormoligosis, neonicotinoid, piretroit.

¹ Bu çalışma birinci yazarın Yüksek Lisans Tezinin bir bölümüdür.

² Bu çalışma SDÜ, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 4174-YL1-14 nolu projenin bir bölümüdür.

³ Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü 32260 Isparta, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: recepay@sdu.edu.tr

Alınış (Received): 04.02.2016 Kabul edilmiş (Accepted): 17.03.2016 Çevrimiçi Yayın Tarihi (Published Online): 20.03.2016

Giriş

Tarımsal üretim sırasında ve depolanmasında tarım ürünlerinde ekonomik kayıplara neden olan birçok hastalık, zararlı ve yabancı ot vardır. Bunların kontrolünde hala en çok tercih edilen yöntem kimyasal savaşımdır. Kimyasal savaşımın birçok olumsuz yönünün olduğu artık bilinen bir gerçektir. Yapılan birçok çalışmada kullanılan pestisitlerin doğal düşman ve hedef dışı organizmaları etkilediği, zararlılarda direnç gelişimine, ürünlerde kalıntı ve çevre kirliliğine neden olduğu bildirilmektedir (Ay et al., 2003; Karaca et al., 2005; Irigaray et al., 2007; Ay & Kara, 2011; Kaplan et al., 2012; İşçi & Ay, 2013) Bu olumsuz yönlerin azaltılması veya en aza indirilmesi için sorunların doğru olarak ortaya konması gerekir. Isparta İli'nde elma üreticileri zararlılarla savaşımında çoğunlukla kimyasal savaşımı tercih etmektedirler. Isparta İli uygun ekolojik koşulları nedeniyle elma yetiştiriciliği bakımından Türkiye'de önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de üretilen 2.889.000 ton elmanın yaklaşık 634.975 tonu Isparta'da üretilmektedir (Anonymous, 2014). Elma bahçelerinde ekonomik kayıplara neden olan birçok hastalık ve zararlı vardır. Bu zararlılar arasında elma iç kurdundan sonra en fazla savaş yapılan zararlıların arasında ilk sırada kırmızıörümcekler bulunmaktadır. Elma üretiminde zararlı olan kırmızıörümceklerin en önemlilerinin başında *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) gelmektedir. Bölgede yapılan birçok çalışmada elma bahçelerinden toplanan *P. ulmi* ve *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) popülasyonları içerisinde *Neoseiulus californicus* (Mc Gregor) (Acari: Phytoseiidae)'a rastlanılmıştır. Ancak üreticiler bölgede akarların kontrolünde çoğunlukla kimyasal savaşımı tercih etmektedirler.

İkinci dünya Savaşından önce dünyada kırmızıörümcekler genellikle tarım ürünlerinin minör zararlıları olarak bilinmekteydi. İkinci dünya Savaşı'ndan sonra DDT ve organik fosfatlılar gibi sentetik organik pestisitlerin aşırı kullanımı ile bu durum değişmiştir (Stern et al., 1959, Huffaker et al., 1970). 1950-1960'lı yıllar arasında kırmızıörümcekler özellikle seralarda önemli zararlılara dönüşmüşlerdir (van de Vrie et al., 1972). Ayrıca pestisitlerin yoğun kullanımı seralarda bulunan bitkilerde zararlı kırmızıörümceklerin direnç geliştirmesine neden olmuştur (Hoy, 2011). Kırmızıörümceklerin ani popülasyon artışını açıklamak için 3 hipotez geliştirilmiştir (Huffaker et al., 1969, 1970). Bunlar;

1. Pestisitlerin kırmızıörümcek popülasyonlarında üremeyi uyarması
2. Pestisitlerin doğal düşmanları elimine etmesi
3. Pestisitlerin kullanımı sonucu avcılarının avlardan kaçışı olarak özetlenmektedir.

Sürece bağlı olarak bu üç hipotezin belirli durumlarda doğru olduğu kanıtlanmış olup, yeni sentetik organik pestisitlerin doğal düşman popülasyonlarının kırmızıörümcek popülasyonlarından kaçmalarına neden olduğu belirlenmiştir (Huffaker et al., 1970). Sentetik organik pestisitlerin aşırı kullanımı ile üretilen bitkiler kırmızıörümcekler tarafından daha çok tercih edilmiştir. Bununla birlikte bazı pestisitlerde kırmızıörümcek popülasyonlarının artmasında uyarıcı etki yapması "hormoligosis" ile açıklanmıştır (Hoy, 2011).

Paracelsus yüzyıllar önce "Her madde zehirdir, zehir olmayan madde yoktur; zehir ile ilacı ayıran dozdur" ifadesini kullanmıştır. Başka bir deyişle yüksek dozda toksik olan bir kimyasal düşük dozda toksik olmayabilir (Duke, 2014). Toksinlere ve diğer stres faktörlerine maruz kalan organizmalar biyolojik yanıtlar vermektedirler. Bu olayda hormoligosis kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Hormoligosis kelimesi Southam ve Ehrlich tarafından 1943 yılında tanımlanmıştır. Terim Yunanca'da uyandırmak ya da hormonları teşvik etmek anlamına gelen kelimedenden türetilmiştir (Guedes & Cutler, 2013). İlaçlama yapmak bazen bitkilerin yaprak yüzeyini değiştirebilir ve böylece zararlıların çoğalmasını teşvik eder. Böcek ilaçlaması bitkilerin besinsel kalitesini ya da fizyolojisini etkilediğinden, aynı şekilde zararlıların çoğalmasını tetikleyebilir. Ek olarak böcek ilaçlarının uyarıcı etkisi; kirlilikler, aktif yüzey ya da gerçek aktif bileşenler değil formülasyon içinde taşıyıcılar ile de ilgili olabilir. Pestisitler böcek bünyesine alındığında enzimler yoluyla inaktive edilip stres faktörlerine bağlı olarak böcekte yumurta verimini artırabilir. Meydana gelen bu olaya hormoligosis denmektedir (Cloyd, 2014). Başka bir deyişle hormoligosis öldürücü dozda olmayan pestisit (subletal dozda) böcek vücuduna alındıktan sonra üremeyi tetiklemedir. Dirençli bireylerde ise bu olay farklıdır. Bireyler ilaçlara dayanıklılık kazandığı için yumurta verimi ve yaşam süreleri doğal olarak artacaktır.

Zararlı türleri baskı altına almak için kullanılan insektisit kullanımlarından sonra hedef dışı organizmalarda popülasyon artışı olabilir. Pestisit kaynaklı hormoligosis çok önemlidir. Bu konu üzerinde çalışmalar az olmakla birlikte, günümüzde bu konudaki çalışmalar önem kazanmıştır. Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda piretroitli bileşiklerin yumurta verimini artırdığı gözlemlenmiş; piretroitli insektisitler uygulanan *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) ve *T. urticae* popülasyonlarının yaşam çizelgelerinde de farklılıklar olduğu ve yumurta verimlerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir (Guedes & Cutler, 2013). İnsektisit uygulamaları bitkinin fizyolojisinde değişimler meydana getirerek, arthropodlarda hormoligosis'e neden olabilmektedir. İmidacloprid uygulanan *Buxus sempervirens* L. bitkisi üzerinde beslenen *Eurytetranychus buxi* Garman (Acari: Tetranychidae)'da yüksek oranda yumurta verimine neden olduğu saptanmıştır. Yumurta veriminin dışında pestisitlere maruz kalan böceklerde cinsiyet oranları (dişi: erkek) değişebilmektedir (Guedes & Cutler, 2013). *Olygonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) türüne de bu gruptan bir etken madde uygulanmış fakat hormoligosis olmadığı için türde artış meydana gelmemiştir (Guedes & Cutler, 2013).

Yapılan bu çalışmada elma bahçelerinde kullanılan bazı insektisit ve akarisitlerin elmada zararlı *P. ulmi* ve avcısı *N. californicus*'un üreme gücüne, yaşam süresine ve erkek dişi oranına etkileri yani bu pestisitlerin hormoligosis'e neden olup olmadıkları çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Denemenin ana materyalini Bayer CropScience (Almanya)'dan 2012 yılında sağlanan hassas *Panonychus ulmi* popülasyonu ve Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu organik elma bahçesinden toplanan ve 2008 yılından bu güne kadar SDÜ. Ziraat Fakültesinde Bitki Koruma Bölümü'nde ilaçsız bir ortamda yetiştirilen avcı akar *Neoseiulus californicus*; avcı akarlar av olarak kullanılan *T. urticae*, pestisitler, konukçu bitki olarak elma ve erik fidanları, fasulye bitkisi ve denemelerde kullanılan pestisitler oluşturmuştur. Çalışmalar 2014-2015 yıllarında yapılmıştır.

Neoseiulus californicus ve *Panonychus ulmi* popülasyonlarının yetiştirilmesi

Neoseiulus californicus popülasyonları böcek yetiştirme kabinlerinde av olarak kullanılan *T. urticae* ile bulaşık fasulye bitkileri üzerinde üretilmiştir. Avcı akarlarla bulaşık olan fasulye bitkisine düzenli olarak *T. urticae* verilmiş ve avcıların beslenerek çoğalması sağlanmıştır. *Panonychus ulmi* popülasyonu elma ve erik fidanlarında yetiştirilmiştir. Her iki türde $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de ve % 60 \pm 5 nispi nem, 16:8 aydınlık: karanlık koşullardaki böcek yetiştirme kabinlerinde üretilmiştir.

Biyosay çalışmaları

Çalışmada iki farklı akar türü kullanılması nedeni ile akarların üreme ve çoğalması farklı bitki yaprakları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Avrupa kırmızı örümceği için erik (*Prunus domestica* Angeleno, Rosaceae) yaprağı, avcı akar *N. californicus* için ise fasulye yaprağı (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) kullanılmıştır. İlaç denemelerinde her ilaç için bir bahçe (elma bahçelerindeki) uygulama dozu ve kontrol grubu kullanılmıştır. İlaçların uygulama dozu saf su ile seyreltilmiş, kontrol grubuna ise saf su uygulanmıştır. Akarisit etkili ilaçların öldürücü etkisini azalmak için akarlar ilaçlı yüzeyde maksimum 30 dk tutulmuştur. Böylece akarisit etkili ilaçların subletal dozu sağlanmıştır.

Kullanılan pestisitler ve uygulama dozları

Bu çalışmada iki sentetik piretroitli, 2 neonikotinoid insektisit ile bir akarisit kullanılmıştır. Bu ilaçların isimleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan pestisitler ve uygulama dozları

Aktif madde	Etkili madde oranı	Kimyasal grubu	Uygulama dozu
Cypermethrin	250 g/L	Sentetik piretroit	20 µl/100 ml su
Deltamethrin	25 g/L	Sentetik piretroit	15 µl/100 ml su
Spirodiclofen+abamectin	222+18 g/L	Tetronik asit (Akarisit)	25 µl/100 ml su
Imidacloprid	350 g/L	Neonikotinoid	20 µl/100 ml su
Thiacloprid	240 g/L	Neonikotinoid	40 µl/100 ml su

***Panonychus ulmi*'nin ilaç uygulaması ve biyolojik özellikleri**

Akarların ilaç uygulaması ve uygulama sonrası etkilerinin izlenebilmesi için 9 cm çapında plastik Petri kapları kullanılmıştır. İlaç uygulamalarında bu Petri kaplarının içine pamuk yerleştirilip nemlendirilerek üzerine *P. ulmi* bireyleri için erik yaprağı alt yüzeyi üstte olacak biçimde yerleştirilmiştir. Yaprakların kenarları akarların kaçışına engel olmak için yapışkan madde (Tangle trap, Verim İnşaat, Türkiye) ile çevrilmiştir. Bu Petri kaplarındaki yaprak üzerine yaklaşık 0-24 saatlik larvalar, binoküler mikroskop altında seçilerek (60-80 adet) ince uçlu fırça ile aktarılmış ve ilaçlama kulesi ile ilaç direkt bireyler üzerine püskürtülmüştür. İlaçlama kulesi 1 bar basınçta çalıştırılarak ve her bir Petri kabına 2 ml ilaçlı sıvı püskürtülmüştür. Kontrol grubu saf su ile ilaçlanmıştır. Direkt ilaçla temas eden bireylerin bulunduğu Petri kapları yaklaşık 30 dk kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra ilaçlı bireylerin biyolojik özelliklerini gözlemek için *P. ulmi* larvaları 3 cm çapındaki pleksiglas çerçevelerle sınırlandırılmış temiz (ilaç uygulanmamış) yapraklar üzerine bir adet akar olacak şekilde aktarılmıştır. Plexiglas çerçevelerin üzeri yine akarların kaçışını engellemek için parafilm ile kaplanmıştır.

Parafilmeler üzerinden iğne yardımı ile havalandırma delikleri oluşturulmuş ve $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, 16:8 fotoperiyot ve % 60 ± 5 oransal nem koşullarındaki iklim kabinine yerleştirilmiştir. Yapılan günlük kontrollerde her yaprak diskindeki bireyler ergin döneme geçer geçmez yanlarına iki erkek birey aktararak her hücrede bir dişi iki erkek birey olması sağlanmıştır. Denemeler en az 40 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Çiftleşmeden yaklaşık 48 saat sonra erkek birey uzaklaştırılarak seçilen 3 Petri kabından dişi ergin bireyin yumurtaları günlük olarak sayılmış ve sayılan yumurtalar Petri kabından başka bir yaprak diskine aktarılmıştır. Bu Petri kaplarında yumurtaların açılma oranları ve çıkan bireylerin cinsiyet oranları belirlenmiştir.

Diğer tekerrürlerdeki dişi bireyler ve bırakılan yumurtalar günlük olarak kontrol edilmiştir. Elde edilen verilerden faydalanılarak toplam bırakılan yumurtalar, ayrıca ovipozisyon süreleri ve ortalama yaşam süreleri belirlenmiştir. Ayrıca ilaçlanan larvalardan elde edilen erkek bireylerden en az 10 tanesi ölünceye kadar gözlemlenerek ortalama yaşam süreleri belirlenmiştir.

***Neoseiulus californicus*'un ilaç uygulaması ve biyolojik özellikleri**

Akarların ilaç uygulaması ve uygulama sonrası etkilerinin izlenebilmesi için 9 cm çapında plastik Petri kapları kullanılmıştır. *N. californicus* bireyleri için bu Petri kaplarının içine pamuk yerleştirilip saf su ile nemlendirilerek üzerine fasulye yaprağı alt yüzeyi üstte olacak biçimde yerleştirilmiştir. *Neoseiulus californicus* bireylerinin kaçışlarına engel olmak için yaprak diskinin etrafı yapışkan madde (Tangle trap) ile 3 cm çevriliyerek yaprak diskleri oluşturulmuştur.

Bütün çalışmalarda yaklaşık aynı yaşta bireyler kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle 3 cm çapında yaprak diskler oluşturulmuş ve bu Petri kaplarındaki yaprak üzerine yaklaşık 0-24 saatlik larvalar binoküler altında seçilmiş ve hazırlanan yaprak diskleri üzerine (60-80 adet) aktararak ilaçlama kulesi 1 bar basınçta çalıştırılarak ilaç direkt birey üzerine püskürtülmüştür. İlaçlama kulesi ile her bir Petri kabına 2 ml ilaçlı sıvı püskürtülmüştür. Kontrol grubuna ise saf su uygulanmıştır. Direkt ilaçla temas eden bireylerin bulunduğu Petri kapları yaklaşık 30 dk kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra ilaçlı bireyler hazırlanan temiz yaprak disklerine her bir Petri kabında bir tane akar olacak şekilde ince uçlu fırça yardımıyla aktarılmış ve ayrıca avcı akar için yeterli av sağlanarak $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, 16:8 fotoperiyot ve % 60 ± 5 oransal nem koşullarındaki iklim kabinine bırakılmıştır. Her gün kontroller yapılarak ve yine avcı akara gerektikçe *T. urticae* bireylerinin bütün dönemleri av olarak eklenmeye devam edilmiştir. Bu sırada her yaprak diskindeki bireyler ergin döneme geçer geçmez yanlarına iki erkek birey aktararak her hücrede bir dişi iki erkek birey olması sağlanmıştır. Denemeler en az 32 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Çiftleşmeden yaklaşık 48 saat sonra erkek birey uzaklaştırılarak seçilen 3 Petri kabından ergin dişi bireyin yumurtaları günlük olarak sayılmış ve sayılan yumurtalar Petri kabından başka bir yaprak diske aktarılmıştır. Bu Petri kaplarından yumurtaların açılma oranları ve çıkan bireylerin cinsiyet oranları belirlenmiştir.

Diğer tekerrürlerdeki dişi bireyler ve bırakılan yumurtalar günlük olarak kontrol edilmiştir. Elde edilen verilerden faydalanılarak günlük ve toplam bırakılan yumurtalar, ayrıca ovipozisyon süreleri ve ortalama yaşam süreleri belirlenmiştir. Ayrıca ilaçlanan larvalardan elde edilen erkek bireylerden en az 10 tanesi ölünceye kadar gözlemlenerek ortalama yaşam süreleri belirlenmiştir.

Verilerin değerlendirilmesi

Çalışmada beş farklı pestisit uygulanan *N. californicus* ve *P. ulmi* larvalarından elde edilen erginlerinin yumurta sayısı, ovipozisyon süresi ve ortalama yaşam süresi verilerine uygulanan Anderson-Darling normallik testi, Bartlett's varyans homojenlik testi sonuçlarında verilerin parametrik testlere uygun olmadığı saptanmıştır. Bu nedenden dolayı çalışmada uygulamaların karşılaştırılmasında parametrik olmayan testlerden Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Uygulamaların Rank ortalamaları arasındaki farklılığın belirlenmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Bonferroni-Dunn testi uygulanmıştır. Çalışmada erkek bireylerin ortalama yaşam süreleri arasındaki fark tek yönlü varyans analizi ile belirlenmiştir. Uygulamaların ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde ise Tukey testi kullanılmıştır. Çalışmada dişi bireylerin bırakmış oldukları yumurtalar gözlemlenmiş ve erkek birey dişi birey oranı ikili oran karşılaştırılmasında kullanılan Z testi kullanılarak saptanmıştır.

Araştırma Bulguları

Pestisitlerin *Panonychus ulmi*'nin yumurta sayısı, ovipozisyon ve yaşam süresine etkileri

Pestisitlerin uygulandığı *P. ulmi* larvalarından elde edilen dişi bireylerin bıraktığı ortalama yumurta sayılarına yapılan Kruskal-Wallis analizi sonucunda uygulamaların Rank ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$) (Çizelge 2). *P. ulmi*'nin ilaç uygulanan larvalarından elde edilen dişi bireylerinin yumurta verimi spirodiclofen + abamectin hariç diğer bütün ilaçlarda kontrol grubundan önemli derecede yüksek olmuştur. *P. ulmi*'de dişi başına ortalama en yüksek yumurta verimi imidacloprid ve thiacloprid uygulanan larvalardan elde edilen dişi bireylerde saptanmıştır ve bu değerler istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. Dişi başına en düşük ortalama yumurta verimi ise spirodiclofen + abamectin uygulanan larvalardan elde edilen *P. ulmi* bireylerinde görülmüş ve spirodiclofen + abamectin uygulanan dişilerin yumurta verimi kontrol ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. *P. ulmi*'de ovipozisyon süreleri bakımından elde edilen verilere uygulanan Kruskal-Wallis analizi sonucunda uygulamaların Rank ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli olmuş ve istatistiki olarak dört farklı grup oluşmuştur ($p < 0.001$). Ovipozisyon süresi kontrol grubunda diğerlerine göre daha uzun bulunmuştur. Spirodiclofen + abamectin uygulanan *P. ulmi* dişilerinin ovipozisyon süreleri kontrole ve diğer ilaçlara göre daha kısa olmuştur (Çizelge 2).

İlaç ve su (kontrol) uygulanan ve *P. ulmi* larvalarından elde edilen dişilerinin ortalama yaşam süresine ait verilere yapılan Kruskal-Wallis analizi sonucunda uygulamaların Rank ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$). *P. ulmi* dişilerinin yaşam süreleri bakımından dört istatistiki grup oluşmuştur. En uzun yaşayan grubu kontrol yer alan *P. ulmi* dişileri oluşturmuştur. İkinci grubu cypermethrin, üçüncü grubu imidacloprid, deltamethrin ve thiacloprid uygulanan larvalardan elde edilen dişi bireyler oluştururken en kısa yaşayan grubu ise spirodiclofen + abamectin uygulanan larvalardan elde edilen dişiler oluşturmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Pestisitlerin *Panonychus ulmi*'nin yumurta sayısı, ovipozisyon ve yaşam süresine etkileri*

Uygulama	N	Yumurta (adet)/ dişi ± SH	Ovipozisyon süresi (gün) /dişi±SH	Ortalama yaşam süresi (gün)/dişi ±SH**
Kontrol	200	33.79±0.23 C	21.50±0.09 A	25.50±0.09 A
Cypermethrin	40	35.15±0.47 B	20.95±0.26 B	24.92±0.25 B
Deltamethrin	40	36.17±0.63 B	20.77±0.25 B	23.77±0.25 C
Spirodiclofen + abamectin	40	33.95±0.51 C	18.60±0.30 D	21.60± 0.30 D
Imidacloprid	40	37.62±0.45 A	20.97±0.24 B	23.97±0.24 C
Thiacloprid	40	36.75±0.54 A	19.85±0.30 C	23.85± 0.30 C

*Harfler aynı sütundaki istatistiki farklılıkları göstermektedir.**Ortalama yaşam süresi larva döneminden ölüncüye kadar geçen süredir.

Pestisitlerin *Neoseiulus californicus*'un yumurta sayısı, ovipozisyon ve yaşam süresine etkileri

Neoseiulus californicus'ta dişi başına bırakılan ortalama yumurta sayısına ait verilere yapılan Kruskal-Wallis analizi sonucunda uygulamaların Rank ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$) (Çizelge 3). Avcı akar *N. californicus*'un ilaç uygulanan larvalarında elde edilen dişi bireylerinin yumurta verimi spirodiclofen + abamectin hariç diğer bütün ilaçlarda kontrol grubundan önemli derecede yüksek olmuştur. *Neoseiulus californicus*'ta dişi başına ortalama en yüksek yumurta

verimi deltamethrin, cypermethrin ve imidacloprid uygulanan dişi bireylerde izlenmiş ve bunlar istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. En az dişi başına ortalama yumurta verimi ise spirodiclofen + abamectin uygulanan dişi *N. californicus* bireylerinde olmuştur ve spirodiclofen + abamectin uygulanan dişilerin yumurta verimi kontrolle aynı istatistiki grupta yer almıştır.

Neoseiulus californicus dişi bireylerinin ovipozisyon sürelerine uygulanan Kruskal-Wallis analizi sonucunda, Rank ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli olmuştur ve iki farklı grup oluşmuştur ($p < 0.001$). Ovipozisyon süresi kontrol grubu, deltamethrin ve thiacloprid uygulananlarda diğerlerine göre daha uzun olmuştur ve bunlar istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. Cypermethrin, spirodiclofen + abamectin ve thiacloprid uygulanan *N. californicus* larvalarından elde edilen dişilerin ovipozisyon süreleri kontrole göre daha kısa olmuştur ve istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 3). İlaç ve su (kontrol) uygulanan ve *N. californicus* dişilerinin ortalama yaşam süresi verilerine uygulanan Kruskal-Wallis analizi sonucunda uygulamaların Rank ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$). *N. californicus* dişilerinin yaşam süreleri bakımından üç istatistiki grup oluşmuştur. En uzun yaşayan grubu kontrol ve deltamethrin uygulanan *N. californicus* larvalarından elde edilen dişiler oluşturmuştur. İkinci grubu ise cypermethrin ve thiacloprid uygulananlar oluşturmuştur. Üçüncü ve en kısa yaşayan grubu ise spirodiclofen + abamectin ve imidacloprid uygulanan larvalardan elde edilen dişiler oluşturmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Pestisitlerin *Neoseiulus californicus*'un yumurta sayısı, ovipozisyon ve yaşam süresine etkileri*

Uygulama	n	Yumurta (adet) / dişi±SH	Ovipozisyon süresi (gün) / dişi±SH	Ortalama yaşam süresi (gün) / dişi±SH**
Kontrol	100	36.03±0.32 C	21.72±0.14 A	27.62±0.16 A
Cypermethrin	32	46.44±0.82 A	20.94±0.34 B	26.94±0.34 B
Deltamethrin	35	46.43±0.63 A	21.89±0.19 A	27.94±0.18 A
Spirodiclofen + abamectin	35	35.43±0.74 C	20.71±0.19 B	25.71±0.19 C
Imidacloprid	35	47.46±0.57 A	20.40±0.31 B	25.40±0.31 C
Thiacloprid	34	42.38±0.57 B	21.88±0.19 A	26.88±0.19 B

*Harfler aynı sütundaki istatistiki farklılıkları göstermektedir. **Ortalama yaşam süresi larva döneminden ölüncüye kadar geçen süredir.

Pestisitlerin *Panonychus ulmi*'nin ve *Neoseiulus californicus*'un erkek bireylerinin ortalama yaşam sürelerine etkileri

İlaç ve su (kontrol) uygulanan larvalardan elde edilen *P. ulmi* erkek bireylerinin ortalama yaşam süresi özelliği bakımından elde edilen verilere yapılan çoklu karşılaştırma testi Tukey testi sonucunda uygulamaların ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$, df:94, F:16.85). En uzun yaşayan grubu kontrol grubu, cypermethrin erkek bireyleri oluşturmuştur. En kısa yaşayan grubu ise spirodiclofen + abamectin ve deltamethrin uygulanan erkek bireyler oluşturmuştur (Çizelge 4).

İlaç ve su (kontrol) uygulanan ve *N. californicus* erkek bireylerinin ortalama yaşam sürelerinden elde edilen verilere yapılan istatistik analiz sonucunda uygulamaların ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$, df:94, F:28.08). En uzun yaşayan grubu kontrol grubu *N. californicus* erkek bireyleri oluşturmuştur. İkinci grubu deltamethrin, cypermethrin, imidacloprid, thiacloprid uygulanan larvalardan elde edilen erkek bireyler oluşturmuştur. En kısa yaşayan grubu ise spirodiclofen + abamectin uygulanan erkek bireyler oluşturmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Pestisitlerin *Panonychus ulmi*'nin ve *Neoseiulus californicus*'un erkek bireylerinin ortalama yaşam sürelerine etkileri*

Uygulama	n	Ortalama yaşam süresi (gün) / erkek±SH (<i>N. californicus</i>)**	Ortalama yaşam süresi (gün) / erkek±SH (<i>P. ulmi</i>)**
Kontrol	50	27.24±0.267 A	25.54±0.19 A
Cypermethrin	10	23.20±0.827 BC	24.90±0.59 A
Deltamethrin	10	24.00±0.966 B	22.20±0.53 C
Spirodiclofen + abamectin	10	20.90±0.605 C	21.80±0.63 C
Imidacloprid	10	22.90±0.69 BC	22.80±0.55 BC
Thiacloprid	10	21.3±0.597 BC	24.70±0.56 AB

*Harfler aynı sütundaki istatistiki farklılıkları göstermektedir. **Ortalama yaşam süresi larva döneminden ölüncüye kadar geçen süredir.

Pestisitlerin *Neoseiulus californicus* ve *Panonychus ulmi*'nin yumurta açılımına etkileri

Neoseiulus californicus ve *P. ulmi* kontrol ve pestisit uygulanmış bireylerinden elde edilen dişilerin bırakmış oldukları yumurtaların tamamı 4-5 gün içerisinde açılmıştır. Bu nedenle gruplar arasında istatistik değerlendirme yapılmamıştır.

Pestisitlerin *Panonychus ulmi*'nin cinsiyet oranına etkileri

Kontrol grubunun cinsiyet oranı 0.68 iken, cypermethrin, deltamethrin, spiroadiclofen + abamectin, imidacloprid ve thiacloprid uygulanan dişi bireylerin döllerinin cinsiyet oranı sırasıyla ile 0.69, 0.66, 0.54, 0.58 ve 0.52 bulunmuştur (Çizelge 5). Dişi birey oranı Spiroadiclofen + abamectin, imidacloprid ve thiacloprid uygulanan *P. ulmi* larvalarından gelişen dişi bireylerin F₁ döllerinde kontrole göre istatistiki olarak önemli derecede azalırken, sadece cypermethrin ve deltamethrin uygulanan larvalarından elde edilen dişilerin F₁ döllerinde istatistiki olarak kontrolle aynı düzeyde olmuştur.

Çizelge 5. Pestisitlerin *Panonychus ulmi*'nin cinsiyet oranına etkileri

Uygulama	N	Dişi sayısı	Erkek sayısı	D/D+E*
Kontrol	518	357	161	0.68
Cypermethrin	108	75	33	0.69
Deltamethrin	139	93	56	0.66
Spiroadiclofen + abamectin	111	61	50	0.54**
Imidacloprid	114	67	47	0.58**
Thiacloprid	112	59	53	0.52**

*D: Dişi sayısı, E: Erkek sayısı. **Z testine göre kontrolden farklı olan grupları göstermektedir.

Pestisitlerin *Neoseiulus californicus*'un cinsiyet oranına etkileri

Kontrol grubunun cinsiyet oranı 0.66 iken, cypermethrin, deltamethrin, spiroadiclofen + abamectin, imidacloprid ve thiacloprid uygulanan dişi bireylerin F₁ döllerinin cinsiyet oranı sırasıyla 0.52, 0.62, 0.73, 0.65 ve 0.52 bulunmuştur (Çizelge 6). Dişi birey oranı cypermethrin ve thiacloprid uygulanan *N. californicus* larvalarından gelişen dişi bireylerin F₁ döllerinde kontrole göre önemli derecede azalırken, Deltamethrin spiroadiclofen + abamectin ve Imidacloprid uygulanan larvalarından elde edilen dişilerin yavrularında istatistiki olarak kontrolle aynı olmuştur (p<0.05).

Çizelge 6. Pestisitlerin *Neoseiulus californicus*'un cinsiyet oranına etkileri

Uygulama	N	Dişi sayısı	Erkek sayısı	D/D+E*
Kontrol	576	382	194	0.66
Cypermethrin	132	69	63	0.52**
Deltamethrin	139	87	52	0.62
Spiroadiclofen + abamectin	106	78	28	0.73
Imidacloprid	143	94	49	0.65
Thiacloprid	135	77	58	0.57**

*D: Dişi sayısı, E: Erkek sayısı. **Z testine göre kontrolden farklı olan grupları göstermektedir.

Tartışma ve Sonuç

Türkiye'de ve dünyada pestisit kullanımı oldukça yaygındır. Bazı araştırma sonuçlarına göre uygulanan pestisitlerin hedef organizmada sublethal dozu veya etkisinin olmadığı hedef dışı organizmalarda yumurta verimi artışına neden olduğu belirlenmiştir. Bir çok üründe değişik böceklerle ruhsatlı, thiacloprid, acetamiprid ve thiamethoxam'ın *Tetranychus urticae* popülasyonlarında artış meydana getirdiği belirlenmiştir (Barati et al., 2015). Bu pestisite bağlı artışlara hormoligosis denilmektedir. Ancak bu konuda yapılmış çalışma sayısı sınırlıdır.

Çalışmada kullanılan pestisitlerden spiroadiclofen + abamectin'in her iki türün dişi başına ortalama yumurta verimine bir etkisi olmazken, diğer ilaçlar her iki türde de dişi başına ortalama yumurta veriminde sınırlı olsa bir artışa neden olmuştur. Ancak bu dişi başına ortalama yumurta verimindeki artış *P. ulmi*'de istatistiki olarak önemli olsa bile sınırlı kalırken, avcı akardaki dişi başına ortalama yumurta verimindeki artış daha çok olmuştur. Bu pestisitlerden imidacloprid'in *N. californicus* ve *P. ulmi* bireylerinde yumurta verimini, ovipozisyon süresini, cinsiyet oranını ve ortalama yaşam süresini etkilemiştir. Her iki türde de kontrol grubuna göre yumurta verimi artmıştır, fakat ovipozisyon ve ortalama

yaşam süresi azalmıştır. Imidacloprid uygulanmış *P. ulmi* larvasından elde edilen dişiler kontrol ile karşılaştırıldığında yaklaşık 4 yumurta fazla koyarken, *N. californicus*'ta yaklaşık 11 yumurta fazla koymuştur. Duso et al. (2008), pyrethrin ve rotenone'nin *P. persimilis*'e toksik etki yaptığını, *Beauveria bassiana*, azadirachtin, pymetrozine, imidacloprid'inin ise toksik etki yapmadığını ve imidacloprid'inde *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) bireylerinde yumurta verimini artırdığını saptamışlardır. Ayrıca *B. bassiana*'nın *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) bireylerinde yumurta verimini azalttığını bildirmişlerdir. Szczepaniec et al. (2013), imidacloprid ile ilaçlanmış *Buxus sempervirens* L. bitkisi üzerinde beslenen *Eurytetranychus buxi* (Acari: Tetranychidae) bireylerinin yumurta veriminin arttığını bildirilmiştir. Qu et al. (2014), imidacloprid'in subletal (0.005 ve 0.10 mg/L) ve letal (0.2 mg/L) dozlarının *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphididae)'nin farklı dönemlerine uygulamışlardır ve 0.20 mg/L imidacloprid uygulanan bireylerin, toplam yaşam süresi ve ergin ömür uzunluğunun azaldığını ve buna karşın subletal dozdaki değerlere maruz kaldığında üremelerinde artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalar bu çalışmada bulunan sonuçlar ile uyum içindedir. Sohrabi et al. (2012) ise imidacloprid'in pamuk beyazsineği parazitoidi olan *Encarsia inaron* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae)'in larva ve pupa dönemlerindeki gelişimini olumsuz etkilediğini, üreme ve eşey oranlarında azalma meydana getirdiğini tespit etmişlerdir.

Çalışmada kullanılan pestisitlerden spirodiclofen + abamectin'in *N. californicus* ve *P. ulmi* bireylerinde yumurta verimini, ovipozisyon süresini, cinsiyet oranını ve ortalama yaşam süresini etkilemiştir. Etkili madde her iki türde de yumurta verimini, ortalama yaşam süresini ve ovipozisyon süresini kontrol grubuna göre azaltmıştır. Spirodiclofen+ abamectin akarisit olmasına rağmen doğrudan uygulama ve sınırlı sürede maruz kalma nedeniyle etkisi öldürücü dozun altında olmuştur. Sato et al. (2011), spiromesifen'in *T. urticae* ve *N. californicus*'un ovipozisyon süresine ve gelişme dönemlerine etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Irigaray & Zalom (2006), avcı akar *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae)'de fenpyroximate etkili maddesinin dişi bireylerde ömür uzunluğunu azalttığını ve 24 saat geçmeden ölüm görüldüğünü, spiromesifen ve acequinocly etkili maddelerinin dişi bireylerin ömür uzunluğunun 4 gün azalttığını ve üreme ve doğurganlık oranında azalma meydana getirdiğini, etoxazole ve bifenazate etkili maddelerinin ise dişi bireylerin ömür uzunluğunu azaltmadığını, bu dişilerin döl vermediklerini tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar literatür kaynaklarındaki çalışmalar ile uyum içindedir.

Çalışmada kullanılan pestisitlerden deltamethrin'in *N. californicus* ve *P. ulmi* bireylerinde yumurta verimini, ovipozisyon süresini ve ortalama yaşam süresini etkilemiştir. *Neosiulus californicus* bireylerinde yumurta verimini artırmış, ortalama yaşam süresinde ve ovipozisyon süresinde etki meydana gelmemiştir. *P. ulmi* bireylerinde de ise yumurta verimini artırmış, ovipozisyon ve ortalama yaşam süresini azaltmıştır. Yapılan bazı çalışmalarda piretroit kaynaklı pestisitlerin *P. citri* ve *T. urticae*'de yumurta verimlerinde artışa neden olduğu belirlenmiştir (Guedes & Cutler, 2013). Deltamethrin uygulanan *Leucopetara coffeella* (Guén-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) ve *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) de yumurta veriminde artışı olurken, zararlı bir akar olan *Olygonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae)'de ise bu etkili madde uygulandığında hormoligosis olmadığı için artış meydana gelmemiştir (Guedes & Cutler, 2013). Hormoglosis'de esteraz enzimlerinin indüksiyonu sonucunda (vücut içine alınan ilaçların esteraz enzimi sonucunda inaktive edilip vücutta detoksifiye edilmesi ile etkinliğinin azalması sonucunda) yumurta üretimi artmaktadır (Guedes & Cutler, 2013). Bulunan sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile uyum içindedir.

Çalışmada kullanılan pestisitlerden thiacloprid'in *N. californicus* ve *P. ulmi* bireylerinde yumurta verimini, ovipozisyon süresini, cinsiyet oranını ve ortalama yaşam süresini etkilemiştir. *N. californicus* bireylerinde yumurta verimini artırmış, ortalama yaşam süresini kısaltmıştır. Fakat ovipozisyon süresinde etki meydana gelmemiştir. *P. ulmi* bireylerinde de yumurta verimini artırmış, ovipozisyon ve ortalama yaşam süresini azaltmıştır.

Çalışmada kullanılan pestisitlerden cypermethrin'in *N. californicus* ve *P. ulmi* bireylerinde yumurta verimini, ovipozisyon süresini, cinsiyet oranını ve ortalama yaşam süresini etkilemiştir. *N. californicus*

bireylerinde yumurta verimini artırmış, ortalama yaşam süresini ve ovipozisyon süresini azaltmıştır. *P. ulmi* bireylerinde de yumurta verimini artırmış, ovipozisyon ve ortalama yaşam süresini azaltmıştır.

Bu çalışmayı bütün olarak değerlendirdiğimizde spirodiclofen+abamectin hariç kullanılan diğer pestisitlerin öldürücü olmayan dozlarının *N. californicus* ve *P. ulmi* dişi bireylerinde yumurta verimini artırmaktadır. Yumurta veriminde en çok artışa neden olan pestisit imidacloprid olmuştur. Çalışmada kullanılan ilaçlar, spirodiclofen+abamectin hariç genellikle akarlar dışındaki böcekler için kullanılmaktadır. Spirodiclofen+abamectin dışındaki ilaçlar *P. ulmi*'de dişi başına sınırlı bir yumurta artışına neden olurken, avcı akar *N. californicus*'da daha fazla bir yumurta artışına neden olmuştur. Başka bir deyişle her iki türde de hormoligosisi tetiklemişlerdir. Bu durum tarımsal üretimde avcı akar açısından istenen bir durumken, zararlı akar için istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle avcı akarların olmadığı ve zararlı akar popülasyonlarının yoğun olduğu yerlerde alternatif savaşım yöntemlerini düşünmekte yarar vardır. Ayrıca pestisitlerin akar ve böcek türlerini nasıl etkilediğinin bilinmesi mücadele programlarının oluşturulmasında büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın kimyasal savaş programında akarlar için kullanılan pestisitlerin belirlenmesinde sonraki çalışmalara ışık tutabileceği ümit edilmektedir.

Teşekkür

Çalışmada istatistik analizlerini yapan Yrd. Doç. Dr. Özgür KOŞKAN (Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü) teşekkür ederiz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Anononymous, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. 2012 Isparta Elma Üretimi. (Web sayfası: <http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?altid=1001>), (Erişim tarihi: 02.03.2014).
- Ay, R. & F. E. Kara, 2011. Toxicity, inheritance and biochemistry of clofentezine resistance in *Tetranychus urticae*. *Insect Science*, 18(5): 503-511.
- Ay, R., İ. Karaca & H. Seçilmiş, 2003. Isparta ilindeki elma bahçelerinde yaygın kullanılan chlorpyrifos ve diazinon'un kalıntı düzeylerinin HPLC ile belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27(4): 293-304.
- Barati, R., M. & J. Hejazi, 2015. Reproductive parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) affected by neonicotinoid insecticides. *Experimental and Applied Acarology*, 66:481-489.
- Cloyd, R. A., 2014. Insecticide Hormoligosis. Web sayfası: <http://gardenandgreenhouse.net/index.php/past-issues-mainmenu-18/139-products/2013-garden-greenhouse-products/september-2013-products/1620-insecticide-hormoligosis>. Erişim tarihi: 02.3.2016.
- Duke, S.O., 2014. Hormesis with pesticides. *Pest Management*, 70: 689.
- Duso, C., V. Malagnini, A. Pozzebon, M. Castagnoli, M. Liguori & S. Simoni, 2008. Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari:Tetranychide, Phytoseiidae). *Biological Control*, 47:16-21.
- Guedes, R.N.C. & G. C. Cutler, 2013. Insecticide induced hormesis and arthropod pest management. *Pest Management Science*, 70: 690-697.
- Hoy, A. M., 2011. "The strategy of integrated mite management" *Agricultural Acarology Introduction to Integrated Mite Management* (Ed: Marjorie A. Hoy). Taylor & Francis Group Broken Sound Parkway NW, 393 pp:.
- Huffaker, C. B., M. van de Vrie & J. A. McMurtry, 1969. The ecology of tetranychid mites and their natural control. *Annual Review of Entomology*, 14:125-174.
- Huffaker, C.B., M. van de Vrie & J.A. McMurtry, 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. II. Tetranychid populations and their possible control by predators: an evaluation. *Hilgardia*, 40(11): 391-458.
- Irigaray, F. J. & F. G. Zalom, 2006. Side effects of five new acaricides on the predator *Galendromus occidentalis* (acari, phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 38: 229-305.
- Irigaray, F. J., F. G. Zalom & P. B. Thompson, 2007. Residual toxicity of acaricides to *Galendromus occidentalis* and *Phytoseiulus persimilis* reproductive potential. *Biological Control*, 40(2): 153-159.

- İşci, M. & R. Ay, 2013. Resistance of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) to thiacloprid and activities of some detoxification enzymes collected from an apple orchard in Isparta. IOBC-WPRS Bulletin, 91:191-192.
- Kaplan, P., S. Yorulmaz & R. Ay, 2012. Toxicity of insecticides and acaricides to the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 38(8): 699-705.
- Karaca, İ., R. Ay & G. Karaca. 2005. Pestisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri. Hasad, 21(245): 86-89.
- Sato, M. E., M. Z. Silva, A. Raga, K. G. Cangani, B. Veronez & R. L. Nicastro, 2011. Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. Phytoparasitica, 39: 437-445.
- Sohrabi, F., P. Shishebor, M. Saber & M. S. Mosaddegh, 2012. Lethal and sublethal effects of buprofezin and imidacloprid on the whitefly parasitoid *Encarsia inaron* (Hymenoptera: Aphelinidae). Crop Protection, 32: 83-89.
- Stern, V. M., R. F. Smith, R. van den Bosch & K. S. Hagen, 1959. The integrated control concept the integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. Hilgardia, 29(2): 81-101.
- Szczepaniec, A. & M. J. Raupp, 2013. Direct and indirect effects of imidacloprid on fecundity and abundance of *Eurytetranychus buxi* (Acari: Tetranychidae) on boxwoods. Experimental and Applied Acarology, 59: 307-318.
- Qu, Y., D. Xiao, J. Li, Z. Chen, A. Biondi, N. Desneux, X. Gao & D. Song, 2014. Sublethal and hormesis effects of imidacloprid on the Soybean aphid *Aphis glycines*. Ecotoxicology, 24(3): 479-487.
- van de Vrie, M., J.A. McMurtry & C.B. Huffaker, 1972. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. III. Biology, ecology and pest status and host-plant relations of tetranychids. Hilgardia 41: 343-432.