

## Imidacloprid'in Farklı Dozlarının *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) ve Predatörü *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae)'un Yaşam Çizelgesi Üzerine Etkileri

Sibel YORULMAZ SALMAN<sup>1\*</sup>, Cenk KESKİN<sup>1</sup>, Betül BAL<sup>1</sup>, Mustafa Onur DÖNMEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 25.04.2019, Kabul Tarihi (Accepted): 21.10.2019

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author\*): sibelyorulmaz@isparta.edu.tr

☎ +90 246 2114866 📠 +90 246 2114875

### ÖZ

*Panonychus ulmi* (Acari:Tetranychidae) sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında zarar meydana getiren önemli akar türlerinden birisidir. *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) Tetranychidae familyası içerisinde yer alan kırmızıörümceklerin mücadelesinde etkili bir predatör akardır. Çalışma 3 doz + 1 kontrol ve her doz grubu için 25 tekerrürden oluşmaktadır. Denemelerde her tekerrür için aynı yaş grubunda bulunan çiftleşmemiş dişi birey tabanında nemlendirilmiş pamuk bulunan petri içerisindeki barbutuna yaprak diskleri üzerine bırakılmıştır. Petri içerisinde bulunan dişi bireyler imidacloprid dozları ile ilaçlama kulesi yardımıyla yaprak yüzeyine 2 ml sıvı gelecek şekilde 1 kPa basınçla ilaçlanmıştır. İlaçlamadan sonra her petri içerisinde bulunan dişi bireylerin yanına çiftleşmelerini sağlamak için bir adet erkek birey bırakılmıştır. Erkek bireyler 24 saat sonra petri içerisinden uzaklaştırılmıştır. İmidaclopridin farklı dozlarının *P. ulmi* ve *N. californicus*'un yumurta verimi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla dişi bireyler ölene kadar günlük olarak bıraktıkları yumurtalar gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda hem *P. ulmi* hem de *N. californicus* için, imidaclopridin tüm dozları ve kontrol grubu arasında preovipozisyon, postovipozisyon ve ergin ömrü süreleri açısından istatistiki olarak fark bulunmadığı belirlenmiştir. Ancak her iki akar için de imidaclopridin T/2 dozunun ovipozisyon süresini uzattığı ve dişi başına bırakılan yumurta sayısını arttırdığı görülmektedir. Ayrıca her iki akar için de hayat tablosunun en önemli iki parametresi olan  $R_0$  ve  $r_m$  değerleri imidaclopridin T/2 dozunda diğer dozlar ve kontrol grubuna göre istatistiki olarak yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak imidaclopridin sublethal dozunun *N. californicus* için biyolojik mücadele açısından olumlu, ancak zararlı akar *P. ulmi* mücadelesi açısından olumsuz sonuçlar oluşturabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Panonychus ulmi*, *Neoseiulus californicus*, İmidacloprid, Hayat tablosu

## Effects of Different Doses of Imidacloprid on the Life Table of *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) and Predator *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae)

### ABSTRACT

*Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) is one of the most important mite species that causes damage in stone and pome fruit trees. *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) is a predominant predator in the control of the spider mites in the Tetranychidae family. The study consisted of 3 doses + 1 control and 25 replications for each dose. In the experiments, the virginal female individual in the same age group for each replication was placed on the bean leaf discs in the Petri dishes which have humidify cotton on the base. Female individuals in the Petri dishes

Sibel YORULMAZ SALMAN, <https://orcid.org/0000-0003-3836-5673>

Cenk KESKİN, <https://orcid.org/0000-0001-3837-6652>

Betül BAL, <https://orcid.org/0000-0002-3585-2545>

Mustafa Onur DÖNMEZ, <https://orcid.org/0000-0001-4575-1856>

were sprayed with 2 ml liquid and at 1 kPa pressure with doses of imidacloprid using the spraying tower. After the application, one male individuals were placed in each Petri dish for mating. Male individuals were removed from the Petri dishes after 24 hours. In order to investigate the effect of different doses of imidacloprid on egg production of *P. ulmi* and *N. californicus*, laid eggs by females were observed daily until they died. As a result of the study, it was determined that there was no statistically difference in terms of pre-oviposition, post-oviposition and adult life span between all doses of imidacloprid and control group for both *P. ulmi* and *N. californicus*. However, for both spider mites, it was determined that imidacloprid prolonged oviposition time and increased the number of eggs left per female. In addition, for both spider mites,  $R_0$  and  $r_m$  values, which are the most important parameters of life table, were statistically higher in T/2 dose of imidacloprid compared to other doses and control group. As a result, the sublethal dose of imidacloprid is thought to be suitable for *N. californicus* in terms of biological control, but it may have negative consequences for pest mite *P. ulmi*.

**Keywords:** *Panonychus ulmi*, *Neoseiulus californicus*, İmidacloprid, Life table

## GİRİŞ

Avrupa kırmızıörümceği, *Panonychus ulmi* (Acari:Tetranychidae) sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında zarar meydana getiren önemli akar türlerinden birisidir. Çoğunluğunun Rosaceae türlerinin oluşturduğu ceviz, elma, armut, erik, kiraz, şeftali, badem, üzüm, ahududu, kuş üzümü, bekaşi üzümü, gül, karaakasya, karaağaç, alıç, leylak, kestane ve süs bitkileri de dahil olmak üzere 50'den fazla bitki türünde zarar yaptığı tespit edilmiştir (Marcic ve ark., 2015). Bununla beraber elma ağaçlarında meydana getirdiği zarar ekonomik olarak çok önemlidir (Welty, 1995). *P. ulmi*, Avrupa kırmızıörümceği olarak adlandırılmasına karşılık ilk olarak 1911 yılında ABD'nin Oregon eyaletinde tespit edilmiştir (Ewing, 1912). *P. ulmi* konukçu bitkilerin bitki öz suyunu emerek beslenmektedir. Stiletleri ile dokulardaki parankima hücrelerini parçalayarak klorofil miktarında azalmaya neden olmaktadır. Sonuçta bitkinin fotosentez kapasitesi azalır ve yoğun zarar olduğu durumlarda yapraklarda bronzlaşma ve yanık bir görüntü ile yaprak dökülmesi ve meyvede küçülme meydana gelebilmektedir (Yin ve ark., 2013).

*P. ulmi* zararlısı ile yapılan biyolojik mücadelede doğal habitat içerisinde bulunan phytoseiid avcı akarlar kullanılmaktadır. Bu avcılardan en önemlilerinden birisi *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) olarak bilinmektedir (El-Taj ve Jung, 2012). *N. californicus* ilk olarak 1954 yılında ABD'nin Kaliforniya eyaletinde bulunan bir limon bahçesinde tespit edilmiştir (Moraes ve ark., 2004). Tip 3 olarak sınıflandırılan bir genel predatör akardır (McMurtry ve Croft, 1997). Açık durumunda alternatif böceklerle, akarlarla ve polenle beslenebilmektedir ve yüksek adaptasyon yeteneğine sahiptir (Argov ve ark., 2006). Tüm bu avantajları sebebiyle örtüaltı ve açık alanlarda biyolojik mücadele uygulamalarında kullanılmaktadır (Maroufpoor ve ark., 2016). *N. californicus* günümüzde tüm dünyada geniş bir yayılma alanına sahiptir (Moraes ve ark., 2004).

Neonikotinoidler, asetilkolin reseptörü olarak bilinen ve nikotinden türetilmiş pestisitlerdir. Böceklerde merkezi sinir sistemine postsinaptik nikotinik asetilkolin reseptörlerinin (nAChRs) agonistleri olarak etki etmektedirler. Dünyada piyasaya sunulan ilk neonikotinoid, 1991 yılında satışa çıkan imidacloprid etken maddesidir ve IRAC etki mekanizması listesinde 4a grubunda yer almaktadır. Birçok zararlıya karşı ruhsatlı olan imidaclopridin akarisit etkisi bulunmamaktadır. İmidacloprid, ticari olarak satışa sunulduğu günden beri dünyada ve ülkemizde tarımsal zararlılarla savaşımında yoğun olarak kullanılmaktadır (Kumargal ve ark., 2012; Bozdoğan ve Bahadıroğlu, 2014). Tarım ve Orman Bakanlığı imidacloprid etken maddesini ülkemizde bal arılarına yan etkilerinden dolayı 19 Aralık 2018 tarihi itibarı ile elmanın da içinde yer aldığı birçok üründe kullanımını yasaklamıştır. Ancak bu çalışma 2017-2018 yılları arasında yürütülmesinden dolayı imidacloprid etken maddesinin zararlı ve yararlıların hayat tablolarına etkisinin incelenmesi bakımından önem taşımaktadır.

Doğada zararlılarla mücadele uygulanan pestisitler ruhsatlı olmadıkları bazı zararlılar ve doğal düşmanlar üzerinde de farklı etkilere neden olmaktadır. Özellikle üreticilerin yanlış doz ayarlamalarından kaynaklanan hatalar sonucu önerilen dozun altında veya üstünde uygulanan dozlar hedef dışı zararlı ve doğal düşmanlar üzerinde yumurta artışı, üreme gücü artışı vb. gibi etkilere sebep olabilmektedir. Üretim alanlarında birçok zararlıya karşı yoğun kullanılan imidaclopridin zararlı akarlar ruhsatlı olmamasına rağmen alanda bulunan zararlı ve predatör akar türleri üzerindeki etkilerinin bilinmesi son derece önem taşımaktadır. Bu nedenle çalışmada imidaclopridin tarla uygulama dozu (T), tarla uygulama dozunun yarısı (T/2) ve tarla uygulama dozunun iki katı (2T) olacak şekilde üç farklı dozunun, *P. ulmi* ve predatörü *N. californicus*'un hayat tablosu parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Hem zararlı hem de yararlı tür için belirlenen veriler kullanılarak hayat tabloları oluşturulmuştur.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### *Panonychus ulmi* ve *Neoseiulus californicus* Üretimi

Çalışmada imidacloprid'inin farklı dozlarının hayat tablosu parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla *P. ulmi* ve *N. californicus*'un laboratuvar koşullarında uzun süredir pestisit baskısına maruz kalmadan üretilen hassas popülasyonları kullanılmıştır. *P. ulmi*'nin hassas popülasyonu Bayer CropScience (Almanya)'den 2010 yılında getirilmiş ve günümüze kadar iklim odalarında elma (*Malus domestica*) fidanı üzerinde üretilmektedir. *N. californicus* ise organik bir elma bahçesinden 2008 yılında toplanılmış ve günümüze kadar iklim odasında üretilmiştir. *P. ulmi* ve *N. californicus* popülasyonları  $26\pm 1$  °C sıcaklık, % 60-65 nem ve 16:8 aydınlık: karanlık koşullarının sağlandığı iklim odalarında üretilmektedir. *N. californicus*'un besin ihtiyacının karşılanması amacıyla iklim odalarında *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae) üretimi de yapılmaktadır.

### İnsektisit

Çalışmada ticari olarak satışı yapılan, ruhsatlı ve imidacloprid etken maddesine sahip bir insektisit (Confidor SC 350, 350 g/l) kullanılmıştır.

### İmidacloprid'in *Panonychus ulmi* ve *Neoseiulus californicus* Üzerine Uygulanması

Çalışmada imidaclopridin farklı dozlarının *P. ulmi* ve *N. californicus*'un hayat tablosu üzerindeki etkilerini belirleyebilmek amacıyla, her iki akar için de preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süreleri, ergin ömrü, erkek dişi oranı ve dişi başına bırakılan toplam yumurta sayısı gibi bazı biyolojik parametreler hesaplanmıştır. Bu amaçla hayat tablosu çalışmalarında akarları etkileyecek sıcaklık, nem, besin vb. faktörler sabit tutulmuştur. Çalışmada imidaclopridin tarla uygulama dozu (T) (20ml/100 l su), sublethal dozu (T/2) (10 ml/100 l su), tarla uygulama dozunun iki katı (2T) (40 ml/100 l su) olacak şekilde üç farklı doz ve kontrol grubu (K) kullanılmıştır. Her iki akar için de kontrol grubuna sadece saf su uygulaması yapılmıştır. Hayat tablosu çalışmaları *P. ulmi* ve *N. californicus* akarları için ayrı ayrı yürütülmüştür. Denemeler insektisit her dozu ve kontrol grubu için 25'er tekerrür olacak şekilde yürütülmüştür. Denemelerde kullanılacak olan *P. ulmi* ve *N. californicus*'un çiftleşmemiş dişi bireyleri petri içerisinde bulunan yaprak diskler üzerine aktarılmıştır. Daha sonra hazırlanan imidacloprid dozları ile ilaçlama kulesi yardımı ile yaprak yüzeyine 2 ml olacak şekilde ilaçlanmıştır. Yaprak yüzeyine uygulanan 2 ml ilaçlı sıvı ilaçlama kulesinde haznesindeki toplam sıvı miktarıdır. Kontrol grubunda kullanı-

lacak olan bireylere ise yalnızca saf su uygulaması yapılmıştır. Uygulama yapılan akar dişileri *P. ulmi* için petri içerisine yerleştirilen elma yaprak diskine, *N. californicus* için barbutuna yaprak diski üzerine birer adet olacak şekilde aktarılmıştır. İmidacloprid etken maddeli insektisit sistemik etkili bir ilaç olarak bilinmektedir. Çalışmamızda bu etken maddenin farklı dozlarının akarlar üzerindeki kontakt etkileri incelenmiştir. Ayrıca predatör akarın hareketli olması ve yaprak yüzeyinden kaçmaması için yaprak diskin etrafı Tangle Trap yapışkanı ile çevrilmiştir. Deneme sonuna kadar *N. californicus* bireylerinin beslenmesi amacıyla petri içerisine *T. urticae* bireyleri aktarılmıştır. Bir süre sonra petri içerisine çiftleşmeyi sağlamak amacıyla birer adet erkek birey aktarılmıştır. Erkek bireyler 24 saat sonra petrilere uzaklaştırılmıştır. Petrilere deneme sonuna kadar  $26\pm 1$  °C sıcaklık, 16:8 fotoperiyot ve %60±5 oransal nem koşullarındaki iklim odalarında bekletilmiştir. Her petrideki dişi bireylerin ovipozisyon süresince 24 saatte bıraktıkları günlük yumurta sayıları kaydedilerek ortamdan uzaklaştırılmış ve bırakılan yumurtaların bir kısmı eşey oranlarının belirlenmesi amacıyla farklı petrilere aktarılmıştır. Yaprak üzerine taşınan yumurtalar ergin döneme ulaşana kadar gözlemlenmiş ve elde edilen veriler eşey oranlarının saptanmasında kullanılmıştır. Böylece hem *P. ulmi* hem de *N. californicus* akarları için preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süreleri, ergin ömrü, erkek dişi oranı ve dişi başına bırakılan toplam yumurta sayıları hesaplanmıştır.

### İstatistiksel Analiz

İmidaclopridin farklı dozlarının *P. ulmi* ve *N. californicus*'un hayat tablosu parametrelerini belirleyebilmek amacıyla Birch (1948)'ün önerdiği  $\sum l_x m_x e^{-r_m x} = 1$  formülü kullanılmıştır.

Burada

$l_x$  = x yaşındaki bireylerin 1'e göre canlılık oranını  
 $m_x$  = günlük dişi başına bırakılan dişi yavru sayısını  
 $r_m$  = kalıtsal üreme yeteneğini  
 $x$  = dişi bireylerin gün olarak yaşını göstermektedir.

Formüldeki bu veriler kullanılarak hayat tabloları oluşturulmuştur. Bunun için,  
Net Üreme Gücü,  $R_0 = \sum l_x m_x$   
Ortalama Döl Süresi,  $T_0 = \log_e R_0 / r_m$   
Popülasyonun ikiye katlanma süresi,  $DT = \ln 2 / r_m$   
Üreme gücü sınırı,  $\lambda = e^{r_m}$  formülü ile hesaplanmıştır.

Kalıtsal üreme kapasitesi ( $r_m$ ) ve dişilerin bıraktıkları günlük ve toplam yumurta sayılarının birbirleriyle karşılaştırılabilirliği amacıyla Jackknife yöntemi kullanılmıştır. Jackknife yöntemi ile elde edilen değerler Duncan testine göre istatistiki olarak karşılaştırılmıştır ( $P < 0.05$ ).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

İmidacloprid'in 2T, T ve T/2 dozlarının *N. californicus*'un bazı biyolojik parametreleri üzerine etkisi Tablo 1'de verilmiştir. İmidaclopridin farklı dozlarının predatör akarın preovipozisyon, postovipozisyon ve ergin ömrü süreleri üzerinde istatistiki olarak bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Ovipozisyon süresi incelendiğinde ise imidaclopridin T/2 dozunda diğer dozlara ve kontrol grubuna göre predatör akarın ovipozisyon süresinin uzadığı belirlenmiştir. *N. californicus*'a imidaclopridin T/2 dozu uygulaması sonucu ovipozisyon süresinin

15,4 gün olduğu bulunmuştur. Predatör akarın dişi başına bıraktığı toplam yumurta sayısı incelendiğinde insektisit 2T dozunun yumurta sayısını diğer dozlara ve kontrol grubuna göre azalttığı görülmektedir. İmidaclopridin T dozu ve kontrol grubu arasında dişi başına bırakılan toplam yumurta sayısı bakımından istatistiki olarak fark bulunmamıştır ( $P<0.05$ ). Ancak imidaclopridin sublethal dozu olan T/2 dozunda *N. californicus*'un 55,7 adet yumurta sayısı ile diğer gruplara göre en yüksek sayıda yumurta bıraktığı tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** İmidacloprid'in farklı dozlarının *Neoseiulus californicus*'un bazı biyolojik parametreleri üzerine etkisi

İmidacloprid dozu	n	preovipozisyon	ovipozisyon	postovipozisyon	Dişi başına bırakılan yumurta sayısı	Ergin ömrü
Kontrol	25	0.7±0.08a*	13.6±0.35b	0.2±0.02a	28.5±0.50b	19.7±0.18a
2T(40 ml/100 l su)	25	0.5±0.03a	11.2±0.25b	0.0±0.00a	21.3±0.44c	17.5±0.15a
T(20ml/100 l su)	25	0.5±0.05a	13.5±0.25b	0.0±0.00a	27.3±0.52b	18.8±0.55a
T/2(10 ml/100 l su)	25	0.7±0.05a	15.4±0.23a	0.3±0.05a	55.7±0.54a	20.5±0.48a

\*Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar duncan testine göre istatistik olarak farklı değildir ( $P<0.05$ )

İmidacloprid'in farklı dozlarının *N. californicus*'un hayat tablosu üzerine etkisi Tablo 2'de verilmiştir. İmidacloprid'in 2T, T ve T/2 dozlarının *N. californicus*'un preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süreleri ve toplam yumurta sayıları gibi değerleri kullanılarak hayat tabloları oluşturulmuştur. Hayat tablosunun en önemli parametreleri olan net üreme gücü  $R_0$  ve kalıtsal üreme yeteneği  $r_m$  değerleri imidaclopridin 2T, T dozları ile kontrol grubunda istatistiki olarak benzer bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ancak imidaclopridin T/2 dozunda predatör akarın  $R_0$  ve

$r_m$  değerleri sırasıyla 30.5 ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{generation}$ ) ve 0.35 ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{gün}$ ) olarak belirlenmiştir. İnektisit 2T dozunun *N. californicus*'un net üreme gücü ve kalıtsal üreme yeteneği değerleri üzerinde olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Buna ilaveten imidacloprid'in 2T, T ve T/2 dozlarının *N. californicus*'un ortalama döl süresi ( $T_0$ ), popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT) ve üreme gücü sınırı ( $\lambda$ ) değerlerinde kontrol grubuna göre ise istatistiki olarak bir fark belirlenmemiştir ( $P<0.05$ ).

**Tablo 2.** İmidacloprid'in farklı dozlarının *Neoseiulus californicus*'un hayat tablosu üzerine etkisi

İmidacloprid dozu	$R_0$ ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{genera-}$ tion)	$r_m$ ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{gün}$ )	DT (gün)	$\lambda$ (bi- rey/ $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{gün}$ )	Eşey oranı ( $\frac{\text{♀}}{[\text{♀} \text{♂}]}$ )	T (gün)
Kontrol	20.3±0.45b*	0.28±0.03b	2.05 a	1.25 a	0.55 a	9.0 a
2T(40 ml/100 l su)	19.3±0.95b	0.26±0.02b	2.03 a	1.20 a	0.53 a	8.8 a
T(20ml/100 l su)	20.1±0.55b	0.26±0.05b	2.01 a	1.30 a	0.56 a	8.5 a
T/2(10 ml/100 l su)	30.5±0.84a	0.35±0.03a	2.09 a	1.32 a	0.60 a	9.2 a

\*Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar duncan testine göre istatistik olarak farklı değildir ( $P<0.05$ )

İmidacloprid akarisit etkisi bulunmayan bir insektisit olmasına rağmen üretim alanlarında birçok zararlıya karşı kullanılmasından dolayı akarlar üzerinde de dolaylı etki göstermektedir. Bu etki imidaclopridin uygulanan dozlara göre değişmektedir. Üreticiler uygulama hatalarından dolayı ilaçlama esnasında insektisitlerin önerilen dozlarının altında ya da üstünde doz uygulamaları yapılabilmektedir. Özellikle bazı insektisitlerin yanlış uygula-

nan sublethal dozları zararlıların ve onların doğal düşmanlarının bazı biyolojik özellikleri üzerinde değişik etkilere neden olabilmektedir.

İmidacloprid'in farklı dozlarının predatör akarlar *Phytoseiidae* familyası içerisinde yer alan bazı predatör akarlarda yumurta verimini arttığı yönünde sonuçlar bulunmaktadır (James, 1997; Duso ve ark., 2008; Saritaş ve

İmidacloprid'in Farklı Dozlarının *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) ve Predatörü *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae)'un Yaşam Çizelgesi Üzerine Etkileri

Ay, 2016). Çalışmamızda da benzer şekilde özellikle imidaclopridin sublethal dozunun *N. californicus*'da hem yumurta verimi hem de bazı hayat tablosu parametreleri üzerinde olumlu etki yaptığı görülmektedir.

İmidacloprid'in 2T, T ve T/2 dozlarının *P. ulmi*'nin bazı biyolojik parametreleri üzerine etkisi Tablo 3'de verilmiştir. İmidaclopridin uygulanan tüm dozlarının *P. ulmi*'nin

biyolojik parametreleri üzerine etkisinin *N. californicus* ile benzer olduğu belirlenmiştir. Özellikle imidaclopridin T/2 dozunun zararlı akarın ovipozisyon süresini uzattığı ve dişi başına bırakılan yumurta sayısında artışa neden olduğu görülmektedir. İmidaclopridin 2T dozunda dişi başına bırakılan yumurta sayısı kontrol grubuna göre düşük bulunurken, T/2 dozunda ise dişi başına bırakılan yumurta sayısında artış meydana gelmiştir.

**Tablo 3.** İmidacloprid'in farklı dozlarının *Panonychus ulmi*'nin bazı biyolojik parametreleri üzerine etkisi

İmidacloprid dozu	n	preovipozisyon	ovipozisyon	postovipozisyon	Dişi başına bırakılan yumurta sayısı	Ergin ömrü
Kontrol	25	2.2±0.05a*	10.6±0.25b	1.0±0.03a	30.5±0.75b	15.2±0.25a
2T(40 ml/100 l su)	25	1.8±0.02a	8.2±0.28b	0.0±0.00a	20.4±0.58c	13.9±0.35a
T(20ml/100 l su)	25	1.9±0.04a	10.5±0.36b	0.0±0.00a	28.2±0.65b	14.3±0.65a
T/2(10 ml/100 l su)	25	2.1±0.05a	13.4±0.25a	0.2±0.08a	40.7±0.75a	16.8±0.55a

\*Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar duncan testine göre istatistik olarak farklıdır (P<0.05)

İmidacloprid'in farklı dozlarının *P. ulmi*'nin hayat tablosu üzerine etkisi Tablo 4'de verilmiştir. İmidacloprid'in 2T, T ve T/2 dozlarının *P. ulmi*'nin ortalama döl süresi (To), popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT) ve üreme gücü sınırı ( $\lambda$ ) değerlerinde kontrol grubuna göre ise istatistiki olarak bir fark belirlenmemiştir (P<0.05). Benzer şekilde net üreme gücü  $R_0$  ve kalıtsal üreme yeteneği  $r_m$  değer-

leri imidaclopridin 2T, T dozları ile kontrol grubunda istatistiki olarak benzer bulunmuştur (P<0.05). Ancak imidaclopridin T/2 dozunda zararlı akarın  $R_0$  ve  $r_m$  değerleri sırasıyla 15.5 ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{generation}$ ) ve 0.19 ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{gün}$ ) olarak belirlenmiştir. İmidaclopridin T/2 dozunun *P. ulmi*'nin hayat tablosunun en önemli iki parametresi olan net üreme gücü ve kalıtsal üreme yeteneği değerleri üzerinde olumlu etki yaptığı belirlenmiştir.

**Tablo 4.** İmidacloprid'in farklı dozlarının *Panonychus ulmi*'nin hayat tablosu üzerine etkisi

İmidacloprid dozu	$R_0$ ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{generation}$ )	$r_m$ ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{gün}$ )	DT (gün)	$\lambda$ (birey/ $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}$ /gün)	Eşey oranı ( $\frac{\text{♀}}{\text{♀}}$ / $\frac{\text{♂}}{\text{♂}}$ )	T (gün)
Kontrol	10.3±0.65b*	0.15±0.05b	5.05 a	1.11 a	0.45 a	12.0 a
2T	9.8±0.75b	0.13±0.05b	5.03 a	1.03 a	0.43 a	11.2 a
T	9.7±0.58b	0.14±0.03b	5.01 a	1.02 a	0.46 a	11.5 a
T/2	15.5±0.85a	0.19±0.02a	5.09 a	1.22 a	0.50 a	11.8 a

\*Sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar duncan testine göre istatistik olarak farklıdır (P<0.05)

İmidaclopridin farklı dozlarının Tetranychidae familyasına bağlı akarlarda yumurta verimini ve bazı hayat tablosu parametrelerini olumlu yönde etkilediğine dair sonuçlar bulunmaktadır. Szczepaniec ve ark. (2011) *Tetranychus schoenei*'nin (Acari: Tetranychidae) imidacloprid uygulanmış karaağaç yaprakları ile beslendiğinde üreme gücünde artış olduğunu belirtmişlerdir. Yine Szczepaniec ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada *Eurytetranychus buxi*'nin (Acari: Tetranychidae) imidacloprid uygulanan yapraklar ile beslendiğinde yumurta üretiminde artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Benzer olarak neonikotinoid uygulamalarının *T. urticae*'de yumurta verimi üzerine olumlu etki yaptığı belirtilmiştir (James ve Price, 2002; Ako ve ark., 2004; Castagnoli ve ark. 2005; Ako ve ark., 2006; Balcı ve Ay, 2018). Bazı çalışmalarda ise pestisitlerin sublethal ve lethal dozlarının zararlılarda hayat tablosu parametreleri üzerinde olumlu etki yaptığı bildirilmiştir (Forbes ve Calow, 1999;

Stark ve Banks, 2003). Örneğin, Wang ve ark. (2016) spinetoram etken maddesinin sublethal dozlarının dişi başına bırakılan yumurta sayısı ve net üreme gücü  $R_0$  değerlerinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Yine Barati ve Hejazi (2015) thiacloprid, acetamiprid ve thiamethoxam neonikotinoidlerinin sublethal dozlarının *T. urticae*'de net üreme gücü  $R_0$  ve kalıtsal üreme yeteneği  $r_m$  değerlerinde artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda da bir neonikotinoid insektisit olan imidaclopridin sublethal dozunun *P. ulmi*'de hem yumurta verimini hem de  $R_0$  ve  $r_m$  değerlerinde artışa neden olduğu görülmektedir. Çalışmamızda ortaya çıkan bulgular literatürdeki bazı çalışmalar ile benzerlik göstermiştir.

## SONUÇLAR

Çalışma sonucunda üretim alanlarında birçok zararlıya karşı kullanılan imidacloprid etken maddesinin sublethal dozlarının fitofag akar *P. ulmi* ve predatörü *N. californicus*'un ovipozisyon sürelerinin uzattığı ve dişi başına bırakılan yumurta sayılarının arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca imidacloprid'in sublethal dozunun her iki akarda da net üreme gücü ve kalıtsal üreme yeteneği değerlerinde artışa neden olduğu görülmektedir. Üretim alanları içerisinde kullanılan pestisitlerin hem zararlılar hem de doğal düşmanlar üzerine etkileri bulunmaktadır. Pestisitlerin yüksek uygulanan dozları ortamda bulunan doğal düşmanlar üzerinde olumsuz etki yaparken sublethal dozlar ise bazı biyolojik parametreler üzerinde olumlu etki yapabilmektedir. Pestisitlerin akar ve böcek türlerini nasıl etkilediğinin bilinmesi mücadele programlarının oluşturulmasında büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle zararlılarla mücadele programları oluşturulurken pestisit dozlarının ve uygulanan dozların zararlı ve yararlı türler üzerindeki etkilerinin iyi araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmayı maddi anlamda destekleyen TÜBİTAK 2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Ako, M., Borgemeister, C., Poehling, H.M., Elbert, A., Nauen, R. (2004). Effects of neonicotinoids insecticides on the biology of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology* 97: 1587–1594.
- Ako, M., Poehling, H.M., Borgemeister, C., Nauen, R. (2006). Effect of imidacloprid on the reproduction of acaricide-resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science* 62: 419–424.
- Argov, Y., Berkeley, M., Domeratzky, S., Melamed, E., Weintraub, P., Palevsky, E. (2006). Identification of pollens for small scale mass rearing of *Neoseiulus californicus* and a novel method for quality control. *IOBC Wprs Bulletin* 29(4): 127.
- Balci, H., Ay, R., (2018). Bazı Pestisitlerin *Tetranychus urticae* Koch'nin ergin yaşam süresi ve yumurta verimine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 22:(2), 1010-1015.
- Barati, R., Hejazi, M. J. (2015). Reproductive parameters of *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae) affected by neonicotinoid insecticides. *Experimental and Applied Acarology* 66: 481–489.
- Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology* 17:15-26.
- Bozdoğan, H., Bahadıroğlu, C. (2014). Çeşitli insektisit gruplarının Chrysopidae Schneider 1851 familyasına ait bazı böcekler üzerindeki etkisi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 3(2): 11-17.

- Castagnoli, M., Liguori, M., Simoni, S., Duso, C. (2005). Toxicity of some insecticides to *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus californicus* and *Tydeus californicus*. *BioControl* 50: 611–622.
- Duso, C., Malagnini, V., Pozzebbon, A., Castagnoli, M., Liguori, M., Simoni, S. (2008). Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari:Tetranychidae, Phytoseiidae). *Biological Control* 47:16-21.
- El Taj, H. F., Jung, C. (2012). Effect of temperature on the life-history traits of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Panonychus ulmi*. *Experimental and Applied Acarology* 56(3): 247-260.
- Ewing, H. E. (1912). The occurrence of the citrus red spider, *Tetranychus mytilaspidis* Riley, on stone and pomaceous fruit trees in Oregon. *Journal of Economic Entomology* 5(5): 414-415.
- Forbes, V. E., Calow, P. (1999). Is the per capita rate of increase a good measure of population-level effects in ecotoxicology? *Environmental Toxicology Chemical* 18:1544–1556.
- James, D., (1997). Imidacloprid increases egg production in *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 21(2): 75-82.
- James, D.G., Price, T.S. (2002) Fecundity in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. *Journal Economic Entomology* 95:729–732.
- Kumargal, D., Çömelekoğlu, Ü., Aşkın, A. (2012). İyon kanallarını hedef alan insektisitler. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 5(2): 7-13.
- Marcic, D., Prijovic, M., Drobnjakovic, T., Medjo, I., Peric, P., Milenkovic, S. (2015). Greenhouse and field evaluation of two biopesticides against *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Phytomed* 27(4): 313–320.
- Maroufpoor, M., Ghoosta, Y., Pourmirza, A.A., Lotfalizadeh, H. (2016). The effects of selected acaricides on life table parameters of the predatory mite, *Neoseiulus californicus* fed on European red mite. *North-Western Journal of Zoology* 12(1): 1-6.
- McMurtry, J. A., Croft, B. A. (1997). Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology* 42(1): 291-321.
- Moraes, G. D., McMurtry, J. A., Denmark, H. A., Campos, C. B. (2004). A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* 434: 121-128.
- Sarıtaş, E., Ay, R. (2016). *Panonychus ulmi* (Koch) ve *Neoseiulus californicus* (Mc Gregor)'un üreme gücü ve yaşam sürelerine bazı pestisitlerin etkisi: hormoligosis. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 40 (1): 97-106.
- Stark, J.D., Banks, J.E. (2003). Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review Entomology* 48:505–519.
- Szczepaniec, A. S., Creary, F., Laskowski, K.L., Nyrop, J.P., Raupp, M.J. (2011). Neonicotinoid insecticide imidacloprid causes outbreaks of spider mites on elm trees in urban landscapes. *PLoS One* 6(5): 200-218.
- Szczepaniec, A. M., Raupp, J. (2013). Direct and indirect effects of imidacloprid on fecundity and abundance of *Eurytetranychus buxi* (Acari: Tetranychidae) on boxwoods. *Experimental and Applied Acarology* 59(3): 307–318.

**Imidacloprid'in Farklı Dozlarının *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) ve Predatörü *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae)'un Yaşam Çizelgesi Üzerine Etkileri**

- Welty, C. (1995). Survey of predators associated with European red mite (*Panonychus ulmi*; Acari: Tetranychidae) in Ohio apple orchards. *The Great Lakes Entomologist* 28(2): 5-11.
- Wang, L., Zhang, Y., Xie, W., Wu, Q., Wang, S. (2016). Sublethal effects of spinetoram on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 132: 102–107.
- Yin, W. D., Qiu, G. S., Yan, W. T., Sun, L. N., Zhang, H. J., Ma, C. S., Adaobi, U. P. (2013). Age-stage two-sex life tables of *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae), on different apple varieties. *Journal of Economic Entomology* 106 (5): 2118-2125.
-