

**Orijinal araştırma (Original article)**

***Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) ve *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel (Myrtaceae) ekstraktlarının klasik ve nano formülasyonlarının *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ve *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)'ye etkilerinin belirlenmesi<sup>1</sup>**

Hasan BALCI<sup>2</sup>, Firdevs ERSİN<sup>2</sup>, Enver DURMUŞOĞLU<sup>2\*</sup>

**A determination of the effects of classical and nano-formulations of *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) and *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel (Myrtaceae) extracts on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)**

**Abstract:** In order to minimize the problems caused by synthetic chemical insecticides, the use of plant-based insecticides has become increasingly useful as an alternative. The aim of this study was to determine the effects of new formulations of two plant-based insecticides (developed to improve efficacy and duration of activity) on both the target pest and a non-target natural enemy. Specifically, this research investigated the use of classical and nano-formulated preparations of *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) (neem tree) and *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel (Myrtaceae) (tea tree) extracts against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). In addition, the side effects of these formulations against the natural enemy, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae), were investigated. The neem formulations were generally more effective against *T. urticae* than the tea tree formulations, which all contained equal amounts of bioactive ingredients. In general, the nano-formulations of both plant-based formulations were more effective than the classical formulations in terms of their biological efficacy and duration of activity. Separately, all of the plant-based insecticide formulations used in this research were in the toxic category for the natural enemy, *A. swirskii*.

**Key words:** Neem, tea tree, plant-based insecticide, nano formulation, side effect

**Öz:** Sentetik kimyasal insektisitlerin neden olduğu sorunların minimize edilmesi amacıyla bitkisel kökenli insektisitler günümüzde yeniden alternatif olarak anlam kazanmışlardır. Standardizasyon ve etki süresi sorunlarının iyileştirilmesi için yeni formülasyonları geliştirilen bitkisel kökenli

<sup>1</sup> Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2015-ZRF-040 numaralı proje ile desteklenmiş ve Uluslararası Katılımlı Türkiye VII. Bitki Koruma Kongresi (14-17 Kasım 2018, Muğla)'nde sözlü olarak sunulmuş ve sadece özet olarak basılmıştır.

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\*Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: envdrm@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-2372-8283; 0000-0003-0321-5237; 0000-0002-4860-8897

Alınış (Received): 07.10.2020

Kabul ediliş (Accepted): 30.10.2020

insektisitlerin hem hedef hem de hedef dışı doğal düşmanlara etkisinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) (neem ağacı) ve *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel (Myrtaceae) (çay ağacı) ekstraktlarının klasik ve nano formülasyonlu preparatlarının *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) ve *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)'ye etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, eşit miktarda biyoaktif içeren preparatlardan neem ekstraktı içerenlerin çay ağacı ekstraktı içerenlere göre *T. urticae* üzerinde genelde daha etkili oldukları, her iki bitkisel kökenli preparatın nano formülasyonlarının da klasik formülasyonlarından hem biyolojik etkinlik hem de etki süresi açısından genelde daha etkili oldukları belirlenmiştir. Yan etki çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre, kullanılan tüm preparatların *A. swirskii*'ye karşı yan etki değerlerinin zararlı sınıfta olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Neem, çay ağacı, bitkisel kökenli insektisit, nano formülasyon, yan etki

## Giriş

Kültür bitkilerinde ekonomik kayıplara neden olan akar türleri ana zararlılar arasında yer almaktadır (Salman et al., 2013). Hem örtüaltı hem de açık yetiştiricilik yapılan alanlarda yüksek üreme kapasiteleri nedeniyle önemli sorunlardan biri olan kırmızıörümcekler (*Tetranychus* spp) yılda çok sayıda döl verebilmektedirler. Kırmızıörümcekler ve onun gibi yılda çok sayıda döl veren benzer tarımsal zararlılara karşı yoğun ilaçlamalar yapıldığı, bu ilaçlamalarda arzu edildiği oranda başarılı olunamadığı ve dayanıklılık gibi önemli sorunlara yol açtığı çeşitli araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Siqueira et al., 2000; Stumpf & Nauen, 2001; Ay, 2005; Ay et al., 2005; Arnó et al., 2009; Potting et al., 2009; Van Deventer, 2009; Öztemiz, 2012; Whalon et al., 2012). Bu yoğun ilaçlamalar, birçok ülkede özellikle de sera alanlarında bu zararlıların biyolojik mücadelesinde kullanılma potansiyeli yüksek olan ve ticari preparatları bulunan doğal düşman türlerinden, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot ve *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot'nin kullanım olanaklarını da kısıtlamaktadır (Davidson et al., 2002; Yiğit et al., 2003; Stansly et al., 2005; Bielza et al., 2009). En sık kullanılan biyolojik mücadele etmenlerinden birisi *A. swirskii* olup, seralarda trips ve beyazsinek popülasyonlarını kontrol altına almak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Nadimi et al., 2008; Lee & Gillespie, 2011).

Diğer yandan zararlılarla mücadelede, bitkisel kökenli insektisitlerin kullanımı alternatif mücadele yöntemlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitkisel kökenli insektisitler bilinen pozitif özellikleri nedeniyle pek çok zararlıya karşı mücadelede başarıyla kullanılmaktadır (Schmutterer, 1990; Bhagawan et al., 1992; Durmuşoğlu et al., 2003; Leatemia & Isman, 2004; Rao et al., 2005; Pavela, 2009; Durmuşoğlu et al., 2011). Fakat bitkisel kökenli insektisitlerin, bilinen avantajlarının yanında güneş ışığında çok hızlı bir şekilde parçalanması, doğal bitki kaynaklarının kısıtlı olması, aktif bileşenlere dayalı kalite kontrolü, standartizasyon ve ruhsatlandırmadaki zorluklar gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır (Isman, 1997; Karakaş, 2018). Son yıllarda bitkisel kökenli insektisitlerin bilinen iyi özelliklerini geliştirmek ve olumsuz özelliklerini en aza indirmek için yeni formülasyon çalışmaları ön plana çıkmıştır.

Pestisit etkinliğini kontrol edebilmek ve tüm özellikleri geliştirmek için kimyasal ve biyolojik pestisitlerin yeni formülasyonlarını geliştirmek amacıyla nanoteknolojik uygulamalar yapılmaktadır (Gao et al., 2013). Özellikle, temel olarak çok sayıda geleneksel insektisit bileşiğinin yüksek hızda salınımı ve suda az çözünür olması nedeniyle pratikte kullanımları sınırlanmış ve bu yüzden farklı insektisitlerin nano formülasyonunun tasarlanması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Oliveira et al., 2014).

Son yıllarda bazı araştırmacılar, değişik maddelerle üretilen çeşitli bitkisel kökenli nano formülasyonlu preparatları bazı bitki zararlılarına karşı denemişlerdir (Yang et al., 2009; Anjali et al., 2011; Carvalho et al., 2012; Forim et al., 2013; Costa et al., 2014). Mevcut çalışmaların hiç birinde aynı konsantrasyonda üretilmiş nano ve klasik formülasyonlu bitkisel preparatların etkileri karşılaştırmalı olarak ortaya konulmamıştır. Bilindiği gibi, bitkisel kökenli preparatların hem standardizasyonundaki zorlukları aşmak, hem de kısa sürede parçalanmalarını önlemek amacıyla geliştirilen nano formülasyon teknolojisi, biyolojik kökenli etken maddelerin kapsüllenmesi ve yavaş salınımları esasına dayanmaktadır. Bu nedenle, bitkisel kökenli preparatlarda kullanılan biyoaktiflerin aynı konsantrasyonda üretilmiş klasik ve nano formülasyonlarının toksik etkileri ile etki sürelerini karşılaştırmalı olarak belirlemek büyük önem göstermektedir. Ayrıca, mevcut çalışmaların hiç birinde nano ve klasik formülasyonlu bitkisel preparatların hem zararlılar hem de doğal düşmanlar üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak ortaya konulmamıştır. Yukarıda sözü edilen bilgilerden hareketle, bu çalışma kapsamında, *A. incdica* A. Juss ve *M. alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel ekstraktı içeren klasik ve nano formülasyonlu bazı insektisitlerin *T. urticae* Koch ve doğal düşman olan *A. swirskii*'ye etkilerinin karşılaştırmalı olarak ortaya konması amaçlanmıştır.

## Materyal ve yöntem

Çalışmanın ana materyalini, fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), *T. urticae*, *Typha latifolia* L.'dan toplanan polenler, *A. swirskii* ile klasik ve nano formülasyonlu bazı bitkisel kökenli insektisitler oluşturmuştur.

Çalışmaların tamamı, 25±2°C sıcaklık ve %65±5 orantılı nem, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık koşullarında, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ndeki iklim odalarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma çerçevesinde yapılan anlaşma gereği, Neem ağacı ve Çay ağacı ekstraktlarının klasik ve nano formülasyonları Prof. Dr. Errol Hassan (School of Agriculture and Food Sciences, The University of Queensland, Australia) aracılığıyla BioAust Health Pty. Ltd. Şirketi (Queensland, Australia)'nden temin edilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Denemelerde kullanılan preparatlar ve içerikleri**Table 1.** Preparations used in the trials and their contents

Preparatın kodu	Preparatın açık ismi	Preparatların İçeriği
C-Ai	Neem Ağacı Ekstraktının Klasik Formülasyonu	%40 Neem Ekstraktı (%7 Azadirachtin), %40 Etoksillenmiş Hint Yağı %20 Caprylglikosid (%50)
B-Ai	Neem Ağacı Ekstraktının Nano Formülasyonu	%40 Neem Ekstraktı (%7 Azadirachtin), %40 Beta Cyclodextrin %20 Caprylglikosid (%50)
C-Ma	Çay Ağacı Ekstraktının Klasik Formülasyonu	%40 Gamma Tops, %40 Etoksillenmiş Hint Yağı %20 Caprylglikosid (%50)
B-Ma	Çay Ağacı Ekstraktının Nano Formülasyonu	%40 Gamma Tops, %40 Beta Cyclodextrin, %20 Caprylglikosid (%50)

C: Klasik formülasyon, B: Nanoformülasyon, Ai: *Azadirachta indica* ekstraktı, Ma: *Melaleuca alternifolia* ekstraktı.

### Konukçu bitki üretimi

*T. urticae* ve *A. swirskii* üretimi için laboratuvar şartlarında üretiminin daha kolay olması, yaprak yüzeyinin daha uygun bir alan sağlaması nedeniyle konukçu bitki olarak fasulye bitkileri kullanılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında kullanılan bitkilerin tohumları fide üretimi için viyollere ekilmiştir. Viyoldeki fideler olgunlaşınca bahçe toprağı, kum, torf ve perlit karışımı içeren uygun büyüklükteki saksılara aktarılmış ve standart sulama ve gübreleme işlemleri yapılarak yetiştirilmiştir.

### *Tetranychus urticae* üretimi

Denemelerde kullanılacak *T. urticae* bireyleri (yeşil form), Menderes (İzmir)'de bulunan domates ve hıyar seralarından toplanarak iklim odalarına getirilmiş ve iklim odasındaki fasulye bitkileri üzerine bırakılarak stok kültür elde edilmiştir. Daha sonra, 3-4 yapraklı temiz fasulye bitkilerine, zararlının her dönemini içeren yapraklar aşılansak kitle üretim çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Üzerinde zararlı bulunan tüm bitkiler, iklim odalarındaki 40x60x50 cm ebatlarındaki üst ve yan yüzeyleri tül ile kaplı kültür kafesleri içerisine yerleştirilmiştir.

### *Amblyseius swirskii* üretimi

*A. swirskii* üretiminin başlangıç kültürü Koppert Biyolojik Mücadele ve Polinasyon Sistemleri Ltd.Şti. (Antalya)'den temin edilmiştir. Laboratuvarda üretilen fasulye bitkilerinden çapı yaklaşık 10-15 cm olan yapraklar seçilip, sapları kalacak şekilde kesilmiştir. Kesilen yapraklara uygun kapağı tül ile kaplı kaplar (20x25 cm) içlerine pamuk doldurulmuş, pamuklar yeteri kadar suyla doyurulmuş ve üzerlerine kesilen yapraklar üst yüzü pamuğa yapışacak şekilde konulmuştur. Kurumalarını önlemek adına pamuklara 2 günde bir su verilmiştir. Bu şekilde yapraklar yaklaşık 2 - 2,5 hafta kadar taze kalmıştır.

Koppert firmasından alınan *A. swirskii* bireylerinin tüm dönemleri mikroskop altında fırça yardımıyla toplanıp yapraklara aktarılmıştır. Yaprakların üzerlerine,

akarın yumurtalarını koymas4 için, yaprak boyutlarına göre 4-5 parça elyaf konulmuş ve elyafların uçmalarını önlemek amacıyla üzerine çatı şeklinde (1 cm) plastik parçalar yerleştirilmiştir. Akarlara besin olarak iki günde bir *T. latifolia* L. poleni verilmiş ve polenler yaprağın bozulmasını engellemek amacıyla yaprak üzerine konulan kağıt parçalar üzerine ince fırça yardımıyla serpilmiştir. Yapraklar bozulmaya başlayınca, üretimdeki fasulye bitkilerinden tekrar yaprak alınmış, temiz plastik kaplara yeni pamuk ve yaprak yerleştirilerek yukarıda bildirilen işlemler ile avcı akar üretimine devam edilmiştir. Popülasyonu artırmak için yapraklara koyulan elyaflar yumurta ile dolduğunda yeni yapraklara aktarılmış ve popülasyonun devamlılığı sağlanmıştır.

### Preparatların *Tetranychus urticae*'ye etkisinin belirlenmesi

Çalışma kapsamında klasik ve nano fomülasyonlu preparatların *T. urticae*'nin protonimflerine etkili dozları ile etki süreleri araştırılmıştır.

Preparatların hedef zararlılara etkili dozları hem Balcı (2016)'nın verilerinden yararlanılarak hem de yapılan ön çalışmalarla belirlenmiştir. Yurt dışından getirilen preparatların genelde etkili olan doz aralıkları ilgili firma tarafından bildirilmiştir. Bu nedenle preparatlar %0.5, 1.0 ve 1.5 konsantrasyonlarında denenerek klasik ve nano formülasyonlar kıyaslanmıştır. Denemelerde kontrol olarak saf su kullanılmıştır. Tüm işlemlere kontrol ile başlanılmış ve kademeli olarak en düşük konsantrasyondan en yüksek konsantrasyona doğru devam edilmiştir.

Preparatların *T. urticae* üzerine etkisi Kasap et al. (2016)'nın belirttiği gibi yaprak daldırma yöntemi kullanılarak protonimf dönemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, temiz fasulye yapraklarından alınan diskler tek tek hazırlanmış solüsyonlara daldırılıp 3 saniye sallanarak tüm yüzeyin eşit olarak ıslatılması sağlanmış, daha sonra yaprak diskleri ızgara şeklindeki ince tel üzerine alınıp 10 dakika kurumaya bırakılmıştır. Bu yaprak disklerinin solmaması ve sayıma kadar canlılığını koruması için, üst yüzü alta gelecek şekilde, zeminine 1 cm yükseklikte %1.5'lik agar dökülen ve çapı 5 cm olan kaplara yerleştirilmiştir. Bu yaprak diskleri üzerine, yaklaşık aynı gün yaştaki protonimflerden 10'ar birey ayrı ayrı ince uçlu bir fırça yardımıyla dikkatlice aktarılmıştır. Daha sonra bu kaplar, üzerindeki açıklıkları tülle kaplanmış kapakları ile kapatılmıştır.

Bu denemeler, her bir doz ve preparat için 5 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir.

Sayımlar, uygulamalardan 1, 3 ve 5 gün sonra canlı ve ölü bireyler kaydedilerek gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerden Abbot formülü (Abbott, 1925) yardımıyla % etki değerleri hesaplanmıştır.

### Preparatların *Tetranychus urticae* üzerindeki etki sürelerinin kıyaslanması

Klasik ve nano fomülasyonlu preparatların *T. urticae* protonimfleri üzerindeki etkileri ortaya konulduktan sonra, en etkili olan dozun (%1.5) etki süresi bakımından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu amaçla bir önceki bölümde bahsedildiği gibi denemeler kurulmuş, fakat *T. urticae* protonimfleri yapraklar üzerine, uygulamaların yapılmasından 1, 3 ve 5 gün sonra aktarılmıştır.

Denemeler her preparat için 5 tekerrürlü (10 birey/tekerrür) olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir.

Sayımlar, *T. urticae* protonimflerinin uygulama yapılmış yapraklar üzerine bırakılmasından 1, 3 ve 5 gün sonra gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerden Abbot formülü (Abbott, 1925) yardımıyla % etki değerleri hesaplanmıştır.

### **Preparatların *Amblyseius swirskii* üzerindeki yan etkilerinin belirlenmesi**

Çalışma kapsamında, klasik ve nano fomülasyonlu preparatların *Amblyseius swirskii* üzerine yan etkilerinin, formülasyona bağlı olarak artma veya azalma şeklinde değişip değişmediği araştırılmıştır. Bu nedenle “Preparatların *T. urticae*’ye etkisinin karşılaştırmalı olarak belirlenmesi” sırasında denenen dozlardan en yüksek etkiyi gösteren doz olan %1.5’luk solüsyonlar hazırlanmıştır.

*A. swirskii* üzerinde preparatların yan etkilerinin belirlenmesi “Pestisitlerin Faydalı Organizmalara Standart Yan Etki Deneme Metotları”nda bahsedilen genel esaslar göz önünde bulundurularak yapılmıştır (TAGEM, 2015). Bu metotlara göre, preparatların avcı tür protonimflerine değme etkisi ile dişi bireylerin yumurta verimine etkisi araştırılmıştır.

### **Preparatların *Amblyseius swirskii*’nin protonimflerine değme etkisi**

Deneme ünitesi olarak, boyutları 3x11x20 cm olan şeffaf plastik kapların içine 1 cm kalınlığında sünger üzerine yerleştirilmiş ve bir yüzeyi pestisit ile ilaçlanmış 10x5 cm (50 cm<sup>2</sup>) boyutunda cam bir levha kullanılmıştır. Cam levhanın üzerinde daha önce sınırları belirlenmiş 12 cm<sup>2</sup>’lik test alanı akarların kaçmaması için Tangle trap yapışkan maddesi ile sınırlandırılmıştır. Protonimf bireylerinin su ihtiyacını sağlamak amacıyla, test alanının ortasına daha önce açılmış 3 mm’lik delikten pamuk fitil takılmış ve bu fitilin nemli olmasını sağlamak için altındaki süngere su emdirilmiştir.

Preparatlar, cam plakalar üzerine %1.5 dozunda spraytower aleti ile cam yüzeyine 2±0.2 mg/cm<sup>2</sup> ilaçlı sıvı gelecek şekilde uygulanmıştır. İlaçlamadan sonra cam plakalar 10 dakika süre ile kurutulmuş ve ilaçlı yüzeyleri üstte olacak şekilde deneme ünitesine bulunan sünger üzerine yerleştirilmiştir. Deneme için bir gün önceden tüm yapraklardaki elyaflar ayrı bir yaprağa toplanmış ve yumurtalardan çıkan larvaların protonimf dönemine geçmesi ile birlikte her bir tekerrür için 10 birey deneme ünitesine aktarılmıştır. Protonimler 24 saat ilaçlı yüzeye maruz bırakılmışlardır ve beslenmeleri için cam yüzeylere polen serpilmiştir.

Denemeler tesadüf parselleri deneme deseninde, beş karakterli (klasik ve nano formülasyonlu preparatlar ve kontrol) ve beş tekerrürlü olarak kurulmuştur. Sayımlar, ilaçlamalardan 1 ve 7 gün sonra ölü ve canlı bireyler kaydedilerek gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere Abbott formülü (Abbott, 1925) uygulanarak düzeltilmiş ölüm oranları hesaplanmıştır. Sınıflandırma ise “Pestisitlerin Faydalı Organizmalara Standart Yan Etki Deneme Metotları”nda verilen “Laboratuvar Sınıf Değerleri”ne göre yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre; ölüm oranı <% 30 ise zararsız veya az zararlı (N), % 30-79 ise orta derece zararlı (M) ve >% 79 ise zararlı (T) olarak kabul edilmektedir. Denemelerden elde edilen veriler SPSS programında

tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) yapılarak değerlendirilmiş ve uygulamalar arasındaki farklar da Duncan testi ile belirlenmiştir.

### **Preparatların *Amblyseius swirskii*'nin yumurta verimine etkisi**

Pestisitlerin yumurta verimine etki oranı pestisitlerin sınıflandırılmasında kullanılmamakta elde edilen değer sadece kalite kriteri olarak dikkate alınmaktadır (TAGEM, 2015).

Standart metota göre; ilaçlı ünite 7. günde ölüm oranı %50'nin üzerinde olduğunda söz konusu pestisitlerin avcının yumurta verimine etkisinin araştırılmasına gerek yoktur. Değme etkisi testlerinde tüm preparatların 7. günde ölüm oranı %50'nin üzerinde olduğu için de preparatların avcı akarın yumurta verimine etki denemesi yapılmasına gerek kalmamıştır.

### **Bulgular ve tartışma**

Bu çalışma kapsamında iki farklı bitki (*A. indica* ve *M. alternifolia*) ekstraktının ikişer farklı formülasyonu (klasik ve nano) ile yürütülen denemeler sonucunda dört farklı preparatın *T. urticae*'ye karşı 3 farklı dozdaki etkileri (Çizelge 2) ve etkili dozun etki süresi (Çizelge 3) karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca etkili dozun avcı akar *A. swirskii*'ye etkileri (Çizelge 4) karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir.

Preparatların *T. urticae*'ye etkisinin belirlendiği denemelerde 5. gün sayımlarından elde edilen veriler incelendiğinde etki oranının doza bağlı olarak arttığı görülmektedir (Çizelge 2). Çalışmada en düşük dozun (%0.5) kullanıldığı etki denemelerinde aynı etken maddenin nano formülasyonlarının klasik formülasyonlarına göre daha yüksek etki gösterdiği belirlenmiştir. Preparatların %1.0 ve %1.5'lük solüsyonları ile yapılan denemelerde ise en yüksek etki oranına Neem ağacı ekstraktının nano formülasyonunun ulaştığı belirlenmiştir. Fakat preparatlar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır.

Benzer şekilde Ferreira et al. (2012), farklı nano formülasyonlu neem preparatlarının *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya karşı etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; Poli  $\beta$ -hidroksibütirat nano kapsüller ve Polimetilmetakrilat nano küreler kullanılarak yapılan neem nano formülasyonlarının organik neeme göre daha yüksek etki gösterdiğini bildirmektedir. Ancak beta cyclodextrin çözültisi içeren nano formülasyonların ise oldukça düşük etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen çalışmada ise beta cyclodextrin içeren neem nano formülasyonunun içeriğinde aynı miktarda azadirachtin bulunan klasik formülasyonundan daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ferreira et al. (2012)'in beta cyclodextrin kullanılan preparatları ile elde ettikleri sonuçların bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre oldukça düşük etki göstermesinin nedeni olarak hem beta cyclodextrin seviyelerindeki farklılığın hem de neem yağı içerisindeki azadirachtin miktarı farklılığından dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Klasik ve nano formülasyonlu bitki ekstraktlarının akarlara etkisi

**Çizelge 2.** Preparatların *Tetranychus urticae* protonimflerine etkileri (n:10)

**Table 2.** Effect of the preparations on *Tetranychus urticae* protonymphs (n:10)

Dozlar	Uygulamalar	Ortalama Ölü Birey <sup>1</sup> ±SH*			Etki oranı (%)					
		1. gün	3. gün	5. gün	1. gün	3. gün	5. gün			
%0.5	KONTROL	0.20±0.20	b	0.20±0.20	b	0.20±0.20	c	-	-	-
	C-Ai	1.80±0.37	a	5.20±0.20	a	5.80±0.20	b	16.33	51.02	57.14
	B-Ai	2.00±0.32	a	5.60±0.24	a	6.60±0.24	ab	18.37	55.10	65.31
	C-Ma	2.00±0.32	a	5.00±0.32	a	6.00±0.32	b	18.37	48.98	59.18
	B-Ma	2.20±0.37	a	5.40±0.24	a	7.00±0.45	a	20.41	53.06	69.39
	F değeri	7.296		149.857		95.194				
	%1.0	KONTROL	0.20±0.20	b	0.20±0.20	d	0.20±0.20	b	-	-
C-Ai		2.00±0.32	a	6.00±0.32	c	8.00±0.32	a	18.37	59.18	79.59
B-Ai		2.00±0.32	a	7.20±0.20	a	9.00±0.45	a	18.37	71.43	89.80
C-Ma		2.20±0.37	a	6.40±0.24	bc	7.80±0.37	a	20.41	63.27	77.55
B-Ma		2.40±0.40	a	6.80±0.20	ab	8.80±0.49	a	22.45	67.35	87.76
F değeri		7.296		149.857		95.194				
%1.5		KONTROL	0.40±0.24	b	0.40±0.24	c	0.40±0.24	b	-	-
	C-Ai	2.80±0.37	a	6.60±0.24	b	9.00±0.450	a	25.00	64.58	89.58
	B-Ai	3.20±0.58	a	8.00±0.00	a	9.60±0.24	a	29.17	79.17	95.83
	C-Ma	3.00±0.00	a	6.80±0.37	b	8.60±0.51	a	27.08	66.67	85.42
	B-Ma	3.40±0.40	a	8.20±0.20	a	9.20±0.37	a	31.25	81.25	91.67
	F değeri	10.771		171.667		106.028				

n: Tekerrür başına kullanılan birey sayısı.

C: Klasik formülasyon, B: Nanoformülasyon, Ai: *Azadirachta indica* ekstraktı, Ma: *Melaleuca alternifolia* ekstraktı.

<sup>1</sup>Değerler 5 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir.

\*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (Duncan test; P<0.05).

Bir başka çalışmada ise, Carvalho et al. (2012) beta cyclodextrin ve poli-ε-kaprolakton (PCL) içeren neem yağı nano formülasyonunun *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biyotip B'nin yumurta ve nimflerine karşı etkinliğini araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, yumurta canlılığının herhangi bir uygulamadan etkilenmediğini, denemede kullanılan nanoformülasyonlu preparatlardan yalnız birinin ilk dönem nimflere karşı etkili bulunduğunu ve üçüncü dönem nimflere karşı yapılan denemelerde ise öldürücü etki açısından nano formülasyonlar arasında hiçbir fark gözlenmediğini belirtmişler. Bu çalışmada da; nano formülasyonlar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır.

Bir diğer çalışmada, *T. absoluta* üzerinde %0.5 ve %1.0'lik solüsyonlar kullanılarak yürütülen denemelerde aynı aktife sahip preparatların nano



formülasyonlarının klasik formülasyona göre daha etkili ve aradaki farkın da istatistiksel açıdan önemli bulunduğunu bildirmiştir (Balcı, 2016). Aynı preparatların %1.5'lik dozunda ise neem preparatının nano formülasyonu ile klasik formülasyonu arasındaki farkın istatistiksel olarak önemliyken çay ağacı preparatının nano formülasyonu ile klasik formülasyonu arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada preparatların *B. tabaci*'ye etkileri incelendiğinde ise %0.5 ve %1.5'lik dozlarında aynı aktive sahip preparatların nano formülasyonlarının klasik formülasyona göre daha etkili ve aradaki farkın da istatistiksel açıdan önemli bulunduğunu bildirmişlerdir. Preparatların %1.0'lik dozunda ise nano formülasyonlu neem preparatının klasik formülasyonuna göre daha etkili bulunduğunu fakat çay ağacı preparatının nano ve klasik formülasyonları arasındaki istatistiksel olarak fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Balcı (2016)'nın verileri ile bu çalışmadan elde edilen veriler arasındaki farklılığın, preparatların uygulandığı zararlıların farklı türler olmasından kaynaklandığını düşündürmektedir.

Diğer yandan Kasap et al. (2016) tarafından yapılan çalışmada *M. alternifolia* ekstraktından elde edilen Gamma-T-ol isimli preparatların *T. urticae* üzerindeki etkisini uygulamadan 72 saat sonra yaptıkları sayımlara göre %0.50 konsantrasyonunda %53.3, %1 konsantrasyonunda %64 ve %1.5 konsantrasyonunda %66.7 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada da, çay ağacı ekstraktının klasik formülasyonunun etkisini %0.5 konsantrasyonunda üçüncü gün sonunda %48.98 beşinci gün sonunda ise %59.18 olarak belirlenmiştir. %1.0 konsantrasyonunda üçüncü gün sonunda %63.27 beşinci gün sonunda ise %77.55 etki görülmüştür. %1.5 konsantrasyonunda ise etkinin üçüncü gün sonunda %66.67 beşinci gün sonunda ise %85.42 olduğu belirlenmiştir. Bu iki çalışmadaki üçüncü gün sonuçları dikkate alındığında aynı zararlıya karşı aynı bitkiden elde edilen klasik formülasyonlu preparatların benzer etkiler gösterdikleri görülmektedir.

Preparatların *T. urticae* üzerindeki etki sürelerinin kıyaslanması denemelerinden elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Preparatların etki süresi denemeleri incelendiğinde (Çizelge 3), denemede kullanılan tüm preparatların kontrol ile aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. *T. urticae* protonimflerinin preparatların uygulanmasından 1 ve 3 gün sonra bulaştırıldığı denemelerde 5. gün sayımlarına göre preparatların etki oranlarında farklılıklar olsa da istatistik analizleri sonucuna göre aynı grupta yer alarak aralarındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir.

*T. urticae* protonimflerinin preparatların uygulanmasından beş gün sonra bulaştırıldığı denemelerde ise 5. gün sayımlarına göre tüm klasik ve nano formülasyonlu preparatlarda etkinin oldukça azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte aynı etken madde içeren preparatların nano formülasyonunun klasik formülasyonuna göre hem daha yüksek etki gösterdiği, hem de etki farkının istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Klasik ve nano formülasyonlu bitki ekstraktlarının akarlar üzerine etkisi

**Çizelge 3.** Uygulamadan farklı zaman sonra bitkilere aktarılan *Tetranychus urticae* protonimfleri üzerine preparatların etkileri (n:10)  
**Table 3.** Effect of preparations on *Tetranychus urticae* protonymphs transferred to plants different time after application (n:10)

Bulaştırma Zamanı	Uygulamalar	Ortalama Ölü Birey <sup>1</sup> ±SH*			Etki oranı (%)					
		1. gün	3. gün	5. gün	1.	3. gün	5. gün			
Uygulamadan 1 gün sonra	KONTROL	0.20±0.20	b	0.20±0.20	c	0.20±0.20	b	-	-	-
	C-Ai	2.40±0.24	a	5.60±0.24	b	7.40±0.40	a	22.45	55.10	73.47
	B-Ai	2.80±0.37	a	6.20±0.20	ab	8.20±0.37	a	26.53	61.22	81.63
	C-Ma	2.60±0.40	a	5.80±0.37	b	7.80±0.37	a	24.49	57.14	77.55
	B-Ma	3.00±0.45	a	7.00±0.32	a	8.00±0.55	a	28.57	69.39	79.59
	F değeri	10.883		96.947		75.590				
Uygulamadan 3 gün sonra	KONTROL	0.20±0.20	b	0.20±0.20	c	0.20±0.20	b	-	-	-
	C-Ai	1.60±0.24	a	4.80±0.20	b	7.40±0.24	a	14.29	46.94	73.47
	B-Ai	1.60±0.51	a	5.60±0.24	ab	8.00±0.32	a	14.29	55.10	79.59
	C-Ma	1.80±0.37	a	5.00±0.20	ab	7.20±0.20	a	16.33	48.98	71.43
	B-Ma	1.60±0.51	a	6.20±0.45	a	7.60±0.40	a	14.29	61.22	75.51
	F değeri	2.816		73.789		136.150				
Uygulamadan 5 gün sonra	KONTROL	0.20±0.20	b	0.20±0.20	d	0.20±0.20	d	-	-	-
	C-Ai	1.40±0.51	a	3.40±0.24	c	4.00±0.20	c	12.24	32.65	40.82
	B-Ai	1.40±0.40	a	4.40±0.24	a	5.60±0.24	a	12.24	42.86	55.10
	C-Ma	1.60±0.40	a	3.60±0.24	bc	4.40±0.51	bc	14.29	34.69	42.86
	B-Ma	1.60±0.24	a	4.20±0.25	ab	5.20±0.20	ab	14.29	40.82	51.02
	F değeri	2.640		6.800		2.640				

n: Tekerrür başına kullanılan birey sayısı.

C: Klasik formülasyon, B: Nanoformülasyon, Ai: *Azadirachta indica* ekstraktı, Ma: *Melaleuca alternifolia* ekstraktı.

<sup>1</sup>Değerler 5 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir.

\*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (Duncan test; P<0.05).

Preparatların etki süresi çalışmalarına benzer bir çalışma Giongo et al. (2016) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)'ya karşı bazı nano formülasyonların etkinliğini ve etki süresini araştırmışlardır. Giongo et al. (2016) yaptıkları etki denemesi sonuçlarına göre seçtikleri en verimli dört nano formülasyonun kalıntı etkisini püskürtmeden 1, 3 ve 7 gün sonra değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre denemede kullanılan nano formülasyonların tümünün böceklerle mücadelede yeterli etkinlik ve uzun kalıntı etkisi göstermediğini belirtmektedirler. Carvalho et al. (2012) da neem yağının farklı nanoformülasyonlarının *B. tabaci* üzerine etkilerini araştırdıkları

çalışmada etki süresinin artmadığını bildirmişlerdir. Farklı bir çalışmada ise *B. tabaci* ile yapılan etki süresi denemelerinde aynı etken maddeyi içeren preparatların, nano formülasyonları ile klasik formülasyonları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı bildirilmiştir. Fakat aynı çalışmada *T. absoluta* ile yürütülen etki süresi denemelerinde ise tüm günlerde aynı etken madde içeren preparatların nano formülasyonununun klasik formülasyonuna göre daha yüksek etki gösterdiği ve bu etki farkının istatistiksel olarak da önemli bulunduğu bildirilmiştir (Balcı, 2016). Schmutterer (1990)'e göre, neem içeren ürünlerin kalıntı etkileri 5-7 güne kadar sürmektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan etki süresi denemelerinde çalışmada kullanılan tüm preparatların kontrole göre etkili olduğu, fakat etki süresi denemelerinde özellikle *T. urticae* protonimflerinin preparatların uygulanmasından beş gün sonra bulaştırıldığı denemelerde 5. gün sayımlarına göre elde edilen etkinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir.

Preparatların *A. swirskii* üzerindeki yan etkilerinin karşılaştırmalı olarak belirlenebilmesi için yürütülen denemeler kapsamında, 4 farklı preparatın hem avcı akarın protonimflerine değme etkisi hem de yumurta verimine etkisinin ortaya konulması planlanmıştır. Fakat değme etkisi denemelerinde 7. günde ölüm oranı %50'nin üzerinde olduğu için yumurta verimine etkisi ile ilgili denemeler gerçekleştirilmemiştir. Bu sebeple preparatların değme etkisi sadece protonimfler üzerinde belirlenmiştir.

Preparatların *A. swirskii* protonimflerine değme etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** Preparatların *Amblyseius swirskii* protonimflerine değme etkisi (n:10)

**Table 4.** The contact effect of preparations on *Amblyseius swirskii* protonymphs (n:10)

Uygulamalar	Ortalama Ölü Birey1±SH*		Etki oranı (%)		Sınıf Değeri	
	1. gün	7. gün	1. gün	7. gün	1. gün	7. gün
KONTROL	0.00±0.00 d	0.25±0.16 c	-	-	-	-
C-Ai	2.38±0.18 c	9.13±0.23 b	23.75	91.03	N	T
B-Ai	8.50±0.38 a	9.88±0.13 a	85.00	98.72	T	T
C-Ma	8.00±0.27 a	10.00±0.00 a	80.00	100.00	T	T
B-Ma	5.63±0.32 b	9.75±0.16 a	56.25	97.44	M	T
F değeri	189.554	743.620				

n: Tekerrür başına kullanılan birey sayısı, N: Zararsız, M: Orta derecede zararlı, T: Zararlı.

C: Klasik formülasyon, B: Nanoformülasyon, Ai: *Azadirachta indica* ekstraktı, Ma: *Melaleuca alternifolia* ekstraktı.

<sup>1</sup>Değerler 5 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir.

\*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (Duncan test; P<0.05).

Bu çalışmada preparatların *A. swirskii* protonimfleri üzerindeki yan etkilerinin belirlendiği değme etkisi denemelerine göre 7. gün sayımlarında tüm preparatlar için sınıf değeri zararlı olarak tespit edilmiştir. Ayrıca etki oranlarına göre çay ağacı ekstraktının klasik ve nano formülasyonları arasında bir fark yokken, neem ağacı ekstraktının nano formülasyonununun klasik formülasyonuna göre daha yüksek bir etki

oranı gösterdiği ve aradaki etki farkının istatistiksel olarak da önemli olduğu belirlenmiştir.

*A. swirskii* üzerindeki yan etkilerinin karşılaştırmalı olarak belirlenebilmesi için seçilen 4 farklı preparat, tarımsal alanlarda zararlı olan akarlara karşı akarisit özelliği taşımaktadır. Akarisit özelliği dikkate alındığında kullanılan preparatlar *A. swirskii* protonimfleri üzerinde de yüksek oranda ölümlere neden olmuşlardır. Alinejad et al. (2014), fenazaquin (akarisit) etkili maddesinin *A. swirskii* üzerindeki yan etkilerini araştırdıkları çalışmada, fenazaquin'in *A. swirskii* ile uyumlu bir akarisit olmadığını bildirmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise Salman et al. (2013), *A. swirskii* ile aynı familyada olan avcı akar *P. persimilis* üzerinde insektisitlerden indoxacarb, insektisit-akarisitlerden denemede kullanılan preparatlara benzer şekilde akarisit özelliği taşıyan hexythiazox, spiroadiclofen ve cyhexatin etkili maddeye sahip preparatların yan etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, preparatların ruhsatlı oldukları dozdaki yan etki sınıf değerlerinin hexythiazox, indoxacarb ve cyhexatin için orta derecede zararlı, abamectin spiroadiclofen ve spiromesifen için ise zararlı olarak teşhit ettiklerini bildirmişlerdir. Karacaoğlu et al. (2013) ise, *A. swirskii* protonimfleri için spiroadiclofen+abamectin, spiroadiclofen, fenbutation oxide ve dimethoate'ın yan etki denemelerinde sırasıyla zararlı, zararsız, zararsız, zararlı sınıflarında olduklarını bildirmişlerdir.

Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan klasik ve nano formülasyonlu bitkisel kökenli preparatların %1.0 ve %1.5'lik solüsyonlarının *T. urticae* üzerinde etkili oldukları ortaya konmuştur. Bu denemeler için özel olarak üretilen preparatlardan neem ekstraktı içeren preparatların genel olarak çay ağacı ekstraktı içeren preparatlara göre daha etkili oldukları görülmektedir. Bu preparatların *T. urticae* üzerine olan etkileri incelendiğinde aynı etken maddeyi içeren nano formülasyonlu preparatların klasik formülasyonlu preparatlarına göre daha etkili oldukları görülmektedir.

Tüm preparatların *T. urticae* üzerine farklı süreler sonrasındaki etkileri değerlendirildiğinde, etki oranının uygulamadan sonra geçen gün süresine bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir. Tüm günlerde nano formülasyonlu neem preparatı en yüksek etkiyi göstermiştir. Genel olarak aynı etken maddeyi içeren preparatların klasik ve nano formülasyonları birbiriyle kıyaslandığında ise, uygulamadan sonra geçen süreye bağlı olarak etki oranları düşmesine rağmen nano formülasyonların daha etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı etken madde içeren preparatların klasik ve nano formülasyonları arasındaki bu etki farkı genelde istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Etki süresi denemelerinden elde edilen bu sonuçlar nano formülasyonlarda etki süresinin uzaması konusundaki beklentileri yeterince karşılamadığını göstermiştir. Bu nedenle de nano formülasyonlu ürünlerin salınım kinetiğini iyileştirmek için daha fazla çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir.

*A. swirskii* üzerindeki yan etkilerinin karşılaştırmalı olarak belirlenebilmesi için laboratuvar koşullarında yürütülen denemelerde elde edilen değerler dikkate alındığında, deneme kapsamında kullanılan bitkisel kökenli preparatların *A. swirskii* ile uyumlu olmadığı ve entegre mücadele programları dahilinde dikkatli kullanılması

gerektiği, bu nedenle de bu ürünlerin pratiğe aktarılmadan önce tarla koşullarında da denenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

## Teşekkür

Çalışmayı 2015-ZRF-040 no'lu proje kapsamında destekleyen Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na, denemelerde kullanılan preparatların temini için Prof. Dr. Errol HASSAN (School of Agriculture and Food Sciences, The University of Queensland, Australia) ve Alan TOMEY (BioAust Health Pty. Ltd. Şirketi, Queensland, Australia)'e, avcı akar üretimi çalışmalarında, başlangıç popülasyonu olarak alınan, avcı böceğin teminini sağlayan Koppert Biyolojik Mücadele ve Polinasyon Sistemleri Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. (Antalya)'ne teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Abbott W. S. 1925. A method for computing the effectiveness of insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Alinejad M., K. Kheradmand & Y. Fathipour 2014. Sublethal effects of fenazaquin on life table parameters of the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 64: 361-373.
- Anjali C.H., Y. Sharma, A. Mukherjee & N. Chandrasekaran 2011. Neem oil (*Azadirachta indica*) nanoemulsion a potent larvicidal agent against *Culex quinquefasciatus*. *Pest Management Science*, 68 (2): 158-163.
- Arnó J., R. Sorribas, M. Prat, M. Matas, C. Pozo, D. Rodríguez, A. Garreta, A. Gomez & R. Gabarra 2009. *Tuta absoluta*, a new pest in IPM tomatoes in the Northeast of Spain. *IOBC/WPRS Bulletin*, 49:203-208.
- Ay R., E. Sökeli, İ. Karaca & M.O. Gürkan 2005. Response to some acaricides of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) from protected vegetables in Isparta. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 165-171.
- Ay R. 2005. Determination of susceptibility and resistance of some greenhouse populations of *Tetranychus urticae* Koch to chlorpyrifos Dursban 4 by the petri dish potter tower method. *Journal of Pest Science*, 78: 139-143.
- Balcı H. 2016. Klasik ve nano formülasyonlu bazı bitkisel kökenli insektisitlerin *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ve *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) üzerine etkilerinin belirlenmesi. Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir, 86 s.
- Bhagawan C.N., K.D. Reddy & K. Sukumar 1992. Annona-induced growth anomalies and protein depletion in red cotton bug *Dysdercus koenigii*. *Indian Journal of Experimental Biology*, 30: 908-912.
- Bielza P., E. Fernandez, C. Gravalos & J. Izquierdo 2009. Testing for non-target effects of spiromesifen on *Eretmocerus mundus* and *Orius laevigatus* under greenhouse condition. *BioControl*, 54: 229-236.
- Carvalho S.S., J.D. Vendramim, R.M. Pitta & M.R. Forim 2012. Efficiency of neem oil nanoformulations to *Bemisia tabaci* (GENN.) Biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Semina: Ciências Agrárias*, 33 (1):193-202.
- Costa J.T., M.R. Forim, E.S. Costa, J.R. De Souza, J.M. Mondego & A.L. Boiça Junior 2014. Effects of different formulations of neem oil-based products on control *Zabrotes*

- subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) on beans. *Journal of Stored Products Research*, 56: 49-53.
- Davidson E.W., F.E. Farmer & W.A. Jones 2002. Artificially-reared whitefly, *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) as host for parasitic wasps. *Florida Entomologist*, 85: 474-480.
- Durmuşoğlu E., A. Hatipoğlu & H. Balcı 2011. Bazı bitkisel kökenli insektisitlerin laboratuvar koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) larvalarına etkileri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35 (4): 651-663.
- Durmuşoğlu E., Y. Karsavuran, İ. Özgen & A. Güncan 2003. Effects of two different neem products on different stages of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). *Anzeiger für Schandlingskunde*, 76 (6): 151-154.
- Ferreira F.T.R., J.D. Vendramim & M.R. Forim 2012. Bioatividade de nanoformulações de nim sobre a traça-do-tomateiro. *Ciência Rural, Santa Maria*, 42 (8): 1347-1353.
- Forim M.R., E.S. Costa, M.F.G.F Da Silva, J.B. Fernandes, J.M. Mondego, & A.L. Boiça Junior 2013, Development of a new method to prepare nano-/microparticles loaded with extracts of *Azadirachta indica*, their characterization and use in controlling *Plutella xylostella*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61: 9131-9139.
- Gao R., M. Chen, W. Li, S. Zhou & L. Wu 2013. Facile fabrication and some specific properties of polymeric/inorganic bilayer hybrid hollow spheres. *Journal of Materials Chemistry A*, 6 (1): 2183-2191.
- Giongo A.M.M. J.D. Vendramim & M.R. Forim, 2016. Evaluation of neem-based nanoformulations as alternative to control fall armyworm. *Ciência e Agrotecnologia*, 40 (1): 26-36.
- Isman M.B. 1997. Neem and other botanical insecticides: barriers to commercialization. *Phytoparasitica*, 25 (4): 339- 344.
- Karacaoğlu M., F. Yarpuzlu, M. Tüfekli, M. Portakaldalı & H. Kütük 2013. Turuncgil Bahçelerinde Kullanılacak Bazı İnsektisitlerin *Chilocorus bipustulatus*, *Anagyrus pseudococci* ve *Amblyseius swirskii*'ye Karşı Yan Etkileri 113-129, I. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi (2-4 Nisan 2013, Antalya), Bildiriler Kitabı, 486s.
- Karakaş M. 2018. Önemli bazı bitkisel insektisitler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11 (2): 32-37.
- Kasap İ., Ş. Kök & E. Hassan 2016. Effect of fungatol and gamma-t-ol from *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel on *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 40 (2): 117-123.
- Leatemia J.A. & M.B. Isman 2004. Insecticidal activity of crude seed extracts of *Annona* spp., *Lansium domesticum* and *Sandoricum koetjape* against lepidopteran larvae. *Phytoparasitica*, 32 (1): 30-37.
- Lee H.S. & D.R. Gillespie 2011. Life tables and development of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Acarology*, 53: 17-27
- Nadimi A., K. Kamali, M. Arbabi & F. Abdoli 2008. Side effects of three acaricides on the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. *Munis Entomology & Zoology*, 3 (2): 556-567.
- Oliveira M.R.V., T.J. Henneberry, P. Anderson 2001. Host, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 20: 709-723.
- Öztemiz S. 2012. Domates güvesi [(*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)] ve biyolojik mücadelesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 15 (4): 47-57.

- Türk. Biyo. Mücadele Derg. Balcı et al., 2020, 11 (2): 237-251
- Pavela R. 2009. Effectiveness of some botanical insecticides against *Spodoptera littoralis* Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae), *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Plant Protection Science*, 45 (4): 161-167.
- Potting R., D.J. van der Gaag, A. Loomans, M. van der Straten, H. Anderson, A. MacLeod, J.M.G. Castrillón & G.V. Cambra 2009. *Tuta absoluta*, Tomato Leaf Miner Moth or South American Tomato Moth. Ministry of Agriculture, Nature & Food Quality (LVN) Plant Protection Service of the Netherlands. PRA, 28 pp.
- Rao N.S., K. Sharma & R.K. Sharma 2005. Anti-feedant and growth inhibitory effects of seed extracts of custard apple, *Annona squamosa* against khapra beetle, *Trogoderma granarium*. *Journal of Agricultural Technology*, 1 (1): 43-54.
- Salman S.Y., E. Tekel, Ö. Uysal & R. Ay 2013. Bazı pestisitlerin avcı akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)'e laboratuvar koşullarında yan etkilerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (1):19-27.
- Schmutterer H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35: 271-297.
- Siqueira H.A.A., R.N.C. Guedes & M.C. Picanço 2000. Insecticide Resistance in Populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 2 (2):147-153.
- Stansly A.P., J. Calvo & A. Urbaneja 2005. Release rates for control *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biotype "Q" with *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) in greenhouse tomato and paper. *Biological Control*, 35: 124-133.
- Stumpf N. & R. Nauen 2001. Cross-resistance, inheritance and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 94 (6): 1577-1583.
- TAGEM 2015. Pestisitlerin faydalı organizmalara standart yan etki deneme metotları, 42 s. (URL:<https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/belgeler/yayin/14.pdf>) (Erişim tarihi: 20 Temmuz 2020)
- Van Deventer P. 2009. Leafminer threatens tomato growing in europe. *Fruits and Vegetable Technologies*, 9 (2): 10-12.
- Whalon M.E., D. Mota-Sanchez & R.M. Hollingworth 2012. Global arthropod pesticide resistance reporting. IPM Symposium. (URL: [http://www.ipmcenters.org/ipmsymposium12/20-1\\_Whalon.pdf](http://www.ipmcenters.org/ipmsymposium12/20-1_Whalon.pdf)) (Erişim tarihi: 20 Temmuz 2020)
- Yang F.L., X.G. Li, F. Zhu & C.L. Lei 2009. Structural characterization of nanoparticles loaded with garlic essential oil and their insecticidal activity against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 10156-10162.
- Yiğit A., R. Canhilal & U. Ekmekci 2003. Seasonal population fluctuations of *Serangium parcesetosum* (Coleoptera: Coccinellidae), a predatory of citrus whitefly, *Dialeurodes citri* (Homoptera: Aleyrodidae) in Turkey's eastern mediterranean citrus groves. *Environmental Entomology*, 32 (5):1105 -1114