

**Orijinal araştırma (Original article)****Isparta elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) popülasyonlarının abamectin, chlorpyrifos ethyl ve bifenthrin'e karşı direnç düzeylerinin belirlenmesi**

Abamectin, chlorpyrifos ethyl and bifenthrin resistance in *Panonychus ulmi* Koch. (Acari:Tetranychidae) populations collected from apple orchards in Isparta

**Naciye Sena ÇAĞATAY<sup>1</sup>****Sibel YORULMAZ SALMAN<sup>1</sup>****Yasemin YAMAN<sup>1</sup>****Recep AY<sup>1\*</sup>****Summary**

The spider mites are the second pest group which is tried to be managed in apple orchards following codling moth. The chemical control is generally preferred against spider mites. However, chemical control may lead to resistance in pests in the long time. The resistance development may lead to increase the pesticide usage. Because the dose and spray frequency of pesticides for the management of resistant pest population has been increased mostly. This study was conducted to determine the resistance against abamectin, chlorpyrifos ethyl and bifenthrin in *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) populations from apple orchards in Isparta. The LC<sub>50</sub> values were determined in mentioned populations. The resistance ratios were determined dividing the LC<sub>50</sub> values of susceptible population to the LC<sub>50</sub> values of orchard populations. According to LC<sub>50</sub> value, the resistance ratios against abamectin, chlorpyrifos ethyl and bifenthrin of *P. ulmi* orchards populations are 0.75-2.25, 0.57-1.76 and 1.19- 3.78 fold, respectively.

**Key words:** *P. ulmi*, apple, bifenthrin, abamectin, chlorpyrifos ethyl

**Özet**

Elma bahçelerinde elma içkurdundan sonra en fazla savaşım yapılan zararlılar arasında kırmızıörümcekler yer almaktadır. Kırmızıörümceklere karşı genellikle kimyasal mücadele tercih edilmektedir. Fakat, kimyasal mücadele zaman içerisinde zararlılarda direnç sorununa yol açabilmektedir. Zararlılarda direnç gelişimi, dirençli zararlıları kontrol altına almak için daha yüksek dozlarda ve daha sık uygulamalar yüzünden daha fazla kimyasal kullanımına neden olmaktadır. Bu çalışma, Isparta ilindeki elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) popülasyonlarında abamectin, chlorpyrifos ethyl ve bifenthrin'e karşı direnç düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Toplanan popülasyonlarda bu akarisitlere karşı LC<sub>50</sub> değerleri belirlenmiştir. Direnç oranları, bahçe popülasyonları için belirlenen LC<sub>50</sub> değerlerinin hassas popülasyonun LC<sub>50</sub> değerine bölünmesiyle elde edilmiştir. LC<sub>50</sub> değerleri dikkate alındığında, bahçelerden alınan *P. ulmi* popülasyonlarının abamectin, chlorpyrifos ethyl ve bifenthrin'e karşı göstermiş olduğu direnç oranları sırasıyla 0.75-2.25, 0.57-1.76 ve 1.19- 3.78 kat arasında değişmiştir.

**Anahtar sözcükler:** *P. ulmi*, elma, bifenthrin, abamectin, chlorpyrifos ethyl.

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta

\* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: [recep@y@sdu.edu.tr](mailto:recep@y@sdu.edu.tr)

Alınış (Received): 22.10.2014

Kabul edilmiş (Accepted): 05.12.2014

## Giriş

Elma (*Malus communis* L.) Türkiye'de üreticisine yüksek gelir sağlayan meyve türlerinden birisidir. Türkiye, elma üretimi açısından, Çin ve ABD'den sonra 2.600.000 ton ile Dünyada 3. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2012). Türkiye istatistik Kurumu'nun 2013 verilerine göre, Türkiye'de üretilen 3.128.450 ton elmanın yaklaşık 634.862 tonu Isparta ilinde üretilmiştir (Anonymous, 2013).

Elma yetiştiriciliğini sınırlandıran pek çok hastalık ve zararlı vardır. Zararlılardan özellikle elma içkurdu ve akarlar önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Akarlardan Avrupa kırmızıörümceği, *Panonychus ulmi* Koch, 1940'ların başında ekonomik açıdan önemli bir zararlı değilken (Chant, 1966), günümüzde kimyasal savaşımın yaygınlaşması ve bunun sonucu doğal düşmanların olumsuz etkilenmesi nedeniyle elma bahçelerinin önemli zararlılarından biri haline gelmiştir. *P. ulmi*, yaprak döken çalılar ve özellikle Rosaceae familyasına ait elma, armut, erik, şeftali gibi ekonomik değeri yüksek olan meyve ağaçlarında zararlı olmaktadır (Croft, 1975). Kırmızıörümcekler, yoğunluklarının düşük olduğu zaman, genellikle yaprak üzerindeki damar boyunca bulunurlar ve bitki öz suyu ile beslenirler (Blair & Groves, 1952). *P. ulmi* beslenmesine maruz kalan yaprakların fotosentez aktivitesi azalır (Mobley & Marini, 1990). Bu zarar mevcut yıl ve bir sonraki yılı etkileyebilir. Mevcut yıl zarar şiddetine bağlı olarak yaprağın nitrojen seviyesini düşürerek, yaprakların erken dökülmesine neden olabilirler. Sürgün gelişimini zayıflatırlar ve en önemlisi ürün miktarını düşürürler. Isparta'da üreticiler zararlı ve hastalıklara karşı daha çok kimyasal savaşımı tercih etmektedirler (Boyras et al., 2005).

Zararlı ile mücadelede, kimyasal mücadele yöntemlerinin yaygın olarak kullanılmasının nedeni, kısa sürede etki göstermesi ve uygulamasının kolay olmasıdır. Isparta ilindeki elma bahçelerinde bir üretim sezonunda ortalama 12-43 ilaçlama yapıldığı bildirilmiştir (Demircan et al., 2005). Isparta ilinde 2013 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Isparta İl Müdürlüğü'ne göre 1.065.259 ton ilaç satılmış ve bu ilaçların 141.921 tonunu insektisitler ve 55.997 tonunu akarisitler oluşturmaktadır (Anonymous, 2013a). Tarımsal mücadele açısından düşünüldüğünde, zararlıların yoğun kullanılan tarım ilaçlarına karşı direnç kazanması olası bir durumdur. Pestisitlere karşı oluşan direnç pek çok zararlıda görülen önemli bir problemdir. Aynı etki mekanizmasına sahip ilaç veya ilaçların tekrarlı bir şekilde uygulanması zararlı popülasyon için kullanılan kimyasallara karşı direnç oluşma riskini artırmaktadır. Direnç, normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen bir kimyasal maddenin belirli bir dozuna karşı, aynı popülasyondaki bazı bireylerin tolerans kazanma yeteneğidir (Hamingway, 1998).

Bu çalışmada Isparta ili ve ilçelerinde, elma bahçelerinde zararlı olan *P. ulmi* popülasyonlarının abamectin, chlorpyrifos ethyl ve bifenthrin'e karşı direnç düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### *Panonychus ulmi* popülasyonlarının toplanması ve kültüre alınması

Isparta ili ve ilçelerinde bulunan elma bahçelerinden tesadüfen seçilen bahçelerinden toplanan akarlarla bulaşık yapraklar naylon poşetlere konarak etiketlenmiş ve buz kapları ile SDÜ Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Laboratuvarı'na getirilmiştir (Çizelge 1). Getirilen kırmızıörümcek popülasyonları temiz elma ve erik fidanlarında iklim odalarında üretime alınmıştır. Denemelerde, 1990 yılından bu yana ilaçsız ortamda yetiştirilen *P. ulmi*'nin hassas popülasyonu (GSS) ise Bayer Crop Science firmasından 2011 yılında sağlanmıştır.

Çizelge. 1 *Panonychus ulmi* popülasyonlarının toplanma yerleri ve tarihleri

| Popülasyon Adı | Toplanma Tarihleri |
|----------------|--------------------|
| Ağılköy        | 15.06.2013         |
| Yalvaç         | 15.06.2013         |
| Bağlılı        | 15.06.2013         |
| Gönen          | 22.06.2013         |
| Gelendost      | 22.06.2013         |
| Büyükkabaca    | 22.06.2013         |
| Büyük Gökçeli  | 22.06.2013         |

### ***Panonychus ulmi* popülasyonlarının kitle üretimi**

Laboratuvara getirilen *P. ulmi* ile bulaşık yapraklar binoküler altında kontrol edildikten sonra akarlı yapraklar, içi su dolu küvetler içerisindeki elma (*Malus domestica* Borckhausen) ve erik (*Prunus domestica* Angeleno) fidanlarına yerleştirilerek kabine alınmıştır. Kabin  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklık,  $60 \pm 5\%$  nem ve 16:8 fotoperiyot koşullarına ayarlanmıştır. *P. ulmi*'nin kitle üretimi ve bioassay denemelerinde elma ve erik ağaçları kullanılmıştır. Elma ve erik ağaçlarının üretimleri de  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklıkta ve 16:8 A:K fotoperiyot koşullarının sağlandığı iklim odasında yapılmıştır.

### **İlaçlar**

Çalışmada kullanılan ilaçlar kırmızıörümceklere ve diğer zararlılara karşı yaygın kullanılan ilaçlar arasından seçilmiştir. Bunlar, chlorpyrifos ethyl, abamectin ve bifenthrin etkili maddeli ilaçlardır. Çalışmada chlorpyrifos ethyl'in dursban 4 EC (480g/l) formülasyonu, bifenthrin'in omstar 100 EC (100g/l) ve abamectin'in agrimec EC (18 g/l) dir.

### **Metod**

Bu çalışmada, *P. ulmi*'nin yaygın kullanılan ilaçlara karşı duyarlılığı biyoassay yöntemlerle incelenmiştir. Biyoassay denemelerinde kullanılacak akarisitler ergin dönemine etkili olduğu için ilaçlar ergin döneme uygulanmıştır. Ön çalışmalarda popülasyonlarda % 10 ve % 95-99 ölüm veren dozlar belirlenmiş ve daha sonra ara dozlar ayarlanmıştır. Dozların seyreltilmesinde saf su kullanılmıştır.

İlaçlar petri kabı içinde ıslak pamuk üzerindeki erik yapraklarında bulunan erginlere uygulanmıştır. Bu amaçla, çapı 9 cm olan petrilere pamuklar yerleştirilmiş ve üzerine temiz erik yaprakları alt yüzeyi pamuğa gelecek şekilde konulmuştur. Erik yapraklarının üzerine 25-30 *P. ulmi* ergin dişi bireyleri yumuşak uçlu fırça yardımıyla aktarılmıştır. Petrilerin hava almasını sağlamak için kapaklarında iğne ucu ısıtılarak 3 adet delik açılmıştır. Petrilere 2 ml olacak şekilde ilaçlama kulesi (Auto loaded, Burkard Scientific- England) ile 1 bar basınçla homojen olarak ilaç uygulanmıştır. İlaçlar uygulandıktan sonra bu petriler  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklık ve  $60 \pm 5\%$  nem oranına sahip, florasan lambalar ile 16 saat ışık ve 8 saat karanlık koşullarındaki iklim odalarına bırakılmıştır. Ölü-canlı sayımı 24 saat sonra binoküler altında yapılmıştır. Her deneme için 1 kontrol ve 7 doz ilaç uygulanmıştır. Her doz 3 tekerrürlü olarak çalışılmıştır. Popülasyonların ölü-canlı sayımları 1. günde yapılmıştır. Sayım sonuçlarından elde edilen verilerden yararlanarak POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, Berkeley, CA 1994) probit analiz yöntemiyle popülasyonların  $LC_{50}$  değerleri, eğimleri ve % 95 güven aralıkları elde edilmiştir. Direnç katsayıları (RR), bahçe popülasyonlarının  $LC_{50}$  değerlerinin hassas popülasyonun  $LC_{50}$  değerlerine bölünmesiyle bulunmuştur.

$$LC_{50} \text{ Direnç Katsayısı (RR)} = \frac{\text{Bahçe popülasyonun } LC_{50} \text{ değeri}}{\text{Hassas popülasyonunun } LC_{50} \text{ değeri}}$$

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Isparta ili ve çevresindeki ilçelerde yoğun elma üretimi yapılan yerlerden toplanan *P. ulmi* popülasyonları ile hassas popülasyonun abamectin, chlorpyrifos ethyl, bifenthrin'e karşı duyarlılık düzeyleri belirlenmiştir ve Çizelge 2, 3 ve 4'te verilmiştir.

Direnç oranları (katı), elma bahçelerinden toplanan *P. ulmi* popülasyonlarının LC<sub>50</sub> değerlerinin hassas popülasyonun LC<sub>50</sub> değerine bölünmesiyle elde edilmiştir. Elma bahçelerinden toplanan *P. ulmi* popülasyonlarının abamectin'e karşı LC<sub>50</sub> değerine göre göstermiş oldukları direnç oranları, 0.75 - 2.25 kat arasında değişmiştir. Abamectin'e karşı en yüksek direnç oranı Ağılıköy popülasyonunda, en düşük direnç oranı 0.75 kat ile Gönen ve Büyükkabaca popülasyonlarında belirlenmiştir (Çizelge 2). Farklı bir tür olmakla birlikte Ay et al. (2005) Isparta'da örtüaltı sebzelerinden toplamış oldukları *T. urticae* popülasyonlarında abamectin'e karşı 1.0 - 2.9 kat duyarlılık kaybı bulmuşlardır. Ek olarak, Ay (2006), Antalya'da farklı sebze üretim seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında abamectin'e karşı, 1.07 - 1.82 kat duyarlılık kaybı olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 2. *Panonychus ulmi*'nin 2013 yılı popülasyonlarında abamectin için elde edilen LC<sub>50</sub> değerleri ve direnç oranları

| Popülasyon    | n   | Eğim±se     | **LC <sub>50</sub> mg /L<br>(%95 Güven aralıkları) | Direnç oranı |
|---------------|-----|-------------|--|--------------|
| Hassas        | 463 | 1.577±0.151 | 0.04<br>0.03-0.05                                  |              |
| Ağılıköy      | 395 | 1.952±0.231 | 0.09<br>0.07-0.12                                  | 2.25         |
| Büyük Gökçeli | 422 | 1.879±0.201 | 0.07<br>0.06-0.09                                  | 1.75         |
| Gelendost     | 398 | 2.166±0.263 | 0.10<br>0.04-0.16                                  | 2.5          |
| Gönen         | 444 | 1.534±0.157 | 0.03<br>0.02-0.04                                  | 0.75         |
| Büyük Kabaca  | 490 | 1.418±0.142 | 0.04<br>0.03-0.05                                  | 1.0          |
| Yalvaç        | 486 | 1.233±0.131 | 0.03<br>0.02-0.04                                  | 0.75         |
| Bağlıllı      | 384 | 2.008±0.222 | 0.05<br>0.04-0.07                                  | 1.25         |

\*n:denemede kullanılan birey sayısı, \*\*değerler aktif madde olarak verilmiştir

Hu et al. (2009) Çin'deki portakal bahçelerinden topladıkları *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) popülasyonlarında abamectin'e karşı 1- 153 kat arasında direnç olduğunu rapor etmişlerdir. Nauen et al. (2001) topladıkları sekiz farklı *P. ulmi* popülasyonunun larva dönemlerinin abamectin'e karşı 1.8-2.2 kat direnç gösterdiğini belirlemişlerdir.

*P. ulmi* popülasyonlarının chlorpyrifos ethyl'e karşı göstermiş oldukları direnç oranları 0.57-1.76 kat arasında değişmiştir (Çizelge 3). Chlorpyrifos ethyl'e karşı en yüksek direnç oranı Yalvaç popülasyonunda, en düşük direnç oranı Büyükkabaca popülasyonunda belirlenmiştir. Ay et al. (2005), Antalya ve Isparta illeri sebze seralarından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının chlorpyrifos'a karşı 8-1774 kat direnç gösterdiğini belirtmişlerdir. Nauen et al. (2001), *P. ulmi* larvalarının Almanya, Avustralya, Japonya, Fransa, İtalya, Amerika (Kaliforniya ve Florida) ve Brezilya ırklarının, chlorpyrifos'a karşı 0.23-2.5 kat arasında direnç gösterdiğini rapor etmişlerdir. Sökeli et al. (2005), Isparta ili ve çevresindeki elma bahçelerinden toplanan *T. urticae* popülasyonlarının chlorpyrifos'a 2.341-40.206 kat direnç geliştirdiklerini bulmuşlardır. Ay & Yorulmaz (2009) bifenthrin 20 kez selekte ettikleri *T. urticae* popülasyonunun chlorpyrifos ethyl'e karşı 4.72 kat çapraz direnç geliştirdiğini belirlemişlerdir.

Çizelge 3. *Panoychus ulmi*'nin 2013 yılı popülasyonlarında chlorpyrifos ethyl için elde edilen LC<sub>50</sub> değerleri ve direnç oranlar

| Popülasyon   | n*  | Eğim±se     | **LC <sub>50</sub> mg /L<br>(%95 Güven aralıkları) | Direnç oranı |
|--------------|-----|-------------|--|--------------|
| Hassas       | 439 | 2.501±0.279 | 766.142<br>376.699-1130.942                        |              |
| Ağılköy      | 401 | 1.651±0.273 | 923.529<br>452.668-1365.105                        | 1.20         |
| BüyükGökçeli | 395 | 3.542±0.491 | 907.084<br>548.376- 1137.950                       | 1.18         |
| Gelendost    | 351 | 1.388±0.178 | 1078.939<br>729.585-1359.628                       | 1.40         |
| Büyük Kabaca | 431 | 1.717±0.175 | 438,504<br>190.252-713.961                         | 0.57         |
| Yalvaç       | 471 | 3.650±0.644 | 1355.764<br>763.641-1694.856                       | 1.76         |
| Bağıllı      | 368 | 1.845±0.237 | 534.019<br>148.574-279.278                         | 0.69         |

\*n: denemede kullanılan birey sayısı, \*\*değerler aktif madde olarak verilmiştir

*P. ulmi* popülasyonlarının bifenthrin'e karşı göstermiş oldukları direnç oranları 1.19-3.78 kat arasında değişmiştir (Çizelge 4). Bifenthrin'e karşı en yüksek direnç oranı Büyükkabaca popülasyonunda, en düşük direnç oranı Yalvaç popülasyonunda belirlenmiştir. Akgünlü (2005), Adana, Isparta, Diyarbakır, Mardin ve Urfa'dan farklı kültür bitkileri üzerinden topladığı 11 farklı *T. urticae* popülasyonunda sentetik piretroitlerden bifenthrin'e karşı 1.396-7.957 kat aralıklarında direnç belirlemiştir. Ay & Gürkan (2005), *T. urticae*'nin Adana, Antalya, İzmir, Manisa ve Urfa'dan topladıkları dokuz farklı popülasyonunda bifenthrin'e karşı LC<sub>50</sub> değerine göre <1-669 kat direnç geliştirdiğini belirtmişlerdir. Ay & Yorulmaz (2009), bifenthrin ile 20 kez selekte ettikleri *T. urticae* popülasyonunda 21.84 kat direnç geliştiğini bulmuşlardır. Tsagkarakou et al. (2009), yoğun ilaç uygulanan bir gül serasından topladıkları ve iki dölde bir seleksiyona tabi tuttıkları *T. urticae*'nin ATHRos-Bf ırkında bifenthrin'e karşı 2495 kat direnç belirlemiştir. Van Leeuwen & Tirry (2007), *T. urticae*'nin seradan topladıkları popülasyonunda yüksek oranda bifenthrin direnci belirlemiştir.

Kırmızıörümceklerin pestisitlere karşı duyarlılık durumunun belirlenmesi için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak Türkiye'de elma bahçelerinde Avrupa kırmızıörümceklerinin duyarlılığı konusunda yapılmış çalışma sayısı azdır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, Isparta ilindeki elma bahçelerinden alınan Avrupa kırmızıörümceği popülasyonlarında söz konusu zararlıya karşı kullanılan abamectin ve bifenthrin için ve ayrıca elmada diğer birçok zararlıya karşı yaygın kullanılan chlorpyrifos ethyl için önemli bir duyarlılık kaybı belirlenmemiştir. Zararlılarla savaşmada kimyasal savaş sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Etkili bir kimyasal savaşım için zararlılarda duyarlılık düzeyleri ve uygun direnç belirleme yöntemlerinin bilinmesinde yarar vardır. Direncin önlenmesi veya geciktirilmesi için, zararlıların duyarlılık düzeylerinin periyodik aralıklarla kontrol edilip belirlenmesi gereklidir.

Çizelge 4. *Panonychus ulmi*'nin 2013 yılı popülasyonlarında bifenthrin için elde edilen LC<sub>50</sub> değerleri ve direnç oranları

| Popülasyon   | n   | Eğim±se     | **LC <sub>50</sub> mg /L<br>(%95 Güven aralıkları) | Direnç oranı |
|--------------|-----|-------------|--|--------------|
| Hassas       | 507 | 1.021±0.115 | 59.468<br>38.722-84.983                            |              |
| Ağılköy      | 392 | 1.932±0.277 | 142.613<br>104.258-180.705                         | 2.39         |
| BüyükGökçeli | 371 | 2.208±0.396 | 96.785<br>35.988-144.995                           | 1.63         |
| Gelendost    | 308 | 1.907±0.295 | 118.244<br>59.876-171.153                          | 1.99         |
| Gönen        | 370 | 1.987±0.208 | 73.494<br>54.727-110.489                           | 1.24         |
| Büyük Kabaca | 462 | 1.732±0.219 | 225.027<br>122.528-318.752                         | 3.78         |
| Yalvaç       | 492 | 1.732±0.219 | 70.961<br>21.225-123.811                           | 1.19         |
| Bağlıllı     | 308 | 2.308±0.343 | 142.850<br>108.147-59.760                          | 2.40         |

\*n: denemede kullanılan birey sayısı, \*\*değerler aktif madde olarak verilmiştir

## Teşekkürler

*Panonychus ulmi* popülasyonlarının tür teşhisini yapan Prof. Dr. Sultan ÇOBANOĞLU (Ankara Üniversitesi)'na ve çalışmaya destek veren TÜBİTAK (Proje no: 110O631)'a teşekkür ederiz.

## Yararlanılan Kaynaklar

- Akgünlü, F. Z., 2005. *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Değişik Popülasyonlarının Sentetik Piretroitli İlaçlara Karşı Meydana Getirdiği Direncin İzlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 41 s.
- Anonymous, 2012. FAO, Statistical Database. (Web adresi: <http://www.fao.org>) (Erişim Tarihi: 26.09.2014).
- Anonymous, 2013. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, Ankara. (Web adresi: <http://www.tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi: 26.09.2014).
- Anonymous, 2013a. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Isparta İl Müdürlüğü.
- 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.
- Ay, R., E. Sökeli & İ Karaca, 2005. Enzyme variation among some southwest Turkey populations of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Pest Science*, 78:175–178.
- Ay, R., E. Sökeli İ Karaca & M.O. Gürkan, 2005. Response to some acaricides of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) from protected vegetables in Isparta (Turkey). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 165-171.

- Ay, R. & M.O. Gürkan, 2005. Resistance to bifenthrin and resistance mechanisms of different strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) from Turkey. *Phytoparasitica*, 33(3): 237-244.
- Ay, R., 2006. Antalya ili örtüaltı sebze üretim alanlarında zararlı olan *Tetranychus urticae* Koch popülasyonlarının bazı akarisitlere karşı tepkileri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (3): 301-306.
- Ay, R. & S. Yorulmaz, 2009. Bifenthrin'e dirençli *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae)'de çoklu direnç, direnç kalıtımı ve sitokrom P450 aktivitesinin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 49 (2): 67-78.
- Blair, C.A. & J.R. Groves, 1952. Biology of the fruittree red spider mite, *Metatetranychus ulmi* (Koch) In south-East England. *Journal Horticultural Science*, 27: 14-43.
- Boyras, N., S. Kaymak & F. Yiğit, 2005. Eğirdir ilçesi elma üreticilerinin kimyasal savaşım uygulamalarının genel değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(36):37-51.
- Chant, D. C., 1966. Integrated control systems. scientific aspects of pest control. Washington D.C. Natural Academy Scientific Publications, 1402:193-218.
- Croft, B. A., 1975. Integrated control of apple mites. Michigan state university extension service bulletin e-825, 12.
- Demircan, V. & H. Yılmaz, 2005. Isparta ili elma üretiminde tarımsal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık ve ekonomik açıdan analizi. *Ekoloji*, 14(57): 15-25.
- Hamingway, J., 1998. Techniques to detect insecticide resistance mechanisms (field and laboratory manual). World Health Organization Department Of Disease Prevention And Control, Who Communicable Diseases, 98:42. [http://whqlibdoc.who.int/hq/1998/WHO\\_CDS\\_CPC\\_MAL\\_98.6.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/hq/1998/WHO_CDS_CPC_MAL_98.6.pdf?ua=1)
- Hu, J., C. Wang, J. Wang & F. Chen , 2010. Monitoring of resistance to spirodiclofen and five other acaricides in *Panonychus citri* collected from Chinese citrus orchards. *Pest Management Science*, 66: 1025–1030.
- LeOra Software, 1994. POLO-PC:a User's Guide to Probit or Logit Analysis. LeOra Software, 28 p., Berkeley, CA.
- Mobley, K.N. & R. P. Marini, 1990. Gas exchange characteristics of apple and peach leaves infested by european red mite and twospotted spider mite. *Journal American Society Horticultural Science*, 115:757-761
- Nauen, R., N. Stumpf, A. Elbert, C.P.W. Zebitz & W. Kraus, 2001. *Acaricide* toxicity and resistance in larvae of different strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, 57: 253-261.
- Sökeli, E., R. Ay & İ. Karaca, 2007. Determination of the resistance level of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) populations in apple orchards in Isparta province against some pesticides. *Tarım Bilimleri Dergisi* 13(4):326-330.
- Tsagkarakou, A., T. V. Leeuwen, A. Khajehalil, M. Grispu, M. S. Williamsons, L. Tirry & J. Vontas, 2009. Identification of pyrethroid resistance associated mutations in the para sodium channel of the Two Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae). *Insect Molecular Biology*, 18(5): 583-593.
- Van Leeuwen, T. & L. Tirry, 2007. Esterase-mediated bifenthrin resistance in a multiresistant strain of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, 63:150-156.