

Isparta Elma Bahçelerinde Zararlı *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Popülasyonlarının Spiromesifen+Abamectin, Spirodiclofen, Milbemectin Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi


Determination of Spiromesifen+Abamectin, Spirodiclofen, Milbemectin Resistance Levels of Pest *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae) Populations in Isparta Apple Orchards


Kevser ULUKAYA¹ Recep AY²

Öz

İki noktalı kırmızı örümcek, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) elma bahçelerinde ekonomik kayıp oluşturan önemli zararlılardan birisidir. Kısa süreli biyolojileri nedeniyle kullanılan akarisitlere çok kısa sürede direnç geliştirmektedirler. Bu nedenle etkili bir kimyasal mücadele için *T. urticae* popülasyonlarının akarisitlere gösterdikleri duyarlılık düzeyleri periyodik olarak izlenmelidir. Bu çalışmada, Isparta ili ve ilçelerinden yoğun elma üretimi yapılan alanlardan toplanan 10 farklı *T. urticae* popülasyonunun spiromesifen + abamectin karışım formülasyonuna, spirodiclofen ve milbemectin' e karşı direnç oranları belirlenmiştir. Bu popülasyonların spiromesifen + abamectin karşısına, spirodiclofen ve milbemectin' e karşı direnç olup olmadığını belirlemek için öncelikle *T. urticae*' nin hassas yeşil formu (German susceptible strain; GSS) popülasyonunun LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ilaçlama kulesi - yaprak disk yöntemi ile belirlenmiştir. Hassas popülasyon belirlenen LC₉₀ değeri ayrıcı doz olarak kabul edilmiş ve toplanan *T. urticae* popülasyonlarına uygulanarak direnç olup olmadığı belirlenmiştir. Ayrıcı dozda %80' den daha az ölüm olan popülasyonlar dirençli kabul edilmiş ve LC₅₀ değerleri belirlenmiştir. Bu bahçe popülasyonlarının LC₅₀ değerleri hassas GSS popülasyonunun LC₅₀ değerine oranlanarak direnç oranları bulunmuştur. Ayrıcı doza göre spiromesifen + abamectin karışımına elma bahçelerinden toplanan 10 adet *T. urticae* popülasyonundan 6 popülasyon, spirodiclofen' e 6, milbemectin' e ise 3 popülasyon direnç geliştirmiştir. Bu bahçe popülasyonlarının LC₅₀ değerleri spiromesifen + abamectin karışımına 1.01-168.35 mg a.i. l⁻¹, spirodiclofen'e 0.43-3.32 mg a.i. l⁻¹ ve milbemectin'e 1.41-2.79 mg a.i. l⁻¹ arasında değişmiştir. Direnç oranları ise spiromesifen + abamectin karışımına 1.89 - 315.31 kat, spirodiclofen'e 6.49 - 13.01 kat, milbemectin' e 2.98 - 5.89 kat arasında olmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre spiromesifen+abamectin karışımına bazı popülasyonlarda direnç gelişimi başlamış, bazılarında direnç gelişmiştir. Spiromesifen+abamectin karışımına direnç gelişmiş popülasyonlarda spirodiclofen ve milbemectin' e de çapraz direnç gelişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Direnç, Karışım formülasyon, Milbemectin, Spirodiclofen, Spiromesifen+abamectin, *Tetranychus urticae*

²*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Recep AY, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çünür, 32260 İSPARTA. E-mail: recepaty@isparta.edu.tr  ORCID: 0000-0001-9483-7255

¹Kevser ULUKAYA., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çünür, 32260 İSPARTA. E-mail: kvsrulky45@gmail.com  ORCID: 0000-0000-0000-000X

Atıf/Citation: Ulukaya K., Ay, R. Isparta Elma Bahçelerinde Zararlı *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) Popülasyonlarının Spiromesifen + Abamectin, Spirodiclofen, Milbemectin Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (3), 632-643.

*Bu çalışma birinci yazarın Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is one of the important pests that cause economic losses in apple orchards. Due to their short-term biology, they develop resistance to acaricides used in a very short time. Therefore, for an effective chemical control, the susceptibility levels of *T. urticae* populations to acaricides should be monitored periodically. In this study, resistance rates of 10 different *T. urticae* populations collected from areas with intensive apple production in Isparta province and its districts against spiromesifen + abamectin mixture, spiroticlofen and milbemectin were determined. In order to determine whether these populations are resistant to spiromesifen + abamectin, spiroticlofen and milbemectin, first of all, the LC₅₀ and LC₉₀ values of the susceptible green form (German susceptible strain; GSS) population of *T. urticae* were determined by spray tower-leaf disc method. The LC₉₀ value determined in the susceptible population was accepted as the differential dose and applied to the collected *T. urticae* populations to determine whether there was resistance. Populations with less than 80% mortality at the differential dose were considered resistant and LC₅₀ values were determined. Resistance rates were found by dividing the LC₅₀ values of these orchard populations to the LC₅₀ value of the susceptible population. According to the diagnostic dose, 6 populations from 10 *T. urticae* populations collected from apple orchards to the spiromesifen + abamectin mixture, 6 populations to spiroticlofen and 3 populations to milbemectin were developed resistance. The LC₅₀ values of these orchard populations ranged from 1.01-168.35 mg a.i. l⁻¹ for spiromesifen + abamectin mixture, 0.43-3.32 mg a.i. l⁻¹ for spiroticlofen, and 1.41-2.79 mg a.i. l⁻¹ for milbemectin. The resistance rates were 1.89 - 315.31 fold for spiromesifen + abamectin mixture, 6.49 - 13.01 fold for spiroticlofen, 2.98 - 5.89 fold for milbemectin. According to these results, some populations started to develop resistance to the spiromesifen + abamectin mixture, while resistance developed in some populations. Cross-resistance has also developed in spiroticlofen and milbemectin in populations resistant to the spiromesifen+abamectin mixture.

Keywords: Resistance, Mixture formulation, Milbemectin, Spiroticlofen, Spiromesifen + abamectin, *Tetranychus urticae*

1. Giriş

Türkiye' nin Orta Anadolu Bölgesi Niğde, Konya, Karaman ve Güneyde ise özellikle Isparta illerinde yoğun olarak elma yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye' de 2020 yılında toplam 4.300.486 bin ton elma üretimi yapılmıştır ve bunun yaklaşık 486 bin tonu Isparta bölgesine aittir (Anonim, 2021). Elma, dekar alandan alınan ürünün fazla olması, bol çeşitli olması, soğuk iklimlere dayanıklı olması bakımından önemli ve üretici tarafından tercih edilen bir meyve türüdür (Özongun ve ark., 2014). Elmanın üretim koşulları dışında ayrıca kalitesini ve verimini etkileyen birçok zararlısı da bulunmaktadır. Kırmızı örümcekler elma bahçelerinde elma iç kurdundan sonra en çok zarar yapan ve ilaç uygulanan zararlılardır (Yorulmaz ve ark., 2010).

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae), sebze ve süs bitkilerinde, sera alanlarında, meyve bahçeleri vb. alanlarda ekonomik kayıplara neden olan polifag bir zararlıdır. *Tetranychus urticae*' nin yaşam döngüsü yumurta, larva, iki nimf dönemi (protonimf ve deutonimf) ve erginden oluşmaktadır (Fasula ve Denmark, 2003). Elma bahçelerinde yaprakların alt yüzeyinde beslenmeyi tercih eden *T. urticae* gövde ve yapraklarda ağ örür ve bitkinin özsuynunu sokup emerek yaprak hücrelerini deler, klorofil pigmentlerine zarar verir, fotosentezi engeller, yapraklar renk değiştirir, sararır, solar, kurur ve bitki ölür.

Tetranychus urticae, konukçu ve ekolojik koşulların uygun olması halinde bir yılda birden fazla döl verebilmektedir. Kısa yaşam döngüsünden dolayı savaşımında kullanılan kimyasallara direnç geliştirmektedirler (Van Leeuwen ve ark., 2005). İnsektisit direnci, zararlı popülasyonlara karşı etkili olan kimyasalların uzun süre kullanılması sonucunda zararlı popülasyonlarda kullanılan kimyasala karşı hassasiyet kaybının oluşması durumudur. İnsektisit direncini "Dünya Sağlık Örgütü (WHO); normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen zehirli bir maddenin belirli bir dozuna karşı, aynı türün diğer popülasyondaki bireylerinin tolerans kazanma yeteneğinin gelişmesi şeklinde tanımlamıştır" (Ay ve Gürkan, 2005).

Direnç geliştirme nedenlerinin belirlenmesi için insektisitlerin etki mekanizmalarının bilinmesi de önemlidir. Zararlıların insektisitlere karşı direnç geliştirmesine neden olan etki mekanizmaları; zararlının ilacı vücuduna az alması, detoksifikasyonun artması ve hedef bölgenin duyarsızlaşmasıdır. Direnç mekanizmalarının bilinmesi iki açıdan önemlidir: çapraz direnç oluşup oluşmadığını belirlemek ve alternatif insektisitlerin seçimini kolaylaştırmaktadır (Ay ve Kara, 2009).

Dünya' da olduğu gibi ülkemizde de *T. urticae* ile mücadelede alternatif savaşım yöntemleri olmasına rağmen günümüzdeki üreticiler kısa sürede etki gösteren, uygulamanın kolay olduğu kimyasal mücadele yöntemini daha çok tercih etmektedirler. Kullanılan kimyasalların avantajlarının yanında bazı dezavantajları da vardır. Yoğun, bilinçsiz ve kontrolsüz uygulanan kimyasallar çevre kirliliğine, hedef dışı organizmaların olumsuz etkilenmesine, ekolojik dengenin bozulmasına ve birçok böcek, akar türünde direnç geliştirmesine neden olmaktadır. Kimyasal uygulamalar dışında çevre koşulları, fizyolojik etkenler, kalıtsal etkenler ve biyolojik etkenlerde direnci etkileyen faktörlerdendir (Turan ve ark., 2016).

Dünya' da ve ülkemizde kırmızı örümceklerin savaşımında birçok kimyasal ilaç ruhsatlandırılmıştır (Ay, 2006). Ayrıca son yıllarda üretici firmalar ve üreticiler karışım ilaçları direnç yönetiminde çözüm olarak görmektedir. Ancak ülkemizde ve dünyada kırmızı örümceklerin karışım ilaçlara karşı direnç durumları ile ilgili çalışma bulunmamaktadır (Anonim, 2022). Bu çalışmada, Isparta ili ve çevresinde yoğun elma üretimi yapılan farklı alanlardan toplanan *T. urticae* popülasyonlarında bir karışım ilaç olan spiromesifen+abamectin ve onların karışımları ile aynı gruptan olan milbemectin ve spirodiclofen ilaçlarına karşı duyarlılık düzeyleri ve bu ilaçların arasında bir çapraz direnç olup olmadığı incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini, 2020 yılında Isparta ili ve çevresinde yoğun elma üretimi yapılan alanlardan toplanan *T. urticae* yeşil formu popülasyonları ile akarisitlerden spiromesifen+abamectin karışımı, spirodiclofen ve milbemectin etkili maddeye sahip formülasyonlar oluşturmuştur.

2.1.1. *Tetranychus urticae*' nin toplanması ve üretilmesi

Çalışmada kullanılan popülasyonların isimleri, yerleri ve toplanma tarihleri *Tablo 1*' de verilmiştir. Bütün *T. urticae* popülasyonları Isparta ili elma bahçelerinden toplanmıştır. Toplanan popülasyonlar buz kutusu içerisinde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümündeki Böcek Toksikolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Popülasyonlar binoküler altında incelenerek değişik dönem *T. urticae* bireyleri seçilmiş ve fırça yardımıyla barbunya bitkisine aktararak kültürler oluşturulmuştur. Bu çalışmada kullanılan hassas *T. urticae* (GSS) popülasyonu Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde ilaçsız bir ortam da üretimi uzun yıllardır devam ettirilmektedir. *T. urticae* hassas popülasyonu 1965 yılından itibaren, bölümümüzde ise 20 yıldır ilaç uygulaması yapılmadan iklim kabinlerinde yetiştirilmektedir. Kültürler 26 ± 1 °C sıcaklıkta %60-65 orantılı nem ve floresan lambalarla 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda iklim odalarında yetiştirilmiştir.

Tablo 1. Toplanan *Tetranychus urticae* popülasyonlarına ait bilgiler

Table 1. Collection details of *Tetranychus urticae* populations

Popülasyonun adı	Toplandığı yer	Toplandığı tarih
GL-1	Gelendost	08.08.2020
GL-2	Gelendost	20.07.2020
TP	Eğirdir-Tepeli köyü	20.07.2020
BK	Eğirdir-Balkırı köyü	08.08.2020
GN-1	Gönen	27.07.2020
GN-2	Gönen	27.07.2020
GN-3	Gönen	27.07.2020
GN-4	Gönen	27.07.2020
ŞK	Şarkikaraağaç	08.08.2020
OK	ISUBÜ, Zir. Fak. Araş. Uyg. Çift.	08.08.2020

2.1.2. Akarisitler

Çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin karışım formülasyonu (Interrupt SC 240; spiromesifen 228.6 g/l + abamectin 11.4g/l, Bayer CropScience) 2014 yılında, spirodiclofen (Envidor 240 g/l; spirodiclofen 240g/l, Bayer CropScience) 2004 yılında ve milbemectin E.C. (Milbeknock E.C.; milbemectin 9.3 gr/l, Sumi Agro) 2007 yılında ülkemizde ruhsatlandırılan insektisit-akarisitlerdir.

2.2. Metot

Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *T. urticae* popülasyonların çalışmada kullanılan akarisitlere dirençli olup olmadıklarını belirlemek için ayırıcı doz kullanılmıştır. Hassas popülasyonun %90' nını öldüren ve bahçe popülasyonlarında %80' den daha az ölüme neden olan doz ayırıcı doz olarak kabul edilmiştir (Dennehy ve ark., 1987; Ay, 2005). Bu amaçla önce hassas GSS popülasyonun çalışmada kullanılan akarisitlere göstermiş olduğu LC₉₀ dozu belirlenmiş ve bahçe popülasyonlarında ayırıcı doz olarak kullanılmıştır. Bu dozlarda %80' den az ölüm olan popülasyonlar ise dirençli popülasyon olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan akarisitler etki mekanizmalarına göre *T. urticae*' nin larva veya ergin dönemlerine ve en az üç tekerrürlü olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubu için sadece saf su uygulanmıştır. Abbott (1925)' e göre etki belirlenmiştir ve etkinin %80' den az olduğu popülasyonlar dirençli olarak kabul edilmiştir. Dirençli kabul edilen popülasyonlarda aşağıda belirtilen yöntem ile LC değerleri belirlenmiştir. Abbot (1925) formülü (Eş.1);

$$\text{Düzeltilmiş \% ölüm} = \frac{X-Y}{X} \times 100 \quad \text{Eş.1}$$

X: Kontrol gruplarındaki canlılık yüzdesi Y: İlaç uygulanan gruptaki canlılık yüzdesi

2.2.1. Biyoassay çalışmaları

2.2.1.1. İlaç konsantrasyonunun hazırlanması

Tetranychus urticae' nin spiromesifen+abamectin, spirodiclofen, milbemectin' e karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerini belirlemeden önce ön çalışmalar yapılarak yaklaşık %90-99 ölüm veren dozlar saptanmıştır. Belirlenen bu doz her seferinde 1/2 oranında saf su ile seyreltilmiştir. LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin belirlendiği çalışmalarda bu dozların

popülasyonlarda yaklaşık %10 ve %90-99 ölüm veren dozlar arasında dağılım göstermesi sağlanmıştır. Ergin ve larva dönemi denemelerinde 5-7 doz + 1 kontrol (saf su uygulanan)' de 3 tekrerrür olacak şekilde kurulmuştur. Herbir tekrerrürde yaklaşık 25-30 adet birey olması sağlanmıştır. Çalışmada spiromesifen+abamectin ve milbemectin ergin döneme etkili olduğu için biyoassay denemeleri ergin dönemde yapılmıştır. Spirodiclofen ise ergin dönemin yanında larva döneminde etkili olduğu için biyoassay denemeleri larva döneminde yapılmıştır.

2.2.1.2. İlaçları larva dönemine uygulanması

Spirodiclofen etkili maddelerine sahip pestisitler *T. urticae* larva dönemine uygulanmıştır. İlaçların uygulanmasında ilaçlama kulesi-yaprak disk yöntemi kullanılmıştır. Çapı 6 cm olan petrilere %1' lik agar hazırlanarak ve üzerine 4 cm çapında barbunya yaprak diskleri konulmuştur. Denemelerde kullanılacak aynı dönem larvaları elde etmek için hazırlanan yaprak disklere 10 adet ergin dişi bireyler binoküler altında bir fırça yardımıyla aktarılmış ve 24 saat sonra ergin dişi bireyler uzaklaştırılmıştır. Bırakmış oldukları yumurtalar her gün gözlenerek larva çıkışı belirlenmiştir. Yumurtalardan çıkan 0-24 saatlik larvalar hazırlanan yaprak diskler üzerine yaklaşık 25 adet olacak şekilde binoküler altında fırça yardımıyla aktarılmıştır. Petrilere hazırlanan ilaç konsantrasyonları ile ilaçlama kulesi (Auto Loaded Burkard Scientific England) kullanılarak 1 bar basınç da her petriye 2 ml ilaç püskürtülerek ilaçlanmıştır. Kontrole sadece saf su uygulanmıştır. Petrilere yaklaşık 30 dk. havalandırılarak, 26 ± 1 °C sıcaklık, %60-65 nem ve 16:8 fotoperiyod koşullarına sahip iklim kabinlerine aktarılmıştır. Ölü canlı değerlendirmesi 7. günde yapılmıştır (Yorulmaz Salman ve Ay, 2014).

2.2.1.3. İlaçların ergin döneme uygulanması

Spiromesifen+ abamectin ve milbemectin etkili maddelerine sahip akarisitler *T. urticae* ergin dönemine uygulanmıştır. İlaçların uygulanmasında ilaçlama kulesi-yaprak disk yöntemi kullanılmıştır. Çapı 6 cm olan petrilere %1' lik agar hazırlanarak ve üzerine 4 cm çapında barbunya yaprak diskleri konulmuştur. Yaprak disklerinin her birine tesadüfen seçilen yaklaşık 25 adet *T. urticae* ergin dişiler binoküler altında bir fırça yardımı ile aktarılmıştır. Petrilere hazırlanan ilaç konsantrasyonları ile ilaçlama kulesi (Auto Loaded Burkard Scientific England) kullanılarak 1 bar basınç da her petriye 2 ml ilaç püskürtülerek ilaçlanmıştır. Kontrole sadece saf su uygulanmıştır. Petrilere yaklaşık 30 dk. havalandırılarak, 26 ± 1 °C sıcaklık, %60-65 nem ve 16:8 fotoperiyodik koşullarına sahip iklim kabinlerine aktarılmıştır. Ölü canlı değerlendirmesi 48 saat sonra yapılmıştır (Yorulmaz Salman ve Ay, 2014).

Tetranychus urticae popülasyonlarının ergin dönemleri için 48 saat ve larva dönemleri için 7 gün sonunda yapılan ölü canlı değerlendirmesinden yararlanılarak PoloPlus bilgisayar paket programında (LeOra Software, 1994) LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri belirlenmiştir. Denemede kullanılan bütün *T. urticae* popülasyonları için LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin standart hassas popülasyona ait LC₅₀ ve LC₉₀ değerine oranlanması ile spiromesifen+abamectin ve milbemectin için popülasyonların direnç oranları elde edilmiştir (Yorulmaz Salman ve Ay, 2014). Popülasyonların benzerlik karşılaştırmasında PoloPlus' a göre yapılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları

Bu çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin, spirodiclofen, milbemectin ilaçlarının hassas GSS popülasyonunda LC₉₀ değerleri belirlenmiştir. Belirlenen LC₉₀ değeri ayrıcı (diagnostik) doz olarak kabul edilmiştir. Ayrıcı doz, hassas akarları öldürmek için gerekli olan minimum veya tüm duyarlı bireyleri öldürerek, dirençli bireylerin hayatta kalmasına izin veren dozdur (Devine ve Oğusoku, 2009). Dolayısı ile toplanan *T. urticae* popülasyonlarına karşı direncin varlığını belirlemede ayrıcı doz önemlidir. *T. urticae*' nin hassas GSS popülasyonunda belirlenen ayrıcı dozlar Tablo 2' de verilmiştir. Her ilaç için hassas popülasyonlarda belirlenen LC₉₀ değeri Isparta ili ve çevresindeki farklı bölgelerden toplanan 10 adet *T. urticae* popülasyonuna uygulanmıştır. Elma bahçelerinden toplanan popülasyonlarda %80' den daha az ölüm olanlar dirençli kabul edilmiştir ve bu popülasyonların direnç oranları belirlenmiştir.

Tablo 2. Tetranychus urticae' nin hassas popülasyonu GSS' de akarsitlerin belirlenen ayırıcı dozları
 Table 2. Determined diagnostic doses of acaricides in the susceptible population (GSS) of *Tetranychus urticae*

Populasyon	Akarisit	n ^a	X ² /DF/ P ^b	H ^c	Slope ± SE	LC ₉₀ (mg a.i. l ⁻¹) (95% CI ^d)
GSS	Spiromesifen +abamectin	432	6.9770/4/0.1371	1.7442	1.839±0.237	2.66 (1,53-9.09)
	Spirodiclofen	975	4.5165/4/0.3406	1.1291	2.133±0.190	1.64 (1.28- 2.27)
	Milbemectin	1077	6.1337/5/0.2934	1.2267	1.634±0.105	2.88 (2.17-4.18)

a: denemede kullanılan birey sayısı; b:ki kare/serbestlik derecesi /p-değeri; c:heterojenlik; d: güven aralığı

Bahçe popülasyonlarında spiromesifen+abamectin karışımının hassas GSS popülasyonunda belirlenen ayırıcı dozunda %80' den daha az ölüm olan GN-1, BK, GL-1, GL-2, TP ve ŞK popülasyonları spiromesifen+abamectin karışımının dirençli kabul edilmiştir. Bu popülasyonların LC₅₀ değerleri belirlenerek hassas popülasyonun LC₅₀ değerine oranlanarak direnç oranları bulunmuştur. GN-3, GN-2, OK ve GN-4 popülasyonları spiromesifen+abamectin karışımının ayırıcı dozunda %80' den fazla ölüm olduğu için dirençsiz kabul edilmiştir (Tablo 3).

Dirençli olarak kabul edilen bahçe popülasyonların LC₅₀ değerlerine göre spiromesifen+abamectin' e karşı göstermiş oldukları direnç oranları 1.89-315.31 kat arasında değişmiştir. Spiromesifen+abamectin karışım ilacına karşı en yüksek direnç oranı GL-2 popülasyonunda, en düşük direnç oranı GN-1 popülasyonunda belirlenmiştir. *T. urticae* spiromesifen+abamectin' e karşı belirlenen LC değerleri ve direnç oranları Tablo 4' de verilmiştir.

Popülasyonların spiromesifen+abamectin göstermiş oldukları tepkiler, yapılan benzerlik testine göre bütün populasyonlar hassas GSS popülasyonundan farklı olmuştur (P<0.05). Doz-tepki grafiklerinin eğimleri karşılaştırıldığında BK ve TP popülasyonlarının eğimleri hassas GSS popülasyonu ile paralel olmuştur (P>0.05). GN-1, ŞK, GL-1 ve GL-2 popülasyonlarının doz-tepki grafiklerinin eğimleri ise hassas GSS popülasyonun eğiminden önemli derecede farklılık göstermiştir (P<0.,05).

Tablo 3. Tetranychus urticae popülasyonlarının spiromesifen+abamectin' in ayırıcı dozuna karşı gösterdikleri ölüm oranları

Table 3. Mortality rates of *Tetranychus urticae* populations at diagnostic dose of spiromesifen+abamectin

Toplanan popülasyonlar	% Ölüm Etkisi
GN-1	59.28
BK	59.81
GN-3	81.28
GN-2	87.48
OK	92.71
GN-4	91.98
GL-2	0.00
TP	8.21
GL-1	6.13
ŞK	62.36

Elma bahçerinden toplanan *T. urticae* popülasyonlarının spirodiclofen' in ayırıcı dozundaki ölüm oranları Tablo 5' de verilmiştir. Spirodiclofen' nin ayırıcı dozunda %80' den daha az ölüm olan BK, OK, GL-1, GL-2, TP, GN-2 ve ŞK popülasyonları dirençli ve %80' den fazla ölüm olan GN-3, GN-1 ve GN-4 popülasyonları dirençsiz kabul edilmiştir.

Tablo 4. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının spiromesifen+abamectin' e karşı belirlenen lethal konsantrasyonları ve direnç oranları

*Table 4. Lethal concentrations and resistance ratios of *Tetranychus urticae* populations against spiromesifen+abamectin*

Population	n ^a	X ² /DF/ P ^b	H ^c	Eğim± SE	LC ₅₀ (mg a.i. l ⁻¹) (95% CI ^d)	LC ₉₀ (mg a.i. l ⁻¹) (95% CI ^d)	RR LC ₅₀ ^e	RR LC ₉₀ ^e
GSS	432	6.98/4/0.14	1.74	1.84±0.24	.	2.66 (1.53-9.09)	-	-
BK	561	6.33/5/0.28	1.27	2.27±0.40	2.77 (1.46-3.84)	10.14 (6.84-26.89)	5.18 (3.51- 7.65)	3.82 (2.22- 6.57)
GN-1	494	7.00/4/0.14	1.75	2.82±0.30	1.01 (0.69-1.35)	2.87 (2.04-5.33)	1.89 (1.36- 2.61)	1.089 (0.68- 1.71)
ŞK	480	3.00/4/0.56	0.75	3.45±0.44	1.16 (0.96-1.34)	2.72 (2.28-3.52)	2.17 (1.578- 3.00)	1.03 (0.65-1.61)
TP	621	4.03/5/0.55	0.81	1.89±0.18	64.04 (51.23-78.04)	304.14 (234.68-428.05)	119.94 (84.60- 170.04)	114.51 (69.67- 188.22)
GL-1	667	2.30/6/0.89	0.38	1.34±0.11	23.04 (17.32-29.56)	209.67 (153.26-312.00)	43.14 (29.31-63.51)	78.94 (46.33- 134.52)
GL-2	718	7.97/6/0.24	1.33	1.05±0.11	168.35 (107.87-255.41)	2818.29 (1385.90-9581.70)	315.31 (210.70- 471.85)	1061.09 (503.29- 2237.11)

a: denemede kullanılan birey sayısı; b: ki kare/ serbestlik derecesi /p-değeri; c: heterojenlik; d: güven aralığı; e: direnç oranı (bahçe popülasyonu LC₅₀ veya LC₉₀ değeri/ hassas GSS popülasyonu LC₅₀ veya LC₉₀ değeri)

Ayrıcı dozda %80' den az ölüm olan bahçe popülasyonlarının spirodiclofen' e karşı göstermiş oldukları direnç oranları LC₅₀ dozuna göre 1.03-13.001 kat arasında değişmiştir. Spirodiclofen' e karşı en yüksek direnç oranı ŞK popülasyonunda, en düşük direnç oranı GN-2 popülasyonunda belirlenmiştir. *Tetranychus urticae* spirodiclofen' e karşı belirlenen LC değerleri ve direnç oranları *Tablo 6'* de verilmiştir. GN-2 popülasyonun LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin güven aralığına göre spirodiclofen' e hassas GSS popülasyonla benzer tepki göstermiştir. Diğer popülasyonların ise hepsi hassas popülasyondan farklı olmuştur (p<0.05)

Tablo 5. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının spirodiclofen' in ayrıcı dozuna karşı gösterdikleri ölüm oranları

*Table 5. Mortality rates of *Tetranychus urticae* populations at diagnostic dose of spirodiclofen*

Toplanan popülasyonlar	% Etki
GN-1	81.33
BK	19.82
GN-3	77.71
GN-2	66.77
OK	25.87
GN-4	91.37
GL-2	0.00
TP	4.44
GL-1	28.45
ŞK	45.96

Popülasyonların spirodiclofen doz-tepki testlerine göre GN-2 popülasyonu hassas (GSS) popülasyon ile benzer tepki göstermiş, doz-tepki grafiği paralel olmuş ve popülasyonlar arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir (P>0.05). ŞK popülasyonu ise hassas (GSS) ile birbirinden farklı çıkmıştır (P<0.05) ve doz-tepki grafiği ise paralel olmuştur (P>0.05). TP, BK, GL, GL-2 ve OK popülasyonları hassas (GSS) popülasyonu ile eşit değildir ve doz-tepki eğrileri paralel olmamıştır (P<0.05).

Tablo 6. Tetranychus urticae popülasyonlarının spirodiclofen' e karşı belirlenen lethal konsantrasyonları ve direnç oranlarıTable 6. Lethal concentrations and resistance ratios of *Tetranychus urticae* populations against spirodiclofen

Populasyon	N ^a	X ² /DF/ P*	H**	Eğim ± SE	LC ₅₀ (mg a.i. l ⁻¹) (95% CI ^b)	LC ₉₀ (mg a.i. l ⁻¹) (95% CI ^b)	RR LC _{50c}	RR LC _{90c}
GSS	975	4.52/4/0.34	1.13	2.13±0.19	0.41 (0,27- 0.55)	1.64 (1.28-2.27)	-	-
BK	645	7.08/5/0.22	1.42	4.88±0.60	2,86 (2,28-3,38)	5,24 (4,35-7,23)	6,94 (5,40- 8,93)	3,19 (2,51- 4,04)
OK	557	4.32/4/0.36	1.08	3.47±0.38	2.82 (2,24-3,39)	6.59 (5,25-9,56)	6.83 (5,27- 8,87)	4.01 (3,07- 5,23)
ŞK	663	8.76/5/0.12	1.75	2.49±0.24	5,36 (3,76-6,99)	17,55 (12,94-28,64)	13,00 (9,83- 17,22)	10,67 (8,04- 14,17)
TP	481	1.94/3/0.59	0.65	4.94±0.68	3,32 (2,87±3,73)	6,04 (5,28±7,37)	8,06 (6,24- 10,41)	3,67 (2,87- 4,69)
GL-1	658	1.15/5/0.95	0.23	3.80±0.38	2,67 (2,37-2,99)	5,81 (5,01-7,08)	6,49 (5,05- 8,34)	3,53 (2,75- 4,55)
GL-2	669	8.63/4/0.07096	2.16	3.20±0.27	2,93 (2,23-3,72)	7,37 (5,49-12,35)	7,10 (5,52- 9,13)	4,48 (3,46- 5,80)
GN-2	470	4.3238/3/0.2286	1.44	2.05±0.190	0,43 (0,21-0,67)	1,80 (1,16-3,34)	1,03 (0,73-1,47)	1,09 (0,80-1,50)

a: denemede kullanılan birey sayısı; b: ki kare/ serbestlik derecesi /p-değeri; c: heterogenite; d: güven aralığı; e: direnç oranı (bahçe popülasyonu LC₅₀ veya LC₉₀ değeri/ hassas GSS popülasyonu LC₅₀ veya LC₉₀ değeri)

Bahçe popülasyonlarında milbemectin' in ayırıcı dozunda %80' den daha az ölüm olan TP, GL-1 ve GL-2 popülasyonları dirençli ve %80' den fazla ölüm olan GN-3, GN-1, GN-2, BK, ŞK, OK ve GN-4 popülasyonları dirençsiz kabul edilmiştir. nan *T. urticae* popülasyonlarına milbemectin' in ayırıcı dozundakiölüm oranları *Tablo 7'* da verilmiştir.

Tablo 7. Tetranychus urticae popülasyonlarının milbemectin' in ayırıcı dozuna karşı gösterdikleri ölüm oranıTable 7. Mortality rates of *Tetranychus urticae* populations at diagnostic dose of milbemectin

Toplanan popülasyonlar	% Etki
GN-1	97.00
BK	97.25
GN-3	98.52
GN-2	96.96
TR	98.53
GN-4	98.44
GL-2	62.48
TP	19.28
GL-1	68.11
ŞK	100.00

Ayrıcı dozda %80' den az ölüm olan bahçe popülasyonlarının Mibemectin' e karşı göstermiş oldukları direnç oranları 2.98-5.89 kat arasında değişmiştir. Milbemectin' e karşı en yüksek direnç oranı GL-2 popülasyonunda, en düşük direnç oranı GL-1 popülasyonunda belirlenmiştir. Milbemectin direnç oranları *Tablo 8'* de verilmiştir.

Popülasyonların milbemectin dozlarına göstermiş oldukları tepkilere göre TP ve GL-2 popülasyonları hassas (GSS) popülasyonuna eşit değildir (P<0.05) ve ancak doz-tepki grafikleri paralel olmuştur (P>0.05). GL popülasyonu ise hassas (GSS) popülasyonu ile eşit değil ve doz-tepki grafikleri paralel olmamıştır (P<0.05).

Tablo 8. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının milbemectin' e karşı belirlenen lethal konsantrasyonları ve direnç oranları

Table 8. LC Lethal concentrations and resistance ratios of *Tetranychus urticae* populations against milbemectin

Population	n ^a	X ² /DF/P ^b	H ^c	Slope ± SE	LC ₅₀ (mg a.i. l ⁻¹) (95% CI ^d)	LC ₉₀ (mg a.i. l ⁻¹) (95% CI ^d)	RR LC ₅₀ ^e	RR LC ₉₀ ^e
GSS	1077	6.13/5/0.29	1.23	1.634±0.105	0.47 (0.36-0.59)	2.88 (2.17-4.18)	-	-
TP	644	7.23/5/0.20	1.45	2.04±0.25	1.86 (1.14-2.57)	7.91 (5.38-16.24)	3.93 (2.93- 5.26)	2.75 (1.87- 4.04)
GL-1	580	1.50/5/0.91	0.30	2.11±0.23	1.41 (1.14-1.69)	5.69 (4.40-8.18)	2.98 (2.30- 3.86)	1.98 (1.35- 2.89)
GL-2	480	1.63/4/0.98	0.41	1.49±0.21	2.79 (2.12-3.75)	20.15 (12.08-46.99)	5.89 (4.25- 8.17)	6.99 (3.53- 13.87)

a: denemede kullanılan birey sayısı; b: ki kare/ serbestlik derecesi /p-değeri; c: heterogenite; d: güven aralığı; e: direnç oranı (bahçe popülasyonu LC₅₀ veya LC₉₀ değeri/ hassas GSS popülasyonu LC₅₀ veya LC₉₀ değeri)

4. Tartışma ve Sonuç

Tetranychus urticae sebze ve süs bitkilerinde, sera alanlarında, meyve bahçeleri vb. alanlarda ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Kısa yaşam döngüsünden dolayı savaşımında kullanılan akarisitlere çok kolay direnç kazanabilme yeteneğine sahiptir. Dolayısı ile kullanılan kimyasalların etki mekanizması, dozu oldukça önemlidir. Bu çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin karışım ilacı son yıllarda bölgedeki elma bahçelerinde *T. urticae*' ye karşı yoğun olarak kullanılmaktadır. Örnek toplama sırasında görüştüğümüz üreticilerinden edindiğimiz bilgi ve diğer çalışmalar sırasında edindiğimiz izlenimde bu yöndedir. Çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin, spirodiclofen, milbemectin' e üçüne birlikte üç popülasyonda (TP, GL-1 ve GL-2) direnç belirlenmiştir. TP, GL-1 ve GL-2 spiromesifen+abamectin karışımına karşı en yüksek direnç gösteren üç popülasyondur. Bu sonuçlara göre spiromesifen+abamectin karışımına direnç gösteren popülasyonlarda spirodiclofen ve milbemectin' e karşıda çapraz direnç geliştiğini göstermektedir. İki popülasyonda (GN-3 ve GN-4) ise spiromesifen+abamectin, spirodiclofen, milbemectin' e karşı duyarlılık kaybı olmamıştır. Spiromesifen+abamectin' e karşı elma bahçelerinden toplanan 10 popülasyonundan 6' sında direnç gelişimi veya direnç belirlenmiştir. Koh ve ark. (2009)' a göre; direnç oranları RR≤10 zayıf, 10<RR≤40 orta, 40<RR≤160 yüksek ve 160<RR ise çok yüksek direnç olarak sınıflandırılmıştır. Spiromesifen+abamectin karışımına karşı üç popülasyon düşük (BK, GN-1 ve ŞK), iki popülasyon yüksek (TP ve GL-1), bir popülasyon çok yüksek (GL-2) direnç belirlenmiştir.

Son yıllarda *T. urticae* gibi pestisitlere direnç geliştiren türlere karşı farklı etki mekanizmalarına sahip etkili maddelerin karışım formülasyonları kullanılmaktadır. Pestisitlerin karışım şeklinde kullanılması direnç yönetiminde bir strateji olarak görülmektedir (South ve Hastings, 2018). Ancak karışım formülasyonların sürekli kullanılmasının ne gibi sorunlara neden olacağı tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışma sonuçlarına göre spiromesifen+abamectin karışımına yüksek direnç gösteren popülasyonlarda bu ilaçlarla aynı gruptan olan spirodiclofen ve milbemectin' e karşı çapraz direnç gelişmiştir. Alsay (2021) laboratuvarında spiromesifen+abamectin karışımı ile selekte ettiği ve bu karışıma direnç geliştiren popülasyonlarda abamectin, milbemectin, spirodiclofen ve spiromesifen etkili maddeli ilaçlara çapraz direnç geliştiğini belirtmiştir. Literatür de spiromesifen+abamectin karışım formülasyonu ile bir direnç çalışmasının olmadığı belirlenmiştir. Ancak bu karışımda kullanılan etkili maddelere yapılmış direnç çalışmaları vardır. Sato ve ark., (2005) abamectin ile 5 kez selekte edilen *T. urticae* popülasyonunda abamectin' e karşı 342 kat direnç geliştiğini bildirmişlerdir. Sökeli ve ark., (2007) Isparta elma bahçelerinden toplamış oldukları *T. urticae* popülasyonlarının abamectin' e <1.0-1.4 kat direnç tespit etmişlerdir. Kim ve ark., (2007) *T. urticae* popülasyonunda 20 kez seleksiyon sonucunda abamectin' e 11- 29 kat direnç geliştirdiğini belirlemişlerdir. Koh ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada 10 elma bahçesinden toplanan *T. urticae* popülasyonlarının abamectin' e düşük oranlarda direnç geliştirdiğini belirtmişlerdir. Çağatay ve ark., (2014) Isparta bölgesindeki elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* popülasyonlarında abamectin' e karşı 0.75-2.25 kat direnç bulmuşlardır. Ülkemizde sebze alanlarında zararlı olan *T. urticae* popülasyonlarında

abamectin direncini incelenmiş ve birçok popülasyonda direnç geliştiği belirlenmiştir (Ay, 2006; Altok 2012; Turan ve ark., 2016; Yorulmaz Salman ve Kaplan 2014; Yorulmaz Salman ve Kocaman, 2017; Çağatay ve ark., 2018). Tirello ve ark., (2012) gül üzerinden topladıkları *T. urticae* popülasyonunda abamectin' e karşı 1294 kat direnç geliştirdiğini bulmuşlardır. Vassiliou ve Kitsis (2013) yaptığı çalışmada tarla ve seralardan topladıkları *T. urticae* popülasyonlarında abamectin' e karşı 3822 kat ile 1320 kat arasında direnç geliştiğini bildirmişlerdir. Monteiro ve ark., (2015) *T. urticae* popülasyonunda iki yıl boyunca abamectin' e maruz bırakmışlar ve direnç oranı hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında 2406-8272 kat arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Solmaz ve ark., (2020) kesme çiçek seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının abamectin' e direnç oranları 1.60-850.12 kat arasında değişiklik göstermiştir. *T. urticae* popülasyonlarının spiromesifen' e karşı direnç geliştirdiği birçok çalışma ile ortaya konmuştur. Yorulmaz Salman ve Kaplan (2014) Isparta ilinde bulunan domates seralarından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının spiromesifen' e karşı 8.16-22.82 kat direnç geliştirdiğini rapor etmişlerdir. Yorulmaz ve Ay (2012) Isparta elma bahçelerinden topladıkları *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının spiromesifen' e karşı 4.35- 7.61 kat direnç gösterdiğini bildirmişlerdir. Sato ve ark., (2016) spiromesifen ile 20 kez selekte ettikleri *T. urticae* popülasyonunda 121 kat direnç belirlemişlerdir.

Çalışmada kullanılan spiroadiclofen' e karşı toplanan 10 popülasyondan 6' si direnç göstermiştir. Spiroadiclofen ilacına karşı 5 popülasyon az (BK, OK, TP, GL-1 ve GL-2), bir popülasyon orta (ŞK) seviyelerde direnç göstermiştir. *T. urticae* popülasyonlarının spiroadiclofen' e karşı direnç geliştirdiği başka çalışmalarda ortaya konmuştur. Turan ve ark., (2016) kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının spiroadiclofen' e karşı 4.91-19.02 kat direnç geliştiğini belirlemişlerdir. Yorulmaz-Salman ve Kocaman (2017) Isparta bölgesinde karanfil seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının spiroadiclofen'e 30.49-118.78 kat direnç belirlemişlerdir.

Çalışmada kullanılan milbemectin' e karşı toplanan 10 popülasyondan 3' ü dirençli bulunmuştur. Üç popülasyonda direnç seviyesi düşüktür ($RR \leq 10$). Kim ve ark., (2007) 20 kez seleksiyon yapılan *T. urticae* popülasyonunda milbemectin' e karşı 11-29 kat direnç geliştiğini belirlemişlerdir. Koh ve ark. (2009) *T. urticae* popülasyonlarının milbemectin' e karşı 6.4 kat direnç geliştirdiğini saptamışlardır. Nicastro ve ark., (2010) milbemectin ile 6 kez selekte ettikleri *T. urticae* popülasyonunda direnç oranını 409 kat ulaştığını ve milbemectin ve abamectin arasında çapraz direnç olduğunu belirlemişlerdir.

Sonuç olarak, çalışmada kullanılan spiromesifen+abamectin, spiroadiclofen ve milbemectin' e karşı Isparta ili ve çevresinde yoğun elma üretimi yapılan bahçelerden toplanan *T. urticae* popülasyonlarında direnç geliştiği belirlenmiştir. Spiromesifen+abamectin, spiroadiclofen, milbemectin ilaçlarına karşı üç popülasyonda (TP, GL-1, GL-2) direnç belirlenmiştir. Spiromesifen+abamectin, spiroadiclofen, milbemectin' e karşı iki popülasyonda (GN-3 ve GN-4) ise direnç belirlenmemiştir. Bölgede spiromesifen+abamectin' e karşı en yüksek direnç GL-2 popülasyonunda, spiroadiclofen' e karşı en yüksek ŞK popülasyonunda ve milbemectin' e karşı en yüksek GL-2 popülasyonunda belirlenmiştir. Bu çalışma sonucuna göre Isparta ili ve çevresinde yoğun elma üretimi yapılan bölgelerdeki kırmızı örümceklere karşı yaygın olarak kullanılan spiromesifen+abamectin karışım ilacının, insektisit spiroadiclofen' in ve akarisit milbemectin' in *T. urticae* popülasyonlarında duyarlılık kaybının olduğu görülmektedir.

Uygulamanın kolay olması, zamandan tasarruf edilmesi, maliyetin ve iş gücünün azalmasından dolayı kimyasal mücadele diğer mücadele yöntemlerine göre üreticiler tarafından daha çok tercih edilmektedir. Mücadele yapılırken yapılan hatalar çevrenin kirlenmesine, hedef dışı organizmaların olumsuz etkilenmesine ve en önemlisi direnç problemine neden olmaktadır. Bu yüzden kimyasal mücadele yapılırken popülasyonların direnç düzeyleri sürekli belirlenmelidir. Bu sayede yanlış, bilinçsiz ilaç kullanımının ve direnç probleminin önüne geçilebilir. Zararlıların direnç geliştirmesini önlemek veya geciktirmek için üreticilerin bazı konularda bilinçlendirilmeli ve alternatif mücadele yöntemlerine yer verilmelidir (Şen vd., 2019; Sular ve ark. 2019 ve Balcı ve ark., 2020). Dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri de uygulama dozu olup, söz konusu pestisitler sadece önerilen dozlarda uygulanmalıdır. Diğer yandan mücadele için çevrede kalıcı olmayan ve etki süresi kısa pestisitler seçilmeli, ilaç rotasyonu uygulanmalı, az sıklıkta ilaçlama yapılmalı, zararlıların dönemlerine uygun ilaç seçilmeli ve hedef dışı organizmalara etkisinin olmadığı bilinen seçici ilaçlar kullanılmalıdır. Kırmızı örümcek gibi doğal düşmanları olan zararlı gruplarında entegre mücadele yöntemlerine uygun mücadele yapılmalıdır. Entegre mücadele programları içerisinde direnç yönetim programları oluşturulmalı ve alternatif mücadele yöntemlerine daha çok yer verilmelidir.

Kaynakça

- Abbott, W S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18 (2): 265-267.
- Alsay S. (2021). *Spiromesifen+abamectin ile selekte edilen Tetranychus urticae Koch popülasyonunda direnç gelişimi, biyokimyasal direnç mekanizması ve çapraz direnç*. (Yüksek Lisans Tezi) Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta
- Altıok, Y. (2012). *Antalya ili örtü altı sebze üretim alanlarında zararlı olan Tetranychus urticae Koch (Acari:Tetranychidae)' nin bazı akarisitlere karşı duyarlılık düzeylerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Anonim (2021). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-1.Tahmini-2020-33735TÜİK2020> (Erişim tarihi:18.04.2021)
- Anonim (2022). Arthropod Pesticide Resistance Database (APRD) <https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=536> (Erişim tarihi:06.02.2022)
- 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 (3): 139-143.
- Ay, R., Gürkan, M. O. (2005). *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin değişik popülasyonlarının iki selektif akarisitlere karşı duyarlılıkları ve duyarlılık mekanizmaları üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 11 (2): 217-223.
- Ay, R. (2006). Antalya ili örtüaltı sebze üretim alanlarında zararlı olan *Tetranychus urticae* Koch popülasyonlarının bazı akarisitlere karşı tepkileri. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 12 (3): 301-306.
- Ay, R., Kara, F. E. (2009). Amitraz' a dirençli *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae)' de çoklu direnç, kalıtım, sinerjizm ve detoksifikasyon mekanizmaları. *A. Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 15 (2), 148-156.
- Balcı, M. H., İnancı, M. A., Ay, R. (2020). Effects of some pesticides on *Tetranychus urticae* and predatory mite *Phytoseiulus persimilis* in laboratory conditions. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 17 (2): 172-179.
- Çağatay, N. S., Yorulmaz Salman, S., Yaman, Y., Ay, R. (2014). Isparta elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) popülasyonlarının abamectin, chlorpyrifos ethyl ve bifenthrin' e karşı direnç düzeylerinin belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni* 4 (4):203-209.
- Çağatay, N. S., Menault, P., Riga, M., Vontas, J., Ay, R. (2018). Identification and characterization of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch populations from greenhouses in Turkey. *Crop Protection*, 112: 112-117.
- Dennehy, T. J., Grafton-Cardwell, E. E., Granett, J., & Barbour, K. (1987). Practitioner-assessable bioassay for detection of dicofol resistance in spider mites (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology* 80 (5), 998-1003.
- Devine, G. J., Ogusuku, D. (2009). Adaptability is key when monitoring insecticide resistance. *Bulletin of the World Health Organization*, 87 (12): 887.
- Fasula, T. R. & Denmark, H. A. (2003). Twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences *EDIS* 2003(15).
- Kim, Y. J., Lee, S. W., Cho, J. R., Park, H. M., Ahn, Y. J. (2007). Multipleresistance and biochemical mechanisms of dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 10 (2): 165-170.
- Koh, S. H., Ahn, J., Im, J. S., Jung, C., Lee, S. H., Lee, J. H. (2009). Monitoring of acaricide resistance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Korean apple orchards. *Journal of Asia- Pacific Entomology* 12 (1):15-21.
- LeOra Software, (1994). Polo-pc: A User' s Guide to Probit or Logit Analysis Leora Software, Berkeley, 28 pp.
- Monteiro, V. B., Gondim Jr, M. G., Oliveira, J. E. D. M., Siqueira, H. A., Sousa, J. M. (2015). Monitoring *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) resistance to abamectin in vineyards in the lower middle São Francisco Valley. *Crop Protection* 69 (1): 90-96.
- Nicastro, R. L., Sato, M. E., Da Silva, M. Z. (2010). Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. *Experimental and Applied Acarology*, 50 (3): 231–241.
- Özongun, Ş., Dolunay, E., Öztürk, G., Pektaş, M. (2014). Eğirdir (Isparta) şartlarında bazı elma çeşitlerinin performansları. *Meyve Bilimi* 1 (2), 21-29.
- South, A., Hastings, I. M. (2018). Insecticide resistance evolution with mixtures and sequences: a model-based explanation. *Malaria Journal* 17 (1): 1-20.
- Sato, M. E., Silva, M. Z. D., Raga, A., Souza Filho, M. F. D. (2005). Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology* 34 (6), 991-998.
- Sato, M E., Veronez, B., Stocco, R. S., Queiroz, M. C. V., Gallego, R. (2016). Spiromesifen resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Selection, stability, and monitoring. *Crop Protection* 89 (1), 278-283.

- Solmaz, E., Çevik, B., Ay, R. (2020). Abamectin resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from cut flowers greenhouses in Turkey. *International Journal of Acarology* 46 (2): 94-99.
- Sökeli, E., Ay, R., Karaca, İ. (2007). Isparta ilindeki elma bahçelerinde zararlı olan iki noktalı kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch populasyonlarının bazı pestisitlere karşı direnç düzeylerinin incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 13 (4): 326-331.
- Sular, M., Sağlam, Ö., Işıkber, A. A. (2019). Spinetoram' ın Börülce Tohum Böceği, *Callasobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Bruchidae)' a karşı rezidüel toksisitesinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 133-143.
- Şen. R., Işıkber, A. A., Bozkurt, H., Sağlam, Ö. (2019). Effect of temperature on insecticidal efficiency of local diatomaceous earth against stored-grain insects. *Turkish Journal of Entomology*, 43(4): 441-450.
- Tirello, P., Pozzebon, A., Cassanelli, S., Van Leeuwen, T. Duso, C. (2012). Resistance to acaricides in Italian strains of *Tetranychus urticae*: toxicological and enzymatic assays. *Experimental and Applied Acarology* 57 (1): 53-64.
- Turan, İ., Yorulmaz Salman, S., Ay, R. (2016). Antalya ili kumluca ilçesi kavun seralarından toplanan *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) populasyonlarının abamectin ve spirodiclofen'e karşı direnç düzeyleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 7 (1): 254-261.
- Van Leeuwen, T., Van Pottelberge, S., Tirry, L. (2005). Comparative acaricide susceptibility and detoxifying enzyme activities in field-collected resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science* 61 (5): 499-507.
- Vassiliou, V. A., Kitsisi, P. (2013). Acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) populations from Cyprus. *Journal of Economic Entomology* 106(4): 1848-1854.
- Yorulmaz, S., Kaplan, P., Boztürk, D., Çobanoğlu, S., Ay, R. (2010). Isparta elma bahçelerinden toplanan *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) populasyonlarının propargite ve cyhexatin' e karşı duyarlılıklarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5 (1): 17-23.
- Yorulmaz, S., Ay, R. (2012). Isparta ili elma bahçelerinden toplanan avcı akar *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) populasyonlarının bazı akarisitlere karşı direnç düzeyleri ve direnç mekanizmaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 16 (2): 122-132.
- Yorulmaz Salman, S., Kaplan, K. B. (2014). Isparta ili merkez ilçesinde domates seralarından toplanan *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) populasyonlarının bazı akarisitlere karşı direnç düzeyleri ve detoksifikasyon enzimleri. *Türkiye Entomoloji Bülteni* 4(3): 185-195.
- Yorulmaz Salman, S., Ay, R. (2014). Determination of the inheritance, cross resistance and detoxifying enzyme levels of a laboratory-selected, spiromesifen-resistant population of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Pest Management Science* 70 (5): 819-826.
- Yorulmaz Salman, S., Kocaman, T. (2017). *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae)' nin karanfil populasyonlarında abamectin ve spirodiclofen' e karşı duyarlılık düzeyleri. *Türk Entomoloji Bülteni* 7 (2): 135-142.