



MAKÜ FEBED
ISSN Online: 1309-2243
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/makufebed>

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7(Ek Sayı 1): 254-261 (2016)
The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University 7(Supplementary Issue 1): 254-261 (2016)

Araştırma Makalesi / Research Paper

Antalya İli Kumluca İlçesi Kavun Seralarından Toplanan *Tetranychus Urticae* (Koch) (Acari:Tetranychidae) Popülasyonlarının Abamectin ve Spirodiclofen'e Karşı Direnç Düzeyleri

İrfan TURAN¹, Sibel YORULMAZ SALMAN^{1*}, Recep AY¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 08.08.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 31.10.2016

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

☎ +90 246 2114866 📠 +90 248 2114885

ÖZ

Bu çalışmada Antalya ili Kumluca ilçesi kavun seralarından toplanan *Tetranychus urticae*'nin abamectin ve spirodiclofen etkili maddelerine karşı duyarlılık düzeyleri belirlenmiştir. Kavun seralarından toplam 20 *T. urticae* popülasyonu toplanmıştır. *T. urticae* popülasyonlarının LC₅₀ değeri ilaçlama kulesi kullanılarak yaprak disk metodu ile bulunmuştur. *T. urticae* popülasyonlarında abamectine'e karşı 8.44-26.56 kat ve spirodiclofen'e karşı 4.91-19.02 kat arasında direnç düzeyleri belirlenmiştir. *T. urticae* popülasyonlarında dirençle bağlantılı detoksifikasyon enzimlerinden esterase enzimi elektroforez ve kinetik yöntemlerle belirlenmiştir. *T. urticae* popülasyonlarının esterase seviyeleri 9.52-21.05 mOD min⁻¹ mg⁻¹ protein arasında değişmiştir. Sonuç olarak kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında iki akarite karşı gelişen dirençte esterase enzimlerinin etkili olabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Tetranychus urticae*, direnç, abamectin, spirodiclofen, enzim

Resistance Levels Against Abamectin and Spirodiclofen of Populations of *Tetranychus Urticae* Koch (Acari:Tetranychidae) Collected from Melons Greenhouses in Kumluca District of Antalya Province

ABSTRACT

In this study, *Tetranychus urticae* were collected from the melons greenhouses in Kumluca district of Antalya province, susceptibility levels of spirodiclofen and abamectin determined. A total of 20 *T. urticae* populations collected from melons greenhouses. In the experiments, spray tower-leaf disk method was used. The resistance levels of *T. urticae* populations was determined as between 8.44-26.56 folds against abamectine and 4.91-19.02 folds against spirodiclofen. Esterase enzyme, which is detoxification enzyme associated with resistance in populations of *T. urticae*, were determined with electrophoresis and kinetic methods, respectively. The levels of esterase in the populations of *T. urticae* were 9.52-21.05 mOD min⁻¹ mg⁻¹ protein, respectively. As a result, it was concluded that the esterase enzyme can be effective in the development of resistance against two acaricides in *T. urticae* populations collected from melons greenhouses.

Keywords: *Tetranychus urticae*, resistance, abamectin, spirodiclofen, enzyme

GİRİŞ

Kavunun (*Cucumis melo L.*) anavatanı Güneydoğu Afrika olmakla birlikte buradan İran ve Türkmenistan'a geçtiği daha sonra da dünyanın diğer bölgelerine yayıldığı; gen merkezi içerisinde Anadolu, İran ve Afganistan'ın da bulunduğu bildirilmektedir (Sarı ve ark., 2000). Kavun içerdiği pek çok mineral madde ve besin bakımından zengin bir sebzedir (Özgen ve ark., 2014). Antalya İli Kumluca İlçesi uygun ekolojik koşulları nedeniyle kavun yetiştiriciliği bakımından ülkemizde önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de üretilen kavunun yaklaşık 1/5'i (%19.355) Kumluca'da üretilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2013 yılı verilerine göre, ülkemizde 136.396 ton kavun üretilmekte ve bu üretim içerisinde 26.400 ton ile Antalya İli Kumluca İlçesi birinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2013). Örtüaltı kavun yetiştiriciliğinde üretimi sınırlayan hastalık ve zararlılar bulunmaktadır. Örtüaltı kavun üretiminde en fazla mücadele yapılan zararlıların arasında kırmızıörümcekler bulunmaktadır. İki noktalı kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) kavun seralarında önemli zararlara neden olmaktadır. Özellikle Tetranychidae familyası içerisinde yer alan kırmızıörümcekler sera koşullarında yıl boyunca uygun yaşama ortamı bulmasından dolayı yüksek yoğunluğa ulaşarak önemli ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Tsagkarakou et al., 1999). Kırmızıörümcekler bitki öz suyunu sokup emme suretiyle yapraklarda sararma, kuruma ve dökülmeyle doğrudan zarar yaparken, fotosentezin azalması ve virüs hastalıklarının nakliyle de dolaylı zarar meydana getirmektedir (Leeuwen et al., 2005).

Ülkemizde örtüaltı kavun üretiminde *T. urticae*'nin savaşımında genellikle kimyasal mücadele ilk sırada tercih edilmektedir. *T. urticae*'nin yaşam döngüsünün kısa olması, döl sayısının fazla olması ve eşeysizde üreyebilmeleri, akarisitlere çok hızlı direnç geliştirmelerine neden olmaktadır (Öncüer, 1993). Direnç, "normal bir popülasyonda bireylerin çoğunun letal dozda canlı kalma yeteneği geliştirmesi" olarak tanımlanmaktadır (Ffrench-Constant et al., 1990). Zararlıların pestisitlere karşı giderek direnç kazanmaları savaşımında büyük problemlere yol açmaktadır. Etkili bir kimyasal savaşım için zararlı popülasyonlarının duyarlılık düzeyleri belirli aralıklarla kontrol edilmelidir. Duyarlılık belirlemenin amaçlarından birim üreticiye en güvenli pestisit seçimine yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada, Antalya ili Kumluca ilçesindeki kavun üretim seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının spirodiclofen ve abamectin etkili maddeli akarisitlere karşı duyarlılık düzeyleri belirlenmiştir. Ayrıca kırmızıörümcek popülasyonlarında her iki akarisite karşı

gelişen direncin esteraz enzimi ile olan ilişkileri de incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Tetranychus urticae Popülasyonlarının Orijini ve Yetiştirilmesi

Tetranychus urticae popülasyonları Antalya ili Kumluca ilçesinde bulunan kavun seralarından 2015 yılı kavun üretim sezonunda toplanmıştır. Kavun seralarından toplam 20 adet *T. urticae* popülasyonu toplanmıştır. Bu çalışmalar sırasında *T. urticae* bireylerinin bulunduğu şüphelenilen yaprak örnekleri toplanmıştır. Buz kutusu içerisinde laboratuara getirilen yaprak örnekleri *T. urticae* popülasyonlarının artmasını sağlamak amacıyla temiz barbunya bitkilerine aktarılmıştır. Karşılaştırma popülasyonu olarak kullanılan *T. urticae*'nin hassas popülasyonu olan German Susceptible Strain (GSS) 2001 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümündeki böcek yetiştirme kabinlerine Rothamsted Experimental Station (İngiltere) getirilmiştir. *T. urticae*'nin hassas popülasyonuna herhangi bir pestisit uygulaması yapılmadan 26±1 °C sıcaklıkta, % 50-60 orantılı nem ve florasan lambalar ile 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda yetiştirilmiştir.

Denemede Kullanılan Akarisitler

Çalışmada Antalya ili Kumluca ilçesi kavun üretim seralarında kırmızıörümcek mücadelesinde yaygın olarak kullanılan abamectin (Agrimec EC 18 g/l) ve spirodiclofen (Envidor SC 240 g/l) etkili maddeye sahip iki akarisit kullanılmıştır.

Toksisite Testi

Toksisite testi için Rauch and Nauen (2003) yöntemi uyarlanarak kullanılmıştır. Bu yöntemde seçilen akarisit saf su içinde çözdürülerek stok hazırlanmış ve bu stoktan uygun seyretmeler (hazırlanan ilk dozdan itibaren ilaç konsantrasyonları %50 seyreltilerek 7 doz serisi) yapılarak farklı dozlarda ilaç konsantrasyonları oluşturulmuştur. Tek kullanımlık, 9 cm çapında petrilere pamuk yerleştirilerek, yaprakların nemini kaybetmemesi için yeterli saf su ile ıslatılmıştır. Pamuk üzerine iklim odasında yetiştirilen barbunya yapraklarından hazırlanan yaprak diskler alt yüzeyi üstte olacak şekilde yerleştirilmiştir. Deneme 1 kontrol+ 7 doz ve her dozda 3 tekkerrür olacak şekilde kurulmuştur. Her bir petriye 25 adet ergin kırmızıörümcek konmuştur. Deneme ilaçlarından hazırlanan uygun dozlardaki akarisit konsantrasyonları, ilaçlama kulesi spray tower (Burkard Scientific) kullanılarak 1 bar basınç altında yaprak yüzeyine 2 ml sıvı düşecek şekilde uygulanmıştır. Kontrole sadece

saf su uygulanmıştır. Canlı-ölü sayımları 24 saat sonra yapılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak farklı kırmızıörümcek popülasyonlarının LC₅₀ değerleri POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, 1994) hesaplanmıştır. Popülasyonların direnç oranı tarla popülasyonlarının LC₅₀ değerleri, hassas popülasyonların LC₅₀ değerlerine oranlanarak hesaplanmıştır.

Poliakrilamid Jel Elektroferez (PAGE) ile Esteraz Enziminin İncelenmesi

Elektroferez çalışmalarında Goka and Takafuji (1992) yöntemi uyarlanarak kullanılmıştır. Elektroferez işlemi mini kasetli sistemde (Bio-Rad) %7.5'luk ayırıcı ve %3.5'luk yükleyici jel içeren kesikli doğal elektroferez metodu kullanılmıştır. 5 adet ergin dişi birey 50 µl homojenizasyon tamponunda (%0.1 Triton X-100 içeren %32'lik sukroz) içerisinde plastik ezici ile homojenize edilmiştir. Polimerizasyondan sonra her bir jel hücreesine 10 µl homojenat yüklenmiştir. Elektroferezde koşturma işlemi 150 V'da yaklaşık 1.5 saat'de yapılmıştır. 0.2 M fosfat buffer (pH 6.5 ve %1 aseton içeriyor) ile %0.02 lik α-naphthyl asetat substrat solüsyonu hazırlanmıştır. Jel bu çözeltide esteraz enzimi inkübasyonu için 30 dk bekletilmiştir. %0.02'lik α-naphthyl asetat solüsyonu ile %0.4 oranında fast blue BB salt boya solüsyonu hazırlanmış ve jel bu çözeltide 1 saat boyanmıştır. Boyama işlemi bittikten sonra jel %7'lik asetik asit çözeltisi içerisine alınarak 24 saat sonra görüntüleme cihazında fotoğrafı çekilmiştir.

Mikroplaka Assay ile Toplam Esteraz Enzimi Aktivitesinin İncelenmesi

Kinetik esteraz aktivitesinin belirlenmesinde α-naphtyl acetate kullanılarak 96 hücreli düztabanlı mikroplakada Stumpf and Nauen, (2002)'in geliştirdikleri yöntem kullanılmıştır. 20 adet ergin dişi % 0.1 Triton X-100 içeren 100 µl sodyum fosfat buffer (0.1M, pH 7.5) içinde ependorf tüplerde ezilmiştir. Bu homojenat 10000 g ve +4 °C'da 5 dakika santrifüj edildikten sonra supernatant enzim kaynağı olarak kullanılmıştır. 10 kez seyreltilen supernatant 0.2 M, pH 6 fosfat buffer'dan 25'er µl mikroplakanın hücrelerine konulmuştur. Çalışma 200 µl substrat solüsyonunun eklenmesiyle başlatılmıştır.

Substrat solüsyonu 30 mg Fast blue RR tuzunun 50 ml 0.2 M sodyum fosfat buffer'da çözülmesi ve bu karışıma 500 µl 100 Mm α – naphtyl acetate'ın ilavesiyle elde edilmiştir. Enzim aktivitesi 23 °C ve 450 nm'de 10 dakika süreyle okunmuştur. Kontrol hücreleri ise homojenatsız olarak okunmuştur.

Esteraz enzim aktiviteleri Softmax PRO software programında analiz edilerek sonuçlar mOD min⁻¹ mg¹ protein olarak verilmiştir. Örneklerin toplam protein miktarlarının belirlenmesinde Bradford (1976)'un total protein tayin yöntemi kullanılmış ve Bovine Serum Albumine (BSA) standart olarak alınmıştır. Enzim sonuçlarından elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi tekniği ile (One-Way ANOVA) analiz edilmiş ve popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde SPSS paket programı ve Tukey testi kullanılmıştır (Winer et al., 1991).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toksisite Test Sonuçları

Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonları ve hassas popülasyonda spirodiclofen'e karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları Tablo 1'de verilmiştir. *T. urticae* popülasyonlarında spirodiclofen'e karşı en yüksek direnç oranı 19.02 kat ile K1 popülasyonunda belirlenirken, en düşük direnç oranı ise 4.91 kat ile K18 popülasyonunda belirlenmiştir. Dünya ve ülkemiz literatüründe *T. urticae*'nin bazı insektisitlere ve akarisitlere karşı direnç gelişiminin belirlendiği oldukça fazla sayıda çalışma bulunmaktadır. Rauch and Nauen (2003) laboratuvar koşullarında *T. urticae* popülasyonunu spirodiclofen ile 37 kez seleksiyona tabi tutmuş ve 13 kat direnç gelişimi belirlemişlerdir. Pottelberge et al. (2009) laboratuvar koşullarında 274 kat spirodiclofen direnci geliştirilen *T. urticae* popülasyonunda abamectin, bifenazate, etoxazole ve spiromesifene karşı çoklu direnç geliştirmedeğini belirlemişlerdir. Çalışmamızda da literatürle benzer şekilde kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının spirodiclofen'e direnç geliştirdiği belirlenmiştir.

Tablo 1. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının spirodiclofen'e karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±SE	LC ₅₀ (mg a.i l ⁻¹) (95%CL)	LC ₉₀ (mg a.i l ⁻¹) (95% CL)	Direnç oranı R**
K1	596	1.707±0.162	57.83 (37.25-81.63)	325.87 (216.45-608.26)	19.02
K2	610	1.335±0.124	49.77 (37.92-63.56)	453.86 (317.02-735.87)	16.37
K3	611	1.571±0.130	45.02 (33.19-59.05)	294.46 (201.77-505.69)	14.81
K4	608	1.359±0.114	37.18 (24.55-54.03)	326.21 (186.59-837.38)	12.23
K5	603	1.602±0.140	54.12 (34.30-80.19)	341.52 (202.66-839.74)	17.80
K6	605	1.511±0.120	38.98 (28.17-52.84)	274.90 (174.91-549.34)	12.82
K7	602	1.584±0.123	42.73 (31.35-57.56)	275.17 (177.16-537.46)	14.05
K8	600	1.435±0.116	42.00 (27.95-62.34)	328.58 (183.75-898.21)	13.81
K9	602	1.508±0.119	40.63 (28.90-56.34)	287.33 (176.58-619.87)	13.36
K10	603	1.303±0.113	25.37 (16.40-37.05)	244.49 (138.15-647.08)	8.34
K11	603	1.323±0.113	27.70 (17.63-41.74)	257.92 (139.39-773.05)	9.11
K12	605	1.584±0.130	30.95 (25.11-37.67)	199.33 (149.03-290.64)	10.18
K13	600	1.504±0.121	23.64 (17.91-30.50)	168.23 (114.71-290.40)	7.78
K14	600	1.511±0.120	22.42 (18.38-27.66)	157.91 (117.35-232.10)	7.37
K15	602	1.582±0.123	23.04 (17.05-30.75)	148.74 (97.01-282.25)	7.58
K16	601	1.467±0.119	19.98 (13.83-28.08)	149.23 (90.22-336.17)	6.57
K17	602	1.581±0.138	21.20 (13.70-30.77)	137.08 (83.85-307.05)	6.97
K18	600	1.401±0.117	14.94 (10.19-21.18)	122.74 (72.82-287.98)	4.91
K19	600	1.482±0.133	39.45 (24.02-59.98)	288.82 (164.41-781.79)	12.98
K20	603	1.528±0.125	31.70 (25.66-38.69)	218.69 (162.21-322.41)	10.43
GSS	600	1.814±0.148	3.04 (1.95-4.35)	15.43 (9.92-31.50)	—

*n Denemde kullanılan birey sayısı,

**Direnç oran

Antalya İli Kumluca İlçesi Kavun Seralarından Toplanan *Tetranychus Urticae* (Koch) (Acari:Tetranychidae) Popülasyonlarının Abamectin ve Spirodiclofen'e Karşı Direnç Düzeyleri

Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonları ve hassas popülasyonda abamectin'e karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları Tablo 2'de verilmiştir. *T. urticae* popülasyonlarında abamectin'e karşı en yüksek direnç oranı 26.56 kat ile K11 popülasyonunda belirlenirken, en düşük direnç oranı ise 8.44 kat ile K9 popülasyonunda belirlenmiştir. Stumpf and Nauen (2002) *T. urticae*'nin NL-00 ve COL-00 ırklarında diagnostik doz yöntemi ile 54 ve 26 kat abamectin direnci belirlemişlerdir. Abamectin dirençli iki ırkta 1.6 kat estereaz enzim aktivitesi belirlenmiştir. Sato et al. (2005) *T. urticae* popülasyonunun abamectin ile 5 seleksiyondan sonra 342 kat direnç geliştirdiğini bulmuşlardır. Ayrıca 342 kat abamectin dirençli popülasyonda milbectin'e 16.3, fenprothrin'e 3.20 ve chlorfenapyr'e 2.23 kat direnç gelişimi belirlenmiştir. Ay et al. (2005) Isparta ili ve ilçelerinden örtü altı sebze üretim alanlarından top-

ladıkları 5 farklı *T. urticae* popülasyonunda propargite, amitraz ve abamectin'e karşı duyarlılık düzeyini incelemişler ve LC₅₀ değerine göre propargite, amitraz ve abamectin'e karşı sırasıyla <1.0 - 2.5, 1.2 - 2.1 ve <1.0 - 2.9 kat direnç belirlemişlerdir. Literatürle benzer şekilde çalışmamızda da kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında abamectin'e karşı direnç geliştiği belirlenmiştir. *T. urticae* popülasyonlarında kavun üretim seralarında kırmızıörümcek mücadelesinde yaygın olarak kullanılan spirodiclofen ve abamectin etkili maddeye sahip akarisitlerden özellikle abamectin'e karşı gelişen direncin spirodiclofene karşı gelişen dirençten daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi abamectinin ülkemizde spirodiclofene göre ruhsat tarihinin eski olması ve daha uzun süreli kullanımda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 2. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının abamectin'e karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±SE	LC ₅₀ (mg a.i l ⁻¹) (95% CL)	LC ₉₀ (mg a.i l ⁻¹) (95% CL)	Direnç oranı R**
K1	609	1.506±0.126	3.41 (2.45-4.59)	24.21 (15.85-45.38)	21.31
K2	609	1.425±0.124	4.00 (2.63-5.76)	31.74 (19.03-72.88)	25.00
K3	611	1.400±0.119	2.52 (1.99-3.09)	20.58 (14.80-31.82)	15.75
K4	609	1.525±0.129	2.41 (1.67-3.31)	16.68 (10.73-32.70)	15.06
K5	604	1.321±0.113	3.17 (2.02-4.76)	29.61 (16.06-87.70)	19.81
K6	603	1.472±0.118	3.57 (2.48-5.01)	26.50 (16.07-59.29)	22.31
K7	606	1.532±0.121	3.01 (2.21-4.03)	20.67 (13.41-39.59)	18.81
K8	609	1.370±0.114	3.77 (2.74-5.06)	32.47 (20.48-65.16)	23.56
K9	604	1.402±0.117	1.35 (0.90-1.92)	11.08 (6.59-26.07)	8.44
K10	603	1.587±0.123	3.91 (2.97-5.09)	25.12 (16.92-44.50)	24.44
K11	600	1.462±0.129	4.25 (2.69-6.28)	32.00 (18.72-79.21)	26.56
K12	601	1.484±0.126	3.15 (2.26-4.23)	23.04 (15.21-42.45)	19.69
K13	601	1.371±0.116	2.75 (2.20-3.38)	23.68 (17.14-36.32)	17.19
K14	603	1.332±0.114	2.93 (1.89-4.35)	26.86 (14.85-75.66)	18.31
K15	603	1.528±0.121	3.33 (2.45-4.46)	23.00 (14.90-44.16)	20.81
K16	600	1.588±0.133	2.96 (2.38-3.61)	18.97 (14.22-27.60)	18.50
K17	600	1.627±0.125	2.63 (1.97-3.50)	16.17 (10.61-30.31)	16.44
K18	602	1.427±0.117	2.14 (1.44-3.09)	16.94 (9.84-42.15)	13.37
K19	600	1.420±0.116	2.95 (2.15-3.96)	23.57 (14.91-47.11)	18.44
K20	603	1.471±0.119	1.92 (1.34-2.68)	14.29 (8.70-31.60)	12.00
GSS	657	1.842±0.158	0.16 (0.12-0.22)	0.81 (0.57-1.36)	-

*n Denemde kullanılan birey sayısı, **Direnç oranı

Elektroforez Sonuçları

T. urticae popülasyonlarının esteraz enzim bantları poliakrilamid jel elektroforez yöntemiyle belirlenmiş ve bantlar Şekil 1, 2 ve 3'de verilmiştir.



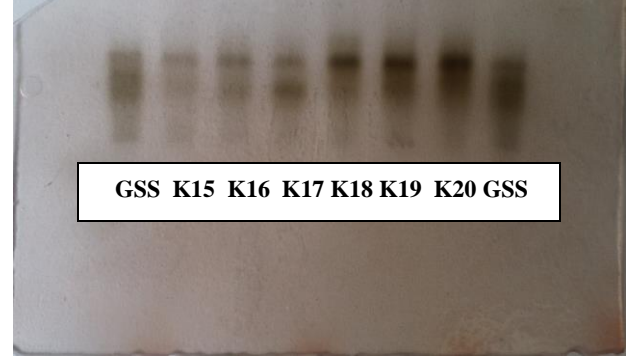
Şekil 1. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz bantları

Böceklerde insektisitlere karşı gelişen direnci belirlemede biyoassay yöntemlerin yanı sıra elektroforetik yöntemler de kullanılmaktadır. Elektroforetik yöntemlerle böceklerin insektisitlere göstermiş olduğu dirençle ilgili olduğu düşünülen bazı enzimler incelenerek, böceklerdeki direnç düzeyi ile bu enzimler arasında ilişki kurulmaktadır (Tsagkarakou et al., 2002). Şekil 1'de GSS popülasyonuna ait esteraz bantlarının tarla popülasyonlarına ait bantlara göre yoğunluğunun az olduğu görülmektedir. 2 nolu popülasyon, 3 nolu popülasyon, 6 nolu popülasyon ve 7 nolu popülasyona ait esteraz bantlarının yoğunluklarının GSS ve diğer popülasyonlardan elde edilen esteraz bantlarına göredaha yoğun olduğu görülmektedir.



Şekil 2. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz bantları

Şekil 2'de GSS popülasyonuna ait esteraz bantlarının tarla popülasyonlarına ait bantlara göre yoğunluğunun az olduğu görülmektedir. Şekilde 11 nolu popülasyona, 12 nolu popülasyona ve 13 nolu popülasyona ait esteraz bantlarının yoğunlukları daha fazla görülmektedir.



Şekil 3. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz bantları

Şekil 3'de GSS popülasyonuna ait esteraz bantlarının tarla popülasyonlarına ait bantlara göre yoğunluğunun az olduğu görülmektedir. Şekilde 18 nolu popülasyona, 19 nolu popülasyona ve 20 nolu popülasyona ait olan esteraz bantlarının yoğunlukları daha fazla görülmektedir. Genel olarak Şekil 1,2 ve 3 birlikte değerlendirildiğinde, kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarına ait esteraz bantlarının hassas popülasyona ait esteraz bantlarına göre daha koyu çıktığı belirlenmiştir.

Esteraz Enzim Aktivite Sonuçları

Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonları ve GSS popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri kinetik olarak belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir. Bu kinetik okuma sonucunda en yüksek enzim seviyesi $21.65 \text{ mOD min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ ile K18 popülasyonunda görülürken en düşük enzim seviyesi $9.52 \text{ mOD min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ ile K8 popülasyonunda bulunmuştur. K1, K8, K9, K14 ve K15 popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri GSS popülasyonu ile benzer bulunmuş ve aynı istatistik grup içerisinde yer almışlardır ($P < 0.05$). K2, K3, K4, K5, K6, K7, K10, K11, K12, K13, K16, K17, K18, K19 ve K20 popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri ise GSS popülasyonuna göre daha fazla bulunmuş ve bunlar farklı bir istatistik grubu oluşturmuşlardır ($P < 0.05$). Çalışmada abamectin ve spiroadiclofen dirençli *T. urticae* popülasyonlarında esteraz enzim aktivitesi hem elektroforez hem de kinetik yöntemle belirlenmiştir. *T. urticae* popülasyonlarının esteraz bantları incelendiğinde, kavun seralarından toplanan K2, K3, K6, K7, K11, K12, K13, K17, K18, K19 ve K20 popülasyonlarının esteraz enzim bantlarının hassas popülasyona göre koyu çıktığı belirlenmiştir. Bu popülasyonların tamamında ise abamectin ya da spiroadiclofene karşı direnç gelişimi yüksektir. Bu nedenle bu popülasyonlarda esteraz enziminin abamectin ya da spiroadiclofen direnç gelişimi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Direnç gelişimi yüksek ancak esteraz enzim aktivitesi düşük olan popülasyonlarda ise direnç gelişiminin

glutasyon S-transferaz (GST) veya P450 gibi diğer enzim gruplarından kaynaklandığı düşünülebilir. Ancak kesin bir yargıya varabilmek için ileride bu çalışmaların da yapılması gerekmektedir.

Literatürde kırmızıörümceklerde akarıtlara karşı gelişen dirençte esteraz enzim bağlantısının incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Yorulmaz and Ay (2009) laboratuvar koşullarında 15 kez selekte ettikleri *T. urticae* popülasyonunda 35.05 kat abamectin direnci ve 1.38 kat esteraz enzim aktivitesi belirlemişlerdir. Lin et al. (2009) börülce üzerinden topladıkları ve seleksiyon sonucu 8.7 kat abamectin dirençli *Tetranychus cinna-barinus* (Boiduval) (Acari:Tetranychidae) popülasyonunda 2.7 kat esteraz enzim aktivitesi belirlemişlerdir. Pottelberge et al. (2009) 274 kat spirodiclofen dirençli

T. urticae popülasyonunda P450 monoksijenaz ve esteraz enzimlerinin direnç gelişiminde rol oynadığını belirlemişlerdir. Ay and Kara (2011) fasulye bitkisi üzerinde yetiştirilen 105.27 kat clofentezine dirençli *T. urticae* popülasyonunun esteraz bant yoğunluğunun hassas popülasyona göre fazla olduğunu belirlemişlerdir. Moghadama et al. (2012) gül bitkisi üzerinden toplanan fenazaquin dirençli *T. urticae* popülasyonlarında hassas popülasyona göre esteraz enziminin arttığını belirlemişlerdir. Leeuwen & Tirry (2007) pamuk bitkisinden toplanan *T. urticae*'nin tarla popülasyonunda yüksek oranda bifenthrin direnci ve esteraz aktivitesi bulmuşlardır. Literatürde de çalışmamızla benzer şekilde kırmızıörümceklerde akaristlere karşı gelişen dirençte esteraz enzim bağlantısı görülmektedir.

Tablo 3. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri

Popülasyon	n*	Spesifik aktivite (mOD min ⁻¹ mg ⁻¹ protein)	R/S**
GSS	4	9.25 b ^{***}	-
K1	4	9.85 b	1.06
K2	4	18.54 a	2.00
K3	4	18.82 a	2.03
K4	4	14.72 a	1.59
K5	4	15.45 a	1.67
K6	4	19.32 a	2.08
K7	4	17.78 a	1.92
K8	4	9.52 b	1.02
K9	4	10.01 b	1.08
K10	4	14.47 a	1.56
K11	4	18.74 a	2.02
K12	4	19.95 a	2.15
K13	4	20.25 a	2.18
K14	4	10.05 b	1.08
K15	4	9.68 b	1.04
K16	4	13.32 a	1.44
K17	4	20.58 a	2.22
K18	4	21.65 a	2.34
K19	4	21.02 a	2.27
K20	4	20.56 a	2.22

* Tekerrür sayısı; **Denenen popülasyonun enzim aktivitesi/ hassas popülasyonun enzim aktivitesi

*** Aynı harfler istatistiki olarak aynı grubu göstermektedir (P<0.05)

SONUÇLAR

Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında abamectin ve spirodiclofen akaristlerine karşı orta düzeyde direnç belirlenmiştir. Bunun yanı sıra *T. urticae*'nin tarla popülasyonlarının bazılarında bu iki akariste karşı gelişen dirençte özellikle esteraz enziminin rol oynayabileceği bulunmuştur. Dünyada ve ülkemizde iki noktalı kırmızıörümceğin akaristlere karşı direnç gelişimi ve mekanizmasının belirlendiği çalışma

sayısı oldukça fazladır. Ancak Antalya ili Kumluca ilçesi kavun seralarında kırmızıörümceklerde direnç gelişim çalışmalarının yapılmaması ve yoğun pestisit uygulamalarının bulunması dolayısıyla bu alanda *T. urticae* popülasyonlarının direnç gelişimi bakımından incelenmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu çalışma sonucunda Antalya ili Kumluca ilçesi kavun seralarında kırmızıörümceklere karşı yaygın olarak kullanılan iki akaristinin *T. urticae* popülasyonlarında duyarlılık kaybına neden olduğu görülmektedir. Bu akaristleri sık aralıklarla

ve arka arkaya kullanmak yerine değişik etki mekanizmasına sahip akarisitler ile rotasyona sokulmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kırmızı örümceklerin teşhisini yapan Prof. Dr. Sultan ÇOBANOĞLU'na ve 4525-YL1-15 No'lu proje ile bu çalışmaya maddi desteğinden dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2013. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, Ankara. (Web sayfası: <http://www.tuik.gov.tr>) (Erişim tarihi: Haziran, 2015).
- Ay, R., Sökeli, E., Karaca, İ. (2005). Response to some acaricides of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) from protected vegetables in Isparta. *Turkish Journal of Agriculture Forestry* 29: 165-175.
- Ay, R., Kara, F.E. (2011). Toxicity, inheritance and biochemistry of clofentezine resistance in *Tetranychus urticae*. *Insect Science* 18(5): 503-511.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein - dye binding. *Analytical Biochemistry* 72: 248-254.
- Goka, K., Takafuji, A. (1992). Enzyme variations among Japanese populations of the two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch. *Applied Entomology Zoology* 27: 141-150.
- Leeuwen, T.V., Pottelberge, S.V., Tirry, L. (2005). Comparative acaricide susceptibility and detoxifying enzyme activities in field-collected resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science* 61: 499-507.
- Leeuwen, T.V., Tirry, L. (2007). Esterase-mediated bifenthrin resistance in a multiresistant strain of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science* 63:150-156.
- LeOra Software, (1994). Polo-pc: a user's guide to probit or logit analysis leora software, Berkeley, pp: 28.
- Lin, H., Chuan-hua, X., Jin-jun, W., Ming, L., Wen-cai, L., Zhi-mo, Z. (2009). Resistance selection and biochemical mechanism of resistance to two acaricides in *Tetranychus cinnabarinus* (Boiduval). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 93: 47-52.
- Moghadama, M.M., Ghadamyaria M., Talebi, K. (2012). Resistance mechanisms to fenazaquin in Iranian populations of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology* 38(2): 138-145.
- Öncüer, C. (1993). Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları (Genişletilmiş 2.Baskı). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Özgen, S., Sekerci, S., Korkut, R. (2014). Honeydew yetiştiriciliğinde organik ve inorganik gübre kaynaklarının fitokimyasal değişimler üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 31 (1): 104-110.
- Pottelberge, S.V., Leeuwen, T.V., Khajeali, J., Tirry, L. (2009). Genetic and biochemical analysis of a laboratory-selected spirodiclofen-resistant strain of *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae). *Pest Management Science* 65: 358-366.
- Rauch, N., Nauen, R. (2003). Spirodiclofen resistance risk assessment in *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae): a biochemical approach. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 74: 91-101.
- Sarı, N., Abak K., Daşgan H.Y. (2000). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Kavun Yetiştiriciliği. TÜBİTAK Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları, Ankara.
- Sato, M.E., Silva, M.Z., Raga, A., Filho, M.F.S. (2005). Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology* 34 (6): 991-998.
- Stumpf, N., Nauen, R. (2002). Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 72: 111-121.
- Tsagkarakou, A., Navajas, M., Rousset F., Pasteur N. (1999). Genetic differentiation in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from greenhouses in France. *Experimental and Applied Acarology* 23: 365-378.
- Tsagkarakou, A., Pasteur, N., Cuany, A., Chevillon C., Navajas, M. (2002). Mechanisms of resistance to organophosphates in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Greece. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 32: 417-427.
- Winer, B.J., Brown, D.R., Michels, K.M. (1991). *Statistical Principles in Experimental Design*, ISBN 0-07-070982-3, New York.
- Yorulmaz, S., Ay, R. (2009). Multiple resistance, detoxifying enzyme activity, and inheritance of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Turkish Journal of Agriculture Forestry* 33: 393-402.