

Isparta İli Elma Bahçelerinden Toplanan *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) Popülasyonlarının Acequinocyl ve Bifenazate Direnç Oranlarının Belirlenmesi

Alper YAMAN¹, Recep AY^{*1}

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 18, Sayı 2,
Sayfa 94-99, 2023

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 18, Issue 2,
Page 94-99, 2023

Öz: Isparta Türkiye'nin önemli elma üretim merkezlerinden birisidir. Isparta'da üretim gerçekleştirilen elma bahçelerinde anahtar zararlılardan birisi de Avrupa kırmızı örümceği, *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae)'dir. Çiftçiler elma bahçelerinde kırmızı örümcek mücadelesinde genellikle kimyasal savaşımı tercih etmektedirler. Akarisitlerin yoğun kullanımı kırmızı örümceklerde direnç gelişimine neden olurken faydalı türlere de olumsuz etkisi olmaktadır. Bu çalışmada Isparta ili elma bahçelerinde zararlı olan Avrupa kırmızı örümceğinin bifenazate ve acequinocyl'e direnç düzeyleri belirlenmiştir. Akarisitlerin kırmızı örümceklere uygulanmasında ilaçlama kulesi yaprak-disk yöntemi kullanılmıştır. Isparta ilinde bulunan elma bahçelerinden toplanan Yalvaç, Gelendost 1, Gelendost 2, Gelendost 3, Marem, Tepeli, Balkırı ve Çünür popülasyonlarının hassas popülasyona göre bifenazate karşı direnç oranları sırasıyla; <1, 1.34, 1.67, 2.24, 1.30, 1.46, <1, <1 olarak belirlenmiştir. Popülasyonların aynı sırasına göre acequinocyl direnç oranları sırasıyla; 1.72, <1, 1.44, <1, 1.14, 1.18, 1.03, <1 olarak bulunmuştur. Bütün bahçe popülasyonları her iki akarisite de ya hassas popülasyonla aynı derecede ya da düşük oranda direnç göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Panonychus ulmi*, acequinocyl, bifenazate, direnç, elma

Determination of Acequinocyl and Bifenazate Resistance Rates Among *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) Populations Collected from Apple Orchards in Isparta Province

Abstract: Isparta is one of Turkey's major apple production centers. The European red mite is one of the most important pests in apple orchards in our province. Chemical control is usually the grower's priority for red mite control in apple orchards. While the extreme use of pesticides leads to the development of resistance in pests, its also has a negative impact on beneficial insect. In this study, resistance ratio of European red mite to bifenazate and acequinocyl was determined in apple orchards of Isparta province. The resistance rates of bifenazate application in Yalvaç, Gelendost 1, Gelendost 2, Gelendost 3, Marem, Tepeli, Balkırı and Çünür populations compared to the sensitive population were <1, 1.34, 1.67, 2.24, 1.30, 1.46, <1, <1., respectively. The acequinocyl resistance rates of the populations in the same order were 1.72, <1, 1.44, <1, 1.14, 1.18, 1.03, <1, respectively. All orchard populations showed resistance to both acaricides either to the same degree as the susceptible population or to a lower degree.

Keywords: *Panonychus ulmi*, acequinocyl, bifenazate, resistance, apple

1. Giriş

Ülkemiz birçok meyve türünün anavatanıdır ve Anadolu coğrafyası binlerce yıl öncesine dayanan yerleşim hayatıyla meyve yetiştiriciliğinin ilk yapıldığı yerlerden biridir. Elma, ülkemizde en fazla yetiştirilen meyve olup, Türkiye'nin tarımsal ekonomisine sağladığı katkı çok

büyüktür (Yanar ve Ecevit, 2009). Isparta İli, ülkemizde elma üretimine öncülük etmektedir. Ülkemizde 2022 yılında üretimi gerçekleştirilen 4.817.500 ton elmanın, dörtte birine yakın miktarı Isparta'da üretilmiştir. Isparta, 214.803 dekar alanda üretilen 1.230.580 ton elma üretiminden elde edilen gelirle bölge ekonomisine büyük

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
recepay@isparta.edu.tr

Alınış (Received): 01/09/2023
Kabul (Accepted): 28/09/2023

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,
Isparta, Türkiye.

katkı sağlamıştır (TÜİK, 2023). Elma üretiminin 2021 yılında Isparta'ya 2 milyar 543 milyon TL katma değeri olmuştur (Anonim, 2021).

Elma üretiminde üretim kalitesini ve üretilen ürün miktarını etkileyen zararlılar içinde, Avrupa kırmızı örümceği *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) ve iki noktalı kırmızı örümcek *Tetranychus urticae* Koch, elma iç kurdundan sonra en fazla zararlı olan türlerdir (Yaman vd., 2016). Kırmızı örümcekler, çoğunlukla yaprak alt yüzeyinde bulunurlar ve bitki öz suyu ile beslenirler (Yaman vd., 2016). Kırmızı örümcekler steyletleri ile yaprak parankim hücrelerinin içeriğini emmek suretiyle yaprak dokusunu zedeleyerek yaprakta; bronzlaşma, solma ve fotosentez için gerekli olan yaprak yüzeyinin küçülmesine neden olurlar (İnanıcı ve Ay, 2018). *Panonychus ulmi* bitkide bulunduğu yapraklarda yoğun beslenme sonucu yaprağın nitrojen miktarını azaltarak güz dönemi öncesi dökülmelere neden olur ve bitkinin verimliliğini olumsuz yönde etkilerler (Yaman vd., 2016). Uygulama kolaylığı ve zararlılarla mücadelelerde daha hızlı sonuç vermesi nedeni ile mücadele yöntemlerinden kimyasal mücadele yaygın olarak kullanılmaktadır. Isparta ilindeki elma üreticileri de zararlılar ile mücadelede de kimyasal savaş yöntemine başvurmakta olup, yılda yaklaşık olarak 12 ila 43 arasında pestisit uygulaması yaptıkları kaydedilmiştir (Demircan ve Yılmaz, 2005). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü'nün 2022 yılı verilerine göre ülkemizde 55.374 ton pestisit tüketilmiş olup bunun 2.462 tonunu akarisitler oluşturmaktadır (TÜİK, 2023).

Kırmızı örümcek mücadelesinde akarisitler gerektiğinde ve entegre mücadele prensiplerine uygun kullanıldığında oldukça etkilidirler. Aktif maddeleri aynı veya aynı grupta yer alan pestisitlerin belirtilen doz miktarı ve uygulama aralığı dışında kullanılması direnç oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Direnç oluşumu ile karşı karşıya kalan çiftçiler, çözüm yolu olarak uygulama doz miktarını arttırmayı ya da daha sık ilaçlama yapmayı tercih etmektedir. Bu durum üretim maliyetini arttırarak, üretilen ürünler üzerinde daha fazla pestisit miktarının kalmasına ve pestisit uygulanması sırasında sık karşılaşılan sürüklenme nedeni ile çevre salığına olumsuz etkiler bırakmaktadır. Direnç gelişimi artan popülasyonlarda, oluşan direnci ortadan kaldırmak çok zor ve zaman isteyen bir süreçtir. Zararlılara karşı yapılan kimyasal mücadele yöntemlerinde direnç gelişimini engelleyici veya geciktirici tedbirler almak büyük önem arz etmektedir (İnanıcı ve Ay, 2018).

Acequinocyl ve bifenazate *P. ulmi* ile savaşında ruhsatlı akarisitlerdir. Bu çalışmanın temel amacı elma bahçelerinin ana zararlısı olan Avrupa kırmızı örümceği (*P. ulmi*)'nin mücadelesinde ruhsatlı olan bifenazate ve acequinocyl'e karşı direnç gelişimlerini belirlemektir. Bu ilaçların, Avrupa kırmızı örümceğinin Isparta elma

bahçelerinde görülen popülasyonlarındaki direnç gelişim düzeyleri bilinmemektedir. Bu bilgiler ışığında zararlı böceklerle kimyasal mücadelede pestisitlere yönelik direnç gelişiminin önlenmesine, özellikle elma üreticisinin maliyetlerini en aza indirmesi açısından Isparta elma bahçelerinde acequinocyl ve bifenazate'in direnç seviyelerinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. *Panonychus ulmi* popülasyonlarının toplanması, kültüre alınması ve yetiştirilmesi

Panonychus ulmi hassas popülasyonu 2012 yılında Bayer Crop Science (Dr. Ralf Nauen, Almanya)'dan temin edilmiştir ve halen bölümümüzde yer alan iklimlendirme kabininde ilaçsız ortamda üretimine devam edilmektedir. Bu popülasyonun üretimi Bayer Crop Science tarafında 1990 yılından 2012 yılına kadar ilaçsız ortamda devam ettirilmiştir. Bahçe popülasyonları ise Isparta ilinde elma üretiminin yoğun yapıldığı Eğirdir ve Gelendost ilçelerinden üçer, Yalvaç ve Isparta merkezden birer örnek alınarak sağlanmıştır (Tablo 1). Rastgele belirlenmiş elma üretim bahçelerinden alınan akar ile bulaşık yapraklar plastik poşetlere koyularak etiketlenmiş ve buz kapları içinde ISUBÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Toksikoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen ve üzerinde *P. ulmi*'nin olduğu düşünülen yapraklar stereo-mikroskop ile incelenerek canlılıkları kontrol edilmiştir. Daha sonra yaprak üzerindeki bireyler seçilerek temiz erik yapraklarına aktarılmış ve iklimlendirme kabininde bulunan, su ile dolu küvetler içerisine yerleştirilmiş olan 2-3 elma (*Malus domestica*, Borckhausen) ve erik (*Prunus domestica*, Angeleno) fidanlarına aktararak üretime alınmıştır.

Tablo 1. *Panonychus ulmi* popülasyonlarının toplanma yer ve tarihleri

Popülasyon Adları	Toplanma Yerleri	Toplanma Tarihleri
Yalvaç	Yalvaç	21.06.2021
Gelendost 1	Gelendost	13.08.2021
Gelendost 2	Gelendost	13.08.2021
Gelendost 3	Gelendost	13.08.2021
Marem	Eğirdir	12.07.2021
Tepeli	Eğirdir	21.06.2022
Balkırı	Eğirdir	07.07.2022
Çünür	Isparta Merkez	15.08.2022
Hassas	Bayer CropScience	2012

Panonychus ulmi popülasyonları içi su dolu küvetler içerisindeki saksılara dikili elma ve erik fidanlarında yetiştirilmiştir. *P. ulmi* popülasyonlarının yetiştirildiği iklimlendirme odası 25±1°C sıcaklık, %60±5 nem ve 16:8 (A:K) fotoperiyot koşullarına ayarlanmıştır. Elma ve erik fidanlarının üretimleri de 24±1°C sıcaklıkta ve 16:8 (A:K) fotoperiyot koşullarının sağlandığı iklim odasında yapılmıştır.

Tablo 2. Denemede kullanılan akarisitlerin genel özellikleri ve kullanım dozları

Akarisitler	Grubu	Formülasyon	Etkili madde miktarı	Ticari adı	Elmada uygulama dozu	Hasat süresi (Gün)
Acequinocyl	20B	SC	156 g/L	Kanamite	125 mL/100 L	28
Bifenazate	25	SC	240 g/L	Floramite	200 mL/100 L	14

2.2. Denemede kullanılan akarisitler ve özellikleri

Çalışmada entegre mücadele programları ile uyumlu acequinocyl ve bifenazate etkili akarisitler tercih edilmiştir. Bu akarisitlerin genel olarak doğal düşmanlara etkisi sınırlıdır (İnak ve Çobanoğlu 2016). Kullanılan ilaçların genel özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

2.3. Biyoassay çalışmaları

Acequinocyl ve bifenazate etkili maddeye sahip akarisitler kırmızı örümceklerin yumurta, larva, nimf ve ergin dönemlerinde etkili olmaları nedeni ile biyoassay denemelerinde akarların ergin dönemleri kullanılmıştır. *P. ulmi*’nin akarisitlere karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerini belirlemek için öncelikle ilaçların önerilen dozu göz önünde bulundurularak ön denemelerde popülasyonlarda en yüksek (%90-99) ölüm veren dozlar saptanmıştır. Belirlenen bu dozlar her seferinde yarı yarıya saf su ile seyreltilerek yeni dozlar elde edilmiş, popülasyonlarda %10 ve %90-99 ölüm veren dozlar ile ara dozlar ayarlanmıştır. Hazırlanan ilk dozdan itibaren ilaç konsantrasyonları %50 seyreltilerek, denemeler en az 6 doz olarak hazırlanmıştır. Deneme her bir dozdan ve kontrolden üçer tekerrür olacak şekilde kurulmuştur. Kontrol grubuna ise sadece saf su uygulanmıştır.

Akarisitlerin uygulanması için öncelikli olarak 60 mm çapındaki petri tabanına pamuk yerleştirilmiş ve yerleştirilen pamuk saf su ile ıslatılmıştır. Bu ıslak pamukların üzerine 40 mm çapındaki erik yaprağı alt yüzeyi üste gelecek şekilde yerleştirilmiş ve üzerine yaklaşık 15-20 *P. ulmi* ergini stereo mikroskop altında bir fırça yardımı ile aktarılmıştır. Bu petri hazırlanan ilaç konsantrasyonları ile ilaçlama kulesinde 1 bar basınç altında ilaçlanmıştır. Her petriye 2 ml ilaç püskürtülmüştür. Kontrole sadece saf su uygulanmıştır. Petriyer yaklaşık 30 dk. havalandırılarak, 26±1°C sıcaklık, %60-65 nem ve 16:8 (A:K) fotoperiyot koşullarına sahip iklim odasına aktarılmıştır. Ölü canlı değerlendirilmesi 48 saat sonra yapılmıştır. *P. ulmi* popülasyonlarının 48 saat sonra belirlenen ölüm verilerinden yararlanılarak POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, 1994) LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri belirlenmiştir. Bahçe popülasyonlarının LC₅₀, LC₉₀ değerlerinin hassas popülasyona ait (başlangıç popülasyonu) LC₅₀ ve LC₉₀ değerine oranlanması ile akarisitler için popülasyonların direnç oranları elde edilmiştir. LC₅₀ değerlerine göre direnç oranları DO ≤ 10 kat olanlar düşük oranda dirençli, 10 < DO ≤ 40 kat olanlar orta, 40 < DO ≤ 160 arası olanlar yüksek ve 160 < DO olanlar çok yüksek dirençliler olarak sınıflandırılmıştır (Kim vd., 2004).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. *Panonychus ulmi* popülasyonlarının acequinocyl’e karşı gösterdikleri direnç düzeyleri

Isparta elma üretim alanlarından alınan *P. ulmi* popülasyonlarında, acequinocyl’in LC₅₀ değerleri Yalvaç popülasyonunda 7.96, Gelendost 1 popülasyonunda 2.15, Gelendost 2 popülasyonunda 6.65, Gelendost 3 popülasyonunda 4.04, Marem popülasyonunda 5.62, Tepeli popülasyonunda 5.08, Balkırı popülasyonunda 4.73, Çünür popülasyonunda 3.70 µL/100mL saf su olarak belirlenmiştir. Popülasyonların acequinocyl LC₉₀ değerleri ise yine belirtilen sıraya göre; 55.70, 9.68, 51.63, 15.52, 45.40, 27.44, 26.02 ve 18.61 µL/100mL saf su olarak bulunmuştur (Tablo 3). Hassas popülasyonun acequinocyl LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ise 4.63 ve 26.90 µL/100mL saf su olarak tespit edilmiştir. Yalvaç, Gelendost 1, Gelendost 2, Gelendost 3, Marem, Tepeli, Çünür popülasyonlarının hassas popülasyona göre acequinocyl direnç oranları sırasıyla; 1.72, 0.47, 1.44, 1.18, 1.03 ve 0.80 kat olarak bulunmuştur (Tablo 3). Isparta ili elma bahçelerinden toplanan Yalvaç ve Gelendost 1 dışındaki diğer popülasyonlar ile hassas popülasyon arasında acequinocyl’e karşı LC₅₀ değerleri açısından önemli bir farklılık belirlenmemiştir, yani bu popülasyonların acequinocyl’e duyarlılıkları hassas popülasyonla benzer (eşit) olmuştur (P>0.05) (Tablo 3). Yalvaç ve Gelendost 1 popülasyonlarının acequinocyl’e duyarlılığı hassas popülasyondan farklı olmuştur (P<0.05). Yalvaç popülasyonu hassas popülasyona göre acequinocyl LC₅₀ değeri 1.72 kat, LC₉₀ değeri bakımından 2.10 kat direnç göstermiştir ve LC₅₀ değerine göre düşük oranda direnç göstermiştir (P<0.05). Gelendost 1 popülasyonu ise hassas popülasyonundan acequinocyl’e daha duyarlı olmuştur (P<0.05). Tüm bahçe popülasyonlarının doz tepki eğrisi hassas popülasyonun doz tepki eğrisine paralel olmuştur (P>0.05), (Tablo 3).

3.2. *Panonychus ulmi* popülasyonlarının bifenazate’ye gösterdikleri direnç düzeyleri

Isparta elma üretim alanlarından alınan *P. ulmi* bireylerinde, bifenazate’in LC₅₀ değerleri için Yalvaç popülasyonunda 17.52, Gelendost 1 popülasyonunda 14.04, Gelendost 2 popülasyonunda 17.51, Gelendost 3 popülasyonunda 23.42, Marem popülasyonunda 13.52, Tepeli popülasyonunda 10.17, Balkırı popülasyonunda 4.75, Çünür popülasyonunda 8.83 µL/100 mL saf su bulunmuştur. Popülasyonların bifenazate LC₉₀ değerleri ise yine belirtilen sıraya bağlı olarak; 107.80, 123.26, 107.80, 210.81, 90.21, 100.00, 26.02, 117.28 µL/100 mL

Tablo 3. *Panonychus ulmi* popülasyonlarının acequinocyl'e karşı gösterdikleri direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±sh	X ² /Sd	LC ₁₀ (μL/100 mL) (%95 güven aralığı)	LC ₅₀ (μL/100 mL) (%95 güven aralığı)	LC ₉₀ (μL/100 mL) (%95 güven aralığı)	Direnç oranı LC ₅₀ (%95 güven aralığı)	Direnç oranı LC ₉₀ (%95 güven aralığı)	Eşitlik hipotezi	Paralellik hipotezi
Hassas	309	1.68±0.16	4.98/5	0.80 (0.50-1.13)	4.63 (3.70-5.84)	26.90 (19.03-43.00)	-	-	-	-
Yalvaç	251	1.52±0.17	7.70/5	1.14 (0.35-2.13)	7.96 (5.00-13.00)	55.70 (28.90-192.32)	1.72 (1.20-2.47)	2.07 (1.10-4.03)	Eşit Değil	Paralel
Gelendost 1	237	1.96±0.24	1.46/4	0.48 (0.26-0.72)	2.15 (1.34-2.75)	9.68 (6.95-15.76)	0.47 (0.33-0.66)	0.36 (0.20-0.63)	Eşit Değil	Paralel
Gelendost 2	230	1.44±0.23	0.93/4	0.86 (0.30-1.56)	6.65 (4.51-9.49)	51.63 (30.05-131.02)	1.44 (0.93-2.21)	1.92 (0.86-4.30)	Eşit	Paralel
Gelendost 3	267	2.20±0.28	0.32/5	1.05 (0.54-1.61)	4.04 (2.94-5.23)	15.52 (11.50-23.81)	0.87 (0.61-1.26)	0.58 (0.34-0.99)	Eşit	Paralel
Marem	227	1.77±0.30	9.70/4	0.70 (0.36-1.06)	5.62 (4.12-8.43)	45.40 (24.10-131.57)	1.14 (0.70-1.90)	0.75 (0.29-1.95)	Eşit	Paralel
Tepeli	344	1.75±0.20	3.32/6	0.94 (0.48-1.48)	5.08 (3.74-6.61)	27.44 (19.74-43.34)	1.18 (0.75-1.60)	1.01 (0.58-1.78)	Eşit	Paralel
Balkırı	220	1.74±0.21	0.37/4	0.87 (0.45-1.33)	4.75 (3.63-6.12)	26.02 (17.80-46.18)	1.03 (0.73-1.45)	0.97 (0.52-1.79)	Eşit	Paralel
Çünür	225	1.82±0.23	4.69/4	0.73 (0.15-1.50)	3.70 (1.96-5.76)	18.61 (11.00-52.38)	0.80 (0.54-1.19)	0.69 (0.38-1.26)	Eşit	Paralel

*n: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

saf su olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Hassas popülasyonun bifenazate LC₅₀, LC₉₀ değerleri ise 10.50 ve 83.52 μL/100mL olarak tespit edilmiştir. Yalvaç, Gelendost 1, Gelendost 2, Gelendost 3, Marem, Tepeli, Balkırı, Çünür popülasyonlarının hassas popülasyona göre bifenazate'in direnç oranları LC₅₀ değerlerine göre sırasıyla; 0.45, 1.34, 1.67, 2.24, 1.30, 1.46, 0.97 ve 0.84 kat olarak bulunmuştur (Tablo 4). Isparta ili elma bahçelerinden toplanan Yalvaç, Gelendost 2 ve 3 popülasyonları dışındaki popülasyonlar ile hassas popülasyon arasında bifenazate'e karşı LC₅₀ değerleri açısından önemli bir farklılık (eşitsizlik) belirlenmemiştir (P>0.05). Gelendost 2 ve 3 popülasyonları hassas popülasyona göre bifenazate'e düşük oranda direnç gösterirken, Yalvaç popülasyonu daha duyarlı bulunmuştur (Tablo 4). Tüm bahçe popülasyonlarının doz tepki eğrisi hassas popülasyonun doz tepki eğrisine paralel olmuştur (P>0.05), (Tablo 4).

Türkiye'de ve dünyada akarların, özellikle *T. urticae*'nin akarisitlere karşı direnç seviyelerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yer almaktadır. Fakat üretiminin zor olması nedeni ile *P. ulmi* de yapılan çalışmalar sınırlıdır (Çağatay vd., 2014). Ülkemizde ve dünyada *P. ulmi*'nin bifenazate ve acequinocyl karşı direnç gelişimi konusunda bir çalışma bulunmamıştır. Ancak her iki akarosite karşı *T. urticae*'de yapılmış çalışmalar vardır. Fotoukii vd. (2020), Avrupa'nın farklı ülkelerinden topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının bifenazate'e karşı 6.11-37.71 kat, acequinocyl'e karşı 1.69-125.16 kat direnç geliştirdiğini belirlemişlerdir. Lee (2003), Kore'den farklı bölgelerden topladığı 8 *T. urticae* popülasyonunun bifenazate'e 0.8-8.7 kat, acequinocyl'e karşı 1.0-72.3 kat direnç geliştirdiğini bulmuştur. Yapılan birçok çalışmada *P. ulmi* popülasyonlarının farklı akarisitlere de direnç

geliştirdiği bulunmuştur (Kumral vd., 2009; Çağatay vd., 2014; Rameshgar vd., 2019a; Rameshgar vd., 2019b; Badieinia vd., 2020; Yaghoobi vd., 2021). Kumral ve Kovancı (2007) Bursa ilindeki elma üretim alanlarından aldıkları *P. ulmi*'nin LC₅₀ değerlerine göre amitraz'a 2.2-11.9, dicofol'e 0.8-3.6, bromopylate için 1.0-22.5 ve fenpyroximate için ise 0.9-7.9 kat direnç geliştirdiğini belirtmişlerdir. Çağatay vd. (2014), Isparta ili elma bahçelerinden toplamış oldukları *P. ulmi* popülasyonlarının LC₅₀ değerlerine göre abamectin, chlorpyrifos ethyl ve bifentrin'e karşı belirlemiş oldukları direnç oranlarının sırasıyla 0.75-2.25, 0.57-1.76 ve 1.19-3.78 kat olduğunu bildirmişlerdir.

P. ulmi'nin kimyasal mücadelesinde aynı aktif maddeli akarisitlerin sürekli kullanımı direnç gelişimine neden olmaktadır. Isparta ili elma bahçelerinde *P. ulmi* popülasyonlarının acequinocyl ve bifenazate'e karşı direnç gelişimi çalışmaları süresince, bölgede üreticiler ve bitki koruma ürünleri satan bayiler ile yapılan görüşmelerde acequinocyl ve bifenazate etken maddeli akarisitlerin üreticiler tarafından bilinmediği, bitki koruma ürünleri bayileri ise piyasadaki ekonomik değerinin yüksek olmasından dolayı tercih edilmediği beyan edilmiş, bölgede daha çok abamectin grubu akarisitlerin kullanıldığı tespit edilmiştir.

Mevcut çalışmaya göre Isparta elma üretim alanlarından alınan *P. ulmi* popülasyonları bifenazate ve acequinocyl'e yönelik bazı popülasyonlardaki çok düşük direnç dışında önemli bir direnç geliştirmemişlerdir. Bu iki akarisit'in predator akarlara da etkisi sınırlı olduğu bazı çalışmalarda rapor edilmiştir (Kim ve Seo 2001; Kim ve Yoo, 2002). Van de Veireve Tirry (2003) bifenazate'in *Encarsia formosa*

Tablo 4. *Panonychus ulmi* popülasyonlarının bifenazate'e karşı gösterdikleri direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±sh	X ² / sd	LC ₁₀ (µL/100 mL) (%95 güven aralığı)	LC ₅₀ (µL/100 mL) (%95 güven aralığı)	LC ₉₀ (µL/100 mL) (%95 güven aralığı)	Direnç oranı LC ₅₀ (%95 güven aralığı)	Direnç oranı LC ₉₀ (%95 güven aralığı)	Eşitlik hipotezi	Paralellik hipotezi
Hassas	374	1.42±0.21	1.49/7	1.32 (0.52 – 2.37)	10.50 (7.15-14.50)	83.52 (53.75-162.54)	-	-	-	-
Yalvaç	249	1.62±0.21	0.05/4	2.85 (1.34-4.59)	17.52 (12.85-23.37)	107.80 (70.30-209.00)	0.45 (0.25-0.80)	0.90 (0.34-2.41)	Eşit Değil	Paralel
Gelendost 1	238	1.36±0.20	0.35/4	1.60 (0.57-2.95)	14.04 (9.63-19.59)	123.26 (73.64-286.75)	1.34 (0.82-2.19)	1.48 (0.64-3.41)	Eşit	Paralel
Gelendost 2	249	1.62±0.23	0.05/4	2.85 (1.34-4.59)	17.51 (12.85-23.37)	107.80 (70.30-208.97)	1.67 (1.06-2.63)	1.29 (0.61-2.73)	Eşit Değil	Paralel
Gelendost 3	298	1.34±0.16	2.35/5	2.60 (1.21-4.31)	23.42 (17.44-30.92)	210.81 (133.35-418.5)	2.24 (1.41-3.54)	2.52 (1.17-5.46)	Eşit Değil	Paralel
Marem	281	1.55±0.19	0.50/5	2.03 (0.90-3.42)	13.52 (9.50-18.41)	90.21 (59.64-166.08)	1.30 (0.80-2.08)	1.08 (0.52-2.24)	Eşit	Paralel
Tepeli	238	1.57±0.22	2.22/4	1.52 (0.61-2.66)	10.17 (7.06-13.80)	100.00 (44.29-133.08)	1.46 (0.91-2.34)	1.20 (0.56-2.55)	Eşit	Paralel
Balkırı	220	1.55±0.21	0.37/4	0.87 (0.45-1.33)	4.75 (3.63-6.12)	26.02 (17.80-46.18)	0.97 (0.60-1.56)	0.81 (0.38-1.72)	Eşit	Paralel
Çünür	285	1.14±0.13	1.50/6	0.66 (0.28-1.17)	8.83 (6.32-12.32)	117.28 (66.45-277.00)	0.84 (0.52-1.36)	1.40 (0.58-3.37)	Eşit	Paralel

*n: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

Gahan, *Macrolophus caliginosus* Wagner, *Orius laevigatus* (Fieber) ve *Amblyseius californicus* (McGregor)'a zararsız olduğunu, serada zararlıların yönetiminde biyolojik mücadele etmenleri ile uyumlu bir şekilde kullanılabileceğini bildirmiştir. Irigaray vd. (2006) ise bifenazate'in *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) 'un dişilerinin ergin ömrünü kısaltmadığını, acequinocyl'in ise kısalttığını ve ayrıca bifenazate ve acequinocyl'in kontrole göre bu avcı akarda yumurta verimini %67 ve %65 oranında azalttığını ve yeni nesil oluşmadığını bildirmişlerdir. Bu akarisitlerin IPM programları içerisinde gerektiğinde kullanılması halinde direnç gelişimi geciktirilmiş ve ayrıca bazı doğal düşmanlar da korunmuş olacaktır.

4. Sonuç

Elma bahçelerinde zararlılar ile mücadele de pestisit direncini geriye döndürmek için öncelikle kimyasal mücadele yerine diğer mücadele yöntemleri tercih edilmeli, kimyasal mücadelenin kaçınılmaz olduğu durumlarda direnç gelişimleri izlenmeli, aynı etki mekanizmasına sahip veya aynı grup akarisitler ard arda kullanılmamalıdır. İlaç uygulamalarında *P. ulmi*'nin hassasiyet gösterdiği akarisitler ile rotasyon yapılmalıdır.

Teşekkür

Çalışma Alper Yaman'ın Yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Yazar Katkı Oranları

Çalışma A.Y. tarafından yapılmış ve yazılmıştır. R.A. çalışmanın planlamasına katkı sağlamış ve son halini gözden geçirmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Kaynakça

- Anonim. (2021). Elma Sektör Toplantısı. <http://www.isparta.gov.tr/elma-sektor-toplantisi-gerceklesti> (Son erişim, 26.09.2023)
- Badieinia, F., Khajehali, J., Nauen, R., Dermauw, W., & Van Leeuwen, T. (2020). Metabolic mechanisms of resistance to spiroadiclofen and spiromesifen in Iranian populations of *Panonychus ulmi*. *Crop Protection*, 134, 105166.
- Çağatay, N. S., Salman, S. Y., 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.

- Demircan, V., & Yılmaz, H. (2005). Isparta ili elma üretiminde tarımsal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık ve ekonomik açıdan analizi. *Ekoloji*, 14(57), 15-25.
- Fotoukkaai, S. M., Tan, Z., Xue, W., Wybouw, N., & Van Leeuwen, T. (2020). Identification and characterization of new mutations in mitochondrial cytochrome b that confer resistance to bifenazate and acequinocyl in the spider mite *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, 76(3), 1154-1163.
- Irigaray, F. J. S. D. C., & Zalom, F. G. (2006). Side effects of five new acaricides on the predator *Galendromus occidentalis* (Acari, Phytoseiidae). *Experimental & Applied Acarology*, 38, 299-305.
- İnanıcı, M.A. & Ay, R. (2018). Milbemectin ile seleksiyon yapılmış *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) popülasyonunda direnç, direnç kalıtımı ve bazı detoksifikasyon enzimlerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1):17-26.
- Kim, S. S., & Seo, S. G. (2001). Relative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Applied Entomology and Zoology*, 36(4), 509-514.
- Kim, S. S., & Yoo, S. S. (2002). Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *BioControl*, 47, 563-573.
- Kim, Y. J., Lee, S. H., Lee, S. W., & Ahn, Y. J. (2004). Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross-resistance and biochemical resistance mechanisms. *Pest Management Science*, 60(10), 1001-1006.
- Kumral, N.A., & Kovanci, B. (2007). Susceptibility of female populations of *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) to some acaricides in apple orchards. *Journal of Pest Science*, 80, 131-137.
- Kumral, N.A., Susurluk, H., Gençer, N.S., & Gürkan, M.O. (2009). Resistance to chlorpyrifos and lambda-cyhalothrin along with detoxifying enzyme activities in field-collected female populations of European Red Mite, *Phytoparasitica*, 37, 7-15.
- LeOra Software (1994). Polo-pc: a user's guide to probit or logit analysis, Leora Software, 1119 Shattuck Avenue, Berkeley, CA 94707, 28 p.
- Rameshgar, F., Khajehali, J., Nauen, R., Bajda, S., Jonckheere, W., Dermauw, W., & Van Leeuwen, T. (2019a). Point mutations in the voltage-gated sodium channel gene associated with pyrethroid resistance in Iranian populations of the European red mite *Panonychus ulmi*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 157, 80-87.
- Rameshgar, F., Khajehali, J., Nauen, R., Dermauw, W., & Van Leeuwen, T. (2019b). Characterization of abamectin resistance in Iranian populations of European red mite, *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae). *Crop Protection*, 104903.
- TÜİK (2023). Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, Ankara. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Son erişim tarihi: 31.08.2023)
- Yaghoobi, R., Khajehali, J., Alavijeh, E. S., Nauen, R., Dermauw, W., & Van Leeuwen, T. (2021). Fenpyroximate resistance in Iranian populations of the European red mite *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 83, 69-79.
- Yaman, Y., Yorulmaz Salman, S., & Ay, R. (2016). Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* Koch'nin bazı akarisitlere karşı duyarlılık ve detoksifikasyon enzim düzeyleri. *Akdeniz Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(2), 249-260.
- Yanar, D., & Ecevit, O. (2009). Elma bahçelerinde faydalı ve zararlı akar türlerinin çeşit tercihi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1), 131-137.
- Van de Veire, M., & Tirry, L. (2003). Side effects of pesticides on four species of beneficials used in IPM in glasshouse vegetable crops: "worst case" laboratory tests. *IOBC WPRS Bulletin*, 26(5), 41-50.