

Kiraz ve Nektarin Bahçelerinde Kiraz Sirkesineği, *Drosophila suzukii*' nin Matsumura 1931 (Diptera: Drosophilidae) Ergin Popülasyon Değişimi ve Zarar Oranının Belirlenmesi

Pınar ARIDICI KARA¹, M. Rifat ULUSOY²

¹Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, ²Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-8406-2510>, ²<https://orcid.org/0000-0001-6610-1398>

✉: pinar.aridicikara@tarimorman.gov.tr

ÖZET

Drosophila suzukii Matsumura 1931 (Diptera: Drosophilidae) meyvelerde ekonomik anlamda zararlara yol açan istilacı bir türdür. Bu çalışmada *D.suzukii*'nin Adana ve Mersin illerinde nektarin ve kiraz bahçelerinde ergin popülasyon değişimi ve zarar oranı belirlenmiş, ayrıca tercih ettiği meyve olgunluk dönemleri tespit edilmiştir. Adana ve Mersin illerinde 2017-2018 yıllarında, dörder adet nektarin ve kiraz bahçesinde yürütülen çalışmada elma sirkesi ile hazırlanan tuzaklar kullanılmıştır. Çalışma sonucunda *D. suzukii* popülasyonunun ilkbaharda meyvelere ben düşme (sarı olum) olarak nitelendirilen meyvelerin renk değiştirerek şekerlenmeye başladığı dönem ile hasat dönemi arasında ve sonbahar aylarında arttığı tespit edilmiştir. Zararlı erginlerinin yumurta bırakmak için meyvelerin pembe-kırmızı ve koyu kırmızı olgunluk dönemini tercih ettiği belirlenmiş, bununla birlikte zararın da bu dönemde meydana geldiği tespit edilmiştir. Erkençi nektarin çeşitlerinde herhangi bir zarar tespit edilmezken, kirazlarda ilk yıl % 2 ve ikinci yıl % 62 oranında zarar tespit edilmiştir.

Bitki Koruma

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 02.04.2021

Kabul Tarihi : 08.07.2021

Anahtar Kelimeler

Drosophila suzukii

Popülasyon takibi

Zarar oranı

Nektarin

Kiraz

Determination of Adult Population Fluctuation and Damage Rate of *Drosophila suzukii* Matsumura 1931 (Diptera: Drosophilidae) in Cherry and Nectarine Orchards

ABSTRACT

Drosophila suzukii Matsumura 1931 (Diptera: Drosophilidae) is an invasive species causing significant economic damage in fruits. In this study, the change of adult population and damage rate as well as the preference of fruit maturity periods in the nectarine and cherry orchards were determined. Prepared apple cider vinegar traps were used in four nectarine and four cherry orchards in Adana and Mersin provinces between 2017-2018. As a result of the study, it was found that the *D. suzukii* population increased between the period when the fruits, which were described as becoming juicy (yellow maturation) in the spring, began to sugar by changing color, and the harvest period and in autumn months. It was also observed that the pest adults preferred the pink-red and dark red maturity period of the fruits to lay eggs and with this, the damage also occurred during this period. While no damage was detected in early nectarine varieties, 2% damage was detected in the first year and 62% in the second year in cherries.

Plant Protection

Research Article

Article History

Received : 02.04.2021

Accepted : 08.07.2021

Keywords

Drosophila suzukii

Population development

Damage Rate

Nectarine

Cherry

Atf Şekli: Arıdıcı Kara P, Ulusoy MR 2022. Kiraz ve Nektarin Bahçelerinde Kiraz sirkesineği, *Drosophila suzukii* nin Matsumura 1931 (Diptera: Drosophilidae) Ergin Popülasyon Değişimi ve Zarar Oranının Belirlenmesi,. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (Ek Sayı 1): 164-175. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.908328>.

To Cite : Arıdıcı Kara P, Ulusoy MR 2022. Determination of Adult Population Fluctuation and Damage Rate of *Drosophila suzukii* Matsumura 1931 (Diptera: Drosophilidae) in Cherry and Nectarine Orchards. KSU J. Agric Nat 25 (Suppl 1): 164-175. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.908328>.

GİRİŞ

Dünyada istilacı bir tür olarak tanınan Kiraz sirkesineği, *Drosophila suzukii* Matsumura 1931 (Diptera: Drosophilidae) toleransı sıfır bir karantina

etmenidir (Eppo 2021a). Asya orjinli bir zararlı olan *D. suzukii*, ilk olarak 1916 yılında, Japonya'da tespit edilmiştir (Kanzawa,1939). Daha sonra Çin, Kore, Amerika Birleşik Devletleri ve İspanya'da varlığı

ortaya çıkarılmıştır (Kanzawa, 1936; Guo, 2007; Grassi ve ark., 2009, Walsh ve ark. 2011.; Calabria ve ark., 2012; Asplen ve ark., 2015). Polifag bir tür olan bu zararlı çilek, ahududu, böğürtlen, kiraz, erik, şeftali, nektarin, kaysı, elma, armut, yaban mersini ve üzüm olmak üzere geniş bir konukçu potansiyeline sahiptir (Kanzawa, 1939; Rossi Stacconi ve ark., 2015; Eppo, 2021b). *Drosophila suzukii*'nin ekonomik anlamda en önemli zararı kiraz ile üzümü meyvelerde görülmektedir (Kanzawa, 1939; Kawase ve ark., 2007; Lee ve ark., 2011; Goodhue ve ark., 2011; Walsh ve ark., 2011; Bellamy ve ark., 2013; Cini ve ark., 2012; Asplen ve ark., 2015; Wiman ve ark., 2016). Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nin batı eyaletlerinde yaklaşık olarak her yıl 500 milyon dolar, doğusunda ise 207 milyon doların üzerinde ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Wiman ve ark., 2016). Fransa ve İtalya'da kiraz, çilek, ahududu, böğürtlen, yabanimersini elma ve şeftali gibi ürünlerde özellikle %100'e varan oranda zarar yaptığı belirtilmiştir (Cini ve ark., 2012; Weydert ve Mandrin, 2013). Türkiye'de ilk olarak 2014 yılında Erzurum'da çilekte saptanmış (Lengyel ve ark., 2015; Orhan ve ark., 2016), daha sonra Karaman, Adana, Bolu, Çanakkale gibi bir çok yerde tespit edilmiştir (Öğür ve ark., 2018, Efil 2018, Arıdıcı-Kara ve Ulusoy, 2019, Kaçar ve Koca 2020). *Drosophila suzukii* yüksek üreme potansiyeline sahip olduğundan hızlı bir şekilde popülasyonu artmakta ve ortam koşullarına bağlı olarak yılda yaklaşık 13 döl verebilmektedir (Kanzawa, 1939; Wiman ve ark., 2016).

Drosophila suzukii dişileri testere benzeri ovipozitör yardımı ile yumurtalarını, olgunlaşmış sağlıklı meyvelerin içine bırakırlar. Yumurtadan çıkan larvalar meyve kabuğunun altında meyvenin etli ve sulu kısmında beslenerek meyveye esas zararı vermektedir. Gelişmesini tamamlayan larva çoğunlukla meyvede pupa dönemine geçer. Zarar gören meyvelerde yumuşama ve çökme görülerek, etrafa ağır bir sirke kokusu yayılır. Diğer saprofit türlerinde meyvelerde beslenmesi ile birlikte meyveler hasat edilemez duruma gelir (Rossi Stacconi ve ark. 2015).

Kısa sürede hızlı bir şekilde çoğalabilen ve karantina etmeni olan *D. suzukii*'nin popülasyonunu etkileyen kriterlerin başında yüksek nem ve sıcaklık gelmektedir (Wiman ve ark., 2016). Türkiye'de meyve yetiştiriciliği yönünden önemli bir paya sahip olan Doğu Akdeniz Bölgesi, iklim özellikleri ve ürün zenginliği açısından *D. suzukii*'nin yıl boyunca zarar yapmasına ve popülasyon yoğunluğunda önemli artışa olanak sunmaktadır. Bu çalışma ile meyve ihracatı için büyük bir tehdit oluşturan *D. suzukii*'nin zarar oranı, tercih ettiği meyve olgunluk dönemleri ile ergin popülasyon değişimi belirlenerek, zararlının mücadelesinde kullanılacak bazı önemli özellikler

belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Drosophila suzukii Matsumara'nın Ergin Popülasyon Değişiminin Belirlenmesi

Çalışma, 2017- 2018 yıllarında Adana (Seyhan Yalmanlı ve Dervişler Mahallelerinde 13 ve 14 da, Saimbeyli ilçesi Kalesekisi Mahallesi 11 ve 25 da alana sahip bahçeler) ve Mersin'de (Toroslar ilçesi Çopurlu ve Karaisalı Mahallelerinde 12 ve 10 da, Athlar Mahallesi 25 ve 5 da alana sahip bahçeler), ikişer adet nektarin (Laura çeşidi) ve kiraz bahçesi (Ziraat 0900 çeşidi) olmak üzere toplam sekiz adet bahçede yürütülmüştür (Çizelge 1). Çalışmada elma sirkesinden hazırlanan tuzaklar kullanılmıştır.

Bu amaçla, 500 ml'lik pet şişelerin ağız kısmına yakın 3 mm çapında 8-10 adet delik açılmış ve içerisine 250 ml elma sirkesi konularak oluşturulan tuzaklar kullanılmıştır. Tuzaklardan, her bahçeye 4'er adet olacak şekilde ağaçların kuzey yönüne, yerden yaklaşık 1,5 m yüksekliğe ve ağacın dışa bakan dallarına asılmıştır (Wang ve ark., 2016). Tuzaklar kiraz (12 nisan 2017) ve nektarinde (20 Şubat 2017) çiçeklenme döneminde asılmış ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında haftada bir, kışın ise iki haftada bir yenisi ile değiştirilerek yıl boyunca bahçelerde bırakılmıştır. Deneme bahçelerinden toplanan tuzaklar laboratuvara getirilmiş ve sirke süzöldükten sonra yakalanan *D.suzukii* erginleri stereobinoküler mikroskop altında erkek / dişi ayrımı yapılarak sayılmıştır (Wang ve ark., 2016). Çalışmanın yürütüldüğü bahçelere ait meteorolojik veriler hobo cihazı ile günlük olarak kaydedilmiştir. Bahçelerin özellikleri ve nektarin bahçelerinde thrips, meyvekurdları ile kiraz bahçelerinde Kiraz sineği ve *D.suzukii* ye karşı yapılan insektisit uygulamaları Çizelge 1'de verilmiştir. Deneme bahçelerinde üreticiler tarafından yapılan uygulamalara müdahale edilmemiştir.

Drosophila suzukii Matsumara'nın Zarar Oranı ve Tercih Ettiği Meyve Olgunluk Dönemlerinin Belirlenmesi

Drosophila suzukii ergin popülasyonunun izlendiği Adana ve Mersin illeri nektarin ve kiraz bahçelerinde, hasat öncesinde kurtlu meyve oranını tespit etmek amacıyla, deneme parselini temsil edecek şekilde rastgele seçilen 25 ağacın 4 yönünden nektarinde birer ve kirazlarda ikişer adet olmak üzere nektarinlerde 4 (toplam 100 adet meyve) ve kirazda ise 8 adet meyve (toplam 200 adet meyve) gözle ve lup yardımı ile kontrol edilmiştir. Ayrıca kirazlardan sağlam görünen meyvelerden toplanarak laboratuvarında bir gün süreyle %10'luk tuz eriyiği içerisinde bekletilmiş ve larva çıkışına göre zarar görüp görmedikleri tespit edilmeye çalışılmıştır (Timmeren ve ark. 2017).

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü bahçelerin özellikleri

Table 1. Features of fruit orchards where the trial was conducted

Bahçe	Meyve	Alan (da)	İnsektisit uygulaması
Adana Seyhan Yalmanlı (1. bahçe)	Nektarin Laura	13	1. yıl 01.03.17 Spinetoram 10.04.17 Cypermethrin + Spinetoram 01.05.17 Cypermethrin 2. yıl 18.02.18 Spinetoram 07.03.18 Spinetoram 28.04.18 Cypermethrin + Spinetoram 01.05.18 Cypermethrin
Adana Seyhan Dervişler (2. bahçe)	Nektarin Laura	14	1. yıl 01.02.17 Spinetoram%25 WG 10.03.17 Spinosad+ Spinetoram 01.04.17 Spinosad 15.04.17 Spinosad 2.yıl 18.02.18 Spinetoram %25 WG 07.03.18 Spinetoram %25 WG 28.03.18 Spinosad + Spinetoram 01.04.18 Spinosad
Adana Saimbeyli Kalesekisi (1. bahçe)	Kiraz Ziraat 0900	11	*1.yıl 05.05.17 Deltamethrin
Adana Saimbeyli Kalesekisi (2. bahçe)	Kiraz Ziraat 0900	25	30.05.17 Cypermethrin, 05.06.17 Cypermethrin, 10.06.17 Malathion 16.06.17 Malathion 2.yıl 2.05.18 Deltamethrin 18.05.18 Deltamethrin 30.05.18 Thiacloprid 15.05.18 Thiacloprid
Mersin Toroslar Çopurlu (1. bahçe)	Nektarin Laura	12	*1. yıl 24.02.17 Deltamethrin
Mersin Toroslar Karaisalı (2. bahçe)	Nektarin Laura	10	25.03.17 Thiacloprid 20.04.17 Thiacloprid 28.04.17 Thiacloprid 20.05.17 Deltamethrin +Malathion 2.yıl 24.02.18 Deltamethrin 22.03.18 Thiacloprid 20.04.18 Thiacloprid 1.05.18 Deltamethrin +Malathion
Mersin Toroslar Atlılar (1. bahçe)	Kiraz Ziraat 0900	25	*1. yıl 24.02.17 Deltamethrin
Mersin Toroslar Atlılar (2. bahçe)	Kiraz Ziraat 0900	5	22.03.17 Thiacloprid 20.04.17 Thiacloprid 28.04.17 Thiacloprid 05.05.17 Thiacloprid 20.05.17 Deltamethrin +Malathion 20.07.17 Thiacloprid 2.yıl 02.05.18 Deltamethrin 18.05.18 Deltamethrin 30.05.18 Thiacloprid 15.06.18 Thiacloprid

* Aynı üreticilere ait bahçelerde aynı uygulama yapılmıştır.

Kontroller kiraz meyvelerinin farklı fenolojik dönemleri olan yeşil - sarı - pembe kırmızı ve koyu kırmızı olgunluk dönemlerinde yapılarak yumurta koymak için hangi meyve dönemini tercih ettiği saptanmaya çalışılmıştır. Bahçede yapılan meyve kontrollerinde vuruklu olduğundan şüphelenilen meyveler kese kâğıdına konularak laboratuvara getirilmiş burada meyvelerde vuruk sayısı, larva sayısı belirlenerek, kültüre alınmıştır. Bu şekilde meyve zarar oranı tespit edilmeye çalışılmıştır.

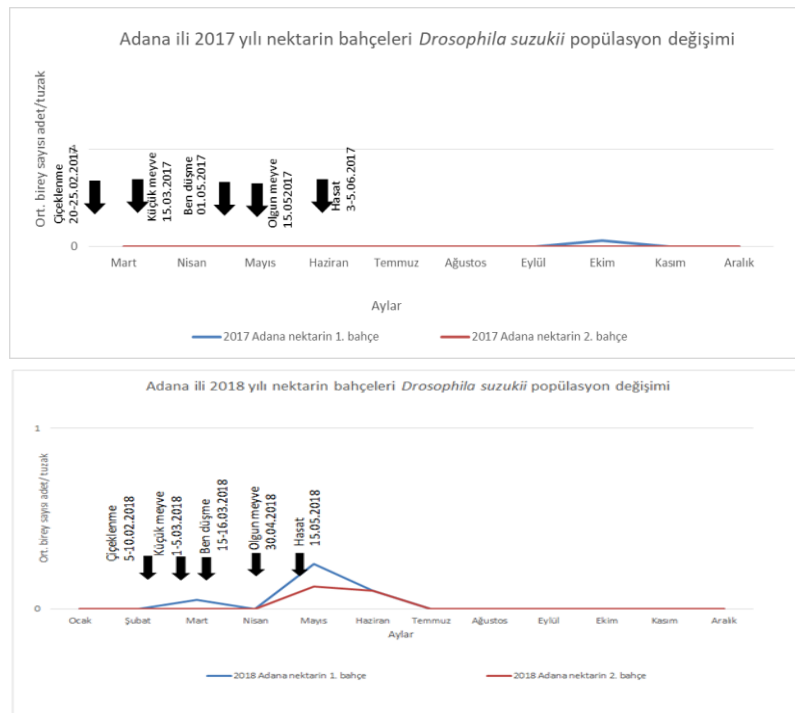
BULGULAR ve TARTIŞMA

Drosophila suzukii Matsumara'nin Nektarin Bahçelerinde Ergin Popülasyon Değişimi

Adana ve Mersin'deki nektarin deneme bahçelerinde ilk yıl tuzakların asıldığı tarihten hasat sonuna kadar gerek tuzaklarda gerekse kültüre alınan meyvelerde zararlının herhangi bir biyolojik dönemine rastlanmamıştır. Ürün hasat edildikten sonra Adana birinci bahçede (Yalmanlı) 1 dişi (6 Ekim 2017) tuzaklarda yakalanmıştır (Şekil 1). Adana nektarin bahçesine ait ortalama sıcaklık, nisbi nem ve yağış değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Mersin ikinci bahçede (Karaisalı) 1 dişi ve 1 erkek birey (6 Eylül 2017) tuzaklarda tespit edilmiştir (Şekil 3). Mersin nektarin

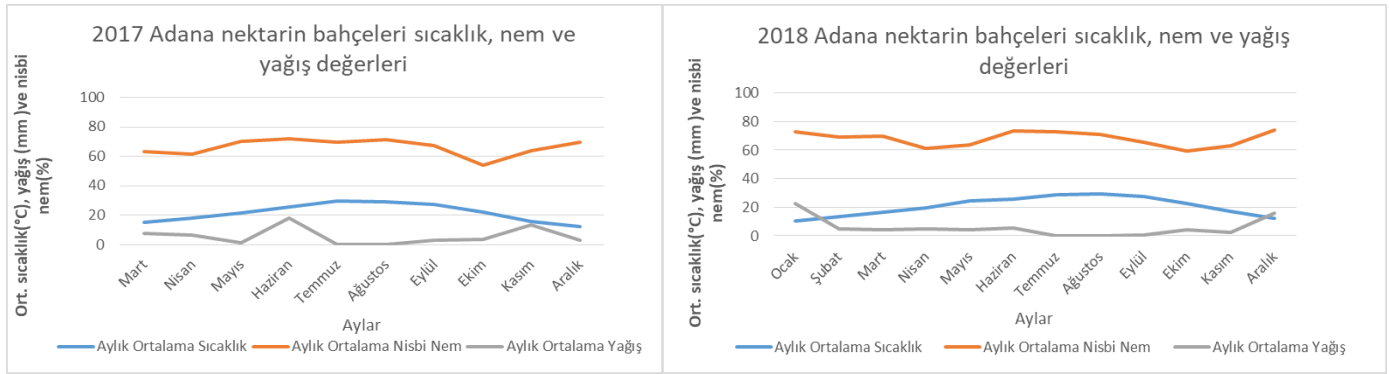
bahçesine ait ortalama sıcaklık, nisbi nem ve yağış değerleri Şekil 4'de verilmiştir. Tuzaklarda yakalanan bu erginlerin çevrede bulunan olgunlaşma dönemindeki hurma, turuncgil, nar ile yabancı böğürtlen gibi konukçulardan veya bahçe içerisinde bırakılan meyve atıklarından kaynaklanmış olacağı kanısına varılmıştır. Aynı bahçelerde çalışmanın ikinci yılında (2018) ise; Adana'da ilk ergin birinci bahçede 1 dişi (9 Mart 2018) meyveler ceviz büyüklüğünde, ikinci bahçede (Dervişler) ise 1 dişi (11 Mayıs 2018) meyvelerin ben düşme döneminde yakalanmıştır (Şekil 1).

Mersin'deki nektarin bahçelerinde çalışmanın ikinci yılında (2018) *D. suzukii* erginleri ilk olarak, 1 dişi (11 Nisan 2018) meyvelere ben düşme döneminde yakalanmış olup, en fazla ergin (1 dişi, 1 erkek) (2 Mayıs 2018) meyvelerin olgunlaşma döneminde belirlenmiştir (Şekil 3). Meyve hasadı nedeniyle 1 Mayıs 2018'de kimyasal mücadele uygulamaları sonlandırılmış ve 15 Mayıs 2018 tarihinde hasat yapılmış olup hasat zamanı ve sonrasında tuzaklarda yakalanan ergin sayısı hasat öncesinde elde edilen sayılara benzer bulunmuştur. Nitekim Çopurlu'daki bahçede hasattan sonra 4 Temmuz 2018 tarihinde (2 adet dişi) tuzaklarda tespit edilmiştir (Şekil 3).



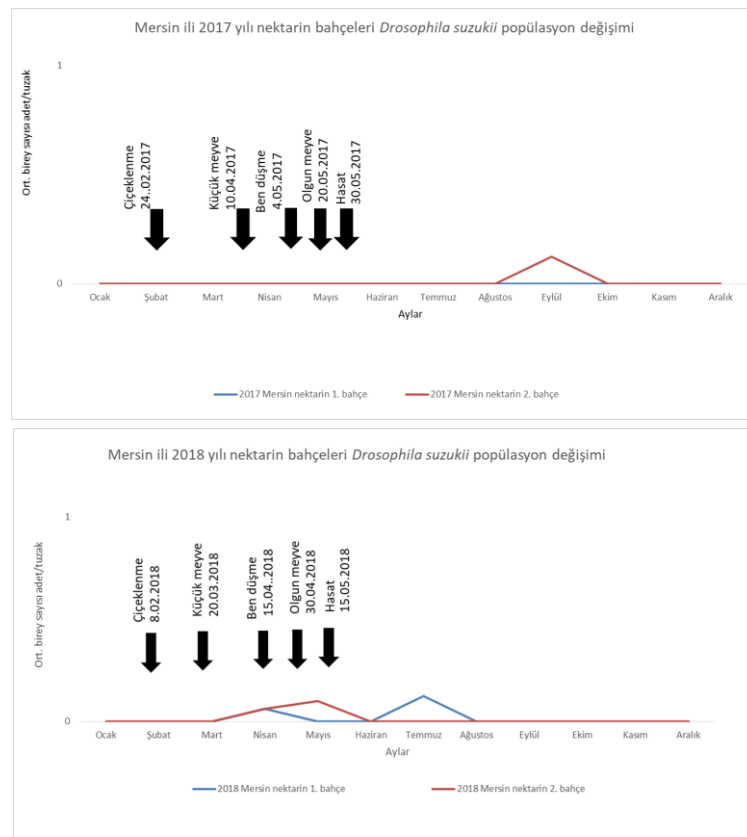
Şekil 1. Adana ilindeki nektarin bahçelerinde,2017-2018 yıllarında *Drosophila suzukii* Matsumara'nin ergin popülasyon değişimi

Figure 1. Fluctuation of adult population of *Drosophila suzukii* Matsumara in the nectarine orchards in Adana in 2017-2018



Şekil 2. Adana ilindeki nektarin bahçelerinde, 2017-2018 yıllarında ortalama sıcaklık, nisbi nem ve yağış değerleri

Figure 2. Average temperature, relative humidity and precipitation values in nectarine orchards in Adana in 2017-2018



Şekil 3. Mersin ilindeki nektarin bahçelerinde, 2017-2018 yıllarında *Drosophila suzukii* Matsumara'nin ergin popülasyon değişimi

Figure 3. Fluctuation of adult population of *Drosophila suzukii* Matsumara in the nectarine orchards in Mersin in 2017-2018

Sonuç olarak nektarin bahçelerinde yapılan çalışmalarda, *D. suzukii* popülasyonunun çok düşük olduğu ve erkenci nektarin meyvelerinde ekonomik anlamda zararın ortaya çıkmadığı belirlenmiştir. Bu sebeple zararlının tercih ettiği meyve olgunluk dönemleri belirlenememiştir (Şekil 1). Bu durumun deneme kurulan alanlardaki gözlem ve üreticilerden edinilen bilgilere dayanarak özellikle erkenci nektarinlerde zarar yapan *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) ve *Anarsia*

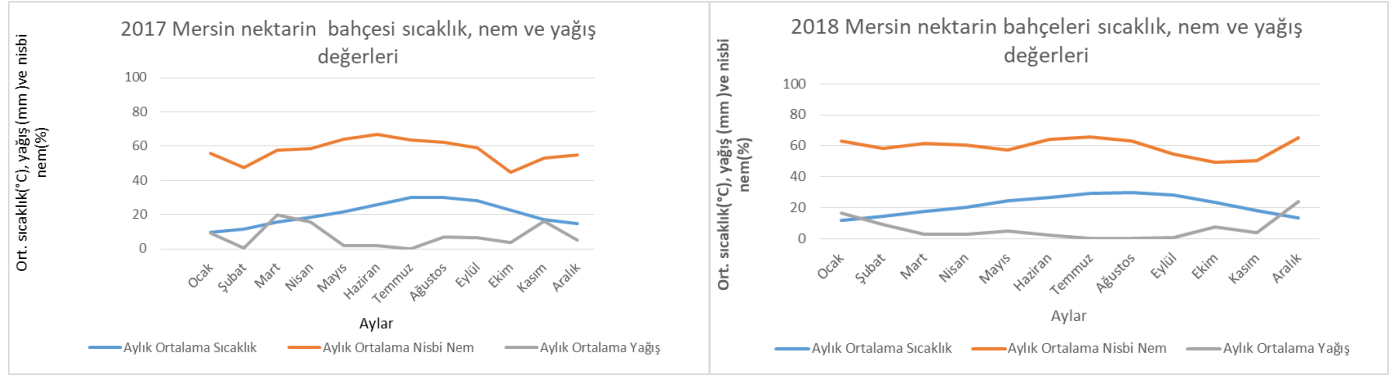
lineatella Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) gibi zararlılara karşı yapılan kimyasal uygulamaları (Çizelge 1) meyvelerin yola dayanması ve raf ömrünün uzatılması gibi nedenlerden dolayı meyvelerin yarı olgun dönemde hasat edilmesinden kaynaklandığı kanaatine varılmıştır.

Kiraz Bahçelerinde *Drosophila suzukii* Matsumara'nin Ergin Popülasyon Değişimi

Adana ili kiraz bahçelerinde *D. suzukii* ergin

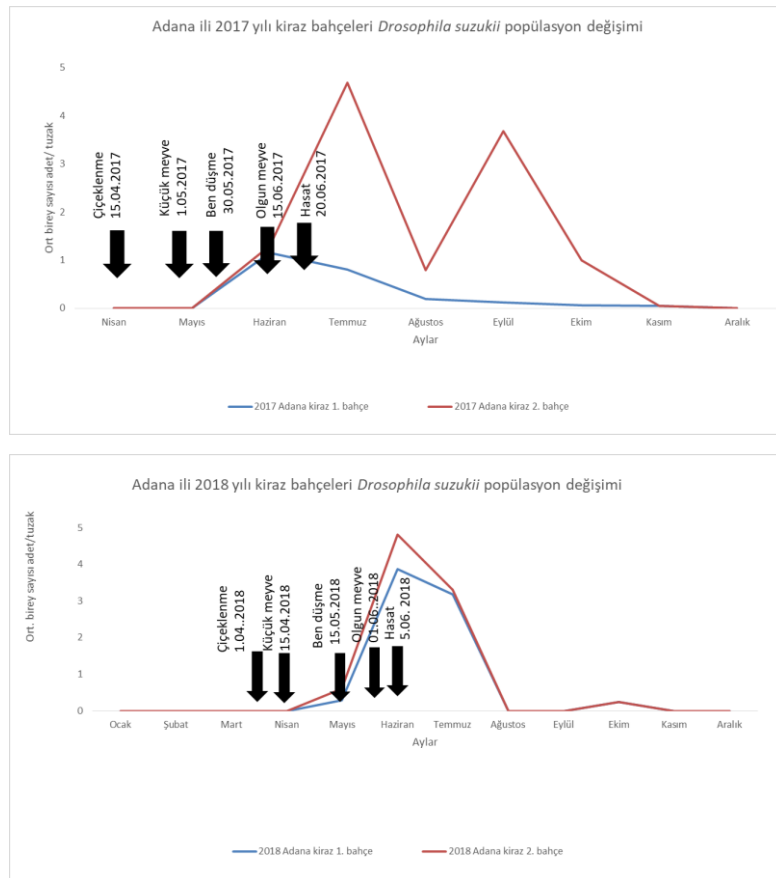
popülasyon takibi 2017-2018 yıllarında Saimbeyli (Kalesekisi)'de iki bahçede yürütülmüştür. Denemenin kurulduğu ilk yıl, tuzaklarda *D. suzukii* erginleri her iki bahçede de kirazlara ben düşme (sarı meyve) döneminde (15 dişi, 2 erkek) (8 Haziran 2017) yakalanmıştır (Şekil 5). Bahçelerde, meyvelerin ben düşme döneminden itibaren özellikle Kiraz sineği (*Rhagoletis cerasi* L., Diptera: Tephritidae)'ne ve *D. suzukii*'ye karşı Zirai Mücadele Teknik Talimatı

(Anonim, 2008) dışı yapılan ve nerdeyse hasattan bir hafta öncesine kadar uygulanan (4-5 kez) kimyasal mücadeleden dolayı zararlı erginleri tuzaklarda yakalanmamıştır. Nitekim hasat sonrasında bahçeler üreticiler tarafından terk edildiği için bu dönemde kimyasalların baskısı ortadan kalktıktan sonra *D. suzukii* erginleri tuzaklarda yakalanmaya başlamıştır (Şekil 5).



Şekil 4. Mersin ilindeki nektarin bahçelerinde, 2017-2018 yıllarında ortalama sıcaklık, nisbi nem ve yağış değerleri

Figure 4. Average temperature, relative humidity and precipitation values, in nectarine orchards in Mersin in 2017-2018

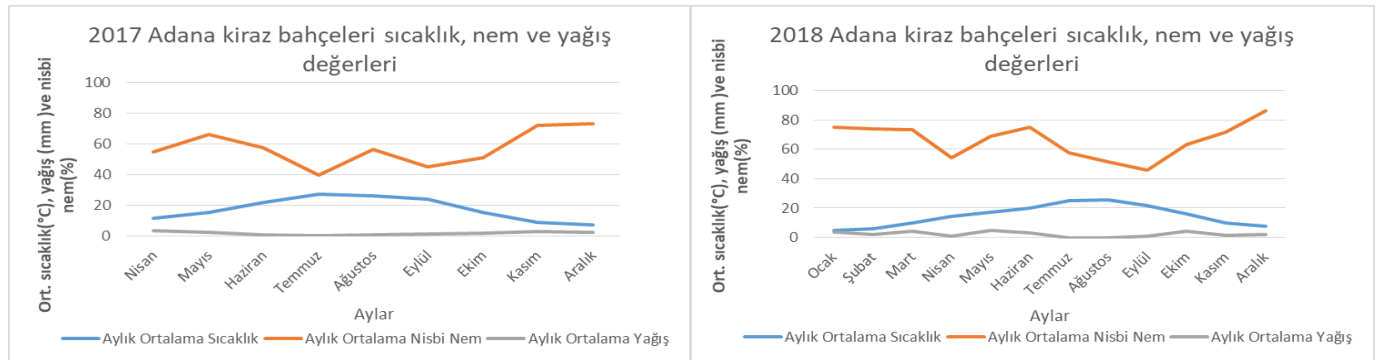


Şekil 5. Adana ilindeki kiraz bahçelerinde, 2017-2018 yıllarında *Drosophila suzukii* Matsumara'nın ergin popülasyon değişimi

Figure 5. Fluctuation of Adult population of *Drosophila suzukii* Matsumara in the cherry orchards in Adana in 2017-2018

Denemenin ikinci yılında da (2018) *D. suzukii* erginlerinin iklime bağlı olarak kirazların ben düşme döneminde (1 dişi) (10 Mayıs 2018) ilk tespiti yapılmıştır. Kirazlar pembe kırmızı olum ve özellikle koyu kırmızı olum döneminden itibaren hasada kadar birinci bahçede 92 dişi, 37 erkek 28 Haziran 2018; ikinci bahçede 119 dişi, 41 erkek 7 Haziran kimyasal uygulamalarına rağmen nispeten fazla sayıda *D. suzukii* ergini tespit edilmiştir (Şekil 5). Hasat sonrasında zararlının ergin popülasyonu ikinci tepe noktasına birinci bahçede (39 dişi, 17 erkek) 28 Haziran ve 12 Temmuz tarihlerinde, ikinci bahçede ise (39 dişi, 14 erkek) 28 Haziran ve 19 Temmuz tarihlerinde olmak üzere iki kez ulaşmıştır (Şekil 5). Nitekim ben düşme dönemi öncesi itibari ile Saimbeyli'deki üreticilerin yoğun olarak (Çizelge 1)

kimyasallarla mücadele yaptığı belirlenmiştir. Çalışma süresince ben düşme- hasat arasına denk gelen bir ay gibi kısa sürede 5-6 kez kimyasal uygulaması yapılmıştır. Saimbeyli çevresinde ve denemelerin yürütüldüğü kiraz bahçelerinde 2017 yılına göre 2018 yılında gerek zararlı popülasyonunda görülen artışın ve gerekse üreticilerin yaptığı kimyasal uygulama sayısındaki artışın bölgede hemen hemen her günün yağışlı geçmesinden kaynaklanmış olabileceği kanısına varılmıştır (Şekil 5 ve 6). Nitekim bu zararlılara karşı uygulanan ruhsatlı insektisitlerin kontak etkili olması nedeniyle yağmur ile insektisit kalıntılarının yıkanarak kısa sürede etkisini kaybetmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 6. Adana ilindeki kiraz bahçelerinde, 2017-2018 yıllarında ortalama sıcaklık, nisbi nem ve yağış değerleri
Figure 6. Average temperature, relative humidity and precipitation values, in cherry orchards in Adana in 2017-2018

Sonuç olarak bahçelere tuzak asılma tarihinin fenolojik olarak ben düşme döneminin başlangıcı olması, Kiraz sirkesineği (*D. suzukii*) için kritik bir dönem olup bu dönem aşıldığında özellikle Kiraz sirkesineği ile mücadele kaçırılmış olmaktadır. Ben düşme dönemi öncesinde yapılan uygulamaların kirazlarda zararlı olan bu tür ile mücadelede herhangi bir yararının olmadığı tespit edilmiştir.

Mersin ili kiraz bahçelerinde *D. suzukii* ergin popülasyon takibi 2017-2018 yıllarında Toroslar (Athlar)'da iki bahçede yürütülmüştür. Mersin de çalışmanın birinci yılı (2017) için her iki bahçede de yakalanan ergin sayısında belirgin bir artış gözlenmemiştir (Şekil 7). Birinci bahçede ilk erginler ben düşme (sarı meyve) döneminde (1 dişi) (14 Haziran 2017), ikinci bahçede ise hasat sonrasında (3 dişi, 1 erkek) (12 Temmuz 2017) tespit edilmiştir (Şekil 7). Her yıl düzenli olarak yapılan kimyasal mücadele uygulamaları ile özellikle meyve olgunlaşma ve hasat döneminde bahçede dolu zararına karşı net (tül) uygulamasından dolayı tuzaklarda ergin yakalanmamıştır. Özellikle meyvelerin olgunlaşmaya başladığı dönemde Kiraz sirkesineği ve Kiraz sineği'ne karşı (Çizelge 1) yoğun

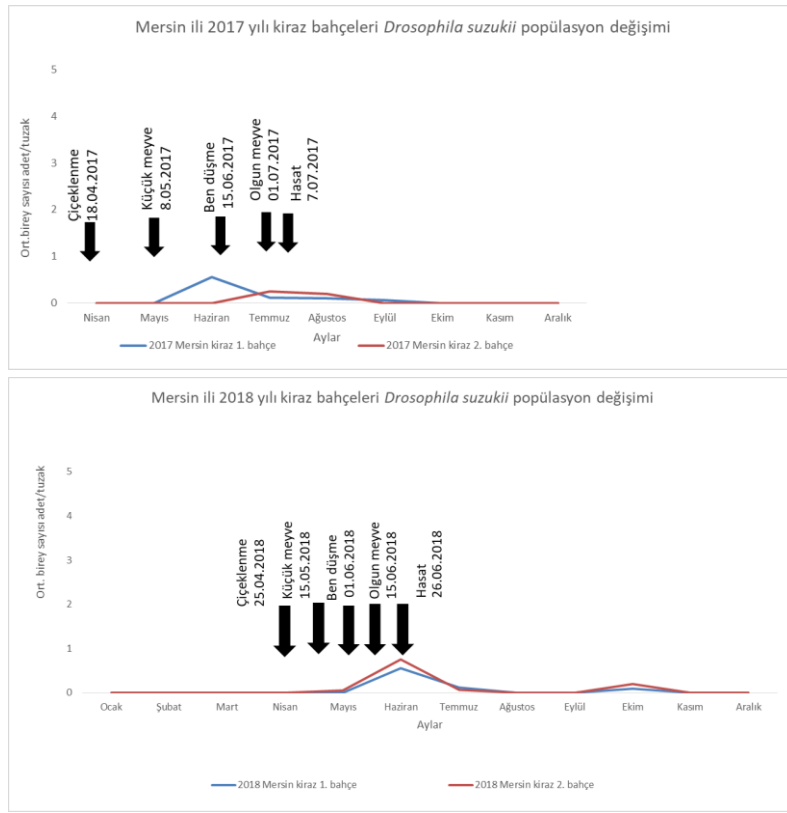
olarak kimyasal uygulama yapıldığı gözlenmiştir.

Denemenin ikinci yılında her iki bahçe için de belirgin ergin artışı görülmezken, ikinci bahçede meyve olum (yeşil meyve) döneminde tuzaklarda (1 dişi, 2 Mayıs 2018) ilk erginler tespit edilmiştir. Her iki bahçede de meyve olgunlaşma (kırmızı meyve) döneminde (8 dişi, 13 Haziran 2018) ergin sayısında artış gözlenmiştir (Şekil 7). İkinci bahçede özellikle olgunlaşma dönemi içerisinde tuzaklarda (5 dişi, 20 Haziran 2018) nispeten ikinci en yüksek ergin sayısı gözlenirken, takip eden haftalarda tuzakta yakalanan ergin sayısının giderek düştüğü gözlenmiştir (Şekil 7). Popülasyonun hasat başlangıcında yavaş yavaş artarak hasat sonrasında tepe noktası oluşturması bahçelerde yapılan kimyasal mücadelenin sonlandırılmasından, ayrıca ağaç üzerinde ve yerde kalan meyvelerden ve çevre bahçelerdeki çilek, geçici şeftali ve böğürtlen gibi konukçulardan kaynaklanmıştır. (Şekil 7). Çalışmanın ikinci yılında (2018) birinci yıla (2017) göre yağış, nem ve sıcaklık değerleri daha yüksek olmuştur (Şekil 8).

Sonuç olarak bahçelere tuzak asılma tarihinin fenolojik olarak ben düşme döneminin başlangıcı

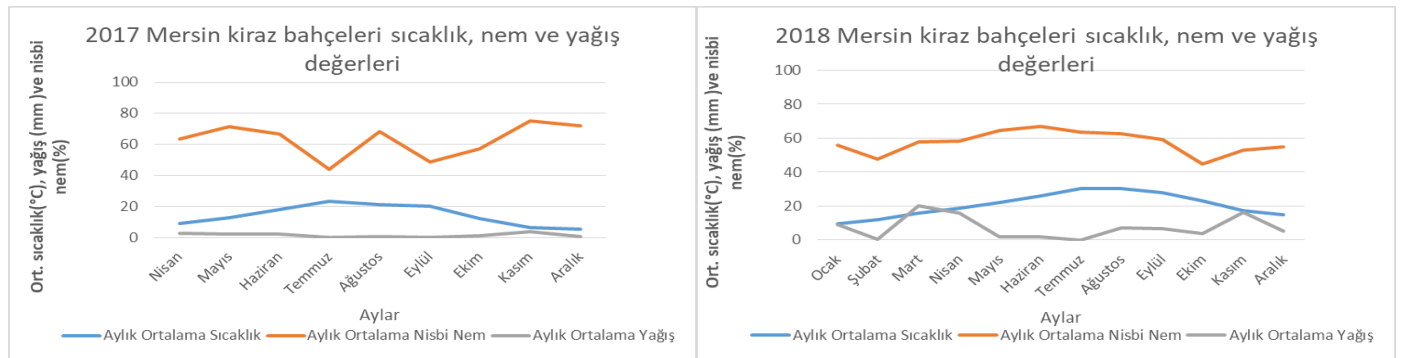
olması, Kiraz sirkesineği (*D. suzukii*) için kritik bir dönem olup bu dönem aşıldığında özellikle Kiraz sirkesineği ile mücadele kaçırılmış olmaktadır. Ayrıca bahçede kimyasal mücadeleye ek olarak

yapılan net (tül) uygulamasının *D. suzukii* popülasyonunun düşük olmasını etkilediği tespit edilmiştir.



Şekil 7. Mersin ilindeki kiraz bahçelerinde, 2017-2018 yıllarında *Drosophila suzukii* Matsumara'nın ergin popülasyon değişimi

Figure 7. Fluctuation of Adult population of *Drosophila suzukii* Matsumara in the cherry orchards in Mersin in 2017-2018



Şekil 8. Mersin ilindeki kiraz bahçelerinde, 2017-2018 yıllarında ortalama sıcaklık, nisbi nem ve yağış değerleri

Figure 8. Average temperature, relative humidity and precipitation values, in cherry orchard in Mersin in 2017-2018

Genel olarak Adana ve Mersin illerinde yürütülen *D. suzukii* popülasyon takibi çalışmasında, meyve olgunlaşma ve hasat dönemi ile ilkbahar ve sonbahar aylarında *D. suzukii* popülasyonunda artış gözlenmiştir (Şekil 1, 3, 5, 7). Wang ve ark. (2016) tarafından 2013-2014 yıllarında Kaliforniya (ABD)'de kiraz bahçelerinde, elma sirkesi yardımıyla *D. suzukii*'nin popülasyon gelişmesini belirlemek amacı

ile yürüttükleri çalışmada, ilkbahar ve sonbahar mevsiminde tuzaklarda en yüksek sayıda *D. suzukii* ergini yakalandığını bununla beraber tuzaklardaki ergin sayısının hasadın olduğu haziran ayında en yüksek seviyeye ulaştığını bildirmişlerdir.

Benzer şekilde Kasap ve Özdamar (2019), Çanakkale ilindeki üzüm bağlarında 2014 ve 2017 yıllarında *D. suzukii*'nin popülasyon gelişiminin belirlenmesi

amacı ile yaptıkları çalışmada, *D. suzukii* popülasyonunun hasat zamanı olan sonbaharda artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer özellik gösteren diğer bir çalışma Živković ve ark. (2020) tarafından, Hırvatistan'da üç farklı lokasyonda ve erik, kayısı, kiraz, elma, şeftali, böğürtlen, ahududu bahçelerinde *D. suzukii*'nin popülasyon dinamiğini belirlemek amacıyla 2017 yılında yürütülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda popülasyonun özellikle sonbahar ayında arttığını ve iklimin popülasyon üzerine çok etkili olduğunu bildirmişlerdir. Sözü edilen çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile nektarin ve kiraz bahçelerinde yapılan bu çalışma bulguları *D. suzukii* popülasyonunun yoğun olduğu dönemler açısından benzerlik göstermektedir. Denemenin kurulduğu bahçelerde üretici tarafından yoğun kimyasal uygulama yapılmasına rağmen söz konusu dönemlerde zararlının popülasyonunda artış gözlenmiştir. Diğer yandan Mersin kiraz alanlarında kimyasal uygulamasına ek olarak net (tül) uygulamasının yapılması ile Adana kiraz alanlarına göre daha düşük *D. suzukii* popülasyonu tespit edilmiştir. Net uygulaması ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda da özellikle Kuzey Karolina (ABD)'de 2013-2014 yıllarında ahududu alanlarında yapılan çalışmada kimyasal mücadele ile kombine olarak yapılan net uygulamalarının *D. suzukii* popülasyon yoğunluğunu düşürdüğü ve üç haftaya kadar meyve zararında gecikme olduğu bildirilmiştir (Leach ve ark. 2016). Ayrıca yapılan birçok çalışmada da ahududu böğürtlen gibi meyve alanlarında yapılan net uygulamasının *D. suzukii* popülasyonunu azaltması konusunda ümit var olduğu bildirilmiştir (Link 2014, Cormier ve ark. 2015, Rogers ve ark. 2016). Sözü edilen çalışma sonuçları bu çalışmadan elde edilen sonuçlar birbirini destekler niteliktedir.

Diğer taraftan Drummond ve ark. (2019) yabanimersini alanlarında, 2012-2018 yılları arasında yaptıkları çalışmada zararlının ilk ergin çıkışının kış koşullarına bağlı olarak zararlının fizyolojik gelişmesine bağlı olduğunu, ilk ergin çıkışını takiben zararlının kısa sürede epidemiyi yapacak popülasyona ulaştığını, yıl içerisindeki uçuş aktivitesinin pestisit uygulama sıklığına göre değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmada bahçe kenarı veya yakınında yabancı meyve yoğunluğunun bulunmasının da *D. suzukii* popülasyonunun artmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim sekiz bahçede yapılan bu çalışmada da zararlının popülasyon yoğunluğunun, özellikle meyve hasadına kadar üreticiler tarafından yapılan yoğun kimyasal uygulamalar ile düşük seviyelerde kaldığı tespit edilmiştir. Diğer yandan bahçe yakınında bulunan *D. suzukii* konukçularından çilek, elma, böğürtlen, erik gibi meyvelerin de popülasyon artışını etkilediği tespit edilmiştir. Gerek yurtdışı gerekse yurtiçinde yapılan çalışma bulguları incelendiğinde, Adana ve

Mersin illerinde *D. suzukii*'nin popülasyon takibini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmanın bulguları benzerlik göstermektedir. Adana ve Mersin illeri sıcaklığın yüksek derecelerde seyrettiği ve oransal nemin %60'ın üzerinde olduğu bir bölgedir (Şekil 2, 4, 6, 8). *Drosophila suzukii* açısından bu iklim koşullarının ve konukçu çeşitliliğinin, zararlının popülasyon yoğunluğu üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca bölgede kış ayları süresince, 10°C'nin altında geçen gün sayısının çok az olmasının da *D. suzukii* popülasyonunun artmasında etkili olacağı beklenebilir. Nitekim Tochen ve ark. (2016) Amerika'da yaptıkları bir çalışmada yüksek nem koşullarında *D. suzukii* popülasyonunun arttığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan Shearer ve ark. (2016) *D. suzukii* popülasyonlarında mevsimsel fenotipi tanımlamak amacıyla yaptıkları bir çalışmada, yazdan kışa geçiş döneminde kış fenotipi olarak adlandırılan popülasyon oranında artış eğilimi gözlendiğini, bu fenotipin daha koyu pigmentasyon ve daha uzun kanat yapısı ile karakterize edildiğini belirtmişlerdir. Bu sebeple Doğu Akdeniz Bölgesi'nde özellikle yüksek rakımlı bölgelerde düşük sıcaklıklara rağmen bölgede kışı geçiren ve soğuk toleransı yüksek olan kış fenotipinin popülasyon artış sebeplerinden biri olduğu düşünülmektedir.

***Drosophila suzukii*'nin Zarar Oranının ve İlk Yumurta Bırakma Zamanının Belirlenmesi**

Çalışma sonunda, nektarin bahçesinin erkenci çeşit olması, meyvelerin olgunlaşma başlangıcında hasat edilmesi ve özellikle tomurcuklanma başlangıcından itibaren trips ve şeftali güvesine karşı kimyasal mücadelenin yapılması nedenleri ile bu bahçelerde zarar tespit edilmemiştir.

Kirazlarda ise, yeşil ve sarı olum dönemlerindeki meyvelerde zararlının herhangi bir biyolojik dönemine rastlanmamıştır. Diğer taraftan zararlının kırmızı ve koyu kırmızı olum dönemindeki meyvelere yumurta bıraktığı bu meyvelerde larvaların gelişimini tamamlayarak pupa oldukları ve ergin çıkışı olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak *D. suzukii*'nin yumurta bırakmak için olgun meyveleri tercih ettiği tespit edilmiştir.

Kirazda hasat öncesi yapılan sayımlar sonucunda, ilk yıl 100 meyvede 2 meyve (%2), ikinci yıl ise 100 meyvede 62 meyvede (%62) zarar tespit edilmiştir. Zarar tespit edilen her bir meyvede 3-5 adet larva olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışmanın yapıldığı birinci yıl ile ikinci yıl arasında zarar oranı açısından büyük bir fark ortaya çıkmıştır. Bu farkın, çalışmanın yapıldığı ikinci yıl meyve olgunlaşma zamanında, hava şartlarının aşırı yağışlı, sıcak ve nem yoğunluğunun yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hava şartları özellikle *D. suzukii* ergin popülasyonunda ve fungal hastalık zararında da yoğun artışlara yol açmıştır

(Şekil 2, 4, 6, 8). Özellikle yapılan kimyasal mücadelenin yağışlar nedeniyle etkili olmadığı görülmüştür. Günlük ortalama oransal nemin 2017 Haziran ayının 9 gününün, 2018 Haziran ayında ise 26 gününün % 60 ve üzeri nem oranında olduğu saptanmıştır (Şekil 2, 4, 6, 8). Bolda (2010), 2008 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde yaptığı çalışmasında, *D. suzukii*'nin yaban mersininde %50, kirazda %33 ve çilekte %20 oranında zarara neden olduğunu bildirmiştir. Goodhue ve ark. (2011) ise, Kaliforniya (ABD)'da yaptıkları çalışmada, zararlının çileklerde %20, ahududunda %37 oranında zarar yaptığını kaydetmişlerdir. Diğer taraftan Fransa çilek alanlarında 2010 yılında yapılan çalışmada % 80 üzerinde *D. suzukii* zararı tespit edilmiştir (Farnsworth ve ark., 2017; Mazzi ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular arasında, zarar oranı açısından fark olduğu görülmektedir. Doğa koşullarında yürütülen çalışmaları etkileyen birçok faktör bulunmaktadır ki bunlardan iklim etkeni en büyük paya sahiptir. Bu farkın öncelikle iklim koşullarından ve üreticilerin yaptıkları kimyasal mücadele başta olmak üzere diğer yapılan bakım şartlarından ileri geldiği söylenebilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde meyvelerde zararlı *D. suzukii*'nin popülasyon takibi ile zarar oranını belirlemek amacı ile yapılan çalışma sonunda *D. suzukii* popülasyonunun ilkbahar ve sonbahar ayları ile meyve olgunlaşma- hasat dönemi arasında iklim faktörlerine bağlı olarak arttığı, aynı zamanda insektisit, net(tül) uygulamaları ile bakım koşulları gibi faktörlerin çevrede bulunan *D. suzukii* için konukçuluk yapacak ürünlerin popülasyon artışını ve zarar oranını etkilediği belirlenmiştir.

Drosophila suzukii ile ilgili mücadele kriterlerinden olan zararlının popülasyon takibinin yapıldığı bu çalışmanın sonuçları ışığında aşağıda belirtilen konular önem kazanmaktadır.

1. Zararlı ile mücadele takvimini, *D. suzukii* popülasyonunun arttığı ilkbahar, sonbahar, olgunlaşma ve hasat dönemine uygun olarak düzenlemek zararlı ile etkin mücadele yapmak açısından faydalı olacaktır.
2. *Drosophila suzukii* olgunlaşma ve hasat zamanında meyveye zarar verdiği için kalıntı ve çevre sağlığı nedeni ile bu dönemde zararlı mücadelesinde kültürel önlemler, biyoteknik ve biyolojik mücadele uygulamalarına yönelmeli, ileri zamanda bu konularda yapılacak çalışmalara ağırlık verilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ç.Ü. Araştırma ve Projeler Birimi ile

Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen doktora tezi kapsamında yürütülmüş olup, tezin bir bölümünü kapsamaktadır. Desteklerinden ötürü Ç.Ü. Araştırma ve Projeler Birimi ve Tarım ve Orman Bakanlığı TAGEM'ne teşekkürlerimi sunmaktan onur duyuyorum.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar bu çalışmada eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında hiçbir şekilde çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatı Cilt 4, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, İstanbul yolu No:38 Yenimahalle-Ankara, 388.
- Arıncı Kara P, Ulusoy MR 2019. Adana'da istilacı bir tür *Drosophila suzukii* Matsumura 1931 (Dip: Derosophilidae). 6. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar kongresi, 26-27 Nisan 2019 Gaziantep, Türkiye.
- Asplen MK, Anfora G, Biondi A, Choi D, Chu D, Daane KM, Gibert P, Gutierrez AP, Hoelmer KA, Hutchison WD Isaacs R, Jiang ZL, Ka'arpa'ti Z, Kimura MT, Pascual M, Philips CR, Plantamp C, Ponti L, Ve'tek G, Vogt H, Walton VM, Yu Y, Zappala` L, Desneux N 2015. Invasion biology of spotted wing *Drosophila (Drosophila suzukii)*: A global perspective and future priorities. Journal of Pest Science. 88: 469-494.
- Bellamy DE, Sisterson MS, Walse SS 2013. Quantifying host potentials: indexing postharvest fresh fruits for spotted wing *drosophila, Drosophila suzukii*. PLoS One 8(4):e61227.
- Bolda MP, Goodhue RE, Zalom FG 2010. Spotted wing *drosophila*: potential economic impact of newly established pest. Agricultural Resource Economic Update. University of California Giannini Foundation Agricultural Economic 13 (3): 5-8.
- Calabria G, Maca J, Bachli G, Serra L, Pascual M 2012. First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. Journal of Apply Entomology 136:139-147.
- Cini A, Ioratti C, Anfora G, 2012. A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. Bulletin of insectology 65:149-160.
- Cormier D, Veilleux J, Firlej A 2015. Exclusion net to control spotted wing *Drosophila* in blueberry fields. IOBC-WPRS Bull. 109: 181-184.

- Drummond F, Ballman E, Collins J 2019. Population dynamics of spotted wing *Drosophila* *Drosophila suzukii* (Matsumura) in Maine wild blueberry (*Vaccinium angustifolium* Aiton). *Journal of Insect Science*. 10: 205-229.
- Efil L, 2018. Çanakkale İli Çilek Alanlarında Yeni Bir Zararlı *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae)'nin Yayılış Alanları ve Bulaşıklılığı. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(3): 280–284.
- Eppo 2021a. <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU/documents> (erişim: 27.04.2021)
- Eppo, 2021b. <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU/hosts> (erişim: 26.03.2021)
- Farnsworth D, Hamby KA, Bolda M, Goodhue RE, Williams JC, Zalom FG 2017. Economic analysis of revenue losses and control costs associated with the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) in the California raspberry industry. *Pest Management Science* 73(6), 1083-1090.
- Goodhue RE, Bolda M, Farnsworth D, Williams JC, Zalom FG 2011. Spotted wing *Drosophila* infestation of California strawberries and raspberries: Economic analysis of potential revenue losses and control costs. *Pest Management. Science*. 67: 1396-1402.
- Grassi A, Palmieri L, Giongo L 2009. Nuovo fitofago per i piccolifrutti in Trentino. *Terra Trent* 55:19-23.
- Guo JM 2007. Bionomics of fruit flies, *Drosophila melanogaster*, damage cherry in Tianshui. *Chinese Journal of Entomology*, 44:743-745
- Kaçar G, Koca A S, 2020. Bolu İli Kiraz ve Vişne Bahçelerinde Belirlenen Zararlı ve Faydalı Türler. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 6(3): 435 – 443.
- Kanzawa T 1939. Studies on *Drosophila suzukii* Mats. *Yamanashi Agricultural Experiment Station. Kofu*, 49.
- Kasap İ, Özdamar E, 2019. Population development of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera:Drosophilidae) in vineyards of Çanakkale province. *Turk Journal of Entomology* 41(3):57-62.
- Kawase S, Uchimo K, Takahashi K, 2007. Control of cherry *Drosophila*, *Drosophila suzukii*, injurious to blueberry. *Plant Protection* 61: 205-209.
- Leach H, Van Timmeren S, Isaacs R 2016. Exclusion netting delays and reduces *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) infestation in raspberries. *Journal of Economic Entomology* 109: 2151-2158.
- Lee JC, Bruck DJ, Curry H, Edwards DL, Haviland DR, Van Steenwyk R, Yorgey B 2011. The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted wing *Drosophila*, *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science* 67:1358-1367.
- Lengyel GD, Orosz S, Kiss B, Luptak R, Karpati Z, 2015. New records and present status of the invasive spotted wing *Drosophila*, *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera) in Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 61 (1): 73-80.
- Link HL 2014. An investigation of insect netting trellis systems to manage spotted wing *Drosophila* for vermont blueberry farms. In partial fulfillment of a Bachelors of Science Degree College of Agriculture and Life Sciences Honors College University of Vermont 2014, 84.
- Mazzi D, Bravin E, Meraner M, Finger R, Kuske S 2017. Economic impact of the introduction and establishment of *Drosophila suzukii* on sweet cherry production in Switzerland. *Insects* 8(1), 18
- Orhan A, Aslantaş R, Önder BŞ, Tozlu G 2016. First record of the invasive vinegar fly *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) from eastern Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 40:290-293.
- Ögür E, Ünlü L, Canbulat F 2018. New Record For Spotted Wing *Drosophila*, *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) In Karaman, Central Anatolia. *Agriculture & Forestry* 64: 189-197.
- Rogers MA, Burkness EC, Hutchison WD 2016. Evaluation of high tunnels for management of *Drosophila suzukii* in fall-bearing red raspberries: Potential for reducing insecticide use. *Journal of Pest Science* 89:815-821.
- Rossi Stacconi, MVB, Daane KM, Dalton DT, Grassi A, Kaçar G, Miller B, Miller JCF, Baser N, Ioriatti C, Walton VM, Wiman N, Wang XG, Anfora G, 2015. Host stage preference, efficacy and fecundity of parasitoids attacking *Drosophila suzukii* in newly invaded areas. *Biological Control Journal* 84:28-35.
- Shearer PW, West JD, Walton VM, Brown PH, Svetec N, Chiu JC, 2016. Seasonal cues induce phenotypic plasticity of *Drosophila suzukii* to enhance winter survival. *BMC Ecology* 16:11.
- Timmeren SV, Diepenbrock LM, Bertone MA, Burrack HJ, Isaacs A, 2017. Filter Method for Improved Monitoring of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) Larvae in Fruit. *Journal of Integrated Pest Management*, 8(1): 23; 1–7
- Tochen S, Woltz JM, Dalton DT, Lee JC, Wiman NG, Walton VM, 2016. Humidity affects populations of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberry. *Journal of Apply Entomology* 140:47-57.
- Walsh DB, Bolda MP, Goodhue RE, Dreves AJ, Lee J, Bruck DJ, Walton VM, O'Neal SD, Zalom FG, 2011. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. *Journal of Integrate Pest Managment* 2:G1-G7.
- Wang XG, Stewart TJ, Biondi A, Chavez BA, Ingels C, Caprile J, Grant, JA, Walton VM, Daane KM, 2016. Population dynamics and ecology of *Drosophila suzukii* in Central California. *Journal*

- of Pest Science 89:701-712.
- Weydert C, Mandrin JF 2013. Le ravageur e´mergent *Drosophila suzukii*: situation en France et connaissances acquises en verger (2e`me partie). Infos CTIFL 292:32-40.
- Wiman NG, Dalton, DT, Anfora G, Biondi A, Chiu JC, Daane KM, Gerdeman B, Gottardello A, Hamby KA, Isaacs R, Grassi A 2016. *Drosophila suzukii* population response to environment and management strategies. Journal of Pest Science 89:653-665.
- Živković IP, Puškarić IB, Lemić D 2020. Population dynamics of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*) in orchards in the Zagreb area, Pomologia Croatica 23:3-4.