

Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)'nın Kırşehir'deki ilk kaydı ve barkodlaması

The first record and barcoding of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Kırşehir, Turkey

Tayfun KAYA¹, Kahraman İPEKDAL²

¹ Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 40100, Kırşehir

² Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 40100, Kırşehir

Sorumlu yazar (Corresponding author): T. Kaya, e-posta (e-mail): tyfnky@gmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): kipekdal@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 02 Mart 2018
Düzeltilme tarihi 27 Mart 2018
Kabul tarihi 05 Nisan 2018

Anahtar Kelimeler:

Ceratitis capitata
İlk kayıt
Kırşehir
Barkodlama

ÖZ

Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) kozmopolit bir meyve zararlısıdır. Türkiye'de Akdeniz, Ege ve Karadeniz Bölgesi'nde yayılış gösterdiği bilinmektedir. İç Anadolu'da büyük zararlara neden olmamakla birlikte, yaşamasına elverişli sınırlı habitatlardaki varlığı uzun zaman önce Ankara'da tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında soğuk kış koşullarının yaşandığı Kırşehir'de gerçekleştirilen armut, şeftali ve erik örneklemelerinde de *C. capitata* tespit edilmiştir. Zararlının tespiti hem morfolojik, hem de mitokondriyel COI gen bölgesine ait primer ile moleküler barkodlama yapılarak gösterilmiştir. Bu çalışmada, Kırşehir'de bilinen biyolojisine uygun olmamasına karşın, *C. capitata*'nın görülmesi ile ilgili olarak iki hipotez öne sürülmüştür. Birincisi *C. capitata*'nın Kırşehir'e, şehir dışından satılmak üzere getirilen meyvelerle geldiği, Kırşehir'de geçici yaz popülasyonları oluşturduğu ancak soğuk geçen kışlar nedeniyle burada kışlamadığıdır. İkincisi ise *C. capitata*'nın Kırşehir kış şartlarında hayatta kalabilen yerleşik bir popülasyonunun bulunduğudır. İkinci hipotezi sınamak için bu çalışma kapsamında, Kırşehir'de yapılan örneklemelerden elde edilen *C. capitata* larvası bulunan meyveler bir meyve bahçesinde toprak üzerine yerleştirilmiş ve üzeri, predasyondan korumak ve çıkan erginleri yakalamak amacıyla sinek teli ile kapatılmıştır. İzleyen ilkbahara kadar yapılan gözlemlerde burada herhangi bir ergine rastlanmamıştır. Bu sonuç ikinci hipoteze ilişkin olumsuz bir kanıttır. Ancak bunun sağlıklı bir şekilde ortaya konması için daha kapsamlı kış denemelerinin yapılması gerekmektedir. Bununla birlikte *C. capitata* ev ya da ahır gibi kapalı mekanlarda kışlayabileceğinden ikinci hipotezin hala geçerli olabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu çalışma *C. capitata*'nın Kırşehir'deki ilk kayıdır. Ayrıca bu çalışma ile Türkiye'den ilk kez *C. capitata* mitokondriyel dizi verisi de bildirilmektedir.

ARTICLE INFO

Received 02 March 2018
Received in revised form 27 March 2018
Accepted 05 April 2018

Keywords:

Ceratitis capitata
First record
Kırşehir
Barcoding

ABSTRACT

The Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) is a cosmopolitan fruit pest occurring in the Mediterranean, Aegean and Black Sea regions of Turkey. Although it stays more limited and less dangerous, its occurrence in localized favorable habitats in Central Anatolia (Ankara) has been known for a long time. Here we provide the first record of the pest in Kırşehir (Central Anatolia). We conducted fruit (peach, pear and plum) sampling in the region and identified the emerging specimens through both morphology and molecular barcoding (partial mtCOI). We propose two hypotheses to explain presence of the medfly in Kırşehir. First, it may enter Kırşehir via fruits transported for commercial purposes from cities in southern Turkey and it may establish temporary summer populations in Kırşehir where winter temperatures are not favorable for its survival. Second, it may somehow establish permanent populations surviving low winter temperatures in Kırşehir. In order to test the latter, we placed fruits infected with the medfly, found in Kırşehir, on the ground in a fruit garden in Kırşehir and covered it with a net to protect from predation and to catch adults. We could not find any adult in the net until the following spring. This observation does not support the second hypothesis but sophisticated overwintering experiments should be conducted. Moreover, the second hypothesis can still be valid since the medfly can overwinter indoors. This study is the first record of *C. capitata* in Kırşehir. We also provide the first medfly mitochondrial sequence from Turkey.

1. Giriş

Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) dünyanın birçok bölgesinde yayılış gösteren meyve zararlısı bir türdür (USDA 2003). Konakları arasında bir kısmı ekonomik önemi olan çok sayıda bitki türü bulunmaktadır. Buna ek olarak sahip olduğu uzun mesafeli uçuş yeteneği *C. capitata*'yı dünya genelinde en önemli meyve zararlılarından biri haline getirmiştir (Meats ve Smallridge 2007). Ülkemizde *C. capitata*'nın zarar yaptığı bilenen bitkiler limon dışındaki narenciye ile birlikte armut, avokado, elma, hurma, incir, nar ve şeftalidir (Elekçioğlu 2013).

Temel zararı ergin *C. capitata* dışısının meyveye ya da konağın herhangi bir yumuşak dokusuna bıraktığı yumurtalardan çıkan larvaların bitki dokusunu yemeye başlamasıyla oluşur. Bunun dışında ovipozisyon sırasında meyveye bulaşan saprofit bakteriler de meyvenin çürümmesine neden olur (Bergsten ve ark. 1999). Bu zararlarından ötürü *C. capitata* EPPO A2 karantina listesinde yer almaktadır (EPPO 1981) ve önemli bir meyve üreticisi olan ülkemiz açısından da önemli bir zararlı olarak kabul edilmektedir (Elekçioğlu 2009). Ülkemizde şimdiye kadar Akdeniz, Ege ve İç Anadolu'da (Ankara) (Kansu 1988), kısa zaman önce de Karadeniz Bölgesi'nde (Kaya ve ark. 2017) tespit edilen *C. capitata*, burada sunulan çalışma kapsamında Kırşehir'de de tespit edilmiştir. Bildiğimiz kadarıyla zararlının Kırşehir'de daha önce tespit edildiğine ilişkin bir kayıt bulunmamaktadır.

Akdeniz meyve sineğinin gelişimi sıcaklıkla doğrusal bir ilişki göstermektedir (Duyck ve Quilici 2002). Gelişimi için optimum sıcaklık 26 °C olmakla birlikte, 15 ve 30 °C arasındaki sağkalım oranının oldukça yüksek olduğu bilinmektedir. Gelişimi için gerekli olan en düşük sıcaklık eşiği gelişim evrelerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu eşik değerler genellikle 9 ile 11 °C arasında olmaktadır (Escudero-Colomar ve ark. 2008). Bununla birlikte *C. capitata*'nın iklimsel hoşgörüsünün düşünüldüğünden daha geniş olabileceğine işaret eden çalışmalar da bulunmaktadır (Nishida ve ark. 1985; Harris ve Lee 1986). Dahası bazı meyvelerin içinde kışlayarak soğuk bölgelerdeki düşük kış sıcaklıklarında hayatta kalabildiği de gösterilmiştir (Papadopoulos ve ark. 1996).

Ilıman bölgelerdeki yayılış ve bolluğu açısından en düşük kış ve en yüksek yaz sıcaklıklarının belirleyici olduğu *C. capitata*'nın dünyanın farklı bölgelerinde mevsimsel dalgalanmalar gösterdiğine ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Escudero-Colomar ve ark. 2008). Buna göre bahar ve yaz aylarında bolca tespit edilen *C. capitata* erginleri, kış aylarında tespit edilemeyebilmektedir (Mansour ve Mohamad 2016).

Kırşehir Hızırağa mevkiinde, 2014-2016 yılları arasında Ağustos ve Eylül aylarında yapılan çalışmalarda *C. capitata* larva ve erginleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte Kırşehir'in kış sıcaklıkları bu zararlının hayatta kalması için gerekli olan sıcaklıkların altındadır. Bu çalışmada bu durumu açıklayabilmek amacıyla gözlemler yapılmış, hipotezler sıralanmış ve tartışılmıştır. Ayrıca bu çalışma ile Türkiye'den ilk kez *C. capitata* barkodlama çalışması yapılarak, mitokondriyel dizi verisi de bildirilmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Kırşehir'de meyve örnekleme çalışmaları armut, şeftali ve erik ağaçlarından oluşan bir bahçede 2014-2016 yıllarında, Ağustos-Eylül aylarında gerçekleştirilmiştir. Yapılan

örneklemelere ilişkin ayrıntılar Çizelge 1'de verilmektedir. Toplanan örnekler 1 l'lik kilitli torbalarda laboratuvara getirilmiştir. Vuruk (enfekte) meyveler, içerisinde toprak bulunan 2 l'lik kapaklı plastik kutulara alınmış ve kutular oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. 2014-2016 yılları arasında gerçekleştirilen bu çalışmalar sonucunda, yıllara göre sırasıyla 8, 12 ve 9 Akdeniz meyve sineği ergini elde edilmiştir.

Çizelge 1. Kırşehir'de yapılan Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata*, örnekleme çalışmaları.

Table 1. Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, sampling in Kırşehir.

Yıl/Ay	Koordinat	Mevki	Meyve
2014 / Ağustos-Eylül			Şeftali
2015 / Ağustos	N39°06'27"	Hızırağa	Şeftali
	E34°09'85"		Armut, Şeftali, Erik
2016 / Ağustos-Eylül			

Elde edilen bu erginlerin teşhisi öncelikle diseksiyon mikroskobu altında yapılan incelemelerle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla White (1988)'de verilen tür teşhis anahtarları kullanılmıştır. Morfolojik teşhis ile elde edilen bulgular daha sonra moleküler yöntemlerle sınanmıştır. Bu amaçla Kırşehir'de şeftali (2015) (Kırşehir 1) ve erikte (2016) (Kırşehir 2) tespit edilen örneklerden ve daha önceki çalışmalarda Mersin-Erdemli ve İzmir-Emiralem'de mandalınadan elde edilen Akdeniz meyve sineği örneklerinden birer adet alınarak, standart kloroform-izoamil alkol yöntemi (Gemmell ve Akiyama 1996) ile DNA elde edilmiş ve bu DNA, Akdeniz meyve sineği ile ilgili moleküler çalışmalarda sıklıkla kullanılan mitokondriyel Sitokrom Oksidaz-1 (COI) gen bölgesi primerleri olan LCO (GGTCAACAATCATATAAAGATATTGG) ve HCO (TAAAC TTCAGGGTGACCAAAAAATCA) (Folmer ve ark. 1994) kullanılarak PCR'da çoğaltılmıştır. Elde edilen PCR ürünleri Macrogen Inc. (Amsterdam, Hollanda) tarafından dizilenmiştir. Ham dizi verisi BioEdit (Hall 1999) programında düzeltilmiş ve konsensüs dizisi MG963175 erişim numarası ile GenBank'a kaydedilmiştir. Kırşehir'den toplanmış örneklerle ait mitokondriyel diziler GenBank'ta BLAST analizine tabi tutularak, en yüksek eşleşme dizileri tespit edilmiştir.

Kırşehir'den toplanan örneklerden elde edilen gen dizileri ile GenBank'ta bulunan Akdeniz meyve sineği gen dizilerini karşılaştırmak amacıyla MEGA6 (Tamura ve ark. 2013) kullanılarak Maximum Likelihood ağacı çizilmiştir. Bu ağacı oluşturmak için mutasyon modeli olarak General Times Reversible (uniform rates) (Nei ve Kumar 2000) kullanılmış ve 1000 bootstrap tekrarı yapılmıştır. Karşılaştırma amacıyla İran, Yunanistan, ABD ve Kenya'dan *C. capitata* mitokondriyel COI gen dizileri (sırasıyla GenBank Erişim No.ları: KM660641.1, DQ011888.1, KT864797.1, GQ154189.1), dış grup olarak da *Bactrocera oleae* (Rossi) ve *Rhagoletis cerasi* (L.)'ye ait mitokondriyel COI gen dizileri (sırasıyla GenBank Erişim No.ları: AY210703.1, HQ677172.1) kullanılmıştır.

Arazi denemesinde, Eylül 2016'da Akdeniz meyve sineğinin tespit edildiği armut, şeftali ve erik ağaçlarından oluşan meyve bahçesinde dökülen eriklerin üzeri sineklik telinden yapılan bir kafes (Şekil 1) ile kapatılmıştır. Böylece tespit edilen Akdeniz meyve sineği larvalarının toprağa atlayarak burada pupa oluşturmaları ve kışı geçirme süreçlerinin takibi amaçlanmıştır. Söz konusu kafes Ekim-Kasım aylarında her 5 günde bir, Aralık-Mart aylarında ise her 15 günde bir olacak şekilde kontrol edilerek hem kafesteki olası Akdeniz meyve sineği ergin çıkışları, hem de kafesin durumu takip edilmiştir.



Şekil 1. Kırşehir’de bir meyve bahçesinde (a) Akdeniz meyve sineği, *Ceratitıs capitata*, larvası tespit edilen dökülmüş erikler ve (b) kışlama olasılığına ilişkin gözlemler için ergin *C. capitata* çıkışı takip kafesi.

Figure 1. (a) Fallen plums infected by the Mediterranean fruit fly, *Ceratitıs capitata*, in Kırşehir and (b) an outdoor emergence cage to observe possible *C. capitata* emergence.

3. Bulgular ve Tartışma

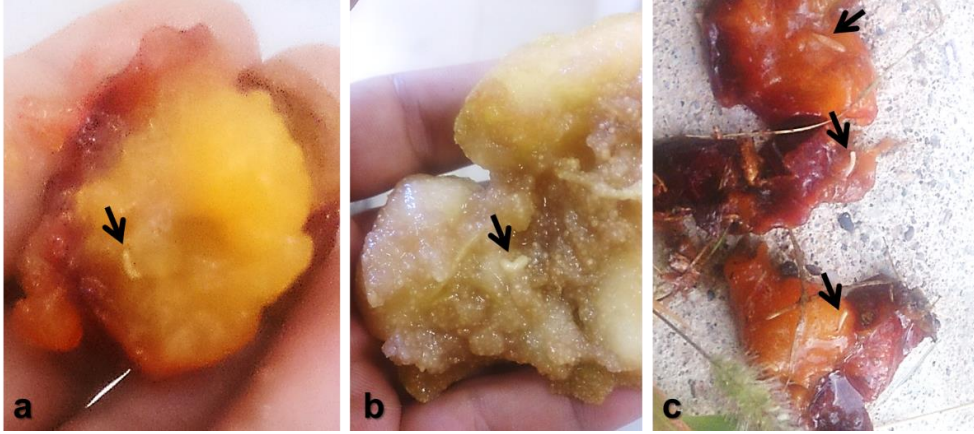
Örneklenen vuruk şeftali ve erik meyvelerinden (Şekil 2) yaz aylarında ergin çıkışı (Şekil 3) gerçekleşmiş, kış boyu açık hava şartlarına maruz bırakılan vuruk meyvelerden ise ergin çıkışı gerçekleşmemiştir.

Toplanan larva örnekleri laboratuvarında erginleştirilmiş ve elde edilen erginler önce morfolojik olarak teşhis edilmiş, daha sonra da bu erginlerden DNA elde edilerek, dizi analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen diziler yapılan BLAST analizinde GenBank’ta % 100 benzerlikle *C. capitata* gen dizileri ile eşleşmiştir. GenBank dizileri ile birlikte oluşturulan Maximum Likelihood ağacında da Kırşehir örnekleri diğer *C. capitata* örnekleri ile gruplanmıştır (Şekil 4). Bu bulgu Kırşehir’deki meyvelerde tespit edilen zararlının *C. capitata* olduğunun moleküler kanıtı olarak kabul edilmiştir.

Kırşehir’den toplanmış olan şeftali ve erik örneklerinde *C. capitata*’nın tespiti, bu zararlının, Kırşehir’de bulunan meyve ağaçlarından en azından şeftali ve eriğe yumurta bıraktığını göstermektedir. Bununla birlikte, Akdeniz meyve sineğinin Kırşehir’de geçici ya da kalıcı populasyonlar kurup kurmadığı sorusu bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Ancak geçici ya da kalıcı olması Akdeniz meyve sineğinin Kırşehir’de yetiştirilen meyvelerde zarar yapma potansiyeli olduğu gerçeğini değiştirmemektedir.

Bu durum ile ilgili olarak iki hipotez öne sürülebilir. Bunlardan ilkinde göre, *C. capitata*’nın Kırşehir’de tespit edilen bireyleri pazarda (pazarın çalışmanın yapıldığı bahçeye uzaklığı 2 km’dir) satılmak üzere, narenciye üretimi gerçekleştirilen Akdeniz ve Ege Bölgesi illerinden (İzmir, Mersin, Adana vb.) getirilen meyvelerden çıkan erginler Kırşehir’deki meyve bahçelerinde yaz döngülerini devam ettiriyor, kışın ise soğuk hava şartlarına dayanamayıp ölüyor olabilir. Bu döngü her sene baştan başlayarak devam edebilir. Böylece *C. capitata* her sene Kırşehir’de sadece yılın belli zamanlarında yaşayan geçici populasyonlar oluşturuyor olabilir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda *C. capitata*’nın populasyon yoğunluğunun iklimsel şartlara göre büyük değişkenlik gösterdiği tespit edilmiş (Escudero-Colomar ve ark. 2008) ve örneğin Suriye’nin bazı bölgelerinde yazın tespit edilmesine rağmen, kışın hiçbir erginin gözlenmediği bildirilmiştir (Mansour ve Mohamad 2016). Suriye’deki bu durumun populasyon küçüldüğünde tespitin zorlaşması ya da populasyonun gerçekten tamamen yok olup, daha sonra tekrar dışarıdan girmesi şeklinde açıklanabileceği belirtilmektedir (Mansour ve Mohamad 2016).

İkinci hipoteze göre ise *C. capitata* kışı Kırşehir’de geçiriyor olabilir. Bununla ilgili olarak da iki farklı durum söz konusu olabilir. Birinci durumda *C. capitata* Kırşehir’in kış koşullarında da hayatta kalabiliyor olabilir. *C. capitata*’nın sürekli olarak düşük sıcaklıklara maruz kaldığında daha düşük sıcaklıklarda da hayatta kalabildiğine ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Nyamukondiwa ve ark. 2010; Esterhuizen ve ark. 2014). Bu özelliği *C. capitata*’nın soğuk iklimlere uyarlanmasını sağlıyor olabilir. Ancak daha önce yapılmış olan çalışmalarda *C. capitata*’nın Kırşehir kış koşullarına benzer koşullarda hayatta kalabileceğine ilişkin herhangi bir kanıt bulunmamıştır. Bu çalışma kapsamında yaptığımız açık hava gözlemleri de böyle bir kanıt sunmamaktadır. Çok sayıdaki bulgu da *C. capitata*’nın Kırşehir kış koşullarında hayatta kalamayacağını düşündürmektedir. Nyamukondiwa ve Terblanche (2009)’a göre Akdeniz meyve sineği için en düşük kritik sıcaklık 5.4-6.6 °C’dir. Avidov ve Harpaz (1969)’a göre *C. capitata* dişileri 16 °C’nin altında yumurta bırakmamakta, erginler 14 °C’nin altında falliyetlerini durdurmakta ve 5 °C’nin altında iki hafta kaldıklarında ölmektedirler. Buyckx (1994) ise *C. capitata* erginlerinin sıcaklığın üç ay boyunca 10 °C’nin altına düştüğü bölgelerde yaşayamadığını bildirmiştir. Böylece birinci durumdaki *C. capitata*’nın Kırşehir’in kış koşullarında hayatta kalabildiği önermesi zayıflamaktadır. İkinci duruma göre ise *C. capitata* kışı kapalı ortamlarda geçiriyor olabilir. Buna göre *C. capitata*’nın kış aylarında tüketilmek üzere kiler ya da depo gibi kapalı alanlarda tutulan meyvelerde hayatta kalarak sürekli bir populasyon oluşturması mümkündür. Diğer yandan Elekçioğlu (2012) *C. capitata*’nın yarılmış meyveleri, yaprak bitlerinin ürettiği balı maddeleri, hayvansal dışkıları (tavuk, kuş vb.), bazı bitkilerin çiçeklerindeki ve gövdelerindeki sıvıları da besin kaynağı olarak kullanabildiğini belirtmektedir. Buradan hareketle *C. capitata*’nın bölgedeki kümesleri, ahırları ve besi çiftliklerini hem besin kaynağı, hem de olumsuz hava koşullarına karşı bir sığınak olarak kullanabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

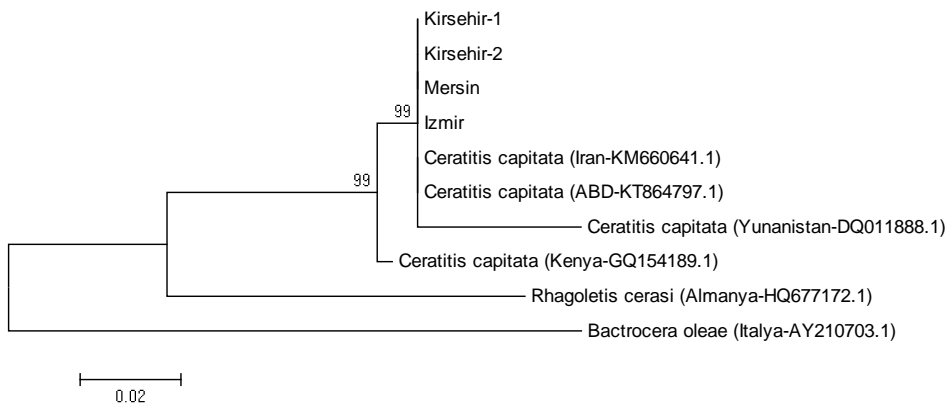


Şekil 2. Kırşehir’de tespit edilen Akdeniz meyve sineği, *Ceratitıs capitata*, larvalarının bulunduğu meyve örnekleri, (a) şeftali, (b) armut, (c) erik.
Figure 2. (a) Peach, (b) prune, and (c) plum samples infected by *Ceratitıs capitata* in Kırşehir.



Şekil 3. Kırşehir’de tespit edilen Akdeniz meyve sineği, *Ceratitıs capitata*, ergini.

Figure 3. *Ceratitıs capitata* adult found in Kırşehir.



Şekil 4. Kırşehir, örneklerine ait mitokondriyel COI dizileri ile Mersin ve İzmir’den toplanan örneklere ait ve GenBank’tan indirilen *Ceratitıs capitata* dizilerinin Maximum Likelihood ağacı kullanılarak karşılaştırılması.

Figure 4. Comparison of mitochondrial COI sequences belonging to samples collected from Kırşehir with those of collected from Mersin and İzmir and downloaded from GeneBank by using a Maximum Likelihood tree.

4. Sonuç

Bu çalışmada sıralanan iki hipotezden hangisinin doğru olduğunu sınamak için filogeni ve populasyon genetiği analizlerine başvurmak ve hem açık hava, hem de kapalı ortam koşullarında sağkalım deneyleri yapmak gerekmektedir. Ancak burada sunulan çalışma, hangi hipotezin doğru olduğundan bağımsız olarak, *C. capitata*'nın sadece yaz dönemlerinde de olsa Kırşehir'de yetiştirilen meyveleri enfekte ettiğini ilk kez göstermiştir. Bu enfeksiyon sonucunda meydana gelen zarar oranı hem bonitasyon, hem modelleme, hem de Kasap ve Aslan (2016)'daki gibi tuzaklama çalışmaları ile ortaya konmalıdır. Bu çalışma aynı zamanda Türkiye'den *C. capitata*'nın ilk barkodlaması ve mitokondriyel genomuna ait ilgili literatüre yapılmış ilk katkıdır.

Teşekkür

Bu çalışma 114Z667 No'lu TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir. Şahsi bahçesinde örnek toplamamıza, kış ayları boyunca gözlem ve deneme çalışmaları yapmamıza izin veren Mesut Sarıca'ya ve de düzeltme ve önerileri ile makalemize katkıda bulunan iki anonim hakeme teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Avidov Z, Harpaz I (1969) Plant pests of Israel. Israel University Press, Jerusalem.
- Bergsten D, Lance D, Stefan M (1999) Mediterranean fruit flies and their management in the USA. The Royal Society of Chemistry 10: 207-212.
- Buyckx EJ (1994) Bioclimatic Effects on the Distribution of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in the Maghreb. (Ed: Calkins CO, Klassen W, Liedo P), Fruit Flies and the Sterile Insect Technique. CRC Press, Boca Raton, Florida, s. 149-164.
- Duyck PF, Quilici S (2002) Survival and development of different life stages of three *Ceratitis* spp. (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. Bulletin of Entomological Research 92: 461-469.
- Elekçioğlu NZ (2009) Akdeniz meyvesineği. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 2(1): 61-65.
- Elekçioğlu N (2012) Akdeniz meyvesineği. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü (Adana) Yayınları, Bereket, No:4.
- Elekçioğlu N Z (2013) Fruit flies of economic importance in Turkey, with special reference to Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied.). Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 6(2): 33-37.
- EPPO-European Plant Protection Organization (1981) Data sheets on quarantine organisms, No. 105, *Ceratitis capitata*. EPPO Bulletin 11(1): 1-7.
- Escudero-Colomar LA, Vilajeliu M, Batllori L (2008) Seasonality in the occurrence of the Mediterranean fruit fly [*Ceratitis capitata* (Wied.)] in the north-east of Spain. Journal of Applied Entomology 132: 714-721.
- Esterhuizen N, Clusella-Trullas S, van Daalen CE, Schoombie RU, Boardman L, Terblanche JS (2014) Effects of within-generation thermal history on the flight performance of *Ceratitis capitata*: colder is better. The Journal of Experimental Biology 217: 3545-3556.
- Folmer O, Black M, Hoeh W, Lutz R, Vrijenhoek R (1994) DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular Marine Biology and Biotechnology 3(5): 294-299.
- Gemmell NJ, Akiyama S (1996) A simple and efficient method for the extraction of DNA. T Genetics 12: 338-339.

- Hall TA (1999) BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symposium Series 41: 95-98.
- Harris EJ, Lee CYL (1986) Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Makaha and Waianae valleys of Oahu, Hawaii. Environmental Entomology 15: 507-512.
- Kansu A (1988) Böcek Ekolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Kasap A, Aslan MM (2016) Akdeniz meyve sineğinin feromon tuzaklarla (*Ceratitis capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae)'nin nar ve hurmadaki populasyon takibi ve zarar oranının tespiti. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 19(1): 43-50.
- Kaya T, Ada E, İpekdal K (2017) Modeling the distribution of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera, Tephritidae) in Turkey and its range expansion in Black Sea Region. Turkish Journal of Entomology 41(1): 43-52.
- Mansour M, Mohamad F (2016) Seasonal occurrence of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) in southern Syria. Polish Journal of Entomology 85: 311-323.
- Meats A, Smallridge CJ (2007) Short- and long-range dispersal of medfly, *Ceratitis capitata* (Dipt., Tephritidae), and its invasive potential. Journal of Applied Entomology 131(8): 518-523.
- Nei M, Kumar S (2000) Molecular Evolution and Phylogenetics. Oxford University Press, New York.
- Nishida T, Harris E, Vargas RI, Wong TTY (1985) Distributional and host fruit utilization patterns of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), in Hawaii. Environmental Entomology 14: 602-608.
- Nyamukondiwa C, Terblanche JS (2009) Thermal tolerance in adult Mediterranean and Natal fruit flies (*Ceratitis capitata* and *Ceratitis rosa*): Effects of age, gender and feeding status. Journal of Thermal Biology 34: 406-414.
- Nyamukondiwa C, Kleynhans E, Terblanche JS (2010) Phenotypic plasticity of thermal tolerance contributes to the invasion potential of Mediterranean fruit flies (*Ceratitis capitata*). Ecological Entomology 35: 565-575.
- Papadopoulos NT, Carey JR, Katsoyannos BI, Kouloussis NA (1996) Overwintering of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in northern Greece. Annals of the Entomological Society of America 89: 526-534.
- Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipksi A, Kumar S (2013) MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. Molecular Biology and Evolution 30: 2725-2729.
- USDA-U.S. Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service (2003) Mediterranean fruit fly action plan. Plant Protection and Quarantine 12/2003-02.
- White IM (1988) Tephritid flies – Diptera: Tephritidae. (Ed: Barnard PC, Askew RR), Handbooks for the Identification of British Insects, Vol. 10, Part 5a, Royal Entomological Society, London.